

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

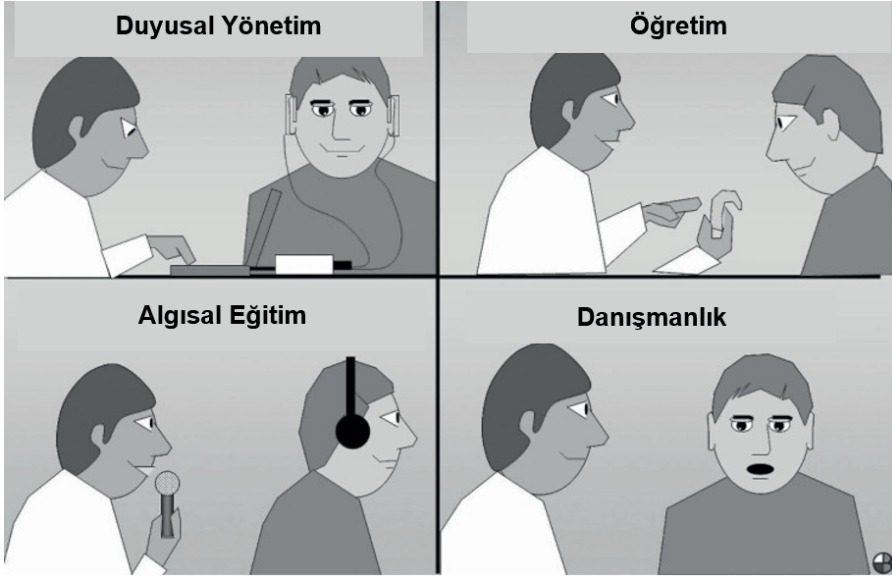
eğitimlerde ise yeni teknolojilerden faydalanmak gerekir. Özellikle çocuklarda yardımcı cihaz teknolojileri akademik başarılarını pozitif yönde etkilemektedir. Bu bölümde, işitme kaybı olan bireylerin işitsel rehabilitasyon süreçlerinde kullanılan yardımcı cihaz teknolojilerinin önemi ve katkıları ele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

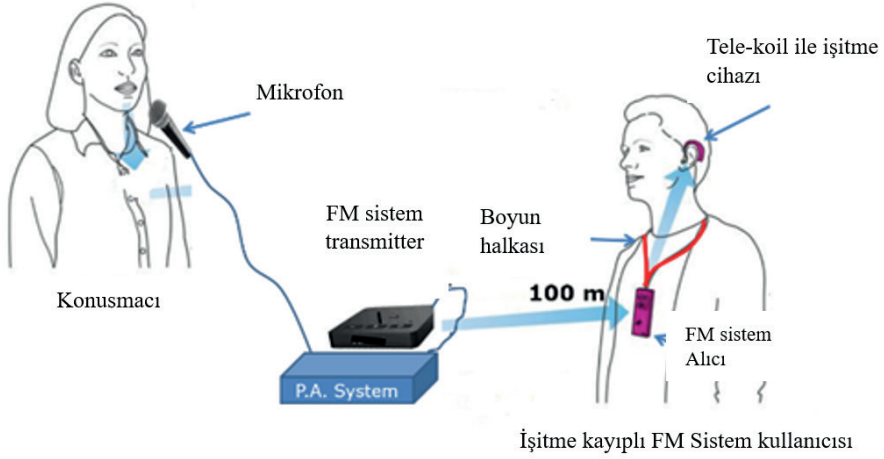
sağladığı spektral açıdan geniş sinyallerle bir araya geldiğinde, koklear implant ve/veya işitme cihazı kullanan bireyler kendilerini benzersiz bir dezavantajlı konumda bulmaktadır; ancak yardımcı dinleme teknolojilerinin kullanımı, işitilebilirliği ve öğrenmeye erişimi iyileştirebilir (Mealings, 2022; 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/>

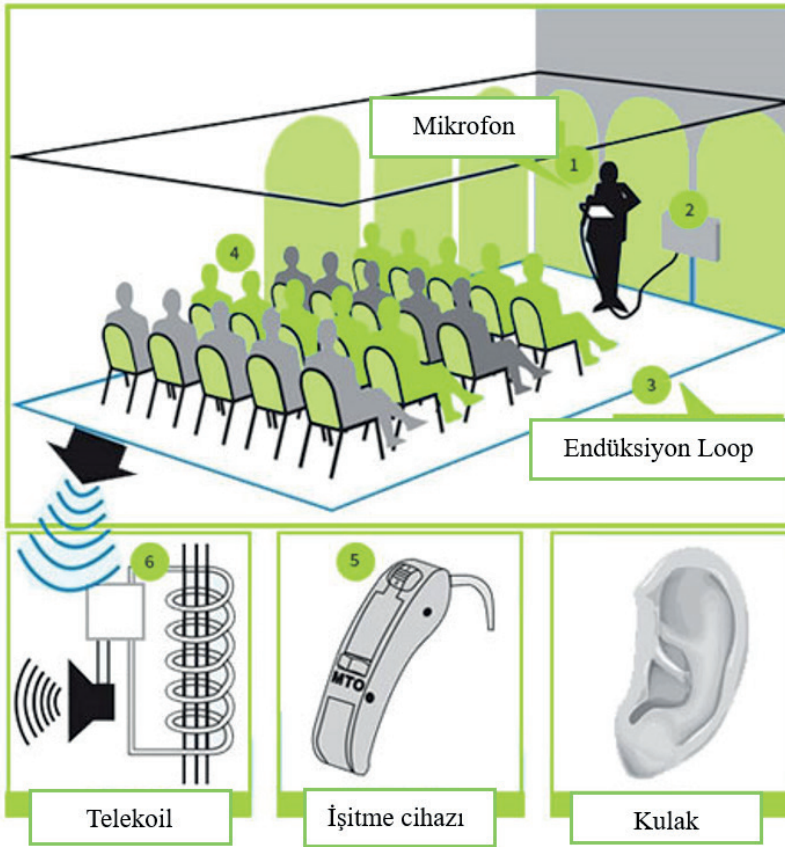
2.4.2.2. Endüksiyon Loop (Döngü) Sistemleri

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 kulaklı 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 telebobin 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 kablosuz 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 teknolojisinden 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, ilkökul 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., Chin-narat, 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>.