

İşitme Tarama Programlarına Multidisipliner Yaklaşım

Editörler: Öğr. Gör. Merve Kandazoğlu Erdem
Öğr. Gör. Betül Karabudak • Öğr. Gör. Simgе Erdal



İşitme Tarama Programlarına Multidisipliner Yaklaşım

Editörler:

Öğr. Gör. Merve Kandazoğlu Erdem

Öğr. Gör. Betül Karabudak

Öğr. Gör. Simge Erdal



Published by

Özgür Yayın-Dağıtım Co. Ltd.

Certificate Number: 45503

📍 15 Temmuz Mah. 148136. Sk. No: 9 Şhitkamil/Gaziantep

☎ +90.850 260 09 97

📞 +90.532 289 82 15

🌐 www.ozgurayinlari.com

✉ info@ozgurayinlari.com

İşitme Tarama Programlarına Multidisipliner Yaklaşım

Editörler: Öğr. Gör. Merve Kandazoğlu Erdem • Öğr. Gör. Betül Karabudak

Öğr. Gör. Simge Erdal

Language: Turkish

Publication Date: 2025

Cover design by Mehmet Çakır

Cover design and image licensed under CC BY-NC 4.0

Print and digital versions typeset by Çizgi Medya Co. Ltd.

ISBN (PDF): 978-625-5757-94-4

DOI: <https://doi.org/10.58830/ozgur.pub1019>



This work is licensed under the Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International (CC BY-NC 4.0). To view a copy of this license, visit <https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>
This license allows for copying any part of the work for personal use, not commercial use, providing author attribution is clearly stated.

Suggested citation:

Erdal, S. (ed), Kandazoğlu Erdem, M. (ed), Karabudak, B. (ed) (2025). *İşitme Tarama Programlarına Multidisipliner Yaklaşım*. Özgür Publications. DOI: <https://doi.org/10.58830/ozgur.pub1019>. License: CC-BY-NC 4.0

The full text of this book has been peer-reviewed to ensure high academic standards. For full review policies, see <https://www.ozgurayinlari.com/>



Ön Söz

İşitme, bireyin çevresiyle kurduğu iletişimin temelini oluşturur ve yaşamın her aşamasında öğrenme, sosyal katılım ve bilişsel gelişim için kritik bir rol üstlenir. Bu nedenle işitmenin düzenli olarak değerlendirilmesi, korunması ve gerektiğinde uygun rehabilitasyonla desteklenmesi; sağlık profesyonellerinden eğitimcilere, mühendislerden politika yapıcılara kadar geniş bir uzmanlık alanının ortak sorumluluğudur. İşitme kaybının birey ve toplum üzerindeki etkilerinin daha görünür hâle gelmesiyle birlikte, bilimsel temelli, bütüncül ve multidisipliner işitme tarama programlarının yürütülmesi her zamankinden daha fazla önem kazanmıştır.

Bu kitap, İşitme Tarama Programlarına Multidisipliner Yaklaşım başlığı altında, farklı disiplinlerden uzman akademisyen ve saha profesyonellerinin bilgi birikimlerini bir araya getirerek işitme sağlığını kapsamlı bir perspektiften ele almaktadır. İçerikte; işitme sisteminin temel fizyolojisinden işitme kayıplarının sınıflandırılmasına, tarama programlarında kullanılan odyolojik ve biyomedikal cihaz teknolojilerinden odyolojik tanılama süreçlerine, rehabilitasyon yaklaşımlarından yaşam boyu tarama protokollerine kadar geniş bir yelpazede güncel bilgiler sunulmaktadır.

Her bir bölüm, kendi alanında uzman yazarlar tarafından titizlikle hazırlanmış olup klinik uygulamalardan bilimsel araştırmalara, ulusal-uluslararası standartlardan sahaya yönelik önerilere kadar kapsamlı bir başvuru niteliği taşımaktadır. Bu yönüyle kitap, odyoloji, odyometri, tıp, kulak burun boğaz, pediatri, geriatri, biyomedikal mühendislik, çocuk gelişimi, özel eğitim ve halk sağlığı gibi pek çok alana aynı anda katkı sunmaktadır.

Eserin en önemli katkılarından biri, işitme tarama programlarının yalnızca teknik bir ölçüm süreci olmadığını; sosyal, psikolojik, eğitsel, etik ve teknolojik boyutları olan çok katmanlı bir yapı olduğunu vurgulamasıdır. Böylece okuyucu, işitme kaybının birey yaşamına etkilerini disiplinler arası bir bakış açısıyla değerlendirme ve müdahale stratejilerini daha güçlü bir zeminde geliştirme fırsatı bulacaktır.

Bu kitabın ortaya çıkmasında, bölümlerini özveriyle hazırlayan ve emeği geçen tüm yazarlarımıza ve destek veren tüm uzmanlara teşekkür eder;

eserin öğrenciler, klinisyenler, mühendisler, araştırmacılar ve uygulayıcılar için değerli bir bilimsel kaynak olmasını dileriz.

İşitme sağlığına yönelik farkındalığın artmasına ve erken tanı-erken müdahale zincirinin güçlenmesine katkı sağlayacağına olan inancımızla, kitabımızı okuyucuların ilgisine sunuyoruz.

İçindekiler

Ön Söz

iii

BÖLÜM I: TEMEL KAVRAMLAR

Bölüm 1.1

İşitme Sistemi	3
<i>Tuğba Ural</i>	

Bölüm 1.2

İşitme Kayıplarının Sınıflandırılması	21
<i>Merve Kandazoğlu Erdem</i>	

Bölüm 1.3

İşitme Tarama Programlarının Tanımı, Amacı ve Önemi	37
<i>Simge Erdal</i>	

Bölüm 1.4

İşitme Kaybının Birey ve Aile Üzerindeki Sosyal ve Psikolojik Etkileri	49
<i>Esra Kuru</i>	

BÖLÜM II: TEKNOLOJİ, TANI VE REHABİLİTASYON

Bölüm 2.1

İşitme Tarama Programlarında Kullanılan Odyolojik Cihazlar	67
<i>Betül Karabudak</i>	

Bölüm 2.2.

İşitme Taramasında Yeni Nesil Biyomedikal Cihaz Teknolojileri	77
<i>Betül Karabudak</i>	

Bölüm 2.3

Tarama Programları Sonrası Odyolojik Tanılama	89
<i>Esra Sarlık</i>	

Bölüm 2.4

İşitsel Rehabilitasyonda Yardımcı Cihaz Teknolojileri	113
<i>Tuğba Ural</i>	

BÖLÜM III: YAŞAM BOYU İŞİTME TARAMA PROGRAMLARI

Bölüm 3.1.

Yenidoğan İşitme Tarama Programları ve Protokolleri	133
<i>Esra Kuru</i>	

Bölüm 3.2

Okul Çağı Çocuklarda İşitme Tarama Programları ve Protokolleri	155
<i>Merve Kandazoğlu Erdem</i>	

Bölüm 3.3

Yetişkinlerde İşitme Tarama Programları ve Protokolleri	173
<i>Büşra Nehir Şahin</i>	

Bölüm 3.4

Geriatrik Popülasyonda İşitme Tarama Programları ve Protokolleri	185
<i>Simge Erdal</i>	

BÖLÜM I:

TEMEL KAVRAMLAR

İşitme Sistemi 8

Tuğba Ural¹

Özet

İşitme sistemi, bireylerin çevresel sesleri algılamasını, anlamlandırmasını ve iletişim kurmasını sağlayan en temel duyuşal sistemlerden biridir. İnsan yaşamında özellikle dil gelişimi, sosyal etkileşim ve öğrenme süreçleri açısından kritik bir rol oynar. İşitme sisteminin sağlıklı çalışması, bireyin yalnızca çevre ile etkileşimini değil aynı zamanda bilişsel işlevlerini de doğrudan etkilemektedir (Moore, 2012).

İşitme sistemi genel olarak periferik işitme sistemi (dış kulak, orta kulak, iç kulak ve işitme siniri) ve santral işitme sistemi (koklear nükleus, süperior olivary kompleks, lateral lemniscus, inferior kollikulus ve medial genikulat body) olarak iki ana bölümde incelenmektedir. Ses dalgalarının kulaktan beyindeki işitsel kortekse kadar uzanan yolculuğu, kompleks anatomik ve fizyolojik süreçlerin sonucudur. Bu süreçlerin detaylı olarak incelenmesi hem normal işitmenin anlaşılmasına hem de patolojik durumların değerlendirilmesine olanak sağlamaktadır (Pickles, 2013). İşitsel sistemi sadece anatomik ve fizyolojik olarak düşünmekle kalmayıp, aynı zamanda konuşma ayrımı, yön bulma, işitsel dikkat, bellek ve işitsel biliş gibi üst düzey işitsel işleme süreçlerini de düzenler. Bu nedenle işitme sistemi, yalnızca anatomik bir yapıdan ibaret olmayıp dil gelişimi, iletişim, sosyal katılım ve bilişsel işlevler üzerinde derin etkileri olan bütüncül bir nörosensöriyel ağ olarak değerlendirilmelidir.

İşitme tarama programlarının önemi, işitme kayıplarının erken dönemde tanımlanabilmesine dayanmaktadır. Çünkü işitme sisteminde meydana gelen bozukluklar, özellikle çocukluk döneminde dil gelişimini ve akademik başarıyı olumsuz yönde etkileyebilmektedir (Yoshinaga-Itano, 2003). Bu nedenle işitme sisteminin yapısının ve işleyişinin anlaşılması hem klinik uygulamalarda hem de multidisipliner işitme tarama programlarının geliştirilmesinde temel bir basamaktır.

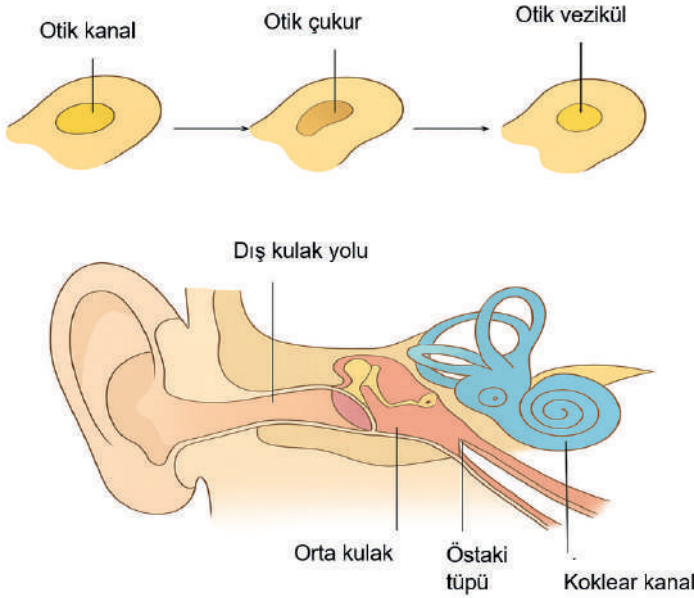
1 Öğr. Gör., Karabük Üniversitesi, Sağlık Hizmetleri MYO, Odyometri Programı, Karabük, Türkiye. tugba.ural@karabuk.edu.tr, Orcid ID: 0000-0002-6936-6479

Bu bölümde işitme sisteminin anatomisi, fizyolojisi, gelişimsel özellikleri ve işitme fizyolojisine ilişkin temel mekanizmalar ele alınacaktır. Böylece, işitme tarama programlarında multidisipliner yaklaşımların bilimsel temeli ortaya konulacaktır.

1.1. İŞİTME SİSTEMİ

1.1.1. İşitme Sisteminin Gelişimi-Embriyolojisi

İşitme sistemi embriyonik dönemde oldukça erken evrelerde gelişmeye başlar ve prenatal süreç boyunca karmaşık bir farklılaşma süreci geçirir. Kulak yapılarının gelişimi hem ektodermal hem endodermal, hem de mezodermal kökenli hücrelerin etkileşimiyle şekillenir. Bu süreç, dış kulaktan santral işitsel yapılara kadar uzanan geniş bir anatomik organizasyonu içerir (Larsen, 2017).



Şekil 1. Kulak embriyolojisi görseli.

Not: Moore, K. L., Persaud, T. V. N., & Torchia, M. G. (2020). *The developing human: Clinically oriented embryology* (11th ed.). Philadelphia: Elsevier.

1.1.1.1. Dış ve Orta Kulak Gelişimi

Dış kulak yapıları, embriyonun yaklaşık 5. haftasında ilk faringeal arkların çevresinde gelişmeye başlar. Kulak kepçesi, birinci ve ikinci faringeal arkların

etrafında şekillenen altı küçük şişkinlikten (auriküler hillock) köken alır. Bu yapıların birleşmesiyle erişkin dönemdeki kulak kepçesi formu ortaya çıkar (Sadler, 2019). Dış kulak yolu ise ilk faringeal yarığın invajinasyonu ile oluşur.

Orta kulak boşluğu ve östaki tüpü, endoderm kökenli olan ilk faringeal keseden gelişir. Kemikçikler (malleus, incus, stapes) ise farklı embriyonik kökenlere sahiptir: malleus ve incus birinci ark kıvrımdan, stapes ise ikinci ark kıvrımdan gelişir (Moore vd., 2020). Bu kemikçikler gebeliğin yaklaşık 8–10. haftalarında belirginleşir ve ilerleyen süreçte işitme fonksiyonu için gerekli olan iletim mekanizmasının temelini oluşturur.

1.1.1.2. İç Kulak (Koklea ve Vestibüler Sistem) Gelişimi

İç kulak, işitme sisteminin en erken farklılaşan bölümlerinden biridir. Üçüncü haftada otik plak adı verilen kalınlaşmış ektodermal bir alan oluşur. Bu plak invajine olarak otik çukurcuğu ve ardından otik vezikülü meydana getirir. Otik vezikül, ilerleyen süreçte işitme ve denge organlarının temelini oluşturur. İşitme ile ilgili olan koklear yapılar otik vezikülün ventral kısmından gelişirken, vestibüler yapılar dorsal kısımdan şekillenir (Fritzsche vd., 2015). Şekil 1’de bu yapılar görülmektedir.

Koklear kanal yaklaşık 6. haftada kıvrılmaya başlar ve 8. haftada iki tur, 10. haftada ise erişkinlerde görülen 2,5 turluk yapısına ulaşır. Kokleanın iç yapılarından olan Corti organı ise gebeliğin 10–12. haftaları arasında farklılaşmaya başlar. Duyu hücrelerinin ve destek hücrelerinin gelişimi doğuma kadar devam eder (Kelly & Chen, 2009).

1.1.1.3. İşitme Siniri ve Santral Yapılar

Sekizinci kraniyal sinir (n. vestibulokohlearis), otik vezikülden farklılaşan nöral hücrelerin göçü ile oluşur. Spiral ganglion hücreleri kokleadaki duyu hücreleri ile santral işitsel yapılar arasında bağlantı sağlar. Beyin sapı düzeyinde işitme yolları da embriyonik dönemde gelişmeye başlamakta ve doğum sonrası dönemde olgunlaşmasını sürdürmektedir.

İşitme sisteminin embriyolojik gelişimi, işitme tarama programları açısından kritik öneme sahiptir. Kulak ve işitme yollarındaki gelişimsel anomaliler, konjenital işitme kayıplarının en sık nedenlerinden biridir. Örneğin, dış kulak atrezisi, orta kulak ossiküler malformasyonları veya koklear aplazi gibi durumlar, yenidoğan işitme taramalarında erken tanı konulması gereken patolojiler arasındadır (Jackler & Luxford, 1987). Bu nedenle işitme sisteminin normal gelişim basamaklarının bilinmesi, tarama

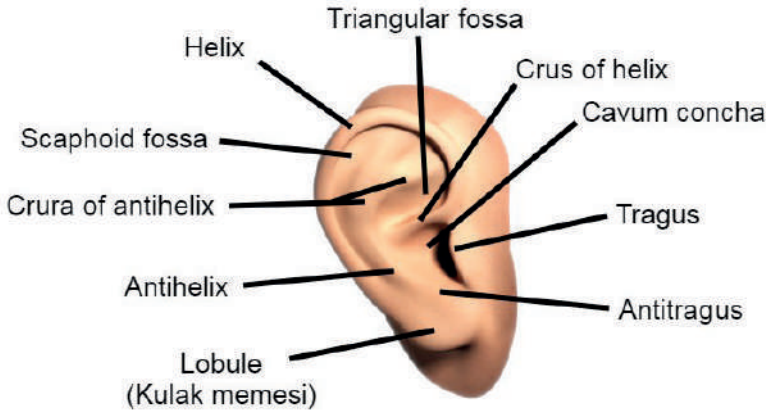
sonuçlarının doğru yorumlanması ve erken müdahalenin planlanması açısından hayati bir önem taşır.

1.1.2. Periferik İşitsel Sistem Anatomisi ve Fizyolojisi

1.1.2.1. Dış Kulak

Dış kulak, işitme sisteminin en dış kısmını oluşturarak çevreden gelen ses dalgalarının toplanması ve orta kulağa iletilmesinde kritik rol oynar. İki temel bölümden oluşur: kulak kepçesi (aurikula/pinna) ve dış kulak yolu (external auditory canal).

Kulak kepçesi, elastik kıkırdaktan oluşmuş ve ince bir deri tabakası ile kaplanmıştır. Helix, antihelix, konka tragus, anti tragus ve lobul gibi kulak kepçesinin kısımları vardır (Şekil 2). Dışarıdan gelen ses dalgalarının ilk temas ettiği yapı kulak kepçesidir ve dış kulak yoluna iletmeye yarar. Anatomik yapısındaki kıvrım ve çıkıntılar, özellikle yüksek frekanslı seslerin yönsel ipuçlarını sağlamasına yardımcı olur. Bu nedenle kulak kepçesinin şekli, bireyin ses kaynağını lokalize etmesinde ve seslere odaklanmasında önemli bir işlev görür (Hunter & Margolis, 1997). Buna ek olarak, yapısal özellikleri sayesinde sesin seçici olarak filtrelenmesi ve güçlendirilmesinde de rol oynar. Kulak kepçesinin sesi 6 dB'e kadar yükseltme özelliği vardır (Scottish Sensory Centre, 2025).



Şekil 2. Kulak kepçesi kısımları.

Not. Audio Archive. (2020, 31 Aralık). Periferik işitme sistemi. Audio Archive Blog. <https://audioarchive1.blogspot.com/2020/12/periferik-isitme-sistemi.html>

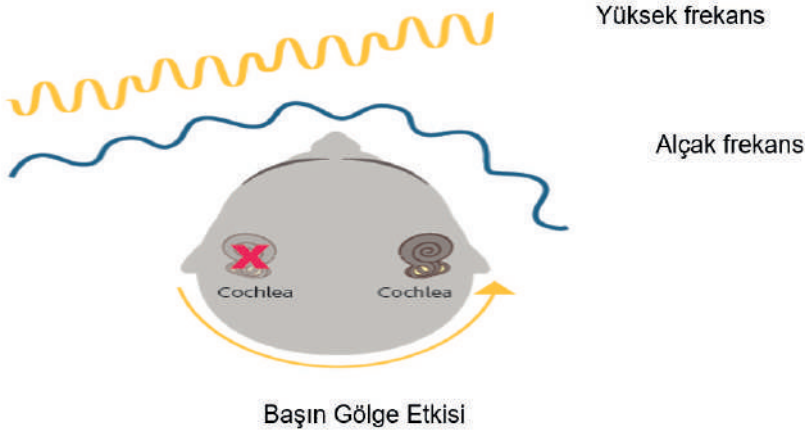
Dış kulak yolu, çapı ortalama 7 mm, uzunluğu ise konkadan itibaren ölçüldüğünde ortalama 2,5-2,7 cm olan S şeklinde kıvrımlı bir boru yapısındadır. Dış kulak yolunun, girişteki (lateraldeki, dıştaki) 1/3'lük bölümü (yaklaşık 8.8 mm) kıkırdak dokudan, geri kalan (medialdeki, iç kısımdaki) 2/3'lük iç bölümü ise kemik dokudan oluşmuştur. Kulak yolunun kıkırdak kısmında serumen (kulak kiri) salgılayan bezler bulunur. Serumen, kulak yolunu nemlendirmenin yanı sıra antibakteriyel özellik göstererek koruyucu bir işlev görür. Ayrıca dış kulak yolunun kıvrımlı yapısı yabancı cisimlerin ve toz partiküllerinin doğrudan orta kulağa ulaşmasını engeller (Pickles, 2013).

Ses enerjisi dış kulak yolunda ilerlerken amplifiye edilerek kulak zarına iletilir. Yani dış kulak yolu rezonatör görevi görür. Kulak yolunun rezonans frekansı 2-4 kHz'dir. Bu frekanslarda amplifikasyon en yüksek düzeye ulaşır. (Özellikle 4 kHz'de 12 dB'e kadar yükselebilir.) Bu durum ise sese karakter verir. Bu frekans aralığı insan konuşmasının en kritik bileşenlerini içerdiğinden, dış kulağın rezonans özelliği konuşmanın anlaşılabilirliğine önemli katkı sunar (Moore, 2012).

İç kulakta yer alan Corti organına sesin ulaşması sırasında; baş ve vücut yapıları engelleyici bir rol üstlenirken, kulak kepçesi ve dış kulak yolu sesi yönlendirmekte, orta kulak ise iletilen sesi güçlendirmektedir (Zheng vd., 2022).

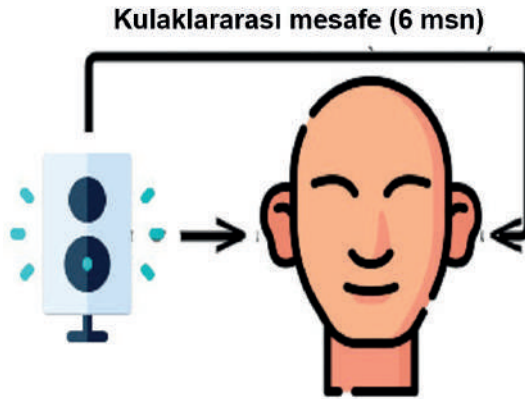
Engelleyici etkiler:

- Başın Gölge Etkisi (Shadow Effect)
- İnteraural Mesafe
- Başın Gölge Etkisi; Sesin geliş yönünün zıt tarafındaki kulakta, başın oluşturduğu engelleme sonucunda ses basıncı azalır. Bu gölge etkisi, sesin frekansı ve dalga boyuna göre farklılık gösterir. Yüksek frekanslarda başın engelleyici rolü daha güçlü olup, düşük frekanslara kıyasla daha fazla basınç azalması gözlenir (Goupell, 2022). Şekil 3'te görseli görülmektedir.



Şekil 3. Başın Gölge Etkisi.

Not. Hurley P. *Hearing from the Other Side: Understanding the Candidacy for SSD and Treatment Options* 2017 [Available from: <https://www.audiologyonline.com/articles/hearing-from-other-side-understanding-21327>].



Şekil 4. Kulaklararası Mesafe

Not. Best, V., Baltzell, L. S., & Colburn, H. S. (2022). Effects of hearing loss on interaural time difference sensitivity at low and high frequencies. *Trends in Hearing*, 26, 1-14. <https://doi.org/10.1177/23312165221095357>

- İnteraural Mesafe; Başın ses dalgalarını engelleme düzeyi, başın genişliği ile ilişkilidir. İki kulak arasındaki mesafe (interaural mesafe), bu engelleyici etkinin ortaya çıkmasında belirleyici bir unsurdur (JASA, 2022). Ses, yakın kulağa ulaştıktan yaklaşık 0,6 msn sonra diğer kulağa erişmektedir. İnteraural mesafe alçak frekanslarda daha fazla gözüktür (Best vd., 2022). Şekil 4'te görülmektedir.

Sonuç olarak dış kulak, işitmenin başlangıç basamağı olarak hem mekanik koruma hem de akustik kazanç sağlayan yapısıyla işitsel sistemin bütünlüğü için vazgeçilmezdir.

1.1.2.2. Orta Kulak

Orta kulak, temporal kemiğin içinde dış kulak ile iç kulak arasında yer alan ve ses dalgalarının hava ortamından sıvı dolu kokleaya etkin şekilde aktarılmasını sağlayan bir iletim sistemidir. Bu bölüm; kulak zarı (timpanik membran), orta kulak boşluğu, kemikçikler (malleus, incus, stapes), östaki tüpü, iki kas ve dört ligamenti kapsayan, işitme fizyolojisinde sesin iletimi ve güçlendirilmesinde rol alan bir yapıdır.

Orta kulağın ilk anatomik bölgesi kulak zarı (tympanic membrane, ear drum)'dir. Kulak zarının kalınlığı ortalama 0,1 mm, uzunluğu 10-11 mm ve genişliği 8-9 mmdir. Timpanik membran, dış ve orta kulağı birbirinden ayırmakla görevlidir ve 3 tabakalı yarı saydam yapıdadır. En dıştaki tabaka epitel, ortadaki fibroelastik tabaka ve en içteki mukozal tabakadır. Gelen ses dalgalarını mekanik titreşimlere dönüştürerek orta kulak kemikçiklerine iletir (Standing, 2016).

Kulak zarının alt kısmında yer alan ve alanın yaklaşık dörtte üçünü oluşturan gergin bölüm pars tensa olarak adlandırılır. Daha küçük ve gevşek yapılı olan üst bölüm ise pars flaccida ismini taşır. Otoskop muayenesinde ışığın yansıdığı alan ışık konisi (light reflex/cone of light) olarak tanımlanır. Ortalama 1 cm² büyüklüğe sahip kulak zarının titreşimden sorumlu bölümü yaklaşık 55 mm²'dir ve bu bölge pars tensayı kapsar. Kulak zarının her iki yüzeyi atmosfer basıncıyla dengelenmiş durumdadır. Zarın iç kısmındaki basınç ise östaki tüpü aracılığıyla farinksten gelen hava ile dengelenerek, kulak zarının içe doğru çökmesi önlenir (StatPearls, 2023).

Orta kulak kavitesi; Temporal kemiğin içerisinde yer alan mukoza ile örtülü içi hava dolu boşluktur. Orta kulak boşluğunun altı tane duvarı vardır; medial duvar, lateral duvar, posterior duvar, anterior duvar, süperior duvar, inferior duvardır. Bunların belli anatomik bölgelere komşulukları vardır.

Orta kulakta, kulak zarı ile iç kulak arasında yer alan, membrana tympanica'yı iç kulaktaki reseptör yapılarına bağlayan ve bir zincir oluşturarak ses enerjisinin kulak zarından iç kulağa iletilmesini sağlayan 3 kemikçik bulunur: malleus, incus ve stapes (Pickles, 2013). Bu üç kemikçik vücudumuzun en küçük kemik yapılarıdır. Malleus; üç kemikçik arasında en büyük olanıdır ve kulak zarına ve incusa tutunur. Incus, orta kulaktaki kemik zincirinin 2. kemiğidir. Malleus ve stapesi birbirine bağlar. Stapes, en küçük kemikçiktir ve iç kulakta kokleanın oval penceresine bağlıdır. Bu kemikçikler,

sesin yaklaşık 20–30 dB oranında yükseltilmesine katkıda bulunur. Böylece havadaki ses dalgaları, sıvı dolu kokleaya daha etkin bir şekilde iletilebilir (Pickles, 2013).

Orta kulak kemikçiklerini sabitleyen dört adet ligament ve iki kas bulunur. Ligamentler, kemik zincirdeki kemiklerin orta kulak boşluğundaki duvarlara tutunmasını sağlar. Orta kulak kasları musculus tensor tympani ve musculus stapedius olarak adlandırılır. Musculus tensor tympani, malleusa tutunarak kulak zarının gerilmesini veya gevşemesini sağlar; bu sayede kulak zarı seslere karşı daha hassas veya daha az duyarlı hale gelir. Kas kasıldığında timpanik membran gerilir ve bu kas, N. trigeminus'un (V. sinir) mandibuler dalı tarafından innerve edilir. Musculus stapedius ise normal kulaklarda 70–90 dB şiddetindeki seslere yanıt olarak kasılır ve stapes tabanını orta kulağa doğru çekerek iç kulağı yüksek seslerden korur. Bu kas, N. facialis'in (VII. sinir) stapedia dalı tarafından innerve edilir. Stapedius kasının kasılması, stapes'in hareketini kısıtlayarak kokleaya iletilen enerjiyi azaltır; bu mekanizma akustik refleks olarak adlandırılır (Carlos vd, 1993; Keseroğlu & Bayir, 2016; Moore, 2012).

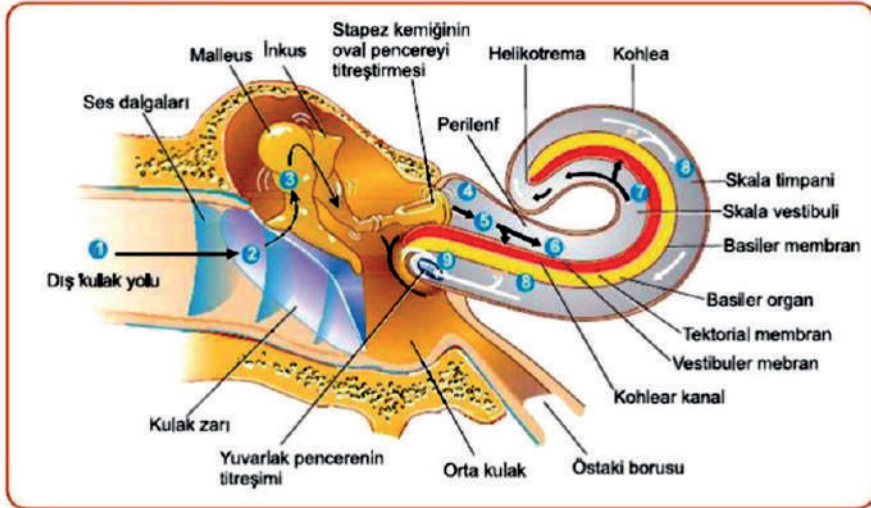
Östaki tüpü, orta kulak boşluğunu nazofarenkse bağlayan bir kanaldır. 1/3 timpanik kısmı kemik, 2/3faringeal kısmı kıkırdaktır. Erişkinlerde ortalama uzunluğu 37 mm'dir ve yaklaşık 45 derecelik açıyla konumlanmıştır. Bebek ve çocuklarda östaki tüpünün yerleşimi daha yatay konumlanmıştır. Bu tüp, orta kulak basıncını atmosfer basıncı ile dengeleyerek timpanik membranın sağlıklı titreşimini sağlar. Ayrıca mukosilier yapısıyla orta kulak boşluğunun drenajını kolaylaştırır ve enfeksiyonlara karşı koruyucu rol üstlenir (Bluestone & Doyle, 2015).

Orta kulak, havadaki ses enerjisinin sıvı dolu iç kulağa verimli biçimde aktarılmasını sağlayan bir mekanik dönüştürücüdür. Ses enerjisi, gaz ortamından sıvı ortama aktarılırken belirli bir oranda kayba uğrar ve bu kayıp yaklaşık 30 dB'e kadar ulaşabilmektedir. Kulak zarı ile orta kulak kemikçiklerinin temel görevi, havadan sıvıya geçişte ortaya çıkan ve iç kulak sıvılarının akustik direncinden kaynaklanan enerji kaybını dengelemektir. Bu işlev üç ana mekanizma sayesinde gerçekleşir: (1) incudomallear eklem kaldiraç etkisi; malleus ve incus arasındaki eklem kaldiraç gibi çalışarak, malleus kolunda bulunan işitsel enerjinin incus koluna yaklaşık 1,3 kat daha güçlü aktarılmasına olanak tanır. (2) kulak zarı ile stapes tabanı arasındaki yüzey farkı; kulak zarının titreşime katılan alanı ile stapes tabanı arasında yapılan çalışmalarda 1/15 ile 1/20 arasında değişen bir oran bildirilmektedir (örneğin, zarın titreşen yüzeyi yaklaşık 55 mm² iken, stapes tabanı 3.2 mm²dir). (3) timpanik membranın yüzey geometrisi (buckling/kısmi

kıvrılma) nedeniyle oluşan basınç yoğunlaşması; bu mekanizma da sesin sıvı ortama daha etkin şekilde iletilmesini sağlar. Bu üç mekanizma bir arada çalışarak, havadaki ses basıncını stapes aracılığıyla kokleanın perilenf sıvısına daha yüksek bir basınç olarak iletir; böylece akustik enerjinin büyük kısmı iç kulağa aktarılır ve yansıma/enerji kaybı minimize edilir (Moore, 2012; Pickles, 2013).

Enerji kaybını karşılama konusunda diğer bir görüş ise Helmholtz'un "Konik Kaldıraç Hipotezi" dir. Timpanik membranın titreşimi, gelen ses dalgasının frekansına bağlı olarak farklı bölgelerde farklı genlikte hareket üretir. Bu teoriye göre sirküler ve radial liflerden oluşan kulak zarı üzerine çarpan sesler Umbo'da toplanıp, burada 30 dB'lik bir amplifikasyona neden olur, bu şekilde kemikçik sisteme iletilir (Pickles, 2013; Standing, 2016).

Son olarak, orta kulak fizyolojisi, işitme tarama programları açısından pratik çıkarımlar sağlar: yenidoğan taramalarında veya tarama sonrası yapılan tanısal olgularda orta kulak durumunun (efüzyon, sekresyon, negatif basınç) ayrıştırılması, gerçek sensörinöral kaybın iletim tipi nedenlerden ayrılmasında kritiktir. Bu nedenle tarama protokollerinde timpanometri veya otoakustik emisyonların yorumlanması gibi orta kulak değerlendirmelerini içeren adımların bulunması önerilir (Pickles, 2013). Periferik işitme sistemi yapıları Şekil 5'te görülmektedir.



Şekil 5. Periferik işitme bölümleri.

Not. Tanbek, A. T. (2020). *Kemiğe implante işitme cihazı kullanan hastalarda işitme sonuçlarının ve yaşam kalitesinin değerlendirilmesi (Yüksek lisans tezi)*. İnönü Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir.

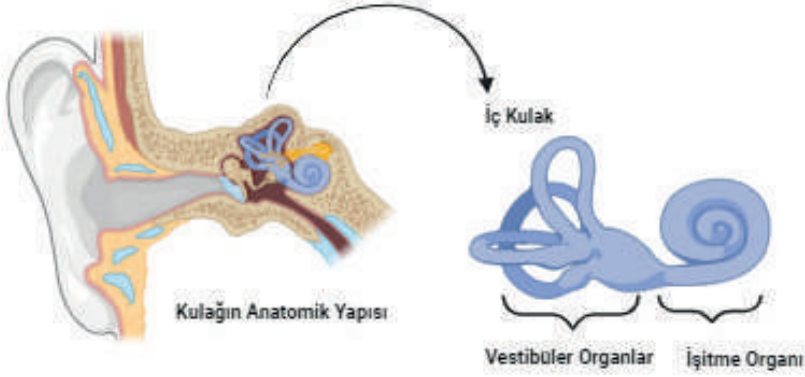
1.1.2.3. İç Kulak

İç kulak, temporal kemiğin petröz kısmında yer alan ve kemik labirent ile zar labirentten oluşan karmaşık bir yapıdır. Yuvarlak ve oval pencereler yolu ile orta kulak ile, koklear ve vestibüler aquaduktuslar yolu ile de kafa içi ile bağlantılıdır. Fonksiyonel olarak iki ana bileşene ayrılır: koklea, işitmeden sorumludur; vestibüler sistem ise dengeden sorumlu organdır. Şekil 6'da bu yapılar görülmektedir.

Koklea, iç kulağın primer işitme organıdır. Giderek azalan çapı ile kendi üzerinde yaklaşık 2,5- 2,75kere sarılan ve apekte sonlanan spiral bir kanaldır. Koklea; skala vestibüli, skala timpani ve skala media olmak üzere üç tübüler kompartmandan oluşur. Scala vestibuli ve Scala timpani tepe kısmında, helikotrema adı verilen bölgede birbirleriyle birleşir. Scala vestibuli'nin diğer ucu vestibüle açılır. Scala timpani'nin diğer ucu yuvarlak pencere ile sonlanır. Skala media, kapalı uçlu bir yapı olarak helikotremada son bulur ve iki tübül arasında yer alır. Üçgen biçimindeki bu bölüm, skala vestibuli'den Reissner zarı ile, skala timpani'den ise baziler zar aracılığıyla ayrılır. Skala timpani ve skala vestibuli perilenf sıvısı içerirken, skala media endolenf sıvısı ile doludur ve bu iki sıvı birbirleriyle karışmaz. Yaklaşık 34 mm uzunluğa sahip baziler membran, bazal uçta dar ve sert, apikal uçta ise daha geniş ve esnek bir yapıya sahiptir. Bu zar üzerinde işitmenin gerçekleştiği korti organı yerleşmiştir. Korti organının görevi, baziler membranın titreşim hareketlerini nöral uyarılara çevirmektir. Burada duyu ve destek hücreleri vardır. Duyu hücreleri, dış ve iç tüylü hücreler olmak üzere iki ana gruba ayrılır. Korti organındaki tüylü hücrelerin üst kısmı, tektorial zar olarak adlandırılan yapıyla temas halindedir. Baziler membranın hareketi sırasında bu tüylü hücreler tektorial zar ile etkileşime girer ve mekanik enerjiyi elektrokimyasal enerjiye dönüştürür. Oluşan sinir impulsları, işitme sinirine ve buradan işitme merkezine iletilir. Bu yapı, frekansların tonotopik olarak kodlanmasını sağlar (Hudspeth, 2014; Kandel vd., 1992; Pickles, 2013).

Kokleadaki bu işitme olayı özetle şu şekilde gerçekleşir: Ses dalgaları stapes'in oval pencereye yaptığı basınç hareketiyle perilenf içinde dalgalanmalar oluşturur. Bu dalgalar, kokleanın baziler membranı boyunca ilerleyen dalga hareketi (traveling wave) şeklinde yayılır. Baziler membranın yapısı bazaldan apikale doğru değişir: bazal kısım dar ve sert olduğundan yüksek frekansları, apikal kısım geniş ve daha yumuşak olduğundan düşük frekansları kodlar. Bu tonotopik organizasyon, frekans ayrımının temelini oluşturur (Robles & Ruggero, 2001). Baziler membranın hareketi, Korti organındaki tüylü hücrelerin stereosilyalarının eğilmesine yol açar. Bu eğilme, iyon kanallarının açılıp kapanmasına neden olur; potasyum iyonlarının hücre

içine girişi ile depolarizasyon gerçekleşir. İç tüylü hücrelerin depolarizasyonu sonucunda nörotransmitterler salınır ve işitme sinirinin afferent liflerinde aksiyon potansiyelleri başlatılır (Dallos, 1992).



Şekil 6. İç Kulağın Anatomik Yapısı.

Not. Ural, T. (2024). Tıp ve sağlık bilimlerinde multidisipliner bakış-V: İşitsel ve vestibüler rehabilitasyona bütüncül yaklaşım. Ankara: İKSAD Yayınevi.

Vestibüler sistem ise utrikül, sakkül ve üç yarımküre kanalı (semisirküler kanallar) ile temsil edilir. Utrikül ve sakkül yerçekimi ve doğrusal hareketleri algılamak; yarımküre kanalları açısal ivmeyi algılar. Vestibüler reseptörler, vestibüler sinir aracılığıyla santral yapılara iletilen sinyallerle dengeyi ve göz hareketlerinin koordinasyonunu düzenler (Goldberg vd., 2012).

Her ne kadar vestibüler sistemin temel işlevi denge olsa da iç kulakta koklea ile yakın anatomik birlikteliği ve ortak sıvı sistemini paylaşması (perilenf ve endolenf) nedeniyle klinik açıdan önem taşır. Vestibüler bozuklukların eşlik ettiği durumlarda işitme de etkilenebilir. Bu nedenle iç kulağın bir bütün olarak anlaşılması hem işitme hem de denge sistemlerinin değerlendirilmesinde kritik öneme sahiptir.

1.1.2.4. İşitme Siniri

İşitme siniri, vestibulokoklear sinirin koklear komponentidir. Spiral ganglion hücrelerinden çıkan aksonların birleşmesiyle oluşur ve iç akustik kanal yoluyla beyin sapına ulaşır. Sinir liflerinin yaklaşık %90'ı iç tüylü hücrelerden, geri kalanı dış tüylü hücrelerden kaynaklanır. Bu organizasyon, sinirin esas olarak frekans ve şiddet bilgilerini merkezi işitsel yapılara iletmesini sağlar (Spoendlin, 1972).

İşitme sinirinin lifleri de kokleanın tonotopik organizasyonunu yansıtır: bazal kokleadan gelen lifler yüksek frekanslara, apikal kokleadan gelen lifler düşük frekanslara duyarlıdır. Böylece periferik kodlama, merkezi işitsel sistemde frekans çözümlemesinin temelini oluşturur (Liberman, 1982). İşitme siniri yalnızca frekansı değil, aynı zamanda sesin şiddetini ve temporal özelliklerini de kodlar (Joris vd., 2004).

Sonuç olarak işitme siniri, kokleadan gelen mekanik enerjinin elektriksel sinyallere dönüştürüldüğü ilk aşamadan itibaren, işitmenin merkezi yollarında işlenecek olan frekans, şiddet ve zamanlama gibi işitsel bilgiler sinir lifleri tarafından taşınır, işitsel yolu takip ederek birçok durağa uğrarlar. Santral işitsel sistemde işitsel kortekse iletilmek üzere her iki kulaktan gelen sinyaller eşleştirilerek bilgi işitsel kortekse kadar iletilmektedir.

1.1.3. Santral İşitsel Sistem Anatomisi ve Fizyolojisi

Santral işitsel sistem, kokleadan çıkan sinir impulslarının beyin sapından başlayarak serebral kortekse kadar iletilmesini ve işlenmesini sağlayan karmaşık bir ağıdır. Bu sistem, yalnızca sesin duyulmasını değil; aynı zamanda frekans ayrımı, konuşmayı anlama, yön tayini ve gürültülü ortamlarda iletişim gibi üst düzey işitsel becerilerin gerçekleşmesini sağlar (Moore, 2012).

1.1.3.1. Koklear Nükleus

Santral işitsel sistemin ilk uğrak noktasıdır ve işitme sinirinden gelen bilgileri taşır. Bu çekirdekler, anterior ventral nükleuslar (AVN), posterior ventral (PVN) nükleuslar ve dorsal nükleuslar olmak üzere üç kısma ayrılır. Bu kısımlar; sesin tanınmasında, zamansal verinin kodlanmasında ve lokalizasyonunda görevlidir. Koklear çekirdekler, kokleadan gelen tonotopik organizasyonu koruyarak frekans bilgisini üst santral bölgelere aktarır (Pickles, 2013). Tonotopik organizasyon kapsamında; dorsal bölüm alçak frekans, ventral kısım ise yüksek frekans bilgisinden sorumludur. (Moller, 2000).

1.1.3.2. Superior Olivary Complex

Koklear çekirdeklerden çıkan liflerin önemli bir kısmı, beyin sapında bulunan superior olivary complex'te sonlanır. Superior Olivary Complex'in en önemli özelliği; sağ ve sol kulaktan gelen akustik girdi ilk kez burada birleşir. Böylelikle iki kulaktan gelen sinyaller arasındaki zaman farkı (interaural time difference, ITD) ve şiddet farklarını (interaural level difference, ILD) karşılaştırarak sesin yönünü belirlemede temel rol oynar. Binaural işitme ve

ses lokalizasyonu santral sistemin erken aşamalarında gerçekleşmeye başlar (Grothe vd., 2010).

1.1.4. Lateral Lemniscus ve Inferior Colliculus

Superior olivary complex'ten çıkan lifler, lateral lemniscus üzerinden orta beyinde yer alan inferior kolliculus'a ulaşır. Lateral lemniscus; temporal çözünürlüğe hassas yapısıyla işitsel uyarının işlenmesine yardımcı olan yol olarak bilinmektedir (Şahlı, 2015). Inferior kolliculus, işitme yolunun önemli bir entegrasyon merkezidir ve ses lokalizasyon bilgileri inferior colliculusta bütünleşmektedir (Liu ve ark., 2024). Inferior kolliculus refleksif baş ve göz hareketleri gibi işitsel- motor yanıtların koordinasyonunda da görev alır (Winer & Schreiner, 2005).

1.1.5. Medial Genikulat Çekirdek

Inferior colliculus'tan gelen sinyaller, talamusta yer alan medial genikulat çekirdek üzerinden serebral kortekse aktarılır. Talamusta yer alır ve dorsal, medial ve ventral olmak üzere üç kısımdan oluşur. Bu bölge; sesin şiddeti, frekansı ve temporal özelliklerinin analiz edildiği bir ara istasyondur. Ayrıca işitsel uyarıların dikkat süreçleriyle entegrasyonunda kritik rol oynar (Malmierca & Hackett, 2010). Akustik girdinin yoğunluk, frekans ve binaural bilgiyi kortekse iletmeden sorumlu olduğu varsayılmaktadır (Moller, 2000).

1.1.6. İşitsel Korteks

İşitme sisteminin en üst düzeydeki merkezini işitsel korteks oluşturmaktadır. Bu yapı, tonotopik organizasyonun devam ettiği bir bölge olup Brodmann'ın 41 ve 42. alanlarını kapsamaktadır. İşitsel korteks genel olarak iki ana bölümde incelenmektedir: primer ve sekonder işitsel korteks. Primer işitsel korteks, işitsel uyarıların tonotopik uzaysal temsiline aracılık eden nöronları barındırmaktadır. Sekonder işitsel korteks ise belirgin bir tonotopik organizasyona sahip olmamakla birlikte, seslerin lokalizasyonu ve kompleks akustik örüntülerin çözümlemesinde kritik bir rol üstlenmektedir. Bunun yanı sıra, işitsel hafızanın oluşumunda da önemli katkılar sağlamaktadır (Rauschecker & Afsahi, 2023). Sesin tanımlanması, konuşmanın anlaşılması ve müzik algısı gibi yüksek düzey işitsel işlevler kortikal ağlar aracılığıyla gerçekleşir (Kaas & Hackett, 2000).

Santral işitsel sistemin bütünlüğü, konuşmayı gürültüde ayırt etme, yönsel işitme ve kompleks sesleri ayırt etme açısından kritik öneme sahiptir. Bu yapılarda meydana gelen lezyonlar veya gelişimsel bozukluklar, santral işitsel işleme bozuklukları (SİİB) ile sonuçlanabilir. Bu nedenle, işitme

tarama programlarının yanı sıra çocuklarda akademik başarıyı ve yetişkinlerde iletişimi etkileyebilecek işitsel işleme sorunlarının değerlendirilmesinde santral yolların bilinmesi büyük önem taşır (Musiek & Chermak, 2014).

1.1.7. Sonuç

İşitme sistemi, periferik ve santral yapılardan geçerek primer işitsel kortekste sesin algıya dönüşmesini sağlar. Bu nedenle işitmenin değerlendirilmesi yalnızca kulak ve işitme siniri gibi periferik bileşenlerle sınırlı kalmamalı; beyin sapından kortekse kadar uzanan santral işitsel yolların işlevleri de dikkate alınmalıdır. Periferik ve santral yapıların görevlerine bakıldığında; işitme kaybının derecesini belirlemekle birlikte, bireyin günlük yaşamda konuşmayı anlama, gürültüde iletişim kurabilme ve işitsel dikkat gibi üst düzey beceriler üzerindeki etkilerini de kapsamaktadır (Keidser vd., 2020). Bu nedenle işitme, yalnızca periferik bir duyu değil; aynı zamanda bilişsel ve nörolojik süreçlerle de etkileşim halinde olan karmaşık bir işlevdir.

Bu kapsamda yapılan değerlendirmelerde hem objektif hem de davranışsal testler bir arada kullanılmalıdır. Saf ses odyometrisi ve timpanometri gibi temel ölçümler, otoakustik emisyonlar ve işitsel beyin sapı yanıtlarıyla desteklendiğinde periferik sistem hakkında ayrıntılı bilgi elde edilir. Bunun yanında, gürültüde konuşma algısı, işitsel ayırt etme ve temporal işleme testleri gibi santral odaklı ölçümler, bireyin gerçek yaşam koşullarındaki işitsel performansını yansıtır. Böylece işitme sisteminin farklı düzeylerdeki işlevleri bütünsel biçimde değerlendirilebilir (Musiek & Chermak, 2014). Ayrıca işitme sistemi, özellikle gürültülü ortamlarda konuşmayı anlama gibi üst düzey işitsel becerilerde bilişsel mekanizmalarla yakın etkileşim içindedir (Shinn-Cunningham & Best, 2008).

Bütüncül işitme değerlendirmesi yalnızca tanısal açıdan değil, rehabilitasyon planlamasında da kritik rol oynamaktadır. Elde edilen veriler, işitme cihazı veya koklear implant gibi teknolojilerin seçimini yönlendirirken; aynı zamanda işitsel eğitim, iletişim stratejileri ve çevresel düzenlemeler gibi müdahalelerin planlanmasına katkı sağlar. Bu çok boyutlu yaklaşım, bireyin yalnızca işitme eşiğini değil, yaşam kalitesini de merkeze alarak daha etkin ve kişiselleştirilmiş çözümler üretilmesine olanak tanır (WHO, 2021; Chisolm vd., 2007; Keidser vd., 2020).

Sonuç olarak, işitme sisteminin ayrıntılı anatomik ve fizyolojik temellerinin anlaşılması, işitme tarama programlarının bilimsel alt yapısını güçlendirmekte ve toplum sağlığında erken müdahale stratejilerinin etkinliğini artırmaktadır.

Kaynakça

- Audio Archive. (2020, 31 Aralık). Periferik işitme sistemi. Audio Archive Blog. <https://audioarchive1.blogspot.com/2020/12/periferik-isitme-sistemi.html>
- Şahlı, S. A. (2015). Santral işitme sisteminin anatomisi ve fizyolojisi. Belgin, E. (Ed.), *Temel odyoloji*. Ankara: Güneş Tıp Yayınevi.
- Best, V., Baltzell, L. S., & Colburn, H. S. (2022). Effects of hearing loss on interaural time difference sensitivity at low and high frequencies. *Trends in Hearing*, 26, 1–14. <https://doi.org/10.1177/23312165221095357>
- Bluestone, C. D., & Doyle, W. J. (2015). Anatomy and physiology of eustachian tube and middle ear related to otitis media. *The Annals of Otolaryngology, Rhinology, and Laryngology*, 124(Suppl 1), 6–21. <https://doi.org/10.1177/0003489414563712>
- Chisolm, T. H., Johnson, C. E., Danhauer, J. L., Portz, L. J., Abrams, H. B., Lesner, S., & Newman, C. W. (2007). A systematic review of health-related quality of life and hearing aids: Final report of the American Academy of Audiology Task Force. *Journal of the American Academy of Audiology*, 18(2), 151–183. <https://doi.org/10.3766/jaaa.18.2.7>
- Dallos, P. (1992). The active cochlea. *Journal of Neuroscience*, 12(12), 4575–4585. <https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.12-12-04575.1992>
- Fritsch, B., Jahan, I., Pan, N., & Elliott, K. L. (2015). Evolving gene regulatory networks into cellular networks guiding morphogenesis of the inner ear. *Annual Review of Neuroscience*, 38, 365–388. <https://doi.org/10.1146/annurev-neuro-071714-033828>
- Goldberg, J. M., Wilson, V. J., & Cullen, K. E. (2012). The vestibular system. Kandel, E. R. Schwartz J. H., & Jessell, T. M. (Eds.), *Principles of neural science* (5th ed., pp. 682–705). New York: McGraw-Hill.
- Goupell, M. J. (2022). Age-related changes in interaural-level-difference-based across-frequency binaural interference. *Frontiers in Aging Neuroscience*, 14, 887401. <https://doi.org/10.3389/fnagi.2022.887401>
- Grothe, B., Pecka, M., & McAlpine, D. (2010). Mechanisms of sound localization in mammals. *Physiological Reviews*, 90(3), 983–1012. <https://doi.org/10.1152/physrev.00026.2009>
- Hudspeth, A. J. (2014). Integrating the active process of hair cells with cochlear function. *Nature Reviews Neuroscience*, 15(9), 600–614. <https://doi.org/10.1038/nrn3786>
- Hunter, L. L., & Margolis, R. H. (1997). Multifrequency tympanometry: Current clinical application. *American Journal of Audiology*, 6(3), 33–43. <https://doi.org/10.1044/1059-0889.0603.33>

- Hurley P. (2017). Hearing from the Other Side: Understanding the Candidacy for SSD and Treatment Options. Available from: <https://www.audiologyonline.com/articles/hearing-from-other-side-understanding-21327>.
- Jackler, R. K., & Luxford, W. M. (1987). Congenital malformations of the inner ear: A classification based on embryogenesis. *Laryngoscope*, 97(3), 2–14. <https://doi.org/10.1002/lary.5540971302>
- Kaas, J. H., & Hackett, T. A. (2000). Subdivisions of auditory cortex and processing streams in primates. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 97(22), 11793–11799. <https://doi.org/10.1073/pnas.97.22.11793>
- Kelly, M. C., & Chen, P. (2009). Development of form and function in the mammalian cochlea. *Current Opinion in Neurobiology*, 19(4), 395–401. <https://doi.org/10.1016/j.conb.2009.07.010>
- Keseroğlu, K., & Bayır, O. (2016). Orta kulağın endoskopik anatomisi [Endoscopic anatomy of the middle ear]. *Türkiye Klinikleri*, 9, 4–11.
- Kandel, E., Schwartz, J. H., & Jessell, T. M. (1992). Hearing. In J. P. Kelly (Ed.), *Principles of neural science* (3rd ed., pp. 481–500). East Norwalk, CT: Appleton & Lange.
- Larsen, W. J. (2017). *Human embryology* (5th ed.). Philadelphia: Elsevier.
- Liberman, M. C. (1982). Single-neuron labeling in the cat auditory nerve. *Journal of the Acoustical Society of America*, 72(5), 1441–1457. <https://doi.org/10.1121/1.388639>
- Liu, M., Wang, Y., Jiang, L., Zhang, X., Wang, C., & Zhang, T. (2024). Research progress of the inferior colliculus: From neuron, neural circuit to auditory disease. *Brain Research*, 1828, 148775. <https://doi.org/10.1016/j.brainres.2024.148775>
- Malmierca, M. S., & Hackett, T. A. (2010). Structural organization of the ascending auditory pathway. In A. Rees & A. Palmer (Eds.), *The Oxford handbook of auditory science: The auditory brain* (pp. 9–41). Oxford: Oxford University Press.
- Moller, A. R. (2000). *Hearing: Its physiology and pathophysiology*. San Diego, CA: Academic Press.
- Moore, D. R. (2012). The neurodevelopmental basis of speech perception in noise. *Journal of the Association for Research in Otolaryngology*, 13(2), 157–165. <https://doi.org/10.1007/s10162-011-0305-2>
- Moore, K. L., Persaud, T. V. N., & Torchia, M. G. (2020). *The developing human: Clinically oriented embryology* (11th ed.). Philadelphia: Elsevier.
- Musiek, F. E., & Chermak, G. D. (2014). *Handbook of central auditory processing disorder*. San Diego, CA: Plural Publishing.
- Pickles, J. O. (2013). *An introduction to the physiology of hearing* (4th ed.). Bingley: Emerald Group Publishing.

- Rauschecker, J. P., & Afsahi, R. K. (2023). Anatomy of the auditory cortex then and now. *Journal of Comparative Neurology*, 531(18), 1883–1892.
- Robles, L., & Ruggero, M. A. (2001). Mechanics of the mammalian cochlea. *Physiological Reviews*, 81(3), 1305–1352. <https://doi.org/10.1152/physrev.2001.81.3.1305>
- Sadler, T. W. (2019). *Langman's medical embryology* (14th ed.). Philadelphia: Wolters Kluwer.
- Scottish Sensory Centre. (n.d.). Audiology. Retrieved September 30, 2025, from <https://www.ssc.education.ed.ac.uk/courses/deaf/aud2a.html>
- Standring, S. (2016). *Gray's anatomy: The anatomical basis of clinical practice* (41st ed.). Philadelphia: Elsevier.
- Tanbek, A. T. (2020). Kemiğe implante işitme cihazı kullanan hastalarda işitme sonuçlarının ve yaşam kalitesinin değerlendirilmesi (Yüksek lisans tezi). İnönü Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir.
- Ural, T. (2024). Tıp ve sağlık bilimlerinde multidisipliner bakış-V: İşitsel ve vestibüler rehabilitasyona bütüncül yaklaşım. Ankara: İKSAD Yayınevi.
- Winer, J. A., & Schreiner, C. E. (2005). The central auditory system: A functional analysis. In J. A. Winer & C. E. Schreiner (Eds.), *The inferior colliculus* (pp. 1–68). New York: Springer.
- World Health Organization. (2021). *World report on hearing*. Geneva: WHO.
- Yoshinaga-Itano, C. (2003). From screening to early identification and intervention: Discovering predictors to successful outcomes for children with significant hearing loss. *Journal of Deaf Studies and Deaf Education*, 8(1), 11–30. <https://doi.org/10.1093/deafed/8.1.11>
- Zheng, Y., Swanson, J., Koehnke, J., & Guan, J. (2022). Sound localization of listeners with normal hearing, impaired hearing, hearing aids, bone-anchored hearing instruments, and cochlear implants: A review. *American Journal of Audiology*, 31(3), 630–651. https://doi.org/10.1044/2022_AJA-22-00006

İşitme Kayıplarının Sınıflandırılması 8

Merve Kandazoğlu Erdem¹

Özet

İşitme kaybının derecesine ilişkin sınıflama sistemleri, odyolojik eşiklerin standart bir terminolojiyle ifade edilmesini sağlayarak tanınal tutarlılık sunmaktadır. Frekans dağılımına göre tanımlanan konfigürasyon paternleri ise işitme kaybının altında yatan olası etiyolojik mekanizmalar hakkında önemli ipuçları vermektedir. Başlangıç zamanı (konjenital, erken çocukluk, edinilmiş) ve seyir özellikleri (ani, ilerleyici, dalgalı) bireyin izlem sıklığının, aciliyet düzeyinin ve müdahale gereksiniminin belirlenmesinde kritik rol oynamaktadır. Ayrıca işitsel nöropati spektrum bozukluğu, fonksiyonel işitme kaybı ve santral işitsel işleme bozukluğu gibi özel klinik kategoriler, geleneksel sınıflama sistemlerinin ötesinde farklı tanınal değerlendirmeler gerektirmektedir.

Bu çok boyutlu sınıflandırma yaklaşımları, işitme tarama programlarının doğruluğunu ve etkinliğini artırmak açısından önemli bir gereklilik oluşturmaktadır. Multidisipliner bir ekip çalışması gerektiren işitme değerlendirme süreçlerinde sınıflandırma sistemleri ortak bir iletişim dili oluşturarak değerlendirme ve karar verme süreçlerini kolaylaştırmaktadır. Farklı profesyoneller arasında bilgi paylaşımının daha tutarlı bir şekilde yürütülebilmesi; doğru tarama ve tanı süreçlerinin planlaması ve uzun dönemli izlem açısından büyük önem taşımaktadır. Bu yönüyle sınıflama sistemleri, işitme kaybının tanınal doğruluğunu artıran, tarama uygulamalarının etkililiğini destekleyen ve bütüncül bir multidisipliner yaklaşımın temelini oluşturan merkezî bir yapı taşıını temsil etmektedir.

Bu bölümde işitme kayıpları, işitsel sistemin karmaşık yapısını ve klinik çeşitliliğini yansıtan çok boyutlu bir sınıflandırma yaklaşımıyla ele alınmıştır. İşitme kaybının anatomik ve fizyolojik temellerine dayalı olarak iletim tipi, sensörinöral ve mikst kategorilere ayrılması; dış kulak, timpanik membran, orta kulak, iç kulak ve nöral yapılarıdaki patofizyolojik süreçlerin anlaşılmasına

1 Öğr.Gör., Karabük Üniversitesi, Sağlık Hizmetleri MYO, Odyometri Pr. mervekandazoglu@karabuk.edu.tr ORCID ID: 0009-0007-1327-0412

olanak sağlamaktadır. Buna ek olarak konjenital, perinatal, çocukluk ve ergenlik dönemi gibi gelişimsel aşamalara göre yapılan etiyolojik sınıflamalar, risk faktörlerinin daha doğru belirlenmesine ve yaşa özgü izlem gereksinimlerinin tanımlanmasına yardımcı olmaktadır.

1.2. İŞİTME KAYIPLARININ SINIFLANDIRILMASI

İşitme kaybı, bireyin işitme duyarlılığının normal sınırların altına düşmesi sonucu konuşma ve çevresel sesleri algılama, ayırt etme ve anlamlandırma kapasitesinin azalmasıyla ortaya çıkan duyuşsal bir yetersizliktir. İşitsel sistemin dış kulaktan merkezi işitsel yollara kadar herhangi bir düzeyindeki yapısal ya da işlevsel bozukluklar bu duruma neden olabilmektedir (World Health Organization [WHO], 2021). İnsan kulağı 20–20.000 Hz aralığındaki sesleri algılayabilse de konuşma seslerinin yoğunlaştığı ve iletişim açısından kritik olan 500–8000 Hz aralığına karşı daha yüksek duyarlılığa sahiptir (ASHA, 2005). Bu nedenle klinik değerlendirmelerde işitme eşikleri ağırlıklı olarak bu frekans bandında incelenmektedir (Katz vd., 2015). WHO kriterleri doğrultusunda ise her iki kulaktaki saf ses odyometri eşiklerinin 0,5, 1, 2 ve 4 kHz frekanslarındaki ortalamasının 20 dB HL'nin üzerinde olması işitme kaybı olarak tanımlanmaktadır.

İşitme kayıpları, altta yatan fizyolojik mekanizma, etkilediği frekans aralığı, işitme eşiklerinin derecesi, başlangıç zamanı ve etiyolojisi gibi çeşitli ölçütler temel alınarak farklı şekillerde sınıflandırılmaktadır. Bu sınıflandırmalar, işitme kaybının klinik özelliklerinin daha iyi anlaşılmasını, uygun tanısı sürecin planlanmasını ve müdahale stratejilerinin belirlenmesini kolaylaştırmaktadır. İşitme kaybının türü ve niteliğinin doğru biçimde belirlenmesi; tarama programlarının etkililiği, sevk algoritmalarının doğruluğu ve erken müdahale hizmetlerinin zamanında başlatılabilmesi açısından kritik öneme sahiptir. Bu nedenle sınıflandırma sistemleri, multidisipliner ekiplerin değerlendirme, izlem ve rehabilitasyon süreçlerinde temel bir referans noktası oluşturmaktadır.

İşitme kaybının çeşitli açılardan sınıflandırılması, özellikle işitme tarama programlarının doğruluğunu ve etkinliğini artırmak açısından kritik bir gerekliliktir. Anatomik ve fizyolojik temelli sınıflamalar, tarama sonuçlarında elde edilen bulguların hangi patolojik bölgeyi işaret ettiğinin hızlı biçimde anlaşılmasını sağlayarak doğru sevk algoritmalarının oluşturulmasına katkıda bulunmaktadır. Özellikle yenidoğan ve okul çağı işitme taramalarında, taramadan kalan kişilerin iletim tipi mi yoksa sensörinöral bir patolojiye mi işaret ettiği, sınıflama sistemi sayesinde erken aşamada ayırt edilebilmekte; böylece yanlış pozitif oranları azaltılmakta ve müdahale süreci hızlanmaktadır. Aynı şekilde, gelişimsel dönemlere göre yapılan etiyolojik sınıflamalar, risk

altındaki bebek ve çocukların izlem sıklığının belirlenmesinde ve erken müdahale planlarının bireyselleştirilmesinde önemli bir yol gösterici işlev görmektedir.

Çok boyutlu sınıflandırma yaklaşımları, işitme kaybının değerlendirilmesinde multidisipliner bir koordinasyonu zorunlu kılar ve aynı zamanda bu koordinasyonu kolaylaştırır. Odyolog, kulak burun boğaz uzmanı, çocuk doktoru, genetik uzmanı, odyoloji teknikerleri, özel eğitim uzmanları ve gerekirse nörolog veya gelişimsel pediatri hekimleri arasındaki bilgi aktarımı, ortak bir sınıflama dili sayesinde daha tutarlı bir şekilde yürütülebilmektedir. Örneğin derecesine göre işitme kaybı sınıflamaları işitme cihazı, FM sistemleri veya koklear implant gereksiniminin belirlenmesinde; frekans konfigürasyonları ise rehabilitasyon planlamasında ve cihaz ayarlarında referans noktası oluşturmaktadır. Başlangıç zamanı ve seyir özelliklerine dayalı sınıflamalar ise izlem sıklığını, aciliyet düzeyini ve hangi uzmanlık alanlarının sürece ne zaman dahil olacağını belirlemektedir.

Bu yönüyle çok boyutlu sınıflandırma sistemi, işitme kaybının yalnızca tanısal doğruluğunu artırmakla kalmayıp, tarama sonuçlarının doğru yorumlanmasını, erken müdahalenin zamanında başlatılmasını, uzmanlar arası iletişimde ortak bir dil oluşturulmasını ve bireyin gereksinimlerine uygun rehabilitasyon kararlarının alınmasını sağlayarak multidisipliner iş birliğinin temelini oluşturmaktadır.

1.2.1. İşitme Kayıplarının Sınıflandırılması

1.2.1.1. Anatomik ve Fizyolojik Kökenlerine Göre İşitme Kaybı Türleri

İşitme kayıpları, işitsel sistemdeki hangi anatomik ya da fizyolojik düzeyde bozulma meydana geldiğine göre dört temel kategori altında incelenir: iletim tipi işitme kaybı, sensörinöral işitme kaybı, mikst işitme kaybı ve nöral işitme kaybı. Bu sınıflandırma hem tanısal süreçlerin yönlendirilmesi hem de uygun tedavi ve rehabilitasyon yaklaşımlarının planlanması açısından önemli bir çerçeve sunar.

İletim Tipi İşitme Kayıpları

Ses dalgaları aurikula tarafından toplanarak dış kulak yolundan ilerler ve timpanik membranda titreşime neden olur. Timpanik membrandaki bu titreşimler, orta kulak kemikçikleri olan malleus, incus ve stapes aracılığıyla mekanik enerjiye dönüştürülerek kokleaya iletilir. Dış veya orta kulaktaki iletim mekanizmasını etkileyen herhangi bir patoloji, tıkanıklık, inflamasyon, malformasyon ya da yapısal bütünlük bozukluğu ses enerjisinin kokleaya ulaşmasını azaltarak iletim tipi işitme kaybına (İTİK) yol açar. İTİK'te iç

kulak ve işitme sinir fonksiyon normal olduğundan, kemik yolu iletimi korunur. Bunun sonucunda odyolojik değerlendirmede hava yolu eşiklerinde artış görülürken, kemik yolu eşikleri normal kalmakta ve belirgin bir hava-kemik aralığı ortaya çıkmaktadır.

İletim tipi işitme kaybının ortaya çıkmasında dış kulak, timpanik membran ve orta kulak düzeyindeki çeşitli patolojiler rol oynamaktadır (Isaacson & Vora, 2003). Tanısal sürecin doğru yönetilmesi için bu anatomik bölgelerde görülebilecek başlıca etiyolojik nedenlerin bilinmesi önemlidir. İletim tipi işitme kaybının en sık görülen nedenleri, anatomik bölgelere göre sınıflandırılarak Tablo 1'de özetlenmiştir (Akin-Şenkal, 2015; Isaacson & Vora, 2003; Rosenfeld vd., 2016; Semaan vd., 2006; Sweeney vd., 2015).

Tablo 1. İTİK'in Sık Görülen Etiyolojik Nedenleri

Anatomik Bölge	İTİK için Örnek Durumlar
Dış Kulak	Konjenital dış kulak yolu atrezisi / darlığı Aurikula ya da dış kulak yolu malformasyonları Ekzostoz / osteoma oluşumu Serumen tıkanıklığı Yabancı cisim varlığı
Timpanik Membran	Timpanik membran perforasyonu
Orta Kulak	Akut otitis media Kronik otitis media Efüzyonlu otitis media Kemikçik erozyonu veya disartikülasyonu Otoskleroz Kolesteatom Glomus tümörü Travma sonrası ossiküler hasar veya diğer orta kulak yapısı bozuklukları

Sensörinöral İşitme Kayıpları

Sensörinöral işitme kaybı (SNİK), çevreden gelen sesin dış ve orta kulakta normal biçimde iletilmesine karşın, iç kulakta veya daha sonraki nöral yapılarda meydana gelen hasar sonucu ortaya çıkan işitme kaybı tipidir (Tanna, 2020). Patoloji yalnızca iç kulak düzeyindeyse sensör tip işitme kaybı, vestibülokoklear sinir veya santral işitsel yollar etkilenmişse nöral tip işitme kaybı olarak adlandırılır. SNİK terimi, bu iki mekanizmanın birlikte bulunduğu ya da klinik olarak kesin biçimde ayırt edilemediği durumlarda her iki süreci kapsayan genel bir üst kavram olarak kullanılmaktadır (Katz, 2015). Saf ses odyometri değerlendirmesinde hava yolu ve kemik yolu eşiklerinin benzer düzeyde kötüleşmesi, hava ve kemik eşikleri arasındaki

farkın ise 10 dB ve altında olması, iletim mekanizmasının sağlam; buna karşın iç kulak veya nöral yapılardaki işlevin bozulmuş olduğuna işaret eder (Martin & Clark, 2015).

SNİK'e yol açan çok sayıda etiyolojik neden bulunmaktadır. Konjenital SNİK vakalarının yaklaşık yüzde 50'si genetik kökenlidir ve bu genetik vakaların yaklaşık yüzde 70'i nonsendromik, yüzde 30'u ise sendromik özellikler gösterir (Morton & Nance, 2006; Smith vd., 2005). Bunun dışında SNİK, çeşitli edinilmiş nedenlere bağlı olarak da ortaya çıkabilir. Doğum sonrası dönemde karşılaşılan risk faktörlerine ek olarak, çocukluk, ergenlik ve yetişkinlikte maruz kalınan farklı biyolojik, çevresel veya travmatik etkenler de SNİK gelişimine katkı sağlayabilir (Rance & Starr, 2015). Bazı etkenler ani başlangıçlı işitme kaybına yol açarken, bazıları ise ilerleyici nitelik gösterebilir. SNİK'e ilişkin temel etkenlerin gelişimsel dönemlere göre sınıflandırılması Tablo 2'de gösterilmiştir (Akın-Şenkal, 2015; Billings vd., 1999; Korver vd., 2017; Morton & Nance, 2006; Smith vd., 2005).

Tablo 2. SNİK Etiyolojisinin Gelişimsel Dönemlere Göre Sınıflandırılması

Ortaya Çıktığı Dönem	Risk Faktörleri
Konjenital/Prenatal	Sendromlar Konjenital anomaliler Kalıtsal işitme kaybı İntrauterin enfeksiyonlar
Perinatal	Menenjit Hipoksi Prematüre doğum Hiperbilirubinemi Uzun süre yoğun bakımda kalma öyküsü Ototoksik ilaç kullanımı
Çocukluk	Kafa travması Progresif işitme kaybına yol açabilecek sendrom veya anomaliler Çocukluk çağı tümörleri
Ergenlik ve yetişkinlik	Presbiakuzi Meniere Otoimmün iç kulak hastalıkları Kafa travmaları Ototoksisite Otoskleroz İdiyopatik ani işitme kaybı Nörodegeneratif hastalıklar Vestibüler şivanom

Mikst Tip İşitme Kayıpları

Mikst tip işitme kaybı, dış veya orta kulaktaki iletim mekanizmasında ortaya çıkan bozukluk ile iç kulak ya da işitsel sinir düzeyindeki sensörinöral hasarın aynı bireyde eşzamanlı olarak bulunması sonucu ortaya çıkan işitme kaybı türüdür (Akın-Şenkal, 2015). Bu durumda ses enerjisi hem iletim yolunda hem de koklea veya nöral yapılarda bozulmaya uğrar. Saf ses odyometrisinde hava yolu ve kemik yolu eşiklerinde birlikte kötüleşme görülmesi ile karakterizedir ve işitme kaybının iletim bileşeni nedeniyle hava–kemik aralığı oluşmaktadır. Mikst tip işitme kaybı, farklı patofizyolojik süreçlerin eşzamanlı olarak değerlendirilmesini gerektirdiğinden hem tanısal yaklaşımda hem de rehabilitasyon sürecinde özel bir planlama gerektirir.

İşitsel Nöropati Spektrum Bozukluğu

İşitsel nöropati spektrum bozukluğu (İNSB), dış tüy hücrelerinin işlevinin büyük ölçüde korunduğu, ancak işitme sinirine iletilen sinyallerin farklı düzeylerde bozulduğu bir işitsel bozukluk formunu tanımlamak için kullanılmaktadır (De Siati vd., 2020). Bu bozuklukta sorun, presinaptik iç tüylü hücrelerden spiral ganglion nöronlarına sinyal aktarımının yetersiz olması ya da işitme siniri boyunca nöral iletimin senkronize şekilde sağlanamamasından kaynaklanabilmektedir. Dolayısıyla İNSB, işitsel sinyalin iç tüylü hücrelerden başlayarak işitme siniri ve beyin sapına kadar uzanan nörofizyolojik sürecin herhangi bir aşamasındaki işlev bozukluklarını kapsayan bir spektrum olarak değerlendirilmektedir (De Siati vd., 2020).

İNSB'nin klinik görünümü oldukça heterojendir. İşitme eşikleri bireyler arasında büyük değişkenlik gösterebilir; odyogram normal sınırlarda olsa bile konuşmayı ayırt etme becerisi belirgin biçimde bozulabilir. Normal radyolojik bulgulara rağmen uyumsuz konuşma skorları, işitsel beyinsapı cevaplarının anormal veya elde edilemez olması ve akustik reflekslerin alınamaması, bozukluğun tipik özellikleri arasında yer almaktadır. Dış tüy hücrelerinin normal işlevi ise otoakustik emisyonların kaydedilmesi ve işitsel beyinsapı cevaplarında koklear mikrofonik yanıtın gözlenmesiyle doğrulanmaktadır. Bu nedenle İNSB'de tanı, birden fazla test yönteminin birlikte kullanıldığı ve bulguların çapraz kontrol edildiği kapsamlı bir değerlendirme sürecini gerektirir ve farklı patofizyolojik süreçleri içerebilir.

İNSB'nin ortaya çıkışında rol oynayan faktörler oldukça çeşitlidir ve hem doğumsal hem de edinilmiş nedenleri içerir (De Cuyper vd., 2023; De Siati vd., 2020). Prenatal dönemde sendromik ve nonsendromik genetik mutasyonlar, koklear sinir hipoplazisi veya aplazisi, konjenital sitomegalovirüs (CMV) gibi intrauterin enfeksiyonlar ve işitsel sistemin gelişimsel olgunlaşma yetersizliği

önemli etiyolojik etmenler olarak tanımlanmıştır. Postnatal dönemde ise prematürite, perinatal hipoksi, mekanik ventilasyon, ağır hiperbilirubinemi (kernikterus), sepsis, ototoksik ilaçlar, menenjit ve geç başlangıçlı genetik bozukluklar İNSB gelişimine katkıda bulunabilmektedir. Bu geniş etiyolojik yelpaze, bozukluğun değişken klinik seyir ve işitsel performans özellikleri göstermesinin temel nedenini oluşturmaktadır.

1.2.1.2. Derecesine Göre İşitme Kaybı Türleri

İşitme kaybının derecesi, işitme değerlendirmesi sırasında elde edilen saf ses eşiklerine dayanarak belirlenir. İşitme değerlendirmesi yapıldıktan sonra her bir kulak için ayrı ayrı 500 Hz, 1000 Hz, 2000 Hz ve 4000 Hz frekanslarında ölçülen işitme eşiklerinin aritmetik ortalaması alınarak saf ses ortalaması (SSO) hesaplanır. SSO, işitme kaybının derecesini tanımlamada kullanılan temel parametrelerden biridir. İşitme kaybı derecesinin belirlenmesi, bireyin işitsel iletişimi hangi düzeyde etkilendiğini, hangi destek yöntemlerinden faydalanabileceğini ve uygun rehabilitasyon yaklaşımını öngörmek açısından büyük önem taşımaktadır.

İşitme kaybının derecelendirilmesi konusunda literatürde birden fazla sınıflama kullanılmaktadır. Bunlar arasında en sık başvurulan Goodman (1965), Clark (1981) ile Northern ve Downs (2002) sınıflamaları karşılaştırmalı olarak Tablo 3'te sunulmuştur.

Tablo 3. İşitme Kaybı Dereceleri

İşitme Kaybı Derecesi (dB HL)	Goodman (1965) işitme kaybı derecelendirmesi	Clark (1981) işitme kaybı derecelendirmesi	Nothern ve Downs (2002) işitme kaybı derecelendirmesi
Normal	-10 – 25 dB HL	-10 – 15	-10 – 15 dB HL
Çok hafif		16 – 25	16 – 25 dB HL
Hafif	26 – 40 dB HL	26 – 40	26 – 30 dB HL
Orta	41 – 55 dB HL	41 – 55	31 – 50 dB HL
Orta-İleri	56 – 70 dB HL	56 – 70	51 – 70 dB HL
İleri	71 – 90 dB HL	71 – 90	-
Çok ileri	91 + dB HL	91 + dB HL	71 + dB HL

Clark, J. G (1981). Uses and abuses of hearing loss classification. ASHA, 23, 493-500.

1.2.1.3. Frekans Dağılımına Göre İşitme Kaybı Türleri

İşitme kaybının derecesi kadar, odyogramdaki frekansa bağlı değişim paterni de klinik açıdan önemli bilgiler sağlar. Konfigürasyon, bireyin işitme eşiklerinin düşük, orta ve yüksek frekanslarda nasıl bir dağılım gösterdiğini belirleyen karakteristik eğimi ifade eder. Bu eğimler, işitme kaybının olası etiyojisine, seyrine ve rehabilitasyon yaklaşımlarına ilişkin değerli ipuçları sunar. Odyogramın frekanslara göre gösterdiği farklı eğim ve paternler, klinikte kullanılan başlıca konfigürasyon türleriyle birlikte Tablo 4'te özetlenmiştir.

Tablo 4. Konfigürasyon türüne göre işitme kayıpları

Konfigürasyon Türü	Odyogram Paterni
Düz	Tüm frekanslarda benzer eşikler; frekanslar arası fark ≤ 20 dB.
Yüksek Frekanslara Düşüş Gösteren	Yüksek frekans eşikleri alçak frekans eşiklerinden en az 20 dB daha kötüdür.
Alçak Frekanslara Doğru Düşüş Gösteren	Alçak frekans eşikleri yüksek frekans eşiklerinden en az 20 dB daha kötüdür.
Yüksek frekansları tutan	Alçak frekans eşikleri normaldir, yüksek frekanslarda işitme kaybı bulunur.
Alçak frekansları tutan	Yüksek frekans eşikleri normal aralıktayken, alçak frekanslarda işitme kaybı bulunur.
Ani düşüş gösteren	Oktav başına en az 20 dB'lik dik eğimli yüksek frekanslı işitme kaybı bulunur.

Kaynak: Akın-Şenkal (2015). Derecesine ve Lokalizasyonuna Göre İşitme Kayıpları. E. Belgin & A.S. Şahlı (Eds.). Temel Odyoloji içinde (s. 301-322). Güneş Tıp Kitabevi. Uyarlanmıştır.

1.2.1.3. Başlangıç Zamanına Göre İşitme Kaybı Türleri

İşitme kaybı, bireyin yaşamının hangi aşamasında ortaya çıktığına göre çeşitli kategorilere ayrılabilir. Bu sınıflandırma, işitme kaybının bireyin iletişim becerileri, günlük yaşantısı ve genel işitsel işlevleri üzerindeki etkilerini anlamada önemli bir çerçeve sunar. İşitme kaybının ne zaman geliştiği, tanısallık değerlendirme sürecinin yönlendirilmesinde olduğu kadar, uygulanacak rehabilitasyon yaklaşımlarının belirlenmesinde de belirleyici bir rol oynamaktadır (Northern & Downs, 2014). Bu doğrultuda, işitme kaybının zamanlamasına göre yapılan temel sınıflamalar aşağıda verilmiştir.

Konjenital İşitme Kaybı

Doğumda mevcut olan veya doğumu izleyen ilk günlerde ortaya çıkan işitme kaybını ifade eder. Konjenital kayıpların yaklaşık yarısı genetik kökenlidir ve bunların büyük bölümü nonsendromiktir (Morton & Nance, 2006). Ayrıca intrauterin enfeksiyonlar, prenatal ototoksik ilaç maruziyeti, prematürite ve koklear/orta kulak malformasyonları da konjenital işitme kaybının başlıca nedenleri arasında yer alır (De Cuyper vd., 2023; Korver vd., 2017). Bu tür kayıplar, yenidoğan işitme taramaları ile erken tanı ve erken müdahale programlarının önemini vurgulayan en kritik gruplardan biridir.

Perinatal İşitme Kaybı

Doğum sırasında veya yaşamın ilk 28 günü içinde ortaya çıkar. Bu dönemde perinatal hipoksi, ağır hiperbilirubinemi mekanik ventilasyon ihtiyacı, neonatal sepsis ve doğum travması gibi durumlar işitme sistemi üzerinde hasara yol açabilir (Joint Committee on Infant Hearing [JCIH], 2019). JCIH kılavuzu, bu risk faktörlerinin işitme taramalarında özellikle dikkatle izlenmesi gerektiğini belirtmektedir. Perinatal kayıplar çoğu zaman yenidoğan işitme taramaları ile saptanabilir.

Edinilmiş (Postnatal) İşitme Kaybı

Doğumdan sonra herhangi bir yaşta ortaya çıkan işitme kaybını ifade eder. Erken çocukluk döneminde otitis media, menenjit, travma, viral enfeksiyonlar ve ototoksik ilaçlar önemli etkenlerdir (Smith vd., 2005). Daha ileri yaşlarda ise gürültü maruziyeti, otoimmün iç kulak hastalıkları, metabolik bozukluklar, Meniere hastalığı ve presbiakuzi sık görülen nedenler arasındadır (Rance & Starr, 2015). Yetişkinlik döneminde ortaya çıkan kayıplarda presbiakuzi en yaygın etiyolojik faktörlerden biridir (Bowl & Dawson, 2019).

1.2.1.4. Seyrine Göre İşitme Kaybı Türleri

İşitme kaybının seyri; kaybın nasıl başladığını, zaman içinde sabit kalıp kalmadığını, giderek kötüleşip kötüleşmediğini veya dönemsel olarak değişiklik gösterip göstermediğini ortaya koyar. İşitme kaybının seyri, hem altında yatan patolojiyi anlamada hem de uygulanacak tıbbi ve odyolojik müdahalelerin planlanmasında kritik bir belirleyicidir. Aşağıda işitme kaybının seyri temel alınarak yapılan sınıflandırmalar ayrıntılı biçimde ele alınmaktadır.

Ani İşitme Kaybı

Saatler veya günler içinde hızlı bir şekilde ortaya çıkan, genellikle tek taraflı ve tıbbi açıdan acil müdahale gerektiren bir işitme kaybı türüdür. Tipik olarak 72 saatten kısa sürede 30 dB veya daha fazla işitme kaybı meydana gelmesiyle tanımlanır (Chandrasekhar vd., 2019). Kesin nedeni çoğu vakada bilinmemekle birlikte; viral enfeksiyonlar, otoimmün mekanizmalar, vasküler bozukluklar veya koklear travma olası etiyolojik faktörler arasında yer alır. Ani işitme kaybı, hızlı değerlendirme ve erken tedavi gerektirdiğinden, tanı sürecinde odyolojik testler, tıbbi değerlendirme ve gerekirse görüntüleme yöntemleri birlikte kullanılmalıdır.

İlerleyici İşitme Kaybı

İlerleyici (progresif) işitme kayıplarında haftalar, aylar veya yıllar içinde yavaş ancak sürekli olarak işitme eşiklerinde artma görülmektedir. Genetik faktörler, otoimmün iç kulak hastalığı, otoskleroz, kronik gürültü maruziyeti, metabolik hastalıklar ve Meniere hastalığı ilerleyici işitme kaybının en sık nedenleri arasındadır (Rance & Starr, 2015). Bu tür kayıpların izlenmesi için periyodik odyometrik değerlendirme, gerekli durumlarda tıbbi tedaviler ve uygun rehabilitasyon çözümleri (işitme cihazı veya koklear implant gibi) önem taşır.

Dalgalı İşitme Kaybı

İşitme seviyesinin dönemsel olarak iyileşme ve kötüleşme göstermesiyle karakterize bir seyre sahiptir. Bu dalgalanmalar günler, haftalar veya aylar içinde ortaya çıkabilir ve genellikle iç kulak sıvı dinamikleri ile ilişkili patolojilerden kaynaklanmaktadır. İşitme seviyeleri sabit olmadığından, tanı ve takip süreci çoklu odyometrik ölçümleri ve klinik gözlemleri içermelidir.

1.2.1.5. Özel Kategoriler

İşitme kaybı çoğunlukla tipine, derecesine, konfigürasyonuna veya ortaya çıkış zamanına göre sınıflandırılrsa da, bazı klinik durumlar bu geleneksel kategorilerin dışında kalan özellikler gösterir. Bu nedenle literatürde, ayırıcı tanı ve klinik yönetim açısından ayrı değerlendirilmesi gereken özel işitme kaybı türleri tanımlanmıştır. Bu kategoriler, işitme kaybının yalnızca eşik düzeyleriyle veya odyogram şekliyle açıklanamayan, daha karmaşık işitsel süreç bozukluklarını veya davranışsal/psikofizyolojik özellikleri içeren durumlardır. Tek taraflı işitme kaybı, santral işitsel işleme bozuklukları ve fonksiyonel işitme kaybı gibi durumlar, değerlendirme ve müdahale açısından geleneksel sınıflamalardan farklı klinik yaklaşımlar gerektirir. Aşağıda bu özel kategoriler ayrı başlıklar hâlinde ele alınmaktadır.

Tek Taraflı İşitme Kaybı

Tek taraflı işitme kayıpları, yalnızca bir kulakta işitme kaybı bulunması ve diğer kulağın normal sınırlarda olması ile karakterizedir. Etkilenen kulaktaki işitme kaybı, hafif dereceden ileri dereceye kadar geniş bir aralıkta görülebilmektedir. Tek taraflı işitme kayıpları, tüm yaş gruplarında görülebilmekle birlikte ortaya çıkış nedenleri, işitsel etkileri ve günlük yaşama yansımaları bireyin yaşına, iletişim gereksinimlerine ve yaşam tarzına göre değişkenlik gösterebilmektedir. Ancak tek taraflı işitme kaybı olan bireylerin özellikle seslerin yönünü belirlemede ve gürültülü ortamlarda konuşmayı anlamada belirgin zorluk yaşadığı bildirilmiştir (Lieu, 2015). Etiyolojik açıdan bakıldığında; konjenital kulak ve sinir yapısı anomalileri, viral enfeksiyonlar (örneğin CMV), genetik faktörler, travma, akustik nörinom ve idiyopatik sensörinöral işitme kayıpları gibi geniş bir yelpazeden kaynaklanabilir (Lieu, 2015). Tek taraflı işitme kaybı, binaural işitmenin tam olarak sağlanamaması nedeniyle tüm yaş gruplarında ses lokalizasyonu, yön tayini ve gürültülü ortamlarda konuşmayı ayırt etme gibi işitsel becerilerde belirgin zorluklara yol açabilir.

Santral İşitsel İşleme Bozuklukları

Santral işitsel işleme bozukluğu, ASHA (2005) tanımına göre “merkezi sinir sisteminde işitsel bilginin algısal olarak işlenmesindeki zorluklar ile bu işlemenin temelini oluşturan ve elektrofizyolojik işitsel potansiyelleri ortaya çıkaran nörobiyolojik aktivitedeki bozulmalar” ile karakterizedir.

Tanı için, dikkatle seçilmiş ve yüksek duyarlılık–yüksek özgülük özelliklerine sahip davranışsal işitme testleri ile elektrofizyolojik prosedürler tercih edilmelidir. Bu testler; ayrıntılı bir vaka öyküsü, klinik gözlemler ve ilgili nörogelişimsel bilgilerle desteklenerek değerlendirilmelidir (AAP, 2010).

Fonksiyonel İşitme Kayıpları

Fonksiyonel işitme kaybı, odyolojik değerlendirmede işitme kaybı bulguları elde edilmesine karşın bu kaybı açıklayacak herhangi bir organik patolojinin bulunmadığı, işitsel performans ile nörofizyolojik bulgular arasındaki tutarsızlıkla tanımlanan bir işitme kaybı türüdür. Bu durum, bireyin gerçek işitme kapasitesini bilerek ya da bilmeyerek olduğundan farklı yansıtması sonucu ortaya çıkar ve davranışsal işitme testleri ile objektif ölçümler arasında uyumsuzluk gözlenmesiyle ortaya konur. Güncel literatür fonksiyonel işitme kaybını, psikolojik, davranışsal veya motivasyonel faktörlerle ilişkili, organik temelli olmayan işitsel duyarlılık değişikliklerini

kapsayan geniş bir üst kategori olarak tanımlamaktadır (Hussain & Hohman, 2023).

Fonksiyonel işitme kaybı kendi içinde iki temel alt gruba ayrılır: psikojenik (histerik) işitme kaybı ve malingering. Psikojenik işitme kaybı, bireyin çeşitli yaşantılar sonucunda gerçek bir işitme kaybı yaşıyormuş gibi davranmasıyla karakterizedir. Kişi işitme kaybını bilinçli bir şekilde üretmez, semptomlar istemsizdir. Saf ses odyometri eşikleri ve konuşma testleriyle objektif ölçümler arasında tutarsızlık gözlenir ancak bireyin birincil motivasyonu psikolojik süreçlerdir (Gwizda vd., 2025). Psikojenik işitme kaybının diğer işitme bozukluklarına benzer klinik özellikleri nedeniyle çoğu zaman olduğundan daha az raporlandığı ve etiyolojisinin hâlâ sınırlı düzeyde aydınlatıldığı bildirilmiştir (Gwizda vd., 2025).

Malingering ise bireyin bilinçli olarak işitme kaybı varmış gibi davranması, eşikleri olduğundan daha kötü göstermesi veya işitme kaybını tamamen taklit etmesiyle karakterizedir. Bu durum genellikle ikincil kazanç beklentileri—askeri muafiyet, hukuki fayda, sigorta ödemesi, iş yerinde avantaj sağlama gibi—ile ilişkilidir. Malingering şüphesinde davranışsal testlerde belirgin tutarsızlıklar, objektif testlerde normal bulgular dikkat çekicidir (Hussain & Hohman, 2023).

Fonksiyonel işitme kaybının her iki formunda da tanı, tutarlı bir değerlendirme stratejisi ile davranışsal ve objektif verilerin karşılaştırılmasına dayanır. Değerlendirme sürecinin etik bir dille yürütülmesi ve gerektiğinde psikolojik destek birimlerine yönlendirilmesi uygun klinik yaklaşımın ayrılmaz bir parçasıdır.

Sonuç

İşitme kayıpları, ortaya çıktıkları anatomik bölge, etiyolojik kökenleri, başlangıç dönemleri ve klinik seyir özelliklerine göre çok boyutlu bir yapıya sahiptir. Bu nedenle işitme kayıplarının bütüncül biçimde sınıflandırılması, tanısal doğruluk, doğru yönlendirme ve etkili müdahale planlaması açısından temel bir gereklilik oluşturmaktadır. Bu bölümde ele alınan iletim tipi, sensörinöral ve mikst işitme kayıpları ile işitsel nöropati spektrum bozukluğu ve santral işitsel işleme bozuklukları gibi özel kategoriler, işitsel sistemin karmaşık biyolojik yapısını yansıtan geniş bir klinik çeşitliliğe işaret etmektedir.

Anatomik ve fizyolojik temelli sınıflamalar, patolojinin hangi düzeyde yer aldığını belirleyerek; işitme taramalarında doğru tanısal testlerin seçilmesine ve uygun sevk algoritmalarının oluşturulmasına katkı sağlamaktadır. Etiyolojik sınıflamalar, özellikle konjenital, perinatal ve postnatal dönemlere göre

yapılan ayrımlar sayesinde risk gruplarının belirlenmesini kolaylaştırmakta ve erken tanı süreçlerini güçlendirmektedir. Bu yönüyle sınıflama sistemleri, işitme taramalarında yanlış pozitif oranlarının azaltılması, izlem sıklığının doğru planlanması ve müdahale sürecinin hızlandırılması açısından kritik bir işlev üstlenmektedir.

Bunun yanında, frekans konfigürasyonları, derece sınıflamaları, başlangıç zamanı ve seyir özelliklerine dayalı sınıflamalar hem tanısal değerlendirmelerde hem de rehabilitasyon sürecinde bireyselleştirilmiş karar alınmasına imkân tanımaktadır. İşitmeye yardımcı cihaz kullanımları için aday değerlendirmelerinde bu sınıflandırmalar temel başvuru noktası olarak kullanılmaktadır.

Sonuç olarak, işitme kayıplarının çok boyutlu sınıflandırılması; tarama, tanılama, tıbbi ve odyolojik müdahale, cihazlandırma, eğitimsel planlama ve uzun dönemli izlem süreçlerinin her aşamasında merkezi bir role sahiptir. Ortak bir sınıflandırma dili, multidisipliner ekiplerin daha tutarlı ve etkili bir iş birliği içinde çalışmasını sağlayarak bireyin işitsel, iletişimsel ve akademik gelişiminde daha başarılı sonuçların elde edilmesine katkı sunmaktadır. Bu nedenle işitme kayıplarına ilişkin sınıflama sistemlerinin güncel literatür ve klinik uygulamalar ışığında sürekli olarak değerlendirilmesi ve geliştirilmesi büyük önem taşımaktadır.

Kaynakça

- Akın-Şenkal (2015). Derecesine ve Lokalizasyonuna Göre İşitme Kayıpları. E. Belgin & A.S. Şahlı (Eds.). Temel Odyoloji içinde (s. 301-322). Güneş Tıp Kitabevi.
- American Speech-Language-Hearing Association. (2005). *Central auditory processing disorders*. ASHA Practice Portal. Retrieved October 28, 2025, from <https://www.asha.org/practice-portal/clinical-topics/central-auditory-processing-disorders/>
- Billings, K. R., & Kenna, M. A. (1999). Causes of pediatric sensorineural hearing loss: Yesterday and today. *Archives of Otolaryngology–Head & Neck Surgery*, 125(5), 517–521. <https://doi.org/10.1001/archotol.125.5.517>
- Bowl, M. R., & Dawson, S. J. (2019). Age-related hearing loss. *Cold Spring Harbor Perspectives in Medicine*, 9(8), a033217. <https://doi.org/10.1101/cshperspect.a033217>
- Chandrasekhar, S. S., Tsai Do, B. S., Schwartz, S. R., Bontempo, L. J., Faucett, E. A., Finestone, S. A., Hollingsworth, D. B., Kelley, D. M., Kmucha, S. T., Moonis, G., Poling, G. L., Roberts, J. K., Stachler, R. J., Zeitler, D. M., Corrigan, M. D., Nnacheta, L. C., & Satterfield, L. (2019). Clinical practice guideline: Sudden hearing loss (update). *Otolaryngology–Head and Neck Surgery*, 161(1_suppl), S1–S45. <https://doi.org/10.1177/0194599819859885>
- Clark, J. G. (1981). Uses and abuses of hearing loss classification. *ASHA*, 23, 493–500.
- De Cuyper, L., Declau, F., Wouters, J., & Van Wieringen, A. (2023). Congenital hearing loss: Updated etiological insights. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*, 167, 111408. <https://doi.org/10.1016/j.ijporl.2023.111408>
- Gwizda, G., Horaczyńska-Wojtaś, A., Mielnik-Niedzielska, G., Kasprzyk, A., Chmielik, L. P., & Niedzielski, A. (2025). Psychogenic hearing loss in children and adolescents: Diagnosis and psychotherapy. *Annals of Medicine*, 57(1), 2447412. <https://doi.org/10.1080/07853890.2024.2447412>
- Hussain, F., & Hohman, M. H. (2023, May 15). Nonorganic functional hearing loss. In StatPearls. National Library of Medicine. Retrieved October 28, 2025, from <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK580555/>
- Isaacson, G., & Vora, N. M. (2003). Differential Diagnosis and Treatment of Hearing Loss. *American Family Physician*, 18(6), 1125-1132.
- Joint Committee on Infant Hearing. (2019). Year 2019 position statement: Principles and guidelines for early hearing detection and intervention programs. *Journal of Early Hearing Detection and Intervention*, 4(2), 1–44. <https://doi.org/10.15142/fptk-b748>

- Katz, J. (2015). Handbook of clinical audiology (7th ed.). Wolters Kluwer Health.
- Korver, A. M. H., Smith, R. J. H., Van Camp, G., Schleiss, M. R., Bitner-Glindzicz, M. A., Lustig, L. R., Usami, S. I., & Boudewyns, A. N. (2017). Congenital hearing loss. *Nature Reviews Disease Primers*, 3, 16094. <https://doi.org/10.1038/nrdp.2016.94>
- Lieu, J. E. C. (2015). Management of children with unilateral hearing loss. *Otolaryngologic Clinics of North America*, 48(6), 1011–1026. <https://doi.org/10.1016/j.otc.2015.07.006>
- Martin, F. N., & Clark, J. G. (2015). Introduction to audiology (12th ed.). Pearson.
- Morton, C. C., & Nance, W. E. (2006). Newborn hearing screening—A silent revolution. *New England Journal of Medicine*, 354(20), 2151–2164. <https://doi.org/10.1056/NEJMra050700>
- Northern, J. L., & Downs, M. P. (2014). Hearing in children (6th ed.). Plural Publishing.
- Rance, G., & Starr, A. (2015). Pathophysiological mechanisms and functional hearing consequences in auditory neuropathy. *Brain*, 138(11), 3141–3158. <https://doi.org/10.1093/brain/awv270>
- Rosenfeld, R. M., Shin, J. J., Schwartz, S. R., Coggins, R., Gagnon, L., Hackell, J. M., Kummer, A. W., Payne, S. C., Poe, D. S., Robinson, J. L., Veling, M., Yawn, R., & Tunkel, D. E. (2016). Clinical practice guideline: Otitis media with effusion (update). *Otolaryngology–Head and Neck Surgery*, 154(1), 1–41. <https://doi.org/10.1177/0194599815623467>
- Semaan, M. T., & Megerian, C. A. (2006). The pathophysiology of cholesteatoma. *Otolaryngologic Clinics of North America*, 39(6), 1143–1159. <https://doi.org/10.1016/j.otc.2006.08.003>
- Smith, R. J. H., Bale, J. F., & White, K. R. (2005). Sensorineural hearing loss in children. *The Lancet*, 365(9462), 879–890. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(05\)71047-3](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(05)71047-3)
- Starr, A., Picton, T. W., Sininger, Y., Hood, L. J., & Berlin, C. I. (1996). Auditory neuropathy. *Brain*, 119(3), 741–753. <https://doi.org/10.1093/brain/119.3.741>
- Sweeney, A. D., Carlson, M. L., Wanna, G. B., & Bennett, M. L. (2015). Glomus tympanicum tumors. *Otolaryngologic Clinics of North America*, 48(2), 293–304. <https://doi.org/10.1016/j.otc.2014.12.004>
- Tanna, R. J., Lin, J. W., & De Jesus, O. (2020). Sensorineural hearing loss. In StatPearls. StatPearls Publishing. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK565860/>

World Health Organization. (2021). World report on hearing. Retrieved October 28, 2025, from <https://www.who.int/publications/i/item/world-report-on-hearing>

İşitme Tarama Programlarının Tanımı, Amacı ve Önemi

Simge Erdal¹

Özet

İşitme kaybı, günümüzde 1,5 milyar kişiyi etkileyen ve 2050'ye kadar 2,5 milyara ulaşması beklenen küresel bir halk sağlığı sorunu olarak tanımlanmaktadır. DSÖ, erken tanı ve müdahaleyi temel bir sağlık hakkı olarak kabul etmekte ve işitme taramasını, belirti göstermeyen kayıpları erken dönemde saptayan, hızlı ve maliyet etkin bir değerlendirme yöntemi olarak konumlandırmaktadır. İşitme taramasının birincil amacı, işitme kaybını erken evrede saptayarak tanı-doğrulama ve müdahale zincirini hızlandırmaktır. Çalışmalar, altı aylıktan önce müdahale edilen işitme kayıplı çocukların dil gelişiminde akranlarına yetişebildiğini göstermektedir. Yetişkinlerde ve yaşlılarda ise tarama, tedavi edilmediği takdirde sosyal izolasyon, depresyon ve özellikle demans riskini %8 oranında artırabilen bilişsel gerilemeyi önlemek açısından kritik öneme sahiptir. Türkiye'de yenidoğan ve okul çağı çocuklarda uygulanan ulusal işitme tarama programları, DSÖ'nün %95 kapsama hedefine ulaşmada önemli başarılar kaydetmiştir. Ancak, taramanın kapsamı yalnızca "saptama" ile sınırlı kalmayıp, bireyleri uygun rehabilitasyon (işitme cihazları, koklear implantlar vb.), eğitim desteği ve izleme hizmetlerine sistematik biçimde bağlamayı amaçlamalıdır. İşitme kaybının yarattığı yıllık 981 milyar ABD dolarını aşan ekonomik ve sosyal yük göz önüne alındığında, işitme taraması toplumsal refah ve sağlıkta eşitlik açısından stratejik bir önceliklerdir. Sürdürülebilir kalkınma amaçları doğrultusunda, koruyucu sağlık hizmetleri kapsamında, disiplinler arası iş birliğine dayalı ve güçlü veri sistemleriyle desteklenen bütüncül ulusal politikaların yaygınlaştırılması önemlidir.

1 Öğr. Gör., Karabük Üniversitesi, Sağlık Hizmetleri MYO, Yaşlı Bakımı Programı, simgeerdal@karabuk.edu.tr. Orcid: 0000-0003-0243-5529

1.3. İŞİTME TARAMA PROGRAMLARININ TANIMI, AMACI VE ÖNEMİ

1.3.1. Giriş

İşitme, bireyin çevreyle etkileşimini sağlayan temel bir duyuşal işlev olup, kapasitesindeki herhangi bir azalma işitme kaybı veya işitme bozukluğu olarak tanımlanmaktadır. Dünya Sağlık Örgütü'nün (DSÖ) 2021 Dünya İşitme Raporu'na göre, günümüzde 1,5 milyardan fazla kişi çeşitli düzeylerde işitme kaybı yaşamaktadır ve bu sayının 2050 yılına kadar 2,5 milyara ulaşması beklenmektedir. Sağlık ve yaşam kalitesini olumsuz etkileyen ve engelliliğe yol açan işitme kaybıyla yaşayanların sayısının 34 milyonu çocuk olmak üzere 400 milyonu aştığı tahmin edilmektedir. Orta ile şiddetli işitme kaybının küresel yaygınlığı yaşla birlikte artış göstermekte; yenidoğanlarda %0,2 olan bu oran, 5-9 yaş aralığındaki çocuklarda %1,5 seviyesine yükselmektedir (World Health Organization (WHO), 2021a).

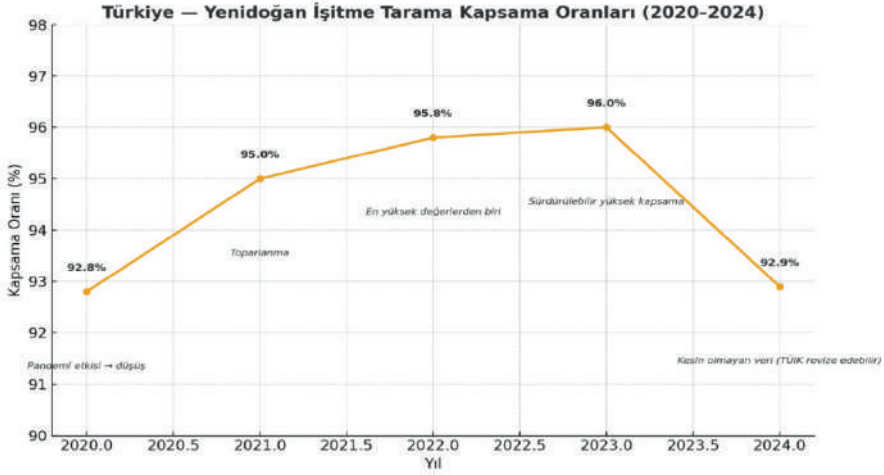
DSÖ, işitme sağlığını küresel halk sağlığı öncelikleri arasına almış ve erken tanı ile müdahaleyi temel bir sağlık hakkı olarak tanımlamıştır. Birçok ülkede uygulanan ulusal işitme tarama programları, işitme kaybının erken dönemde saptanmasını, bireylerin eğitsel ve sosyal yaşamlarına tam katılımını desteklemektedir. Zamanında müdahale edilmediği takdirde yaşam kalitesini olumsuz yönde etkilemektedir (Karadeniz & Aslan, 2025; Olusanya, 2015; WHO, 2021a).

İşitme kaybı olan bireylerde başarılı rehabilitasyon sonuçları elde etmek için erken müdahale kritik öneme sahiptir. Tanıda geç kalmak; dil gelişimi, iletişim, sosyal refah ve biliş üzerinde olumsuz etkiler yaratmaktadır. İşitme taraması, bireylerde belirti göstermeyen işitme kayıplarını erken dönemde saptamak için kullanılan sistematik, hızlı ve maliyet etkin bir değerlendirme yöntemidir. Tarama, tanıdan farklı olarak işitme kaybı olup olmadığını kesin olarak belirlemez; risk altında olabilecek bireyleri ayırır ve ileri tanısal incelemelere yönlendirilmesini sağlamaktadır. Tarama programları evrensel ya da hedeflenmiş risk gruplarına yönelik olabilmektedir. İşitme kaybının sıklıkla fark edilmeyen doğası göz önüne alındığında hem çocuklarda hem de yetişkinlerde yaşamın farklı evrelerinde sistematik tarama önlemlerinin uygulanması zorunludur. Bu bağlamda, en yüksek risk altında bulunan hedef gruplar şunlardır: yenidoğan ve bebekler; okul öncesi ve okul çağındaki çocuklar, yaşlılar, gürültüye, ototoksik kimyasallara veya ilaçlara maruz kalan yaşlılar işitme kaybı riski yükselmiş olan bireylerdir (WHO, 2021a , WHO, 2021b).

İşitme kaybı, engelliliğin önde gelen nedenlerinden birisidir. Küresel düzeyde tarama programlarının yaygınlaştırılması, uluslararası sağlık politikalarının öncelikli hedefleri arasında yer almaktadır. DSÖ ve çeşitli ulusal politikalar, evrensel yenidoğan işitme taraması programlarını bir sağlık göstergesi olarak kabul etmektedir. Gelişmiş ülkelerde evrensel yenidoğan işitme taramaları yaygın uygulanırken; düşük ve orta gelirli ülkeler de maliyet, sağlık personeli eksikliği ve cihaz yetersizliği gibi nedenlerle işitme tarama uygulamaları sınırlı kalmaktadır (Olusanya, 2015; WHO, 2021a).

Evrensel işitme tarama programı uygulanan ülkelerde kapsama oranları değişkendir; örneğin Çin’de bu oran %90,9 olarak; Singapur’da ise %99,8 gibi çok yüksek oranlarda bildirilmiştir (Mazlan vd., 2022). Centers for Disease Control and Prevention ‘ın 2023 yılında bildirdiğine göre, Amerika Birleşik Devletleri’nde yenidoğanların %98’den fazlası işitme taramasından geçirilmektedir. Almanya’daki bir bölgedeki 10 yıllık izlem verisi kapsama oranının %98,7 olduğunu göstermiştir (Thangavelu vd., 2023). Bazı Orta Doğu ve Asya ülkeleri de yüksek kapsama oranlarıyla örnek teşkil etmektedir. Örneğin Ürdün’de yapılan bir çalışmada, 25,682 yenidoğan taranmış ve %99,4 kapsama oranı bildirilmiştir (Obeidat vd., 2024). 158 ülkenin dahil edildiği bir araştırmada da dünyadaki yenidoğanların yaklaşık %38’inin ya hiç ya da çok minimal işitme taramasına erişimi olmadığı belirtilmiştir; diğer yandan ülkelerin yalnızca %33’ü, yenidoğanların en az %85’ini kapsayan evrensel işitme tarama uygulaması yapmaktadır (Neumann vd., 2022).

Türkiye’de; 1.113 İşitme Taraması Merkezi, 94 Yenidoğan İşitme Taraması Referans Merkezi bulunmaktadır. Ayrıca okul çağı çocuklarda işitme taramasına başlanabilmesi amacıyla 2014 yılında başlatılan çalışmalar tamamlanarak 2015 yılı sonunda ilköğretim 1. sınıflara tarama odyometri testi ile işitme taraması yapılmaya başlanmıştır. Günümüzde üniversite hastaneleri, eğitim araştırma hastaneleri ve birçok devlet hastanesinde doğum sonrası işitme taramaları rutin olarak yapılmaktadır. Türkiye’de yenidoğan işitme tarama programı kapsamı, 2006 yılındaki %9,5 düzeyinden başlayarak yıllar içerisinde hızlı bir artış göstermiştir. 2012 yılında %84,8 ile ulusal düzeyde yaygın bir kapsama ulaşılmış, 2017–2019 yıllarında ise %95’in üzerinde oldukça yüksek oranlar kaydedilmiştir. COVID-19 pandemisinin etkili olduğu 2020 yılında kapsama oranında %92,8’e geçici bir düşüş görülmekle birlikte, sonraki yıllarda yeniden %95’in üzerine çıkmıştır (Şekil 1.).

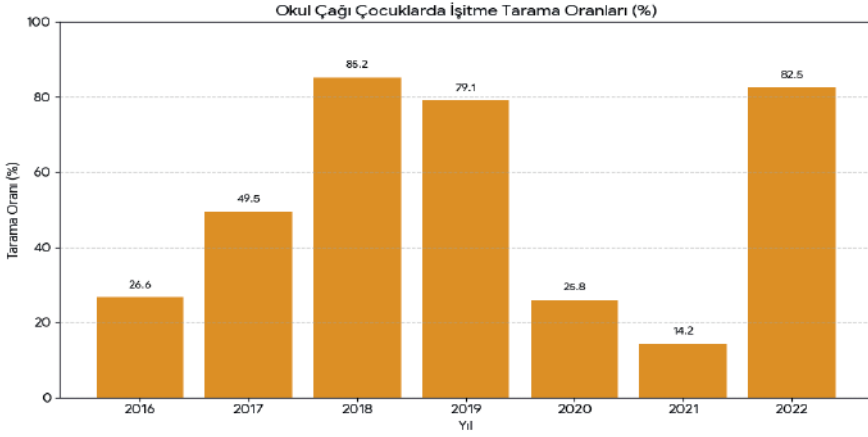


Şekil 1. Yenidoğan işitme tarama oranları (%) (2020-2024)

Kaynak: T.C. Sağlık Bakanlığı Halk Sağlığı Genel Müdürlüğü, 2024.

Bu veriler, Türkiye'nin işitme tarama programında DSÖ'nün önerdiği ≥ 95 kapsama hedefini büyük ölçüde yakaladığını göstermektedir (WHO, 2021b).

İşitme sadece bebeklik döneminde değil çocukluk döneminin tüm evrelerinde, eğitim ve iletişim için kritik bir bileşen olup, doğum sonrası dönemde enfeksiyonlar, travmalar ve progresif genetik hastalıklar nedeniyle işitme kayıpları gelişebilmektedir. Okul çağında yaygınlığı binde dokuza yükselen kalıcı işitme kaybı veya geçici kayıp, bu nüfusun yüzde 14'ünden fazlasını etkilemektedir; tek taraflı kayıplarda bile yüksek oranda (%37) sınıf tekrarına neden olabilmektedir. İşitme kaybı, dikkat, öğrenme ve sosyal işlevlerde zorlukları artırarak, gerekli tıbbi ve eğitim desteği sağlanmadığı takdirde okul başarısını olumsuz etkilemekte ve önemli ekonomik kayıplara yol açmaktadır. Bu durumu ele almak amacıyla, pek çok ülkede olduğu gibi Türkiye'de de Milli Eğitim Bakanlığı ve Sağlık Bakanlığı iş birliğiyle ilköğretim 1. sınıfta ulusal işitme taraması programları bilimsel protokoller çerçevesinde, eğitilmiş sağlık personeli ve tarama odyometri cihazları kullanılarak sahada uygulanmaktadır. Şekil-2'de ülkemizde yıllara göre Okul Çağı Çocuklarda İşitme Tarama Oranları (%) gösterilmektedir.



Şekil-2 Türkiye Okul çağı Çocuklarda İşitme Tarama Oranları

Kaynak: <https://hsgm.saglik.gov.tr/tr/tarama-programlari/okul-cagi-cocuklarda-isitme-taramasi-programi.html>; <https://hsgm.saglik.gov.tr/depo/birimler/cocuk-ergen-sagligi-db/Dokumanlar/Istatistikler/ISITME.pdf> Erişim Tarihi: 21.10.2025.

1.3.2. İşitme Tarama Programının Amacı

İşitme taramalarının birincil amacı, işitme kaybını olabildiğince erken evrede saptamak ve tanı sonrası hızla tanı-doğrulama süreçlerine yönlendirmektir. Yenidoğan ve bebeğe özgü tarama stratejileri; tarama, tanı ve müdahale zincirinin sürelerini kısaltarak dil ve bilişsel gelişim üzerinde oluşabilecek geri dönüşü olmayan olumsuz etkileri azaltmayı hedefler. Uluslararası erken tanı kılavuzları, evrensel yenidoğan taramalarının “1–3–6” (tarama ≤ 1 ay, tanı ≤ 3 ay, müdahale ≤ 6 ay) gibi zaman hedefleriyle uygulanmasını önermekte; bu yaklaşım erken müdahale olanaklarını ve uzun dönem gelişimsel kazanımları artırmaktadır (Joint Committee on Infant Hearing (JCIH), 2019).

Çok sayıda bilimsel çalışma, erken teşhis ve müdahale uygulanan işitme kayıplı çocukların, daha geç tedavi edilenlere göre üstün rehabilitasyon sonuçları elde ettiğini göstermektedir. Bu kritik başarı, yenidoğan işitme taraması programları sayesinde mümkün olmaktadır. Sistematik tarama ve hızlı rehabilitasyon ile tanı ve müdahale yaşını önemli ölçüde düşürerek dil, bilişsel gelişim, sosyal ve eğitimsel sonuçları iyileştirmektedir. Ayrıca, maliyet-etkinlik analizleri, evrensel yenidoğan işitme taramasının tüm gelir gruplarından ülkeler için ekonomik faydalar sağladığını da ortaya koymaktadır (WHO, 2021b).

Küresel Hastalık Yüğü tahminleri, 60 yaş üzerindeki dünya nüfusunun %65'inden fazlasının işitme kaybı yaşadığını ve demografik eğilimler nedeniyle bu durumun öneminin gelecekte artacağını göstermektedir. Yetişkinlikte başlayan işitme kaybının tedavi edilmemesi; sosyal izolasyon, duygusal işlev bozukluğu, üretkenlik ve ücret kaybı, erken emeklilik, düşme riskinde artış ve bilişsel/fiziksel gerileme gibi bir dizi olumsuz sonuçla ilişkilidir. Özellikle, yaşlılarda işitme kaybının, demans ve bilişsel gerileme riskini artırdığı ve nüfus düzeyinde demans için potansiyel olarak değiştirilebilir en yaygın faktör olduğu saptanmıştır. Bu durum, işitme kaybının ele alınmasının demans riskini %8 oranında azaltabileceği anlamına gelmektedir. İşitme kaybının başlangıcının genellikle belirsiz ve fark edilmeyebilir olması ve bireylerin sıklıkla 10 yıla kadar gecikmeli olarak bakım araması nedeniyle olumsuz etkileri hafifletmek için yaşlılarda sistematik işitme taraması ve ardından hızlı rehabilitasyon büyük önem taşımaktadır (WHO, 2021b).

İkinci amaç, tanı alan bireyleri uygun rehabilitasyon, eğitim desteği ve izleme hizmetlerine sistematik biçimde bağlamaktır. İşitme cihazları, koklear implantlar, dil-konuşma terapisi, aile eğitimi ve okul destek programları gibi çok yönlü müdahaleler, tanı sonrası izleme ve rehabilitasyonun yapıtaşlarını oluşturur; etkin bir tarama sistemi, yalnızca “saptama” ile sınırlı kalmayıp, bakım sürecinin her adımında koordinasyonu sağlamalıdır. Bu nedenle başarılı programlar, sağlık sistemi içi sevk ağı, erken müdahale hizmetleri ve eğitim sistemleriyle bütünleşmiş izlem süreçleri sağlamaktadır (Tasci, 2010).

İşitme kaybının erken saptanması yoluyla toplumda fırsat eşitliği ve sosyal katılımın desteklenmesi, tarama programlarının temel amaçlarından birini oluşturur. Erken tanı, bireyin eğitim, sosyal ve mesleki gelişimini olumsuz etkileyebilecek engelleri minimize ederek, özellikle dezavantajlı gruplarda uzun vadede sosyal dışlanma, eğitim kayıpları ve istihdam zorluklarının önüne geçilmesi açısından kritik öneme sahiptir. Halk sağlığı perspektifinden ele alındığında, evrensel tarama programlarının sağlıkta eşitsizlikleri gidermede etkili bir araç olabilmesi için; erişimin yaygınlaştırılması, kültürel ve dilsel uygunluğun sağlanması ve risk altındaki topluluklara yönelik hedef odaklı takip politikalarıyla desteklenmesi gerekmektedir (WHO, 2021).

Dördüncü ve son olarak, işitme taramaları halk sağlığı yönetimi ve politika geliştirme için gerekli veri altyapısını güçlendirmeyi amaçlar. Evrensel tarama uygulamaları; prevalans, risk faktörleri, tarama-kayıp oranları ve müdahale sonuçları hakkında düzenli veri sağlayarak politika belirleyicilere, hizmet planlayıcılarına ve araştırmacılara güvenilir bilgi sunmaktadır. Bu tür bir veri temelli yaklaşım, program kalitesinin izlenmesi, kaynak tahsisi, profesyonel eğitim ihtiyaçlarının belirlenmesi ve toplumsal

farkındalık kampanyalarının etkinliğinin değerlendirilmesi açısından temel öneme sahiptir. Aynı zamanda ulusal programların sürdürülebilirliğini ve küresel düzeyde karşılaştırılabilirliğini desteklemektedir (WHO,2021).

1.3.3. İşitme Tarama Programının Halk Sağlığı Açısından Önemi

İşitme kaybı hem yaygınlığı hem de bireyin yaşam kalitesi üzerindeki çok boyutlu etkileri nedeniyle küresel ölçekte önemli bir halk sağlığı sorunu olarak kabul edilmektedir (Koçaş & Yiğit, 2025). Dünya genelinde yaklaşık 278 milyon insanın işitme kaybı yaşadığı, bu bireylerin yaklaşık üçte ikisinin gelişmekte olan ülkelerde bulunduğu bildirilmektedir. Dahası, bu işitme kayıplarının yaklaşık %50'sinin önlenabilir nedenlere bağlı olduğu tahmin edilmektedir (Ciorba vd., 2012). İşitme kaybı yalnızca iletişimi değil, aynı zamanda bireylerin eğitim, istihdam ve sosyal katılım olanaklarını da sınırlayarak sosyoekonomik eşitsizlikleri derinleştirmektedir. Bu nedenle, işitme kaybının önlenmesi ve erken dönemde tanınması, bireysel sağlık kadar toplumsal refah açısından da stratejik önem taşımaktadır (Koçaş & Yiğit, 2025). Erken tanı ve zamanında müdahale, dil gelişimi, bilişsel işlevler ve sosyal uyum üzerinde olumlu etkiler yaratarak yaşam kalitesini artırmaktadır (Korver vd., 2017). Ancak tarama programlarının başarısı, ülkelerin sağlık sistemi altyapısı, toplumsal farkındalık düzeyi ve hizmete erişim olanaklarıyla yakından ilişkilidir. Bu nedenle, ulusal düzeyde kapsamlı işitme tarama programlarının yaygınlaştırılması ve özellikle risk gruplarına erişimin güçlendirilmesi, etkili halk sağlığı politikalarının temel unsurlarından biri olmalıdır (WHO, 2021).

İşitme kaybı yalnızca fizyolojik bir sağlık sorunu değil, aynı zamanda önemli psikososyal ve ekonomik sonuçları olan çok boyutlu bir halk sağlığı problemidir. İşitme kaybı yaşayan bireyler çoğu zaman damgalanma, sosyal izolasyon ve iletişim güçlükleri nedeniyle ruhsal açıdan olumsuz etkilenmektedir (Ciorba vd., 2012). DSÖ verilerine göre, tedavi edilmemiş işitme kaybı nedeniyle oluşan yıllık ekonomik ve sosyal yük 981 milyar ABD dolarını aşmaktadır. Bu maliyet yalnızca sağlık harcamalarından ibaret olmayıp; üretkenlik kaybı, yaşam kalitesi düşüşü, eğitimde ve istihdamda fırsat eşitsizliği gibi dolaylı etkileri de kapsamaktadır. Üstelik bu yük, coğrafi bölgeler ve sosyo-ekonomik gelişmişlik düzeyi açısından belirgin farklılıklar göstermektedir. Yüksek sosyal ekonomik düzey bölgelerinde yaşlanmaya bağlı işitme kaybı öne çıkarken; düşük ve orta sosya ekonomik düzeyindeki toplumlarda işitme kaybının sıklığı önlenabilir nedenlerin hâlâ yaygınlığı nedeniyle daha yüksektir (Koçaş & Yiğit, 2025). Bu durum, işitme kaybının aynı zamanda sağlıkta eşitsizliklerin bir göstergesi olduğunu ortaya koymaktadır. Bu çok boyutlu yükü azaltmak için erken tanı, tarama

programları ve güçlü veri temelli izleme sistemleri kritik önem taşımaktadır. Erken müdahaleye yönelik yatırımlar yalnızca bireylerin iletişim ve bilişsel becerilerini geliştirmekle kalmamakta, aynı zamanda sağlık harcamalarını uzun vadede azaltarak toplumsal verimliliği artırmaktadır (Tucci vd., 2017). Ulusal düzeyde işitme kaybının sıklığını, nedenlerini ve müdahale sonuçlarını izleyebilen kapsamlı veri tabanlarının oluşturulması, bu alandaki politika ve hizmet planlamasının etkinliğini artıracaktır. Özellikle kırsal bölgelerde hizmete erişimi güçlendiren, halkı bilgilendiren ve farkındalığı artıran programlar hem sağlıkta eşitsizlikleri azaltacak hem de toplum temelli önleme stratejilerinin sürdürülebilirliğini sağlayacaktır. Dolayısıyla işitme kaybının yönetimi, yalnızca tıbbi bir tedavi alanı değil, aynı zamanda sosyal adalet ve halk sağlığı planlaması açısından da öncelikli bir konu olmaktadır (Koçuş & Yigit, 2025).

İşitme kaybı dünya genelinde en sık görülen duyuşal yetersizliklerden biridir ve yaşam boyu bireyin iletişim, sosyal ilişkiler, eğitim ve iş hayatı üzerinde olumsuz etkiler yaratmaktadır. Erken dönem işitme taramaları, özellikle yenidoğan ve yaşlı bireylerde, işitme kaybının etkilerini azaltmada kritik bir role sahiptir. Erken yaşta fark edilmeyen işitme kayıpları çocuklarda dil gelişiminde gecikme, akademik başarısızlık, sosyal izolasyon ve psikolojik sorunlara neden olabilirken; yetişkin ve yaşlı bireylerde bilişsel gerileme, depresyon ve yaşam kalitesinde düşüşe yol açabilmektedir (Bolat ve Genç, 2012; T.C. Sağlık Bakanlığı, 2014; Olusanya, 2015; WHO, 2021). Tablo-1’de farklı yaş gruplarına göre işitme taramasının önemi açıklanmıştır.

Tablo-1 Farklı Yaş Gruplarına Göre İşitme Tarama Programlarının Önemi

Hedef Grup	Zaman / Yer	Neden Önemli
Yenidoğan dönemi	Doğum sonrası hastanede, doğum evinde	İşitme kaybının konuşma, dil, sosyal gelişim üzerindeki etkileri en aza indirgenebilir; erken müdahale fırsatı
Okul çağı çocukları	Okul öncesi, ilkokul sınıfları	İşitme sorunları dil ve akademik başarısızlıklara yol açabilir; gecikmiş dil gelişimi, dikkat sorunları.
Yetişkinler	İş yerleri, sağlık merkezleri, risk grupları (gürültüye maruz kalan, belirli hastalıkları olan)	İlerleyici işitme kayıpları, duyma kaybının farkında olmama.
Geriatrik grup	65 + yaş, yaşlanma ile gelen işitme kayıpları	Sosyal izolasyon, depresyon, bilişsel gerileme riski; yaşam kalitesi kaybı.

Kaynak: Bolat ve Genç, 2012; T.C. Sağlık Bakanlığı, 2014; Olusanya, 2015; WHO, 2021.

Sürdürülebilir kalkınma amaçları doğrultusunda, herkes için sağlıklı yaşamı desteklemek amacıyla kulak ve işitme sağlığı hizmetlerinin bütüncül bir yaklaşımla ele alınması gerekmektedir. İşitme sağlığının korunması ve geliştirilmesi; primordial, primer, sekonder ve tersiyer düzeylerde yürütülen halk sağlığı uygulamalarıyla mümkün olmaktadır. Bu kapsamda toplumda işitme sağlığı bilincinin artırılması, güvenli dinleme alışkanlıklarının kazandırılması, gürültüye bağlı işitme kaybının önlenmesi ve erken tanı-tarama programlarının yaygınlaştırılması büyük önem taşımaktadır. Türkiye’de 2004 yılında başlatılan Ulusal Yenidoğan İşitme Tarama Programı ve 2015’te uygulamaya giren Okul Çağı İşitme Taramaları, erken tanı ve müdahale açısından önemli kazanımlar sağlamış, ulusal işitme sağlığı politikalarının gelişimine katkıda bulunmuştur. Tanı konan bireylerde işitme cihazları, koklear implantlar, işaret dili ve yardımcı iletişim teknolojileriyle desteklenen rehabilitasyon hizmetleri, bireylerin yaşam kalitesi ve toplumsal katılım düzeyini artırmaktadır. Bu süreçte çok disiplinli bir yaklaşımın benimsenmesi, işitme kaybına yönelik etkili, kapsayıcı ve sürdürülebilir çözümler geliştirilmesi açısından gereklidir. Halk sağlığı uzmanları, kulak burun boğaz hekimleri, odyologlar, dil ve konuşma terapistleri, özel eğitimciler, psikologlar ve sosyal hizmet uzmanlarının eşgüdümlü çalışması hem bireysel hem de toplumsal düzeyde daha bütüncül ve sürdürülebilir işitme sağlığı hizmetlerinin geliştirilmesini mümkün kılmaktadır (Karadeniz & Aslan, 2025; WHO, 2021).

1.3.4. Sonuç

İşitme kaybı, yalnızca bireysel bir sağlık sorunu değil, aynı zamanda toplumsal refahı, üretkenliği ve sağlıkta eşitliği doğrudan etkileyen önemli bir halk sağlığı problemidir. Erken tanı, tarama programları ve çok disiplinli rehabilitasyon yaklaşımları, işitme kaybının yarattığı bilişsel, sosyal ve ekonomik yükü azaltmada kilit rol oynamaktadır. Türkiye’de uygulamaya konulan ulusal tarama programları bu alanda önemli ilerlemeler sağlamış olsa da, toplumun tüm kesimlerinde işitme sağlığı bilincinin artırılması ve hizmete erişimdeki eşitsizliklerin azaltılması hâlâ öncelikli hedefler arasında yer almaktadır. Sürdürülebilir Kalkınma Amaçları doğrultusunda, işitme sağlığının korunması ve geliştirilmesi; erken tanıdan rehabilitasyona uzanan, koruyucu sağlık hizmetlerini önderliğinde bütüncül politikalarla desteklenmelidir. Bu kapsamda güçlü bir ulusal veri sistemi, toplum temelli farkındalık çalışmaları ve disiplinler arası iş birliğiyle yürütülen programlar hem bireysel yaşam kalitesinin hem de toplumsal sağlık göstergelerinin iyileştirilmesine katkı sağlayacaktır (Koçuş & Yiğit, 2025; Karadeniz & Aslan, 2025; WHO, 2021).

Kaynakça

- Bolat, H., & Genç, A. (2012). Türkiye ulusal yenidoğan işitme taraması programı: Tarihçesi ve prensipleri. *Türkiye Klinikleri Journal of ENT Special Topics*, 5(2), 11–14.
- Centers for Disease Control and Prevention. (2023, Ocak 23). *Data and Statistics About Hearing Loss in Children*. Retrieved from <https://www.cdc.gov/>
- Ciorba, A., Bianchini, C., Pelucchi, S., & Pastore, A. (2012). The impact of hearing loss on the quality of life of elderly adults. *Clinical Interventions in Aging*, 7, 159–163. <https://doi.org/10.2147/CIA.S26059>
- Joint Committee on Infant Hearing. (2019). Year 2019 position statement: Principles and guidelines for early hearing detection and intervention programs. *Journal of Early Hearing Detection and Intervention*, 4(2), 1–44. <https://www.audiology.org/practice-guideline/year-2019-position-statement-principles-and-guidelines-for-early-hearing-detection-and-intervention-programs/> Erişim Tarihi: 11.11.2025
- Karadeniz, S. A., & Aslan, D. (2025). Halk sağlığı bakış açısıyla dünyada ve Türkiye’de işitme kaybı ile ilgili sorunlar ve çözüm önerileri. *Halk Sağlığı Araştırma ve Uygulamaları Dergisi*, 3(2), 86–94. <https://doi.org/10.5281/zenodo.17037078>
- Koçaş, M., & Yiğit, A. (2025). İşitme kaybının küresel hastalık yükü: Kapsamlı bir derleme. 5(2), 121–130. <https://doi.org/10.71255/maunsbd.1674024>
- Korver, A. M. H., Smith, R. J. H., Van Camp, G., Schleiss, M. R., Bitner-Glindzicz, M. A., Lustig, L. R., & Morton, C. C. (2017). Congenital hearing loss. *Nature Reviews Disease Primers*, 3(1), 16094. <https://doi.org/10.1038/nrdp.2016.94>
- Mazlan, R., Raman, K., & Abdullah, A. (2022). A 10-year retrospective analysis of newborn hearing screening in a tertiary hospital in Malaysia. *The Egyptian Journal of Otolaryngology*, 38(1). <https://doi.org/10.1186/s43163-022-00331-w>
- Neumann, K., Mathmann, P., Chadha, S., Euler, H. A., & White, K. R. (2022). Newborn hearing screening benefits children, but global disparities persist. *Journal of Clinical Medicine*, 11(1), 271. <https://doi.org/10.3390/jcm11010271>
- Obeidat, F. S., Alothman, N., Alkahtani, R., Al-Najjar, S., Obeidat, M., Ali, A. Y., Ahmad, E., & Alghwiri, A. A. (2024). Evaluation of newborn hearing screening program in Jordan. *Frontiers in Pediatrics*, 12. <https://doi.org/10.3389/fped.2024.1420678>
- Olusanya, B. O. (2015). Screening for neonatal deafness in resource-poor countries: Challenges and solutions. *Audiology Medicine*, 3(3), 141–147. DOI <https://doi.org/10.2147/RRN.S61862>

- Sağlık Bakanlığı. (2020). *Yenidoğan işitme tarama programı rehberi*. Sağlık Bakanlığı Yayınları.
- T.C. Sağlık Bakanlığı Halk Sağlığı Genel Müdürlüğü. (t.y.). [*İşitme istatistikleri*]. Retrieved Ekim 21, 2025, from <https://hsgm.saglik.gov.tr/depo/birimler/cocuk-ergen-sagligi-db/Dokumanlar/Istatistikler/ISITME.pdf>
- T.C. Sağlık Bakanlığı Halk Sağlığı Genel Müdürlüğü. (t.y.). *Okul çağı çocuklarda işitme taraması programı*. Retrieved Ekim 21, 2025, from <https://hsgm.saglik.gov.tr/tr/tarama-programlari/okul-cagi-cocuklarda-isitme-taramasi-programi.html>
- Tasci, Y., Muderris, I. I., Erkaya, S., Altinbas, S., Yucel, H., & Haberal, A. (2010). Newborn hearing screening programme outcomes in a research hospital from Turkey. *Child: Care, Health and Development*, 36(3), 317–322. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2214.2009.01029.x>
- Thangavelu, K., Martakis, K., Feldmann, S., Roth, B., Herkenrath, P., & Lang-Roth, R. (2023). Universal Newborn Hearing Screening Program: 10-year outcome and follow-up from a screening center in Germany. *International Journal of Neonatal Screening*, 9. <https://doi.org/10.3390/ijns9040061>
- Tucci, D., Merson, M. H., & Wilson, B. S. (2010). A summary of the literature on global hearing impairment: Current status and priorities for action. *Otology & Neurotology: Official Publication of the American Otological Society, American Neurotology Society European Academy of Otology and Neurotology*, 31(1), 31–41. <https://doi.org/10.1097/mao.0b013e3181c0eacc>
- World Health Organization (WHO). (2021a). *World report on hearing*. WHO. <https://www.who.int/publications/i/item/9789240020481> Erişim Tarihi: 11.11.2025
- World Health Organization (WHO). (2021b). *Hearing screening: Considerations for implementation*. WHO. Licence: CC BY-NC-SA 3.0 IGO. <https://www.who.int/publications/i/item/9789240032767> Erişim Tarihi: 11.11.2025

İşitme Kaybının Birey ve Aile Üzerindeki Sosyal ve Psikolojik Etkileri

Esra Kuru¹

Özet

İşitme, çevreden gelen ses dalgalarının algılanması, iletilmesi ve beyinde yorumlanması süreci olarak tanımlanmaktadır; bu süreç sayesinde bireyler çevresindeki işitsel uyarıları fark eder ve anlamlandırır (WHO, 2021). Bu karmaşık sürecin herhangi bir aşamasında meydana gelen bozulmalar işitme kaybı olarak adlandırılır ve hafif ile ileri dereceler arasında değişiklik gösterebilir (Northern & Downs, 2014). İşitme kaybı doğuştan (konjenital) olabileceği gibi, çeşitli tıbbi, genetik veya çevresel nedenlerle sonradan da ortaya çıkabilir. Her iki durumda da işitme kaybı, bireyin iletişim becerilerini, dil gelişimini, öğrenme süreçlerini ve sosyal etkileşim yetilerini önemli ölçüde etkilemektedir (Olusanya, Davis & Hoffman, 2019).

Dünya Sağlık Örgütü'ne göre işitme kaybı, dünyadaki en yaygın kronik sağlık sorunları arasında üçüncü sırada yer almaktadır (WHO, 2021). Dünya genelinde yaklaşık 1,5 milyardan fazla insan yaşamlarının bir döneminde çeşitli derecelerde işitme kaybı yaşamaktadır. Bu bireylerden yaklaşık 430 milyonu, yani dünya nüfusunun %5'ten fazlası, işitme kaybı nedeniyle rehabilitasyon gereksinimi duymaktadır. Söz konusu grubun yaklaşık 35 milyonunu çocuklar oluşturmaktadır. Dünya Sağlık Örgütü'ne göre, 2050 yılına kadar 700 milyondan fazla kişinin (her 10 kişiden birinin) ciddi düzeyde işitme kaybı yaşayacağı öngörülmektedir (WHO, 2025).

İşitme kaybı, bireyin yalnızca dil ve iletişim becerilerini değil; aynı zamanda bilişsel işlevlerini, akademik başarılarını, sosyal ilişkilerini ve motor gelişimini de etkilemektedir. Özellikle erken dönemde tedavi edilmeyen işitme kayıpları, çocuklarda dil gecikmesine, öğrenme güçlüklerine ve sosyal uyum sorunlarına yol açabilmektedir. Yetişkinlerde ise işitme kaybı, sosyal izolasyon, iş verimliliğinde azalma ve depresyon gibi psikolojik problemlere neden olabilmektedir. Bu olumsuz etkilerin azaltılması, tıbbi müdahaleler, iletişim

1 Öğr. Gör., Bingöl Üniversitesi, ORCID No: 0000-0003-4466-6210, e-mail: ekuru@bingol.edu.tr

terapileri, özel eğitim uygulamaları, psikolojik danışmanlık ve sosyal destek hizmetleri aracılığıyla mümkün olabilmektedir (Aile ve Sosyal Politikalar Bakanlığı, ASPB, 2014).

1.4. İŞİTME KAYBININ BİREY VE AİLE ÜZERİNDEKİ SOSYAL VE PSİKOLOJİK ETKİLERİ

İşitme kaybının birey üzerindeki etkileri; işitme kaybının tipi ve derecesi, kaybın ortaya çıktığı yaş, bireyin bilişsel düzeyi, aile ve toplumun işitme engeliyle başa çıkma becerisi ile bireyin dilsel ve eğitimsel deneyimleri gibi çok sayıda değişkene bağlı olarak farklılık göstermektedir. Bu nedenle işitme kaybı, bireyin gelişimsel ve davranışsal özelliklerini bazı alanlarda daha belirgin biçimde etkilerken, bazı alanlarda daha sınırlı düzeyde ya da hiç etkilemeyebilmektedir (Akçamete, 2003). İşitme kaybının derecesine göre sınıflandırılması ve iletişime etkileri Tablo 1’de gösterilmiştir (Tüfekçioğlu, 2003).

Tablo 1. İşitme kaybı derecesi ve iletişim üzerine etkileri

İşitme Eşik Ortalaması	İşitme Kaybı Derecesi	İletişim Üzerindeki Etkileri
-10 dB – 15 dB	Normal	Normal işitme düzeyi, bireyin çevresel sesleri ve konuşma uyarılarını anlamada herhangi bir güçlük yaşamadan iletişim kurabilmesini sağlar; dolayısıyla iletişim performansını olumsuz yönde etkilemez.
16 dB- 25 dB	Çok Hafif	Sessiz ortamlarda konuşmalar genellikle anlaşılabilirken, gürültülü ortamlarda özellikle düşük yoğunluklu veya kısık sesli konuşmaların ayırt edilmesi güçleşmektedir. Bu durum çocuklarda konuşma ve dil gelişiminin gecikmesine neden olabilmektedir.
26 dB- 40 dB	Hafif	Sonradan gelişen işitme kaybı durumlarında, yetişkin bireyler genellikle sessiz ortamlarda konuşmanın içeriğini bağlamdan tahmin ederek iletişimi sürdürebilmektedir. Ancak düşük ses düzeyinde gerçekleşen konuşmaları veya sessiz konuşmaları işitmekte güçlük yaşarlar. Çocuklarda ise bu tür işitme kayıpları, dil gelişim sürecinde gecikmelere neden olabilmektedir. Uygun şekilde ayarlanmış işitme cihazları sayesinde çocuklar konuşma seslerini daha net işitebilir ve dil gelişimleri desteklenebilir.
41 dB- 55 dB	Orta	Sonradan gelişen işitme kayıplarında, yetişkin bireyler genellikle yüz yüze ve yakın mesafeden gerçekleştirilen konuşmaları takip edebilirken, grup içi etkileşimlerde veya kalabalık ortamlarda iletişim güçlükleri yaşamaktadırlar. Bu durum, sosyal katılımın azalmasına ve iletişimden kaçınmaya yol açabilmektedir. Çocuklarda ise işitme kaybı, dil edinimi ve konuşma gelişimini belirgin biçimde engellemektedir. Uygun şekilde ayarlanmış işitme cihazları aracılığıyla konuşma sesleri algılanabilir hâle gelmekte ve iletişim becerileri desteklenebilmektedir.

56 dB- 70 dB	Orta- İleri	Sonradan gelişen işitme kayıplarında bireyler, yalnızca yüksek sesle ve net bir biçimde söylenen konuşmaları algılayabilirler. Grup içi iletişimlerde veya arka plan gürültüsünün bulunduğu ortamlarda ise anlamada belirgin güçlük yaşanır. Bu bireylerin kendi konuşmaları genellikle anlaşılabilir düzeydedir; çünkü konuşma üretim mekanizmaları işlevini sürdürmektedir. Çocuklarda görülen sonradan işitme kayıplarında ise dil gelişimi belirgin biçimde gecikmektedir. Ancak uygun biçimde ayarlanmış işitme cihazları sayesinde konuşma sesleri duyulabilir hâle gelmekte ve dil gelişimi desteklenebilmektedir.
71 dB- 90 dB	İleri	Sonradan gelişen işitme kayıplarında bireyler, sohbet tarzı konuşmaları yalnızca yüksek ses düzeyinde gerçekleştirildiğinde anlayabilmektedir. Normal konuşma düzeyinde söylenen ifadeleri veya kelimeleri ayırt etmede güçlük yaşanır. Çocuklarda ise uygun şekilde ayarlanmış işitme cihazı ve erken dönemde sağlanan özel eğitim desteği sayesinde dil gelişimi belirli ölçüde sürdürülebilmektedir. Ancak işitme kaybı derecesi arttıkça konuşma seslerinin ayırt edilmesi zorlaşmakta ve konuşma anlaşılabilirliği önemli ölçüde azalmaktadır.
91 dB ve üzeri	Çok İleri	İleri derecede işitme kaybı olan bireyler, yalnızca çok yüksek düzeydeki sesleri algılayabilir; ancak konuşma seslerini işitme cihazı kullanmaksızın duyamazlar. Bu bireyler sözlü iletişimi çoğunlukla dudak okuma ve görsel ipuçları aracılığıyla sürdürmektedirler. Çocuklarda ise konuşma dili, uygun işitme cihazı kullanımı ve yoğun özel eğitim desteği ile belirli ölçüde gelişebilir; ancak konuşmanın anlaşılabilirliği genellikle sınırlı düzeyde kalmaktadır.

(Tüfekçioğlu, 2003)

İşitme kayıplı bireyler, tüm insanlar gibi doğumdan itibaren çevreleriyle etkileşim kurma ve çevrelerini anlamlandırma süreci içindedirler. Ancak normal işiten bireyler, dil gelişimi için gerekli olan ve birbirine bağlı aşamaları kesintisiz bir biçimde yaşarken, işitme kayıplı bireylerde bu süreç sesli uyaranların algılanamaması nedeniyle aksar. İşitsel girdinin yetersizliği sonucunda sözel uyaranların algılanması ve anlamlandırılması güçleşir; bu durum da dil kazanımının tam ve doğal biçimde gerçekleşmesini engeller (Moeller & Tomblin, 2015).

Buna bağlı olarak işitme kayıplı bireylerin kelime hazinesi gelişimi, normal işiten bireylere kıyasla daha yavaş ve sınırlı ilerlemektedir. Bu bireyler somut kavramları daha kolay öğrenirken, soyut kavramların öğreniminde gecikme göstermekte ve aynı kelimeye ait birden fazla anlamı yorumlamakta

güçlük yaşamaktadırlar. Ayrıca cümle yapıları genellikle daha kısa ve basit olmakta; dilin ek ve takı kullanımında hatalar gözlenmektedir (Aile ve Sosyal Politikalar Bakanlığı (ASPB), 2014).

Araştırmalar, işitme kayıplı çocukların iletişiminde jestlerin, simgesel işaretlerin ve görsel stratejilerin kritik bir rol oynadığını göstermektedir. Saksida vd. (2025), işiten bebekler üzerinde yaptığı çalışmada, simgesel jestlerin erken dil gelişimi üzerindeki etkilerini incelemiş ve bu tür jestlerin işitme kayıplı çocukların dil gelişiminde de önemli olduğunu vurgulamıştır. Benzer şekilde, Gale ve Martin (2024), işitme kayıplı çocukların görsel iletişim becerilerinin dil gelişimi üzerinde olumlu etkiler yarattığını belirtmiş; görsel ve dokunsal stratejilerin, çocukların dil öğrenme süreçlerinde etkin biçimde kullanıldığını göstermiştir. Ayrıca yapılan çalışmalar, işitme kayıplı çocukların en sık kullandığı iletişim davranışlarının jestler, beden dili, yüz ifadeleri ve çıkarılan sesler olduğunu ortaya koymaktadır (Akçamete, 2009; Gale & Martin, 2024; Saksida vd., 2025).

İşitme duyusu, bireylerin bilişsel ve motor gelişimi, iletişim ve davranışsal becerileri, eğitim süreçleri ve sosyal ilişkilerinde önemli bir rol oynamaktadır. İşitme kaybı, özellikle sosyal uyum ve iletişim kurma becerilerini olumsuz etkileyen bir durumdur. İşitme kaybının en belirgin etkisi, dili anlama ve ifade etme süreçlerinde görülmektedir. Sosyal-duygusal gelişim, büyük ölçüde iletişim becerilerine bağlıdır; bu nedenle işitme kayıplı bireyler, etkili sosyal etkileşim için gerekli dil becerilerinden yoksun olduklarında, sosyal iletişimi başlatma ve sürdürmede güçlükler yaşamaktadır. Bu iletişim zorlukları, duygusal sorunları da beraberinde getirerek sosyal izolasyon ve düşük özgüven gibi sonuçlara yol açabilmektedir (Ekim & Ocakçı, 2010).

İşitme kayıplı bireyler doğduktan sonra çevreleri genişledikçe, yaşitlarını da kapsayan sosyal ilişkiler içerisine girerler. Ancak iletişim becerilerini kısıtlayan bir engelle karşı karşıya olmaları, onların çevreleri ve yaşitları ile daha az etkileşime geçmelerine neden olur. Bu durum, iletişimi yöneten sosyal kuralları öğrenmelerini güçleştirir (Kizir & Ç.Tekinarslan, 2016). Greenberg & Kusche (1988), bu becerileri bağımsız düşünebilme kapasitesi, kendini yönetme ve kontrol etme, kendi ve başkalarının duygularını, motivasyonlarını ve gereksinimlerini anlayabilme, esneklik, engellenme ve kızgınlık duygularına tahammül etme, başkalarına güvenme ve güvenilir olma, diğerleri ile anlaşabilme ve sağlıklı ilişkiler kurabilme olarak tanımlamaktadır (Greenberg & Kusche, 1988; Calderon & Greenberg, 2012; Kizir & Ç.Tekinarslan, 2016).

İşitme engelli bireyler, sosyal becerileri geliştirme sürecinde risk altında olabilirler. Araştırmalar, bazı işitme engelli bireylerde bu becerilerle ilgili

çeşitli güçlüklerin görüldüğünü göstermektedir. Bu durumun temelinde, işitme kaybının yol açtığı dil gelişimindeki gecikmeler bulunmaktadır; bu gecikmeler, bireylerin kendilerini ifade etme ve kendine ilişkin farkındalık geliştirme süreçlerini zorlaştırmakta ve uygun sosyal beceriler ile empati yetilerinin gelişimini olumsuz etkilemektedir. İşitme engelli çocuklar üzerinde yapılan gözlemler, bu bireylerin sıklıkla bireysel oyunları tercih ettiklerini, sosyal izolasyon yaşadıklarını, çevresindeki insanların ilgi ve geleneklerinden habersiz olduklarını ve duygular ile iç dünyalarına ilişkin sınırlı bir anlayışa sahip olduklarını göstermektedir. Ayrıca, empati kurmada güçlük, sosyal etkileşimlerde engellenme, kızgınlık veya çekingenlik gibi sosyal problemler de sıklıkla gözlemlenmektedir (Calderon & Greenberg, 2012; Stevenson, 2015; Dirks vd., 2017; Ashori, 2019; Farahmand vd., 2024).

Boerrigter ve arkadaşları (2018) tarafından yapılan bir çalışmada, koklear implant takılan işitme kayıplı ergenlerin kişilik özellikleri, işiten akranlarıyla karşılaştırıldığında daha içe dönük ve duygusal açıdan daha hassas bulunmuştur. Bu durum, sınırlı iletişim fırsatlarının kişilik gelişimi üzerindeki etkilerini göstermektedir (Boerrigter vd., 2018).

Tüfekçioğlu (2003), işitme kayıplı bireylerin dünyayı ve yaşam deneyimlerini normal işiten bireylere göre farklı algılayacaklarını ve bu farklılığın psikolojik gelişimleri üzerinde etkiler yaratacağını belirtmektedir. Normal işiten ve işitme kayıplı bireyler, gelişimsel açıdan ve bulundukları çevrenin sosyal, dilsel ve bilişsel özellikleri bakımından farklılıklar göstermektedir; bu durum doğal olarak deneyimleme ve psikolojik yaşantılarına yansımaktadır. İşitme kaybı çocukların psikolojik gelişimini özellikle çocukluk döneminde davranış bozukluklarının artışı şeklinde etkileyebilmektedir. İşitme kayıplıların psikolojik gelişiminde anne ve baba bağının rolü de büyüktür. Örneğin, anne çocuğunun işitme kayıplı olduğunu öğrendikten sonra olumsuz tavır sergilerse, çocuk ile anne arasındaki yakın bağ ve çocuğun duygusal, psikolojik ve sosyal gelişimi olumsuz etkilenmektedir. Olumsuz tavır geliştiren anne ve işitme kayıplı çocuklar arasında yakın bağın gelişmediği ve kopukluklar olduğu görülmektedir. Benzer şekilde, babaların işitme kaybına karşı olumsuz tutumları, işitme kayıplı çocukların dili anlama puanlarının düşüklüğü ile ilişkilendirilmiştir (Tüfekçioğlu, 2003).

İşitme kayıplı bireyler, normal işiten akranlarına göre dünyayı ve çevrelerini farklı algılamaktadırlar. Dili kullanmadaki kısıtlılıkları nedeniyle bilişsel gelişimlerinde gerilikler gözlemlenebilmekte, bu durum açık ve anlaşılır konuşmayı, düşüncelerini ifade etmeyi ve başkalarının düşüncelerini anlamayı zorlaştırmaktadır. Bu iletişim güçlükleri, sosyal etkileşimleri

kısıtlamakta, duygusal sorunlara ve sosyal izolasyona yol açabilmektedir (Szarkowski vd., 2020).

Normal işiten bireyler gibi, işitme kayıplı bireyler de sağlıklı bir benlik saygısı geliştirebilmek ve olumlu sosyal ilişkiler kurabilmek için güvene dayalı, duyarlı ve destekleyici bir çevreye ihtiyaç duyarlar. İşitmenin sınırlı olduğu veya tamamen yok olduğu durumlarda, bireyin dünyası görsel algıya dayalı hâle gelir. Görsel ya da işitsel bilginin yeterli olmadığı ortamlarda, birey çevresindeki olayları anlamakta ve bunlara tepki vermekte zorlanabilir; bu da çevreyle etkileşimin azalmasına neden olur. İnsanların benlik algıları, çevrelerindeki bireylerle olan ilişkileriyle şekillenir. İşitme kayıplı bir birey, aile bireyleri, akrabaları ve yakın çevresiyle sıkı bir iletişim kurabildiğinde daha pozitif bir benlik algısı geliştirebilir. Benlik algısı, bireyin kim olduğunu anlaması ve kendisini çevresinden ayırt edebilmesini sağlayan temel bir psikolojik süreçtir. Bu alanda yaşanan sınırlılıklar, işitme engelli bireylerde sosyal çevreye uyum güçlükleri, davranışsal sorunlar ve kişilik bozuklukları olarak kendini gösterebilmektedir (Şipal, 2002).

İşitme engelli bireylerde sağlıklı bir psikolojik gelişim, çevresinden gördüğü tepkilerin ve kendisine yöneltilen davranışların dengeli olmasıyla yakından ilişkilidir. Ailelerin aşırı koruyucu tutum sergilediği durumlarda, işitme engelli bireylerin bağımsız hareket etme ve kendi kararlarını verme becerileri kısıtlanabilmektedir. Bu durum, bireyin duygu, düşünce ve isteklerini ifade etmede güçlük yaşamasına yol açarak aşırı huysuzluk, öfke ya da saldırganlık biçiminde davranışsal tepkilerle kendini gösterebilir. Zamanla bu davranış kalıpları, bireyin yaşamında herhangi bir nedenle engellendiğinde, baskı altında hissettiğinde veya başarısızlık yaşadığında tekrar ortaya çıkma eğilimi göstermektedir (Özer, 2001).

İşitme engelli çocukların sosyal ve duygusal gelişimleri, eğitim gördükleri ortamlara göre farklılık gösterebilmektedir. Yatılı okullarda öğrenim gören işitme engelli çocukların, aynı dili kullanan birçok bireyle etkileşim içinde olmaları, olumlu akran kimliği geliştirmelerine ve sosyal açıdan destekleyici deneyimler kazanmalarına katkı sağlamaktadır. Bununla birlikte, bu tür kurumlarda sınırlandırılmış bir çevrede bulunmaları, sosyal becerilerde yetersizlik, duygusal olgunlaşmada gecikme, düşük öz güven ve kişilik gelişiminde olumsuz etkiler gibi sonuçlara yol açabilmektedir. Ayrıca, aşırı koruyucu veya gerçekçi olmayan bir benlik kavramının gelişmesi de bu süreçte görülebilmektedir (Akçamete, 2009; Alsayed, 2024).

Ekim & Ocakçı (2012), yaptıkları araştırmada ileri derece işitme kaybının bireylerin yaşam kalitesini olumsuz yönde etkilediğini; işitme kaybı olmayan bireylere göre yaşam kalitelerinin daha düşük olduğunu, özellikle fiziksel

iyilik, duygusal iyilik, özsaygı ve aile ilişkileri alanlarında daha düşük puanlar elde ettiklerini belirtmişlerdir (Ekim & Ocakçı, 2012).

İşitme kayıplı öğrenciler, normal işiten çocuklarla aynı sınıfta eğitim gördüklerinde, başarısızlık korkusu ve yetersizlik duygusu nedeniyle etkinliklere katılmaktan çekinmekte; bu durum, öğrencilerin içe kapanmalarına yol açmakta ve içe kapanıklık, sosyal reddedilmeye zemin hazırlamaktadır (Akçamete ve Ceber, 1999; Ekim ve Ocakçı, 2012).

İşitme kaybı olan bireylerin sosyal ve duygusal gelişimini riske edebilecek bazı faktörler şunlardır (Knoors & Marschark, 2014):

- (1) İşitme kaybına ek olarak zihinsel, nörolojik veya diğer tıbbi sorunların bulunması,
- (2) İşitme kaybının sosyal çevrede büyük bir hayal kırıklığı olarak algılanması,
- (3) Duyguları tanıma, anlama ve düzenleme güçlüklerinin yaşanması,
- (4) Zayıf veya gerçekçi olmayan benlik algısına sahip olunması,
- (5) Kısıtlı iletişim becerileri nedeniyle sosyal deneyim eksikliği ve başkalarının duygularını anlamada sınırlılık,
- (6) Olumlu sosyal etkileşimden mahrum kalmanın sonucu olarak düşük benlik saygısına sahip olunması,
- (7) Normal işiten toplum içinde ihmal edilme, görmezden gelinme, reddedilme ve izolasyon kaynaklı kişiler arası problemler ve
- (8) Alay edilme, kurbanlaştırılma ve zorbalığa maruz kalma (Knoors ve Marschark, 2014).

İşitme kaybı olan bireyler, çeşitli etkenler nedeniyle saldırganlık ve şiddet açısından risk altında kabul edilmektedir. İşitme kaybının etiyojisi, beyin hasarıyla ilişkileri, eğitim ve iletişim eksiklikleri ile ortaya çıkan hayal kırıklığı gibi faktörler incelendiğinde, işitme kaybı olan bireylerin şiddete başvurma olasılığının daha yüksek olabileceği öne sürülmektedir (Vernon & Greenberg, 1999). Buna ek olarak, yüksek işsizlik oranları, sınırlı istihdam olanakları ve düşük gelir gibi sosyoekonomik faktörler, bu riskin daha da artmasına katkıda bulunmaktadır (Cunningham ve Tucci, 2017).

Engelli bir aile bireyinin varlığı, tüm ailenin psikolojik ve sosyal dengesini önemli ölçüde etkileyebilir. Aileler, engelli bireyin durumu ile ilk karşılaştıklarında şok, korku, kaygı ve üzüntü gibi duygular yaşayabilmektedir. Bu durum, aile üyelerinin yaşam biçimlerini, rutinlerini ve sosyal rollerini değiştirmeye zorlar ve aile içinde yeni işleyiş biçimlerinin geliştirilmesini

gerektirir. Engelli bireyin ihtiyaçlarını anlamak ve ona uygun davranmak, aile üyelerinin sorumluluklarını artırmakta ve aileyi de dolaylı olarak “engelli” konumuna getirebilmektedir. Aileler, bu süreçte özgürlüklerinin kısıtlandığını, eğlenceli yönlerinin kaybolduğunu ve hayal kırıklığı ile kızgınlık gibi duygular yaşadıklarını bildirmektedir. Ayrıca, engelli birey ile kurulan iletişimin niteliği, ailenin bu durumu nasıl yöneteceğini belirleyen kritik bir faktördür (Vash & Crewe, 2004). Bu durum, ailelerin hem sosyal hem de duygusal kaynaklarını zorlayarak, aile içi uyum ve bireylerin psikolojik sağlığı üzerinde önemli etkiler yaratabilmektedir (Fahim, 2025; Podury, 2023).

Engelli olan bir çocuğa sahip olmak, ebeveynler için hem artan ebeveynlik stresi hem de çocukların davranışsal güçlükleri ile başa çıkma zorluğu anlamına gelmektedir. Özellikle sağır bir çocuğa sahip ebeveynler, çocuğun ihtiyaçlarını karşılamak için daha fazla sorumluluk üstlenmek, sık sık hastane ve sağlık kontrollerine gitmek ve artan sağlık masraflarını karşılamak gibi stres yaratan durumlarla karşılaşmaktadır (Quittner vd., 2010; Dammeyer, 2019). Ayrıca, sosyal çevreden kaynaklanan izolasyon ve kısıtlı dil becerileri, ebeveynlerin sosyal ilişkilerini olumsuz etkileyerek yalnızlık ve dışlanma algısını artırmaktadır. Bu durum, çocuklarda davranış problemlerinin artmasına, ebeveynlerde ise kaygı, üzüntü ve yetersizlik duygusunun güçlenmesine yol açabilmektedir (Podury, 2023; Fahim, 2025).

Ebeveynlerin stresle başa çıkma kapasitesi ve çocuğa uyum süreçleri, aile içi ilişkilerin niteliği, sosyoekonomik durum, erken dönemde sağlık profesyonelleri tarafından alınan rehberlik ve destek, ayrıca aileyi çevreleyen sosyal destek ağları ile yakından ilişkilidir. Sosyal destek sistemine dahil olmak, aileyi hem duygusal hem de pratik anlamda güçlendirerek, yaşanan stresin olumsuz etkilerini azaltmada kritik bir rol oynamaktadır. Tüm bu faktörler hem çocuğun gelişimi hem de aile işleyişi açısından uzun vadeli sonuçlar doğurmakta, ailelerin stresle baş etme stratejilerinin ve psikolojik esnekliklerinin önemini ortaya koymaktadır (Vash & Crewe, 2004; Sealy, McMahon & Sweller, 2023).

Engelli bir bireyin bulunduğu ailelerde sıklıkla suçluluk, utanç, üzüntü, kızgınlık, çaresizlik ve huzursuzluk gibi yoğun duygular yaşanmaktadır. Özellikle anneler, çocuğun engelliliğini gebelik sürecindeki beslenme, ilaç veya madde kullanımı gibi davranışlarına bağlayarak kendilerini suçlama eğiliminde olabilirler. Bu tür suçluluk duyguları, ebeveynlerin kendilik algısını olumsuz etkileyerek depresif duygulanıma ve ebeveynlik becerilerinde yetersizlik hissine yol açabilmektedir. Bazı aileler, bu durumu geçmişte yaptıkları hataların veya günahların bir cezası olarak algılayarak;

bazıları ise dini veya manevi bir bakış açısıyla, engelli çocuğun Tanrı tarafından kendilerine verilen özel bir armağan olduğuna inanabilmektedir. Bu tür inançlar, bazı durumlarda baş etme sürecini kolaylaştırabilirken, bazı ailelerde ise aşırı kadercilik veya pasif kabullenme eğilimiyle uyum sürecini olumsuz etkileyebilmektedir. Engelli bir bireyin doğumu, aile sisteminin tüm dinamiklerini değiştirerek rollerin, beklentilerin ve ilişkilerin yeniden tanımlanmasını gerektirir. Bu süreçte duygusal dengenin yeniden kurulabilmesi, ailenin sosyal destek sistemlerinden yararlanma düzeyi, kültürel değerleri ve dini inanç sistemleriyle yakından ilişkilidir. Dolayısıyla, engelli bir çocuğa sahip olmak yalnızca bireysel bir kriz değil, aynı zamanda tüm aile sisteminin psikolojik homeostazını yeniden yapılandırmasını gerektiren karmaşık bir yaşam olayıdır (Marschark, Lang & Albertini, 2002; Vash & Crewe, 2004).

Engel durumu bulunan çocuğa sahip aileler, toplumun norm ve dinamiklerine uyum sağlamakta güçlük yaşayabilir ve bu durum zamanla sosyal çevrelerinden izole olmalarına yol açabilir. Sosyal izolasyon, ailelerin engelli çocuklarına yönelik eğitim, sağlık ve hukuki hizmetlerden etkin bir şekilde yararlanabilme kapasitelerini de sınırlandırabilir. Bu bağlamda, ailelerin bilgilendirilmesi ve sistematik desteklerle güçlendirilmesi hem çocuğun gelişimsel ihtiyaçlarının karşılanması hem de ailenin toplumsal katılımının sürdürülebilir kılınması açısından kritik öneme sahiptir (Soyarslan, 2017; İçyüz, 2021).

Tüm aileler gibi, sağır ve işitme engelli bireylerin aileleri de farklı yeteneklere, özlemlere, kaynaklara ve yaşam deneyimlerine sahiptir. Ebeveynler veya bakım verenler işitme engelli olabileceği gibi, işiten kişiler de olabilir. Bununla birlikte, bazı aileler yetersiz eğitim düzeyine sahip olabilir ve erişebilecekleri kaynaklar ile destek sistemleri sınırlı olabilir. Sağır veya işitme engelli olmak, kültür, coğrafya ve sosyoekonomik durumdan bağımsız olarak bireylerin yaşamını etkileyen bir faktördür. Bu nedenle, sağır veya işitme engelli çocuğa sahip ailelerin, uzmanlar tarafından yaşamlarının farklı alanlarında kapsamlı ve sistematik desteklerle güçlendirilmesi gerekmektedir (Sass-Lehrer ve ark., 2016).

Sağır ve işitme engelli çocuğa sahip aileler, ortak umutlar, rüyalar ve kaygılar taşırlar. Bu kaygılar arasında, çocuğun güvende, sağlıklı ve mutlu olup olmayacağı, arkadaşlık ilişkileri kurup kuramayacağı, alacağı eğitimin niteliği, gelecekte istihdam edilebilirliği ve kendi ailesine bakıp bakamayacağı gibi sorular öne çıkar. Ayrıca, aileler çocuğuyla etkili bir iletişim kurma yollarını, hangi kurum ve programlardan destek alabileceklerini, çocuğa uygun destek teknolojilerini ve gelecekte çocuğunun iyi olacağından emin

olma yollarını sorgularlar. Engelli bir çocuğa sahip ailelerin bir diğer önemli endişesi ise, kendilerinin ileride yaşamını yitirmesi durumunda engelli bireyin yeterince sahiplenilmemesi ve korunamamasıdır (Sass-Lehrer vd., 2016; Yüksel & Tanrıverdi, 2019).

İşitme kaybının derecesi, ailelerin yaşadığı stres düzeyini doğrudan etkilemekte ve bu durum aile içi iletişim kalitesini olumsuz yönde etkileyebilmektedir. Yapılan araştırmalar, işitme kaybı şiddetinin arttığı durumlarda ebeveynlerin kaygı ve stres düzeylerinin de yükseldiğini göstermektedir (Meadow-Orlans ve ark., 2003). Bununla birlikte, bazı aileler stresle başa çıkma konusunda daha başarılıdır ve pozitif bir yaklaşım sergilerler; bu aileler, çocuklarının kayıplarına odaklanmak yerine mevcut becerilerini ve diğer duyuşsal yeteneklerini desteklemeye yönelirler (Marschark & Wauters, 2011). Öte yandan, bazı aileler çocuklarının işitme kaybından kendilerini sorumlu tutmakta ve suçluluk duygusu yaşamaktadır; bu durum, hem ebeveynlerin psikolojik iyi oluşunu hem de çocukla iletişimini olumsuz etkileyebilir (Meadow-Orlans vd., 2003). Dolayısıyla, işitme kaybı yaşayan çocukların ailelerine yönelik psikososyal destek ve bilgilendirme programları, hem ailelerin stresle başa çıkma becerilerini güçlendirmekte hem de çocukların sosyal ve akademik gelişimlerini olumlu yönde etkilemektedir (Sass-Lehrer vd., 2016).

Işık & Akbaş (2019) aile içinde engelli bireyin bakımına ilişkin iş bölümü ve bakım emeğinin, toplumsal cinsiyet eşitsizliği çerçevesinde şekillendiğini belirtmektedir. Bu yapıda, engelli çocuğun bakımından çoğunlukla anne sorumlu tutulmakta; destek sağlanan diğer kişiler ise genellikle ailenin büyük kadınları veya evin en büyük kız çocuğu olmaktadır. Bu durum, bakım emeğinin aile bireyleri arasında eşit bir şekilde paylaşılmadığını ve engelli bir çocuğa sahip ailelerde babaların sorumluluk alma konusunda yeterince destekleyici rol oynamadığını göstermektedir (Işık & Akbaş, 2019).

Erken yaşta işitme kaybının tespit edilmesi, bireylerin dil ve iletişim becerilerini geliştirmeleri açısından kritik öneme sahiptir. Özel eğitim programları, dil terapisi ve erken müdahale hizmetleri hem akademik hem sosyal becerilerin gelişimini desteklemektedir (Yoshinaga-Itano, 2003). Okul öncesi ve ilköğretim döneminde bu tür destekler, çocukların akranlarıyla etkin iletişim kurmalarını ve sosyal entegrasyonlarını artırmaktadır (Marschark & Wauters, 2011).

Aileler, işitme kaybı ve iletişim stratejileri konusunda bilinçlendirilmeli ve desteklenmelidir. Ebeveyn rehberliği, ailelerin stresle başa çıkma becerilerini artırmakta ve çocukla etkili iletişim kurmalarını sağlamaktadır (Sass-Lehrer vd., 2016). Ayrıca psikolojik danışmanlık hizmetleri, ebeveynlerin

suçluluk ve kaygı duygularını azaltarak, aile içi ilişkilerin sağlıklı bir şekilde sürdürülmesine katkı sağlamaktadır (Meadow-Orlans vd., 2003).

İşitme kaybı olan çocukların akranlarıyla etkileşim kurmalarını sağlayan sosyal etkinlikler, kulüpler ve grup terapileri, çocukların sosyal becerilerini ve özgüvenlerini güçlendirmektedir. Akran desteği ve sosyal katılım, yalnızca çocukların değil ailelerin de sosyal izolasyon riskini azaltmaktadır (Ching vd., 2013).

İşitme cihazları ve diğer yardımcı teknolojiler, iletişim becerilerini artırarak bireylerin sosyal ve akademik başarılarını olumlu yönde etkilemektedir (Michael ve ark., 2019). Erken yaşta cihaz kullanımına başlanması, dil gelişimini desteklemekte ve çocuğun bağımsızlık becerilerini güçlendirmektedir. Ailelerin cihazların doğru kullanımını öğrenmesi, cihazın sosyal ve psikolojik faydalarının sürdürülebilirliği açısından kritik öneme sahiptir (Yoshinaga-Itano, 2003).

Toplumda işitme kaybı konusunda farkındalık oluşturmak ve ayrımcılığı azaltmak, engelli bireylerin sosyal katılımını artırmaktadır. Okullarda ve toplumsal alanlarda erişilebilirlik önlemlerinin alınması, işitme kaybı olan çocukların kendilerini dışlanmış hissetmelerini önlemektedir (Yüksel & Tanrıverdi, 2019).

Bireysel psikolojik danışmanlık, işitme kaybı olan çocukların ve ailelerinin stres, kaygı ve özgüven sorunlarını azaltmaktadır. Aile terapisi, ebeveynlerin duygusal yüklerini paylaşmalarına ve çocukla iletişimlerini güçlendirmelerine yardımcı olmaktadır (Yüksel & Tanrıverdi, 2019).

Sonuç

İşitme kaybı, bireyin yaşamı boyunca iletişim, öğrenme ve sosyal etkileşim süreçlerini derinden etkileyen önemli bir halk sağlığı sorunudur. İşitme sisteminin herhangi bir aşamasında ortaya çıkabilen bu durum, doğuştan ya da sonradan kazanılmış olmasına bakılmaksızın, bireyin dil ve iletişim becerileri başta olmak üzere bilişsel, akademik ve psikososyal gelişimini olumsuz yönde etkileyebilmektedir. Dünya genelinde işitme kaybı prevalansının giderek artması, bu sorunun yalnızca bireysel değil, aynı zamanda toplumsal ve ekonomik boyutları olan küresel bir sorun olduğunu ortaya koymaktadır.

Özellikle çocukluk döneminde erken tanı ve müdahale edilmeyen işitme kayıpları, dil gelişiminde gecikmelere, öğrenme güçlüklerine ve sosyal uyum sorunlarına yol açabilmektedir. Yetişkin bireylerde ise işitme kaybı; sosyal izolasyon, iş yaşamında verimlilik kaybı ve psikolojik sorunlarla

ilişkilendirilmektedir. Bu olumsuz etkilerin azaltılabilmesi, işitme kaybının erken dönemde tanılanması ve bireyin gereksinimlerine uygun tıbbi, odyolojik ve rehabilitatif müdahalelerin zamanında uygulanması ile mümkün olmaktadır.

İşitme kaybına yönelik farkındalığın artırılması, koruyucu sağlık hizmetlerinin güçlendirilmesi ve erken tanı-müdahale yaklaşımlarının yaygınlaştırılması büyük önem taşımaktadır. Multidisipliner bir yaklaşımla yürütülen rehabilitasyon süreçleri ve aile ile sosyal destek mekanizmalarının güçlendirilmesi, işitme kayıplı bireylerin yaşam kalitesinin artırılmasına ve toplumsal yaşama etkin katılımlarının desteklenmesine katkı sağlayacaktır.

Kaynaklar

- Aile ve Sosyal Politikalar Bakanlığı. (2014). *Engelli bireylere ilişkin istatistiki bilgiler*. Ankara: Aile ve Sosyal Politikalar Bakanlığı, Engelli ve Yaşlı Hizmetleri Genel Müdürlüğü.
- Akçamete, G. (2009). Özel Gereksinimi Olan Çocuklar. (Editör: Gönül Akçamete) Genel Eğitim Okullarında Özel Gereksinimi Olan Öğrenciler ve Özel Eğitim. Ankara: Kök Yayıncılık.
- Akçamete, G., Ceber, H. (1999). Kaynaştırılmış sınıflardaki işitme engelli ve işiten öğrencilerin sosyometrik statülerinin karşılaştırmalı olarak incelenmesi. *Özel Eğitim Dergisi*, cilt: 2(3), ss: 64-74.
- Alsayed, A. (2024). *Social emotional goals for students who are deaf and hard of hearing: Special education teacher interviews*. Cogent Education, 11(1).
- Ashori, M. (2019). The Effectiveness of Life Skills Training on the Social Skills of Deaf Students. *Biomedical Research*, 10(3).
- Boerrigter, M., Vermeulen, A., Marres, H., Langereis, M. (2018). Personality traits of profoundly hearing impaired adolescents with cochlear implants. *Journal of Deaf Studies and Deaf Education*, 23(1), 1-9.
- Calderon, R., & Greenberg, M. T. (2012). Social and emotional development of deaf children: Family, school, and program effects. In *The Oxford Handbook of Deaf Studies, Language, and Education: Volume 1* (pp. 248-263). Oxford University Press.
- Ching, T. Y., Dillon, H., Button, L., Seeto, M., & Van Buynder, P. (2013). *Outcomes of children with hearing loss: Evidence from population-based studies*. International Journal of Audiology, 52(sup2), S7-S16.
- Cunningham, L., Tucci, D. L. (2017). Hearing Loss in Adults. The New England Journal of Medicine, 377(25), 2465-2473.
- Dammeyer, J., Hansen, A. T., Crowe, K., Marschark, M. (2019). Childhood hearing loss: Impact on parents and family life. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*, 118, 58-63.
- Dirks, E., Ketelaar, L., Zee, R., Netten, A.P., Frijns, J.H.M., Rieffe, C.(2017). Concern for Others: A Study on Empathy in Toddlers with Moderate Hearing Loss. *Journal of Deaf Studies and Deaf Education*, 22(2), 178-186.
- Ekim, A., Ocağcı, A.F. (2012). 8-12 Yaş arası işitme engelli çocukların yaşam kalitesi.*Ankara Sağlık Hizmetleri Dergisi*. Cilt: 11, sayı: 1, ss: 17-23.
- Fahim, D. F. M., Sayed S. I., Abdelrazic M. I., Abuelela I. S. (2025). Emotional and behavioral problems in children with hearing impairment. *BMC Pediatrics*, 25, 1-8.
- Farahmand, M. A., Adibsereshki, N., Poshtmashhadi, M., Bidhendi, R. (2024). Influence of Group Active Play on Social Skill and Emotional

- Development in Children with Hearing Impairments. *Journal of Pediatric Care*, 10(2).
- Gale, E., Martin, A. (2024) Deaf gain: visual communication for all young children. *Discov Educ*3, 66.
- Greenberg, M. T., & Kusche, C. A. (1993). *Promoting social and emotional development in deaf children: The PATHS project*. University of Washington Press.
- Işık, A. Ve Akbaş, E. (2019). Özel Gereksinimli Çocuklara Sahip Olan Ailelerin Evlilik Yaşamına Toplumsal Cinsiyet İdadlı Yaklaşım. *Social Sciences Research Journal*. 8 (2), 93- 110.
- İçyüz, R. (2021). "Aile ve Sorumlulukları". S. T. Aslan (Ed.). *İşitme Yetersizliği* içinde. Ankara: sivil Düşün Yayınları, 83- 99.
- Kızır, M., & Çiğci Tekinarslan, İ. (2016). İşitme yetersizliği olan bireylere sosyal beceri öğretimi: Bir gözden geçirme. *Curriculum and Instructional Studies*, 2(3), 149-164.
- Knoors, H. , Marschark, M. (2014). *Teaching Deaf Learners Psychological and Developmental Foundations*. First Edition. New York: Oxford University Press.
- Marschark, M. , Lang, H. G. , Albertini, J. A. (2002). *Education Deaf Students*. New York: Oxford University Press.
- Marschark, M. and Wauters, L. (2011). Cognitive Functioning in Deaf Adults and Children. M. Marschark and P. E. Spencer (Eds.). *In Oxford Handbook of Deaf Studies, Language, and Education*. Oxford: Oxford University Press.
- Meadow- Orlans, K. P. , Mertens, D. M. , Sass- Lehrer, M. A. (2003). *Parents and Their Deaf Children: The Early Years*. First Edition. Washington: Galludet University Press.
- Michael, R., Attias, J., Raveh, E.(2019) Cochlear Implantation and Social-Emotional Functioning of Children with Hearing Loss. *The Journal of Deaf Studies and Deaf Education*, 24(1), 25–31.
- Moeller, M. P., & Tomblin, J. B. (2015). *An introduction to the Outcomes of Children with Hearing Loss study*. *Ear and Hearing*, 36(1 Suppl), 4-13.
- Northern J.L. & Downs M.P. 2014. *Hearing in Children (6th edition)*. San Diego: Plural Publishing, Inc., pp. 385–405.
- Olusanya, B. O., Davis, A. C., & Hoffman, H. J. (2019). *Hearing loss: Rising prevalence and impact*. Bulletin of the World Health Organization, 97(10), 646–647.
- Özer, D.S. (2001). *Engelliler için beden eğitimi ve spor*. Ankara: Nobel

- Podury, A., Jiam N. T., Kim M., Donnenfield J. I., Dhand , A. (2023). Hearing and sociality: The implications of hearing loss on social development. *Frontiers in Psychology*, 14, 1–10.
- Saksida, A., Rebesco, R., Scuderi, M., Colombani, A., Messineo, I., Pavani, E., ... Pintonello, S. (2025). The role of symbolic gestures in the path towards auditory rehabilitation of infants with hearing loss: a feasibility study. *Deafness & Education International*, 1–21.
- Sass- Lehrer, M., Porter, A. And Cheryl, L. W. (2016). “Families: Partnership in Practice”. M. Sass- Lehrer (Ed.).In *Early Intervention for Deaf and Hard of Hearing Infants Toddlers and Their Families* içinde. New York: Oxford University Press, 65- 104.
- Sealy, J., McMahon, C., Sweller, N. (2023). Parenting Deaf Children: Exploring Relationships Between Resolution of Diagnosis, Parenting Styles and Morale, and Perceived Child Vulnerability. *Journal of Child and Family Studies*. Volume 32, pages 2761–2775.
- Soyarslan, A. R. (2017). *Engelli Çocuklara Anne Baba Olma Sanatı*. Kütahya: Egemen Yayınları.
- Stevenson, J. (2015). Emotional and Behavioural Difficulties in Children and Adolescents with Hearing Impairment: A Meta-Analysis. *Journal of Deaf Studies and Deaf Education*, 20(4), 365-377.
- Szarkowski, A., Young, A., Matthews, D., Meinzen- Derr, J. (2020). Pragmatics development in deaf and hard of hearing children: Challenges and opportunities. *Frontiers in Psychology*, 11, 1120.
- Şipal, R.F (2002). 7-11 yaş arası işitme engelli ve normal işiten çocukların sosyal uyum düzeylerinin incelenmesi. Yayımlanmamış yüksek lisans tezi. Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Tüfekçioglu, U. (2003). *İşitme, konuşma ve görme sorunları olan çocukların eğitimi*. Eskişehir: Anadolu Üniversitesi Yayınları.
- Vash, C. L. , Crewe, N. M. (2004). *Psychology of Disability*. 2nd. Edition. Springer Publishing Company.
- Vernon, M., Greenberg, S. F (1999). Violence in deaf and hard-o-hearing people: A review of the literature. *Aggression and Violent Behavior*, 4(3), 259-272.
- World Health Organization. *World Report on Hearing*. Geneva: WHO; 2021.
- World Health Organization. Deafness and hearing loss [Internet]. Geneva: WHO; [cited 2025 May 14]. Available from: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/deafness-and-hearing-loss>
- Yoshinaga-Itano, C. (2003). Early intervention after universal neonatal hearing screening: Impact on outcomes. *Mental Retardation and Developmental Disabilities Research Reviews*, 9(4), 252–266.

- Yüksel, H. Ve Tanrıverdi, A. (2019). Özel Gereksinimli Çocuğa Sahip Olan Ailelerin Yaşadıkları Sosyal Sorunlar ve Baş Etme Yolları. *Ankara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Fakültesi Özel Eğitim Dergisi*. 20 (3), 535- 559.
- Quittner, A. L., Barker, D. H., Cruz, I., Snell, C., Grimley, M.E., Botteri, M. (2010). Parenting stress among parents of deaf and hearing children: Associations with language delays and behavior problems. *Parenting: Science and Practice*, 10(2), 136–155.

BÖLÜM II:

TEKNOLOJİ, TANI VE REHABİLİTASYON

İşitme Tarama Programlarında Kullanılan Odyolojik Cihazlar

Betül Karabudak¹

Özet

İşitme, yaşamın ilk yıllarında beyin plastisitesiyle doğrudan ilişkili temel bir duyuşal girdiyi oluşturmaktadır ve erken dönemde sağlanan işitsel uyarım, dil, iletişim ve bilişsel gelişimin nörobiyolojik temelini şekillendirmektedir. İşitme tarama testleri, tüm yaş gruplarında işitme sisteminin hızlı, objektif ve güvenilir biçimde değerlendirilmesini sağlayan temel klinik uygulamalardır. Bu testler, işitme kaybının erken dönemde saptanmasını kolaylaştırarak tanı ve müdahale süreçlerinin etkinliğini artırmaktadır. Bu süreç, biyomedikal mühendisliğin yoğun katkısıyla ilerlemektedir. Günümüzde tarama amaçlı kullanılan odyolojik sistemler; gelişmiş sensör teknolojileri, düşük gürültü üreten analog devre tasarımları, yüksek çözünürlüklü analog-dijital dönüştürücü, dijital sinyal işleme algoritmaları ve gömülü sistem mimarileri gibi biyomedikal mühendisliğin çok boyutlu bileşenlerinin entegre edilmesiyle çalışmaktadır. Bu teknolojik altyapı, ölçümlerin hem tekrarlanabilirliğini hem de klinik doğruluğunu artıran kritik bir temel sunmaktadır.

2.1. İŞİTME TARAMA PROGRAMLARINDA KULLANILAN ODYOLOJİK CİHAZLAR

2.1.1. Otoakustik Emisyonlar (Otoacoustic Emissions, OAE)

Otoakustik emisyonlar (OAE), kokleadaki dış tüylü hücrelerin aktif biyomekanik amplifikasyon süreçleri sonucunda ortaya çıkan ve kulak kanalı yönüne geri yansıyan düşük şiddette akustik sinyallerdir (Kemp, 1978; Young & Ng, 2023). Dış tüylü hücreler, elektromotilite adı verilen biyofiziksel bir özellik sayesinde gelen akustik uyarılara karşı aktif mekanik yanıt üretir. Bu yanıt, baziler membranın ilgili frekans bölgelerinde uyarana bağlı bir amplifikasyon oluşturur ve bu amplifikasyonun küçük bir bölümü

1 Öğr. Gör., Karabük Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Biyomedikal Mühendisliği Bölümü, betulkarabudak@karabuk.edu.tr, 0000-0002-8266-4737

kokleanın girişine doğru ters yönde iletilerek kulak kanalında ölçülebilir hale gelir (Robles & Ruggero, 2001). Bu mekanizma, OAE'nin periferel işitme sisteminin bütünlüğünü hızlı, non-invaziv ve yüksek duyarlılık düzeyinde değerlendirebilmesini sağlayarak OAE'yi klinik tarama programlarında temel bir araç haline getirmiştir (Hall, 2016). Klinik uygulamalarda spontan ve uyarılmış olmak üzere iki ana OAE tipi öne çıkmaktadır. Uyarılmış emisyonlardan geçici uyaranla elde edilen OAE (TEOAE), klik veya chirp türü kısa süreli uyaranlarla 1-4 kHz aralığında oluşturulan yanıtların sinyal-gürültü oranına (SNR) göre değerlendirilmesine dayanır ve hafif-orta derecedeki sensörinöral işitme kayıplarını belirlemede yüksek duyarlılık sergiler (Çekiç, 2023). Distorsiyon ürünü OAE (DPOAE) ise kokleanın iki saf ses (f_1 , f_2) ile nonlineer uyarımı sonucu ortaya çıkan $2f_1-f_2$ gibi distorsiyon bileşenlerini frekans spesifik olarak kaydeder ve özellikle orta-yüksek frekanslarda dış tüylü hücrelerin fonksiyonunu yüksek frekans çözünürlüğüyle ortaya koyar (Çekiç, 2023; Prieve, 2000). Bir OAE ölçümü, uyarının kulak kanalına iletilmesi ile başlayıp elde edilen biyolojik yanıtların klinik açıdan yorumlanmasına kadar uzanan ardışık bir süreç içerir. Prob içerisindeki mini hoparlör, TEOAE için klik/chirp uyarılarını; DPOAE için ise iki birincil frekansın (f_1-f_2) oluşturduğu ton çiftlerini üretir. Kokleadaki dış tüylü hücre aktivitesinden kaynaklanarak geri yansıyan emisyon sinyalleri ise probda bulunan yüksek hassasiyetli mikrofon tarafından kaydedilir. Dijital ortama aktarılan bu sinyaller, gürültü azaltımı, zaman ortalaması, artefakt reddi ve frekans bileşenlerinin ayrıştırılması gibi dijital işleme aşamalarından geçirilir. Son olarak sinyal/gürültü oranı ve frekans bantlarındaki tekrarlanabilirlik analiz edilir; bu bulgulara dayanarak otomatik algoritmalar tarafından geçti/kaldı (pass/refer) kararı oluşturulur (Joint Committee on Infant Hearing (JCIH), 2019).

2.1.1.1. Biyomedikal Cihaz Mimarisi

OAE cihazlarının mühendislik altyapısı, sensör tasarımı, düşük gürültülü analog devreler ve gelişmiş dijital işleme algoritmalarının bütünlük kullanıma dayanır. Prob sistemi, uyaran üreten mini hoparlörleri, düşük genlikli emisyon sinyallerini algılayan mikrofonu, akustik iletim tüplerini ve sızdırmazlığı sağlayan silikon uçları içerir. Probun kulak kanalına doğru yerleşimi, ölçümün güvenilirliği açısından temel bileşendir (Hall, 2016). Yeni nesil geniş bant uyaranlar, kokleadaki frekans-bağımlı gecikmeleri dengeleyerek emisyon genliğini artırmakta ve ölçüm süresini kısaltmaktadır. Mikrofon tarafından algılanan düşük düzeyli sinyaller, düşük gürültülü pre-amplifikatör ile yükseltilir ve 16-24 bit yüksek çözünürlüklü bir analog sayısal dönüştürücü ile dijital formata aktarılır. Sayısal sinyal işleme birimi, zaman

ortalaması, artefakt reddi, hızlı Fourier dönüşümü ve adaptif filtreleme gibi işlemleri gerçekleştirerek sinyalin tekrarlanabilir bileşenlerini güçlendirir (Wu vd., 2023). Modern cihazlarda makine öğrenimi tabanlı karar algoritmaları, özellikle gürültülü tarama ortamlarında geçti/kaldı kararının doğruluğunu artırmakta ve operatör bağımlılığını azaltmaktadır (JCIH, 2019).

2.1.2. İşitsel Beyinsapı Cevabı (Auditory Brainstem Response, ABR)

İşitsel Beyinsapı Cevabı (Auditory Brainstem Response, ABR), koklea, işitsel sinir ve beyinsapı boyunca oluşan senkronize elektrofizyolojik aktivitenin kafa derisine yerleştirilen yüzey elektrotları aracılığıyla kaydedilmesi ilkesine dayanmaktadır (Picton, 2010; Young vd., 2023). ABR, tarama düzeyinde hızlı bir nörofizyolojik değerlendirme sağlayarak işitsel yolun bütünlüğü hakkında doğrudan bilgi sunmaktadır. Kulağa verilen kısa süreli uyaranlar, işitsel sinir ve beyinsapı çekirdeklerinde milisaniye ölçeğinde eşzamanlı elektriksel yanıtlar oluşturur. Bu yanıtlar belirgin dalga kompleksleri olan I-V dalgaları şeklinde kaydedilerek analiz edilir (Burkard vd., 2007; Hall, 2007). Tarama amaçlı kullanılan ABR sistemleri, kaydedilen sinyalin istatistiksel varlığını değerlendiren otomatik algoritmalarla geçti/kaldı kararını verir (Stapells, 2000).

2.1.2.1. Biyomedikal Cihaz Mimarisi

ABR ölçümünün güvenilir biçimde gerçekleştirilebilmesi için elektrot sistemi, amplifikasyon ve filtreleme devreleri, analog-dijital dönüştürme birimi ve karar yazılımından oluşan bütünlüklü bir teknolojik mimariye dayanmaktadır (Chiappa, 1997; Hall, 2007). Yüzey elektrotlarının tek kullanımlık ve biyouyumlu olması; deri-elektrot temas empedansının 5 k Ω veya altında tutulması ve elektrotlar arasındaki empedans değerlerinin birbirine yakın olması, güvenilir ve düşük artefaktlı kayıt elde etmek için önerilmektedir (American Electroencephalographic Society, 1991; Hall, 2007). Koklear ve beyin sapı kaynaklı nöral yanıtların genliği nanovolt ile mikrovolt aralığında olduğundan, cihazlardaki diferansiyel amplifikatörler son derece düşük gürültü üreten devrelerden oluşturulur (Burkard vd., 2007). Bu amplifikasyon süreci, özellikle kas aktivitesi, elektriksel parazit ve ortam gürültüsü gibi sinyal dışı bileşenleri bastırmak amacıyla 100-3000 Hz aralığında çalışan bant geçiren filtrelerle desteklenir ve bu aralık klinik ABR uygulamalarında standart kabul edilmektedir (Belgin & Şahlı, 2016). Analog sinyal, yüksek örnekleme hızına sahip analog-dijital dönüştürücüler aracılığıyla dijital forma aktarılır. Dijital sinyal işleme modülü, ortalamaya dayalı gürültü azaltma yöntemleri, sinyalin

uyaranla zaman ilişkisini belirleyen korelasyon analizleri, sinyal varlığına yönelik istatistiksel testler ve dalga morfolojisinin doğrulanmasına yönelik algoritmalar içerir (Elberling & Wahlgreen, 1985). Modern ABR sistemleri, artefakt tespiti, otomatik tekrar ölçüm protokolleri ve yaşa özgü nöral iletim sürelerini dikkate alan modellerle desteklenmektedir (Eggermont & Don, 1980; Gorga vd., 1989). Tüm bu işlemler tamamlandıktan sonra karar yazılımı devreye girer ve sinyal-gürültü oranı, korelasyon katsayısı ve 5. dalga varlığını değerlendirerek otomatik bir tarama sonucu üretir (Polonenko & Maddox, 2019). Bu bütünsel yaklaşım sayesinde operatör bağımlılığı azalmakta, ölçüm süresi kısalmakta ve klinik karar güvenilirliği artmaktadır.

2.1.3. Saf Ses Odyometri

Bireyin işitsel uyaranlara verdiği davranışsal yanıtlara dayanarak frekans-spesifik işitme eşiklerini belirleyen subjektif bir değerlendirme yöntemidir (Davies, 2016; Musiek vd., 2017;). Tarama amacıyla kullanıldığında özellikle okul çağı çocuklarında, gençlerde ve erişkin popülasyonunda kısa sürede uygulanabilen eşik taraması sağlar (Walker vd., 2013). Yöntem, ortam gürültüsünün kontrol edildiği koşullarda güvenilir sonuçlar vermesi ve işitme düzeyindeki hafif değişimlerinde ortaya koyabilmesi nedeniyle toplum düzeyinde yürütülen taramalarda sık tercih edilmektedir (Halloran vd., 2009; MacLennan-Smith vd., 2013).

2.1.3.1. Biyomedikal Cihaz Mimarisi

Saf ses odyometrisi için kullanılan cihazlar, düşük distorsiyonlu sinüzoidal uyaranlar üretebilen hassas bir ses jeneratörü, uluslararası standartlara göre kalibre edilmiş transdüserler ve dijital sinyal işleme biriminden oluşan bir yapıya sahiptir (Davies, 2016). Ses üretim modülü, ANSI S3.6 ve IEC 60645 kalibrasyon standartlarına uygun olarak belirli frekanslarda sabit ve kararlı sinyaller oluşturur (Valente vd., 1992). Odyometrik değerlendirmelerde kullanılan transdüserler; supra-aural TDH-39/49 kulaklıklar, insert tipi ER-3A referans kulaklıklar, kemik vibratörleri ve serbest alan hoparlörleri gibi klinik referans cihazları içerir. Bu transdüserlerin frekans tepkisi ve distorsiyon özellikleri, özellikle tarama ve eşik belirleme testlerinde ölçüm doğruluğunun temel belirleyicileri arasında yer almaktadır. (Clemis vd., 1986; Luks vd., 1989; Valente vd., 1992). Cihazın içinde yer alan sayısal sinyal işleme birimi, uyaran sinyaline rampalı geçişler ekleyerek istenmeyen klik artefaktlarını azaltır ve gerektiğinde maskeleme protokollerini dijital olarak kontrol eder (Gumus vd., 2016). Modern odyometrelerde kullanıcı arayüzü dokunmatik ekranlar üzerine taşınmıştır, cihaz yazılımı ise hasta yanıtlarının kaydedilmesini kolaylaştıran otomatik eşik bulma algoritmalarıyla desteklenmektedir (Poling

vd., 2016; Walker vd., 2013). Bu bütünleşik mimari, odyolojik ölçümlerin standardizasyonu, tekrarlanabilirliği ve çevresel gürültüye karşı dayanıklılığı açısından kritik öneme sahiptir (Davies, 2016; Musiek vd., 2017).

2.1.4. Akustik İmmitans Ölçümleri

Akustik immitans ölçümleri, timpanometri ve akustik refleks değerlendirmelerini kapsayan ve orta kulak sisteminin mekanik iletim özelliklerini objektif biçimde analiz eden temel bir odyolojik yöntemdir. Bu yaklaşım, kulak zarının ve orta kulak yapıların ses enerjisine verdiği yanıtı değerlendirerek özellikle iletim tipi işitme kayıplarının erken saptanmasına olanak tanır. Tarama düzeyindeki uygulamalarda hızlı sonuç vermesi ve hasta iş birliği gerektirmemesi, yöntemin klinik etkinliğini artırmaktadır. Ölçüm mantığı, kulak kanalına kontrollü ve değişken hava basıncı uygulanması ve bu basınç değişimlerine karşı kulak zarı-orta kulak sisteminin akustik geçirgenliğinin ölçülmesine dayanır. Akustik immitans ölçümleri, timpanometri ve akustik refleks değerlendirmelerini kapsayan ve orta kulak sisteminin mekanik iletim özelliklerini objektif biçimde analiz eden temel bir odyolojik yöntemdir (Shanks & Shohet, 2009). Bu yaklaşım, kulak zarının ve orta kulak yapıların ses enerjisine verdiği yanıtı değerlendirerek özellikle iletim tipi işitme kayıplarının erken saptanmasına olanak tanır (Feldman, 1976; Wiley vd., 1987). Tarama düzeyindeki uygulamalarda hızlı sonuç vermesi ve hasta iş birliği gerektirmemesi, yöntemin klinik etkinliğini artırmaktadır (Nozza vd., 1992). Ölçüm mantığı, kulak kanalına kontrollü ve değişken hava basıncı uygulanması ve bu basınç değişimlerine karşı kulak zarı-orta kulak sisteminin akustik geçirgenliğinin ölçülmesine dayanır (Jerger, 1970).

2.1.4.1. Biyomedikal Cihaz Mimarisi

Akustik immitans cihazlarının biyomedikal altyapısı, prob ünitesi, basınç kontrol sistemi, akustik sensörler ve dijital sinyal işleme modülünden oluşan bütünleşik bir yapıya sahiptir (Hunter & Shahnaz, 2014). Prob, kulak kanalına uygulanan basıncı ileten bir hava pompası, sabit frekanslı prob ses üreten küçük bir hoparlör ve kulak zarından yansıyan akustik enerjiyi algılayan hassas bir mikrofondan oluşur (Shanks & Shohet, 2009). Bu yapı, sızdırmazlığı sağlayan silikon uçlarla tamamlanır ve doğru yerleşim ölçüm kalitesi için kritik önem taşır. Basınç kontrol sistemi, kulak kanalındaki basıncı belirli bir aralıkta otomatik olarak değiştirerek orta kulak mekanik yanıtının değerlendirilmesine olanak tanır (Feldman, 1976). Mikro-pompa ve basınç sensörleri, uygulanan basıncın doğruluğunu gerçek zamanlı olarak izler (Wiley vd., 1987). Hoparlör tarafından üretilen prob tonu kulak zarının

hareketine bağlı olarak değişime uğrar ve bu değişim mikrofon tarafından algılanarak düşük gürültülü bir pre-amplifikatör aracılığıyla güçlendirilir. Analog sinyal, yüksek çözünürlüklü bir analog-dijital dönüştürücü ile sayısallaştırılır ve dijital sinyal işleme birimi tarafından kompiyans, basınç ve akustik enerji ilişkisi hesaplanarak timpanogram oluşturulur (Hunter & Shahnaz, 2014). Modern cihazlarda artefakt reddi, gürültü azaltımı ve otomatik sınıflandırma algoritmaları ölçümlerin güvenilirliğini artırmakta; bu sayede tarama programlarında orta kulak patolojilerinin hızlı ve objektif biçimde değerlendirilmesi mümkün hale gelmektedir (Shanks & Shohet, 2009)

2.1.5. Sonuç

OAE, ABR, saf ses odyometrisi ve akustik immitans ölçümleri işitme sisteminin farklı düzeylerini objektif veya davranışsal olarak değerlendiren ve modern tarama protokollerinin bilimsel temelini oluşturan tamamlayıcı yöntemlerdir. Biyomedikal mühendisliği açısından bu yöntemler, ileri sensör tasarımları, düşük gürültülü analog devreler, adaptif dijital sinyal işleme teknikleri gibi mühendislik bileşenlerinin odyolojiye sağladığı önemli katkıları açık biçimde göstermektedir. Güncel literatür, özellikle OAE ve ABR sistemlerinde yapay zekâ tabanlı artefakt giderme, sinyal-gürültü oranında iyileştirme ve otomatik geçti/kaldı algoritmalarının ölçüm güvenilirliğini anlamlı düzeyde artırdığını vurgulamaktadır. Bu bütünlüştür mühendislik altyapısı, düşük genlikli biyosinyallerin doğru yakalanmasını, çevresel gürültünün etkin biçimde bastırılmasını ve işitme taramalarının hem klinik hem de toplum temelli uygulamalarda daha hızlı, standart ve yüksek doğrulukla yürütülmesini mümkün kılmaktadır. Sonuç olarak, işitme tarama yöntemleri yalnızca klinik birer ölçüm aracı değil, biyomedikal teknolojilerin sürekli gelişen mühendislik katkılarıyla güçlenen ve literatürde etkinliği geniş biçimde ortaya konmuş kritik tanısal bileşenler hâline gelmiştir.

Kaynakça

- American Electroencephalographic Society. (1991). American Electroencephalographic Society guidelines for standard electrode position nomenclature. *Journal of Clinical Neurophysiology*, 8(2), 200-202.
- Belgin, E., & Şahlı, A. S. (2016). *Temel odyoloji*. Güneş Tıp Kitabevleri.
- Burkard, R. F., Eggermont, J. J., & Don, M. (Eds.). (2007). *Auditory evoked potentials: Basic principles and clinical application*. Lippincott Williams & Wilkins.
- Chiappa, K. H. (1997). *Evoked potentials in clinical medicine* (3rd ed.). Lippincott-Raven.
- Clemis, J. D., Ballad, W. J., & Killion, M. C. (1986). Clinical use of an insert earphone. *Annals of Otolology, Rhinology & Laryngology*, 95(5), 520-524. DOI: 10.1177/000348948609500515
- Çekiş, Ş. (Ed.). (2023). *Odyolojiye giriş* (1. baskı). Ankara: Nobel Akademik Yayıncılık.
- Davies, R. A. (2016). Audiometry and other hearing tests. In *Handbook of Clinical Neurology* (Vol. 137, pp. 157-176). Elsevier. DOI: 10.1016/B978-0-444-63437-5.00011-X
- Eggermont, J. J., & Don, M. (1980). Analysis of the click-evoked brainstem potentials in humans using high-pass noise masking. *Journal of the Acoustical Society of America*, 68(6), 1671-1675. DOI: 10.1121/1.385199
- Elberling, C., & Wahlgreen, O. (1985). Estimation of auditory brainstem response by means of Bayesian inference. *Scandinavian Audiology*, 14(2), 89-96. DOI: 10.3109/01050398509045928
- Feldman, A. S. (1976). Tympanometry: application and interpretation. *Annals of Otolology, Rhinology & Laryngology*, 85, 202-208. DOI: 10.1177/00034894760850S238
- Gorga, M. P., Kaminski, J. R., Beauchaine, K. L., & Jesteadt, W. (1989). Auditory brainstem responses from children three months to three years of age: Normal patterns of response. *Journal of Speech and Hearing Research*, 32(2), 281-288. DOI: 10.1044/jshr.3202.281
- Gumus, N. M., Gumus, M., Unsal, S., Yuksel, M., & Gunduz, M. (2016). Examination of insert ear interaural attenuation values. *Clinical Investigative Medicine*, 39(6), 27507. DOI: 10.25011/cim.v39i6.27507
- Hall, J. W. (2007). *New handbook of auditory evoked responses*. Pearson.
- Hall, J. W. (2016). *Objective assessment of hearing*. Plural Publishing.
- Halloran, D. R., Hardin, J. M., & Wall, T. C. (2009). Validity of pure-tone hearing screening at well-child visits. *Archives of Pediatrics & Adolescent Medicine*, 163(2), 158-163. DOI: 10.1001/archpediatrics.163.2.158

- Hunter, L. L., & Shahnaz, N. (2014). Acoustic immittance measures: Basic and advanced practice. In *Handbook of Clinical Audiology* (7th ed.). Lippincott Williams & Wilkins.
- JCIH (Joint Committee on Infant Hearing). (2019). Year 2019 position statement: Principles and guidelines for early hearing detection and intervention programs. *Journal of Early Hearing Detection and Intervention*, 4(2), 1-44. DOI: 10.15142/fptk-b748
- Jerger, J. (1970). Clinical experience with impedance audiometry. *Archives of Otolaryngology*, 92(4), 311-324. DOI: 10.1001/archotol.1970.04310040005002
- Kemp, D. T. (1978). Stimulated acoustic emissions from within the human auditory system. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 64(5), 1386-1391. DOI: 10.1121/1.382104
- Luks, S. B., Borton, T. E., & Nolen, B. L. (1989). Insert earphones for audiometry: Applications, advantages, and limitations. *Entechnology*, 21-2.
- MacLennan-Smith, E., Swanepoel, D. W., & Hall, J. W. (2013). Validity of diagnostic pure-tone audiometry without a sound-treated environment in older adults. *International Journal of Audiology*, 52(2), 66-73. DOI: 10.3109/14992027.2012.736692
- Musiek, F. E., Shinn, J., Chermak, G. D., & Bamio, D. E. (2017). Perspectives on the pure-tone audiogram. *Journal of the American Academy of Audiology*, 28(7), 655-671. DOI: 10.3766/jaaa.16061
- Nozza, R. J., Bluestone, C. D., Kardatzke, D., & Bachman, R. (1994). Identification of middle ear effusion in children by aural acoustic admittance and otoscopy. *Ear and Hearing*, 15(4), 310-323. DOI: 10.1097/00003446-199408000-00005
- Picton, T. W. (2010). *Human auditory evoked potentials*. Plural Publishing.
- Poling, G. L., Kunnel, T. J., & Dhar, S. (2016). Comparing the Accuracy and Speed of Manual and Tracking Methods of Measuring Hearing Thresholds. *Ear and Hearing*, 37(5), e336-e340. DOI: 10.1097/AUD.0000000000000317
- Polonenko, M. J., & Maddox, R. K. (2019). The parallel auditory brainstem response. *Trends in Hearing*, 23. DOI: 10.1177/2331216519871395
- Robles, L., & Ruggero, M. A. (2001). Mechanics of the mammalian cochlea. *Physiological Reviews*, 81(3), 1305-1352. DOI: 10.1152/physrev.2001.81.3.1305
- Shanks, J. E., & Shohet, J. A. (2009). Tympanometry in clinical practice. In *Handbook of Clinical Audiology* (6th ed.). Lippincott Williams & Wilkins.
- Stapells, D. R. (2000). Threshold estimation by the tone-evoked auditory brainstem response: A literature meta-analysis. *Journal of Speech-Language Pathology and Audiology*, 24(2), 74-83.

- Valente, M., Valente, M., & Goebel, J. (1992). High-frequency thresholds: circumaural earphone versus insert earphone. *Journal of the American Academy of Audiology*, 3(6).
- Walker, J. J., Cleveland, L. M., Davis, J. L., & Seales, J. S. (2013). Audiometry screening and interpretation. *American Family Physician*, 87(1), 41-47.
- Wiley, T. L., Stoppenbach, D. T., Feldman, A. S., & Green, J. D. (1987). Acoustic immittance measures in normal ears. *Journal of Speech and Hearing Research*, 30(2), 161-170. DOI: 10.1044/jshr.3002.161
- Young, A., & Ng, M. (2023). Otoacoustic emissions. In *StatPearls*. StatPearls Publishing.
- Young, A., Cornejo, J., & Spinner, A. (2023). Auditory brainstem response. In *StatPearls*. StatPearls Publishing.

İşitme Taramasında Yeni Nesil Biyomedikal Cihaz Teknolojileri

Betül Karabudak¹

Özet

İşitme tarama ve tanı sistemleri, geçmişte analog sınırlılıkları bulunan, düşük işlem gücüyle çalışan ve büyük ölçüde klinik ortamlara bağımlı biyomedikal cihaz teknolojileri üzerine kuruluyken, günümüzde sensör teknolojilerindeki ilerlemeler, gömülü sistem tasarımları, yüksek çözünürlüklü dijital işleme altyapıları ve yapay zekâ temelli analiz yöntemleri sayesinde köklü bir dönüşüm geçirmiştir. Yeni nesil otoakustik emisyon temelli cihazlar, işitsel beyin sapı cevabı ölçüm sistemleri ve geniş bant akustik immitans analiz birimleri, mikro-elektro-mekanik sistem (MEMS) tabanlı mikrofonlar, çok fonksiyonlu prob tasarımları, düşük gürültülü ön yükselteç devreleri ve uyarlanabilir dijital filtreleme yöntemleriyle daha hızlı, daha doğru ve daha taşınabilir hâle gelmiştir. Uzaktan odyoloji uygulamaları, bulut tabanlı veri yönetimi altyapıları ve nesnelerin interneti temelli bağlantı sistemleri sayesinde işitme taramaları artık mekâna bağlı olmaktan çıkmıştır. Böylelikle sürekli izlenebilir, veri odaklı ve uzaktan kontrol edilebilir bir yapıya dönüşmüştür. Yapay zekâ ile güçlendirilmiş geçici/kaldı değerlendirme modelleri ve sinyal-gürültü oranı kestirim yöntemleri, ölçüm ve yorumlama süreçlerini standardize etmektedir, sınıf içi iletişimi destekleyen frekans modülasyonlu iletim sistemleri ve Roger tabanlı işitsel destek teknolojileri ise tarama sonrasında uygulanan rehabilitasyonun etkisini belirgin biçimde artırmaktadır. Bu bütünlüsel yaklaşım, işitme sağlığını yalnızca ölçüm odaklı bir uygulama olmaktan çıkarıp akıllı, bağlantılı ve sürdürülebilir bir işitsel sağlık ekosistemine dönüştürmektedir.

1 Öğr. Gör., Karabük Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Biyomedikal Mühendisliği Bölümü, betulkarabudak@karabuk.edu.tr, 0000-0002-8266-4737

2.2. İŞİTME TARAMASINDA YENİ NESİL BİYOMEDİKAL CİHAZ TEKNOLOJİLERİ

İşitme kaybının erken dönemde belirlenmesi, çocukluk gelişimi, eğitim başarısı ve yaşam kalitesi üzerinde belirleyici bir etkiye sahiptir. Yenidoğanlardan okul çağı çocuklarına, genç ve erişkinlere kadar geniş bir popülasyonda uygulanan işitme tarama programları, günümüzde klasik analog temelli sistemlerden ileri biyomedikal cihaz teknolojilerine sahip, yüksek doğrulukta çalışan dijital sistemlere doğru dönüşmüştür. Bu dönüşüm, sensör teknolojilerindeki ilerlemeler, yüksek çözünürlüklü analog-sayısal çeviriciler, düşük gürültülü amplifikasyon devreleri, gelişmiş dijital sinyal işleme algoritmaları ve yapay zekâ destekli otomatik karar sistemlerinin bir arada kullanılmasıyla gerçekleşmiştir. Yeni nesil işitme taramasında, Otoakustik Emisyon (OAE), İşitsel Beyinsapı Cevabı (ABR) ve Akustik İmmittansmetri gibi temel odyolojik yöntemleri daha hızlı, tekrarlanabilir ve kullanıcıdan bağımsız biçimde uygulamaya olanak tanıyan cihaz tasarımlarını içerir. Tele-odyoloji ve IoT (Internet of Things, Nesnelerin İnterneti) tabanlı cihaz yönetimi, saha taramalarında taşınabilirliği artırırken, otomatik gürültü tayini, prob sızdırmazlık kontrolü ve algoritmik artefakt giderme gibi fonksiyonlar taramaların güvenilirliğini üst seviyeye taşımaktadır.

2.2.1. Yeni Nesil OAE Tarama Cihazlarının Mühendisliği

OAE temelli tarama cihazları, yenidoğan işitme taramalarından okul ve işitme sağlığı programlarına kadar geniş bir yelpazede birincil objektif tarama aracı hâline gelmiştir. Güncel eğilim, bu sistemlerin yalnızca klinik cihaz olarak değil, düşük maliyetli, taşınabilir, ağ bağlantılı ve otomatik karar destekli biyomedikal tanı platformları hâline gelmesi yönündedir (Chan vd., 2022).

2.2.1.1. Mikro-Elektro-Mekanik Sistem (MEMS) Mikrofon Teknolojileri

Klasik OAE problemlerinde kullanılan elektrot kondenser mikrofonlar, düşük maliyet ve yeterli duyarlılık sunmalarına rağmen frekans bandı genişliği, ısı kararlılık, boyut ve entegrasyon açısından sınırlıdır (Young, 2023). Yüksek frekanslı (8–20 kHz) OAE ölçümleri ile geniş bant timpanometri gibi yeni uygulamalar, bu geleneksel mikrofon tasarımlarının yetersizliklerini daha görünür hâle getirmiştir. Bu ihtiyaçlara yanıt olarak MEMS mikrofonlar, milimetre ölçeğindeki kompakt yapıları sayesinde prob içine kolaylıkla entegre olabilmekte; 10–20 kHz'e uzanan geniş bant frekans cevabı ve düşük eşdeğer gürültü seviyeleri ile düşük genlikli OAE yanıtlarının daha güvenilir şekilde ölçülmesine olanak tanımaktadır (Shah vd., 2019). Aynı prob gövdesinde birden fazla mikrofon kullanımının mümkün olması,

beamforming ve adaptif gürültü bastırma gibi gelişmiş sinyal işleme tekniklerinin uygulanmasını kolaylaştırarak özellikle gürültülü klinik ortamlarda ölçüm performansını artırır (Zauli vd., 2023). Bununla birlikte prob mikrofonlarının kalibrasyonu, ölçümlerin doğruluğu ve hasta-kulak kanalı akustiği ile etkileşimin modellenmesi açısından kritik bir mühendislik aşamasıdır; mikrofon empedansı, prob hacmi ve akustik sızıntılar gibi faktörler hassas bir biçimde değerlendirilmelidir (Rasetshwane & Neely, 2011).

2.2.1.2. Prob Tasarımında Yeni Yaklaşımlar

OAE probu, hoparlör, mikrofon ve uç adaptöründen oluşan kulak kanalına yerleşen bir akustik-elektro-mekanik yapıdır. Probun kulak kanalına doğru yerleşimi hem uyarının iletimini hem de geri dönen otoakustik emisyon sinyalinin düşük gürültüyle algılanmasını belirleyen temel bileşendir. Yeni nesil prob tasarımları, erişilebilirlik ve çok işlevlilik odaklı geliştirilmiştir. Tek hoparlör ve tek mikrofon içeren düşük maliyetli prob topolojileri, 3B baskı ve enjeksiyon kalıplı medikal sınıf plastikler sayesinde özellikle geniş ölçekli yenidoğan veya okul tarama programlarında yaygınlaşmaktadır (Abdala vd., 2018; Lewis vd., 2021). Akustik sızdırmazlık hem uyarın seviyesinin stabil kalması hem de dış gürültünün kulak kanalına sızmaması açısından kritik bir parametredir. Bu nedenle farklı uç geometrileri, yaşa göre boyutlandırılmış uçlar ve tek kullanımlık adaptörler yaygınlaşmaktadır (British Society of Audiology (BSA), 2023).

2.2.1.3. Düşük Gürültülü Pre-Amplifikatör Devreleri

OAE sinyalleri çoğunlukla kulak kanalındaki fizyolojik gürültüye ve cihazın elektronik gürültüsüne çok yakın genliktedir. Bu nedenle prob mikrofonundan gelen mikrovolt düzeyindeki sinyallerin çok düşük gürültülü pre-amplifikatörler ile yükseltilmesi gerekir. Giriş katında düşük gürültülü op-amp (işlemsel amplifikatör) veya enstrümantasyon yükselteçlerinin kullanılması, yüksek giriş empedansı ve uygun kazanç dağılımı temel tasarım ilkeleridir. Hastane ortamında sık karşılaşılan elektromanyetik girişimler, diferansiyel hat kullanımı, bükülü çift kablolama, ayrı tasarlanmış analog ve dijital topraklama ile ekranlı kablolar sayesinde etkin biçimde bastırılır. Pre-amplifikatörün tasarımı ise 24 bit çözünürlüklü delta-sigma tabanlı analog/dijital devreler ve dijital sinyal işleme blokları üzerine kuruludur. Bu yapı içerisinde uyarılar filtreleme, gürültü bastırma ve sinyal-gürültü oranı (SNR) optimizasyonu gibi algoritmalar kullanılarak geniş dinamik aralığa sahip, kararlı ve güvenilir bir entegre sinyal koşullandırma mimarisi elde edilmektedir (Interacoustics, 2023).

2.2.1.4. Çevresel Gürültü İndeksleme Sistemleri

Yenidoğan ve çocuklarda OAE ölçümlerinin en önemli sınırlayıcılarından biri çevresel gürültüdür. Bu nedenle güncel kılavuzlar, ölçüm ortamının gürültü düzeyinin ve SNR'nin ölçüm boyunca izlenmesini önermektedir (British Society of Audiology, 2023). Yeni nesil cihazlarda prob mikrofonuna ek olarak yerleştirilen referans mikrofonlar, ortam gürültüsünü gerçek zamanlı spektral analizle izler. Sistem, ortam uygun ya da uygunsuz uyarıları verebilir, kayıt süresini otomatik uzatabilir ve ölçüm raporuna gürültü indeksleri ekleyebilir. SNR'ye dayalı yanıt var veya yanıt yok karar eşikleri (örneğin belirli bantlarda $SNR \geq 6$ dB), bu mekanizmanın temel bileşenidir (Interacoustics, 2023).

2.2.2. Yeni Nesil ABR Tarama Cihazlarının Mühendisliği

Yeni nesil ABR tarama sistemleri, klasik analog tabanlı cihazlardaki sınırlamaları geride bırakarak yüksek empedanslı elektrotlar, gelişmiş dijital filtreleme ve otomatik pik analizi gibi mühendislik iyileştirmeleriyle daha hızlı, güvenilir ve pratik işitme değerlendirmeleri sunmaktadır (Hall, 2007; Picton, 2011).

2.2.2.1. Yüksek Empedanslı Elektrot Teknolojileri

Yeni nesil ABR sistemleri, düşük genlikli beyin sapı yanıtlarının güvenilir biçimde kaydedilmesini engelleyen elektrot-cilt ara yüzeyine bağlı sorunları çeşitli mühendislik yaklaşımlarıyla azaltmayı hedeflemektedir. Bu kapsamda, yüksek empedans değerlerinde bile kararlı ölçüm yapabilen diferansiyel amplifikatör devrelerinin kullanılması önemli bir avantaj sağlamaktadır, böylelikle 20-100 k Ω aralığındaki elektrot empedanslarında da stabil sinyal alınabilmektedir ve cilt hazırlığına ayrılan süre kısalmıştır (Burkard vd., 2007; Chiappa, 1997). Yenidoğan ve bebeklerde tahriş riskini en aza indiren yumuşak hidrojel tabanlı pediatrik elektrotlar hem biyouyumluluk hem de sinyal sürekliliği açısından güncel standart hâline gelmiştir (American Electroencephalographic Society, 1991; Sininger, 1993). Bunun yanı sıra, jel gerektirmeyen kuru elektrotlar ve giyilebilir elektrot bantları, özellikle saha taramaları ve tele-odyoloji uygulamaları için kullanım kolaylığı sunarak uygulama çeşitliliğini artırmaktadır (Lopez-Gordo vd., 2014; Mihajlović vd., 2015). Bu teknolojik iyileştirmeler, düşük genlikli ABR cevaplarının daha yüksek sinyal-gürültü oranıyla kaydedilmesine imkân tanımaktadır, böylece yanlış ölçüm riskini azaltmakta ve kullanıcı bağımlılığını belirgin şekilde düşürmektedir (Polonenko & Maddox, 2019).

2.2.2.2. Dijital Filtreleme ve Artefakt Bastırma

Klasik ABR ölçümlerinde sinyalin görünürlüğünü azaltan temel gürültü kaynakları arasında kas aktivitesinden kaynaklanan elektromiyografi sinyalleri, göz kırpması ve hareket artefaktları, çevresel elektromanyetik girişim ve uyarının oluşturduğu başlangıç artefaktı yer almaktadır (Burkard vd., 2007; Picton, 2011). Yeni nesil ABR sistemlerinde bu sorunlar daha gelişmiş dijital sinyal işleme yöntemleriyle azaltılmaktadır. Adaptif dijital filtreleme yaklaşımı, sabit bant-geçiren filtrelerin ötesine geçerek sinyal ve gürültü bileşenlerini gerçek zamanlı analiz ederek gürültü yapısına göre filtre ayarlarını otomatik olarak optimize eder. Uyarın artefaktının bastırılması amacıyla click veya CE-Chirp gibi uyarıların oluşturduğu yüksek genlikli başlangıç artefaktları, ters fazlı uyarın çiftleri, matematiksel iptal yöntemleri veya diğer sinyal işleme algoritmaları ile etkili bir şekilde azaltılmaktadır (Hu vd., 2015). Buna ek olarak, akıllı averajlama ve SNR temelli kayıt sonlandırma yöntemleri, sabit tekrar sayısı yerine sinyal-gürültü oranını sürekli izleyerek hedef SNR'ye ulaşıldığında kaydı otomatik olarak sonlandırmaktadır (BC Early Hearing Program, 2022).

2.2.2.3. Otomatik Pik Analizi ve Karar Algoritmaları

ABR kayıtlarında klinik değerlendirmenin temelini dalga latansları, genlikleri ve özellikle 5. dalganın güvenilir biçimde saptanması oluşturur (Hall, 2007; Picton, 2011). Geleneksel yöntemlerde bu değerlendirme büyük ölçüde kullanıcı yorumuna dayanmaktadır bu da hem sübjektifliğe hem de standardizasyon eksikliğine yol açmaktadır. Yeni nesil ABR sistemleri, bu süreci otomatikleştiren gelişmiş sinyal işleme ve makine öğrenmesi algoritmaları sayesinde daha tutarlı ve güvenilir sonuçlar sunmaktadır. Otomatik 5. dalga algılama sistemleri, derin öğrenme tabanlı modeller kullanarak dalga formunu analiz ederek 5. dalganın latans, genlik ve gürültü oranı gibi temel özelliklerini otomatik olarak belirler. Bu yöntem, kullanıcıya geçti/kaldı karar desteği sağlayarak hem yorum hatalarını azaltır hem de tarama sürecini önemli ölçüde kısaltır. Şablon eşleme yaklaşımlarında kaydedilen ABR yanıtı, normatif veri tabanlarındaki yaş ve uyarın seviyesine göre oluşturulmuş referans dalga formlarıyla karşılaştırılır; böylece değerlendirme süreci daha standardize hâle gelir. Buna ek olarak, SNR tabanlı karar modelleri yalnızca dalga görünürlüğünü değil matematiksel bir eşik kriterini esas alır; örneğin SNR'nin 3-6 dB'in üzerinde olması yanıtın varlığı için güçlü bir gösterge olarak kabul edilir (BC Early Hearing Program, 2022). Çok seviyeli uyarın ve eşik protokolleri ise cihazın uyarın seviyesini kademeli olarak azaltarak eşik tahminini hızlandırmasına imkân tanır, bu yöntem özellikle yenidoğan taramalarında test süresini belirgin şekilde kısaltmaktadır (Hu vd., 2015).

2.2.3. Geniş Bant Akustik İmmittans (Wideband Acoustic Immittance, WAI) Sistemleri

Geniş Bant Akustik İmmittans (WAI) sistemleri, klasik 226 Hz timpanometrinin sınırlamalarını aşarak orta kulak fonksiyonunu 0,25–8 kHz gibi geniş bir frekans aralığında değerlendirme olanağı sunmaktadır (Belgin & Şahlı, 2016). Son yıllarda yapılan çalışmalar, WAI'nin yenidoğan işitme taramasında iletim tipi kayıpların erken tanısında klasik timpanometriden anlamlı derecede üstün olduğunu göstermektedir (Hunter vd., 2013). WAI sistemlerinin temelinde, kulak kanalına iletilen geniş bant uyaran sinyalleri yer alır. Chirp, click veya geniş bant gürültü benzeri kısa süreli uyaranlar orta kulağın tüm frekanslardaki davranışını eş zamanlı değerlendirmeyi sağlar (Ellison vd., 2012). Bu çok frekanslı uyaranların en önemli avantajları, hızlı ölçüm süresi, prob yerleşimine bağlı hatalara karşı daha yüksek tolerans ve frekans-seçici iletim kayıplarını daha hassas biçimde ortaya koymasındır (Feeney & Keefe, 1999; Feeney vd., 2017). Son yıllarda geliştirilen geniş bant prob hoparlörleri ve MEMS mikrofonlar, yüksek frekans doğruluğu sağlayarak bebek ölçümlerindeki hareket artefaktlarını azaltmaktadır ve bu sistemler, prob yerleşim hatalarına daha toleranslı çalıştığı için toplu tarama programlarında uygunluk göstermektedir (Novelli vd., 2024).

2.2.4. Tele-Odyoloji Tabanlı Tarama Cihazları

Tele-odyoloji tabanlı tarama cihazları, işitme değerlendirmelerinin fiziksel klinik ortamdan bağımsız biçimde yürütülmesini sağlayan yeni nesil biyomedikal sistemlerdir. Bu cihazlar; internet bağlantısı, bulut tabanlı platformlar, uzaktan kontrol altyapıları ve güvenli veri yönetimi protokolleri sayesinde WAI gibi objektif testlerin saha koşullarında, ev ortamında veya düşük kaynaklı bölgelerde uygulanmasına olanak tanır. Böylece hem erişilebilirlik artar hem de yenidoğan işitme taraması gibi geniş ölçekli programların sürdürülebilirliği güçlenir. (Krumm & Syms, 2011)

2.2.4.1. Uzaktan Kontrol Mekanizmaları

Tele-odyoloji cihazlarının en kritik bileşenlerinden biri, klinisyenin test sürecini fiziksel olarak orada bulunmadan yönetebilmesini sağlayan uzaktan kontrol altyapısıdır. Bu altyapı, cihazın bağlı olduğu tablet veya mini bilgisayar üzerinden güvenli internet bağlantısıyla çalışır ve klinisyenin test parametreleri, uyaran seviyesi, elektrot empedansı ve prob yerleşimi gibi değişkenleri gerçek zamanlı yönetmesine imkân tanır (Swanepoel vd., 2010).

2.2.4.2. Bulut Tabanlı Veri Yönetimi ve Güvenlik

Bulut tabanlı veri yönetimi, tele-odyoloji sistemlerinin sürdürülebilirliğinde temel rol oynar. Ölçüm sonuçları cihazdan bulut sunucusuna uçtan uca şifreleme ile güvenli biçimde aktarılır ve farklı lokasyonlardaki uzmanlar tarafından eş zamanlı olarak erişilebilir (World Health Organization, 2019). Bu yapı, özellikle yenidoğan taramalarında hızlı karar süreçlerini desteklemekte ve geniş ölçekli programların yönetimini kolaylaştırmaktadır. Bulut sistemleri, yapay zekâ destekli pik analizi, SNR hesaplama, artefakt sınıflandırma ve kalite kontrol algoritmalarının sunucu tarafında çalıştırılmasına olanak tanır; böylece cihaz üzerindeki işlem yükü azalır (Mahomed-Asmail vd., 2016).

2.2.5. Yapay Zekâ Destekli Otomatik Tarama Algoritmaları

Yapay zekâ, yeni nesil işitme tarama sistemlerinde özellikle OAE ve ABR gibi objektif testlerin otomatik analizini standartlaştırarak ölçümlerin hızını ve doğruluğunu önemli ölçüde artırmaktadır. Makine öğrenmesi ve derin öğrenme tabanlı modeller; sinyal kalitesi değerlendirmesi, gürültü sınıflandırması, ABR dalga biçimi tanıma, latans-pik tespiti, OAE yanıt var veya yanıt yok sınıflandırması ve otomatik geçti/kaldı karar mekanizmaları gibi aşamalarda yüksek performans göstermektedir (Peng vd., 2025; McKearney vd., 2022). Bu modeller; sinyal kalitesi değerlendirmesi, gürültü sınıflandırması, dalga biçimi tanıma ve otomatik geçti/kaldı karar mekanizmalarının oluşturulmasında etkin bir şekilde kullanılmaktadır. Böylece kullanıcı bağımlılığı azalmaktadır, tarama süresi kısalmakta ve klinik dışı ortamlarda dahi güvenilir sonuçlar elde edilmektedir (Shao vd., 2025).

2.2.5.1. Geçti/Kaldı Sınıflandırma Modelleri

Geçti/Kaldı karar yapısı, yenidoğan işitme taramalarının temel değerlendirme aşamasıdır. Yapay zekâ tabanlı sınıflandırma modelleri, kaydedilen sinyallerin istatistiksel ve morfolojik özelliklerini analiz ederek otomatik karar üretir. Bu süreçte OAE yanıt genliği, frekans bileşenleri, ABR 5. dalga latansı ve genliği, artefakt yoğunluğu ve SNR dağılımı gibi çok sayıda parametre birlikte değerlendirilir. Son yıllarda derin öğrenme tabanlı dalga biçimi tanıma modelleri, geleneksel eşik tabanlı yöntemlerin üzerine çıkarak daha yüksek doğruluk ve tekrarlanabilirlik bildirmiştir. Bu gelişmeler, büyük nüfus taramalarında objektif ve standardize edilmiş karar süreçlerinin uygulanmasını mümkün kılmakta ve klinik doğruluğu artırmaktadır (AlSamhori vd., 2024).

2.2.5.2. Sinyal-Gürültü Oranı (SNR) Kestirim Yöntemleri

SNR, OAE ve ABR ölçümlerinde sinyal kalitesini belirleyen en önemli göstergelerden biridir. Yapay zekâ destekli SNR kestirim yöntemleri, sinyal ve gürültü bileşenlerini zaman-frekans düzleminde ayırarak daha hızlı ve doğru hesaplama sağlar. Bu yöntemler; kısa süreli Fourier dönüşümü (STFT), dalga ayrıştırma, gürültü sınıflandırma algoritmaları, adaptif SNR tahmini ve derin öğrenme tabanlı sinyal iyileştirme modelleri gibi tekniklere dayanır (Mahomed-Asmail vd., 2016).

2.2.6. İşitsel Destek Teknolojileri: Frekans Modülasyonu (FM) Ve ROGER Sistemleri

Tarama sonrası işitsel destek teknolojileri, erken tanı alan çocukların eğitim ve iletişim süreçlerinde karşılaştıkları dinleme zorluklarını azaltmak için kritik bir role sahiptir. FM ve Roger sistemleri, özellikle sınıf gibi yüksek gürültü ve yankı içeren ortamlarda konuşma sinyalinin kalitesini artıran modern kablosuz iletim çözümleridir. Bu sistemler, öğretmenin sesini doğrudan çocuğun işitme cihazına veya koklear implantına ileterek çevresel gürültüyü ve mesafe etkisini önemli ölçüde azaltır, böylece sinyal-gürültü oranında anlamlı iyileşme sağlanır (Norrix vd., 2016; Thibodeau, 2014). Roger platformunda kullanılan adaptif dijital modülasyon, geniş bant ses iletimi, düşük gecikme süreleri ve sınıf gürültüsüne göre kazancı dinamik olarak ayarlayan adaptive gain algoritmaları sayesinde klasik analog FM sistemlerine kıyasla daha yüksek performans sunmaktadır. Klinik araştırmalar, Roger sistemlerinin SNR'yi 8–15 dB artırdığını, konuşma anlama skorlarını ise gürültülü ortamlarda anlamlı düzeyde iyileştirdiğini göstermektedir (Wolfe vd., 2015).

2.2.7. Sonuç

Yeni nesil işitme tarama cihazları, donanım (MEMS mikrofonlar, çok işlevli prob sistemleri, düşük gürültülü amplifikatörler), yazılım (DSP tabanlı filtreleme, otomatik pik analizi), bağlantı (tele-odyoloji, bulut altyapıları) ve yapay zekâ (Geçti/Kaldı sınıflandırma, SNR kestirimi) katmanlarının bütünleşmesiyle klasik işitme tarama modellerinin ötesine geçmiştir. Bu sistemler sayesinde taramalar daha hızlı, daha taşınabilir, daha doğru ve kullanıcıya daha az bağımlı hâle gelmiş; geniş nüfus taramaları, kırsal bölgeler ve ev temelli uygulamalar için erişilebilirlik büyük ölçüde artmıştır. Tarama sonrası FM ve Roger sistemleri gibi dijital işitsel destek teknolojilerinin devreye girmesi ise yalnızca işitme kaybının tespitini değil, bireyin eğitim, iletişim ve sosyal yaşamdaki işitsel katılımını da geliştiren daha geniş bir bakım çevrimi oluşturmaktadır. Bu bütünleşik yaklaşım,

biyomedikal cihaz teknolojilerinin işitme sağlığında yalnızca ölçüm üreten bir araç değildir, karar destek, veri akışı, uzaktan yönetim ve rehabilitasyon süreçlerinin ayrılmaz bir bileşeni hâline geldiğini göstermektedir.

Kaynakça

- AlSamhori, J. F., AlSamhori, A. R. F., Amourah, R. M., AlQadi, Y., Koro, Z. W., Haddad, T. R. A., ... & Nashwan, A. J. (2024). Artificial intelligence for hearing loss prevention, diagnosis, and management. *Journal of Medicine, Surgery, and Public Health*, 3, 100133. DOI: 10.1016/j.glmedi.2024.100133
- American Electroencephalographic Society. (1991). American Electroencephalographic Society guidelines for standard electrode position nomenclature. *Journal of Clinical Neurophysiology*, 8(2), 200–202.
- BC Early Hearing Program. (2022). Auditory brainstem response (ABR) protocol guidelines. Government of British Columbia.
- Belgin, E., & Şahlı, A. S. (2016). Temel odyoloji. Güneş Tıp Kitabevleri.
- British Society of Audiology (BSA). (2023). Recommended Procedure: Transient evoked otoacoustic emissions (TEOAE) measurement and distortion product otoacoustic emissions (DPOAE) measurement. BSA Publications.
- Burkard, R. F., Eggermont, J. J., & Don, M. (Eds.). (2007). *Auditory evoked potentials: Basic principles and clinical applications*. Lippincott Williams & Wilkins.
- Chan, J., Ali, N., Najafi, A., Meehan, A., Mancl, L. R., Gallagher, E., Bly, R., & Gollakota, S. (2022). An off-the-shelf otoacoustic-emission probe for hearing screening via a smartphone. *Nature Biomedical Engineering*, 6(11), 1203–1213. DOI : 10.1038/s41551-022-00947-6
- Chiappa, K. H. (1997). *Evoked potentials in clinical medicine* (3rd ed.). Lippincott-Raven. DOI: 10.1056/NEJM198205133061904
- Ellison, J. C., Gorga, M., Cohn, E., Fitzpatrick, D., Sanford, C. A., & Keefe, D. H. (2012). Wideband acoustic transfer functions predict middle-ear effusion. *The Laryngoscope*, 122(4), 887–894. DOI: 10.1002/lary.23182
- Feeney, M. P., & Keefe, D. H. (1999). Acoustic reflex detection using wide-band acoustic reflectance, admittance, and power measurements. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 42(5), 1029–1041. DOI: 10.1044/jslhr.4205.1029
- Feeney, M. P., Keefe, D. H., Hunter, L. L., Fitzpatrick, D. F., Garinis, A. C., Putterman, D. B., & McMillan, G. P. (2017). Normative wideband reflectance, equivalent admittance at the tympanic membrane, and acoustic stapedius reflex threshold in adults. *Ear and hearing*, 38(3), e142–e160. DOI: 10.1097/AUD.0000000000000399
- Hall, J. W. (2007). *New handbook of auditory evoked responses*. Pearson.
- Hu, H., Kollmeier, B., & Dietz, M. (2015). Reduction of stimulation coherent artifacts in electrically evoked auditory brainstem responses. *Bi-*

- omedical Signal Processing and Control*, 00, 1–14. DOI: 10.1016/j.bspc.2015.05.015
- Hunter, L. L., Prieve, B. A., Kei, J., & Sanford, C. A. (2013). Pediatric applications of wideband acoustic immittance measures. *Ear and hearing*, 34, 36s-42s. DOI: 10.1097/AUD.0b013e31829d5158
- Interacoustics. (2023). *Otoacoustic emissions: Technical whitepaper and device specifications*. Interacoustics A/S.
- Krumm, M., & Syms, M. J. (2011). Teleaudiology. *Otolaryngologic Clinics of North America*, 44(6), 1297-1304. DOI: 10.1016/j.otc.2011.08.006
- Lopez-Gordo, M. A., Fernández, E., Romero, S., Pelayo, F., & Prieto, A. (2014). Dry EEG electrodes. *Sensors*, 14(7), 12847–12870. DOI: 10.3390/s140712847
- Mahomed-Asmail, F., Swanepoel, D. W., Eikelboom, R. H., Myburgh, H., & Hall, J. W. (2016). Clinical validity of hearScreen™ smartphone hearing screening for school children. *Ear and hearing*, 37(1), e11-e17. DOI: 10.1097/AUD.0000000000000223
- McKearney, R. M., Bell, S. L., Chesnaye, M. A., & Simpson, D. M. (2022). Auditory brainstem response detection using machine learning: a comparison with statistical detection methods. *Ear and Hearing*, 43(3), 949-960. DOI: 10.1097/AUD.0000000000001151
- Mihajlović, V., Grundlehner, B., Vullers, R., & Penders, J. (2015). Wearable, wireless EEG solutions in daily life applications. *IEEE Journal of Biomedical and Health Informatics*, 19(1), 6–21. DOI: 10.1109/JBHI.2014.2328317
- Norrix, L. W., Camarota, K., Harris, F. P., & Dean, J. (2016). The effects of FM and hearing aid microphone settings, FM gain, and ambient noise levels on SNR at the tympanic membrane. *Journal of the American Academy of Audiology*, 27(02), 117-125. DOI: 10.3766/jaaa.15012
- Novelli, C. V. L., Sanfins, M. D., Skarżyński, P. H., Skarżyńska, M. B., Diniz-Hein, T. A., & Colella-Santos, M. F. (2024). Neonatal Hearing Screening Using Wideband Absorbance and Otoacoustic Emissions Measured Under Ambient and Pressurized Conditions. *Children*, 11(11), 1290. DOI: 10.3390/children11111290
- Peng, S., Zhao, Y., Yao, X., Yin, H., Ma, B., Liu, K., ... & Cao, Y. (2025). Using Machine Learning for Analysis of Wideband Acoustic Immittance and Assessment of Middle Ear Function in Infants. *Audiology Research*, 15(2), 35. DOI: 10.3390/audiolres15020035
- Picton, T. W. (2011). *Human auditory evoked potentials*. Plural Publishing.
- Polonenko, M. J., & Maddox, R. K. (2019). The parallel auditory brainstem response. *Trends in Hearing*, 23, 1–15. DOI: 10.1177/2331216519871395

- Rasetshwane, D. M., & Neely, S. T. (2011). Calibration of otoacoustic emission probe microphones. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 130(4), EL238-EL243. DOI: 10.1121/1.3632047
- Shah, M. A., Shah, I. A., Lee, D. G., & Hur, S. (2019). Design approaches of MEMS microphones for enhanced performance. *Journal of sensors*, 2019(1), 9294528. DOI: 10.1155/2019/9294528
- Shao, L., Zhang, J., Chen, X., Xu, D., Gu, H., Mu, Q., ... & Yu, C. (2025). Artificial intelligence-driven distributed acoustic sensing technology and engineering application. *Photonix*, 6(1), 4. DOI: 10.1186/s43074-025-00160-z
- Sininger, Y. S. (1993). Auditory brain stem response for objective measures of hearing. *Ear and Hearing*, 14(1), 23–30. DOI: 10.1097/00003446-199302000-00004
- Swanepoel, D. W., & Hall, J. W. (2010). A systematic review of telehealth applications in audiology. *Telemedicine and e-Health*, 16(2), 181–187. DOI: 10.1089/tmj.2009.0111
- Thibodeau, L. M. (2020). Benefits in speech recognition in noise with remote wireless microphones in group settings. *Journal of the American Academy of Audiology*, 31(06), 404–411. DOI: 10.3766/jaaa.19060
- World Health Organization (WHO). (2019). *WHO guideline: Recommendations on digital interventions for health system strengthening*. World Health Organization.
- Wolfe, J., Morais Duke, M., Schafer, E., Jones, C., Mülder, H. E., John, A., & Hudson, M. (2015). Evaluation of performance with an adaptive digital remote microphone system and a digital remote microphone audio-streaming accessory system. *American Journal of Audiology*, 24(3), 440–450. DOI: 10.1044/2015_AJA-15-0018
- Young, A. (2023). *Otoacoustic emissions*. In *StatPearls*. StatPearls Publishing.
- Zauli, M., Peppi, L. M., Di Bonaventura, L., Arcobelli, V. A., Spadotto, A., Diemberger, I., ... & De Marchi, L. (2023). Exploring microphone technologies for digital auscultation devices. *Micromachines*, 14(11), 2092. DOI: 10.3390/mi14112092

Tarama Programları Sonrası Odyolojik Tanılama 8

Esra Sarlık¹

Özet

İşitme kaybının erken tanınması, çocukluk ve yetişkinlik dönemlerinde iletişim, konuşma-dil gelişimi ve akademik başarı üzerinde belirleyici bir etkiye sahiptir. Yenidoğan işitme tarama programları, olası işitme kayıplarının hızlı biçimde belirlenmesini sağlasa da, tanısal doğrulama süreci ayrıntılı odyolojik değerlendirmeleri gerektirir. Bu bölümde, işitme kaybının tanınmasında kullanılan davranışsal ve objektif test bataryaları detaylı biçimde ele alınmaktadır. Saf ses odyometrisi, konuşma odyometrisi, pediatrik davranışsal testler (Davranışsal Gözlem Odyometrisi, Görsel Pekiştireç Odyometrisi, Oyun Odyometrisi), otoakustik emisyon testleri, akustik immitansmetri ve elektrofizyolojik değerlendirme yöntemleri (İşitsel Beyin Sapı Cevapları ve ASSR) bölümün temel bileşenleridir. Bu testlerin her biri, bireyin işitme eşiğini, işitme kaybının derecesini, türünü ve yerini belirlemede kritik bilgiler sunar. Bölüm, tanısal yaklaşımda çapraz kontrol ilkesinin önemini vurgulamakta ve özellikle pediatrik popülasyonda objektif ve davranışsal yöntemlerin birlikte kullanımının gerekliliğini ortaya koymaktadır.

2.3. TARAMA PROGRAMLARI SONRASI ODYOLOJİK TANILAMA

İşitme kaybı, bireyin sosyal iletişim becerilerini, günlük yaşam işlevlerini ve temel yaşam haklarını doğrudan etkileyen önemli bir sağlık sorunudur. Bu nedenle, yenidoğan döneminden itibaren uygulanan işitme tarama programları ile işitme kaybının mümkün olan en erken dönemde tanınması ve kaybın birey üzerindeki olumsuz etkilerinin azaltılması hedeflenmektedir (Lieu vd., 2020). İşitme tarama programları, geniş kitlelere kısa sürede uygulanabilen, pratik ve maliyet-etkin testlerden oluşur. Tarama sürecindeki temel amaç, işitme kaybı açısından risk taşıyan bebek veya bireylerin erken dönemde belirlenerek ayrıntılı odyolojik değerlendirme için klinik ortama yönlendirilmesidir (Kanji & Moroe, 2018).

1 Arş. Gör., Marmara Üniversitesi, esrasarlik@gmail.com ORCID: 0000-0003-0100-804X,

Klinikte işitme kaybının değerlendirilmesinde kullanılan testler genel olarak *objektif* ve *davranışsal* test bataryaları olmak üzere iki ana kategoride incelenmektedir. Bu testler sayesinde bireyin işitme kaybının derecesi, tipi ve frekans konfigürasyonu hakkında kapsamlı bilgi elde edilebilir. Test bataryasının seçimi; bireyin yaşı, gelişimsel ve zihinsel durumu, sağlık durumu ve test sırasında gözlenen davranışsal göstergeler dikkate alınarak yapılmalıdır (Roeser vd., 2000). Odyolojik değerlendirmede temel yaklaşım, tek bir test sonucunun tanı koymak için yeterli olmayacağı gerçeğine dayanır. Tanısal doğruluk için mutlaka birden fazla testin sonuçlarının birbiriyle çapraz kontrol edilerek değerlendirilmesi gerekmektedir (Katz vd., 2015).

2.3.1. İşitme Değerlendirmesi İçin Kullanılan Davranışsal Test Bataryaları

2.3.1.1. Saf Ses Odyometri Testi

İşitme değerlendirmelerinde kullanılan odyometre, işitme sisteminin hassasiyet gösterdiği frekans ve şiddet düzeylerinde, süresi ve şiddeti kontrol edilebilen standart akustik uyaranlar sağlayan bir ölçüm aracıdır. Odyometre cihazlarıyla yapılan geleneksel saf ses odyometri testinde (SSOT), 250–8000 Hz frekans aralığında bireyin frekansa özgü işitme eşikleri değerlendirilir. Bu aralık, konuşmanın anlaşılması için önemli olan frekans aralığına oldukça benzerdir (ANSI, 2019). Gerekli durumlarda 8000–20000 Hz aralığındaki frekans alanları da yüksek frekans odyometrisi ile değerlendirilebilir. Periferden santral işitme sistemine kadar değerlendirme yapabilmesi ve işitme kaybının türünü ve derecesini belirleyebilmesi nedeniyle klinikteki temel testlerden biridir (Widen, 1993). SSOT’nde hastanın söylenen yönergeleri testin başından sonuna kadar tutarlı bir şekilde yerine getirmesi ve testi yapan klinisyenle uyumlu olması oldukça önemlidir. Bu nedenle, test yönergelerini yerine getirebilecek bilince sahip 6 yaş ve üzeri çocuklar ve yetişkinler için kullanılmaktadır (Martin & Clark, 2019).

İşitme eşiği, belirli bir frekansta gönderilen saf sesin %50 oranında algılandığı en düşük şiddet seviyesidir. Daha genel tanımıyla, kişinin belirli bir frekansta gönderilen saf ses uyaranını algıladığı en düşük şiddet seviyesidir. SSOT’nde hava ve kemik yolu iletimi olmak üzere iki farklı işitme eşiği değerlendirilir. Hava yolu işitme eşikleri (HYİE), supraaural veya insert kulaklıklar kullanılarak sesin dış kulaktan başlayıp santral işitme sistemine kadar olan iletim yolu değerlendirilerek belirlenir (Katz vd., 2015). Kemik yolu işitme eşikleri (KYİE) ise mastoid çıkıntıya yerleştirilen vibratör aracılığıyla dış ve orta kulak ekarte edilerek mastoid kemiğin titreştirilmesiyle ölçülür ve

genellikle 500, 1000, 2000 ve 4000 Hz frekanslarında değerlendirilir (Katz vd., 2015).

2.3.1.2. Saf Ses Odyometri Testinin Yapılışı

Testin uygulanabilmesi için ses yalıtımlı oda veya kabinlerin kullanılması gerekmektedir. Teste başlanmadan önce detaylı anamnez alınması ve testin yapılmasının hastaya açıklanması önemlidir. Saf ses işitme eşikleri, modifiye Hughson–Westlake prosedürüne göre, hastanın anamnezine bağlı olarak daha iyi duyan kulakta 1000 Hz'deki hava yolu eşiklerinin (HYİE) bulunmasıyla belirlenir (Carhart & Jerger, 1959; Hughson & Westlake, 1944). Eğer hasta simetrik duyduğunu ifade ediyorsa teste sağ kulaktan başlanır. Hasta ses duyduğunda butona basarak, elini kaldırarak veya sözlü olarak yanıt verebilir.

Test anlatıldıktan sonra değerlendirmeye, hastanın rahat duyabileceği yaklaşık 30 dB HL seviyesinde başlanır. Hastadan ilk yanıt alındıktan sonra ascending–descending yöntemi ile işitme eşiği aranır. Hasta tepki verdiğinde uyaran seviyesi 10 dB azaltılır; tepki vermezse 5 dB artırılır (Cox & Margolis, 1991). Bu prosedürle HYİE belirlenir. HYİE bulunduktan sonra kontrol amacıyla 10 dB daha düşük şiddette ses gönderilir ve hasta cevap verene kadar uyaran 5'er dB'lik adımlarla artırılır. Hasta aynı şiddetteki üç uyarandan ikisine tutarlı şekilde yanıt verirse, yanıt verdiği dB seviyesi HYİE olarak kaydedilir (Carhart & Jerger, 1959).

KYİE için kemik iletim vibratörü mastoide veya alına yerleştirilir. Vibratörün kayması yalancı eşik elde edilmesine; yeterli titreşim enerjisi aktaramaması ise daha yüksek eşik değerlerine yol açabilir. Bu nedenle vibratörün doğru yerleştirilmesi ve hastanın hareket etmemesi önemlidir. KYİE ölçümü öncelikle 1000 Hz'de yapılır; ardından sırasıyla 2000, 3000, 4000 ve 500 Hz eşikleri belirlenir (Carhart & Jerger, 1959).

Hava ve kemik yolu eşikleri belirlendikten sonra sonuçlar odyogram adı verilen forma kaydedilir. Odyogramın yatay eksen frekansları, dikey eksen ses şiddetini temsil eder. İşaretlemelerde American Speech-Language-Hearing Association'ın belirlediği odyogram sembolleri kullanılır: sağ kulak HYİE kırmızı yuvarlak (O), sol kulak HYİE mavi çarpı (X), sağ kulak KYİE kırmızı "<", sol kulak KYİE ise mavi ">" ile gösterilir (ASHA, 1990). İşaretlemeler tamamlandıktan sonra her kulağın 500, 1000 ve 2000 Hz eşiklerinin aritmetik ortalaması alınarak saf ses ortalaması hesaplanır. Saf ses ortalaması, işitme kaybı derecesinin belirlenmesi ve klinik değerlendirmelerde referans oluşturulması açısından önemlidir (Carhart & Jerger, 1959; Wilson & Margolis, 1999).

2.3.1.3. Saf Ses Odyometri Testinde Maskeleme

Bir ses uyarını test edilen kulağa sunulduktan sonra kafatası kemikleri aracılığıyla karşı kulağa ulaşabilir, bu durumda ulaşırken kaybettiği enerji interaural attenuasyon (IA) olarak adlandırılır (Martin & Clark, 2003). IA değeri, klinikte maskeleme kararını doğrudan etkilemektedir. Maskeleme, SSOT sırasında test edilmeyen kulağın algısını ortadan kaldırmak için, bu kulağa gürültü uyarını sunulmasına verilen addır. Eğer test edilen kulaktaki ve karşı kulaktaki işitme eşikleri IA değerinden fazla ise, işitme eşikleri iyi olan kulağa maske uygulanması gerekmektedir. Böylece, gönderilen ses uyarını elde edilen cevabın sadece test edilen kulaktan kaynaklandığından emin olunur (Margolis & Hunter, 2000; Katz vd., 2015).

Maskeleme kararı, kullanılan kulaklık türüne ve iki kulak arasındaki eşik farkına göre belirlenmektedir. IA değeri genellikle supraaural kulaklıklarda 40 dB, insert kulaklıklarda 50-60 dB, kemik vibratörlerde 0 dB olarak kabul edilmektedir. Hava ve kemik yolu işitme eşikleri arasında 10 dB HL veya daha fazla fark varsa, o frekanstaki kemik yolu eşiği maskeleme ile değerlendirilmelidir (ASHA, 2005; ISO, 2009).

2.3.1.4. Konuşma Odyometrisi

İşitme sisteminin günlük yaşamdaki en önemli işlevi konuşma anlaşılabilirliğidir. Bu nedenle kapsamlı odyometri testlerinin bir bölümünü, konuşmanın algılanması ve tanınmasını değerlendiren konuşma odyometrisi oluşturur. Konuşma odyometrisi, bir odasında odyolojik ekipmanın, diğer odasında hastanın bulunduğu iki odalı sessiz kabinde gerçekleştirilir. Odyometrelerde bulunan mikrofon sayesinde klinisyenin canlı sesiyle veya önceden kaydedilmiş ses kayıtlarıyla test yapmak mümkündür. Konuşma sinyalleri kulaklıklar aracılığıyla veya hoparlörden sunulabilir. Hastanın test sırasında klinisyenin ağız hareketlerini görmeyeceği bir açığa yerleştirilmesi önemlidir. (ASHA, 1988; Katz vd., 2015).

Konuşmayı alma eşiği (KAE), konuşmanın en az %50 oranında doğru tanımlanabildiği en düşük seviyeyi ölçer. KAE, SSO ile güçlü korelasyona sahip olduğundan SSOT'ni doğrulamada önemli bir parametredir (Hirsh vd., 1952; Carhart & Jerger, 1959). KAE ölçümünde heceler arasında aynı vurguya sahip üç heceli kelime listeleri kullanılır. Teste genellikle 30–40 dB HL seviyesinde başlanır. Hasta bu seviyede sunulan kelimeyi doğru tekrarlırsa uyaran seviyesi 10 dB azaltılır; yanlış yanıt verilirse 5 dB artırılır. Hastanın sunulan beş kelimeden üçünü veya dört kelimeden ikisini doğru tekrarladığı seviye KAE olarak kabul edilir.

Konuşmayı ayırt etme skoru, eşik üstü seviyede sunulan tek heceli kelimelerin anlama ve tekrarlama becerisini değerlendirir. Genellikle KAE'nin 40 dB üzerindeki seviyede hastaya 25 kelime sunulur ve hastadan bunları tekrar etmesi istenir. Hastanın doğru yanıtlarına göre yüzdelik skor elde edilir. Normal kabul edilen skor %80 ve üzerindedir (Katz vd., 2015; Thornton & Raffin, 1978).

Konuşmayı fark etme eşiği, konuşmanın en az %50 oranında algılanabildiği en düşük seviyeyi ölçer. Diğer konuşma tanıma testlerinden farklı olarak hastanın kelimeleri tekrar etmesi gerekmez; yalnızca konuşma sinyalini fark ettiğini belirtmesi yeterlidir (ASHA, 1988; Martin & Clark, 2003).

2.3.1.5. Pediatrik Değerlendirme

Pediatrik işitme değerlendirmesi, çocukluk döneminde işitsel gelişimin izlenmesi ve olası işitme kayıplarının erken tanısı açısından büyük önem taşır. Çocukların dikkat sürelerinin kısa olması, davranışsal tepkilerinin değişkenlik göstermesi ve test iş birliğinin sınırlı olması nedeniyle değerlendirme süreci yetişkinlerden farklı bir yaklaşım gerektirir. Bu bağlamda Jerger ve Hayes (1976) tarafından tanımlanan çapraz kontrol ilkesi, pediatrik vakalarda işitsel işlevin güvenilir biçimde değerlendirilebilmesi için yaşa uygun davranışsal ve elektrofizyolojik testlerin birlikte kullanılmasının gerekliliğini vurgulamaktadır.

Davranışsal testler, çocuğun işitsel uyarıyı gerçekten algılayıp algılamadığını göstermesi ve işitme sisteminin bütünsel olarak değerlendirilmesi açısından önemlidir. Bu nedenle pediatrik işitme değerlendirmeleri, davranışsal gözleme dayalı, oyun temelli ve objektif testlerin kombinasyonundan oluşan çok boyutlu bir yaklaşımla gerçekleştirilmelidir (Jerger & Hayes, 1976; Widen, 1993).

Pediatrik değerlendirmelerde en yaygın kullanılan test düzeni, bir odada odyolog, odyometre ve görsel pekiştireç kontrol panelinin; diğer odada ise çocuk, ebeveyn ve test asistanının bulunduğu iki odalı sistemdir. Bu düzende dikkat edilmesi gereken bazı temel unsurlar vardır: 1) Odyolog ve test asistanı çocuğu net bir şekilde görebilmelidir. Odyolog, ses uyarısını gönderdikten sonra çocuğun tepkisini kolaylıkla gözlemleyebilmeli ve sonraki uyarının zamanlamasına çocuğun davranışlarına göre karar verebilmelidir. 2) Odyolog ile test asistanı arasında kesintisiz iletişim sağlanmalıdır. Bu iletişim kablosuz kulaklık veya görsel sinyaller aracılığıyla gerçekleştirilebilir. Özellikle kulaklıkla yapılan ölçümlerde, ses uyarısının sunulduğu anın doğru belirlenmesi, asistanın çocuğun tepkisini uygun zamanda pekiştirmesi açısından kritik önem taşır.

Davranışsal testlerde kulaklık ve kemik osilatörü ile uyaran gönderilebilir ve hoparlör aracılığıyla işitsel amplifikasyon da değerlendirilebilir. Test sırasında dar bant gürültü, warble ton, saf ses uyaranları ve konuşma uyaranları kullanılabilir (Widen, 1993).

Davranışsal Gözlem Odyometrisi

Bilişsel gelişimi 6 ay ve altında olan bebeklerde uygulanabilen davranışsal gözlem odyometrisi, bebeğin ses uyaranlarına verdiği istemsiz tepkilere dayanarak işitsel eşik tahmininin yapılmasını sağlayan bir değerlendirme yöntemidir. Bebeklerde işitme değerlendirilmesi amacıyla solunum değişikliği, göz kırpma, yüz buruşturma gibi çeşitli davranışlar kullanılsa da, emme refleksinin işitme eşiklerini saptamada en güvenilir yol olduğu bildirilmiştir (Trehub vd., 1980; Widen, 1993).

Emme refleksi; emzikle, anne memesiyle veya biberonla değerlendirilebilir. Değerlendirme sırasında bebeğin günlük yaşamında alışık olduğu beslenme şeklinin tercih edilmesi önerilir. Bebek, odyoloğun yüzünü kolaylıkla görebileceği şekilde, hoparlöre belirli bir mesafede ve ebeveynin kucağında oturtulmalıdır. Teste eşik üstü seviyeden başlanarak eşik taranır (Northern & Downs, 2002; Sabo, 1999; Sininger & Abdala, 1998). Tepkilerin geçerli kabul edilebilmesi için, bebeğin işitsel uyaranı duyduğunda emme davranışını başlatması veya durdurması gereklidir. Uyaran sonrası uzun gecikmeli tepkiler ise şüpheli olarak değerlendirilir. Çalışmalar, 3 aylık bebeklerde davranışsal eşiklerin 250–4000 Hz aralığında genç yetişkin eşiklerinden yaklaşık 15–20 dB, 8000 Hz’de ise yaklaşık 30 dB daha yüksek elde edildiğini göstermiştir (Koch & Halpin, 1987; Nozza, 2006; Olsho, 1984;). Ayrıca konuşma uyaranlarıyla yapılan ölçümlerde /ba/ eşığının 0.5 kHz’e, /s/ eşığının 2 kHz’e ve /□/ (ş) eşığının 3–4 kHz’e yakın değerler verdiği belirtilmiştir (Ling, 2002; Madell, 1995, 1998, 2008). Davranışsal gözlem odyometrisi ile elde edilen eşiklerin genellikle yetişkin eşiklerine yakın veya yalnızca biraz daha yüksek seviyelerde gözlenebilmesi, bu yöntemin özellikle erken dönem işitsel değerlendirmelerde önemli bir yere sahip olduğunu göstermektedir (Northern & Downs, 2002; Widen, 1993).

Görsel Pekiştirici Odyometrisi

Bebekler 5–6 aylık olduğunda, sese tepki vermek için şartlandırılabilirler için davranışsal testlerin uygulanması daha kolay hâle gelir. En yaygın kullanılan yöntem, bebeğin verilen ses uyaranı sonrasında sese doğru başını çevirerek bakmasının sağlanmasıdır. Bu yöntemde bebek, iki hoparlöre 90° açıyla ve yaklaşık birer metre mesafede olacak şekilde mama sandalyesine veya ebeveynin kucağına oturtulur. Bebeğin önündeki masada dikkatini

toplamasını sağlayacak oyuncaklar bulunmalıdır (Madell & Flexer, 2008; Widen vd., 2000; Widen vd., 2002)

Görsel Pekiştirmeli Odyometri (GPO) sırasında odyolog, eşik üstü seviyeden ses uyarısını sunduktan sonra bebek sesi algılasa sesi aramaya başlar. Bebek ses uyarısının geldiği yöne kendiliğinden bakabilir; sesi aradığı fark edilirse test asistanı bebeğin sesin geldiği yeri bulmasına yardımcı olabilir. Bebek sesi aramaya başladığında, odyolog görsel pekiştireci kısa süre etkinleştirir. Böylece bebek olumlu yönde pekiştirilmiş olur ve birkaç tekrardan sonra sesi duyduğunda pekiştirece doğru bakmayı öğrenir. Hoparlörlerin yanında bulunan görsel pekiştireçler hareket eden ışıklı oyuncaklar veya kısa video klipler olabilir (Madell & Flexer, 2008; Widen vd., 2000; Widen vd., 2002,).

Bebek sese doğru yöneldikten sonra testin sağlıklı biçimde devam edebilmesi için dikkatinin yeniden orta hatta çekilmesi gerekir. Bunun için masadaki oyuncaklar veya 0° açıda konumlandırılmış merkez görsel pekiştireç kullanılabilir. 6–36 aylık bebeklerin davranışsal değerlendirilmesinde GPO ve koşullu yönelim tepkisi (KYT) en sık kullanılan iki yöntemdir. GPO’nde yalnızca bir hoparlör kullanılırken, KYT’de ses iki hoparlörden sunulur ancak bebek yalnızca sesin geldiği hoparlöre doğru yöneldiğinde pekiştirilir (Madell & Flexer, 2008; Widen vd., 2000; Widen vd. 2002).

Oyun Odyometrisi

Oyun odyometrisi, bilişsel gelişim düzeyi 30 ay ve üzeri olan çocuklarda uygulanabilen davranışsal bir işitme değerlendirme yöntemidir (Madell & Flexer, 2013; Northern & Downs, 2002; Thompson & Thompson, 1972). Çocuğu teste vereceği tepkiye alıştırmak amacıyla, alıştırma sürecine genellikle 40–50 dB HL düzeyinden başlanır. Test, çocuğun duymadığı bir seviyeden başlatılırsa çocuk sessizliğe şartlanabilir; bu durum yanlış pozitif sonuçların artmasına ve çocuğun sınırlı dikkat süresinin verimsiz kullanılmasına yol açar (Roeser vd., 2000).

Test sırasında, çocuktan belirli bir oyuncuğı kulağına tutması ve sesi duyduğunda oyuncuğı önündeki sepete atması istenir. Alıştırma aşamasında test asistanı, çocuğa oyun yoluyla doğru tepkileri öğretir. Çocuk testi uygularken, doğru yanıtları alkış gibi ödülllerle pekiştirmek, motivasyonu ve katılımı artırmak açısından büyük önem taşır (Northern & Downs, 2002).

Teste öncelikle serbest sahada değerlendirme ile başlanır. Eğer çocuk kulaklık takılmasına izin veriyorsa, teste adapte olduktan sonra kulaklıkla değerlendirme yapılır. Oyun odyometrisinde çocuğun bilişsel düzeyinin daha yüksek olması, daha fazla frekansta eşik taraması yapılabilmesine ve

kulaklıkla her iki kulağın ayrı ayrı değerlendirilmesine olanak sağlar (Roeser vd., 2000).

2.3.2. İşitme Değerlendirmesi İçin Kullanılan Objektif Test Bataryaları

2.3.2.1. Otoakustik Emisyon Testi

Otoakustik emisyon testi (OAE), dış kulak kanalına yerleştirilen bir mikrofon yardımıyla iç kulaktaki dış tüy hücrelerinin (DTH) fonksiyonunu değerlendiren bir testtir. Mikrofon, kulak kanalına uyumlu ve tam yerleşim sağlayan bir prob içine yerleştirilmiştir. Testin noninvaziv olması, hastanın öznel tepkisini gerektirmemesi, her kulak için ayrı değerlendirme yapılabilmesi, kısa sürmesi ve uygun maliyetli olması nedeniyle klinikte önemli bir tarama ve değerlendirme yöntemidir (Kemp, 1978).

Kokleadaki ses üretimi, Békésy ve Georg tarafından geliştirilen hareketli dalga teorisine ve bunun sonucunda tanımlanan koklear amplifikatör mekanizmasına dayanmaktadır. Hareketli dalga teorisine göre, stapesin hareketi koklear sıvının yer değiştirmesine yol açar ve bunun sonucunda baziler membranda bazaldan tepe noktasına kadar ilerleyen bir hareket oluşur. Uyarının frekansına bağlı olarak baziler membranın maksimum yer değiştirme gösterdiği bölge değişir; yüksek frekanslarda bazal, düşük frekanslarda ise apikal bölgede maksimum titreşim meydana gelir (Békésy, 1960).

David Kemp, koklear amplifikatör teorisinin gelişmesine öncülük etmiş ve DTH'nin aktif mekanizmasının varlığını kanıtlamıştır (Kemp, 1978). Koklear amplifikasyonda, gönderilen akustik uyarının frekansı ne ise baziler membran üzerinde o frekansa özgü bölgede maksimum titreşim oluşur. Bu hareketin temel kaynağı olan DTH, baziler membran hareketlerini güçlendirerek işitme siniri aktivasyonunu artırır. Bu mekanizmanın bir yan ürünü olarak ortaya çıkan ve orta kulaktan geri geçerek aktarılan enerji, mikrofon tarafından kaydedilebilir hâle gelir. Bu sinyaller otoakustik emisyonlar olarak adlandırılır (Shera & Guinan, 1999). OAE testinde akustik uyarıyı üreten bir hoparlör ile koklea tarafından üretilen emisyonları ölçen bir mikrofon bulunur. Mikrofon ve hoparlör kulak kanalına uyumlu bir prob içine yerleştirilerek test uygulanır (Gorga vd., 1993). Test sırasında hastanın sessiz ve hareketsiz durması ve ortamın tamamen sessiz olması gerekmektedir. OAE testleri dış uyarı olmadan meydana gelen spontan OAE (SOAE) ve dış uyarı ile tetiklenen uyarılmış OAE (EOAE) olmak üzere iki ana kategoriye ayrılır.

Otoakustik Emisyon Türleri

Spontan OAE Spontan OAE, dışarıdan herhangi bir akustik uyarıcı olmaksızın DTH tarafından sürekli üretilen seslerdir. Dış kulak kanalına yerleştirilen mikrofon ile ölçülebilir. Genellikle normal işiten herkeste görülmemesi ve klinik olarak anlamlı bilgi sağlamaması nedeniyle klinik rutinde kullanılmaz (Bonfils, 1989).

Uyarılmış OAE. Uyarılmış OAE'ler; transient-evoked OAE (TEOAE), stimulus-frequency OAE ve distortion product OAE (DPOAE) olmak üzere üç tür uyarıcıyla elde edilir. Klinik yorumlamada, tüm uyarılmış OAE'ler için en az üç frekans bandında yanıt amplitüdünün gürültü amplitüdünden ≥ 3 dB daha yüksek olması normal TEOAE olarak kabul edilir

Transient Evoked Otoakustik Emisyon (TEOAE). Klik veya tone burst gibi kısa süreli akustik uyarıcılara bağlı olarak ortaya çıkan kısa latanslı emisyon türüdür. Geniş frekans aralıklı klik uyarıcı kokleanın geniş bir bölümünü uyarır, bu nedenle özellikle 1–4 kHz aralığındaki işitmenin iyi bir göstergesi olarak kabul edilir (Prieve, 1993). Tone burst TEOAE'de dar bant tonal uyarıcılar kullanılarak enerjinin baziler membranın belirli bir bölgesinde yoğunlaşması sağlanır ve daha frekansa özgü yanıtlar elde edilir (Kemp, 1990). Tone burst TEOAE kaydında senkronize ortalama gürültünün azaltılmasına yardımcı olur. Ayrıca akustik uyarıcının kanaldan geri yansıdığı süre kayıt başlangıcından çıkarıldığı için özellikle yüksek frekans bileşenlerinde kayıp görülebilir (Gorga vd., 1993).

Distortion Product Otoakustik Emisyon Testi. Eşzamanlı olarak iki ayrı saf ses uyarıcı (f_1 ve f_2) kullanılarak oluşturulan emisyon türüdür. Koklea doğrusal olmayan bir yapıya sahip olduğundan, gönderilen uyarıcılar sırasında koklea boyunca çeşitli noktalarda distorsiyonlar meydana gelir. Yapılan araştırmalar, uyarıcı seviyelerinin iki saf ses arasındaki şiddet farkının 10 dB SPL olması (örneğin 55 ve 65 dB SPL) ve uyarıcılar arasındaki frekans oranının $f_2/f_1 = 1.2$ olduğu durumda DPOAE'nin normal işiten kişiler ile işitme kayıplı hastaları ayırt etmede en yüksek doğruluğu sağladığını göstermiştir (Kemp, 1979; Gaskill & Brown, 1990). Ölçüm sırasında en büyük tepkinin, $2f_1 - f_2$ formülüyle hesaplanan frekansta meydana geldiği bilinmektedir. Örneğin $f_1 = 2000$ Hz ve $f_2 = 1640$ Hz olduğunda, oluşan DPOAE yanıtı basitçe $(2 \times 2000) - 1640 = 2360$ Hz'de ortaya çıkar. DPOAE'ler genellikle 1–6 kHz aralığında kaydedilir; bazı cihazlar 10–12 kHz'e kadar değerlendirme yapabilmektedir. Test sonucunda frekansa özgü DPOAE yanıtları sonuç ekranında görülür (Gorga vd., 1993; Dorn vd., 2001).

Stimulus-frequency Otoakustik Emisyon Testi. Tek frekanstaki saf ses uyararıyla ölçülen emisyon türüdür. Ancak emisyon yanıtı uyararı ile aynı frekansta bulunduğu için rezidüel uyararı enerjisinin ayrıştırılması güçtür. Bu nedenle klinikte kullanımı sınırlıdır (Abdala, 2001).

Otoakustik Emisyon Testinin Klinik Kullanımı

Çalışmalar, OAE'nin normal çalışan DTH tarafından üretildiğini ve yaklaşık ≥ 30 dB HL işitme kaybı olan bireylerde emisyonların kaybolduğunu göstermiştir. Bu nedenle TEOAE işitme kaybını tespit eder; ancak kaybın derecesini veya türünü belirleyemez. Klinikte tek başına işitme testi yerine kullanılsa da çapraz doğrulamada vazgeçilmezdir. DPOAE ile yapılan çalışmalarda ise, yanıtların uyararı seviyesine bağlı olarak yaklaşık 50 dB HL işitme kayıplarında bile elde edilebildiği gösterilmiştir. Ayrıca DPOAE'de uyararı frekanslarının değiştirilmesiyle kokleanın bazalden apekse kadar daha frekansa özgü yanıtlar elde edilebilmektedir (Gorga vd., 1993). Çok hafif derecedeki kayıpların belirlenmesinde ise TEOAE'lerin, düşük işitme kayıplarında daha hızlı kaybolmaları nedeniyle daha avantajlı olduğu belirtilmiştir (Gorga vd., 1993; Gorga, 1997; Manuermann vd., 1999).

İşitsel nöropati spektrum bozukluğunda (INSB), DTH fonksiyonları normaldir; bozukluk iç tüy hücreleri, sinapslar veya işitme sinirindeki senkronizasyon kaybindan kaynaklanmaktadır. Normal DTH fonksiyonları, koklear mikrofonikler ve OAE'lerin varlığıyla doğrulanır. Bu nedenle OAE, INSB tanısında kritik öneme sahiptir. İlerleyen yaşla birlikte elde edilen emisyon frekanslarının azalabileceği veya tamamen kaybolabileceği bilinmektedir (Berlin vd., 2005; Madden vd., 2002; Rance & Starr, 2015; Starr vd., 1996). *Ototoksisite izleminde*, aminoglikozitler ve platin bazlı kemoterapötik ilaçlar nedeniyle gelişen ototoksiteyi izlemek için OAE kullanılabilir. Birçok çalışmada, odyogram etkilenmeden önce özellikle OAE amplitüdlerinin giderek azaldığı gösterilmiştir (Stavroulaki vd., 2001).

2.3.2.2. Konvansiyonel Akustik İmmitansmetri Testi

Akustik immitansmetri testi (AİT), orta kulak sisteminin basınç değişikliklerine ve ses enerjisine verdiği yanıtı değerlendiren temel odyolojik test bataryasıdır. Davranışsal tepki gerektirmemesi ve kısa sürede tamamlanabilmesi nedeniyle klinik değerlendirmede önemli yer taşır. Akustik impedans, orta kulağın akustik dalgaya karşı gösterdiği direnci; akustik admitans ise orta kulağın enerji akışına karşı geçirgenliğini ifade eder. "İmmitans" terimi, bu iki kavramın birleştirilmesiyle oluşturulmuştur. Standart AİT; timpanometri, akustik refleks değerlendirmesi ve östaki

fonksiyon değerlendirmesi alt testlerini içermektedir (Margolis & Hunter, 1999; Margolis & Hunter, 2000).

Timpanometri Değerlendirmesi

Normalde orta kulaktaki basınç seviyesi sürekli olarak atmosfer basıncıyla eşitlenir ve bu durum sesin iletimi için gereklidir. Orta kulak basıncının atmosfer basıncına kıyasla pozitif veya negatif yönde değiştirilmesiyle elde edilen grafik timpanogram olarak adlandırılır (Katz vd. 2015). Bu basınç değişiklikleri, dış kulak kanalına yerleştirilen prob aracılığıyla oluşturulur. AİT probu içinde bir hoparlör, basınç pompası ve mikrofon yer alır. Timpanometri yetişkinlerde yaygın olarak 226 Hz, infantlarda ise 1000 Hz prob ton kullanılarak yapılır (Shanks & Lilly, 1981). Test sonucunda dış kulak kanalı hacmi, statik akustik admitans, timpanometrik tepe basıncı ve timpanik genişlik gibi parametreler elde edilir (Margolis & Hunter, 1999; Wei De, 2020). 226 Hz timpanogramların sınıflandırılması, genellikle Lidén (1969) ve Jerger (1970) tarafından yapılan, timpanogram tepe noktasının yüksekliği ve basınç aralığına dayanan tanımlamalara göre yapılır.

Tip A: Normal akustik admitans (0.3–1.5 mL) ve normal timpanometrik tepe basıncına (+/– 100 daPa) sahiptir. Orta kulak fonksiyonu normaldir.

Tip B: Akustik admitans belirgin şekilde düşüktür ve fark edilebilir bir tepe noktası yoktur. Kulak kanalı hacmi normaldir. Orta kulak efüzyonu veya kronik otitis media gibi durumlarda görülür.

Tip C: Timpanometrik tepe noktası -100 daPa'nın altında yani negatif basınç alanındadır. Genellikle östaki tüpü disfonksiyonuyla ilişkilidir.

Feldman (1976), bunlara ek olarak iki farklı timpanogram türü tanımlamıştır:

Tip Ad: Yüksek admitans (>1.5 mL) ve normal tepe basıncı (+/– 100 daPa) vardır. Hiper mobil timpanik membran veya ossiküler disartikülasyon gibi durumlarda görülür.

Tip As: Düşük admitans (<0.3–0.5 mL) ve normal tepe basıncı bulunur. Otoskleroz, timpanoskleroz veya malleus fiksasyonu gibi hareket kısıtlılığı yaratan patolojilerde tipiktir.

Akustik Refleks Değerlendirmesi

Akustik refleks (AR), yüksek şiddette akustik uyarana karşı stapedius kasının kasılmasıyla ortaya çıkan ve orta kulak sisteminin mekanik empedansını değiştiren koruyucu bir yanıttır (Schairer vd., 2013). AR testinde bir kulağa yüksek şiddette ses sunulur. Stapedius kasının kasılması

sonucunda bilateral orta kulaktan iç kulağa iletilen enerji azalır ve bu değişim, kulağa yerleştirilen prob aracılığıyla timpanometrik admitans değişimi olarak ölçülür. Geleneksel klinik uygulamada 500, 1000, 2000 ve 4000 Hz frekanslarında değerlendirilir. Test kulağının admitansı, uyaran sonrası belirli bir kriter kadar (örneğin 0.02–0.03 mmho) azalırsa refleksin mevcut olduğu kabul edilir (Margolis & Levine, 1997; Feeney & Keefe, 2001). Refleksin oluştuğu en düşük şiddet seviyesi AR eşiği olarak tanımlanır (Gelfand vd., 1990).

AR yanıtı ipsilateral ve kontralateral olarak ölçülebilir. İpsilateral refleks, uyaranın verildiği kulaktan ölçülen yanıttır. İpsilateral refleks arkı; koklea → vestibulokoklear sinir (VIII) → koklear nukleus (KN) → superior olivar kompleks (SOK) → ipsilateral fasiyal sinir üzerinden stapedius kasına iletilir (Jerger vd., 1974). Kontralateral reflekste, uyaran bir kulaktan verilir, refleks karşı kulaktan ölçülür. Kontralateral refleks arkı; koklea, vestibulokoklear sinir (VIII), KN, SOK, kontralateral fasiyal sinir üzerinden stapedius kasına iletilir (Jerger vd., 1974). İpsilateral AR, aynı kulakta meydana gelen orta kulak patolojileri, koklear patolojiler ve fasiyal sinir lezyonları hakkında bilgi verirken; kontralateral AR arkı bunlara ek olarak beyin sapı düzeyindeki nöral bütünlüğü değerlendirmede daha fazla bilgi sağlar (Jerger vd., 1974).

2.3.2.3. İşitsel Beyin Sapı Cevapları

Elektrofizyolojik değerlendirmeler, akustik uyaran sonrası kokleadan başlayıp işitsel kortekse kadar uzanan nöral yolların oluşturduğu elektriksel aktivitenin ölçülmesini sağlayan yöntemlerdir. Akustik uyaran sonrası ortaya çıkan elektriksel yanıtlar, beyindeki voltaj değişikliklerine neden olur ve bu potansiyeller hacim iletimi yoluyla saçlı deriye taşınarak yüzeysel elektrotlar aracılığıyla kaydedilir. Bu tür ölçümler uzak alan potansiyelleri olarak adlandırılır. Klinik uygulamada özellikle işitsel eşik tahmini amacıyla İşitsel Beyin Sapı Cevapları (İBC) ve Auditory Steady-State Response (ASSR) testleri yaygın olarak kullanılmaktadır.

İBC, akustik uyaran sonrası işitme siniri ve beyin sapındaki elektriksel aktivitenin zaman domeninde dalga formu şeklinde kaydedilmesini sağlayan bir testtir. Elde edilen dalga tepkilerinin latans ve amplitüd özellikleri klinik yorumlamanın temelini oluşturur (Bargen, 2015). Akustik uyaranı takiben yaklaşık 10–12 ms içinde ortaya çıkan yedi pozitif tepe dalgası bulunur ve bu dalgalar I–VII şeklinde Roma rakamlarıyla isimlendirilir (Jewett, 1971).

İşitsel Beyin Sapı Cevabı Dalgalarının Anatomik Kökenleri

Dalgaların kesin anatomik kaynakları hakkında çok fazla araştırma yapılmıştır. İlk başta her dalganın, tek bir anatomik yapıdan kaynaklandığı

düşünülmüştür ancak şimdi birkaç farklı yapıdan köken alabildiği bilinmektedir (Biacabe, 2001; Melcher JR, 1996; Rouillon, 2016). Dalgaların nöral kaynakları şu şekildedir; I. dalga işitme sinirinin distalinden köken alır, mutlak latansı yaklaşık 1.5 ms'dir. II. dalga işitme sinirinin proksimalinden kaynaklanır, mutlak latansı yaklaşık 2.5 ms'dir. III. dalga KN ve SOK'den köken alır, 3.5 ms'lik mutlak latansa sahiptir. IV. dalga SOK ve lateral lemnisküsten köken alır, mutlak latansı yaklaşık 4.5 ms'lik mutlak latansa sahiptir. V. dalga lateral lemnisküs ve inferior kollikulustan köken alır, mutlak latansı yaklaşık 5.5 ms'dir (Biacabe, 2001; Melcher JR, 1996; Rouillon, 2016).

Teste Hazırlık ve Elektrot Yerleşimi

Test sırasındaki kas veya hareket artefaktları testi etkilemektedir. Bebeklerde İBC değerlendirmesi, bebek uykudayken yapılmaktadır, yetişkinlerde hastaların test sırasında sırtüstü pozisyonunda sessiz ve rahat olmaları yeterlidir. Teste hazırlık sürecinde elektrot yerleştirilecek yerlerin jel veya alkolle temizlenir. Uluslararası 10-20 yüzey elektrot yerleşim sistemine göre elektrotlar yerleştirilir. İpsilateral yerleşimde pozitif elektrot vertex veya saç köküne, ground elektrot alına veya iki kaş ortasına, negatif elektrot ise bir kulak memesi veya mastoide yerleştirilir. Kontralateral yerleşimde bunlara ek olarak diğer kulak memesi veya mastoide de elektrot yerleştirilir. Elektrotlar yerleştirildikten sonra mutlaka impedans kontrolü yapılmalıdır. İmpedansların 5 k Ω 'dan düşük olması gereklidir. Elektrot yerleşimi ve impedans kontrolünden sonra kulaklık yerleştirilip teste başlanır (Bargen, 2015; Felix, 2018).

İşitsel Beyin Sapı Cevapları Ölçüm Parametreleri

Klinik İBC kayıtlarında insert kulaklık, supraaural kulaklık ve kemik vibratör olmak üzere üç farklı transduser kullanılmaktadır. Insert kulaklıklar; yüksek IA sağlaması, özellikle bebeklerde dış kulak kanalı çökmesi riskini azaltması, uyarının prob aracılığıyla kafatasına iletilen artefaktını düşürmesi gibi avantajları nedeniyle klinikte en sık tercih edilen transduser türüdür (Gorga vd., 1985; Cone-Wesson & Ramirez, 1997).

İBC'de kullanılan akustik uyarılar çeşitlilik göstermektedir. *Klik uyarı*, geniş bantlı, kısa süreli ve ani başlangıçlıdır. Bu özellikleri, çok sayıda nöronun senkronize biçimde ateşlenmesini sağlar. Ancak kokleanın tonotopik organizasyonu nedeniyle hareketli dalganın apeks bölgesine ulaşması zaman aldığından, klik ABR yanıtı özellikle 2–4 kHz frekans aralığındaki saf ses eşikleri ile yüksek korelasyon gösterir (Stapells, 2000). Daha sonra geliştirilen *chirp uyarı* ise kokleanın tonotopik gecikmesini dengeleyecek şekilde

tasarlanmıştır. Alçak frekanslı bileşenler yüksek frekanslılardan daha erken gönderilir; böylece kokleanın tüm frekans bölgeleri eşzamanlı olarak uyarılır. Bu durum nöral senkronizasyonu artırarak V. dalga amplitüdünü anlamlı derecede yükseltir ve test süresini kısaltır (Elberling & Don, 2008). *Tone burst uyaran* ise belirli bir frekans bölgesini hedef alacak şekilde tasarlandığından, klinikte frekans-spesifik işitsel eşik tahmini için kullanılmaktadır.

İşitsel Beyin Sapı Cevapları Kullanım Alanları

İBC, davranışsal odyometriye uyum sağlayamayan bireylerde işitme eşiklerinin tahmini, koklear ve retrokoklear patolojilerin ayrımı, nöral senkronizasyon bozukluklarının değerlendirilmesi gibi birçok klinik durumda yaygın olarak kullanılan bir elektrofizyolojik yöntemdir. Özellikle yenidoğan işitme taramasından kalan bebeklerde işitme eşiklerinin belirlenmesi için klinikte temel testlerden biridir.

İBC, yalnızca eşik tayininde değil, aynı zamanda akustik nörinom, demiyelinizan hastalıklar, INSB, beyin sapı lezyonları gibi nöral iletimi etkileyen patolojilerin tanısında da kritik rol oynamaktadır. Bu durum, İBC'nin beyin sapı düzeyindeki nöral senkronizasyonu objektif biçimde değerlendirebilmesinden kaynaklanmaktadır (Hall, 2007).

İşitme Taraması: Tarama İBC, yenidoğan işitme tarama programlarında kullanılan *otomatik ve hızlı* bir test protokolüdür. Test sırasında yalnızca 35 dB HL düzeyinde klik uyaran verilir. Cihaz yanıtları gerçek zamanlı olarak analiz ederek “geçti” veya “kaldı” şeklinde sonuç üretir (Stapells, 2010; Hall, 2007).

İşitme Eşiği Tayini: İBC, yenidoğanlar, bebekler, gelişimsel gecikmesi olan bireyler ve fonksiyonel işitme kaybı şüphesi bulunan hastalarda işitme eşiklerinin belirlenmesi amacıyla klinik rutinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Klinik kayıtlarda özellikle ilk beş dalga analiz edilir; yapılan çalışmalar I, III ve V. dalgaların normal işitsel sistemde en belirgin dalgalar olduğunu göstermiştir (Starr & Hamilton, 1976). Eşik tayininde klinik olarak en önemli dalga V. dalgadır, çünkü uyaran şiddeti azaltıldıkça en son kaybolan ve en güvenilir şekilde takip edilebilen dalga V. dalgadır. İBC; işitsel sinir liflerinin senkronize aktivitesine bağlı bir yanıt ürettiğinden, elde edilen eşik değerleri davranışsal testlere göre genellikle daha yüksek bulunur. Bu farklılığı dengelemek için 500–4000 Hz arasındaki frekanslarda frekans-spesifik düzeltme faktörleri geliştirilmiştir. Bu düzeltmeler sayesinde İBC eşikleri davranışsal saf ses odyometrisi ile yüksek uyum gösterir ve klinik tanı sürecinde güvenle kullanılabilir (Gorga vd., 2006; Stapells, 2000).

İşitme Kaybı Türünün Saptanması: Klik uyaran sunumuyla elde edilen İBC yanıtlarında mutlak dalga latansları, interpike latans (IPL) değerleri, dalga amplitüd oranları ve kulaklararası latans değerleri işitme kaybının türünün belirlenmesi için kullanılan parametrelerdir. İletim tipi işitme kaybında, I, III ve V. dalga mutlak latanslarında uzama görülür. I-III, III-V ve I-V IPL normal sınırlardadır. Hastalarda hava yolu eşikleri normal sınırlardan daha yüksek elde edilirken, tanı koymak için mutlaka kemik ABR ile kemik yolu eşikleri saptanmalıdır. İTİK’nda kemik yolu eşiklerinin normal sınırlarda olması beklenmektedir (Hall, 2007; Katz, 2015).

Retrokoklear Patoloji Değerlendirmesi: Retrokoklear patolojilerde, bozuk morfoloji, III ve V. dalganın elde edilmemesi veya mutlak latanslarının uzaması, I-III veya I-V IPL uzaması, V. dalga mutlak latans değerlerinin kulaklararası farkının 0.4 ms’n’den fazla olması ve V/I amplitüdünün azalması görülebilir (Hall, 2007).

2.3.2.4. Auditory Steady-State Response

Auditory Steady State Response (ASSR), amplitüdü veya frekansı modüle edilmiş ve sürekli olarak sunulan akustik uyaranlara karşı işitsel sistemin oluşturduğu elektrofizyolojik yanıtlardır. Klinikte belirli frekanslarda işitme eşiklerinin tahmini için kullanılan objektif yöntemlerden birisidir. ASSR testi, 500, 1000, 2000 ve 4000 Hz frekanslarında ve 0-120 dB HL şiddet aralığında işitme eşliğini tayin etmek için kullanılmaktadır (Picton, 2003).

ASSR Uyaran Parametreleri

ASSR teste hazırlık süreci, kullanılan transducer türleri ve elektrot yerleşimi ABR testi ile aynıdır. ASSR, klik, gürültü ve chirp gibi geniş bant uyaranlar ya da frekansa özgü yanıtların elde edilmesinde kullanılan filtrelenmiş uyaranlar ve saf sesler aracılığıyla kaydedilebilir (Lins & Picton, 1995; Picton vd., 2003). ASSR’de uyaran tipini anlayabilmek için aşağıdaki kavramların ayırt edilmesi önemlidir.

Taşıyıcı Frekans: Modülasyonun uygulandığı temel frekans taşıyıcı frekans olarak adlandırılır. 500, 1000, 2000 ve 4000 Hz olmak üzere ASSR’de kullanılan 4 adet taşıyıcı frekans mevcuttur (Picton vd., 2003).

Modülasyon Frekansı: Taşıyıcı frekansı şiddet veya frekansının hangi hızda dalgalanacağını belirleyen hızdır. Modülasyon frekansı, yanıtın anatomik kaynağını belirler ve Hz cinsinden ifade edilir (Picton vd., 2003).

Frekans Modülasyonu: Taşıyıcı frekansının belirli bir modülasyonda ve belirli bir aralıkta değiştirilmesine verilen isimdir. Örneğin, 2000 Hz taşıyıcı

frekansı, sürekli olarak ± 30 Hz frekans aralığında 85 kez (85 modülasyon frekansı ile) dalgalanır (John vd., 2001).

Amplitüd Modülasyonu: Saf sesin şiddetinin belirli modülasyona göre artıp azaltılmasına verilen isimdir. Örneğin, 2000 Hz taşıyıcı frekansı, sürekli olarak %100 amplitüd modülasyonu (amplitüdün maksimumdan minimuma doğru sürekli değişmesiyle) 85 kez (85 modülasyon frekansı ile) dalgalanır (John vd., 2001; Lins & Picton, 1995).

Mixed Modülasyon: Saf sesin hem frekans hem de amplitüdünün belirli bir aralıkta değiştirilmesine verilen isimdir. Daha güçlü ve güvenilir yanıtlar ortaya çıkardığı için günümüzde en sık kullanılan uyaran türüdür (John ve Picton, 2000).

ASSR değerlendirmesi sırasında, her bir taşıyıcı frekans farklı modülasyon frekansında (örneğin 500 Hz 23 Hz ile, 1000 Hz 45 Hz ile, 2000 Hz 52 Hz, 4000 Hz taşıyıcı frekansı 85 Hz modülasyon frekansı ile) modüle edilir. Bu yöntemle birlikte, her taşıyıcı frekans işitsel yollarda farklı ritimle kodlanır. İşitme sistemine sürekli olarak modüle edilmiş ses uyararı gönderildiğinde, sistemdeki nöronlar bu ritmik uyararı senkronize yanıt oluşturur. Bu yanıtlar da, kafa derisine yerleştirilen elektrotlar aracılığıyla Fourier dönüşümü ile frekans spektrumunda analiz edilir ve istatistiksel olarak tespit edilmiş olur. Böylece her bir kulakta 4 frekans olmak üzere, toplamda 8 taşıyıcı frekans için anda ölçüm yapmak mümkün hale gelmektedir (John, 2002; Rance, 2008; Stapells, 2010).

ASSR Nöral Kaynakları

ASSR testinde kullanılan modülasyon frekanslarının farklılaşmasıyla, ASSR'nin köken aldığı anatomik yapılar da farklılık göstermektedir. Özellikle 20 Hz ve altı modülasyon frekanslarıyla uyarm yapıldığında, ASSR yanıtlarının primer işitsel korteks, Heschl girus ve temporal lobtan kaynaklandığı bilinmektedir. 20-60 Hz arası modülasyon frekansları ile uyarımda, hem talamus ve işitsel orta beyin, hem de primer işitsel korteksten köken alan ASSR yanıtları oluşur. 60 Hz ve üzeri uyarımlarda superior olivari kompleks, inferior kollikulus ve koklear nukleustan köken almaktadır (Herdmann, 2002; Korczak, 2012). Yapılan çalışmalarda, uyanık yetişkinlerde işitme eşiğine yakın yerlerde bile 40 Hz ASSR yanıtlarının daha güçlü yanıtlar oluşturduğu görülmüştür, bu nedenle klinik rutinde yetişkinler için 40 Hz ASSR kullanılmaktadır. Bebek ve çocuklarda ise, uyku veya sedasyondan etkilenmediği yapılan çalışmalarda kanıtlanan 80 Hz ASSR kullanılmalıdır (Korczak, 2012; Stapells, 2010).

ASSR Kullanım Alanları

ASSR, davranışsal testlere uyum sağlayamayan yetişkinlerde, bebeklerde, çocuklarda, tepkisiz veya komadaki hastalarda ve mental retardasyonlu bireylerde işitme eşiği tayini için kullanılan objektif bir değerlendirme yöntemidir. Bu özellikleri nedeniyle ASSR, özellikle kapsamlı işitme değerlendirmesi gerektiren klinik popülasyonlarda önemli bir tamamlayıcı test olarak kabul edilmektedir.

ASSR eşiklerinin davranışsal saf ses odyometrisi ile ilişkisi, kullanılan cihaz türü, uyarının modülasyon özellikleri, eşik belirleme algoritmaları ve değerlendirilen yaş grubu gibi çeşitli faktörlere bağlı olarak değişkenlik gösterebilmektedir. Normal işiten yetişkinlerde yapılan bir çalışmada Vander Werff ve Brown (2005), ASSR eşiklerinin davranışsal eşiklere kıyasla 500 Hz'de 20–30 dB, 1000 Hz'de 15–20 dB, 2000–4000 Hz'de 10–15 dB daha yüksek olduğunu bildirmiştir. Buna karşılık François vd. (2016), bazı uyaran parametrelerinde ASSR eşiklerinin davranışsal eşiklerden 8–15 dB daha düşük olabileceğini göstermiştir. Çalışmalar arasındaki bu farklılıklar, ASSR ölçümünde kullanılan teknik protokollerin ve analiz yaklaşımlarının klinik sonuçlar üzerinde önemli etkileri olduğunu ortaya koymaktadır. Farklı popülasyonlarda yürütülen çalışmalar, ASSR'nin frekans-spesifik eşik tahmini için güvenilir bir yöntem olduğunu desteklemektedir (Dimitrijevic vd., 2002; Herdman & Stapells, 2001, 2003; Perez-Abalo vd., 2001; Rance & Rickards, 2002). Bu çalışmaların ortak sonuçlarına göre, işitme kaybı derecesi arttıkça ASSR eşiklerinin davranışsal eşiklerle uyumu güçlenmektedir. Özellikle orta ve ileri derecedeki işitme kayıplarında ASSR'nin yüksek doğrulukla eşik tahmini sağlayabildiği gösterilmiştir. Bu bulgular, ASSR'nin klinik karar verme süreçlerinde değerli bir tanısal araç olduğunu ortaya koymaktadır.

Sonuç

İşitme kaybının doğru ve zamanında tanınması, bireyin yaşam boyu iletişim ve öğrenme becerilerini doğrudan etkileyen bir süreçtir. Bu süreçte tek bir test sonucuna dayanmak tanısal hatalara yol açabileceğinden, davranışsal ve objektif odyolojik değerlendirmelerin bir arada kullanılması zorunludur. Saf ses odyometrisi ve konuşma testleri, bireyin işitsel algısına ilişkin kapsamlı bilgi sağlarken; OAE, timpanometri, akustik refleksler, ABR ve ASSR gibi objektif testler işitme sisteminin nörofizyolojik işleyişine ışık tutar. Özellikle bebekler ve davranışsal yanıtı uygun olmayan bireylerde elektrofizyolojik yöntemler tanının temel bileşenidir. Çapraz kontrol ilkesi doğrultusunda elde edilen tüm bulguların birbiriyle karşılaştırılması, tanısal doğruluğu artırmakta ve uygun müdahale planının oluşturulmasına katkı

sağlamaktadır. Bu bölüm, işitme taraması sonrası tanı sürecinde kullanılan testleri sistematik olarak ele alarak klinisyenlere kapsamlı bir değerlendirme çerçevesi sunmaktadır.

Kaynakça

- Abdala, C., & Visser-Dumont, L. (2001). Distortion product otoacoustic emissions: a tool for hearing assessment and scientific study. *The Volta Review*, 103(4), 281. PMCID: PMC3614374; PMID: 23559685
- American National Standards Institute. (2004). *American National Standard Specification for Audiometers* (ANSI S3.21-2004, R2019). ANSI.
- American Speech-Language-Hearing Association. (1988). *Guidelines for determining threshold level for speech*. ASHA.
- American Speech-Language-Hearing Association. (1990). *Guidelines for audiometric symbols*. ASHA.
- ANSI. (2019). *ANSI S3.6-2018 (R2023): Specification for audiometers*. American National Standards Institute.
- Bargen, G. A. (2015). Chirp-evoked auditory brainstem response in children: a review. *American journal of audiology*, 24(4), 573-583. https://doi.org/10.1044/2015_AJA-15-0016
- Berlin, C. I., Hood, L. J., Morlet, T., Wilensky, D., Li, L., Mattingly, K. R., ... & Frisch, S. A. (2010). Multi-site diagnosis and management of 260 patients with auditory neuropathy/dys-synchrony (auditory neuropathy spectrum disorder*). *International journal of audiology*, 49(1), 30-43. <https://doi.org/10.3109/14992020903160892>
- Biacabe, B., Chevallier, J. M., Avan, P., & Bonfils, P. (2001). Functional anatomy of auditory brainstem nuclei: application to the anatomical basis of brainstem auditory evoked potentials. *Auris Nasus Larynx*, 28(1), 85-94. [https://doi.org/10.1016/S0385-8146\(00\)00080-8](https://doi.org/10.1016/S0385-8146(00)00080-8)
- Bonfils, P. (1989). Spontaneous otoacoustic emissions: clinical interest. *The Laryngoscope*, 99(7), 752-756.
- Carhart, R., & Jerger, J. (1959). Preferred method for clinical determination of pure-tone thresholds. *Journal of Speech and Hearing Disorders*, 24(4), 330-345. <https://doi.org/10.1044/jshd.2404.330>
- Cone-Wesson, B., & Ramirez, G. M. (1997). Hearing sensitivity in newborns estimated from ABRs to bone-conducted sounds. *Journal of the American Academy of Audiology*, 8(5). PMID: 9328891
- Cone-Wesson, B., Rickards, F., Poulis, C., Praker, J., Tan, L., & Pollard, J. (2002). The auditory steady-state response: clinical observations and applications in infants and children. *Journal of the American Academy of Audiology*, 13(05), 270-282. <https://doi.org/10.1055/s-0040-1715970>
- Cox, R. M., & McDaniel, D. M. (1986). Reference equivalent threshold levels for pure tones and 1/3-oct noise bands: Insert earphone and TDH-49 earphone. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 79(2), 443-446. <https://doi.org/10.1121/1.393531>

- Dorn, P. A., Konrad-Martin, D., Neely, S. T., Keefe, D. H., Cyr, E., & Gorga, M. P. (2001). Distortion product otoacoustic emission input/output functions in normal-hearing and hearing-impaired human ears. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 110(6), 3119-3131. <https://doi.org/10.1121/1.1417524>
- Elberling, C., & Don, M. (2008). Auditory brainstem responses to a chirp stimulus designed from derived-band latencies in normal-hearing subjects. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 124(5), 3022-3037. <https://doi.org/10.1121/1.2990709>
- Feeney, M. P., & Keefe, D. H. (2001). Estimating the acoustic reflex threshold from wideband measures of reflectance, admittance, and power. *Ear and hearing*, 22(4), 316-332. DOI: 10.1097/00003446-200108000-00006
- Feldman, A. S. (1976). *Tympanometry: application and interpretation*. Ann Otol Rhinol Laryngol, 85(2 Suppl 25 Pt 2), 202-208. <https://doi.org/10.1177/00034894760850S238>
- Felix II, R. A., Gourévitch, B., & Portfors, C. V. (2018). Subcortical pathways: Towards a better understanding of auditory disorders. *Hearing research*, 362, 48-60. <https://doi.org/10.1016/j.heares.2018.01.008>
- Gaskill, S. A., & Brown, A. M. (1990). The behavior of the acoustic distortion product, $2f_1 - f_2$, from the human ear and its relation to auditory sensitivity. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 88(2), 821-839. <https://doi.org/10.1121/1.399732>
- Gelfand, S. A., Schwander, T., & Silman, S. (1990). Acoustic reflex thresholds in normal and cochlear-impaired ears: effects of no-response rates on 90th percentiles in a large sample. *Journal of Speech and Hearing Disorders*, 55(2), 198-205. <https://doi.org/10.1044/jshd.5502.198>
- Gorga, M. P., Johnson, T. A., Kaminski, J. R., Beauchaine, K. L., Garner, C. A., & Neely, S. T. (2006). Using a combination of click-and tone burst-evoked auditory brain stem response measurements to estimate pure-tone thresholds. *Ear and hearing*, 27(1), 60-74. <https://doi.org/10.1097/01.aud.0000194511.14740.9c>
- Gorga, M. P., Kaminski, J. R., Beauchaine, K. A., & Jesteadt, W. (1988). Auditory brainstem responses to tone bursts in normally hearing subjects. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 31(1), 87-97. <https://doi.org/10.1044/jshr.3101.87>
- Gorga, M. P., Kaminski, J. R., Beauchaine, K. L., Jesteadt, W., & Neely, S. T. (1989). Auditory brainstem responses from children three months to three years of age: normal patterns of response II. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 32(2), 281-288. <https://doi.org/10.1044/jshr.3202.281>

- Gorga, M. P., Neely, S. T., Bergman, B., Beauchaine, K. L., Kaminski, J. R., Peters, J., & Jesteadt, W. (1993). Otoacoustic emissions from normal-hearing and hearing-impaired subjects: distortion product responses. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 93(4), 2050-2060. <https://doi.org/10.1121/1.406691>
- Gorga, M. P., Neely, S. T., Ohlrich, B., Hoover, B., Redner, J., & Peters, J. O. (1997). From laboratory to clinic: A large scale study of distortion product otoacoustic emissions in ears with normal hearing and ears with hearing loss. *Ear and hearing*, 18(6), 440-455.
- Hall, J. W. (2007). *New Handbook of Auditory Evoked Responses*. Pearson.
- Herdman, A. T., Picton, T. W., & Stapells, D. R. (2002). Place specificity of multiple auditory steady-state responses. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 112(4), 1569-1582. <https://doi.org/10.1121/1.1506367>
- Hirsh, I. J., Davis, H., Silverman, S. R., Reynolds, E. G., Eldert, E., & Benson, R. W. (1952). Development of materials for speech audiometry. *Journal of Speech and Hearing Disorders*, 17(3), 321-337. <https://doi.org/10.1044/jshd.1703.32>
- Hughson, W. A. I. T. E. R., & Westlake, H. (1944). Manual for program outline for rehabilitation of aural casualties both military and civilian. *Trans Am Acad Ophthalmol Otolaryngol*, 48(Suppl), 1-15.
- Jerger, J. (1970). Clinical experience with impedance audiometry. *Archives of otolaryngology*, 92(4), 311-324. <https://doi.org/10.1001/archotol.1970.04310040005002>
- Jerger, J. F., & Hayes, D. (1976). The cross-check principle in pediatric audiometry. *Archives of otolaryngology*, 102(10), 614-620. <https://doi.org/10.1001/archotol.1976.00780150082006>
- Jerger, J., Burney, P., Mauldin, L., & Crump, B. (1974). Predicting hearing loss from the acoustic reflex. *Journal of Speech and Hearing Disorders*, 39(1), 11-22. <https://doi.org/10.1044/jshd.3901.11>
- John, M. S., & Picton, T. W. (2000). Human auditory steady-state responses to amplitude-modulated tones: phase and latency measurements. *Hearing research*, 141(1-2), 57-79. [https://doi.org/10.1016/S0378-5955\(99\)00209-9](https://doi.org/10.1016/S0378-5955(99)00209-9)
- John, M. S., Dimitrijevic, A., van Roon, P., & Picton, T. W. (2001). Multiple auditory steady-state responses to AM and FM stimuli. *Audiology and Neurotology*, 6(1), 12-27. <https://doi.org/10.1159/000046805>
- John, M. S., Lins, O. G., Boucher, B. L., & Picton, T. W. (1998). Multiple auditory steady-state responses (MASTER): stimulus and recording parameters. *Audiology*, 37(2), 59-82. <https://doi.org/10.3109/00206099809072962>
- Kanji, A., Khoza-Shangase, K., & Moroe, N. (2018). Newborn hearing screening protocols and their outcomes: A systematic review. *International*

- journal of pediatric otorhinolaryngology, 115, 104-109. <https://doi.org/10.1016/j.ijporl.2018.09.026>
- Katz, J., Chasin, M., English, K., Hood, L., & Tillery, K. (2015). *Handbook of Clinical Audiology* (7th ed.). Wolters Kluwer.
- Kei, J., Allison-Levick, J., Dockray, J., Harrys, R., Kirkegard, C., Wong, J., ... & Tudehope, D. (2003). High-frequency (1000 Hz) tympanometry in normal neonates. *Journal of the American Academy of Audiology*, 14(01), 020-028. <https://doi.org/10.3766/jaaa.14.1.4>
- Kemp, D. T. (1978). Stimulated acoustic emissions from within the human auditory system. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 64(5), 1386-1391. <https://doi.org/10.1121/1.382104>
- Kemp, D. T. (1979). Evidence of mechanical nonlinearity and frequency selective wave amplification in the cochlea. *Archives of oto-rhino-laryngology*, 224(1), 37-45. <https://doi.org/10.1007/BF00455222>
- Kemp, D. T. (1986). Otoacoustic emissions, travelling waves and cochlear mechanisms. *Hearing research*, 22(1-3), 95-104. [https://doi.org/10.1016/0378-5955\(86\)90087-0](https://doi.org/10.1016/0378-5955(86)90087-0)
- Korczak, P., Smart, J., Delgado, R., Strobel, T. M., & Bradford, C. (2012). Auditory steady-state responses. *Journal of the American Academy of Audiology*, 23(03), 146-170. <https://doi.org/10.3766/jaaa.23.3.3>
- Lidén, G. (1969). The scope and application of current audiometric tests. *The Journal of Laryngology & Otology*, 83(6), 507-520. <https://doi.org/10.1017/S0022215100070651>
- Lieu, J. E., Kenna, M., Anne, S., & Davidson, L. (2020). Hearing loss in children: a review. *Jama*, 324(21), 2195-2205. <https://doi.org/10.1001/jama.2020.17647>
- Ling, D. (2002). *Speech and the hearing-impaired child: Theory and practice* (2nd ed.). Washington, DC: Alexander Graham Bell Association for the Deaf and Hard of Hearing.
- Lins, O. G., & Picton, T. W. (1995). Auditory steady-state responses to multiple simultaneous stimuli. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology/Evoked Potentials Section*, 96(5), 420-432. [https://doi.org/10.1016/0168-5597\(95\)00048-W](https://doi.org/10.1016/0168-5597(95)00048-W)
- Madden, C., Rutter, M., Hilbert, L., Greinwald Jr, J. H., & Choo, D. I. (2002). Clinical and audiological features in auditory neuropathy. *Archives of otolaryngology-head & neck surgery*, 128(9), 1026-1030. <https://doi.org/10.1001/archotol.128.9.1026>
- Madell, J. R., & Flexer, C. A. (2008). Pediatric audiology: Diagnosis, technology, and management. (No Title). Lidén, G., & Kankkunen, A. (1969). Visual Reinforcement Audiometry. *Acta Oto-Laryngologica*, 67(2-6), 281-292. <https://doi.org/10.3109/00016486909125453>.

- Madell, J. R. (1995). Speech audiometry for children. In S. E. Gerber (Ed.), *Pediatric audiology* (pp. 84-103). Washington, DC: Gallaudet University Press.
- Madell, J. R. (1998). Behavioral evaluation of hearing in infants and young children. New York, NY: Thieme.
- Margolis, R. H., & Hunter, L. L. (1999). *Tympanometry: Basic principles and clinical applications*. American Journal of Audiology, 8(2), 17-27.
- Margolis, R. H., & Levine, S. C. (1991). Acoustic reflex measures in audiologic evaluation. *Otolaryngologic Clinics of North America*, 24(2), 329-347.
- Martin, F. N., & Clark, J. G. (2003). *Introduction to audiology*. Pearson.
- Melcher, J. R., Guinan Jr, J. J., Knudson, I. M., & Kiang, N. Y. (1996). Generators of the brainstem auditory evoked potential in cat. II. Correlating lesion sites with waveform changes. *Hearing research*, 93(1-2), 28-51. [https://doi.org/10.1016/0378-5955\(95\)00179-4](https://doi.org/10.1016/0378-5955(95)00179-4)
- Northern, J. L., & Downs, M. P. (2002). Hearing in children. Lippincott Williams & Wilkins.
- Nozza, R. (2006). Developmental psychoacoustics: auditory function in infants and children. Paper presented at the 4th Widex Congress of Paediatric Audiology, Ottawa, Canada, May 19-21, 2006.
- Olsho, L. W. (1984). Infant frequency discrimination. *Infant Behavior and Development*, 7, 27-35. [https://doi.org/10.1016/S0163-6383\(84\)80020-X](https://doi.org/10.1016/S0163-6383(84)80020-X)
- Olsho, L. W., Koch, E. G., Halpin, C. F., & Carter, E. A. (1987). An observer-based psychoacoustic procedure for use with young infants. *Developmental Psychology*, 23(5), 627.
- Picton, T. W., Dimitrijevic, A., Perez-Abalo, M. C., & Van Roon, P. (2005). Estimating audiometric thresholds using auditory steady-state responses. *Journal of the American Academy of Audiology*, 16(03), 140-156.
- Rance, G., & Starr, A. (2015). Pathophysiological mechanisms and functional hearing consequences of auditory neuropathy. *Brain*, 138(11), 3141-3158.
- Roeser, R. J., Valente, M., & Hosford-Dunn, H. (2000). Audiology: diagnosis. (No Title).
- Rouillon, I., Parodi, M., Denoyelle, F., & Loundon, N. (2016). How to perform ABR in young children. *European Annals of Otorhinolaryngology, Head and Neck Diseases*, 133(6), 431-435.
- Sabo, D. L. (1999). The audiologic assessment of the young pediatric patient: the clinic. *Trends in amplification*, 4(2), 51-60.
- Schairer, K. S., Feeney, M. P., & Sanford, C. A. (2013). Acoustic reflex measurement. *Ear and hearing*, 34, 43s-47s.

- Shera, C. A., & Guinan Jr, J. J. (1999). Evoked otoacoustic emissions arise by two fundamentally different mechanisms: a taxonomy for mammalian OAEs. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 105(2), 782-798. <https://doi.org/10.1121/1.426948>.
- Stapells, D. R. (2000). Threshold estimation by the tone-evoked auditory brainstem response: A literature meta-analysis. *Journal of Speech-Language Pathology and Audiology*, 24, 74-83.
- Stapells, D.R. 2011. Frequency-specific threshold assessment in young infants using the transient ABR and the brainstem ASSR. In R.C. Seewald and A.M. Tharpe (eds.), *Comprehensive handbook of pediatric Audiology*
- Sterr, A., & Hamilton, A. E. (1976). Correlation between confirmed sites of neurological lesions and abnormalities of the auditory brainstem response. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 41(6), 595-608.
- Sterr, A., Picton, T. W., Sininger, Y., Hood, L. J., & Berlin, C. I. (1996). Auditory neuropathy. *Brain*, 119(3), 741-753.
- Stavroulaki, P., Vossinakis, I. C., Dinopoulou, D., Doudounakis, S., Adamopoulos, G., & Apostolopoulos, N. (2002). Otoacoustic emissions for monitoring aminoglycoside-induced ototoxicity in children with cystic fibrosis. *Archives of Otolaryngology-Head & Neck Surgery*, 128(2), 150-155. <https://doi.org/10.1001/archotol.128.2.150>.
- Suzuki, T., & Ogiba, Y. (1960). A technique of pure-tone audiometry for children under three years of age: Conditioned orientation reflex (COR) audiometry. *Revue de Laryngologie*, 81, 3-43.
- Thornton, A. R., & Raffin, M. J. (1978). Speech-discrimination scores modeled as a binomial variable. *Journal of speech and hearing research*, 21(3), 507-518.
- Trehub, S. E., Schneider, B. A., & Henderson, J. L. (1995). Gap detection in infants, children, and adults. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 98(5), 2532-2541.
- Von Békésy, G. (1960). Experiments in hearing.
- Widen, J. E., Folsom, R. C., Cone-Wesson, B., Carty, L., Dunnell, J. J., Kobesell, K., ... & Norton, S. J. (2000). Identification of neonatal hearing impairment: hearing status at 8 to 12 months corrected age using a visual reinforcement audiometry protocol. *Ear and hearing*, 21(5), 471-487.
- Widen, Judith E.; O'Grady, Gwendolyn M. (2002). Using visual reinforcement audiometry in the assessment of hearing in infants. *The Hearing Journal* 55(11):p 28-36. | DOI: 10.1097/01.HJ.0000324169.66607.69.

İşitsel Rehabilitasyonda Yardımcı Cihaz Teknolojileri

Tuğba Ural¹

Özet

İşitme kaybının artan yaygınlığı, işitme kaybına daha fazla önem verilmesine ve işitmenin yaşamın her aşamasında genel refahta önemli bir rol oynadığının kabul edilmesine yol açmıştır (Chadha vd., 2021). Erken müdahalenin “işlev, aktivite, katılım ve yaşam kalitesindeki işitme kaybına bağlı eksiklikleri ortadan kaldırarak, azaltarak veya önleyerek yaşam kalitesini geri kazandırabileceği” gösterilmiştir (Saunders vd., 2021). İşitme kayıplı bireyler eğitim sistemi içerisinde yer almakta ve kendilerine özgü özelleşmiş stratejileri içeren rehabilitasyon programlarına ihtiyaç duymaktadırlar (Baş & Tozak, 2025). İşitme kaybı olan kişilerdeki, bu işitsel rehabilitasyon programlarındaki amaç; iletişim için ses mesajlarının anlaşılmasını sağlamak ve işitsel becerileri geliştirmektir (Pinzón vd., 2025). Ancak işitme kayıplı bireylerin eğitim ortamlarında başarılı olabilmesi için uygun ekipman ve cihazların sağlanması gerekmektedir. Bu çerçevede bireysel öğrenme ortamı oluşturabilecek, bireylerin öz güvenini arttırabilecek ve öğrenme sürecini olumlu etkileyebilecek görsel açıdan zengin, dil, konuşma ve akademik becerileri destekleyen teknolojilerin kullanılması önem arz etmektedir (Topçu & Cakir, 2025). Yardımcı veya destekleyici teknoloji, işitme cihazı ve implantlarla sınırlı değildir bunların yanında son zamanlarda yüksek maliyetli, erişimi zor olan ve rehabilitasyonda kullanılan yardımcı cihaz teknolojileri odyoloji uzmanları tarafından kullanılmaya başlanmıştır (Pinzón vd., 2025). Yapılan bir araştırmada, işitme kaybının erken tanınmasının ve işitmeye yardımcı teknolojilerin etkin kullanımının, işitsel rehabilitasyonda bireyin dil ve iletişim becerileri üzerindeki belirleyici etkisi vurgulanmaktadır (Baş & Tozak, 2025).

İşitsel rehabilitasyon sürecinde sadece işitme cihazları yeterli kalmamaktadır bununla birlikte işitsel eğitim verilmelidir. Kişiyi özel uygulanan işitsel

1 Öğr. Gör., Karabük Üniversitesi, Sağlık Hizmetleri MYO, Odyometri Programı, Karabük, Türkiye. tugbaural@karabuk.edu.tr, Orcid ID: 0000-0002-6936-6479

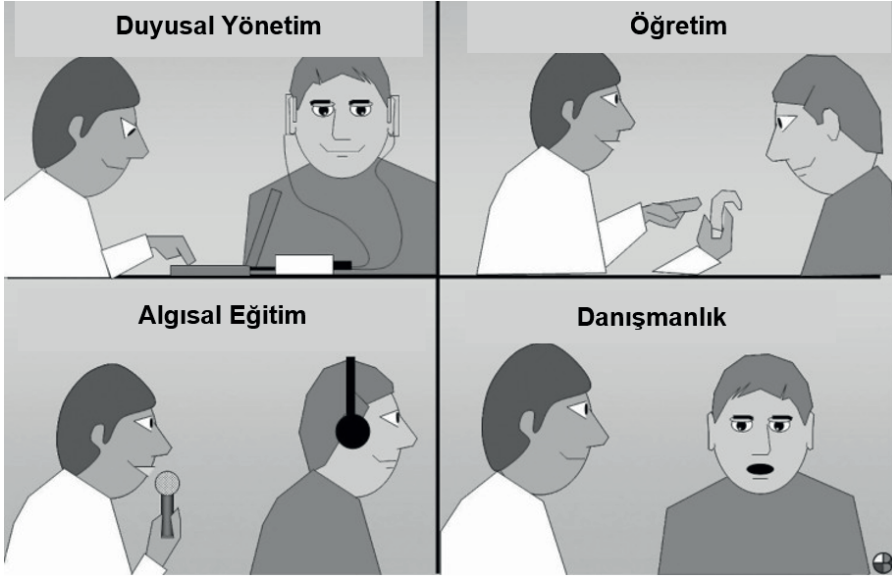
eğitimlerde ise yeni teknolojilerden faydalanmak gerekir. Özellikle çocuklarda yardımcı cihaz teknolojileri akademik başarılarını pozitif yönde etkilemektedir. Bu bölümde, işitme kaybı olan bireylerin işitsel rehabilitasyon süreçlerinde kullanılan yardımcı cihaz teknolojilerinin önemi ve katkıları ele alınacaktır.

2.4. İŞİTSEL REHABİLİTASYONDA YARDIMCI CİHAZ TEKNOLOJİLERİ

2.4.1. İşitsel Rehabilitasyonun Tanımı ve Önemi

Kokleada ve devamında yaşanan hasar; işitsel duyarlılık, frekans çözünürlüğü, işitsel ayırt etme yeteneği ve gürültüye dayanıklılık gibi işitsel işlevlerin çoğunda olumsuz etkilere sahiptir. Özellikle konuşma algısı ve konuşma diliyle iletişim gibi işlevsel eksiklikler, aktivite eksikliklerine yol açar. Bu eksiklikler gürültüyle birlikte şiddetlenir. Azalmış aktivite katılımını etkiler ve katılım eksiklikleri yaşam kalitesine yansır. İşitsel rehabilitasyonun amacı, bu çeşitli eksiklikleri azaltmak veya ortadan kaldırmak ve mümkün olduğunca bireyi kayıp öncesi durumuna geri döndürmektir (Boothroyd, 2007).

İşitsel rehabilitasyon, işitsel davranışta ve merkezi işitsel sinir sisteminde yararlı değişikliklere izin vermek için işitsel sistemi ve ilişkili sistemleri etkinleştirmek üzere tasarlanmış bir dizi koşul ve/veya görevden oluşur (Musiek vd., 2007). Kapsamlı bir işitsel rehabilitasyon programı, bireyin işitme kaybına duygusal uyumunu desteklemeyi ve kalan işitsel becerileriyle başa çıkmayı amaçlayan danışmanlığı içerecektir (Preminger & Meeks, 2010). İşitsel rehabilitasyonun hem işitsel işleme hem de nörobilişsel işlevler üzerindeki etkililiğine dair kanıtlar artmaya devam etmektedir (Lawrence vd., 2018; Kishon-Rabin vd., 2013). Dahası, hasta motivasyonu, cihaz yeterliliği ve psikososyal işlev gibi ek faktörler müdahale için ek hedefler olabilir (Bennett vd., 2015). Ancak bunları yapabilmek için öncelikle işitsel rehabilitasyonda hangi alanlara ışık tutulduğunu bilmek gerekir. Bu alanlar Şekil 1'de gösterilmiştir ve kısaca anlatılmıştır.



Şekil 1. İşitsel rehabilitasyona bütünsel yaklaşımın 4 bileşeni.

Not. Boothroyd A. (2007). *Adult aural rehabilitation: what is it and does it work?*. *Trends in amplification*, 11(2), 63–71. <https://doi.org/10.1177/1084713807301073>

İşitsel rehabilitasyon, çok çeşitli müdahaleleri kapsayan geniş bir şemsiye terimdir. İşitsel rehabilitasyonun birçok tanımı mevcut olsa da geleneksel rehabilitasyon yaklaşımı ‘duyusal yönetim, eğitim, algısal eğitim ve danışmanlık’ bu başlıklar altında ilerlemektedir. İşitme kaybı, yalnızca şiddetine değil, aynı zamanda kişinin yaşam tarzına, iletişim ihtiyaçlarına ve çevresine bağlı olarak insanları farklı şekilde etkiler. İşitsel rehabilitasyonun bileşenleri işitme kaybı olan yetişkinlere en iyi desteği sağlamak için, işlev, aktivite ve katılım eksikliklerini hafifletmek ve azaltmak amacıyla aşağıdaki bileşenler kullanılır: (Boothroyd, 2007).

- Duyusal yönetim: İşitsel sinyali/duyusal girdiyi doğrudan hedefler ve iyileştirmeyi amaçlar. Bu genellikle, işitme cihazları, koklear implantlar, kemiğe yerleştirilen işitme cihazları, kişisel ses yükseltme ürünleri, Frekans Modülasyon (FM) sistemleri veya yardımcı dinleme cihazları dahil ancak bunlarla sınırlı olmamak üzere, amplifikasyon cihazlarının kullanımını içerir. Bu kategori yalnızca cihazları değil, aynı zamanda uygulama, programlama ve ince ayar işlemlerini de içerir (Aural Rehabilitation Clinical Practice Guideline Development Panel vd., 2023).

- Eğitim: İşitme kaybı, ses yükseltme, mevcut araçlar/kaynaklar, önleme ve koruma, ilişkili semptomlar, iletişim stratejileri eğitimi ve olası

tedavi seçenekleri hakkında eğitim sağlamaya odaklanır. Bu ayrıca, duyuşal cihazların kullanımı, bakımı ve yönetimi konusunda gösterim ve eğitim vermeyi de içerir. Bilgili bir hasta, bir bakım planının oluşturulmasına aktif olarak katılmaya ve işitme kaybı gibi kronik bir rahatsızlığı kendi kendine yönetmeye daha iyi hazırlanır (Aural Rehabilitation Clinical Practice Guideline Development Panel vd., 2023).

- **Algısal eğitim:** Gelen işitsel veya görsel sinyalleri işleme becerisini kapsar. Bu eğitimin amacı, işitsel veya işitsel-görsel yetenekleri geliştirmektir. Farklı algısal eğitim türleri arasında işitsel eğitim, dudak okuma/konuşma eğitimi ve konuşma takibi yer alır. Konuşma algısı, işitme kaybı olan yetişkinler arasında yaygın bir şikayettir ve algısal eğitim, dinleme pratiği ve destek olarak kullanılabilir (Aural Rehabilitation Clinical Practice Guideline Development Panel vd., 2023).

- **Danışmanlık:** İşitme kaybı ve/veya ilgili bozuklukların psikolojik, sosyal ve duyuşal olarak kabul edilmesine odaklanır. Ayrıca, bireyin rehabilitasyon sürecine katılmaya hazır olup olmadığını da ele alabilir. Bu, uyum öncesi etkileşim etkinlikleri, motivasyonel görüşme, uyum öncesi ve sonrası danışmanlık, akran destek sistemleri ve psikososyal yönetim becerilerini geliştirmeyi ve desteklemeyi amaçlayan diğer müdahaleleri içerir. Kişisel danışmanlık, işitme kaybıyla sıklıkla ilişkilendirilen stres faktörlerinin uygun şekilde yönetilmesini sağlayarak kabullenmeyi kolaylaştırabilir (Aural Rehabilitation Clinical Practice Guideline Development Panel vd., 2023).

Duyuşal yönetim, eğitim, danışmanlık ve klinisyen rehberliğinde işitsel eğitim içeren kapsamlı bir işitsel rehabilitasyon yaklaşımının, işitme kayıplı bireyler için konuşma tanıma ve yaşam kalitesi sonuçlarını iyileştirme fırsatını en üst düzeye çıkardığı görülmüştür (Moberly vd., 2020).

İşitsel rehabilitasyonun her bir bileşeni, işitme kaybı olan bireylere benzersiz bir şekilde destek sağlar ve kronik bir rahatsızlık olarak işitme kaybının yönetimine yardımcı olabilir. Bazen işitsel rehabilitasyonun yalnızca tek bir bileşeni yeterli olsa da birçok işitsel rehabilitasyon planı, birden fazla yönetim bileşenini (örneğin, danışmanlık ve algısal eğitim) içeren bütünsel, çok yönlü programlar da vardır. Her müdahalenin tek başına ve birlikte potansiyel katkısını anlamak, işitme kaybı olan bireylerin ve sağlık hizmeti verenlerin bir rehabilitasyon planının geliştirilmesinde iş birliği yapabilmeleri için çok önemlidir (Aural Rehabilitation Clinical Practice Guideline Development Panel vd., 2023).

İşitsel rehabilitasyon klinisyen liderliğindeki ‘duyuşal yönetim, eğitim, algısal eğitim ve danışmanlık’ içeren seanslardan evde bilgisayarlı ve kendi

kendine yönlendirilen platformlara kadar çeşitlilik gösterir. Bu bileşenlerin, amplifikasyonla ve yardımcı cihaz teknolojileri ile kullanımı ve işitsel rehabilitasyonun kişi merkezli bir çerçevede uygulanması işitme kayıplı bireyler için olumlu etkiler oluşturur.

2.4.2. İşitme Kayıplı Bireylerde Yardımcı Cihaz Teknolojileri Kullanımı ve Önemi

1988 tarihli Engelli Bireylere Teknolojiyle İlgili Yardım Yasası (Technology-Related Assistance for Individuals with Disabilities Act), gelmesiyle birlikte yardımcı cihaz teknolojisi; engelli bireylerin işlevsel yeteneklerini artırmak, sürdürmek veya geliştirmek amacıyla kullanılan, ticari olarak temin edilebilen, bireysel gereksinimlere göre özelleştirilmiş herhangi bir ürün, ekipman veya sistem olarak tanımlanmaktadır (University of Illinois Library, t.y.).

Fonksiyonel eksiklikler duyuşsal yönetim yoluyla giderilir. Temel araçlar işitme cihazları ve koklear implantlardır; bunlara FM mikrofonlar veya amplifikatörlü telefonlar gibi yardımcı cihazlar da eklenebilir. En önemli hedef; işitme konforunu ve algılanan ses kalitesini korurken konuşma seslerinin duyulabilirliğini sağlamaktır. Bunu mümkün olduğunca geniş bir yelpazede konuşmacı frekans spektrumunu, konuşmacı mesafesini, konuşmacı eforunu, arka plan gürültüsünü ve ses yankılanmasını dikkate alarak gerçekleştirmek gerekir (Boothroyd, 2007).

Koklear implantlar ve işitme cihazları işitilebilirliği artırsa da işitmeyi normal seviyelere geri getirmezler. Ne işitme cihazları ne de koklear implantlar, koklea ve işitme sinirinin frekansa özgü tepkisini taklit edemez; spektral olarak geniş sinyaller sağlarlar ve bu nedenle daha zayıf konuşma algısına neden olurlar (Rubinstein, 2004). Kokleanın dış tüy hücreleri, birçok sensörinöral işitme kaybı türünde olduğu gibi hasar gördüğünde, baziler membranın frekans tepkisini hassas bir şekilde ayarlama yeteneğini kaybederler. Bu durum, işitsel sinir liflerinin daha geniş ve daha az uyarılmasına veya gelen konuşma sinyallerinin bulanıklaşmasına neden olur (Lesica, 2018). İşitsel yolun frekans tepkisini iyileştirme yeteneğindeki bu azalma, işitme kayıplı dinleyiciler için daha zayıf konuşma algısıyla sonuçlanır (Henry & Heinz, 2013). Bu sorun gürültülü ortamlarda daha da kötüleşir, çünkü konuşma sinyallerinin bulanıklaşması işitsel sistemin konuşma ile arka plan gürültüsü arasında ayırma yapmasını zorlaştırır (Lesica, 2018). Amplifikasyon teknolojisinin sağladığı spektral olarak geniş sinyaller, işitme kayıplı çocuklarının işiten akranlarıyla aynı konuşma algısını elde etmek için daha iyi bir sinyal-gürültü oranına ihtiyaç duymalarına neden olur (Ching vd., 2018). Akustik açıdan zorlu ortamlar, amplifikasyon teknolojisinin

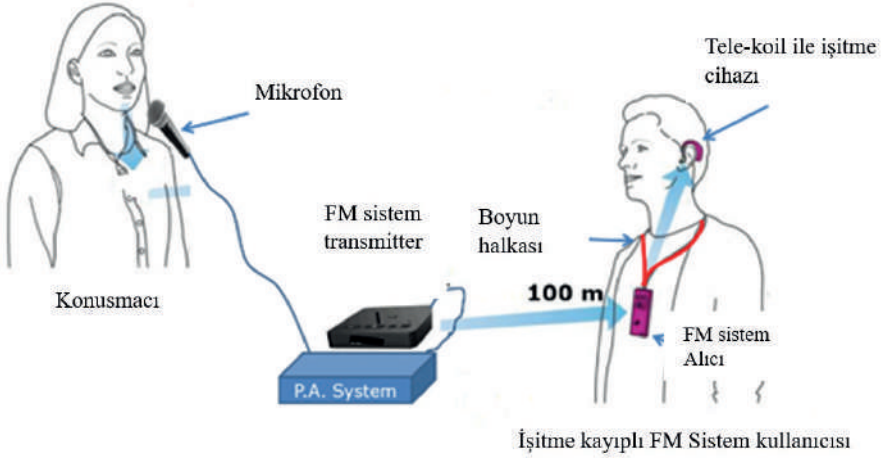
sağladığı spektral açıdan geniş sinyallerle bir araya geldiğinde, koklear implant ve/veya işitme cihazı kullanan bireyler kendilerini benzersiz bir dezavantajlı konumda bulmaktadır; ancak yardımcı dinleme teknolojilerinin kullanımı, işitilebilirliği ve öğrenmeye erişimi iyileştirebilir (Mealings, 2022; Humphries vd., 2024). Aynı zamanda yardımcı cihaz teknolojileri, “insanların sağlıklı, üretken, bağımsız ve onurlu bir yaşam sürmelerini, eğitime, iş gücüne ve sosyal hayata katılmalarını sağlar” (World Health Organization [WHO], 2017).

Yardımcı dinleme cihazları, sesi yükseltmek için temelde aşağıda anlatılan (Frekans modülasyon (FM) sistem, endüksiyon loop sistem ve kızılötesi) üç teknolojiyi kullanır. Bunun yanında son zamanlarda teknolojinin gelişmesiyle ortaya çıkan mobil uygulamalı sistemlerde mevcuttur. Aşağıda bu teknolojilerin işitme kayıplı bireylerde kullanımı ve önemi anlatılacaktır.

2.4.2.1. Frekans Modülasyon (FM) Sistem

FM sistemleri, ilgilenilen hoparlör tarafından kullanılan bir verici mikrofondan ve dinleyicinin kullandığı bir alıcıdan oluşur. Mikrofondan gelen sinyal, FM radyo teknolojisi vasıtasıyla alıcıya kablosuz olarak gönderilir (University of Illinois Library, t.y.). FM sistemlerde temel çalışma prensibi; dağıtıcının kablosuz iletimiyle sinyali doğrudan alıcıya aktararak sinyal-gürültü oranı artırılmış olur. Şekil 2’de FM sistemi yapısı görülmektedir.

Hafif-orta veya orta dereceli kayıplarda yönsel mikrofonlar yardımcı olabilir ama yüksek gürültü ve yankılanma durumlarında FM ile beklenen sinyal-gürültü oranı çok daha yüksektir; FM sistemleri zorlu ses seviyelerinde bu yüzden tercih edilir (Thibodeau, 2010; Skrebneva, 2011). FM kullanımıyla yapılan davranışsal testlerde ortalama bir “FM kazancı” ~10 dB olarak raporlanmıştır, bu da gürültü ortamında belirgin konuşma algısı kazancı demektir ((Tangerino de Souza Jacob vd., 2012). Sınıftaki gürültü durumuna bağlı olarak bazı değerlendirmelerde sinyal- gürültü oranını 15–20 dB kadar artırdığı da görülmüştür (Skrebneva, 2011). Özellikle işitsel işleme bozukluğu olan çocuklarda FM sistemin akademik başarısı, dikkat ve sosyal iletişimde olumlu etkilere sahip olduğu bilinmektedir (Johnston vd., 2009).



Şekil 2. FM Sistemi

Not. Özel Eğitim Teknoloji. (t.y.). İşitme engelli öğrencilerin eğitiminde yardımcı teknolojiler. Erişim tarihi 23 Eylül 2025, <https://aikebaier.wordpress.com/isitme-engelli-ogrencilerin-egitiminde-yardimci-teknolojiler/>

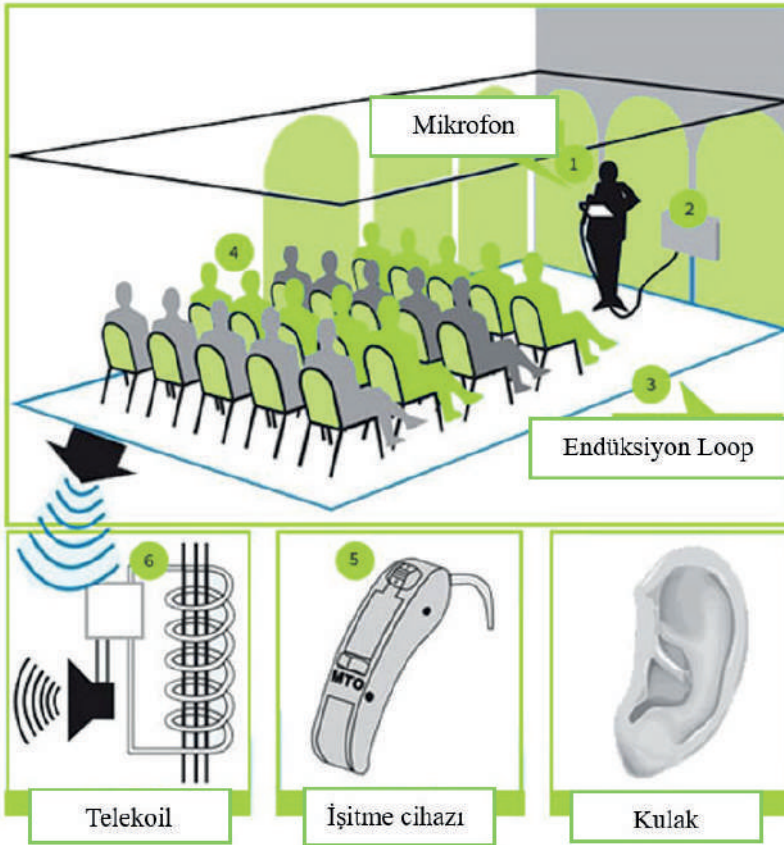
2.4.2.2. Endüksiyon Loop (Döngü) Sistemleri

Geniş alan döngü sistemleri, sesi iletme için elektromanyetik alan kullanır. İndüksiyon loop sistemlerin temel bileşenleri, odanın etrafını çevreleyen bir kablo ve ses yükselticisidir ve basit bir kablo döngüsüdür. Bu döngü sesi doğrudan kullanıcının mevcut işitme cihazına, ek herhangi bir ekipmana gerek kalmadan aktarır. Bir işitme döngüsü sistemi, mekânın ses sistemi veya kendi mikrofonlarına bağlanan özel tasarım bir amplifikatör ve basit durumda bir odanın veya belirli bir dinleme alanının çevresini saran bir telden oluşur. Telden bir akım geçirilir ve bu, kullanıcının işitme cihazındaki telecoil tarafından alınabilen bir elektromanyetik alanın oluşmasını sağlar. Kullanıcının yapması gereken tek şey, işitme cihazındaki bir düğmeye basarak “işitme döngüsü” veya “telecoil” moduna geçmektir. İşitme cihazı olmayan kullanıcılar için, işitme döngüsü sistemiyle kullanılacak kulaklıklar taşınabilir alıcılar da mevcuttur. Ayrıca, endüksiyon loop sistemleri, gişe, danışma masası veya havaalanı gibi geçici iletişim durumlarında kullanılacak tek yardımcı dinleme sistemidir (Kochkin vd., 2014).

Özetle, işitme döngüleri şunlardır: her yaş grubundan insanın kolayca kullanabileceği basit ve kullanıcı dostu, kullanıcı için ek ekipman gerektirmediği için pratik, üreticisinden bağımsız olarak telecoil özellikli herhangi bir işitme cihazı ile evrensel ve doğrudan uyumlu, mekan açısından maliyet etkin, çünkü sınırsız sayıda eşzamanlı kullanıcıya imkan tanırken,

alınması ve yeni pillerle bakımının yapılması gereken alıcı/kulaklık birimlerinin sayısını azaltır, kullanıcı için uygun maliyetli, çünkü ek cihaz satın almayı gerektirmez ve enerji verimli, çünkü işitme cihazının pili üzerinde ek yük oluşturmaz (Kaufmann vd., 2015).

İşitme cihazı kullanan bireyler için bu sistemler, geniş mekânlarda konuşmayı anlama performansını artırmakta, dinleme eforunu azaltmakta ve iletişimi kolaylaştırarak işitme kayıplı bireylerin yaşam kalitesini arttırmaktadır. Bu yönüyle söz konusu sistemler, işitsel rehabilitasyon sürecinin ayrılmaz bir bileşeni olarak değerlendirilmektedir. Şekil 3'te bu sistem görülmektedir.



Şekil 3. Endüksiyon Loop Sistemi.

Not. CIE Group. (t.y.). What is an induction loop system? (AFILS). Erişim adresi: <https://cie-group.com/how-to-av/videos-and-blogs/induction-loop-system-afils>

2.4.2.3. Kızılötesi (Infrared) Sistemler

Güçlendirilmiş sesleri iletmek için kızılötesi ışık kullanır. Kızılötesi ışık duvarlardan geçemediği için, kızılötesi yardımcı dinleme cihazları adliyeler gibi gizli durumlar için daha fazla kullanılmaktadır (University of Illinois Library, t.y.). Gizlilik sağlar ancak reverberasyona duyarlıdır (Anderson & Goldstein, 2004). Adliye dışında diğer geniş alanlarda sinyal-gürültü oranını çok artırdığı söylenemez. Yapılan bir çalışmada kızılötesi tavan ses alanı sistemi kullanılmış fakat işitme cihazlarının sağladığı faydanın ötesinde bir fayda sağlamadığı ve konuşma algısını artırmadığı görülmüştür (Anderson & Goldstein, 2004). İşitme kayıplı bireylerin çok kullanmadığı yardımcı cihaz teknolojilerinden biridir.

2.4.2.4. Mobil Uygulamalar ve Diğer Teknolojiler

Konuşmadan metne dönüştürme hizmetlerinin işitme kayıplı öğrencilere destek olarak kullanımı ve gelişimi son yirmi yılda istikrarlı bir şekilde artmıştır. Bu teknoloji şu şekilde çalışır: Sınıfta veya uzakta bulunabilen bir aracı operatör, otomatik konuşma tanıma özelliğine sahip bir stenografik makine veya bir QWERTY klavye kullanarak bir öğretim görevlisi/öğretmen tarafından konuşulduğu şekliyle metin üretir (Stinson vd., 2009). Bunun birçok örnek uygulaması vardır. Aşağıda birkaç örnekten bahsedilmiştir.

- C-Print, sınıflardaki işitme kayıplı öğrenciler için bir destek hizmeti olarak kullanılan gerçek zamanlı, konuşmadan metne transkripsiyon sistemine bir örnektir (Bell & Foiret, 2020).
- Transcence; işitme kayıplı bireyler için bir teknolojik üründür. Bu uygulamayı akıllı telefonunuza indirdiğinizde sesli sohbetler metin olarak ekranınıza gelir ve böylelikle iletişim kolaylaşmış olur (Özel Eğitim Teknoloji, t.y.).
- Text to Speech; Bu uygulama App Store'dan indirilebilir. Herhangi bir metni anında doğal seslerle okur. Okumasını istediğiniz metni girebilir veya bir web sitesi adresi verebilirsiniz (University of Illinois Library, t.y.).
- Dragon Dikte Uygulaması; Dragon Dictation uygulaması, konuşmayı metne ve metni konuşmaya dönüştürmek için kullanılabilir. Bu uygulama yalnızca iOS'ta mevcuttur (University of Illinois Library, t.y.).

AAC cihazları, Artırıcı ve Alternatif İletişim Cihazları anlamına gelir. Bunlar, sözel olmayan bireylerin iletişim kurmasını sağlayan ileri teknoloji yardımcı teknolojilerdir. Bir AAC cihazına örnek olarak konuşma üreten

cihazlar verilebilir. Bu cihazlar, kullanıcının girdisine göre sentezlenmiş konuşma üreterek çalışır. Bu sayede kullanıcı, sözel olmayan veya konuşma bozukluğu yaşayan kişilerle bile sözlü bir ortam aracılığıyla iletişim kurabilir (Halpin, 2024).

Bluetooth bağlantısı, ses içeriğinin doğrudan bireysel işitme cihazlarına kablolu olarak aktarılmasını sağlar. Bluetooth teknolojisi, işitme cihazları veya koklear implantlarla kullanılabilir. Çeşitli ses kaynaklarına bağlantı sağlar ve akıllı telefonlar aracılığıyla eller serbest arama ve ses kontrolü sağlamak için kullanılabilir (Halpin, 2024).

Görsel ya da dokunsal uyarı cihazları, işitme kaybı yaşlı bireylere önemli sesler duyulduğunda veya alarmlar çaldığında güvenliği ve farkındalığı artırmak için görsel veya dokunsal ipuçları sağlar. Sinyal verici veya bildirim cihazları olarak da bilinen bu cihazlar, genellikle insanları çeşitli ortam seslerine karşı uyarmak için yanıp sönen ışıklar ve/veya titreşimler kullanır (Halpin, 2024).

Yukarıda verilen örneklerde olduğu gibi teknolojinin gelişmesiyle bu ve buna benzer birçok yardımcı cihaz teknolojilerinden yararlanılmaktadır. Günümüzde mobil uygulamalar ve diğer teknolojik gelişmeler, işitme kaybı olan bireylerin işitsel rehabilitasyon sürecinde giderek kritik bir rol oynamaktadır.

2.4.3. İşitsel Rehabilitasyonda Yardımcı Cihaz Teknolojileri

İşitsel rehabilitasyon, işitme kaybı olan kişilerin iletişim kurma ve dinleme ortamına yeniden entegre olma becerilerini geliştirmelerine yardımcı olmak üzere tasarlanmış farklı strateji ve terapileri kapsayan çok disiplinli bir yaklaşımdır (Brodie vd., 2018). Aynı zamanda işitsel rehabilitasyon, birbiriyle ilişkili birkaç bileşen içerir. Genel olarak, işitsel dünyaya erişimi sağlayabilmek için işitme cihazları ve koklear- beyin sapı implantları kullanımı yoluyla duyuusal yönetimle başlar. Bazı durumlarda, diğer yardımcı dinleme teknolojilerden de yararlanır. Teknolojinin kullanımı ve dinleme ortamının kontrolü gibi konularda eğitim ve danışmanlık, kapsamlı bir işitsel rehabilitasyon programının ayrılmaz bir parçasıdır (Preminger & Meeks, 2010).

İşitme kaybının etkilerini azaltmayı ve bireylerin işitme kalitesini iyileştirmeyi amaçlayan çeşitli işitsel rehabilitasyon yöntemleri bulunmaktadır. Teknoloji bu müdahale bağlamlarını kolaylaştırmıştır; bu nedenle, rehabilitasyon teknolojileri ve yardımcı teknolojiler kavramları güç kazanmış ve profesyonelleri işitsel rehabilitasyon süreçlerinde destekleyen temel araçlar olarak kabul edilmektedir; bunlardan ilki rehabilitasyon sürecinde kullanılan

rehabilitasyon teknolojileri iken, diğeri ise kullanıcının günlük aktivitelerinde iletişimi kolaylaştıran yardımcı cihaz teknolojileridir (Diaz Osorio & Novoa Colmenares, 2022).

Son yıllarda, Bilgi ve İletişim Teknolojileri (BİT'ler) birçok alanda devrim yarattı ve işitsel rehabilitasyon da bu devrimde yerini aldı (Zanet vd., 2021). BİT, geleneksel işitsel rehabilitasyon yöntemlerini tamamlayıp geliştirebilecek çok çeşitli yenilikçi araçlar ve yaklaşımlar sunmaktadır. Bu teknolojiler arasında mobil uygulamalar, çevrimiçi işitsel eğitim programları, yardımcı dinleme cihazları ve genişletilmiş ve alternatif iletişim sistemleri yer almaktadır (Kelly-Campbell & Lessoway 2015).

İşitsel rehabilitasyonda terapi için kullanılan; bilgisayar tabanlı işitsel eğitim platformları ve mobil uygulamalar, özellikle işitme kayıplı yaşlı yetişkinler ve aileler için birçok önemli fayda sunar. Eğitim ve destek kaynaklarına kolay erişim sağlayarak işitme cihazı öz yönetimi ve rehabilitasyon süreçlerini iyileştirir. Bu teknolojiler yalnızca öz yönetimi teşvik etmekle ve hastaları güçlendirmekle kalmaz, aynı zamanda hem işitsel hem de işitsel olmayan etkileri ele alarak işitme kaybı olan kişilerin genel yaşam kalitesini de iyileştirir (Timmer vd., 2021; Kwak vd., 2020).

Rehabilitasyonda yardımcı cihaz teknolojilerinden en çok kullanılanlar FM sistemi, titreşimli uyaranlar ve mobil uygulamalardır (Pinzón-Díaz vd., 2025). Frekans modülasyonlu sistemler ve titreşimli uyarıcılar gibi cihazlar, kullanıcıya olumsuz koşullarda konuşma algılama ve merkezi işitsel işlemede önemli ilerlemeler sunar (Dhanjal & Singh, 2019). Bu yenilikler, karmaşık akustik ortamlarda belirli ihtiyaçları karşılama ve dinleme çabasını azaltmanın yanı sıra, sinyal işlemede daha iyi sonuçlar elde etme ve işitme kaybı olan hastalarda konuşma anlama performansını önemli ölçüde iyileştirme özellikleriyle öne çıkmaktadır Lucía vd., 2020).

Çeşitli çalışmalar, FM sistemlerinin sinyal-gürültü oranını 25 dB'e kadar artırabileceğini göstermiştir; bu da arka plan gürültüsü olan ortamlarda konuşma netliğinde önemli bir artışa işaret eder (Chen vd., 2021). Bu sistemler, özellikle rekabet eden gürültünün belirgin olduğu veya kullanıcının işitsel uyarana daha fazla konsantrasyon ve dikkat gerektirdiği eğitim veya çalışma ortamları gibi durumlarda faydalıdır. Ayrıca, FM sistemlerinin “işitme kayıplı kişilerin ortam gürültüsünün etkilerini azaltmalarına yardımcı olan cihazlar” olduğu belgelenmiştir (Pan-ngum vd., 2013).

Mevcut literatürde, ilkokul ortamlarının akustik özelliklerinin çocukların psiko-eğitsel ve psiko-sosyal gelişimleri üzerinde belirleyici bir etkiye sahip olduğu belirtilmektedir. Uygun olmayan yankılanma süreleri veya yüksek

düzeydeki arka plan gürültüsü, öğrencilerin konuşma algısı, okuma-yazma becerileri ve genel akademik başarıları üzerinde olumsuz sonuçlara yol açabilmektedir (Crandell & Smaldino, 1999). Bu nedenle, yalnızca ilkokullarda değil, ortaöğretim ve yükseköğretim düzeyindeki tüm eğitim kurumlarında da yeterli ve uygun bir dinleme ortamının sağlanması büyük önem taşımaktadır. İşitme yardımcı teknolojilerinin kullanımı, bu olumsuz akustik faktörlerin etkisini azaltarak iletişimin kalitesini ve bilgiye erişimi önemli ölçüde iyileştirebilmektedir (Bell & Foiret, 2020).

Okullar genellikle akustik açıdan zorlu ortamlar olarak tanımlanmaktadır. Nitekim yapılan araştırmalar, Birleşik Krallık'taki ilkokullarda ölçülen ortam gürültüsü düzeyleri, sinyal-gürültü oranları ve yankılanma sürelerinin, işitme engelli öğrenciler için belirlenen akustik standartları sıklıkla karşılamadığını ortaya koymaktadır (Mealings, 2022). Bu tür akustik zorluklar, işitme cihazı veya koklear implant kullanan öğrenciler için daha da belirgin hâle gelmektedir. Amplifikasyon teknolojilerinin sağladığı geniş spektrumlu sinyallerin yetersiz akustik koşullarla birleşmesi, bu öğrencileri iletişim ve öğrenme açısından dezavantajlı bir konuma yerleştirmektedir. Bununla birlikte, uygun şekilde seçilmiş yardımcı dinleme teknolojilerinin kullanımı, işitilebilirliği artırarak eğitim ortamlarına erişimi ve öğrenme çıktılarının niteliğini anlamlı biçimde desteklemektedir (Humphries vd., 2024).

Eğitim veya çalışma ortamlarında, net konuşma algısının çok önemli olduğu yerlerde kullanımları daha yaygın olsa da FM sistemlerinin ev ortamlarında kullanımı daha az yaygındır (Gabova vd., 2024). Ancak, bu ortamlarda konuşma algısını olumsuz etkileyen yüksek gürültü seviyeleri de olabilir ve bu da etkili iletişim gerektiren günlük durumlarda bu sistemlerin potansiyel bir faydası olduğunu düşündürmektedir (Pinzón-Díaz vd., 2025). FM sistemleri kullanan kişilerin arka plan gürültüsü olan ortamlarda konuşma algısında iyileşme bildirdikleri belirtilmektedir; bu da işitme zorluklarıyla karşılaşanların günlük yaşamlarında bu cihazların önemini vurgulamaktadır (Israsena vd., 2013). Rehabilitasyon süreçleri bununla birlikte birleştirildiğinde işitme kayıplı bireylerde konuşma algısı ve iletişim sürecinde olumlu sonuçlar kaçınılmazdır.

Akıllı telefon uygulamaları, işitme cihazı kullanımının gerçek zamanlı olarak izlenmesine olanak tanır ve sağlık profesyonellerine değerli veriler sağlar; bu da rehabilitasyon sürecindeki her birey için ortak karar alma ve hedef belirlemeyi teşvik eder (Muñoz vd., 2017). Genel olarak, bu mobil çözümler yalnızca erişilebilirliği ve esnekliği iyileştirmekle kalmaz, aynı zamanda işitsel terapi önerilerine daha iyi uyumu da teşvik eder. Yeni yaklaşımlar, işitsel

rehabilitasyonda teknolojilerin geliştirilmesi ve onaylanmasında umut verici bir geleceğe işaret eder (Saunders vd., 2019).

2.4.4. SONUÇ

Sonuç olarak, işitsel rehabilitasyon ve eğitim ortamlarında akustik koşulların iyileştirilmesi ve yardımcı dinleme teknolojilerinin entegrasyonu, işitme kayıplı bireylerin öğrenme deneyimlerinin niteliğini artırmada kritik bir rol oynamaktadır. Uygun olmayan yankılanma süreleri, yüksek düzeydeki arka plan gürültüsü ve yetersiz sinyal-gürültü oranları, özellikle işitme cihazı veya koklear implant kullanan öğrenciler için öğrenme sürecini olumsuz yönde etkileyebilmektedir. Bu bağlamda, FM sistemleri, endüksiyon döngüleri, kızılötesi sistemler ve diğer yardımcı teknolojiler, işitsel becerileri artırarak işitme kayıplı bireylerin iletişimini ve konuşma algısını iyileştirmektedir. Eğitim kurumlarının, akustik standartlara uygun fiziksel ortamlar oluşturması ve yardımcı teknolojilerin sistematik olarak kullanıma entegre edilmesini sağlaması, yalnızca işitme kayıplı bireylerin değil, tüm bireylerin öğrenme süreçlerine katkı sağlayacaktır (Bell & Foiret, 2020; Mealings, 2022; Humphries vd., 2024).

İşitme rehabilitasyon teknolojisinde araştırma ve yeniliklerin geliştirilmesine devam edilmesi gerekmektedir. Bu süreçler hem bireylerin hem de toplumların işitsel-iletişimsel ihtiyaçlarına yanıt verecek yeni cihazların geliştirilmesi ve iyileştirilmesi yoluyla, işitsel rehabilitasyon alanında yetkin profesyonellerin yanı sıra elektronik, mühendislik, rehabilitasyon ve teknoloji uzmanları tarafından yönetilmelidir (Pinzón-Díaz vd., 2025).

Kaynakça

- Anderson, K. L., & Goldstein, H. (2004). Speech perception benefits of FM and infrared devices to children with hearing aids in a typical classroom. *Language, Speech, and Hearing Services in Schools*, 35(1), 70–86. [https://doi.org/10.1044/0161-1461\(2004/017\)](https://doi.org/10.1044/0161-1461(2004/017))
- Aural Rehabilitation Clinical Practice Guideline Development Panel, Basura, G., Cienkowski, K., Hamlin, L., Ray, C., Rutherford, C., Stamper, G., Schooling, T., & Ambrose, J. (2023). American Speech-Language-Hearing Association Clinical Practice Guideline on Aural Rehabilitation for Adults With Hearing Loss. *American journal of audiology*, 32(1), 1–51. https://doi.org/10.1044/2022_AJA-21-00252
- Baş, N., & Tozak, E. (2025). İşitme Kayıplı Bireylerin Özellikleri, Tanılanması ve Eğitimi. *Ordu Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 2(1), 43-61.
- Bell, D., & Foiret, J. (2020). A rapid review of the effect of assistive technology on the educational performance of students with impaired hearing. *Disability and rehabilitation. Assistive technology*, 15(7), 838–843. <https://doi.org/10.1080/17483107.2020.1775317>
- Bennett RJ, Taljaard DS, Brennan-Jones CG, Tegg-Quinn S, Eikelboom RH. Evaluating hearing aid handling skills: a systematic and descriptive review. *Int J Audiol*. 2015; 54(11): 765-776.
- Boothroyd A. (2007). Adult aural rehabilitation: what is it and does it work?. *Trends in amplification*, 11(2), 63–71. <https://doi.org/10.1177/1084713807301073>
- Brodie, A., Smith, B., & Ray, J. (2018). The impact of rehabilitation on quality of life after hearing loss: a systematic review. *European archives of oto-rhino-laryngology : official journal of the European Federation of Oto-Rhino-Laryngological Societies (EUFOS) : affiliated with the German Society for Oto-Rhino-Laryngology - Head and Neck Surgery*, 275(10), 2435–2440. <https://doi.org/10.1007/s00405-018-5100-7>
- Chadha, S., Kamenov, K., & Cieza, A. (2021). The world report on hearing, 2021. *Bulletin of the World Health Organization*, 99(4), 242–242A. <https://doi.org/10.2471/BLT.21.285643>
- Chen, J., Wang, Z., Dong, R., Fu, X., Wang, Y., & Wang, S. (2021). Effects of Wireless Remote Microphone on Speech Recognition in Noise for Hearing Aid Users in China. *Frontiers in neuroscience*, 15, 643205. <https://doi.org/10.3389/fnins.2021.643205>
- Ching, T. Y. C., Zhang, V. W., Flynn, C., Burns, L., Button, L., Hou, S., McGhie, K., & Van Buynder, P. (2018). Factors influencing speech perception in noise for 5-year-old children using hearing aids or cochlear implants. *International Journal of Audiology*, 57(sup2), S70–S80. <https://doi.org/10.1080/14992027.2017.1346307>

- CIE Group. (t.y.). What is an induction loop system? (AFILS). Erişim adresi: <https://cie-group.com/how-to-av/videos-and-blogs/induction-loop-system-afils>
- Crandell, C. C., & Smaldino, J. J. (1999). Improving Classroom Acoustics: Utilizing Hearing-Assistive Technology and Communication Strategies in the Educational Setting. *Volta Review*, 101(5).
- Dhanjal, A. S., & Singh, W. (2019, February). Tools and techniques of assistive technology for hearing impaired people. In *2019 International conference on machine learning, big data, cloud and parallel computing (COMIT-Con)* (pp. 205-210). IEEE.
- Diaz Osorio, L. S., & Novoa Colmenares, L. A. (2022). Tecnología para la rehabilitación y terapia ocupacional: una aproximación documental.
- Gabova, K., Meier, Z., & Tavel, P. (2024). Parents' experiences of remote microphone systems for children with hearing loss. *Disability and rehabilitation. Assistive technology*, 19(3), 831–840. <https://doi.org/10.1080/17483107.2022.2128443>
- Halpin, M. (2024, Eylül 29). Assistive technology for people with hearing impairments. Recite Me. <https://reciteme.com/news/assistive-technology-for-people-with-hearing-impairments/>
- Henry, K. S., & Heinz, M. G. (2013). Effects of sensorineural hearing loss on temporal coding of narrowband and broadband signals in the auditory periphery. *Hearing Research*, 303, 39–47. <https://doi.org/10.1016/j.heares.2013.01.014>
- Humphries, C., Mander, J., & Jones, L. (2024). An overview of assistive hearing technology used by services for deaf children. What is being used and what influences purchasing decisions? *Deafness & Education International*, 27(1), 30–51. <https://doi.org/10.1080/14643154.2024.2432099>
- Israsena, P., Isaradisaiikul, S., Noymai, A., Boonyanukul, S., Hemakom, A., Chinarat, C., Navacharoen, N., & Lekagul, S. (2013). Developing an appropriate digital hearing aid for low-resource countries: a case study. *TheScientificWorldJournal*, 2013, 549486. <https://doi.org/10.1155/2013/549486>
- Johnston, K. N., John, A., Kreisman, N. V., & others. (2009). Multiple benefits of personal FM system use by children with auditory processing disorder (APD). *International Journal of Audiology*, 48(6). <https://doi.org/10.1080/14992020802687516>
- Kaufmann, T., Sterkens, J., & Woodgate, J. (2015). Hearing loops: The preferred assistive listening technology. *AES: Journal of the Audio Engineering Society*, 63, 298–302.
- Kelly-Campbell, R. J., & Lessoway, K. (2015). Hearing aid and hearing assistance technology use in Aotearoa/New Zealand. *International journal of*

- audiology, 54(5), 308–315. <https://doi.org/10.3109/14992027.2014.979952>
- Kishon-Rabin L, Avivi-Reich M, Roth DA. Improved gap detection thresholds following auditory training: evidence of auditory plasticity in older adults. *Am J Audiol.* 2013; 22: 343-346.
- Kochkin, S., Sterkens, J., Compton-Conley, C., Beck, D. L., Taylor, B., Kricos, P., Caccavo, M., Holmes, A., & Powers, T. A. (2014). Consumer perceptions of the impact of inductively looped venues on the utility of their hearing devices. *The Hearing Review*, 35(5), 16–26.
- Kwak, C., Kim, S., You, S., & Han, W. (2020). Development of the Hearing Rehabilitation for Older Adults (HeRO) Healthcare Mobile Application and Its Likely Utility for Elderly Users. *International journal of environmental research and public health*, 17(11), 3998. <https://doi.org/10.3390/ijerph17113998>
- Lawrence BJ, Jayakody DM, Henshaw H, et al. Auditory and cognitive training for cognition in adults with hearing loss: a systematic review and meta-analysis. *Trends hearing.* 2018; 22:2331216518792096.
- Lesica, N. A. (2018). Why do hearing aids fail to restore normal auditory perception? *Trends in Neurosciences*, 41(4), 174–185. <https://doi.org/10.1016/j.tins.2018.01.008>
- Lucía, M. J., Revuelta, P., García, Á., Ruiz, B., Vergaz, R., Cerdán, V., & Ortiz, T. (2020). Vibrotactile captioning of musical effects in audio-visual media as an alternative for deaf and hard of hearing people: An EEG study. *IEEE Access*, 8, 190873-190881.
- Mealings, K. (2022). Classroom acoustic conditions: Understanding what is suitable through a review of national and international standards, recommendations, and live classroom measurements. *Building Acoustics*, 29(4), 543–558. <https://doi.org/10.1177/1351010X221126680>
- Moberly AC, Vasil K, Baxter J, Klamer B, Kline D, Ray C. Comprehensive auditory rehabilitation in adults receiving cochlear implants: A pilot study. *Laryngoscope Investigative Otolaryngology.* 2020; 5: 911–918. <https://doi.org/10.1002/lio2.442>
- Muñoz, K., Kibbe, K., Preston, E., Caballero, A., Nelson, L., White, K., & Twohig, M. (2017). Paediatric hearing aid management: a demonstration project for using virtual visits to enhance parent support. *International journal of audiology*, 56(2), 77–84. <https://doi.org/10.1080/14992027.2016.1226521>
- Musiek FE, Chermak GD, Weihing J. Auditory Training. In: Musiek F E, Chermak G D, editors. *Handbook of Central Auditory Processing Disorder*. Plural Publishing; 2007

- Özel Eğitim Teknoloji. (t.y.). İşitme engelli öğrencilerin eğitiminde yardımcı teknolojiler. Erişim tarihi 23 Eylül 2025, <https://aikebaier.wordpress.com/isitme-engelli-ogrencilerin-egitiminde-yardimci-teknolojiler/>
- Pan-ngum, S., Soonrach, T., Seesutas, S., Noymai, A., & Israsena, P. (2013). Development of a low cost assistive listening system for hearing-impaired student classroom. *TheScientificWorldJournal*, 2013, 787656. <https://doi.org/10.1155/2013/787656>
- Pinzón-Díaz, M. C., Martínez-Moreno, O., Castellanos-Gómez, N. M., Cardona-Posada, V., Florez-Montes, F., Vallejo-Cardona, J., & Correa-Ortiz, L. C. (2025). Technologies and Auditory Rehabilitation Beyond Hearing Aids: An Exploratory Systematic Review. *Audiology research*, 15(4), 80. <https://doi.org/10.3390/audiolres15040080>
- Preminger, J. E., & Meeks, S. (2010). Evaluation of an audiological rehabilitation program for spouses of people with hearing loss. *Journal of the American Academy of Audiology*, 21(5), 315–328. <https://doi.org/10.3766/jaaa.21.5.4>
- Rubinstein, J. T. (2004). How cochlear implants encode speech. *Current Opinion in Otolaryngology & Head and Neck Surgery*, 12(5), 444–448. <https://doi.org/10.1097/01.moo.0000134452.24819.c0>
- Saunders, G. H., Dillard, L. K., Frederick, M. T., & Silverman, S. C. (2019). Examining the Utility of Photovoice as an Audiological Counseling Tool. *Journal of the American Academy of Audiology*, 30(5), 406–416. <https://doi.org/10.3766/jaaa.18034>
- Saunders, G. H., Vercammen, C., Timmer, B. H. B., Singh, G., Pelosi, A., Meis, M., Launer, S., Kramer, S. E., Gagné, J. P., & Bott, A. (2021). Changing the narrative for hearing health in the broader context of healthy living: a call to action. *International journal of audiology*, 60(sup2), 86–91. <https://doi.org/10.1080/14992027.2021.1905892>
- Skrebneva, I. V. (2011). Supporting deaf learners in inclusive education settings in South Africa. *The International Journal of Diversity in Organizations, Communities, and Nations: Annual Review*, 11(1). <https://doi.org/10.18848/1447-9532/CGP/V11I01/38961>
- Stinson, M. S., Elliot, L. B., Kelly, R. R., & Liu, Y. (2009). Deaf and hard-of-hearing students' memory of lectures with speech-to-text and interpreting/note taking services. *The Journal of Special Education*, 43(1), 52–64.
- Tangerino de Souza Jacob, R., Bevilacqua, M. C., Molina, S. V., & others. (2012). Sistema de frequência modulada em crianças com deficiência auditiva: Avaliação de resultados. *Revista da Sociedade Brasileira de Fonoaudiologia*, 17(4). <https://doi.org/10.1590/S1516-80342012000400009>

- Thibodeau, L. M. (2010). Benefits of adaptive FM systems on speech recognition in noise for listeners who use hearing aids. *American Journal of Audiology*, 19(2), 63–75. [https://doi.org/10.1044/1059-0889\(2010/09-0014\)](https://doi.org/10.1044/1059-0889(2010/09-0014))
- Timmer, B. H. B., Launer, S., & Hickson, L. (2021). Using smartphone technology to support the adult audiologic rehabilitation journey. *International journal of audiology*, 60(sup1), S61–S67. <https://doi.org/10.1080/14992027.2020.1854483>
- Topçu, T., & Cakir, O. (2025). İşitme Engelli Bireylerin Eğitimi İçin Teknolojik Çözümler: Literatür İncelemesi. *Uluslararası Türk Kültür Coğrafyasında Sosyal Bilimler Dergisi*, 10(1), 47-60.
- University of Illinois Library. (t.y.). Hard of hearing. Illinois University Library Guides. Erişim tarihi 23 Eylül 2025, saat 12:14, <https://guides.library.illinois.edu/deaf/hardofhearing>
- WHO D-G. Improving access to assistive technology (WHO Executive Board 142nd session, provisional agenda item 4.5) [Internet]; 2017. Available from: http://apps.who.int/gb/ebwha/pdf_files/EB142_21-en.pdf(open in a new window).
- Zanet, M., Polo, E. M., Lenatti, M., van Waterschoot, T., Mongelli, M., Barbieri, R., & Paglialonga, A. (2021). Evaluation of a Novel Speech-in-Noise Test for Hearing Screening: Classification Performance and Transducers' Characteristics. *IEEE journal of biomedical and health informatics*, 25(12), 4300–4307. <https://doi.org/10.1109/JBHI.2021.3100368>.

BÖLÜM III:

YAŞAM BOYU İŞİTME TARAMA PROGRAMLARI

Yenidoğan İşitme Tarama Programları ve Protokolleri

Esra Kuru¹

Özet

Konjenital işitme kaybı, doğuştan itibaren var olan en yaygın doğumsal anomalilerden biri olarak kabul edilmektedir. Bu durumun erken dönemde tanınmaması ve uygun müdahalelerin zamanında gerçekleştirilmemesi, çocuklarda dil ve konuşma gelişimi başta olmak üzere sosyal, bilişsel ve akademik beceriler üzerinde olumsuz etkilere yol açabilmektedir (Genç vd., 2005; Garabli, 2008). Sağlıklı yenidoğanlar arasında konjenital bilateral işitme kaybı görülme sıklığı yaklaşık 1–3/1000 düzeyindedir. Ancak yenidoğan yoğun bakım ünitesinde izlenen bebeklerde bu oran 2–4/100'e kadar yükselmektedir (Tasci vd., 2010; Başar vd., 2007). Yenidoğan yoğun bakım ünitelerinde işitme kaybı oranlarının yüksekliği göz önünde bulundurularak, erken tanı amacıyla yenidoğan işitme tarama programları başlatılmıştır. Tarama sonrası işitme kaybı şüphesi olan bebekler ileri tetkiklere yönlendirilmekte ve gerekli müdahaleler erken dönemde uygulanmaktadır. Erken tanı alan bebeklerin, dil ve konuşma gelişimlerinin akranlarıyla uyumlu olduğu bildirilmektedir (Eryılmaz vd., 2009).

Yenidoğan işitme taramalarının ilk dönemlerinde, taramanın yalnızca işitme kaybı açısından risk faktörü taşıyan bebeklere uygulanması gerektiği görüşü hâkimdi. Bu yaklaşım doğrultusunda, başlangıçta yalnızca riskli bebeklere yönelik işitme taramaları gerçekleştirilmiştir (Pappas, 1983).

Chu ve diğerlerinin çalışmasında, doğuştan işitme kaybı olan birçok yenidoğanın herhangi bir risk faktörü taşımadığı belirtilmiş; yalnızca riskli bebeklere tarama uygulanması durumunda konjenital işitme kayıplı olguların yaklaşık %50'sinin saptanamayacağı vurgulanmıştır (Chu vd., 2003). Bu nedenle yalnızca risk gruplarına yönelik gerçekleştirilen işitme taramaları, işitme kaybı olan tüm bebeklerin erken tanınmasını sağlamada yetersiz kalmaktadır (Genç vd., 2005). Bu nedenle, tüm yenidoğanlara işitme tarama testinin uygulanması önerilmekte; böylece gözden kaçan vakaların azaltılması ve tarama programlarının etkinliğinin artırılması amaçlanmaktadır (Hyde, 2005).

1 Öğr. Gör., Bingöl Üniversitesi, ORCID No: 0000-0003-4466-6210, e-mail: ekuru@bingol.edu.tr

3.1. YENİDOĞAN İŞİTME TARAMA PROGRAMLARI

Yenidoğan ve bebeklerde işitme taramalarının temelleri, kabaca kırk yıl öncesine, 1964 yılında Marion Downs'ın öncülüğünde yürütülen çalışmalara dayanmaktadır. Bu çalışmalar, yenidoğanlarda işitme kaybının erken dönemde belirlenebilmesi amacıyla tarama programlarının geliştirilmesini hedeflemiştir. Söz konusu girişimlerle birlikte, bebeklerin işitme taraması için en uygun, en etkili ve maliyet açısından en uygun yöntemin belirlenmesi; ayrıca işitme kaybının tanı yaşının düşürülmesi yönünde önemli adımlar atıldığı görülmektedir (Probst vd., 1991; Woblewska- Seniuk vd.,2017).

İşitme taramalarıyla ilgili ilk girişimlerin, toplumu bilinçlendirmeye yönelik kampanyalarla başladığı görülmektedir. Bu dönemde, işitme kaybı olan bebeklerin öncelikle aileleri ve/veya yakın çevresi tarafından fark edileceği düşüncesinden hareketle, toplumda işitme engeline yönelik farkındalığın artırılması amaçlanmıştır. Ancak, bu kapsamda yürütülen geniş ölçekli bilgilendirme kampanyalarına rağmen, Amerika Birleşik Devletleri'nde işitme kaybı tanısının ortalama 24 ila 30 ay arasında konulduğu ve tanı yaşının anlamlı şekilde düşürülemediği saptanmıştır. İzleyen dönemlerde, işitme kaybı açısından yüksek risk taşıyan bebeklerin belirlenebilmesi amacıyla risk faktörü değerlendirme formları geliştirilmiş ve uygulanmıştır. Bununla birlikte, bu uygulamaların yalnızca işitme engelli çocukların yaklaşık %50'sini tespit edebildiği görülmüştür. Bu sonuçlar, tüm bebeklerin ve çocukların işitme fonksiyonlarının objektif yöntemlerle ve belirli aralıklarla test edilmesinin gerekliliğini ortaya koymuştur (Probst vd, 1991; Woblewska- Seniuk vd.,2017).

İzleyen dönemlerde, işitme kaybının belirlenebilmesi amacıyla bebeklerde davranışsal testlerin kullanılmaya başlandığı görülmektedir. Davranışsal yöntemle gerçekleştirilen işitme taramasının en temel biçimi, aile gözlemlerine dayanmaktadır. Nitekim işitme engelli çocukların yaklaşık %60'ının, öncelikle aileleri tarafından fark edildiği bildirilmektedir. Bu dönemde kullanılan davranışsal testlerde, bebeğin verilen işitsel uyarılara karşı gösterdiği refleksif ve fizyolojik tepkiler —örneğin sese karşı sıçrama, başını veya boynunu ses yönüne çevirme, kalp atım hızında veya solunum düzeninde değişiklikler meydana gelmesi ya da sakinleşme davranışı göstermesi— değerlendirilmiştir. Bebeğin bu tür davranışsal yanıtları, doğrudan gözlem yoluyla ya da bu tepkileri kaydedebilen cihazlar aracılığıyla saptanmıştır (Mauk & Behrens, 1993; McCormick vd., 1984; Tucker & Bhattacharya, 1992).

Gözlem yönteminin sistematik biçimde uygulanmasının mümkün olmaması nedeniyle, işitme taramalarında otomatik ve bilgisayarlı

yöntemlerin geliştirilmesine yönelik çalışmalar başlatılmıştır. Bu yöntemde, beşiklere bebeğin baş hareketlerini, kalp atım hızını ve solunum sayısını kaydeden alıcılar yerleştirilmiş; kulaklık aracılığıyla yaklaşık 85 dB şiddetinde sesli uyaranlar verilmiştir. Değerlendirme sürecinde, hem sesli uyarının verildiği anlarda hem de uyarının bulunmadığı dönemlerde bu alıcılardan elde edilen davranışsal tepkiler dikkate alınmıştır. Elde edilen yanıtlar belirli aralıklarla kaydedilerek analiz edilmiştir. İşitsel cevap beşikleri, işitsel yolu bütüncül biçimde değerlendiren, girişim gerektirmeyen ve uygulanması görece kolay bir yöntem olarak tanımlanmaktadır. Test süresinin yalnızca birkaç dakika sürmesine karşın, bebeğin hazırlanması ve yerleştirilmesi görece zaman alıcıdır. Ancak bu yöntemde yüksek şiddette işitsel uyaran kullanılması nedeniyle hafif dereceli işitme kayıplarının tespit edilemediği bildirilmektedir. Ayrıca, işitsel cevap beşikleri zamanında doğan yenidoğanlar için uygun bir yöntem olarak değerlendirilmekte; ancak prematüre bebeklerde ve klinik olarak riskli yenidoğanlarda kullanılmamaktadır (Mauk & Behrens, 1993; McCormick vd., 1984; Tucker & Bhattacharya, 1992).

Bir diğer otomatik davranış testi ise Crib-ogram olarak adlandırılmaktadır. Bu yöntemde, bebeğin beşiğine fotoelektrik bir alıcı yerleştirilir ve yaklaşık 3 kHz frekansında ve 90 dB SPL şiddetinde sesli uyaranlar verilerek bebeğin hareketleri kaydedilir. Crib-ogram, işitsel cevap beşiklerine kıyasla daha özellikli ve hassas bir yöntem olarak kabul edilmektedir. Otomatik tarama cihazlarının geliştirilmesinden önce, işitme kaybı açısından risk taşıyan bebeklerde yalnızca konvansiyonel ABR (Auditory Brainstem Response) cihazları ile tarama yapılmaktaydı. Bu doğrultuda, Amerikan Pediatri Akademisi (American Academy of Pediatrics) 1982 yılında yayımladığı bildiride, riskli bebeklerde işitme taramasının yapılmasını önermiştir. (American Academy of Pediatrics, 1999; Iwasaki vd., 2003; Tucker & Bhattacharya, 1992).

Amerika Birleşik Devletleri'nde 1992–1996 yılları arasında yürütülen Colorado Yenidoğan İşitme Taraması Projesi kapsamında yapılan değerlendirmelerde, konjenital işitme kaybı tanısı alan 126 bebeğin yaklaşık %50'si (63 bebek) işitme kaybı açısından herhangi bir risk faktörüne sahip değildir. Bu bulgu, yalnızca risk faktörlerine dayalı taramanın yetersizliğini göstermiştir. Bu doğrultuda, Amerikan Pediatri Akademisi (American Academy of Pediatrics) 1999 yılında yayımladığı bildirisinde, tüm yenidoğanların işitme taramasından geçirilmesini önermiştir (Rouey vd. 2004).

Yenidoğan işitme taramalarının daha sonraki tarihsel gelişiminde, EOAE (Evoked Otoacoustic Emissions) yönteminin kullanımı öne çıkmaktadır. Otoakustik emisyon (OAE) test cihazı, 1978 yılında David Kemp tarafından geliştirilmiştir (Kemp, 1978). Bu cihaz sayesinde, yaklaşık 30 dB ve üzerindeki işitme kayıpları, objektif bir biçimde saptanabilmektedir. İşitme tarama alanındaki bu gelişme ile birlikte, birçok ülke yenidoğan işitme taraması programlarını uygulamaya başlamıştır (Kemp & Ryan, 1993).

Başlangıçta, EOAE (Evoked Otoacoustic Emissions) yöntemi ile gerçekleştirilen işitme taramaları, öncelikle işitme kaybı açısından risk faktörü taşıyan bebekler için önerilmiştir (Nekahm vd., 2001). 1989 yılında Amerika Birleşik Devletleri'nde başlatılan Rhode Island İşitme Değerlendirme Projesi (Rhode Island Hearing Assessment Project - RIHAP) kapsamında, çok sayıda yenidoğana TEOAE (Transient Evoked Otoacoustic Emissions) ve konvansiyonel ABR (Auditory Brainstem Response) teknikleri ayrı ayrı veya birlikte uygulanarak işitme taraması yapılmıştır (Garabli, 2008).

Yenidoğan işitme taramaları, Türkiye'de ilk olarak 1994 yılında Marmara Üniversitesi'nde uygulanmış ve 1996 yılında aynı üniversitede yapılan bir yüksek lisans tezinde konu edilmiştir. 1998 yılında Hacettepe Üniversitesi, kendi bünyesinde doğan yenidoğanlara işitme tarama uygulamasını başlatmıştır (Garabli, 2008). 2000 yılında, Başbakanlık Özürlüler İdaresi Başkanlığı, Sağlık Bakanlığı ve Hacettepe Üniversitesi Rektörlüğü arasında imzalanan protokol ile Eylül 2000 itibarıyla Ankara Zübeyde Hanım Doğumevi'nde doğan bebekler üzerinde pilot uygulama başlatılmıştır. Bu protokol, ülke genelinde devlet hastanelerinde işitme tarama uygulamalarının yaygınlaştırılması için öncülük etmiştir (Barmak, 2010).

Haziran 2003'te aynı kurumlar arasında imzalanan ikinci protokol ile Ankara Dr. Zekai Tahir Burak Kadın Hastalıkları ve Doğumevi'nde doğan bebeklerin işitme taramaları başlatılmıştır. Hacettepe Üniversitesi'nin sağladığı bu destekler, Türkiye'deki doğum hastanelerinde yenidoğan işitme tarama uygulamasının yaygınlaşmasına öncülük etmiştir. İlk protokoller kapsamında, Eylül 2000–Eylül 2001 tarihleri arasında Ankara Zübeyde Hanım Doğumevi'nde 5.832 yenidoğan, Haziran 2003–Haziran 2004 tarihleri arasında Ankara Dr. Zekai Tahir Burak Doğumevi'nde 12.665 yenidoğan işitme taramasından geçirilmiştir. Test sonucu işitme kaybı şüphesiyle belirlenen bebekler, Hacettepe Üniversitesi Tıp Fakültesi Kulak Burun Boğaz Anabilim Dalı Odyoloji Kliniği'nde ileri değerlendirmeye alınmıştır (Genç, 2003; Türkmen, 2013; Öztürk, 2018).

3 Aralık 2004 Dünya Özürlüler Günü kapsamında, Gazi, Dokuz Eylül, Hacettepe ve Marmara Üniversiteleri'nin katkılarıyla Başbakanlık Özürlüler İdaresi Başkanlığı ve Sağlık Bakanlığı arasında imzalanan dört yıllık protokol ile “Ulusal Yenidoğan İşitme Tarama Programı” resmen duyurulmuştur (Başbakanlık Özürlüler İdaresi Başkanlığı, 2012; Kemaloğlu, 2015). Bu süreçte, Dokuz Eylül Üniversitesi 2003, Gazi Üniversitesi 2004, Çukurova ve Ondokuz Mayıs Üniversiteleri 2005, İnönü ve Hacettepe Üniversiteleri 2005 yıllarında pilot uygulamalarla yenidoğan işitme taramasına başlamıştır (Garabli, 2008).

2003–2004 yılları arasında sınırlı sayıda üniversite hastanesinde yürütülen pilot uygulamalar, 2008 itibarıyla Sağlık Bakanlığı tarafından ülke genelinde 81 ilde uygulanmaya başlanarak Ulusal Yenidoğan İşitme Tarama Programı hâline gelmiştir (Külekçi Uğur, 2021). Program kapsamında, yüksek doğum oranına sahip 15 ilin sağlık tesislerinde görev alacak ebe, hemşire ve odyometri teknikerleri için hizmet içi eğitimler verilmiş ve ÖZİDA (Özürlüler İdaresi Başkanlığı) ile Sağlık Bakanlığı ortak olarak “Yenidoğan İşitme Tarama Eğitim El Kitabı” yayımlayarak basılı ve dijital erişim imkânı sunmuştur (Başbakanlık Özürlüler İdaresi Başkanlığı, 2012).

Halk Sağlığı Genel Müdürlüğü verilerine göre, 2005 yılında ülke genelinde yalnızca %6,9 oranında yenidoğan işitme taramasına ulaşılrken, 2018 yılında bu oran %95,8'e yükselmiştir. Böylece, programın asıl amacı olan “doğan her bebeğin tarama testlerinin yapılması” hedefi Türkiye genelinde büyük ölçüde gerçekleştirilmiştir (Sungur, 2021).

3.1.1. Dünya’da ve Türkiye’de Yenidoğan İşitme Tarama Protokolleri

Tarama testleri, geniş bir popülasyonu hedefleyerek hastalık riski taşıyan bireyleri diğerlerinden ayırmayı amaçlamaktadır. Günümüzde tarama testleri, modern teknolojinin uygulandığı pek çok alanda yaygın olarak kullanılmaktadır. Tarama programları, erken ve doğru tanıyı mümkün kılmakta; böylece toplum sağlığı açısından kritik öneme sahip birçok hastalığın teşhisini ve uygun müdahalesini sağlamaktadır (Trevethan, 2017; Monaghan, 2012; Shreffler, 2023).

Taramada amaç, gerçekten hasta olan bireylerle sağlıklı bireyleri ayırt edebilmektir. Bu bağlamda, tarama testlerinin etkinliğini değerlendiren iki temel kavram bulunmaktadır (Trevethan, 2017; Monaghan, 2012; Shreffler, 2023):

- **Duyarlılık (Sensitivity):** Tarama testinin, gerçekten hasta olan bireyleri doğru bir şekilde tespit etme olasılığıdır. Başka bir deyişle,

tarama testine tabi tutulan birey hasta ise, testin bu bireyi **pozitif** olarak belirleme ihtimalini ifade eder.

- **Özgüllük (Specificity):** Tarama testinin, gerçekten sağlıklı bireyleri doğru bir şekilde tespit etme olasılığıdır. Yani, tarama testine tabi tutulan birey sağlıklı ise, testin bu bireyi **negatif** olarak belirleme ihtimalidir (Trevethan, 2017; Monaghan, 2012; Shreffler, 2023).

Taniya yardımcı olarak uygulanan tarama testlerinde, testin **hasta** olarak belirlediği ve gerçekten hasta olan olgular **gerçek pozitif**; testin **sağlam** olarak belirlediği ve gerçekten sağlıklı olan olgular ise **gerçek negatif** olarak adlandırılır. Bununla birlikte, gerçek sağlıklı bireyler içerisinde testin hatalı olarak **hasta** olarak sınıflandırdığı olgular **yanlış pozitif**; gerçek hastalar içerisinde testin hatalı olarak **sağlam** olarak sınıflandırdığı olgular ise **yanlış negatif** olarak tanımlanmaktadır. Oluşturulan tarama protokolünde yer alan testlerin, **gerçek pozitif ve gerçek negatifleri artırırken, yanlış pozitif ve yanlış negatifleri azaltacak** şekilde duyarlılık ve seçiciliğe sahip olması gerekmektedir (Dirican, 2001). Ayrıca, protokolün başarısını ve etkinliğini belirleyen en önemli faktörlerden biri, **tarama sonrası izlem sürecinin ne derece iyi planlandığıdır** (Task Force on Newborn and Infant Hearing, 1999).

Dünya genelinde uygulanan tüm işitme tarama protokollerinde, sadece tek bir kulağın “kaldı” sonucunu vermesi, ilgili bebeğin kalanlar grubuna dahil edilmesine yol açmaktadır. Benzer şekilde, her iki kulaktan da “geçti” sonucu alınması durumunda, bebek geçenler grubuna dahil edilmektedir. Yapılan değerlendirmeler sonucunda, yenidoğanlar “sağlam”veya “riskli” gruplar olarak sınıflandırılmakta ve uygun tarama protokollerine dahil edilmektedir (Kemaloğlu, 2015).

Birçok ülkede Evrensel Yenidoğan İşitme Taramaları, genellikle aşamalı protokol şeklinde uygulanmaktadır. Bu yaklaşımda, dış ve orta kulaktaki geçici olumsuzlukların düzelmesi beklendiği için, bu durumların yalancı negatiflik yaratmaması amacıyla ikinci bir tarama testi yapılmaktadır; ikinci test, ilk taramadan 2–6 hafta sonra gerçekleştirilir. İkinci tarama testi olarak ya yalnızca tABR (tone Auditory Brainstem Response) ya da tOAE (transient Otoacoustic Emission) + tABR kombinasyonu uygulanmaktadır (Kemaloğlu, 2015).

Bazı ülkelerde yalnızca tek bir kulağa işitme tarama testi uygulanırken, diğer bazı ülkelerde her iki kulağa OAE testi uygulanmakta ve her iki kulaktan da emisyon alınamadığı durumlarda ileri tetkik için sevk önerilmektedir. Ancak, bu yaklaşımlarda tek taraflı veya hafif dereceli işitme kayıplı bebeklerin

tanısı için standart bir protokol içeriği bulunmamaktadır. Yenidoğan işitme tarama programlarının etkin ve etkili olabilmesi, çok sayıda faktöre bağlıdır. Hedef popülasyonun uygun maliyetle taranabilmesi için, en güvenilir, en etkili ve geçerli protokolün uygulanması gerekmektedir. Genellikle üç farklı protokol tercih edilmektedir. Bu protokoller şunlardır (Hunter vd., 1994; Vohr vd., 1993):

Yenidoğan işitme taramasında sıklıkla tercih edilen üç protokol şunlardır:

1. T-TEOAE ile yapılan ilk tarama: İlk tarama testini T-TEOAE (Transient Evoked Otoacoustic Emission) ile geçen bebekler, hastaneden taburcu edilir. Testten kalan bebekler, taburcu olana kadar tekrar T-TEOAE taramasına tabi tutulur. Bu testlerde de kalan bebekler, 2–6 hafta içinde yeniden teste çağrılır. Tekrar testte de kalan bebekler, ileri odyolojik değerlendirme için referans merkezlerine sevk edilir (Hunter vd., 1994; Vohr vd., 1993)
2. T-ABR ile yapılan tarama: İlk tarama testi T-ABR (Tone Auditory Brainstem Response) ile yapılan bebekler, testten geçmeleri durumunda hastaneden taburcu edilir. Testten kalan bebekler ise uygun takip sürecine dahil edilir (Hunter vd., 1994; Vohr vd., 1993).
3. T-TEOAE ve T-ABR'nin birlikte kullanıldığı protokoller: Bu protokolde genellikle bebekler önce T-TEOAE ile taranır; kalan bebekler hemen T-ABR ile test edilir. Bu yaklaşımda, taburculuk sonrası sevk oranlarının yalnızca T-TEOAE testini içeren protokole göre daha düşük olduğu bildirilmiştir (Hunter vd., 1994; Vohr vd., 1993). Alternatif bir protokolde, T-TEOAE testinden geçen ve kalan tüm bebeklere T-ABR testi uygulanır. T-TEOAE testinden geçip T-ABR testinden kalan bebekler, olası iletim tipi işitme kaybı veya işitsel nöropati spektrum bozukluğu açısından takip altına alınır (Jakubikova, 2003).

Aşamalı tarama protokollerinin hem avantajları hem de dezavantajları bulunmaktadır. Yalnızca TEOAE testinin kullanıldığı protokollerde, yanlış pozitiflik oranının ve refer edilen bebek sayısının yüksek olduğu bilinmektedir. Ayrıca, aşamalı TEOAE protokolünde, taburculuk sonrası hasta izlem sürecine gelmeme sonucu ortaya çıkan bebek kaçakları da önemli bir dezavantajdır. Diğer yandan, T-ABR protokolü, TEOAE testine kıyasla çok daha doğru tanı imkânı sunmakta ve refer edilen bebek sayısını azaltarak bebek kaçaklarının önlenmesine yardımcı olmaktadır. Bununla birlikte, T-ABR protokolünün uygulanması daha yüksek maliyet ve daha fazla zaman gerektirmesi nedeniyle dezavantajlı yönleri de bulunmaktadır (Benito-Orejas vd., 2008).

3.1.1.1. Rhode Island Protokolü (Orijinal Protokol)

Bu protokolde, yenidoğanlar öncelikle işitme kaybı açısından risk faktörü taşıyıp taşımadıklarına göre “riskli” veya “sağlam” olarak kategorize edilmektedir. Ardından, tüm bebekler T-OAE (Transient Otoacoustic Emissions) ile taranmaktadır (Vohr vd., 1998; White, 2003).

Riskli bebekler için: İlk tarama testinden kaldıklarında, hastaneden taburcu olmadan ikinci tarama testi olarak T-ABR (Tone Auditory Brainstem Response) uygulanmaktadır. Bu testten de kalan bebekler, detaylı odyolojik değerlendirme için ileri merkezlere sevk edilmektedir. Riskli bebekler ikinci tarama testinden geçseler bile, 6. ayda detaylı odyolojik değerlendirme için ileri merkeze sevk edilmektedir (Vohr vd., 1998; White, 2003).

Sağlam bebekler için: İlk T-OAE testinden kalanlar, 2–6 hafta içinde ikinci tarama testi olarak tekrar T-OAE ile taranmaktadır. Bu testten de kalan bebeklere üçüncü aşama olarak T-ABR uygulanmaktadır. Üçüncü testten de kalan yenidoğanlar, detaylı odyolojik değerlendirme için ileri merkeze sevk edilmektedir (Vohr vd., 1998; White, 2003).

Rhode Island Protokolü, iki aşamalı ve iki cihazlı tarama protokollerinin ilk örneği olarak dikkat çekmektedir. Protokol, yalancı pozitifliği azaltmayı ve aynı zamanda yalancı negatiflik riski taşıyan yenidoğanları taramanın başındaki süreçte saptayarak önlemeyi amaçlamaktadır. Protokol sonucunda, yenidoğanların %95 duyarlılık (sensitivity) ve %87 özgüllük (specificity) oranları ile ortalama 3,5 aylık bir süreçte işitme kaybı tanısı konabilmiştir (Vohr vd., 1998; White, 2003).

3.1.1.2. Evrensel Yenidoğan İşitme Taramasında Kullanılan Diğer Protokoller

Rhode Island Protokolü sonrasında, Amerika Birleşik Devletleri ve İngiltere’de farklı yenidoğan işitme tarama protokolleri geliştirilmiş ve uygulanmıştır. Bu protokollerde ortak yaklaşım, yüksek riskli bebeklerin öncelikle saptanması ve tarama sürecinin bu gruptan başlanmasıdır (Mehl & Thomson, 2002; White, 2003).

Belirtilen uygulamalara göre, riskli gruptaki bebeklere Rhode Island Protokolü uygulanırken, ABD ve İngiltere genelinde yenidoğanların doğrudan T-OAE veya T-ABR ile taranması ya da tüm yenidoğanların yalnızca T-ABR ile taranması benimsenmiştir (Mehl & Thomson, 2002; Vohr vd., 1998; White, 2003). Sağlam kategorisindeki yenidoğanlar genellikle yalnızca T-OAE ile taranmakta ve araştırma verilerine göre, yalnızca T-OAE ile tarandığında, T-ABR’ye kıyasla çok daha fazla yalancı pozitif sonuç elde

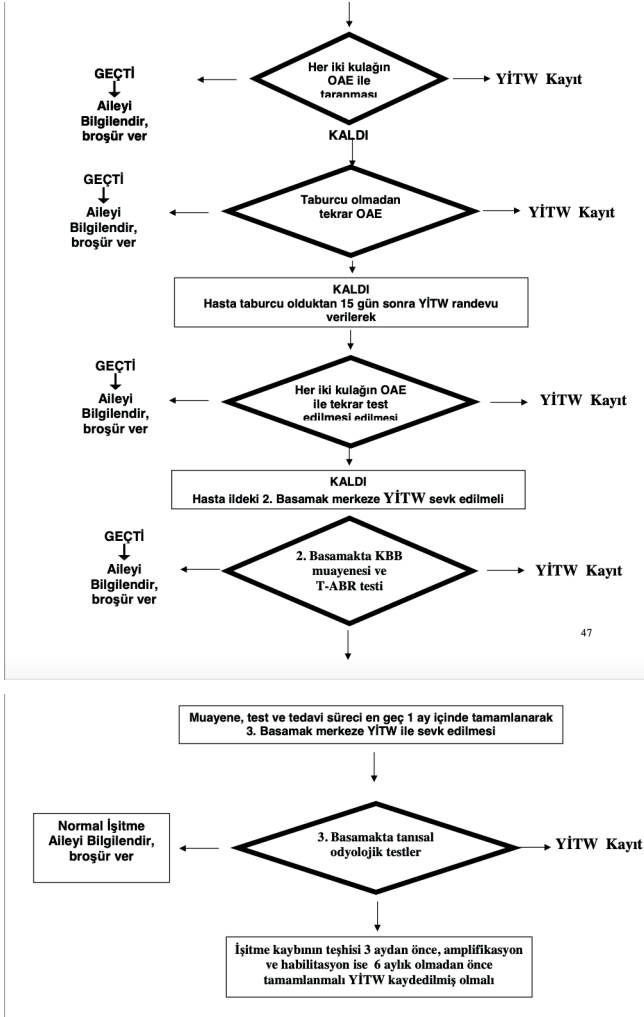
edilmekte ve tarama maliyeti artmaktadır (Mehl & Thomson, 2002; Vohr vd., 1998; White, 2003).

Avrupa’da uygulanan Evrensel Yenidoğan İşitme Tarama protokolleri, genellikle iki veya üç aşamalı olup, iki otomatik odyolojik cihazın kullanımını öngörmektedir. Bununla birlikte, yalnızca bir cihaz uygulayan merkezlerin de bulunduğu bildirilmiştir (Ciorba vd., 2007; Declau vd., 2008; Korres vd., 2006; Pastorino vd., 2007).

3.1.1.3. Türkiye’de Ulusal Yenidoğan İşitme Tarama Protokolleri

Türkiye’deki yenidoğan işitme tarama protokolleri, hem ÖZİDA hem de AÇSAP (Ana Çocuk Sağlığı ve Aile Planlama) dönemlerinde çeşitli değişikliklerle uygulanmıştır. Süreç boyunca farklı protokoller uygulanmasına rağmen, taramanın temel amacı, işitme kaybının erken dönemde tanısını koymaktır (Başbakanlık Özürlüler İdaresi Başkanlığı, 2012; Sungur, 2021).

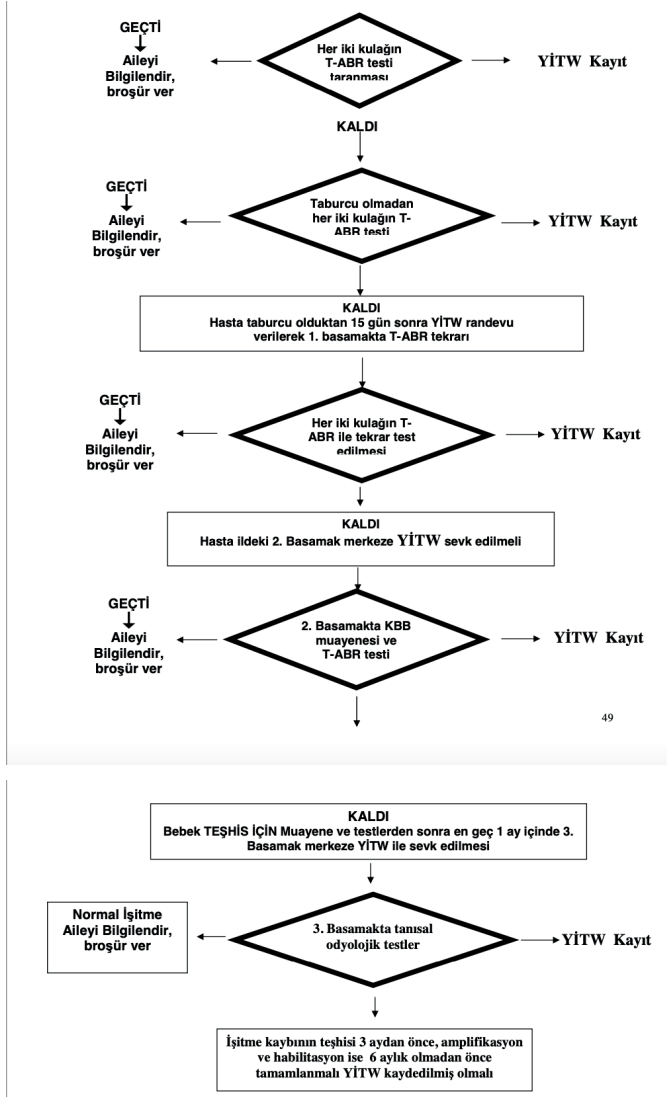
Mevcut protokol, yenidoğanları “sağlam” ve “riskli” olmak üzere iki gruba ayıran iki aşamalı Ulusal Yenidoğan İşitme Tarama Protokolü şeklindedir. Bu protokolün akış şemaları, sırasıyla Şekil 1 ve Şekil 2’de gösterilmiştir (Başbakanlık Özürlüler İdaresi Başkanlığı, 2012).



Şekil 1. Sağlam bebekler için T-OAE ulusal işitme tarama protokolü

(Başbakanlık Özürlüler İdaresi Başkanlığı, 2012)

(YITW: Yenidoğan İşitme Taraması Web Uygulaması)



Şekil 2. Sağlam bebekler için T-ABR ile ulusal işitme tarama protokolü

(Başbakanlık Özürlüler İdaresi Başkanlığı, 2012)

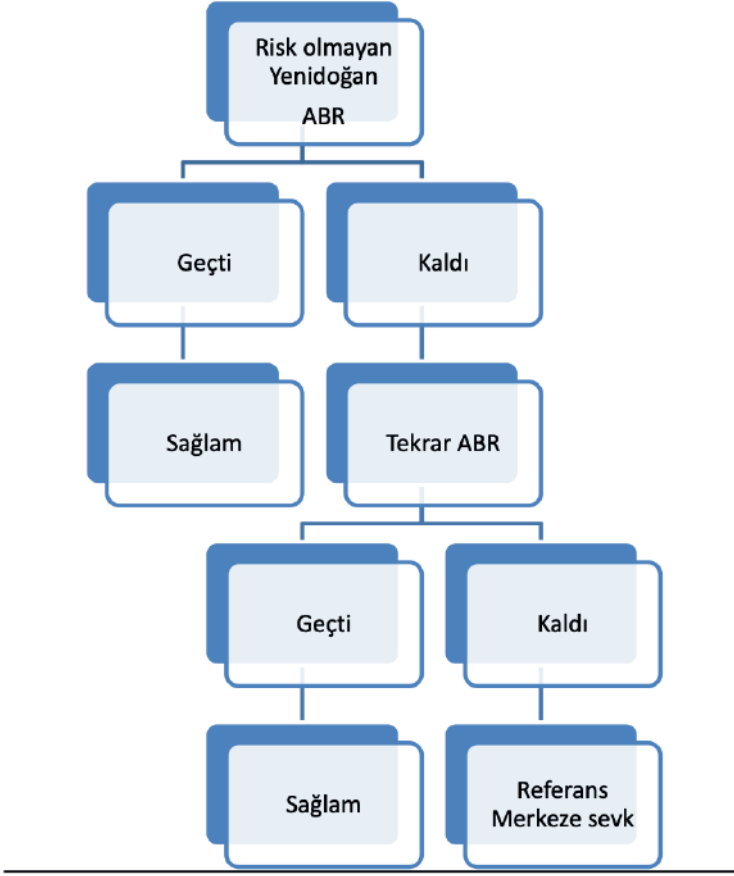
(YİTW: Yenidoğan İşitme Taraması Web Uygulaması)

Bu protokolde, işitme kaybı risk faktörlerini taşıyan ve taşımayan yenidoğanlar için iki farklı tarama yöntemi uygulanmaktadır. Riskli bebekler, yalnızca AABR (Otomatik/Tarama ABR) ile taranırken, sağlam bebekler önce TEOAE ile taranmaktadır. Geç taburcu edilen bebeklerde, ilk test tekrar uygulanmakta ve testten kalan bebeklerin 15. gün tekrar

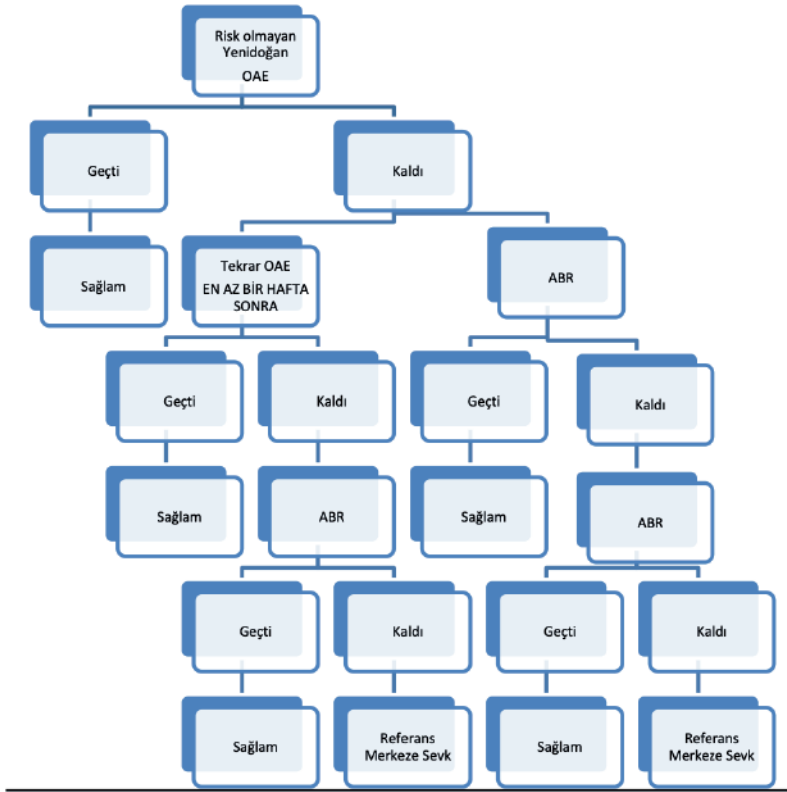
gelmeleri istenmektedir. Bu testten de kalan bebekler, aynı il veya bölgedeki en yakın ikinci basamak merkeze sevk edilmektedir. İleri merkezlere sevk ise, her iki gruptaki bebeklerin de AABR testinden kalmaları durumunda gerçekleştirilmektedir (Kemaloğlu, 2015).

Ayrıca, hem Şekil 1 hem de Şekil 2’de gösterildiği üzere, protokolde sonuçların Sağlık Bakanlığı tarafından oluşturulan veri tabanına kaydedilmesine önem verilmektedir. Ancak bu protokolün bir eksikliği, “Yüksek Riskli Bebek İzlenimleri Rehberi” sistemini içermemesidir. Yenidoğanların işitme kaybı açısından risk taşıyıp taşımadıkları ve riskli gruba dahil olup olmadıkları, yalnızca işitme tarama birimindeki personelin sorgulamasına bırakılmıştır. Bu durum, etkili bir tarama programında istenmeyen ve minimumda olması gereken yalancı negatiflik oranının artmasına yol açmaktadır (Kemaloğlu, 2015).

2014-2019 Yılları Arasında Uygulanan Protokol: Halk Sağlığı Genel Müdürlüğü’nün 2014/27 sayılı genelgesinin ekinde yer alan “Ulusal Yenidoğan İşitme Tarama Programı” rehberinde, bir önceki protokole göre bazı değişiklikler yapılmıştır. Güncellenen protokolün akış şemaları, sırasıyla Şekil 3, Şekil 4 ve Şekil 5’te gösterilmiştir (Ulusal Yenidoğan İşitme Taraması Genelgesi, 2014).



Şekil 3. Risk olmayan yenidoğan ABR protokolü
(Ulusal Yenidoğan İşitme Taraması Genelgesi, 2014)



Şekil 4. Risk olmayan yenidoğan OAE protokolü
(Ulusal Yenidoğan İşitme Taraması Genelgesi, 2014)



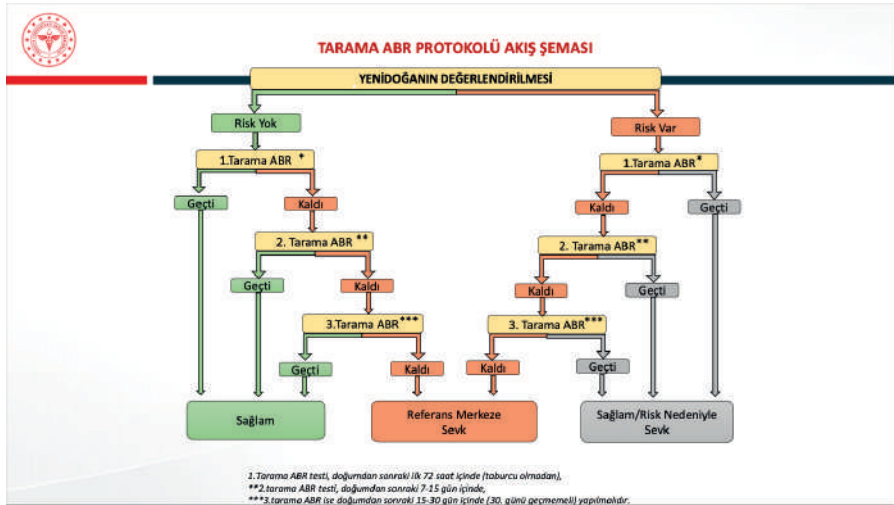
Şekil 5. Riskli yenidoğan ABR protokolü
(Ulusal Yenidoğan İşitme Taraması Genelgesi, 2014)

Bu protokoldeki en önemli değişiklik, “ikinci basamak” kavramının kaldırılmasıdır. İlk testten kalan bebeklerde, taburculuk sonrasında 1 ay içinde AABR testinden kalınması durumunda, bulundukları veya başka bir merkezde kulak muayenesi yapılmadan ileri merkeze sevk edilmesi yeterli görülmüştür. Bu değişikliğin nedeni, ileri tanı merkezlerinin sayıca artması ve ikinci basamaklarda oluşan yığılmaların önlenmesidir. Yeni yöntemle, bebeklerin geç tanı almaması amacıyla referans merkezlerine ulaşmaları kolaylaştırılmıştır. Ayrıca, basamak kavramı çıkarılarak, sadece uygulanacak testin sırası ve zamanlamasına odaklanılmıştır (Başbakanlık Özürllüler İdaresi Başkanlığı, 2012; Ulusal Yenidoğan İşitme Taraması Genelgesi, 2014).

Bir önceki protokolde olduğu gibi, ilk işitme tarama testinin taburculuktan önce uygulanması gerektiği belirtilmiş ve mümkünse 72.

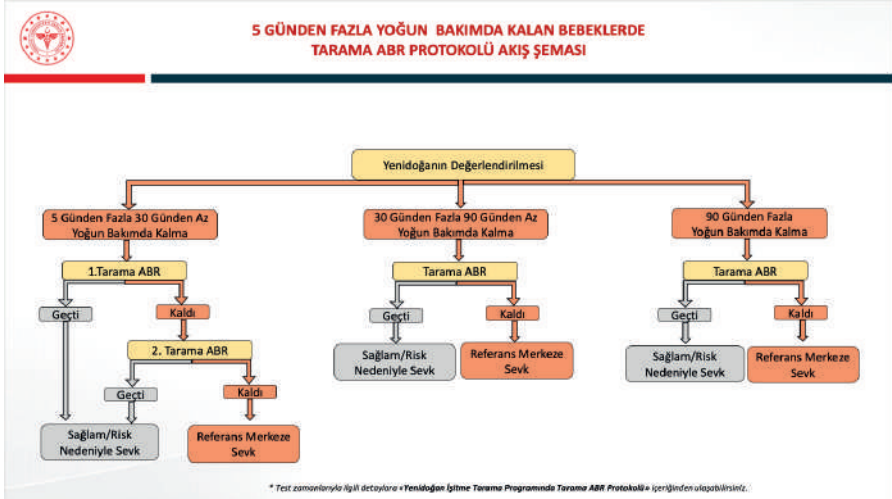
saate yakın yapılması önerilmiştir (Başbakanlık Özürlüler İdaresi Başkanlığı, 2012; Ulusal Yenidoğan İşitme Taraması Genelgesi, 2014).

2019 Yılından İtibaren Uygulanan Protokol: Türkiye'deki Yenidoğan İşitme Tarama Programı, öncelikle Sağlık Bakanlığı Türkiye Halk Sağlığı Kurumu'nun 2014/27 sayılı Genelgesi ile yürürlüğe girmiştir (T.C. Sağlık Bakanlığı Genelgesi, 2014). Ancak, Bilim Komisyonu'nun 12 Haziran 2019 tarihli toplantısında alınan kararlar doğrultusunda protokol, 8 Temmuz 2019 tarihli ve 67414668-234.01.03-571 sayılı yazı ile sahaya duyurulmuştur. Güncel ABR protokolü, 11 Eylül 2019 tarihi itibarıyla uygulamaya geçirilmiş ve Türkiye'deki tüm merkezlerde uygulanmaya başlanmıştır. Protokolün akış şeması detayları, sırasıyla Şekil 6 ve Şekil 7'de sunulmuştur (Sungur, 2021; Yenidoğan İşitme Taraması Programı Akış Şeması, 2022).



Şekil 6. Tarama ABR protokolü akış şeması

(Yenidoğan İşitme Taraması Programı Akış Şeması, 2022)



Şekil 7. 5 günden fazla yoğun bakımda kalan bebeklerde tarama ABR protokolü akış şeması

(Yenidoğan İşitme Taraması Programı Akış Şeması, 2022)

Sonuç

Konjenital işitme kaybı, yenidoğan döneminde erken tanı ve müdahale gerektiren önemli bir halk sağlığı sorunudur. Yenidoğan işitme tarama programları, işitme kaybının yaşamın ilk aylarında saptanmasına olanak sağlayarak dil, konuşma, bilişsel ve sosyal gelişim üzerindeki olumsuz etkilerin önlenmesinde kritik bir rol üstlenmektedir. Özellikle yenidoğan yoğun bakım ünitelerinde izlenen bebeklerde işitme kaybı prevalansının yüksek olması, tarama programlarının yaygın ve sistematik biçimde uygulanmasının gerekliliğini ortaya koymaktadır.

Yalnızca risk faktörü taşıyan bebeklere yönelik tarama yaklaşımlarının, konjenital işitme kayıplarının önemli bir bölümünü gözden kaçırabildiği bilinmektedir. Bu nedenle evrensel yenidoğan işitme tarama programları, işitme kaybı olan tüm bebeklerin erken dönemde belirlenmesi açısından daha etkili ve güvenilir bir yaklaşım olarak kabul edilmektedir. Tarama testlerinin standart protokoller doğrultusunda uygulanması, test tekrarlarının ve ileri tanısal değerlendirmelere yönlendirme süreçlerinin etkin biçimde yürütülmesi, program başarısını artıran temel unsurlar arasında yer almaktadır.

Kaynaklar

- American Academy of Pediatrics. *Task force on newborn and infant hearing loss: Detection and Intervention*. Pediatrics. 1999;103:527-530.
- American Academy of Pediatrics. *Newborn and infant hearing loss: detection and inter- vention. Task force on newborn and infant hearing*. Pediatrics 1999; 103: 527-530.
- Andermann, A., Blancquaert, I., Beauchamp, S., & Déry, V. (2008). *Revisiting Wilson and Jungner in the genomic age: a review of screening criteria over the past 40 years*. Bulletin of the World Health Organization, 86(4), 317-319.
- Barmak, E. (2010). *İşitme Engellinin Erken Tanısının Gelişim Alanlarına Etkisi* [Yüksek Lisans Tezi]. Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü.
- Başar F, Cangökcü Ö, Güven AG. “Refer” Rates among High Risk Infants on Hearing Screening. *Ondokuz Mayıs University, Samsun TÜRKİYE, ASHA Convention 15-17 November Boston, 2007*.
- Başbakanlık Özürlüler İdaresi Başkanlığı. (2012). *Yenidoğan İşitme Taraması Eğitim Kitabı*. T.C. Sağlık Bakanlığı.
- Benito-Orejas, J. I., Ramírez, B., Morais, D., Almaraz, A., & Fernández-Calvo, J. L. (2008). *Comparison of Two-Step Transient Evoked Otoacoustic Emissions (TEOAE) and Automated Auditory Brainstem Response (AABR) for Universal Newborn Hearing Screening Programs*. International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology, 72(8), 1193-1201.
- Chu K, Elimian A, Barbera J, Ogburn P, Spitzer A. *Antecedents of newborn hearing loss*. Am Coll ObstetGynecol 2003; 101: 584-588.
- Ciorba, A., Hatzopoulos, S., Camurri, L., Negossi, L., Rossi, M., Cosso, D., Petrucci, J., & Martini, A. (2007). *Neonatal Newborn Hearing Screening: Four Years' Experience at Ferrara University Hospital*. Acta Otorhinolaryngologica Italica: Organo Ufficiale Della Societa Italiana Di Otorinolaringologia E Chirurgia Cervico-Facciale, 27(1), 10-16.
- Declau, F., Boudewyns, A., Van den Ende, J., Peeters, A., & van den Heyning, P. (2008). *Etiologic and Audiologic Evaluations After Universal Neonatal Hearing Screening: Analysis of 170 Referred Neonates*. Pediatrics, 121(6), 1119-1126.
- Dirican, A. (2001). *Tam Testi Performanslarının Değerlendirilmesi ve Kıyaslanması*. Cerrahpaşa Tıp Dergisi, 32, 25-30.
- Eryılmaz A, İleri Ö, Çakın M, Saraydaroglu G, Hızalan Ş, Onart S. *Uludağ Üniversitesi yenidoğan işitme taraması sonuçları*. Uludağ Üniversitesi Tıp Fakültesi Dergisi. 2009;35(1):27-29.
- Garabli, H. (2008). *İşitme Kaybı Riski Taşıyan Bebeklerde İşitme Taraması Protokolü* [Yüksek Lisans Tezi]. Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü.

- Genç, A. (2003). *Yenidoğan işitme taraması: Başlangıçtan günümüze. Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Dergisi*, 46(4), 513–518.
- Genç, G. A., Ertürk, B. B., & Belgin, E. (2005). *Yenidoğan İşitme Taraması: Başlangıçtan Günümüze*. 10.
- Hunter, M. F., Kimm, L., Dees, D. C., Kennedy, C. R., & Thornton, A. R. D. (1994). *Feasibility of Otoacoustic Emission Detection followed by ABR as A Universal Neonatal Screening Test for Hearing Impairment. British Journal of Audiology*, 28(1), 47–51.
- Hyde M. L. (2005). *Newborn hearing screening programs: overview. The Journal of otolaryngology*, 34 Suppl 2, S70–S78.
- Iwasaki S, Havashi Y, Seki A, et al. *A model of two stage newborn hearing screening with automated auditory brainstem response. Int J Pediatr Otorhinolaryngol* 2003 ;67:1099- 1104
- Kemaloğlu, Y. K. (2015). *Yenidoğan İşitme Taramaları. İçinde Temel Odyoloji* (ss. 191-217). Güneş Tıp Kitapevleri.
- Kemp DT. *Stimulated acoustic emissions from the human auditory system. J Acoust Soc Am* 1978; 64: 1386-1391.
- Kemp DT, Ryan S. The use of transient evoked otoacoustic emissions in neonatal hearing screening programs. *Semin Hear* 1993; 14: 30-45.
- Külekçi Uğur, A. (2021). *Ülkemizde Ulusal İşitme Tarama Programları. İçinde Pediatrik Odyoloji* (ss. 121-130). Güneş Tıp Kitapevleri.
- Korres, S. G., Balatsouras, D. G., Gkoritsa, E., Eliopoulos, P., Rallis, E., & Ferekidis, E. (2006). *Success Rate of Newborn and Follow-up Screening of Hearing Using Otoacoustic Emissions. International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*, 70(6), 1039-1043.
- Mauk GW, Behrens TR. *Historical, political and technological context associated with identification of hearing loss. Semin Hear* 1993; 14: 1-17.
- Mehl, A. L., & Thomson, V. (2002). *The Colorado Newborn Hearing Screening Project, 1992–1999: On the Threshold of Effective Population-Based Universal Newborn Hearing Screening. Pediatrics*, 109(1), 73-77.
- McCormick B, Curnock DA, Spavins F. *Auditory screening of special care neonates using the auditory response cradle. Arch Dis Child* 1984; 59: 1168-1172.
- Monaghan, T. F., Rahman, S.N., Agudelo C.W., Wein, A.J., Lazar, J.M., Everaert, K., Dmochowski, R.R. (2021). *Sensitivity, specificity, positive predictive value, and negative predictive value: Definitions, calculations, and applications.*
- Nekahm D, Weichbold V, Welzl-Mueller K, et al. Improvement in early detection of congenital hearing impairment due to universal newborn hearing screening. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol* 2001;59:23-8.

- Öztürk, S. E. (2018). *Yenidoğan işitme taraması ve erken müdahale. Türk Pediatri Arşivi*, 53(1), 10-16.
- Pappas DG. *A study of the high risk registry for sensorineural hearing impairment. Arch Otolaryngol Head Neck Surg* 1983 ;91:41-44
- Pastorino, G., Sergi, P., Mastrangelo, M., Ravazzani, P., Tognola, G., Parazzini, M., Mosca, F., Pugni, L., & Grandori, F. (2007). The Milan Project: A Newborn Hearing Screening Programme. *Acta Paediatrica*, 94(4), 458-463.
- Probst R, Lonsbury-Martin BL, Martin GK. *A review of otoacoustic emissions. J Acoust Soc Am* 1991;89: 2027-2067
- Pollitt, R. J. (2006). *International perspectives on newborn screening. Journal of inherited metabolic disease*, 29(2), 390-396.
- Rouey P, Mumdzhiy H, Spiridonova J, Dimov P. *Universal newborn hearing screening program in Bulgaria. Int J Pediatr Otorhinolaryngol* 2004;68:805-810
- Sağlık Alanında Bazı Düzenlemeler Hakkında Kanun Hükmünde Kararname, 51 (2011) (testimony of T.C. Sağlık Bakanlığı Türkiye Halk Sağlığı Kurumu).
- Shreffler, J., Huecker, MR.(2023). *Diagnostic testing accuracy: Sensitivity, specificity, predictive values, and likelihood ratios. NCBI Bookshelf*.
- Sungur, V. G. (2021). *İşitme Taramalarında Kullanılan Test ve Protokoller. İçinde Pediatrik Odyoloji* (ss. 131-157). Güneş Tıp Kitapevleri.
- Tasci Y, Muderris II, Erkaya S, Altınbas S, Yucel H, Haberal A. *Newborn hearing screening programme outcomes in a research hospital from Turkey. Child: care, health Dev* 2010;36:317-322.
- Task Force on Newborn and Infant Hearing. (1999). *Newborn and Infant Hearing Loss: Detection and Intervention. Pediatrics*, 103(2), 527-530.
- Trevelan, R. (2017). *Sensitivity, specificity, and predictive values: Foundations, pliability, and pitfalls. Frontiers in Public Health*, 5, 307.
- Tucker SM, Bhattacharya J. *Screening of hearing impairment in the newborn using the auditory response cradle. Arch Dis Child* 1992; 67: 911-919.
- Türkmen, A. V. (2013). *Yenidoğan işitme tarama testi sonuçlarımız. İstanbul Tıp Dergisi*, 14(3), 175-179.
- Ulusal Yenidoğan İşitme Taraması Genelgesi, (2014) (testimony of T.C. Sağlık Bakanlığı Türkiye Halk Sağlığı Kurumu).
- Vohr, B. R., Carty, L. M., Moore, P. E., & Letourneau, K. (1998). *The Rhode Island Hearing Assessment Program: Experience With Statewide Hearing Screening (1993-1996). The Journal of Pediatrics*, 133(3), 353-357.
- Vohr, B., White, K., Brancia Maxon, A., & Johnson, M. (1993). *Factors Affecting the Interpretation of Transient Evoked Otoacoustic Emission Results in Neonatal Hearing Screening. Seminars in Hearing*, 14(1), 57-72.

- Yenidoğan İşitme Taraması Programı Akış Şeması*. (t.y.)https://hsgm.saglik.gov.tr/depo/birimler/cocuk-ergen-sagligi-db/Programlar/Guncel_Test_Protokolu_.pdf /Erişim Tarihi 1 Ekim 2025
- White, K. R. (2003). *The Current Status of EHDI Programs in The United States. Mental Retardation and Developmental Disabilities Research Reviews*, 9(2), 79-88.
- Wilson, J. M. G., & Jungner, G. (1968). *Principles and Practice of Screening for Disease. World Health Organization*, 168-173.
- Wroblewska-Seniuk, K. E., Dabrowski, P., Szyfter, W., & Mazela, J. (2017). *Universal newborn hearing screening: Methods and results, obstacles, and benefits. Pediatric Research*, 81(3), 415–422.
- Jakubikova, J. (2003). *Identification of Hearing Loss in Newborns by Transient Otoacoustic Emissions. International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*, 67(1), 15-18.

Okul Çağı Çocuklarda İşitme Tarama Programları ve Protokolleri

Merve Kandazoğlu Erdem¹

Özet

Okul çağı çocuklarda işitme kaybı, dil-konuşma gelişimi, akademik performans, sosyal etkileşim ve yaşam kalitesini doğrudan etkileyen önemli bir halk sağlığı sorunudur. Bu nedenle işitme tarama programları, özellikle fark edilmesi güç olan hafif, yüksek frekanslı, tek taraflı veya fluktuan işitme kayıplarının erken dönemde belirlenmesi açısından kritik bir işlev üstlenmektedir. Bu bölümde okul çağı işitme kaybının yaygınlığı, türleri ve çocuk üzerindeki çok yönlü etkileri ele alınmış; ulusal ve uluslararası tarama protokollerinin kapsamı, uygulama basamakları ve bilimsel temelleri karşılaştırmalı biçimde incelenmiştir. Farklı değerlendirme yöntemlerinin tarama programlarındaki yeri, güçlü yönleri ve sınırlılıkları güncel kılavuzlar ışığında değerlendirilmiştir. Türkiye’deki tarama uygulamaları, sevk süreçleri ve takip mekanizmaları ayrıntılı biçimde açıklanmış; uygulayıcı personelin rolü, eğitim gereksinimleri ve saha koşullarının etkisi tartışılmıştır. Bölüm genel olarak, okul çağı işitme taramalarının bilimsel temellerini, uygulama modellerini ve politika geliştirme süreçlerine yönelik önerileri bütüncül bir perspektiften sunmaktadır.

3.2. OKUL ÇAĞI ÇOCUKLARDA İŞİTME TARAMA PROGRAMLARI VE PROTOKOLLERİ

İşitme kaybı, işitsel sistemin herhangi bir düzeyindeki yapısal ya da işlevsel bozukluklara bağlı olarak işitme eşiklerinin normal kabul edilen 20 dB HL değerinin üzerine çıkmasıyla tanımlanan duyuşal bir yetersizliktir (World Health Organization [WHO], 2021). İşitme yoluyla çevresel seslerin alınması; insanların diğer bireylerle etkileşime girmesi ve düşüncelerini rahatlıkla ifade etmesi mümkün olur. Ancak, belirgin fiziksel belirtiler göstermemesi ve birçok toplumda hem sosyal damgalanma hem

1 Öğr.Gör., Karabük Üniversitesi, Sağlık Hizmetleri MYO, Odyometri Pr. mervekandazoglu@karabuk.edu.tr ORCID ID: 0009-0007-1327-0412

de sağlık politikalarında uzun yıllar yeterince dikkate alınmaması nedeniyle, işitme kaybı literatürde sıkça “görünmez bir engel” olarak tanımlanmaktadır (WHO, 2021).

3.2.1. Okul Çağı Çocuklarda İşitme Kaybı Prevalansı

İşitme kaybı, çocukluk döneminde en sık görülen duyuşal yetersizliklerden biridir ve dünya genelinde okul çağındaki çocuklar için hem eğitimsel hem de sosyal açılardan önemli bir halk sağlığı sorunu oluşturmaktadır. Dünya Sağlık Örgütü verilerine göre, dünya çapında en az 34 milyon çocuğun işitme kaybı yaşadığı ve bu çocukların önemli bir kısmının tanı ve müdahale süreçlerine geç dahil olduğu bildirilmektedir (WHO, 2021).

Çocukluk döneminde işitme kaybının görülme sıklığı; yaş, sosyoekonomik düzey, enfeksiyonlar, gürültü maruziyeti, sağlık hizmetlerine erişim ve tarama programlarının kapsamı gibi faktörlere bağlı olarak değişkenlik göstermektedir. Yenidoğan işitme tarama programları, doğuştan işitme kayıplarının büyük bölümünü erken dönemde saptamayı mümkün kılmıştır; Türkiye ve dünyada yenidoğan döneminde işitme kaybı prevalansının 1-3/1000 arasında olduğu bildirilmektedir (Joint Committee on Infant Hearing [JCIH], 2019; Sağlık Bakanlığı, 2023; WHO, 2021). Bununla birlikte, yenidoğan taramasını geçen çocukların ilerleyen yıllarda geç başlangıçlı, ilerleyici veya edinilmiş işitme kaybı geliştirme olasılığı nedeniyle düzenli işitme izlemini gerekli kılmaktadır (JCIH, 2019).

Son yıllarda yapılan araştırmalar, okul çağı çocuklarında işitme kaybı prevalansının uluslararası literatürde çoğunlukla % 5-7 aralığında seyrettiğini göstermektedir (Şahin vd., 2025; WHO, 2021). Türkiye’de gerçekleştirilen güncel tarama çalışmaları da bu bulguları desteklemektedir. Türkiye’de yakın dönemde gerçekleştirilen bir okul çağı işitme taramasında “kaldı” oranının %5,3 olarak bildirilmesi, ülkemizdeki işitme kaybı prevalansının uluslararası literatürle uyumlu olduğunu göstermektedir (Şahin vd., 2025). Sağlık Bakanlığı’nın son yıllardaki tarama sonuçları da benzer şekilde okul çağı çocuklarında işitme kaybı oranlarının yaklaşık yüzde 5 olduğunu bildirmektedir (Sağlık Bakanlığı, 2023).

3.2.2. İşitme Kaybı Türleri

Klinik açıdan işitme kayıpları, “iletim tipi, sensörinöral ve mikst işitme kaybı” olmak üzere üç temel sınıfta ele alınır (Akın-Şenkal, 2015). Çocukluk çağında sık karşılaşılan sensörinöral işitme kayıpları, koklea veya işitme siniri kaynaklı kalıcı bozuklukları ifade eder ve dil-konuşma gelişimi ile öğrenme süreçleri üzerinde belirgin etkilere yol açabilir (Yoshinaga-Itano, 2003).

İletim tipi işitme kayıpları ise özellikle orta kulakta sıvı birikimiyle seyreden seröz otitis media gibi durumlarda ortaya çıkar ve geçici ya da dalgalanan nitelikte işitme sorunlarına neden olabilir (American Academy of Audiology [AAA], 2011). Mikst tip işitme kaybı ise hem iletim hem de sensörinöral bileşenin bir arada bulunduğu karma bir tabloyu ifade eder. Çocuklarda hem akademik performansı hem de konuşma anlaşılabilirliğini belirgin biçimde etkileyebilir.

İşitme kaybının şiddetine göre yapılan sınıflandırmada hafif, orta, ileri ve çok ileri derece kategorileri yer alır (Akın-Şenkal, 2015). Özellikle hafif derece işitme kayıpları, çoğu zaman fark edilmeden ilerleyebilir; ancak çocukların konuşmayı ayırt etme, öğretmen talimatlarını takip etme ve akademik görevleri yerine getirme becerileri üzerinde belirgin sınırlılıklar yaratır (WHO, 2021). Okul çağı işitme taramaları, bu nedenle, hafif derece işitme kayıplarını bile içerecek şekilde özel olarak yapılandırılmaktadır (AAA, 2011).

Bazı çocuklarda işitme kaybı daha çok yüksek frekansları etkileyebilir. Yüksek frekans tutulumlu sensörinöral işitme kaybı, özellikle konuşmanın yüksek frekanslı bileşenlerinin ayırt edilmesini güçleştirir ve fonolojik farkındalık, okuryazarlık ve gürültülü ortamlarda konuşmayı anlama becerilerini olumsuz etkiler (Stelmachowicz vd., 2001).

İşitme kaybı, yalnızca türüne ve şiddetine göre değil, aynı zamanda her iki kulağı birden etkileyip etkilemediğine bağlı olarak iki taraflı ve tek taraflı olarak sınıflandırılmaktadır. Tek taraflı işitme kayıpları, günlük yaşamda belirgin bir iletişim bozukluğu yaratmadığı için sıklıkla geç fark edilebilir ve bu nedenle tanı ve müdahale süreçleri çoğu zaman gecikebilmektedir (Lieu, 2013). Tek taraflı işitme kaybı olan çocuklar, iki kulaktan eş zamanlı işitsel girdi alamamaları nedeniyle yönelim becerileri ile gürültülü ortamlarda konuşmayı ayırt etme gibi işitsel süreçlerde zorluklar yaşamakta; bu durum aynı zamanda akademik performans, dikkat ve sosyal uyum açısından ek riskler oluşturmaktadır (Kumpik vd., 2019; Lieu, 2013).

Yenidoğan işitme taramasını geçmiş olsa bile çocuklarda geç başlangıçlı veya ilerleyici işitme kayıpları görülebilir (JCIH, 2019). Ototoksik ilaç kullanımı, viral enfeksiyonlar, genetik sendromlar ve gürültüye maruz kalma gibi faktörler bu tür kayıplara neden olabilir. Ayrıca tekrarlayan otitis media vakalarının, fluktuan işitme değişikliklerine yol açarak sınıf içi performansı etkileme riski söz konusudur (WHO, 2021).

3.2.3. İşitme Kaybının Etkileri

Çocukluk döneminde işitme kaybı, yalnızca işitsel algının azalmasıyla sınırlı bir durum değildir; işitme kaybının tipi, derecesi, başlama zamanı, süresi, tanı yaşı ve çocuğun çevresel destek düzeyi gibi değişkenlere bağlı olarak dil ve konuşma gelişimi, bilişsel süreçler, sosyal etkileşim, akademik performans ve davranışsal işlevler üzerinde geniş kapsamlı etkilere neden olabilir (Yoshinaga-Itano, 2003).

Dil ve konuşma gelişimi, işitsel girdilere bağımlıdır. Bu nedenle işitme duyusundaki en küçük bir sınırlılık bile çocuğun dil edinim sürecini doğrudan etkileyebilir ve kritik gelişim dönemlerinde gerekli işitsel uyaranlara erişimi kısıtlayabilir. Özellikle okul öncesi ve okul çağı dönemde işitme kaybı olan çocuklar, konuşma seslerinin ayırt edilmesi, fonolojik gelişim ve sözcük dağarcığı konusunda zorluk yaşayabilirler (Moeller, 2000). Özellikle yüksek frekans tutulumu olan işitme kayıplarında /s/, /ş/, /f/, /t/ gibi fonemlerin duyulmasında yaşanan güçlükler, konuşmanın anlaşılabilirliğini ve okuryazarlığın temelini oluşturan fonolojik becerileri doğrudan etkiler (Stelmachowicz vd., 2001).

İşitme kaybı olan çocukların bilişsel süreçlerinde de belirgin etkiler görülebilir. İşitsel bellek, dikkat ve işleme hızı gibi bilişsel alanlar, işitme kaybı nedeniyle sınırlı veya bozulmuş işitsel girdilerle beslenebilir (Pisoni vd., 2011). Bu durum, çocuğun aldığı işitsel bilgiyi etkili biçimde kodlama ve anlamlandırma kapasitesini azaltarak öğrenme süreçlerini yavaşlatmakta ve karmaşık sınıf içi görevleri yerine getirmesini güçleştirmektedir. Dolayısıyla işitme kaybı yalnızca duyuşsal bir sınırlılık değil, bilişsel performansı şekillendiren temel bir değişken olarak ortaya çıkmaktadır.

Sosyal etkileşim ve akran ilişkileri de işitme kaybindan önemli ölçüde etkilenmektedir. İşitme kaybı olan çocuklar, özellikle gürültülü sınıf ortamlarında konuşmayı anlamakta güçlük çektikleri için etkileşimlerden çekilme eğilimi gösterebilir (Lieu, 2013). Bu durum zamanla sosyal izolasyona ve akran ilişkilerinde kırılmalara neden olabilir. Sosyal iletişimdeki bu sınırlılıklar, çocukların sınıf içi katılımını ve okula olan tutumlarını da olumsuz etkileyebilir.

Akademik performans ise çocuğun sınıf içi işitsel bilgilere erişimine yüksek düzeyde bağımlıdır ve bu nedenle işitme kaybı öğrenme çıktıları üzerinde doğrudan etkiye sahiptir. İşitme kaybı olan çocuklar, öğretmen talimatlarını tam olarak takip edememe, grup etkinliklerinde iletişim akışını sürdürememe ve sınıf içi gürültü ortamlarında konuşmayı ayırt etmede güçlük yaşama gibi nedenlerle akademik görevlerde geride kalabilmektedir.

Bu durum özellikle okuma-anlama, yazılı ifade, matematiksel problem çözüme ve dikkat gerektiren akademik becerilerde performans düşüklüğüne yol açabilmektedir. Eğitim ortamlarında sıklıkla gözlenen bu sorunlar, zamanında fark edilmediğinde öğrencinin uzun vadeli akademik başarısını da olumsuz etkileyebilir.

3.2.4. Çocukluk Döneminde İşitme Taramalarının Önemi

Çocukluk döneminde işitme kaybının erken tanınması, dil ve konuşma gelişimi, akademik başarı, sosyal etkileşim ve genel yaşam kalitesi açısından kritik bir öneme sahiptir. İşitme kaybının erken dönemde fark edilmemesi, çocuğun gelişimsel süreçlerinde geri dönülmesi zor gecikmelere yol açabilir. Bu nedenle işitme taramaları, çocukların işitsel işlevlerini hızlı, ekonomik ve geniş ölçekli biçimde değerlendirmeyi amaçlayan temel bir halk sağlığı uygulamasıdır (WHO, 2021).

Okul çağı taramaları özellikle hafif derece işitme kaybı, yüksek frekans tutulumlu kayıplar, tek taraflı işitme kaybı, iletim tipi işitme kaybı ve fluktuan işitme değişikliklerini erken dönemde tespit etmeye olanak sağlar. Bu tür işitme kayıpları çoğu zaman ebeveynler veya öğretmenler tarafından fark edilmeyebilir; ancak sınıf içi iletişim, konuşmayı anlama ve akademik görevleri yerine getirme becerilerini önemli ölçüde etkileyebilir. Bu nedenle tarama programlarının temel hedefi, fark edilmemiş işitme kayıplarını erken dönemde belirleyerek uygun değerlendirme ve yönlendirme süreçlerini başlatmaktır.

İşitme taramalarının bir diğer önemli boyutu, çocukların eğitim fırsatlarına eşit erişimini desteklemesidir. İşitme kaybı olan çocukların büyük bir bölümü, tanıda yaşanan gecikmeler nedeniyle eğitim süreçlerinde dezavantajlı konuma düşebilmektedir (WHO, 2021). Erken tanı ve müdahale programları, dil gelişiminin desteklenmesi, işitme cihazı veya koklear implant gibi teknolojilere zamanında erişim ve aile rehberliği gibi alanlarda önemli kazanımlar sağlar (Moeller, 2000). Bu nedenle okul çağı işitme taramaları, özellikle düşük sosyoekonomik düzeydeki bölgelerde tanı ve hizmetlere erişimin artırılması açısından kritik bir işleve sahiptir.

Okul çağı taramaları toplum sağlığı açısından da önemli sonuçlar doğurur. Tarama programları sayesinde işitme kaybı vakaları erken dönemde belirlenerek daha maliyetli ve karmaşık müdahale süreçlerinin önüne geçilebilir. Ayrıca geniş ölçekli tarama verileri, toplumdaki işitme kaybı dağılımının ve risk faktörlerinin izlenmesine katkı sağlamaktadır.

3.2.5. Okul Çağı İşitme Tarama Uygulamaları

İşitme taramaları, çocuklarda işitme kaybının erken tespiti amacıyla standart protokollere uygun olarak gerçekleştirilmesi gereken prosedürlerdir. Tarama için kullanılan ekipman türleri, mevcut kaynaklara, taramanın yapılacağı ortama, hedef kitleye ve tarama personelinin uzmanlığına bağlı olarak değişiklik gösterebilir. Ülkeler, kendi kültürü ve koşullarına uygun farklı tarama protokolleri ve programları geliştirmiştir. Bu bölümde okul çağı işitme tarama uygulamaları, Türkiye'deki ve uluslararası yaklaşımlar temel alınarak iki ayrı başlık altında ele alınmış ve tarama programlarında kullanılan farklı değerlendirme yöntemlerine yer verilmiştir.

3.2.5.1. Okul Çağı İşitme Tarama Uygulamalarında Değerlendirme Yöntemleri

Okul çağı işitme tarama programlarında değerlendirme süreci, bilimsel geçerliliği ve klinik güvenilirliği yüksek yöntemlerin kullanılmasını gerektirir. Bu nedenle, frekansa özgü uyarılar yerine konuşma uyarılarının tercih edilmesi, kalibre edilmemiş ses kaynaklarının kullanımı veya grup hâlinde yapılan taramalar gibi uygulamalar standart protokoller tarafından uygun görülmemektedir (Richburg& Smiley, 2011). Etkili bir tarama programı, hem işitme duyarlılığını hem de orta kulak fonksiyonunu güvenilir biçimde değerlendirebilen yöntemlerin bir arada kullanılmasını temel alır. Aşağıdaki bölümlerde okul çağı işitme taramalarında sıklıkla kullanılan yöntemlerin temel özellikleri, kullanım amaçları ve uygulama basamakları ele alınmaktadır.

Saf Ses Odyometri

Okul çağı işitme taramalarında altın standart yöntem saf ses odyometrisidir. Hem ulusal hem de uluslararası kılavuzlar, bu yöntemi temel tarama yaklaşımı olarak önermekte; özellikle minimal ve hafif dereceli işitme kayıplarının belirlenmesinde yüksek duyarlılık sağladığını bildirmektedir (AAA, 2011; British Society of Audiology, 2018).

Tarama odyometrisi, bir saf ses odyometresi kullanılarak ve çoğunlukla TDH tipi supraaural kulaklıklarla uygulanır. Çocuğun kulaklarına yerleştirilen kulaklıklar aracılığıyla farklı frekanslarda saf ses uyarılar gönderilir ve çocuk bu uyarıları duyduğunu basit davranışlarla (el kaldırma, göz kırpması, sözel bildirim vb.) ifade eder. Bu işlem, yöntemin davranışsal temelli yapısı nedeniyle çocuğun aktif katılımını zorunlu kılar. Test sırasında yanıt alınamaması tek başına başarısızlık olarak yorumlanmamalıdır. Bu durumda talimatların tekrar açıklanması, kulaklıkların yeniden yerleştirilmesi ve uyarının en az iki, en fazla dört kez tekrarlanması önerilir. Aşırı tekrar yapılması yanlış pozitif sonuçlara yol açabileceğinden kaçınılmalıdır (Richburg& Smiley, 2011).

Tarama odyometrisi değerlendirmelerinde, duyarlılık ve özgüllük açısından en uygun koşulları sağlamak için çeşitli uyaran protokolleri geliştirilmiştir.

- Şiddet Kriterleri: AAA'nın 2011 tarihli raporunda 20 dB HL düzeyindeki uyaran sunumlarının hafif düzey işitme kayıplarını tespit etmede en etkili seçenek olduğu vurgulanmaktadır.
- Frekans Kriterleri: American Speech-Language-Hearing Association, Childhood Hearing Screening kılavuzunda (ASHA, 2023) okul çağı çocuklarda 1000, 2000 ve 4000 Hz frekanslarında 20 dB HL düzeyinde tarama yapılması önerilmektedir. Türkiye'de ise mevcut programlarda 500, 1000, 2000 ve 4000 Hz frekansları kullanılmaktadır. Bununla birlikte, ASHA (2023), 500 Hz frekansının oda gürültüsü tarafından kolay maskelenmesi nedeniyle özgüllüğü düşürebileceğini ve bu nedenle yaygın olarak önerilmediğini belirtmektedir. Çoğu uluslararası kılavuzda temel tarama frekansları 1000-4000 Hz aralığında tutulmakta; 20 dB HL düzeyi ise minimal işitme kayıplarının belirlenmesinde optimum hassasiyet sağlamaktadır (AAA, 2011; ASHA, 2023).

Timpanometri

Timpanometri, orta kulak fonksiyonunun objektif olarak değerlendirilmesini sağlayan önemli bir tarama aracıdır ve özellikle efüzyonlu otitis media gibi iletim tipi patolojilerin saptanmasını amaçlayan programlarda, saf ses odyometrisine tamamlayıcı bir yöntem olarak önerilmektedir (Richburg& Smiley, 2011).

ASHA'nın 2023 tarihli Childhood Hearing Screening kılavuzunda, okul çağı taramalarda 226 Hz prob tonu kullanımının uygun olduğu, çok frekanslı timpanometrinin rutin taramalar için önerilmediği vurgulanmaktadır. Tarama timpanometrinin temel amacı, orta kulak effüzyonu gibi iletim tipi patolojilerin hızlı biçimde taranmasıdır ve bu nedenle değerlendirme sonuçlarının tepe admittansı, timpanometrik genişlik ve kulak kanalı hacmi gibi belirleyici parametreleri içermesi gerekmektedir. ASHA (2020), okul çağındaki çocuklarda tarama için uygun kriterleri aşağıdaki şekilde tanımlamaktadır:

- Tepe admittansı: ≤ 0.3 mmho olduğunda anormal kabul edilir.
- Timpanik genişlik: ≥ 200 daPa olduğunda anormal olarak değerlendirilir.

- Kulak kanalı hacmi: Yaşa uygun normal aralığın dışında ise (örneğin belirgin büyük hacimler perforasyon şüphesi doğurur) sevk gerektirir.

Kılavuzda, akıntı, belirgin kulak yolu anomalileri, yabancı cisim, şiddetli serumen tıkanıklığı veya perforasyon şüphesi gibi otoskopik bulguların varlığında çocuğun taramaya alınmaksızın doğrudan sağlık kuruluşuna yönlendirilmesi gerektiğini belirtmektedir. Bununla birlikte timpanometrinin her okul tarama programında zorunlu bir bileşen olmadığını; program kapsamı, hedef popülasyonun özellikleri ve yerel uygulama koşulları doğrultusunda timpanometri kullanımının tarama yöneticisi tarafından belirlenmesi gereken bir tercih olduğunu ifade edilmektedir.

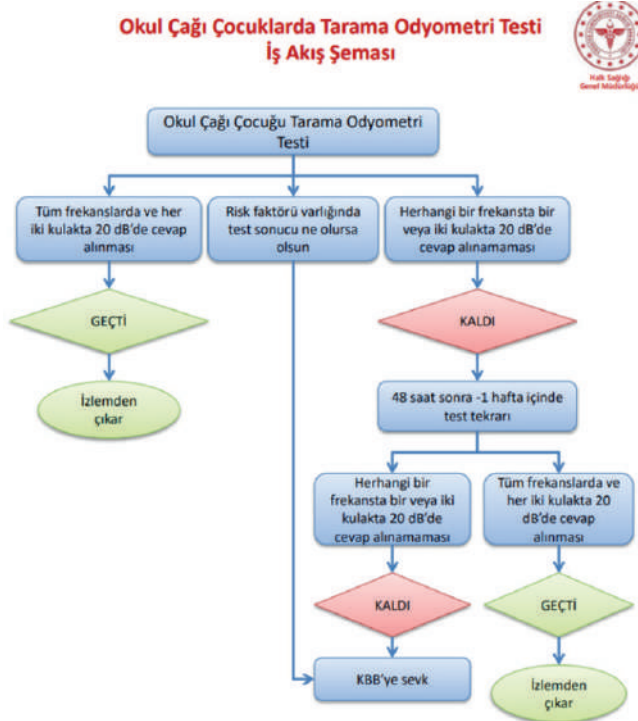
Otoakustik Emisyon

Otoakustik emisyon (OAE) testi, dış tüylü hücrelerden kaynaklanan akustik yanıtları kaydederek çocuklarda işitme işlevinin hızlı ve objektif biçimde değerlendirilmesini sağlayan bir tarama yöntemidir. ASHA'nın (2020) Childhood Hearing Screening kılavuzunda, OAE taramasının özellikle küçük çocuk popülasyonlarında işitme işlevinin hızlı ve objektif bir şekilde değerlendirilmesi için yararlı bir araç olduğu belirtilmektedir.

OAE yalnızca koklear dış tüylü hücre düzeyine kadar olan sistemi değerlendirmekte; iç tüylü hücre fonksiyonu ve işitme sinirinin iletim kapasitesi hakkında bilgi vermemektedir. Bu nedenle işitsel nöropati spektrum bozukluğu gibi olgularda dış tüylü hücreler sağlam olduğundan OAE sonuçları normal olabilmekte, bu da yalnızca OAE temelli bir taramada çocuğun "geçti" olarak değerlendirilmesine yol açabilmektedir.

3.2.5.2. Türkiye'deki Uygulamalar

Türkiye'de okul çağı işitme tarama uygulamaları, Sağlık Bakanlığı ve Millî Eğitim Bakanlığı iş birliğiyle yürütülen okul sağlığı hizmetlerinin önemli bir bileşenidir. Ülkemizde kullanılan tarama protokolleri, hem pratik uygulanabilirlik hem de yüksek sayıdaki öğrenci popülasyonuna ulaşılabilmesi amacıyla standardize edilmiştir. Okul çağı işitme tarama süreci, ilk değerlendirme, yeniden test ve ileri sevk adımlarından oluşan yapılandırılmış bir protokol üzerinden yürütülmektedir. Bu sürecin standart uygulama basamakları Şekil 1'de sunulan iş akış şemasında gösterilmiştir.



Şekil 1. Okul çağı çocuklarda tarama odyometri testi iş akış şeması

Kaynak: Sağlık Bakanlığı, Halk Sağlığı Genel Müdürlüğü (2019).

Program kapsamında tüm birinci sınıf öğrencilerine işitme taraması uygulanması hedeflenmektedir. Türkiye’de uygulanan başlıca işitme taraması özellikleri şu şekildedir:

- Saf ses odyometrisinin tarama versiyonu kullanılır.
- Tarama odyometri testi 500, 1000, 2000 ve 4000 Hz frekanslarında, 20 dB HL düzeyinde yapılır.
- Çocuğun tüm frekanslarda uyarana yanıt vermesi beklenir; herhangi bir frekansta yanıt alınamaması “kaldı” olarak değerlendirilir.
- Testten kalan öğrenciler, 48 saat ile bir hafta içerisinde ikinci bir değerlendirmeye alınır.
- İkinci değerlendirmede de “kaldı” olarak değerlendirilen öğrenciler ileri odyolojik değerlendirme için sağlık kuruluşuna yönlendirilir.
- Risk grubunda yer alan çocuklar (Örneğin; aile öyküsü olanlar, doğumsal sendrom öyküsü, yüksek gürültüye maruziyet öyküsü gibi)

tarama sürecine mutlaka dahil edilir ancak test sonucuna bakılmaksızın doğrudan ileri değerlendirmeye yönlendirilir.

- Tarama genellikle okul içerisinde belirlenen nispeten sessiz bir odada gerçekleştirilir; uygulayıcılar çevresel gürültünün 40 dB A düzeyinin altında olmasına dikkat eder.

Okul ortamında yürütülen işitme taramalarının pratik uygulamasına ilişkin bir örnek Görsel 1’de verilmiştir.

Görsel 1. Türkiye’de okul temelli işitme taramalarına ilişkin bir uygulama örneği.

Kaynak: Haber görseli (2022).



Kaynak: Kaynak: Samsun Haber Ajansı. (2022, 3 Ekim).

Ülkemizde tarama sonuçlarının aileye bildirilmesi, okul yönetimi ile paylaşılması ve ilgili referans merkezlere sevk yapılması belirlenmiş yönergeler çerçevesinde yürütülmektedir. Uygulamaları genellikle işitme taramaları konusunda eğitim almış sağlık personeli gerçekleştirir.

3.2.5.3. Uluslararası Uygulamalar

Uluslararası işitme tarama uygulamaları, birçok gelişmiş sağlık sisteminde yüksek düzeyde standardizasyonla yürütülmektedir. Bu ülkelerde tarama protokolleri genellikle saf ses odyometrisine dayanmakta ve çoğunlukla 1000, 2000 ve 4000 Hz frekanslarında 20 dB HL düzeyinde yapılmaktadır (AAA, 2011). Bazı sağlık sistemlerinde taramalar yalnızca saf ses uyaranlarıyla sınırlı tutulurken, bazı bölgelerde timpanometri standart tarama sürecinin ayrılmaz bir parçası olarak kabul edilmektedir. Bazı uygulamalarda ise

konuşma algısı değerlendirmeleri, otoakustik emisyon ölçümleri veya tanısal takip protokollerini içeren daha kapsamlı modeller tercih edilmektedir (Jedrzejczak vd., 2013)

Tarama programlarının belirleyici bir diğer özelliği, uygulama sıklığı ve takip mekanizmalarıdır. Birçok ülkede işitme taramalarının yalnızca okul başlangıcında değil, düzenli aralıklarla tekrarlanması önerilmekte; bazı sistemlerde yıllık, bazılarında ise iki yıllık döngüler benimsenmektedir (AAA, 2011; Richburg& Smiley, 2011). Bu yaklaşımlar, geç başlangıçlı ve edinilmiş işitme kayıplarının zamanında tespit edilmesini amaçlamaktadır. Ayrıca pek çok ülkede taramaların sonuçları, sistematik sevk zincirleriyle desteklenen yapılandırılmış takip programlarıyla bütünleştirilmekte ve böylece öğrencilerin erken tanı ve müdahale süreçlerine erişimi güçlendirilmektedir.

3.2.6. İleri Sevk Uygulamaları ve Takip

Okul çağı işitme taramalarında elde edilen sonuçlar, çocuğun işitsel sağlığına yönelik daha ayrıntılı değerlendirme gerekip gerekmediğini belirleyen ilk basamaktır. Taramada kaldı olarak değerlendirilen çocukların uygun bir sevk ve takip sürecine yönlendirilmesi, erken tanı ve müdahale açısından kritik öneme sahiptir. İleri sevk uygulamalarının doğru zamanlamayla yapılması, hem gereksiz klinik başvuruların önüne geçmekte hem de işitme kaybı bulunan çocukların hızlı biçimde kalıcı çözümlere erişmesini sağlamaktadır (AAA, 2011).

3.2.6.1. Türkiye’de İleri Sevk Uygulamaları ve Takip

Türkiye’de okul çağı işitme taramalarında ilk değerlendirmede “kaldı” olarak tespit edilen öğrenciler, ulusal tarama protokolü doğrultusunda, kısa bir aranın ardından aynı oturumda yeniden test edilir. İlk oturumda güvenilir yanıt alınamayan çocuklar ise en geç 48 saat-1 hafta içinde ikinci bir değerlendirmeye çağrılır. İkinci taramada da kriterleri karşılamayan öğrenciler ileri değerlendirme için sevk edilir. Ailelere tarama sonuçları ve yönlendirme gerekçeleri yazılı olarak bildirilmektedir.

Sevk edilen çocuklar kulak burun boğaz uzmanlarına yönlendirilmekte; sensörinöral işitme kaybı, tek taraflı işitme kaybı, riskli yenidoğan öyküsü ya da dalgalı işitme gibi durumlarda ise Sağlık Bakanlığı tarafından yetkilendirilmiş referans merkezlere başvurulmaktadır. Bu merkezlerde timpanometri, otoakustik emisyon, saf ses odyometrisi, gerekirse ABR ve ileri elektrofizyolojik testler gibi kapsamlı değerlendirmeler yapılmaktadır.

İleri değerlendirme sonucunda orta kulak patolojisi saptanırsa 2-6 hafta içinde kontrol planlanmakta; kalıcı işitme kaybı doğrulandığında ise işitmeye

yardımcı teknoloji kullanımı ve eğitim ortamına yönelik düzenlemeleri içeren rehabilitasyon süreci başlatılması önerilmektedir.

3.2.6.2. Uluslararası Uygulamalarda İleri Sevk ve Takip

Uluslararası uygulamalarda ileri sevk süreçleri çoğu ülkede standartlaştırılmış protokoller çerçevesinde yürütülmektedir. Birçok yüksek gelirli ülke, tarama sonrasında tek bir frekansta bile yanıt alınmamasını otomatik sevk kriteri olarak kabul etmektedir. Bu yaklaşım AAA (2011) tarafından önerilen standartlarla uyumludur. Bu ülkelerde yeniden test genellikle aynı oturum içinde kısa bir mola verilerek uygulanır; ikinci testte de kaldı sonucu alınması durumunda çocuk ayrıntılı odyolojik değerlendirmeye yönlendirilir.

Bazı ülkelerde sevk süreçleri oldukça yapılandırılmış olup, tarama sonuçları ulusal sağlık veri sistemlerine işlenmekte ve sevk edilen çocukların geri dönüş oranları elektronik kayıtlarla izlenmektedir (AAA, 2011; WHO, 2021). Bu uygulamalar, sevk sonrası takip sürecinin aksamamasını önlemek amacıyla kullanılmaktadır.

Uluslararası uygulamalarda dikkat çeken bir diğer unsur, sevk algoritmalarında immitansmetrik değerlendirmenin zorunlu bir bileşen olarak yer almasıdır. Birçok ülke, tip B ve tip C timpanogram sonucunu doğrudan sevk kriteri olarak kabul etmekte ve bu yaklaşım orta kulak hastalıklarının erken tanınmasını kolaylaştırmaktadır (Swanepoel vd., 2014). Bu yönüyle uluslararası protokoller, iletim tipi işitme kayıplarının takibi konusunda daha güçlü bir yapı sunmaktadır.

Bu farklı yaklaşımlar, uluslararası tarama programlarının ortak amacının işitme kaybını erken dönemde tespit etmek olduğunu gösterse de; sevk yöntemlerinin kapsamı, kullanılan testlerin çeşitliliği ve takip sistemlerinin yapılandırılması ülkelerin sağlık sistemlerinin kapasitesi, ekonomik kaynakları ve ulusal sağlık politikaları doğrultusunda çeşitlilik göstermektedir.

3.2.7. Okul Çağı İşitme Taramalarında Personelin Rolü ve Uygulama Süreci

Okul çağı işitme taramalarını doğru, güvenilir ve standardize biçimde yürütülmesi büyük ölçüde taramayı gerçekleştiren personelin bilgi, beceri ve organizasyon kapasitesine bağlıdır. Bu kritik rolü üstlenen uygulayıcının, yalnızca davranışsal testlerin doğası gereği çocukların dikkat düzeylerindeki anlık dalgalanmaların test sonuçlarını ne zaman potansiyel olarak geçersiz kılabileceğini saptama ve buna göre etkileşim stratejilerini ayarlama konusunda yeterli deneyime sahip olması değil; aynı zamanda, ASHA ve

Halk Sağlığı Genel Müdürlüğü'nün (HSGM) gerekliliklerine uygun olarak, çevresel gürültüden izole edilmiş, akustik açıdan optimal bir test ortamının ve zamanlamasının yönetimini sağlaması gerekmektedir. Bu kapsamlı sorumluluk, tarama sonuçlarının bilimsel geçerliliğini ve takiben yapılacak sevk işlemlerinin doğruluğunu maksimize etmek için esastır.

Ülkemizde okul çağı işitme taramaları, Toplum Sağlığı Merkezlerinde görevli ebe, hemşire, sağlık memuru veya ilde görev yapan odyometristler tarafından gerçekleştirilmektedir. Uluslararası protokoller, işitme taramalarının eğitilmiş sağlık çalışanları tarafından yürütülmesi gerektiğini vurgulamaktadır (AAA, 2011). Farklı meslek gruplarının dahil olduğu tarama sürecinde aşağıda verilen başlıklara önem gösterilmelidir.

3.2.7.1. Tarama Öncesi Planlama ve Çevresel Koşulların Kontrolü

İşitme taramalarının sahada etkin biçimde yürütülebilmesi için tarama personeli ile okul idaresi ve öğretmenler arasında önceden planlama yapılması gereklidir. Bu planlama; tarama tarih ve saatlerinin belirlenmesini, velilere yapılacak bilgilendirmenin düzenlenmesini ve uygulamanın kesintiye uğramaması için gerekli lojistik desteklerin oluşturulmasını içerir. Taramayı yürüten personel, okul idaresine sessiz ve akustik açıdan uygun bir oda temini konusunda rehberlik etmeli ve ortamın “yeterince sessiz” olup olmadığına karar verme sorumluluğunu üstlenmelidir. Rahatsız edici gürültü kaynaklarının geçici olarak durdurulması ve öğrencilerin tarama alanına sistematik şekilde yönlendirilmesi, sürecin verimliliğini artıran önemli düzenlemelerdir.

Planlama aşamasında okulun akademik takvimi, resmi tatiller, etkinlikler ve diğer sağlık taramaları göz önünde bulundurulmalı; özellikle sonbaharda sık görülen soğuk algınlığı ve grip dönemlerinden kaçınılmalıdır (Richburg & Smiley, 2011). Doğru zamanlama ve uygun çevresel koşulların sağlanması, hem katılım oranlarını artırmakta hem de yanlış pozitif sonuçları azaltarak tarama programının geçerliliğini güçlendirmektedir.

3.2.7.2. Enfeksiyon Kontrolü ve Hijyen Prosedürleri

İşitme taramaları sırasında öğrenciler arasında patojen geçişi riski bulunduğundan, enfeksiyon kontrol önlemlerinin titizlikle uygulanması gereklidir. Mikroorganizmalar doğrudan temasla veya kontamine yüzeyler yoluyla bulaşabileceği için tarama ortamında hijyenin sağlanması hem öğrenci hem personel güvenliği açısından temel bir zorunluluktur. Serum bulaşıcı bir madde olarak sınıflanmamakla birlikte, kan veya diğer biyolojik

ajanları içerebilme ihtimali nedeniyle kontamine materyal gibi ele alınmalı ve uygun koruyucu önlemler uygulanmalıdır (AAA, 2021).

Tarama personeli, çapraz kontaminasyon riskini azaltmak için düzenli el hijyeni sağlamalıdır. Öğrenciler arasında bit (pedikülozis) salgını şüphesi bulunduğu, baş üstü kulaklıkların kullanımının yakın temas gerektirmesi nedeniyle protokollerin geçici olarak gözden geçirilmesi önerilmektedir (AAA, 2021). Tüm tarama ekipmanları her kullanım öncesinde uygun dezenfektanlarla temizlenmeli ve bu sürecin nasıl yürütüleceğini ile sorumlu personeli tanımlayan yazılı bir enfeksiyon kontrol protokolü programlarda bulunmalıdır.

3.2.7.3. Belgeleme ve Takip Prosedürleri

İşitme tarama programlarının güvenilirliği için sonuçlar doğru ve sistematik biçimde belgelendirilmelidir. Tarama sonrasında öğrencinin adı, elde edilen sonuçlar ve varsa ileri değerlendirme önerilerini içeren standart bir form doldurulmalı; ailelere sonuçların bir kopyası resmi olarak iletilmelidir. Taramayı yürüten personel, tüm kayıtların öğrenci dosyalarına eksiksiz şekilde işlenmesinden sorumludur.

Sınıf öğretmenlerinin, işitsel zorlukların öğrencinin akademik ve sınıf içi performansı üzerindeki etkilerini gözlemleyebilmeleri için süreç hakkında mutlaka bilgilendirilmesi gerekmektedir. Bu şeffaf kayıt ve takip sistemi, erken müdahale sürecinin etkinliğini artırmakta ve eğitim ortamının çocuğa göre uyarlanmasını desteklemektedir.

3.2.7.4. Personellerin Yetkinliği ve Eğitim İhtiyacı

Okul çağı işitme taramalarının güvenilirliği, uygulayıcı personelin eğitim düzeyi ve tarama süreçlerinin odyolojik denetime tabi tutulmasıyla doğrudan ilişkilidir. Richburg ve Imhoff (2008), ortak bir eğitim programının bulunmadığı durumlarda taramayı yürüten personel arasında ciddi protokol farklılıkları ortaya çıktığını; buna karşılık bir odyolog tarafından sağlanan düzenli süpervizyonun tarama yöntemlerinde belirgin tutarlılık sağladığını göstermiştir. Bu bulgular, özellikle minimal ve hafif dereceli işitme kayıplarının doğru biçimde saptanabilmesi için uygulayıcıların yapılandırılmış bir eğitim sürecinden geçmesi ve düzenli denetim mekanizmalarına tabi tutulmasının kritik önem taşıdığını ortaya koymaktadır. Bu doğrultuda sahada görev alacak personelin belirli bir uygulama deneyimine sahip olması, deneyimi sınırlı personelin ise taramalara başlamadan önce gözlemciler arası güvenilirlik değerlendirmelerine tabi tutulması, uygulayıcı kaynaklı hataların

azaltılmasına ve tarama sonuçlarının doğruluğunun artırılmasına önemli ölçüde katkı sağlayacaktır.

Tarama odyometrisinin davranışsal temelli bir yöntem olması, uygulayıcı eğitimini daha da kritik hale getirmektedir. Çocuğun dikkat düzeyi, tarama ortamının akustik koşulları ve uyaran tekrar sayısı gibi değişkenler, işitsel yanıtın güvenilirliğini doğrudan etkileyebilir. AAA (2011), çocuğun tek bir uyarana yanıt vermemesinin taramanın geçersiz sayılması için yeterli olmadığını belirtmekte; bu durumda talimatların yeniden açıklanması ve kulaklıkların doğru yerleştirildiğinden emin olunmasını önermektedir. Aynı oturum içinde yapılan kısa bir yeniden taramanın başarısızlık oranlarını yaklaşık yarı yarıya azaltabildiği de bildirilmektedir. Bununla birlikte, her bir frekansta uyarının en fazla dört kez tekrarlanması ve aşırı tekrarlardan kaçınılması gerektiği vurgulanmaktadır.

Bu bulguların tümü birlikte değerlendirildiğinde, okul çağı işitme taramalarında görev alacak personelin yalnızca teknik uygulamayı bilmesinin yeterli olmadığı; çocuk davranışını, çevresel koşulları ve tarama protokolünün sınırlarını doğru yorumlayabilme becerisine sahip olmasının zorunlu olduğu anlaşılmaktadır.

3.2.8. Okul Çağı İşitme Tarama Programlarının Etkinliği ve İşbirliği

Okul çağı işitme tarama programlarının etkinliği, tarama sonrası sevk edilen öğrencilerin tıbbi değerlendirmenin zamanında tamamlanmasına bağlıdır. Bu nedenle, tarama sürecine ek olarak sevk ve takip bileşenlerinin de güçlü biçimde yapılandırılması gereklidir.

Ailelerle kurulan iletişim bu sürecin en kritik aşamalarından biridir. Sevk bilgilerinin aileye açık ve anlaşılır biçimde, mümkünse anadilde sunulması; işitme kayıplarının olası etkilerini açıklayan bilgilendirici materyallerin iletilmesi ve tarama sonuçlarına ilişkin görsel verilerin paylaşılması, ailelerin takip sürecine katılımını artıran etkili yaklaşımlardandır. Bu tür iletişim stratejileri, ailelerin tıbbi değerlendirme sürecine yönlendirilmesini kolaylaştırmaktadır.

Programın başarısı aynı zamanda okul ile yerel sağlık kuruluşları arasındaki iş birliğine bağlıdır. Sağlık profesyonellerinin tarama protokolleri ve sevk kriterleri hakkında bilgilendirilmesi, değerlendirilen çocuklara ait sonuçların okula geri bildirilmesini sağlayan düzenli bir geri bildirim mekanizmasının oluşturulması ve iletişim kanallarının güçlendirilmesi süreçlerin bütüncül işleyişini desteklemektedir. Bu yapı, sevk edilen öğrencilerin eğitimsel ihtiyaçlarının zamanında belirlenmesine olanak tanımaktadır.

Sonuç

Okul çağı çocuklarda işitme tarama programları, bireysel bir sağlık müdahalesi olmanın ötesinde, çocukların eğitime eşit fırsatlarda erişimini sağlama hedefi olan temel bir halk sağlığı stratejisidir. İşitme kaybının dil ve konuşma gelişimi, bilişsel süreçler, akademik başarı ve sosyal uyum üzerindeki geniş kapsamlı, olumsuz etkileri göz önüne alındığında, okul temelli taramalar; özellikle hafif dereceli, unilateral veya geç başlangıçlı gibi ebeveyn ve öğretmen tarafından fark edilemeyen kayıpların erken tespiti için hayati bir araçtır. Bu nedenle tarama programlarında kullanılan değerlendirme yöntemlerinin bilimsel geçerliliğe sahip olması, uygulamaların standardize protokoller doğrultusunda yürütülmesi ve sevk-takip süreçlerinin sistemli biçimde işletilmesi büyük önem taşımaktadır.

Türkiye’de yürütülen tarama programlarının ulusal düzeyde yaygınlaşmış olması önemli bir güç olmakla birlikte, uygulamaların etkinliğinin personel eğitimi, çevresel koşullar, yeniden test oranları ve sevk zincirinin sürekliliği gibi faktörlere bağlı olduğu görülmektedir. Etkin bir işitme tarama programı, yalnızca test uygulamalarının doğruluğuna değil; aile bilgilendirmesi, okul-sağlık sistemi iş birliği, veri izleme mekanizmaları ve rehabilitasyon süreçlerine erişimin güçlendirilmesine de bağlıdır.

Sonuç olarak, okul çağı işitme taramaları, erken tanının toplumsal ve eğitim süreciyle ilgili etkilerini en üst düzeye çıkaran kritik bir müdahale alanıdır. Programların etkili şekilde sürdürülebilmesi; kanıta dayalı kılavuzlara uyum, multidisipliner iş birliği, eğitilmiş personel, güçlü sevk zincirleri ve sürekli izleme-değerlendirme süreçleriyle mümkün olacaktır.

Kaynakça

- Akın-Şenkal (2015). Derecesine ve Lokalizasyonuna Göre İşitme Kayıpları. E. Belgin & A.S. Şahlı (Eds.). Temel Odyoloji içinde (s. 301-322). Güneş Tıp Kitabevi.
- American Academy of Audiology. (2011). Childhood hearing screening guidelines. American Academy of Audiology. <https://audiology.org> . Erişim Tarihi: 20.11.2025
- American Academy of Audiology. (2021). Infection control in audiological practice. <https://www.audiology.org/wp-content/uploads/2021/05/Infection-Control-in-Audiological-Practice.pdf> Erişim Tarihi: 25.11.2025
- American Speech-Language-Hearing Association. (2023). Childhood hearing screening. <https://www.asha.org/practice-portal/professional-issues/childhood-hearing-screening>
- British Society of Audiology. (2018). Recommended procedure: Pure-tone audiometry (OD104-32). <https://www.thebsa.org.uk/wp-content/uploads/2023/10/OD104-32-Recommended-Procedure-Pure-Tone-Audiometry-August-2018-FINAL-1.pdf>
- Jedrzejczak, W. W., Piotrowska, A., Kochanek, K., Sliwa, L., & Skarzynski, H. (2013). Low-frequency otoacoustic emissions in schoolchildren measured by two commercial devices. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*, 77(10), 1724-1728. <https://doi.org/10.1016/j.ijporl.2013.08.002>
- Joint Committee on Infant Hearing. (2019). *Year 2019 position statement: Principles and guidelines for early hearing detection and intervention programs*. *Journal of Early Hearing Detection and Intervention*, 4(2), 1-44. <https://doi.org/10.15142/fptk-b748>
- WHO. (2021). World report on hearing. World Health Organization. <https://www.who.int/publications/i/item/9789240020481> Erişim Tarihi: 28.11.2025.
- Kumpik, D. P., Kacelnik, O., & King, A. J. (2019). A review of the effects of unilateral hearing loss on spatial hearing and auditory development in children. *Hearing Research*, 372, 21-39. <https://doi.org/10.1016/j.heares.2018.09.005>
- Lieu, J. E. C. (2013). Unilateral hearing loss in children: Speech-language and school performance. *B-ENT*, 9 (21), 107-115. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24383229>
- Moeller, M. P. (2000). Early intervention and language development in children who are deaf and hard of hearing. *Pediatrics*, 106(3), e43. <https://doi.org/10.1542/peds.106.3.e43>
- Pisoni, D. B., Kronenberger, W. G., Chandramouli, S. H., & Conway, C. M. (2016). Learning and memory processes following cochlear implanta-

- tion: The missing piece of the puzzle. *Frontiers in Psychology*, 7, 493. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2016.00493>
- Richburg, C. M., & Smiley, D. E. (2011). *School-based hearing screening: A guide for administrators and practitioners*. San Diego, CA: Plural Publishing.
- Sağlık Bakanlığı, Halk Sağlığı Genel Müdürlüğü. (2019). Okul çağı işitme taramaları akış şeması. https://hsgm.saglik.gov.tr/depo/birimler/cocuk-ergen-sagligi-db/Programlar/OITP_Akis_Semasi_2019.pdf Erişim Tarihi: 28.11.2025.
- Sağlık Bakanlığı. (2023). Okul çağı işitme tarama programı rehberi. T.C. Sağlık Bakanlığı, Halk Sağlığı Genel Müdürlüğü. <https://hsgm.saglik.gov.tr> . Erişim Tarihi: 28.11.2025.
- Samsun Haber Ajansı. (2022, 3 Ekim). Okullarda işitme taraması uygulaması [Fotoğraf]. <https://www.samsunhaberajansi.com/haber-okullarda-isitme-taramasi-basladi-3-ogrenciye-erken-tani-koyularak-isitme-cihazı-takildi-10630.html> Erişim Tarihi: 05.12.2025.
- Stelmachowicz, P. G., Pittman, A. L., Hoover, B. M., & Lewis, D. E. (2001). Effect of stimulus bandwidth on the perception of /s/ in normal-hearing and hearing-impaired children and adults. *Journal of the Acoustical Society of America*, 110(4), 2183-2190. <https://doi.org/10.1121/1.1400757>
- Swanepoel, D. W., Eikelboom, R. H., & Margolis, R. H. (2014). Tympanometry screening criteria in children ages 5-7 years. *Journal of the American Academy of Audiology*, 25(10), 927-936. <https://doi.org/10.3766/jaaa.25.10.2>
- Şahin, D., Taşçı, Y., Gültekin, G., Saçlı, Y., Avşar Aksu, B., & Rahimi, K. A. (2025). School-age hearing screening outcomes: analysis of 24,258 students. *European Journal of Pediatrics*, 184(11), 720. <https://doi.org/10.1007/s00431-025-06577-9>
- Yoshinaga-Itano, C. (2003). From screening to early identification and intervention: Discovering predictors to successful outcomes for children with significant hearing loss. *Journal of Deaf Studies and Deaf Education*, 8(1), 11-30. <https://doi.org/10.1093/deafed/8.1.11>

Yetişkinlerde İşitme Tarama Programları ve Protokolleri

Büşra Nehir Şahin¹

Özet

İşitme kaybı, erişkin yaş grubunda sık görülen bir sağlık sorunu olup yaşam kalitesi, sosyal iletişim ve iş gücü verimliliği üzerinde önemli olumsuz etkilere sahiptir. Dünya Sağlık Örgütü 2019 yılı verilerine göre dünya nüfusunun yaklaşık beşte biri bir dereceye kadar işitme kaybı yaşamaktadır. Yetişkin dönemdeki işitme kayıpları genellikle ilerleyici özellik gösterdiğinden erken dönemde fark edilmemekte, bu durum tanı ve rehabilitasyon sürecini geciktirmektedir. Yetişkinlerde işitme tarama programları; mesleki gürültüye maruz kalanlar, diyabet ve hipertansiyon gibi kronik hastalığı olanlar, ototoksik ilaç kullanan bireyler gibi riskli grupların erken tanılanmasında kritik rol oynamaktadır. Bu programlarda anket temelli öz bildirim ölçekleri, saf ses tarama odyometrisi, otoakustik emisyon testleri ve son yıllarda giderek yaygınlaşan tele-odyoloji uygulamaları kullanılmaktadır. Türkiye’de yetişkin işitme taramaları çoğunlukla işyeri hekimliği kapsamında yürütülmekte olup, ulusal düzeyde toplum temelli programların geliştirilmesine ihtiyaç vardır. Uluslararası düzeyde, özellikle Amerika ve Avrupa ülkelerinde sistematik işitme koruma ve tarama programlarıyla başarılı sonuçlar elde edilmiştir. Teknolojik gelişmeler ve yapay zekâ destekli uygulamalar, erişkin işitme taramalarında erişilebilirliği ve etkinliği artırmaktadır. Risk temelli, kişiselleştirilmiş yaklaşımlar ile ulusal protokollerin standardizasyonu, yetişkinlerde işitme sağlığının korunmasında geleceğe yönelik önemli bir fırsat sunmaktadır.

1 Öğretim Görevlisi, İstanbul Nişantaşı Üniversitesi, Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu, Odyometri Programı, İstanbul, Türkiye. busranehir.sahin@nisantasi.edu.tr, Orcid ID: 0000-0002-2988-5741

3.3. YETİŞKİNLERDE İŞİTME TARAMA PROGRAMLARI VE PROTOKOLLERİ

3.3.1. Giriş

İşitme kaybı, dünya genelinde en sık karşılaşılan duyuşal bozukluklardan biridir ve erişkin popülasyonda yaşam kalitesini, sosyal iletişimi ve iş gücü verimliliğini olumsuz yönde etkilemektedir (Jiang vd., 2023, Timmer vd., 2024). Dünya Sağlık Örgütü'nün *World Report on Hearing* raporuna göre, dünya nüfusunun yaklaşık %20'si bir dereceye kadar işitme kaybı yaşamaktadır ve bu oranın 2050 yılında her dört kişiden birine ulaşacağı öngörülmektedir (World Health Organization [WHO], 2021). Stevens ve diğerleri (2013) yaptığı çok merkezli meta-analizde, yetişkinlerde işitme kaybı prevalansının özellikle 30 yaş sonrası giderek arttığı ve 60 yaş üzerinde belirgin şekilde yükseldiği gösterilmiştir.

Erişkin dönemde ortaya çıkan işitme kayıpları çoğunlukla yavaş ilerlediği için bireyler tarafından fark edilmesi gecikmekte, bu durum da iletişim sorunlarına, sosyal izolasyona ve iş hayatında verim kaybına yol açabilmektedir (Barker vd., 2017; Wilson & McArdle, 2005). Ayrıca diyabet, hipertansiyon gibi kronik hastalıklar ve ototoksik ilaç kullanımı da erişkinlerde işitme kaybı riskini artırmaktadır (Chen vd., 2025; Joo vd., 2020). Bu nedenle yalnızca geriatrik değil, erişkin popülasyonda da işitme kaybının erken dönemde saptanması büyük önem taşımaktadır. Chou ve diğerleri (2011) yaptığı derlemelerde, yetişkinlerde işitme kaybı taramasının işitme kaybı riski daha yüksek olan hastaların belirlenmesinde yardımcı olabileceği vurgulanmaktadır. Ancak, birçok ülkede olduğu gibi Türkiye'de de yetişkinlere yönelik sistematik işitme tarama programları henüz yeterince yaygın değildir. Bu durum, erişkinlerde tarama programlarının geliştirilmesi ve standardize edilmesinin önemini ortaya koymaktadır.

3.3.2. Yetişkinlerde İşitme Taramasının Hedef Grupları

Yetişkinlerde işitme tarama programlarının etkinliğini artırmak için öncelikli hedef gruplar doğru tanımlanmalıdır (Chou vd., 2011). Gürültüye maruz kalan meslek grupları; özellikle üretim, inşaat ve madencilik sektörlerinde, işitme kaybının önemli bir nedeni olarak görülmektedir (Su vd., 2025). Mesleki gürültüye maruz kalan bireylerde işitme kaybı riski yüksek olup, belirli çalışmalarda %39 gibi anlamlı artış bildirilmektedir (Gopinath vd., 2021). Ayrıca dünya genelinde işitme kaybının yaklaşık %15'inin mesleki gürültüye bağlandığı belirtilmektedir (Themann & Masterson, 2019).

Diyabet ve hipertansiyon gibi kronik hastalıklar işitme fonksiyonlarını etkileyebilen sistemik risk faktörleridir (Samocha-Bonet vd., 2021). Diyabetli yetişkinlerde işitme kaybı oranı diyabetik olmayanlara göre daha yüksektir (American Diabetes Association, 2022). Hipertansiyonun işitme bozukluklarına neden olabileceğini gösteren çok sayıda prospektif çalışma mevcuttur (Toyama & Mogi, 2022). Ototoksik ilaç kullanan bireyler sensörinöral işitme kaybına daha yatkın bir grubu oluşturmaktadır (Pasdelou vd., 2024). Aminoglikozid kullanımına bağlı kalıcı işitme kaybı insidansı %33'e kadar çıkabilmekte; bazı uygulamalarda ise %40–60 oranlarında cisplatin kaynaklı işitme kayıpları bildirilmektedir (Reynard & Thai-Van, 2024). 18–60 yaş arası asemptomatik bireylerde rutin tarama gerekliliği tartışmalıdır. Bu nedenle yetişkin işitme tarama programları özellikle riskli gruplara yöneltilmelidir: mesleki gürültüye maruz kalanlar, kronik hastalık sahipleri ve ototoksik ilaç kullananlar (Samocha-Bonet vd., 2021; Su vd., 2025). Böylece hem kamu kaynaklarının etkin kullanımı hem de bireysel işitme sağlığının korunması sağlanmış olacaktır (Timmer vd., 2024).

3.3.3. Yöntemler ve Protokoller

Anket temelli tarama yöntemleri yaygın olarak kullanılmaktadır; Hearing Handicap Inventory for the Elderly–Screening (HHIE-S) ve Abbreviated Profile of Hearing Aid Benefit (APHAB) gibi öz bildirim ölçekleri yaygın kullanılan araçlardır (Cox & Alexander, 1995; Ventry & Weinstein, 1983). Saf ses tarama odyometrisi, özellikle işyeri kontrollerinde hızlı bir değerlendirme sağlar (Swanepoel & Hall, 2010). OAE gibi objektif testler, kısa sürede çok sayıda yetişkinin taranmasında tamamlayıcı bir yöntem olarak kullanılmaktadır (Kemp, 2002). Tele-odyoloji uygulamaları son yıllarda önem kazanmış; uzaktan yapılan saf ses testleri ve mobil uygulama tabanlı değerlendirmeler erişilebilirliği artırmıştır (Swanepoel & Hall, 2010). Tarama algoritması şu basamakları içerir (American Speech-Language-Hearing Association [ASHA], 2025):

3.3.3.1. Ön Değerlendirme

Bireyin değerlendirilmesi sırasında öncelikle öykü alma ve otoskopi/görsel muayene yapılır. Bu aşamada bireyin mesleki gürültü öyküsü, ailede işitme kaybı öyküsü, sistemik hastalıkları (örneğin diyabet, hipertansiyon) ve kullandığı ilaçlar (özellikle ototoksik ajanlar) sorgulanır. Ardından timpanik membran ve dış kulak yolu otoskopik olarak incelenir. İşitme güçlüğü yaşayıp yaşamadığını değerlendirmek amacıyla HHIE-S ve APHAB gibi kısa öz bildirim ölçekleri uygulanabilir. Son olarak, yaştan 50'nin üzerinde olması, kronik hastalıkların varlığı veya yüksek düzeyde gürültü maruziyeti gibi

durumlar değerlendirilerek bireyin “yüksek risk” grubunda olup olmadığı belirlenir.

3.3.3.2. Tarama Testi Seçimi

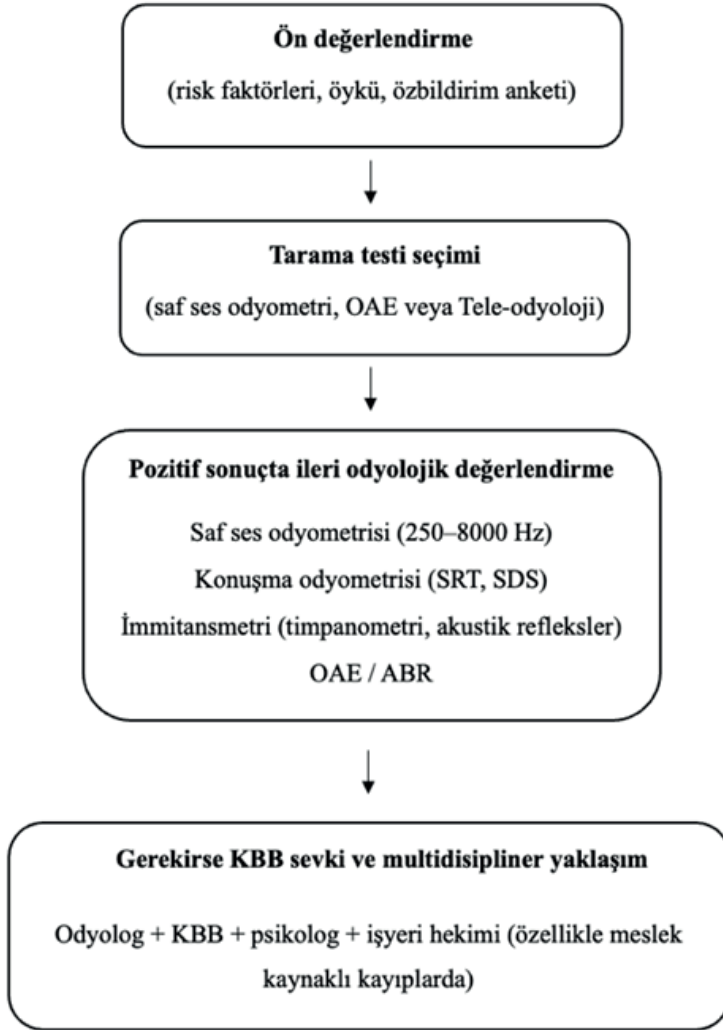
Düşük risk grubundaki bireylerde genellikle saf ses tarama odyometrisi uygulanır. Bu yöntem özellikle işyeri taramaları ve toplum temelli programlarda tercih edilir. Yüksek risk grubundaki bireylerde ise öz bildirim ölçeklerine ek olarak objektif testler, örneğin Otoakustik Emisyon ve timpanometri, kullanılır. Zaman kısıtlamasının olduğu geniş popülasyonlarda Otoakustik Emisyon (OAE) veya mobil tabanlı hızlı işitme testleri pratik bir tarama yöntemi olarak tercih edilebilir. Ayrıca erişimin kısıtlı olduğu bölgelerde tele-odyoloji uygulamaları, çevrim içi saf ses testleri ve mobil uygulamalar aracılığıyla işitme değerlendirmesinin yapılmasına olanak sağlar.

3.3.3.3. Pozitif Sonuçta İleri Odyolojik Değerlendirme

Tarama testi sonucunda işitme kaybı şüphesi saptanması durumunda birey, kapsamlı bir odyolojik test bataryasına yönlendirilir. Bu değerlendirme sürecinde 250–8000 Hz frekans aralığında saf ses odyometrisi, konuşma odyometrisi kapsamında Speech Reception Threshold (SRT) ve Speech Discrimination Score (SDS) testleri, ayrıca immitansmetri (timpanometri ve akustik refleks ölçümleri) uygulanır. Gerekğinde OAE veya Auditory Brainstem Response- İşitsel Beyinsapı Cevabı (ABR) testleri de yapılabilir. Bu aşamanın temel amacı, tarama sırasında elde edilen bulguların doğruluğunu teyit etmek ve işitme kaybının türü ile derecesini ayrıntılı biçimde belirlemektir.

3.3.3.4. Gerekirse Kulak Burun Boğaz Sevki

İşitme kaybının medikal veya cerrahi tedavi gerektirdiği durumlarda, örneğin iletim tipi işitme kaybı, ani işitme kaybı, kulak enfeksiyonları ya da tümör şüphesi gibi olgularda birey uygun şekilde yönlendirilir. Medikal tedaviye uygun olmayan ancak işitme cihazı veya koklear implant gibi rehabilitasyon seçeneklerinden yararlanabilecek bireylerde ise odyoloji ve Kulak Burun Boğaz (KBB) uzmanlarının iş birliği önem taşır. Ayrıca, özellikle meslek kaynaklı işitme kayıplarında multidisipliner bir yaklaşım benimsenerek odyolog, KBB uzmanı, psikolog ve işyeri hekiminin birlikte değerlendirme yapması önerilir (ASHA, 2025).



Şekil 1. Tarama Algoritması Basamakları.

Not. American Speech-Language-Hearing Association. (2025). Adult hearing screening. ASHA Practice Portal. Retrieved August 25, 2025, from <https://www.asha.org/practice-portal/professional-issues/adult-hearing-screening/>

3.3.4. Türkiye’de İşyeri Hekimliği Kapsamında İşitme Taramaları

Türkiye’de yenidoğan ve çocuk yaş gruplarını kapsayan Ulusal İşitme Tarama Programları (Yenidoğan İşitme Tarama Programı ve Okul Çağı İşitme Tarama Programı) sağlık sistemine tam entegre biçimde uygulanmaktadır. Yenidoğan dönemi için 2008’den bu yana tüm illerde aktif bir şekilde sürdürülmekte olup, 2022 verilerine göre tarama oranı yaklaşık

%96 düzeyindedir. Bu programlar, kamu, üniversite ve özel hastanelerde gerçekleştirilmekte ve taramadan geçen bebeklerin teşhis, işitme cihazı temini ve rehabilitasyon süreçlerini referans merkezlerinde takip etmektedir. Yeniden işitme taramaları okul dönemi çocuklarında da uygulanmakta olup, özellikle ilköğretim birinci sınıf düzeyinde çocuklara yönelik Okul Çağı İşitme Tarama Programı, toplum temelli erken tanı ve müdahale stratejilerine hizmet etmektedir (Türkiye Halk Sağlığı Genel Müdürlüğü, 2023).

Türkiye’de yetişkin işitme taramaları ise çoğunlukla işyeri hekimliği kapsamında yürütülmekte ve özellikle gürültülü sektörlerde çalışan bireylerin düzenli kontrolleri üzerine odaklanmaktadır. Bu yaklaşım, çalışanların mesleki işitme kaybını önlemede önemli bir adım olmakla birlikte, taramaların toplumun genel yetişkin nüfusuna yaygınlaştırılması konusunda sınırlı kalmaktadır. Ülkemizde hem mesleki hem de çevresel gürültü maruziyetini azaltmak için son yıllarda ciddi kanuni düzenlemeler yapılmaktadır. 20.06.2012 tarih ve 6331 sayılı *İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu* ve 28.07.2013 tarih ve 28721 sayılı Resmî Gazete’de yayınlanan *Çalışanların Gürültü ile İlgili Risklerden Korunmalarına Dair Yönetmelik* kapsamında maksimum gürültü düzeyine göre çalışma saatleri belirlenmiştir.

Endüstriyel ortamlarda işitme taramasının temel amacı, gürültüye maruz çalışanlarda işitme kaybını erken saptamak ve gerekli koruyucu-iyileştirici adımları başlatmaktır. Türkiye’de endüstriyel işitme taramaları, işyeri hekimliği/iş sağlığı birimleri tarafından yürütülür ve sahada ASHA’nın tarama ölçütleri kullanılır; maruziyet yönetimi için ise uluslararası uygulamalar (OSHA/NIOSH, ISO-ANSI) referans alınır. ASHA’nın yetişkin işitme taraması rehberi, (I) ön değerlendirme ile kısa öykü ve risk sorgulaması, (II) tarama testi seçimi, (III) pozitif sonuçta ileri odyolojik değerlendirme ve (IV) gerekirse KBB sevk ve multidisipliner yaklaşımları içeren yapılandırılmış bir süreci tarif eder. ASHA, her kulakta 1000, 2000 ve 4000 Hz’de 25 dB HL uyarana yanıt alınmasını “geçti (pass)” olarak, bu frekanslardan herhangi birinde 25 dB HL’de yanıt alınamamasını “yönlendirme (refer)” olarak tanımlar. Doğru sonuç için test ortamındaki ortam gürültüsü ISO 8253-1’de belirtilen maksimum izin verilebilir düzeyleri aşmamalı; kullanılan odyometreler ANSI/ASHA S3.6 standardına göre kalibre edilmelidir (yıllık akustik kalibrasyon + günlük biyolojik kontrol önerilir). Endüstride gürültü maruziyeti ≥ 85 dBA 8-saat TWA (Time Weighted Average/Zaman Ağırlıklı Ortalama) olan çalışanlara işveren tarafından bir odyometrik test programı sağlanır; işe girişte baseline (ilk referans odyogram) ve yıllık odyogram zorunludur. Baseline odyogramdan önce en az 14 saat işyeri gürültüsünden uzak kalınmalı ve çalışan, bu süre boyunca yüksek düzeyli mesai dışı gürültüden kaçınması için bilgilendirilmelidir. ASHA, standart

eşik kaymasını 2, 3 ve 4 kHz'deki eşiklerin ortalamasında ≥ 10 dB artış olarak tanımlar; işveren 30 gün içinde tekrar test yapabilir ve doğrulanan standart eşik kaymasını çalışana bilgilendirilir, işitme koruyucuları gözden geçirilir. ASHA tarama protokolü hızlı “pass/refer” kararı verirken; işitme testi, yıllık karşılaştırma, standart eşik kayması yönetimi, eğitim ve işitme koruyucuları gibi daha geniş kapsamlı adımları içerir (Acoustical Society of America/ANSI, 2018; ASHA, 2025; Occupational Safety and Health Administration, 2008).

3.3.5. Uluslararası Örnekler

Amerika Birleşik Devletleri (ABD)'nde işitme kaybını önlemeye yönelik programlar, özellikle işyerlerinde uygulanan işitme koruma programlarıyla dikkat çekmektedir. Bu programlar, çalışanların gürültüye maruziyetini azaltmayı ve işitme kaybını önlemeyi amaçlamaktadır. ABD Çalışma Bakanlığı'na bağlı Occupational Safety and Health Administration (OSHA), işverenlerin gürültü seviyelerini ölçmelerini, yıllık işitme testleri yapmalarını, işitme koruyucu ekipman sağlamalarını ve çalışanlara eğitim vermelerini zorunlu kılmaktadır. Ayrıca, National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH), işitme kaybı önleme programları aracılığıyla işitme kaybını azaltmayı hedeflemektedir (Centers for Disease Control and Prevention, 2024; Occupational Safety and Health Administration, 2008). Avrupa'da ise toplumsal işitme tarama programları ön plana çıkmaktadır. Birçok Avrupa ülkesi, özellikle okul çağındaki çocuklar için düzenli işitme taramaları uygulamaktadır. Bu programlar, erken tanı ve müdahale ile işitme kaybının etkilerini azaltmayı amaçlamaktadır. Örneğin, Polonya'da yapılan bir çalışmada, birinci sınıf öğrencileri üzerinde uygulanan işitme tarama programının etkinliği değerlendirilmiştir (Skarzyński, 2021). Asya'da ise işitme taramaları, genellikle yenidoğanlar ve okul çağındaki çocuklar üzerinde yoğunlaşmaktadır. Çin'de yapılan bir araştırma, evrensel yenidoğan işitme taramasının, doğumdan önce veya doğumdan sonraki ilk 72 saat içinde uygulanmasının en etkili strateji olduğunu belirtmektedir (Wang vd., 2025). Hindistan'da ise, etkili yenidoğan işitme tarama programlarının uygulanmasında çeşitli zorluklar yaşandığı ifade edilmektedir (Vanaja, 2024).

3.3.6. Güçlükler ve Fırsatlar

Yetişkinlerde işitme taramalarında en önemli güçlüklerden biri, bireylerin düşük katılım oranıdır. Çoğu yetişkin, işitme kaybını yaşlanmanın doğal bir parçası olarak görmekte veya farkındalık eksikliği nedeniyle taramalara katılmamaktadır. Bu durum, erken tanı ve müdahaleyi geciktirerek işitme kaybının yaşam kalitesine olan etkisini artırmaktadır (Kaya vd., 2020). Bu

nedenle işverenler ve devlet destekli programlar, özellikle gürültüye maruz kalan meslek gruplarında, işitme taramalarına katılımın artırılmasında kritik rol oynamaktadır. İş yeri temelli programların hem erişimi kolaylaştırdığı hem de çalışanların düzenli izlenmesine olanak sağladığı gösterilmiştir (Rappin vd., 2016). Öte yandan, teknoloji tabanlı çözümler yetişkin işitme taramalarında önemli fırsatlar sunmaktadır. Yapay zekâ destekli testler ve mobil uygulamalar, düşük maliyetli ve erişilebilir bir alternatif sağlayarak tarama hizmetlerini toplumun daha geniş kesimlerine ulaştırabilmektedir. Özellikle COVID-19 pandemisi etkisinde, tıbbi bakımdan yetersiz hizmet alanlarda ve kırsal bölgelerde tele-odyoloji tabanlı sistemlerin yetişkinlerde işitme kaybının erken tespitinde etkili olduğu vurgulanmaktadır (Çolak vd., 2021).

3.3.7. Gelecek Perspektifleri

Yetişkinlerde işitme taramalarının geleceğinde en önemli gelişmelerden biri, risk temelli kişiselleştirilmiş yaklaşımların öne çıkmasıdır. Genetik yatkınlık, yaşam tarzı, gürültü maruziyeti ve kronik hastalıkların dikkate alınarak bireye özel tarama protokolleri geliştirilmesi hem etkinliği hem de katılım oranlarını artırma potansiyeline sahiptir (Livingston vd., 2017). Ayrıca, yapay zekâ destekli hızlı tarama yöntemleri, büyük ölçekli toplum taramalarının süresini ve maliyetini azaltarak erişilebilirliği artırmaktadır. Yapay zekâ tabanlı algoritmalar, özellikle saf ses odyometrisi ve konuşma testlerinde yüksek doğruluk sağlamış ve mobil uygulamalarla toplum temelli taramalarda kullanılmaya başlanmıştır (Frosolini vd., 2024). Bununla birlikte, giyilebilir cihazlarla işitme sağlığının takibi, işitme kaybının erken fark edilmesi ve sürekli izlenmesi için umut vadeden bir teknolojik gelişmedir. Akıllı kulaklıklar ve sensör tabanlı cihazlar, kullanıcının günlük iletişim ortamındaki işitsel performansını takip ederek klinik dışı izleme için önemli bir araç haline gelmiştir (Choi vd., 2022; Seol & Moon, 2022).

3.3.8. Sonuç

Yetişkinlerde işitme taramalarının düzenli olarak uygulanması, yalnızca bireylerin yaşam kalitesini değil, aynı zamanda iş gücü verimliliğini de önemli ölçüde etkilemektedir. İşitme kaybının erken dönemde tespit edilmesi, iletişim sorunlarını azaltmakta, sosyal katılımı artırmakta ve iş performansını desteklemektedir (Shield, 2019). Bununla birlikte, etkin ve sürdürülebilir bir işitme sağlığı yönetimi için ulusal protokollerin geliştirilmesi kritik bir gerekliliktir. Farklı ülkelerde uygulanan tarama programlarının sonuçları, standartlaştırılmış ulusal yaklaşımların hem sağlık sistemine hem de toplum sağlığına uzun vadeli faydalar sağlayacağını göstermektedir (Wilson vd., 2017; WHO, 2021).

Kaynakça

- Acoustical Society of America/ANSI. (2018, R2023). *ASA/ANSI S3.6—Specification for audiometers*. <https://blog.ansi.org/ansi/asa-ansi-s3-6-2018-r2023-audiometers-specification/>
- American Diabetes Association. (2022). *Diabetes and hearing loss*. <https://diabetes.org/about-diabetes/complications/hearing-loss/diabetes-and-hearing-loss>
- American Speech-Language-Hearing Association. (2025). *Adult hearing screening*. ASHA Practice Portal. Retrieved August 25, 2025, from <https://www.asha.org/practice-portal/professional-issues/adult-hearing-screening/>
- Barker, A. B., Leighton, P., & Ferguson, M. A. (2017). Coping together with hearing loss: A qualitative meta-synthesis of the psychosocial experiences of people with hearing loss and their communication partners. *International Journal of Audiology*, 56(5), 297–305. <https://doi.org/10.1080/14992027.2017.1286695>
- Centers for Disease Control and Prevention. (2024). *Hearing loss prevention program*. National Institute for Occupational Safety and Health. <https://www.cdc.gov/niosh/research-programs/portfolio/hlp.html>
- Chen, G., Xu, Y., Chen, G., & Xu, J. (2025). Association between hypertension and hearing loss: A systematic review and meta-analysis. *Frontiers in Neurology*, 16, 1470997. <https://doi.org/10.3389/fneur.2024.1470997>
- Choi, J. Y., Jeon, S., Kim, H., Ha, J., Jeon, G. S., Lee, J., & Cho, S. I. (2022). Health-related indicators measured using earable devices: Systematic review. *JMIR mHealth and uHealth*, 10(11), e36696. <https://doi.org/10.2196/36696>
- Chou, R., Dana, T., Bougatsos, C., Fleming, C., & Beil, T. (2011). Screening adults aged 50 years or older for hearing loss: A review of the evidence for the U.S. Preventive Services Task Force. *Annals of Internal Medicine*, 154(5), 347–355.
- Cox, R. M., & Alexander, G. C. (1995). The abbreviated profile of hearing aid benefit. *Ear and Hearing*, 16(2), 176–186.
- Çalışanların Gürültü ile İlgili Risklerden Korunmalarına Dair Yönetmelik. (2013, 28 Temmuz). *Resmî Gazete* (Sayı: 28721). <https://www.mevzuat.gov.tr/mevzuat?MevzuatNo=18647&MevzuatTur=7&MevzuatTertip=5>
- Çolak, H., Öz, O., Öz, C., Yalçınkaya, E., Adalılar, İ., Koç, M. K., ... Sennaroğlu, G. (2021). COVID-19 pandemisinin odyolojik servislere yönelik etkileri ve tele-odyoloji. *Türk Odyoloji ve İşitme Araştırmaları Dergisi*, 4(1), 1–10.
- Frosolini, A., Franz, L., Caragli, V., Genovese, E., de Filippis, C., & Marioni, G. (2024). Artificial intelligence in audiology: A scoping review of current applications and future directions. *Sensors*, 24(22), 7126. <https://doi.org/10.3390/s24227126>

- Gopinath, B., McMahon, C., Tang, D., Burlutsky, G., & Mitchell, P. (2021). Workplace noise exposure and the prevalence and 10-year incidence of age-related hearing loss. *PLOS ONE*, 16(7), e0255356. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0255356>
- İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu. (2012, 20 Haziran). *Resmî Gazete* (Sayı: 6331). <https://www.mevzuat.gov.tr/mevzuat?MevzuatNo=6331&MevzuatTur=1&MevzuatTertip=5>
- Jiang, C. Y., Han, K., Yang, F., Yin, S. Y., Zhang, L., Liang, B. Y., ... Han, Y. X. (2023). Global, regional, and national prevalence of hearing loss from 1990 to 2019: A trend and health inequality analyses based on the Global Burden of Disease Study 2019. *Ageing Research Reviews*, 92, 102124. <https://doi.org/10.1016/j.arr.2023.102124>
- Joo, Y., Cruickshanks, K. J., Klein, B. E., Klein, R., Hong, O., & Wallhagen, M. I. (2020). The contribution of ototoxic medications to hearing loss among older adults. *The Journals of Gerontology: Series A*, 75(3), 561–566. <https://doi.org/10.1093/gerona/glz166>
- Kaya, Ş., Kutluhan, A., Baş, B., Karakoç, K., Delioğlu, K. C., Tülğar, M., & Müjdecı, B. (2020). *Erişkinlerin kendi bildirdiği işitme durumu ile işitme tarama sonuçlarının karşılaştırılması*.
- Kemp, D. T. (2002). Otoacoustic emissions, their origin in cochlear function, and use. *British Medical Bulletin*, 63(1), 223–241. <https://doi.org/10.1093/bmb/63.1.223>
- Livingston, G., Sommerlad, A., Orgeta, V., Costafreda, S. G., Huntley, J., Ames, D., ... Mukadam, N. (2017). Dementia prevention, intervention, and care. *The Lancet*, 390(10113), 2673–2734. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(17\)31363-6](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(17)31363-6)
- Occupational Safety and Health Administration. (2008). *29 CFR 1910.95: Audiometric testing, education and recordkeeping requirements*. <https://www.osha.gov/laws-regs/regulations/standardnumber/1910/1910.95>
- Pasdelou, M. P., Byelyayeva, L., Malmström, S., Pucheu, S., Peytavy, M., Laullier, H., ... Naert, G. (2024). Ototoxicity: A high risk to auditory function that needs to be monitored in drug development. *Frontiers in Molecular Neuroscience*, 17, 1379743. <https://doi.org/10.3389/fnmol.2024.1379743>
- Rappin, C. L., Wuellner, S. E., & Bonauto, D. K. (2016). Employer reasons for failing to report eligible workers' compensation claims in the BLS survey of occupational injuries and illnesses. *American Journal of Industrial Medicine*, 59(5), 343–356. <https://doi.org/10.1002/ajim.22582>
- Reynard, P., & Thai-Van, H. (2024). Drug-induced hearing loss: Listening to the latest advances. *Therapies*, 79(2), 283–295. <https://doi.org/10.1016/j.therap.2023.10.011>

- Samocha-Bonet, D., Wu, B., & Ryugo, D. K. (2021). Diabetes mellitus and hearing loss: A review. *Ageing Research Reviews*, 71, 101423. <https://doi.org/10.1016/j.arr.2021.101423>
- Seol, H. Y., & Moon, I. J. (2022). Hearables as a gateway to hearing health care. *Clinical and Experimental Otorhinolaryngology*, 15(2), 127–134. <https://doi.org/10.21053/ceo.2021.01662>
- Shield, B. (2019). *Hearing loss – Numbers and costs: Evaluation of the social and economic costs of hearing impairment*. Hear-It AISBL.
- Skarżyński, P. H. (2021). Organizational aspects and outcomes of a hearing screening program for first-grade children in Poland. *Language, Speech, and Hearing Services in Schools*, 52(3), 741–748. https://doi.org/10.1044/2021_LSHSS-20-00083
- Stevens, G., Flaxman, S., Brunskill, E., Mascarenhas, M., Mathers, C. D., & Finucane, M. (2013). Global and regional hearing impairment prevalence: An analysis of 42 studies in 29 countries. *The European Journal of Public Health*, 23(1), 146–152. <https://doi.org/10.1093/eurpub/ckr176>
- Su, Z., Fan, S., Niu, Y., Wu, J., Wu, Q., Zhou, B., ... Zhang, J. (2025). The association between occupational noise exposure and hearing loss among petrochemical enterprise workers in Hainan, South China. *Scientific Reports*, 15, 9447. <https://www.nature.com/articles/s41598-025-90023-1>
- Swanepoel, D. W., & Hall, J. W. (2010). A systematic review of telehealth applications in audiology. *Telemedicine and e-Health*, 16(2), 181–200. <https://doi.org/10.1089/tmj.2009.0111>
- Themann, C. L., & Masterson, E. A. (2019). Occupational noise exposure: A review of its effects, epidemiology, and impact with recommendations for reducing its burden. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 146(5), 3879–3905. <https://doi.org/10.1121/1.5134465>
- Timmer, B. H., Bennett, R. J., Montano, J., Hickson, L., Weinstein, B., Wild, J., ... & Dyre, L. (2024). Social-emotional well-being and adult hearing loss: clinical recommendations. *International Journal of Audiology*, 63(6), 381–392. <https://doi.org/10.1080/14992027.2023.2190864>
- Toyama, K., & Mogi, M. (2022). Hypertension and the development of hearing loss. *Hypertension Research*, 45(1), 172–174. <https://doi.org/10.1038/s41440-021-00789-w>
- Türkiye Halk Sağlığı Genel Müdürlüğü. (2023). *Ulusal işitme tarama programı verileri*. Yazar.
- Vanaja, C. S. (2024). Audiologists' perspective on newborn hearing screening in a developing country. *European Journal of Pediatrics*, 183(2), 247–255. <https://doi.org/10.1186/s43163-024-00617-1>
- Ventry, I. M., & Weinstein, B. E. (1983). The hearing handicap inventory for the elderly: A new tool. *Ear and Hearing*, 4(4), 224–226.

- Wang, Z., Gao, Y., Huang, Y., Nie, W., Li, Y., Sheng, H., ... Chen, Y. (2025). Implementation of universal newborn hearing screening and analysis of school enrollment among hearing-impaired students in China. *China CDC Weekly*, 7(9), 312.
- Wilson, B. S., Tucci, D. L., Merson, M. H., & O'Donoghue, G. M. (2017). Global hearing health care: New findings and perspectives. *The Lancet*, 390(10111), 2503–2515. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(17\)31073-5](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(17)31073-5)
- Wilson, R. H., & McArdle, R. (2005). Hearing loss in older adults: Implications for rehabilitation. *Journal of Rehabilitation Research and Development*, 42(4), 37–44. <https://doi.org/10.1682/JRRD.2004.12.0164>
- World Health Organization. (2021). *World report on hearing*. <https://www.who.int/publications/i/item/9789240020481>

Geriatrik Popülasyonda İşitme Tarama Programları ve Protokolleri

Simge Erdal¹

Özet

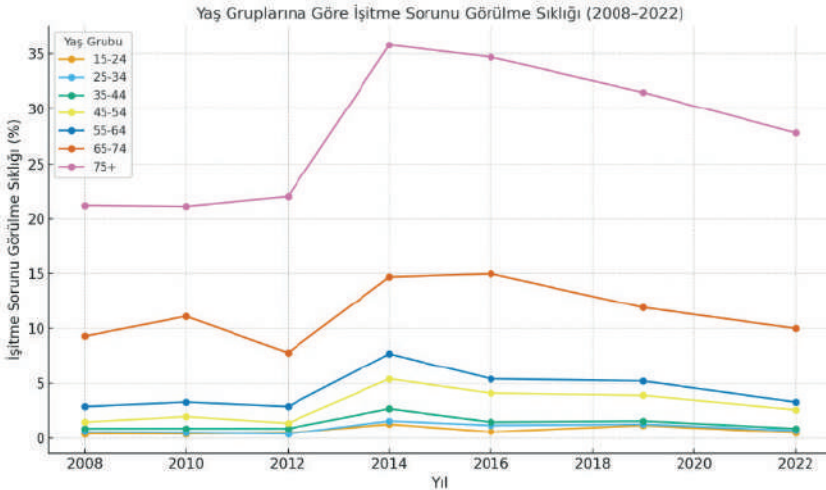
Bu bölüm, presbiakuzinin geriatrik popülasyondaki artan prevalansını, etiyolojisini, bireysel ve toplumsal etkilerini ve erken tanı/önleme stratejilerinin kritik önemini ele almaktadır. İşitme kaybı sıklığının 60 yaşında %12,7'den 90 yaşında %58'in üzerine çıktığı vurgulanarak, presbiakuzinin yaşlılarda en sık görülen engellilik nedeni olduğu belirtilmiştir. Etiyolojisi karmaşık olup, bilateral, simetrik ve yüksek frekanslarda belirgin sensörinöral kayıp şeklinde görülmektedir. İç kulaktaki hücresel kayıpların yanı sıra, kardiyovasküler hastalıklar, gürültü maruziyeti ve ototoksik ilaçlar gibi risk faktörleri durumu hızlandırır. Presbiakuzinin geri dönüşü olmadığından, önleme stratejileri ve erken teşhisi önem taşımaktadır. Erken tanı, yalnızca fonksiyonel bağımsızlığı değil, aynı zamanda işitme kaybının yol açtığı bilişsel gerileme, demans, depresyon, sosyal izolasyon ve düşme riski gibi çok boyutlu olumsuz etkileri azaltmada da kritiktir. Çalışmalar, her 10 dB işitme kaybının düşme riskini 1,4 kat artırdığını göstermektedir. Geriatrik işitme tarama protokolleri konusunda küresel çapta bir fikir birliği olmamasına rağmen, DSÖ 50 yaş üstü bireyler için düzenli taramayı önermektedir. Türkiye'de ulusal bir tarama protokolü bulunmamakta, ancak Aile Hekimliği Rehberi tarama ve yönlendirme rolünü belirlemektedir. Tanı sürecinin temel aşamaları hikâye alımı, fizik muayene ve saf ses odyometrisi iken konuşma odyometrisi rehabilitasyonun planlanması için en önemli fonksiyonel değerlendirmedir. HHIE-S gibi öz değerlendirme anketleri, birinci basamakta erken tanı için maliyeti etkin araçlar olarak önerilmektedir. Sonuç olarak, geriatrik popülasyonda sistematik işitme tarama programlarının geliştirilmesi ve rehabilitasyonun yaygınlaştırılması, aktif yaşlanmayı destekleyen, bilişsel gerileme ve bağımlılık riskini düşüren temel bir halk sağlığı stratejisi olarak önemini korumaktadır.

1 Öğr. Gör., Karabük Üniversitesi, Sağlık Hizmetleri MYO, Yaşlı Bakımı Programı, simgeerdal@karabuk.edu.tr. Orcid: 0000-0003-0243-5529

3.4. GERİATRİK POPÜLASYONDA İŞİTME TARAMA PROGRAMLARI VE PROTOKOLLERİ

3.4.1. Giriş

İşitme kaybı, her yaş grubunda görülebilen ancak yaşlı bireylerde prevalansı artan önemli bir halk sağlığı sorunudur (Gümüş Selek vd., 2023). Yaşlanmaya bağlı işitme kaybı, yaşlılarda en sık görülen 3. engellilik nedeni iken 70 yaş üzeri bireyler için ise birinci sıradadır. 60 yaşında %12,7 olan işitme kaybı sıklığı, 90 yaşında %58'in üzerine çıkmaktadır ve tüm işitme kaybı olan vakaların %58'inden fazlasını 60 yaş ve üzeri bireyler oluşturmaktadır (Karadeniz & Aslan, 2025). Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ) raporlarına göre, 65 yaş üstü dünya nüfusunun yaklaşık üçte biri bu durumdan etkilenmekte olup, en yüksek oranlar Sahra Altı Afrika, Pasifik ve Güney Asya bölgelerinde gözlenmektedir. American Society for Hearing Impaired People'nin Hear-it raporuna göre, işitme kaybının 65 yaş üstü kişilerde görülme sıklığı %30'dur. 80 yaş üstü hemen hemen herkes bir çeşit işitme bozukluğu yaşamaktadır (Kovalová vd., 2021). Türkiye Sağlık Araştırmasına göre, 2022 yılında işitme sorunu görülme sıklığı 15-24 yaş grubunda %0,3 iken 65-74 yaş grubunda %10, 75 ve üzeri yaş grubunda %27,8' dir. Bulgular, işitme probleminin yaşla birlikte belirgin şekilde arttığını ortaya koymaktadır (Türkiye İstatistik Kurumu; Türkiye Sağlık Araştırması 2008-2022) (Şekil-1).



Şekil-1. Yaş gruplarına göre işitme kaybı görünme sıklığı 2008-2022

Kaynak: Türkiye İstatistik Kurumu; Türkiye Sağlık Araştırması 2008-2022.

Presbiakuzi, aslında yaşamının erken safhalarında başlayan ve progresif olarak karakterize gösteren bir işitme kaybı tipidir. İnsan hayatının erken dönemlerinde özellikle çocuk çağında ortalama 20 kHz frekansında sesleri duyabilirken, yetişkin çağında 14 kHz, 12 kHz veya 10 kHz frekansında sesleri duyabilmektedir. Bunun birlikte yaş ilerledikçe özellikle 70 yaş ve üzerindeki kişiler, 6 kHz frekans ve üzerini duyamamaktadır. Çevresel ve konuşma seslerinin frekans spektrumunun ağırlıklı olarak 8 kHz altında bulunması nedeniyle yüksek frekanslardaki erken işitme kayıplarının tespiti zorlaşmaktadır (Aksoy & Kabiş 2022).

Presbiakuzinin etiyolojisi incelendiğinde oldukça karmaşık bir yapı sergilemektedir. İleri yaşla birlikte kronik hastalıkların ve duysal işlev kayıplarının görülme sıklığı artmaktadır. Özellikle 65 yaş ve üzeri bireylerin yaklaşık %80'inde en az bir kronik rahatsızlık bulunmakta, bu durum işitme sistemi dâhil olmak üzere birçok fizyolojik yapıyı etkilemektedir. Yaşlanma sürecinde dış kulakta kulak kepçesinde büyüme, dış kulak yolunda kıl artışı, kulak kiri birikimi, deri atrofisi ve elastikiyet kaybı gibi yapısal değişiklikler gözlenir. Orta kulakta ise timpan zarının incilmesi ve sertleşmesi, kemikçik eklemlerinde kalsifikasyon ve kas dokusunda atrofi ortaya çıkar. Bu değişimler, işitmenin mekanik iletimini olumsuz yönde etkileyebilir. İç kulak düzeyinde yaşlanma, özellikle Korti organındaki tüylü hücrelerin dejenerasyonu, stria vaskularis ve spiral ganglionlardaki hücresel kayıplarla kendini gösterir. Bu hücresel ve nöral kayıpların bütünü, klinikte presbiakuzi adıyla bilinen yaşa bağlı sensörinöral işitme kaybının patofizyolojik temelini oluşturmaktadır (Erdoğan, 2016). Diğer risk faktörleri, özellikle çevresel ve mesleki gürültü, bazı ototoksik ilaçlar, sık orta kulak iltihabı ve metabolik veya kardiyovasküler hastalıklardır. Kulaktaki atardamarların arteriosklerozu da presbiakuzi oluşumuna katkıda bulunabilmektedir (Kovalová vd., 2021).

Yaşlanmaya bağlı işitme kaybı geliştiğinde işitme kaybının geri dönüşü olmamaktadır (Torun, 2024). Presbiakuzi, genellikle bilateral, simetrik ve yüksek frekanslarda daha belirgin işitme kaybı şeklinde görülmektedir. Kayıp eğilimi, erkeklerde genellikle daha ani ve yüksek dereceli iken, kadınlarda daha yavaş ve orta düzeyde seyretmektedir (Erdoğan, 2016).

3.4.2. Yaşlanmaya Bağlı İşitme Kaybını Önleme Yolları

Presbiakuzi de normal işitme fonksiyonunun restorasyonunu sağlayan etkin bir tedavi yöntemi bulunmamaktadır. Bu nedenle, literatürde sıklıkla vurgulandığı üzere, önleme stratejileri hastalığın yönetimi ve ilerlemesinin yavaşlatılması açısından hayati bir öneme sahiptir (Aksoy & Kabiş 2022). Geriatrik popülasyonda yaşa bağlı işitme kaybı için önleme stratejileri,

işitme taramaları, işitme hijyeni, gürültüye maruz kalma ve ototoksisite farkındalığını içermektedir (Şerbetçioğlu & Eser, 2022). Presbiakuzinin etkilerini hafifletmek ve yönetmek, çok yönlü ve sistematik bir yaklaşımı zorunlu kılmaktadır. Öncelikle, koruyucu eğitim ve toplumsal farkındalığı artırmak gereklidir. İşitmenin korunmasında erken yaşta oluşturulabilecek farkındalıklar hem maliyet bakımından hem de etkinlik bakımından oldukça önemlidir. Bu kapsamda, toplum temelli bilinçlendirme programları ile işitme kaybından korunma yöntemleri yaygınlaştırılmalı, özellikle genç yaşlardan itibaren yüksek sese maruziyet gibi riskli davranışların ileride işitsel fonksiyonları olumsuz etkileyeceği konusunda önleyici eğitimler verilmelidir. Aynı zamanda, iletişimi sürdürmedeki gerilemeyi en aza indirmek için erken teşhis kritik öneme sahiptir. Geriatrik işitme kaybı taramasının uygulamasının gerekçesi, işitme kaybı olan bireylerin kendileri farkına varmadan işitme kaybını tanılamaktır (Şerbetçioğlu & Eser, 2022). Tanı konulduktan sonra bireyler, konvansiyonel işitme cihazları ve koklear implantlar dâhil olmak üzere kendilerine en uygun teknolojik rehabilitasyon çözümlerine yönlendirilmelidir (Erdoğan, 2016; Gümüş Selek vd., 2023; Şerbetçioğlu & Eser, 2022; Torun, 2024).

Bu koruyucu ve rehabilitatif yaklaşımlara ek olarak, çevresel ve farmakolojik risk yönetimi de hayati bir yer tutmaktadır. Çok çeşitli ilaç kullanan kronik sağlık sorunları olan yaşlı yetişkinler, ilaç etkileşimleri ve ototoksisite açısından daha büyük risk altındadır. Bu nedenle odyologlar ve diğer sağlık uzmanları, özellikle geriatrik popülasyonda presbiakuzi ile ototoksisite meydana gelmesini önlemek için risklerin farkında olmalı ve tüm ilaçları değerlendirmelidir. Ototoksik potansiyeli bulunan ilaçların kullanımı mutlaka uzman kontrolünde yapılmalı; gerekli görüldüğünde doz veya ilaç değişimi sağlanmalıdır. Uzmanlar ve Odyoloji klinikleri iş birliği yaparak, hastaların düzenli işitme eşik takibini gerçekleştirmeli ve işitme cihazı kullanımına erken geçişi desteklemelidir. Ayrıca, uzun süreli mesleki gürültüye maruziyetin yaşlılık işitme kaybını şiddetlendirici etkisi göz önüne alınarak, işverenler ve çalışanlar İş Sağlığı ve Güvenliği mevzuatına uygun olarak gürültüden korunma konusunda eğitilmeli, iş ortamı gürültü seviyeleri periyodik olarak ölçülmelidir. Çalışanların kulak tıkaçları gibi kişisel koruyucu donanımları kullanmaları teşvik edilmeli ve bu kullanım denetlenmelidir (Erdoğan, 2016; Gümüş Selek vd., 2023; Şerbetçioğlu & Eser, 2022)

İşitme sağlığını korumak ve işitme kaybının ilerlemesini yavaşlatmak için kapsamlı bir yaşam tarzı yaklaşımı gereklidir. Araştırmalar, işitme kaybının inme, miyokardiyal iskemi, hipertansiyon, hiperlipidemi ve diyabet gibi kardiyovasküler ve metabolik hastalıklarla ilişkili olduğunu göstermektedir.

Bu bağlamda, sağlıklı ve aktif bir yaşam tarzı sürdürmek, fiziksel ve bilişsel aktiviteyi korumak, bu hastalıkların başlangıcını geciktirerek işitme kaybının seyrini yavaşlatabilir. Ayrıca, yaşlanmaya bağlı işitme kaybının ilerlemesini geciktirmedeki kanıtlanmış rolü nedeniyle sigarayı bırakmak esastır. Ek olarak, doymuş yağ oranı düşük bir diyet benimsemek de işitme kaybının yavaşlamasına katkıda bulunabilir (Gümüş Selek vd., 2023; Torun, 2024). İşitmenin korunmasında çeşitli deneysel yaklaşımlar mevcuttur. Antioksidanlar klinik olarak işitmenin korunmasında etkinliği kanıtlanmış maddelerdir. Ancak bu yaklaşımlar işitme kaybı oluşmadan önce uygulamak kritiktir (Şerbetçioğlu & Eser, 2022).

3.4.3. Geriatrik Popülasyonda İşitme Kaybının Etkileri ve Erken Tanının Önemi

DSÖ'nün küresel nüfusun yaşlanmasına ve ortalama yaşam beklentisinin artmasına dair sunduğu veriler ışığında, ülkeler yaşlı bakımına yönelik yaklaşımlarını yeniden planlamaktadır. Temel amaç, yaşlı bireylerin mümkün olduğunca uzun süre aktif kalmasını ve sosyal ilişkilerini sürdürmesini sağlamaktır. Bu nedenle, duyu organlarındaki bozuklukların erken teşhis edilip müdahale edilmesine önem verilmektedir (Kovalová vd., 2021). Presbiakuzi, erken evrelerinde gözden kaçan veya reddedilen, kademeli olarak ilerleyen bir hastalıktır. İşitme kaybının etkileri, kaybın türü, derecesi ve başlangıç yaşına bağlı olarak önemli ölçüde değişkenlik göstermektedir (Gümüş Selek vd., 2023). Yaşlanma, yaşa bağlı işitme kaybı için birincil risk faktörüdür ve işitme kaybının yaygınlığı yaşamın her on yılında iki katına çıkmaktadır (Choi vd., 2022).

İşitme kaybı sadece duyuusal bir bozukluk olmayıp, aynı zamanda bilişsel, duyuusal ve sosyal işlevler üzerinde çok boyutlu olumsuz etkiler yaratmaktadır (Ciorba vd., 2012). Bu durum, yaşlılarda bağımsız yaşam becerilerinin azalmasına ve genel yaşam doyumunun düşmesine neden olmaktadır. Presbiakuzi, yaşlı bireylerin yaşam kalitesi ve bağımsızlığını ciddi ölçüde kısıtlayan kritik bir halk sağlığı sorunu olarak tanımlanmaktadır. Bu kronik yükün hafifletilmesi, temel olarak tanılanmamış işitme kaybı olan bireylerin erken tespit edilerek uygun müdahale stratejileriyle eşleştirilmesine bağlıdır. Düzenli işitme taramaları ve erken müdahale, yalnızca fonksiyonel bağımsızlığın değil, aynı zamanda yaşlı bireylerin psikososyal sağlığının iyileştirilmesinde de önemli bir rol oynamaktadır (Erdoğan, 2016; Gümüş Selek vd., 2023; Kayacık & Gümüş Selek, 2023; Saatci & Polat 2016).

Yaşlı yetişkinlerde işitme kaybı, iletişimi temelden etkilediği için bireyin psikososyal iyilik halini doğrudan tehdit etmektedir. İletişim güçlükleri

ve sosyal etkileşimden kaçınma davranışları, bireylerde sosyal izolasyon, yalnızlık, anksiyete, depresyon ve öfke gibi psikolojik belirtilerin artmasına yol açmaktadır (Çavdar vd., 2022; Göncü Serhatlıoğlu & Artan, 2018; Özdemir, 2021). İşitme kaybı, aynı zamanda doğrudan bilişsel gerilemeye neden olmaktadır. Bilişsel gerileme, yaşlı nüfusta demans riskini artırmaktadır. İşitme kaybının erken tespiti ve proaktif müdahalesi, bilişsel gerileme riskini azaltmada ve dolayısıyla demansı önlemede etkili bir yöntem olarak öne çıkmaktadır (Qin vd., 2024).

Klinik gözlemler ve çalışmalar, işitme kaybının derecesinin artmasıyla birlikte yaşlı bireylerin konuşmayı ayırt etme yeteneğinde anlamlı bir düşüş olduğunu göstermektedir. Bu düşüşün temel belirleyicileri arasında hem saf ses eşiklerindeki ortalama düşüş hem de bireyin kronolojik yaşı yer alsa da güncel literatürde işitme hassasiyetindeki azalmanın, konuşma ayırt etme yeteneği üzerindeki daha baskın faktör olduğu belirtilmektedir (Choi vd., 2022; Erdoğan, 2016;). Presbiakuzi, özellikle gürültülü ortamlarda veya arka plan gürültüsünün bulunduğu yerlerde konuşmayı anlama yeteneğini ciddi ölçüde bozmaktadır. Bu durum, bireyin konuşmanın varlığını algılamasına rağmen içeriği çözümleyememesi şeklinde kendini göstermektedir. Bununla birlikte, bu işitsel zorluklar yalnızca presbiakuzi ile sınırlı olmayıp sıklıkla yaşlanmayla ilişkili genel bilişsel işlevlerdeki düşüş ve merkezi işitsel süreçlerdeki değişikliklerle birlikte görülmektedir (Kovalová vd., 2021).

Geriatrik popülasyonda düşmeler, önemli bir morbidite ve mortalite kaynağıdır (Yiğit vd., 2022). İşitme kaybı ile denge bozuklukları ve düşme riski arasında güçlü bir ilişki bulunmaktadır. Amerikan ve İngiliz Geriatri Dernekleri, düşme ve işitme bozukluğu arasındaki ilişki nedeniyle yaşlı bireylerin işitme taramasını önermektedir. Araştırmalar, her 10 dB işitme kaybının, yaşlı bireylerin düşme riskini 1,4 kat artırdığını göstermiştir (Lin & Ferrucci, 2012; Yiğit vd., 2022). İşitsel sistemin dengeyi sağlayan duyu sistemlerinden biri olması nedeniyle, işitme taramalarının denge taramalarıyla birlikte uygulanması, bu morbidite kaynağını azaltmada ve genel fonksiyonel güvenliği desteklemede etkili bir erken müdahale imkânı sunmaktadır (Kayacı & Gümüş Selek, 2023). Ayrıca İşitme kaybı günlük yaşam aktiviteleri ve enstrümental günlük yaşam aktiviteleri üzerinde de olumsuz etkiler yaratarak bireyin bağımsızlığını kısıtlamakta ve üretkenliğini azaltmaktadır (Cardoso vd., 2013; Çavdar vd., 2022; Gümüş Selek vd., 2023).

Amerika Birleşik Devletleri Önleyici Hizmetler Görev Gücü (USPSTF) (2012), değerlendirmesinde, işitme kaybının yaşlanma sürecinin doğal ve yaygın bir sonucu olduğunu ve ileri yaştaki birçok bireyin bu kaybın erken

evrelerini fark etmekte zorlandığını belirtmiştir. Rutin işitme taramalarının uygulanmasının, yetişkin popülasyonda yaygın olarak yetersiz tanı konulan ve dolayısıyla yetersiz rehabilite edilen işitme kaybı prevalansını azaltabileceğini  ne sürmektedir. Bu kritik bakış açısı ışığında, işitme kaybının erken tanılanmasının önleyici sağlık hizmetlerinin önemli bir bileşeni olduğu ve ilerleyen süreçte kapsamlı rehabilitasyon desteğinin hayati önem taşıdığını anlaşılmaktadır (Şerbetçioğlu & Eser, 2022).

Yaşlı bireylerde işitme taramaları, düzenli uygulandığında erken tanı ve uygun müdahale ile sosyal, psikolojik ve fonksiyonel sağlığı iyileştirmede kanıtlanmış bir yöntemdir (Kayacık & Gümüş Selek, 2023; Löhler vd., 2019). Araştırmalar, işitme cihazı kullanımı ve işitsel rehabilitasyon gibi müdahale yöntemlerinin; sosyal izolasyon önlenmesi, yaşıam kalitesinin artırılması, aile ve sosyal entegrasyon sağlanması için gerekli olduğunu belirtmektedir (Cardoso vd., 2013).

Kapsamlı geriatrik değerlendirme ve rehabilitasyon uygulamaları, bireylerin sosyal ilişkilerinin sürdürülmesine ve ruhsal açıdan iyileşmeye katkı sağlayarak bilişsel gerileme riskini potansiyel olarak azaltabilir (Gümüş Selek vd., 2023; Saatci & Polat 2016). Yaşlılık dönemi, bireyin bağımsızlığını ve yaşıam kalitesini tehdit eden çeşitli biyopsikososyal kayıpların yaşandığı bir süreçtir ve işitme kaybı bu kayıpları derinleştiren bir faktördür. İşitme kaybının çok boyutlu etkileri göz önüne alındığında, Türkiye’de ve küresel çapta yaşlılara yönelik bütüncül, biyopsikososyal yaklaşımların geliştirlmesi ve yaygınlaştırılması önemlidir (Gümüş Selek vd., 2023).

Sonuç olarak, geriatrik popülasyonda sistematik işitme tarama programları, yalnızca duysal bir bozukluğu gidermekle kalmayıp, aynı zamanda yaşlı bireylerin özerkliğini, sosyal katılımını ve genel yaşıam doyumunu koruyan temel bir halk sağlığı stratejisidir (Cardoso vd., 2013).

3.4.4. Geriatrik İşitme Tarama Protokolleri

Yaşlılarda prevalansı artan işitme kaybının erken dönemde tespit edilerek bireye vereceği zarar en aza indirilebilmektedir. Son yıllarda tıp alanında yaşanan gelişmelerle birlikte yaşlı bireylerin sağlığının korunması, geliştirlmesi için birinci basamak sağlık hizmeti sunumu önemli bir yer tutmaktadır. Dünya genelinde işitme taramasına yönelik standart kılavuz ve mevzuatlar henüz yaygınlaşmamış olsa da birçok ülke işitme sağlığını iyileştirmeye yönelik girişimlerde bulunmaktadır. Bununla birlikte hem Türkiye’de hem de dünya genelinde yetişkin ve yaşlı bireylerde sistematik işitme taramalarına yönelik kapsamlı izlem ve protokoller henüz yeterli değildir (Gümüş Selek vd., 2023).

DSÖ, aktif yaşlanmayı “insanların yaşlandıkça yaşam kalitelerini artırmak için sağlık, katılım ve güvenlik fırsatlarını optimize etme süreci” olarak tanımlamaktadır. Aktif yaşlanma, insanların yaşamları boyunca fiziksel, sosyal ve zihinsel sağlık potansiyellerini gerçekleştirmelerini sağlamaktadır. DSÖ’nün 2017’de yayınladığı “Yaşlılar İçin Entegre Bakım Kılavuzu”, 50 yaş üzeri yetişkinlerde işitme ve görme taramasının sistematik ve rutin olarak entegre edilmesini tavsiye etmektedir. Kılavuz, 50-64 yaş aralığındaki yetişkinler için 5 yılda bir, 65 yaş ve üzeri bireyler için ise 1 ile 3 yılda bir tarama yapılmasını önermektedir (World Health Organization (WHO), 2017). Dünya Sağlık Asamblesi’de ülkelere birinci basamak sağlık hizmetleri sistemi çerçevesinde işitme sağlığı bakımına yönelik stratejiler eklemelerini ve en fazla risk altında olan nüfus gruplarına önleme ve tarama programları uygulamalarını tavsiye etmektedir (Ferrán vd., 2024).

USPSTF 2021’de yayınladığı rehberde, 50 yaş ve üzeri işitme kaybı için yapılan izlem ve taramaların yetersiz olduğunu bildirmektedir. Bu durum, taramanın sağlık sonuçlarını iyileştirdiğine dair kesin kanıt eksikliğinden kaynaklanmaktadır. Ancak, semptomları olan veya işitme sorunlarından endişe duyan hastalar için klinisyenlerin kendi klinik muhakemelerini kullanmaları önermektedir (Gümüş Selek vd., 2023).

Küresel literatürde, yaşlı yetişkinlerde işitme taramasına yönelik evrensel kılavuzlar sınırlıdır. Bu durum, uygulama önerilerinde önemli farklılıklara yol açmaktadır. Bu kılavuz eksikliğinin temel sebebi, sistematik taramanın etkinliğini destekleyen kanıtların sınırlı olması ve bunun da programların yaygınlaşmasının önündeki ana engeli teşkil etmesidir. Bununla birlikte, küresel nüfusun yaşlanması ve edinilmiş işitme kaybının olumsuz sonuçlarına dair artan kanıtlar ışığında acil eylem gerekliliği vurgulanmaktadır. Bu çerçevede, sistematik tarama ve erken müdahalenin önemine yönelik artan farkındalık, ülkelerin kendi ulusal işitme tarama programlarını planlamaları, uygulamaları ve değerlendirmeleri için bir temel sunan yeni kılavuzların geliştirilmesini zorunlu kılmaktadır (WHO, 2021a).

Uluslararası düzeyde bazı kuruluşlar, ulusal işitme tarama program önerilerinde bulunmaktadır. Örneğin; Birleşik Krallık Ulusal Tarama Komitesi, 50 yaş ve üzeri yetişkinlerde işitme kaybı için ulusal bir tarama programı önermemektedir. Avustralya Kraliyet Aile Hekimleri Koleji, 65 yaş ve üzeri tüm yetişkinlerin işitme kaybı açısından taranmasını önermektedir. Amerikan Konuşma-Dil-İşitme Derneği, yetişkinlerin her on yılda bir ve 50 yaş ve üzeri her 3 yılda bir, bilinen maruziyetleri veya işitme kaybıyla ilişkili risk faktörleri olanlarda daha sık bir odyolog tarafından taranmasını önermektedir. Diğer kılavuzlar, yalnızca belirli risk faktörleri, maruziyetleri

veya semptomları olan kişiler arasında tarama yapılmasını   nermektedir (Tablo-1) (Feltner vd. 2021).

Tablo-1    tme kaybı taramasıyla ilgili kuruluşlar tarafından yapılan   neriler

Kurulu�, Yıl	Nüfus	Tavsiye
Academy of Doctors of Audiology	Tüm yetişkinler	Sigara içme veya diyabet ��k�s� olan veya diyabet geliştirme riski taşıyan yetişkinlerde ve demans benzeri semptomlar gösteren 60 ya� üstü yetişkinlerde ��tme kaybı açısından yıllık tarama yapmayı ��nermektedir.
American Academy of Family Physicians, 2012	�50 ya� yetişkinler	USPSTF'nin 2012 tavsiyesini destekler: 50 ya� ve üzeri yetişkinlerde ��tme kaybı taraması yapılması yönünde veya yapılmaması yönünde tavsiyede bulunmak için yeterli kanıt yoktur.
American Speech-Language-Hearing Association, 2006	Tüm yetişkinler	Yeti�kinleri 50 ya�ına kadar en az her on yılda bir ve sonrasında 3 yılda bir veya gürültüye, toksik ilaçlara veya ��tme kaybıyla ilişkili diğer risk faktörlerine maruz kalma durumlarında daha sık taranmasını ��nermektedir.
Hearing Loss Association of America, 2015	Tüm yetişkinler	��tme kaybı taramasına yönelik standart bir yaklaşım, birinci basamak sağlık hizmetleri kapsamında uygulanmalı ve rutin fizik muayeneler, "Welcome to Medicare" değerlendirmesi ve yıllık Medicare risk değerlendirmeleri ��nermektedir.
National Institute for Health and Care Excellence, 2018	Tüm yetişkinler	Başlangıçta ��tme güçlüğü çeken veya ��tme g��l���nden şüphelenilen yetişkinlerde odyolojik değerlendirme planlamayı ��nerir. Aşağıdaki belirli grupları ��tme kaybı açısından her 2 yılda bir proaktif olarak taramayı ��nerir. 1) Teşhis edilmiş veya şüphelenilen bunama veya hafif bilişsel bozukluğu olan yetişkinler 2) Teşhis edilmiş öğrenme güçlüğü olan yetişkinler.
Royal Australian College of General Practitioners, 2016	�65 ya� üstü yetişkinler	Ya�lı yetişkinlerin ��tme kaybı açısından yıllık olarak taranmasını ��nermektedir. ��nerilen testler arasında fısıltılı ses testi, parmak ovma testi ve ��tme güçlüğü hakkında tek bir soru yer alır.
UK National Screening Committee, 2016	�50 ya� ya�lı yetişkinler	�ngiltere'de ileri yaştaki yetişkinlerde ��tme kaybı için ulusal bir tarama programının başlatılması, �ngiltere'de daha fazla araştırma yapılınca kadar ��nerilmemektedir.

Kaynak: Feltner vd. 2021. *Screening for Hearing Loss in Older Adults: An Evidence Review for the U.S. Preventive Services Task Force.*

Türkiye’de geriatrik popülasyona yönelik standart ve ulusal bir işitme tarama protokolü mevcut değildir. Buna rağmen, Sağlık Bakanlığı Halk Sağlığı Genel Müdürlüğü’nün yayımladığı “Çok Yönlü Yaşlı Değerlendirmesi ve İzlem Kılavuzu”nda, yaşlının fonksiyonel bağımlılık düzeyi esas alınarak işitme değerlendirmesine yönelik geriatrik testlerin uygulanabileceği belirtilmiştir (Kayacık & Gümüş Selek, 2023). Ayrıca, Sağlık Bakanlığı’nın 2010 tarihli “Yaşlı Sağlığı Tanı ve Tedavi Rehberi”, aile hekimlerine yaşlı bireylerde işitme kaybının erken tanısı ve yönetimi süreçlerinde kritik bir rol yüklemektedir. Bu rol; öykü alma, fısıltı testi gibi geleneksel yöntemlerle tarama yapmayı, saptanan buşon (kulak kiri) gibi durumların temizliğini sağlamayı ve hastayı odyometrik değerlendirme için uzman hekime yönlendirmeyi kapsamaktadır (Erdoğan, 2016).

Presbiakuzi hastalarının değerlendirilmesi, tanı koyma ve tedavi planlaması süreci beş temel aşamada ele alınmaktadır (Tablo-2) (Özdemir, 2021).

Tablo-2 Presbiakuzi Değerlendirme, Tanı Koyma ve Tedavi Planlama Süreci

Değerlendirme Aşaması	Uygulama ve İçerik	Presbiakuzi Açısından Klinik Önemi
1. Hikâye Alımı	Hastadan ve yakın çevresinden ayrıntılı semptom öyküsü (zorlanılan durumlar, sosyal geri çekilme vb.) toplanır.	Doğru Tanılamanın Temeli: İşitme kaybının fonksiyonel etkilerini ve hastanın yaşam kalitesine yansımalarını (özellikle yakınlarının fark ettiği zorlukları) belirlemede ilk ve en kritik adımdır.
2. Fizik Muayene (Otoskopik İnceleme)	Kulak kiri, temizlendikten sonra dış kulak yolu ve kulak zarı incelenir.	İletimsel Bileşeni Eleme: Otoskopik inceleme genellikle normal bulunur. Hafif zar opaklaşması gibi yaşa bağlı değişiklikler, presbiakuzini iletimsel kayıptan kaynaklanmadığını doğrulamaya yardımcı olur.
3. İşitme Taraması	60 yaş ve üzeri bireylerde yıllık işitme taramalarının yapılması.	Erken Teşhis ve Maliyet Etkinliği: Yaygın görülen presbiakuzinin erken saptanması için toplumsal ve ekonomik açıdan maliyeti etkin bir halk sağlığı yöntemidir.
4. Saf Ses Odyometrisi	İşitme kaybının eşiklerini ve derecesini belirlemek için temel yöntemdir. Test öncesi uygun bilgilendirme ile yorgunluk minimize edilmelidir.	Tanısal Temel: Presbiakuzinin varlığını ve tipini (genellikle iki taraflı, simetrik, yüksek frekanslarda eğimli sensörinöral) kesinleştiren temel tanı aracıdır.

Değerlendirme Aşaması	Uygulama ve İçerik	Presbiakuzi Açısından Klinik Önemi
5. Konuşma Odyometrisi	Bireyin konuşmaları duyma (eşik) ve anlama (ayırt etme) düzeyini ölçer. Kelime tanıma/ayırt etme skorları elde edilir.	Rehabilitasyon Anahtarı: Saf ses odyometriye kıyasla dilsel, psikolojik ve fizyolojik faktörleri bütüncül ele alarak, kişinin gerçek iletişim yeteneğini gösterir. Uygun tedavi ve işitme cihazı yaklaşımının belirlenmesinde en önemli fonksiyonel değerlendirmedir.

Kaynak: Özdemir, B. (2021). Presbiakuzi: Patofizyoloji, değerlendirme ve güncel yaklaşımlar.IGUSABDER, 15, 657–668.

İşitme kaybı tarama programları, tespit edilmemiş işitme bozukluğu olan bireyleri belirleyip mevcut müdahale stratejileri ile eşleştirerek, işitme bozukluklarının birey ve toplum üzerindeki yükünü azaltmada kritik rol oynamaktadır. Tarama programlarının başarıya ulaşması, risk faktörlerinin doğru değerlendirilmesi, doğru test yöntemlerinin kullanılması ve birey uyumunun sağlanmasına bağlıdır (Kayacık & Gümüş Selek, 2023).

İşitme Tarama süreci, potansiyel risk faktörlerinin belirlenmesi ile başlar. Yaş, cinsiyet, ırk, gürültü maruziyeti, sigara ve alkol kullanımı, hipertansiyon, osteoporoz ve diyabet gibi faktörler işitme kaybı riskini etkileyen başlıca etmenlerdir. Özellikle bakım evlerinde kalanlar, kronik hastalığı (diyabet, hipertansiyon gibi) olanlar ve yüksek gürültüye maruz kalma öyküsü bulunanlar gibi yüksek risk altındaki grupların taranması önceliklendirilmelidir. Bu risklerin değerlendirilmesi için puanlaması kolay, birden fazla dilde mevcut işitme sağlığı risk envanterleri önerilmektedir (National Institute on Deafness and Other Communication Disorders, 2021). İkinci aşama, otoskopik muayene ile kulak kiri, buşon ve dış kulak yolu patolojilerinin ekarte edilmesi, timpanik membranın değerlendirilmesidir (WHO, 2021b).

İşitme kaybını tespit etmek için kullanılan mevcut yöntemler arasında ölçekleme yöntemleri; Yaşlı Yetişkinler için İşitme Engellilik Envanteri, otoakustik fonksiyonel bozukluklar için tarama, saf ton odyometrisi, fısıltı deneyi, konuşma odyometrisi, otoakustik emisyonlar, tablet tabanlı odyometri uygulamalar vb. gibi testleri içermektedir. Bu araçlar, sağlık hizmetlerine erişimi kolaylaştırarak tarama süreçlerini optimize etmektedir (Ferrán vd., 2024).

Üçüncü aşama, saf ses işitme taramasıdır; testler 500, 1000, 2000 ve 4000 Hz frekanslarında ve gürültüden uzak, kalibre edilmiş cihazlarla yapılmalıdır.

Tarama için seçilen ortam ve koşulların ideal olması, sonuçların güvenilirliğini doğrudan etkilemektedir. Bu, taramanın mümkün olduğunca sessiz, dikkat dağınık unsurlardan arındırılmış bir odada yapılmasını ve kullanılan tarama ekipmanının uygun şekilde kalibre edilmiş olmasını içermektedir. İdeal bir tarama, minimal dış gürültü girişimine sahip olmalıdır (WHO, 2021b).

İşitme kaybını teşhis etmek için altın standart test, saf ses odyogramıdır. İşitme kaybının teşhisi için tanı kriterleri; 500, 1000, 2000 ve 4000 Hz'de 25 dB'den yüksek saf ses ortalama işitme seviyesidir (Ferrán vd., 2024). Yaşla birlikte işitme kaybı insidansı arttığı için, geriatrik popülasyonun önemli bir kısmında, özellikle 4000 Hz frekansında 25 dB işitme seviyesinde yapılan saf ses taramalarında eşik elde edilemeyebilir. Klinik olarak anlamlı kabul edilen ve iletişimi olumsuz etkileyen 25 dB üzerindeki bu kayıp dikkate alındığında, bazı klinisyenler yaşlı bireylerde 30, 35 veya 40 dB gibi daha yüksek tarama seviyelerinin kullanılmasını önermektedir. Ancak bu yaklaşım, hafif dereceli işitme kaybı olan bireylerin ileri değerlendirme, danışmanlık ve eğitim fırsatlarından mahrum kalmasına yol açabilir. Bu nedenle, farklı yaş grupları için en uygun tarama seviyelerini belirlemek amacıyla daha kapsamlı çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır (Şerbetçioğlu & Eser, 2022).

Tarama sonuçlarının yorumlanması basit bir geçti/kaldı ikili sistemi üzerinden yapmaktadır. Bir bireyin taramayı geçmesi, o an için anlamlı bir işitme kaybının tespit edilmediği anlamına gelirken; taramadan kalan bireylerin daha kapsamlı bir değerlendirmeye ihtiyacı vardır. Tarama kriterlerini karşılayamayan bireylerin derhal ileri odyolojik değerlendirme için yönlendirilmesi temel protokol adımıdır. Bu yönlendirme, bir odyolog veya kulak burun boğaz uzmanına yapılmalı ve tam bir teşhis odyogramının yapılmasını sağlamalıdır (National Institute on Deafness and Other Communication Disorders, 2021).

Uyarılmış Otoakustik Emisyonlar, alzheimer hastalığı, demans veya inme gibi durumlardan dolayı test edilmesi zor olan popülasyonlarda işitme kaybı taraması yapmak ve aynı zamanda gürültüye maruz kalma veya ototoksisiteye bağlı koklear hasarı izlemek amacıyla kullanılabilen objektif bir yöntemdir (Şerbetçioğlu & Eser, 2022)

Öz değerlendirme araçları, daha kapsamlı odyolojik değerlendirme ve danışmanlıktan fayda sağlayacak kişiler belirlemeye yardımcı olmak için taramalarla birlikte kullanılmaktadır. Anketler sözlü, yazılı veya bilgisayar ortamında uygulanmaktadır. Bir odyometre veya başka bir tarama teknolojisinin yokluğunda, bu anketler işitme kaybı riski taşıyan ve odyolojik takip gerektiren kişilerin belirlenmesinde yararlı olabilmektedir. İşitme

taraması öz değerlendirme anketlerinin örnekleri ( erbet ioğlu & Eser, 2022):

- Hearing Handicap Inventory for the Elderly-Screening Version (HHIE-S; Newman, Jacobson, Hug, Weinstein, & Malinoff, 1991),
- The Speech Spatial and Qualities of Hearing Scale(SSQ: Gatehouse & Noble 2004)
- Self Assessment of Communication (SAC; Schow & Nerbonne, 1982),
- Significant Other Assessment of Communication (SOAC; Schow & Nerbonne, 1982),
- Self-Assesment for Hearing Screening of the Elderly (SHSE; Kim, Na, Kim, Han & Kim,2016)

HHIE-S ve SSQ , anketleri yaşı popülasyonda erken teşhis için son derece faydalı, ücretsiz, kolay ve hızlı uygulanabilir araçlardır. Birinci basamak sağlık merkezlerinde erken işitme kaybı tespit programlarında kullanılması önerilmektedir (Ferr n vd., 2024).

Saf ses odyometreleri, işitme durumunu izler, ancak kişinin konuşmayı anlama yeteneğini değerlendiremez. HHIE anketi, konuşulan kelimeyi anlama düzeyini belirlemek için hızlı ve basit bir araçtır. Yaşı yetişkinlerde işitme kaybının, duygusal-sosyal etkilerini tespit etmek için hazırlanmış 10 sorudan oluşmaktadır (Kovalov  vd., 2021).

Konuşma odyometrisi, yaşı bireylerin konuşmayı tanıma ve ayırt etme yeteneklerini nicel olarak ölçerek saf ses odyometreleri e iklerinin tek başına yetersiz kaldığı fonksiyonel işitme kayıplarının derecesini ortaya koymaktadır. Bu uygulama, fonetik açıdan dengelenmiş standart kelime listeleri veya c mlerler aracılığıyla gerçekleştirilir. Uyarılar, farklı sunum seviyelerinde dinletilerek, hastanın doğru tekrar yüzdesi hesaplanır. Araştırmalar, sabit saf ses e iklerine sahip olunsa dahi, ya  ilerledikçe doğru tekrar yüzdesinde anlamlı d     ler olduğunu göstermektedir. Bu d     , yalnızca periferik işitme kaybı ile değil, aynı zamanda ya lanmaya bağlı santral işitsel sistemdeki bozulmalarla ve bilişsel gerilemeyle ilişkilendirilmektedir. Elde edilen veriler, yalnızca cihaz re etelendirmesi için değil, aynı zamanda işitsel eğitim ve bilişsel stratejileri içeren bütüncül bir rehabilitasyon programı tasarlamak için de yol göstericidir (Latupono vd., 2021; Punch vd., 2024)

Tarama protokolünün son aşaması, yönlendirilen bireyler için etkili bir takip mekanizması olu tırmaktır. Etkili bir takip sistemi, işitme cihazı, koklear implant veya işitsel rehabilitasyon gibi uygun tedavi ve yönetim

seçeneklerine erişimi kolaylaştırarak geriatrik bireylerin yaşam kalitesini artırmada kilit rol oynamaktadır. Bu mekanizmalar, sevk edilen bireylerin randevu alıp almadıklarını kontrol etmeyi ve taramayı yapan kurum ile odyoloji kliniği arasında bilgi akışını sağlamayı içermektedir (National Institute on Deafness and Other Communication Disorders, 2021).

3.4.5. Sonuç

Mevcut veriler, işitme kaybı sorununun çözümünde küresel yaklaşımlara olan ihtiyacı, özellikle farkındalığın artırılması, erken teşhis, kapsamlı müdahale ve optimum takip programları açısından vurgulamaktadır (Erdoğan, 2016; Gümüş Selek vd., 2023; Ferrán vd., 2024; Torun, 2024; Löhler vd., 2019; Şerbetçioğlu & Eser, 2022;). Temel hedef, 60 yaş ve üzeri bireylerde işitme kaybının erken tespiti ve müdahalesi aracılığıyla işitme sağlığını desteklemektir. Bu yaklaşım, bilişsel gerileme, bağımlılık ve depresyon oranlarını düşürmeyi ve aktif, kaliteli bir yaşam tarzını desteklemeyi amaçlamaktadır. Bu amaca yönelik olarak, önerilen sağlık hizmeti stratejisi, işitme kaybının birinci basamak sağlık merkezleri aracılığıyla tespit edilmesidir (Kayacık & Gümüş Selek, 2023). İşitme taramalarının birincil hedefi, erken müdahale ve izlem yoluyla fayda görecektir işitme kayıplı bireyleri saptamaktır. Tedavi edilmeyen işitme kaybı, uzun vadede daha yüksek maliyetli engellilik riskini artırır; bu nedenle, sistematik taramalar bu konuda farkındalığı artırmak için kritik öneme sahiptir. Türkiye’de yetişkinlere yönelik sistematik bir ulusal tarama programı bulunmamaktadır. Uluslararası veriler ve yerel eğilimler, özellikle geriatrik popülasyonda işitme kaybı prevalansının yüksekliğini göstererek acil bir ihtiyaca işaret etmektedir. Bu nedenle halk sağlığının korunması ve geliştirilmesinde “iyi işitmenin” sağlanması, yaşlıların erken dönemde taranarak gerekli durumlarda uygun müdahale ve rehabilitasyonu başlatılması önemli olacaktır. Sadece testlerden ibaret olmayan, maliyet analizi yapılmış kapsamlı bir tarama programı geliştirilmelidir. Bu program, işitmenin korunması, amplifikasyon ve rehabilitasyon hizmetlerini kapsayan kapsamlı yasal ve idari düzenlemelerle desteklenmelidir (Gümüş Selek vd., 2024; Şerbetçioğlu & Eser, 2022). Bununla birlikte başarılı önleyici faaliyetlerle ilgili stratejilerin farkında olmak yeterli değil, aynı zamanda başarılı tarama programlarının önündeki engeller konusunda da bilgilendirilmelidir. Hastada direnç, işitme sağlığı okuryazarlığı veya finansal faktörler gibi hastayla ilgili faktörler ya da hastaya bilgi verilmemesi veya sevklerin takip eksikliği gibi klinisyenle ilgili faktörler olabilmektedir (Kayacık & Gümüş Selek, 2023).

Kaynaklar

- Aksoy, S., Kabiş, B. (2022). Geriatrik işitme taraması ve işitmenin korunması. S. Aksoy (Ed.), *Geriatric odyoloji* (s. 52). Hipokrat Yayınevi.
- Cardoso, C. L., B s,  . J. G., Gonçalves, A. K., Olchik, M. R., Flores, L. S., Seimetz, B. M., Bauer, M. A., Coradini, P. P., & Teixeira, A. R. (2013). Sensitivity and specificity of portable hearing screening in middle-aged and older adults. *International Archives of Otorhinolaryngology*, 18(1), 021–026. <https://doi.org/10.1055/S-0033-1358660>
- Choi, J.-H., Kim, T., Kim, S., Kim, Y.-K., & Kim, D.-K. (2022). Effect of aging on speech discrimination. *Journal of Audiology & Otology*, 26(4), 198–201. <https://doi.org/10.7874/jao.2022.00304>
- Ciorba, A., Bianchini, C., Pelucchi, S., & Pastore, A. (2012). The impact of hearing loss on the quality of life of elderly adults. *Clinical Interventions in Aging*, 7, 159–163. DOI: 10.2147/CIA.S26059.
- Çavdar, R. G., Bumin, G., & Baydan Aran, M. (2022). Yaşa bağlı işitme kaybı olan bireylerde günlük yaşam aktiviteleri ve toplumsal katılımın  ncelenmesi. *Ergoterapi ve Rehabilitasyon Dergisi*, 10(3), 89-96. <https://doi.org/10.30720/ered.969850>
- Erdoğan, A. A. (2016). Yaşlılık döneminde işitme kaybı ve işitme kaybına yaklaşımlar. *TJF&PC*, 2016;10(1):25-33. DOI:10.5455/tjfmpe.204524.
- Feltner, C., Wallace, I. F., Kistler, C. E., Coker-Schwimmer, M., Jonas, D. E., & Middleton, J. C. (2021). *Screening for hearing loss in older adults: An evidence review for the U.S. Preventive Services Task Force*. Agency for Healthcare Research and Quality (US).
- Ferrán, S., Manrique-Huarte, R., Lima, J. P., Rodríguez-Zanetti, C., Calavia, D., Andrade, C. J., Terrasa, D., Huarte, A., & Manrique, M. (2024). Early detection of hearing loss among the elderly. *Life*, 14(4), 471. <https://doi.org/10.3390/life14040471>
- G m ş Selek, F. Z., Duran, B., Demir, A. (2023). Yaşlanma ve işitme sağlığına multidisipliner yaklaşım. *KTO Karatay Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi*. 4(2), 107-121. <https://doi.org/10.59244/ktokusbd.1249705>
- Karadeniz, S. A., Aslan, D. (2025). Halk sağlığı bakış açısıyla dünyada ve Türkiye’de işitme kaybı ile ilgili sorunlar ve üzüm  nerileri. *Halk Sağlığı Araştırma ve Uygulamaları Dergisi*, 3(2), 86-94. <https://doi.org/10.5281/zenodo.17037078>
- Kayacık, S. N., Gümüş Selek, F. Z. (2023). Yaşlanma sürecinde işitme ve vestibüler taramalar. *Geriatric Bilimler Dergisi*, 6(2), 132-141. <https://doi.org/10.47141/geriatrik.1223326>
- Kovalov , M., Mr zkov , E., şkerkov , M., ada, Z., & Janoutov , J. (2021). The importance of screening for hearing loss in the elderly. *Otolaryn-*

- gologia polska = The Polish otolaryngology*, 76(3), 32–38. <https://doi.org/10.5604/01.3001.0015.6493>
- Latupono, A., Savitri, E., & Kadir, A. (2021). Presbycusis’li yaşlılarda odyogram ve konuşma odyometrisi. *Jurnal Ilmiah Kesehatan (JIKA)*, 3(3), 177–183. <https://doi.org/10.36590/jika.v3i3.198>
- Lin, F. R., & Ferrucci, L. (2012). Hearing loss and falls among older adults in the United States. *Archives of Internal Medicine*, 172(3), 215–221. doi: 10.1001/archinternmed.2011.728
- Löhler, J., Cebulla, M., Shehata-Dieler, W., Volkenstein, S., Völter, C., & Walther, L. E. (2019). Hearing impairment in old age. *Deutsches Arzteblatt International*, 116(17), 301-310. <https://doi.org/10.3238/ARZTEBL.2019.0301>
- National Institute on Deafness and Other Communication Disorders (NI-DCD). (2021). *Quick statistics about hearing*. U.S. Department of Health and Human Services. <https://www.nidcd.nih.gov/health/statistics/quick-statistics-hearing> Erişim Tarihi: 11.11.2025
- Özdemir, B. (2021). Presbiakuzi: Patofizyoloji, değerlendirme ve güncel yaklaşımlar. *IGUSABDER*, 15, 657–668. <https://doi.org/10.38079/igusabder.971019>
- Punch, J., & Rakerd, B. (2024). Integrated speech audiometry: objective and subjective performance of elderly listeners. *International Journal of Audiology*, 1–8. <https://doi.org/10.1080/14992027.2024.2425998>
- Qin, A., Chen, C.-I., Bao, B., Xin, T., & Xu, L. (2024). Estimating the impact of different types hearing loss on cognitive decline and the joint effect of hearing loss and depression on cognitive decline among older adults in China. *Journal of Affective Disorders*, 351, 58–65. <https://doi.org/10.1016/j.jad.2024.01.203>
- Saatci, Ö., Polat B. (2016). Geriatrik popülasyonda işitme kaybının ve işitme cihazı kullanım memnuniyetinin yaşam kalitesine etkisi. *KBB-Forum*, 15(4), 81-88.
- Şerbetçioğlu, M. B., Eser, B. N. (2022). Geriatrik işitme taraması ve işitmenin korunması. S. Aksoy (Ed.), *Geriatrik odyoloji* (s. 127). Hipokrat Yayınevi.
- Torun, M. T. (2024). Presbiakuzi engelleme stratejileri ve tedavi modaliteleri. *Yeni Yüzyıl Journal of Medical Sciences*. <https://doi.org/10.46629/jms.2024.151>
- WHO. (2017). *Integrated care for older people (ICOPE): Guidelines on community-level interventions to manage declines in intrinsic capacity*. World Health Organization. <https://www.who.int/publications/i/item/9789241550109> Erişim Tarihi: 11.11.2025.

- WHO. (2021a). *World report on hearing*. World Health Organization. <https://www.who.int/publications/i/item/9789240020481> Erişim Tarihi: 11.11.2025.
- WHO. (2021b). *Hearing screening: considerations for implementation*. World Health Organization. <https://www.who.int/publications/i/item/9789240032767> Erişim Tarihi: 11.11.2025.
- Yiğit, Ö., Avcı, N. B., Aksoy, S. (2022). Geriatrik bireylerde işitme kaybı ve denge becerilerinin incelenmesi: Retrospektif çalışma. *H.Ü. Sağlık Bilimleri Fakültesi Dergisi*, 9(2), 387–402. Doi: 10.21020/husbfd.1021493

İşitme Tarama Programlarına Multidisipliner Yaklaşım

Editörler:

Öğr. Gör. Merve Kandazoğlu Erdem

Öğr. Gör. Betül Karabudak

Öğr. Gör. Simge Erdal