


Santral işitsel işleme bozukluğu için işitsel becerilerin iyileştirilmesine yönelik terapi yaklaşımları

Ayşenur KÜÇÜK CEYHAN¹ , Cihan ASLAN² , Eyyüp Diyar DOĞAN² 

¹İstanbul Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Hamidiye Sağlık Bilimleri Fakültesi, Odyoloji Anabilim Dalı, İstanbul

²İstanbul Aydın Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Odyoloji Anabilim Dalı, İstanbul

ÖZ

Santral İşitsel İşleme Bozukluğu (SİİB), kişinin normal işitme eşiklerine sahip olmasına rağmen, işitsel bilgiyi işleme sırasında santral işitsel sinir sisteminde meydana gelen çeşitli işlev bozukluklarını ifade eder. İşlev bozuklukları, genel olarak sesin zamansal yönlerinin algılanması; seslerin frekans ve şiddet kodlarının çözülmesi, iki kulaktan gelen bilginin işlenmesi, arka plan gürültüden konuşmaları ayırma, sözel bilgi akışında zamansal sıralamayı yakalama ve zamansal maskeleye etkileriyle baş etme görevleri sırasında ortaya çıkar. Sesin santral işitme sistemde işlenmesi ile ilgili bu zorluklar sorulan sorulara uygun yanıt verememe, konuşulan konuyu ve verilen talimatları takip edememe, zayıf işitsel bellek, zayıf okuma-yazma becerisi, olayları zihninde organize edememe gibi davranışlar ve beraberinde iletişimsel-psikososyal sorunların oluşumuna zemin hazırlar. Gelişimsel ya da öğrenmeyle ilgili başka bozukluklarla ortak semptomlar taşıması ve değerlendirme yöntemlerinin genel olarak subjektif olması yönüyle SİİB tanısı koymak zor ve tartışmalı bir konu olmaya devam etmektedir. Bununla beraber son yıllarda SİİB için önerilen tedavi/terapi yaklaşımlarının daha fazla üzerinde duran ve uygulanan yaklaşımların olumlu etkilerini hem objektif hem subjektif test yöntemleri ile kanıtı dayalı olarak gösteren çalışmaların sayısı artmaktadır. Bu derleme çalışmasının amacı SİİB terapisi ve yönetimi için önerilen yaklaşımlardan olan “işitsel becerilerin iyileştirilmesine yönelik yöntemler”in uygulandığı bireysel terapi müdahaleleri hakkındaki literatürü incelemektir. Literatürde SİİB’nin tanısı ile ilgili mevcut tartışmalar ile ilgili olarak teşhis için kullanılan kriterlerden bağımsız olarak SİİB tanısı almış olduğu bildirilen çocukların dâhil olduğu, işitsel becerilerin iyileştirilmesi için önerilen formal terapi çalışmaları bu derlemenin kapsamı içine alınmıştır. Sonuç olarak, “işitsel becerilerin iyileştirilmesi” ya da “işitsel eğitim” yaklaşımlarının standartlar oluşturularak kliniklerde kullanımının yaygınlaştırılmasının SİİB olan hastalara müdahalede önem arz ettiği düşünülmektedir.

Anahtar Sözcükler: işitsel bellek, işitsel eğitim, temporal işleme, binaural işleme, işitsel ayırt etme

ABSTRACT

Therapy approaches to improve auditory skills for central auditory processing disorder

Central Auditory Processing Disorder (CAPD) refers to various dysfunctions that occur in the central auditory nervous system during the processing of auditory information even though the person has normal hearing thresholds. Dysfunctions, perception of temporal aspects of sound in general; occurs during the tasks of decoding the frequency and intensity of sounds, processing information from both ears, separating speech from background noise, capturing temporal sequence in verbal information flow, and coping with temporal masking effects. These difficulties in processing sound in the central auditory system lead to inability to answer questions appropriately, following conversation and directions, poor auditory memory, poor reading and writing skills, inability to organize events in the mind, and communicative-psychosocial problems. The diagnosis of CAPD remains a difficult and controversial issue, as it has common symptoms with other developmental or learning-related disorders and the assessment methods are generally subjective. However, in recent years, the number of studies that emphasize more on the treatment/therapy approaches recommended for CAPD and show the positive effects of the applied approaches with both objective and subjective test methods has been increasing. The aim of this study is to review the literature on individual therapy interventions in which “methods to improve auditory skills or auditory training”, which is one of the recommended approaches for the treatment and management of CAPD. Formal therapy studies recommended for the improvement of auditory skills, including children who were reported to have been diagnosed with CAPD, regardless of the criteria used for diagnosis in the literature regarding the diagnosis of CAPD, are included in the scope of this review. As a result, it is thought that spreading the use of “auditory training” approaches in clinics by establishing standards is important in the intervention of patients with CAPD.

Keywords: auditory memory, auditory training, temporal processing, binaural processing, auditory discrimination

Cite this article as: Küçük Ceyhan, A., Aslan C., Doğan, E.D. (2023). Santral işitsel işleme bozukluğu için işitsel becerilerin iyileştirilmesine yönelik terapi yaklaşımları. Turk J Audiol Hearing Res 2023;6(3):112-119

GİRİŞ

Santral işitsel işleme (Sİİ), Santral Sinir Sistemindeki (SSS) işitsel bilgilerin algısal olarak işlenmesi ve bu işlemin altında yatan elektrofizyolojik işitsel potansiyellere yol açan nörobiyolojik aktivite olarak tanımlanır. Sİİ; işitsel çevreden gelen bilgileri koruyan, iyileştiren, analiz eden, değiştiren, organize eden ve yorumlayan mekanizmalardan oluşur. Bu mekanizmalar işitsel ayırt etme, temporal (işitmenin zamansal yönü) işleme ve binaural işleme becerilerin temelini oluşturur. Santral İşitsel İşleme Bozukluğu (SİİB), normal işitme eşiklerine sahip olmasına rağmen, kişinin işitsel bilgiyi işlememesi sırasında santral işitsel sinir sisteminde meydana gelen çeşitli işlev bozukluklarını ifade etmektedir (American Speech-Language-Hearing Association, 2005). Santral işitsel işleme bozukluğu olan bireylerde başlıca şikâyetler karmaşık sözlü talimatları takip edememe; sözel olmayan bilişsel performansa kıyasla zayıf okuma ve yazma becerileri, konuşma gecikmesi, gürültülü ortamlarda sözlü girdilerin işlenmesinde bozulma, tekerlemeleri öğrenmede zorluk, telefonda konuşmada zorlanma, zayıf müzik becerileri ve seçici işitsel dikkat eksiklikleridir (Bellis, 2011). SİİB'nin dinlemeyi, iletişimi, akademik başarıyı ve psikososyal sağlığı etkilediği bildirilmiştir (Souza, Passaglio ve Lemos, 2016; Bellis, 2011; Musiek ve Chermak, 2014; Grube, Cooper, Kumar, Kelly ve Griffiths, 2014).

Santral İşitsel İşleme Bozukluğu Terapi ve Yönetim Yaklaşımları

Santral işitsel işleme bozukluğu için önerilen tedavi/terapi yaklaşımlarının genel amacı, bireye günlük bağlamlarda (örneğin ev, sınıf, iş, topluluk) daha etkili iletişim kurma yeteneği sağlamaktır. Her yaşta birey için akustik erişimi ve iletişimi iyileştirme, işlevsel eksikliklerin analizini yapmayı gerektirir. Santral işitsel işleme bozukluğu tedavisi için verilen öneriler bireyde görülen eksikliklere göre özelleşmiş olmalıdır. Tüm SİİB olan bireyler için ortak, tek ve kesin bir tedavi yönteminden söz edilemez (ASHA, 2005).

Santral işitsel işleme bozukluğu tedavisinde genellikle bir ekip yaklaşımı kullanılır. Bireyin ihtiyaçlarına bağlı olarak, ekpte odyolog, dil ve konuşma terapisti, öğretmen ve ebeveynler yer alır. Tedavide kullanılacak yaklaşım iletişim güçlükleri ve ihtiyaçlarına, kültürel geçmiş ve değerlere, tercih edilen dile, bozukluğun şiddetine ve mevcut araştırma kanıtlarına dayalı olarak kişiselleştirilmelidir. Tedavi hedeflerini belirlerken değerlendirme sürecinde belirlenen ihtiyaçlar; bireyin vaka geçmişi, dil-konuşma ve psikoeğitimsel değerlendirme verileri dayanak oluşturur. Uygulanacak tedavi yaklaşımları mevcut en iyi kanıtlara dayalı olmalı, öğrenme ilkelerini izlemeli, fonksiyonel eksiklikleri azaltmayı ve terapi seanslarında elde edilen kazanımları günlük hayata genellemeyi hedeflemeli ve ev, sınıf, iş yeri gibi birden fazla ortamda gerçekleştirilebilmelidir (ASHA, 2005).

Algısal, dilsel ve bilişsel işlevler, birbiriyle örtüşen nörofizyolojik ağların paylaşımını gerektirir (Musiek ve ark., 2014; Buschman ve Miller, 2007). Bu nedenle semptomların heterojenliği ve tanımdaki farklılıklar işitsel algısal eksiklikler ile dil bozuklukları arasındaki ayrımı güçleştirmektedir (Fey ve ark., 2011). SİİB'ye uygun müdahalelerin yapıldığından emin olmak için, ortaya çıkan eksikliklerin işitsel bir bileşeni olup olmadığının belirlenmesi ön şarttır (Chermak, Bamio, Iliadou, & Musiek, 2017). Ayrıca SİİB için terapi ve yönetimi için müdahaleler başlamadan önce Sİİ testlerinin tümü tamamlanmalıdır. Tanısal test bataryası hastanın işitsel sistemindeki güçlü ve zayıf yanları belirlemek için bilgi sağlar (Musiek ve Chermak, 2014).

SİİB'in karmaşık doğası tedavi için farklı bakış açılarını beraberinde getirir (Kamhi, 2011; Moore, Rosen, Bamio, Campbell ve Sirimanna, 2013). SİİB'in tedavisi genellikle üç ana alana odaklanır: Birincisi öğrenme veya iletişim çevresini SİİB olan kişinin ihtiyaçlarına göre düzenlenmesi; ikincisi bozukluğu telafi etmeye yardımcı olmak için üst düzey becerilerin geliştirilmesi ve komorbid durumlar için gerekli hizmetlerin sağlanması; üçüncüsü ise işitsel eksikliğin doğrudan kendisinin düzeltilmesidir (ASHA, 2005). Çevresel değişikliklerin amacı, akustik sinyalin netliğini artırma yoluyla okul, ev, iş veya sosyal çevrede dinleme ve öğrenmeyi kolaylaştırarak bireyin işitsel bilgilere erişimini iyileştirmektir. Yardımcı dinleme cihazların kullanımı, bilginin sunumunu iyileştirmek için öğretmen odaklı önerileri ve SİİB'si olan çocuğun dikkatini mesaja odaklayabilmesi için öğrenme ortamını değiştirmeye yönelik diğer yöntemleri içerebilir (ASHA, 2005). Telafi edici stratejiler "yukarıdan aşağıya" yaklaşım olarak da anılır ve dinleme becerilerini, iletişimi, sosyal becerileri ve öğrenme sonuçlarını geliştirmek için dil, bellek ve dikkat gibi daha yüksek düzeydeki merkezi kaynakları güçlendirmeye odaklanırlar. Bir diğer yaklaşım ise doğrudan işitsel becerilerin iyileştirilmesi yaklaşımıdır. Bu yaklaşım işitsel eğitim (auditory training) uygulamalarını içerir (ASHA, 2005).

İşitsel Becerilerin Doğrudan İyileştirilmesine Yönelik Terapi Yöntemleri

Santral işitsel işleme bozukluğu olan çocuklarda dinleme zorluklarını hafifletmek için önerilen müdahaleler arasında işitsel becerilerin doğrudan iyileştirilmesi en çok tavsiye edilenlerden biridir. Doğrudan müdahale, genellikle sorunların yaşandığı durumlarda dinlemeyi kolaylaştırarak iletişimi geliştirmeye yönelik herhangi bir terapi olarak tanımlanabilir (Weihing, Chermak ve Musiek, 2015). Santral işitsel işleme bozukluğu test bataryası ile yapılan değerlendirme sonucuna göre öne çıkan problem alanlarına yönelik olarak iyileştirme programları oluşturulur.

İşitsel becerilerin doğrudan iyileştirilmesi amacıyla yapılan eğitim "işitsel eğitim" olarak da adlandırılır. İşitsel eğitim, etkilenen işitsel süreçlerin işlevini geliştirmeye hizmet eder ve doğrudan işitsel işlemedeki açığı ele alır. İşitsel eğitim uygulamaları, SİİB değerlendirmesi sırasında hastanın zorluğu

olduğu görülen testlerde kullanılanlara benzer dinleme görevlerini içerir. İşitsel eğitimin amacı, diğer yöntemlerden farklı olarak, işitsel işlemedeki işlev bozukluğunu en aza indirmek veya ortadan kaldırmaktır. İşitsel uyarılardaki şiddet, frekans ve süre değişimlerini ayırt etme, bir dizi içinde farklı olan uyarıyı belirleme, aynı ve farklı uyarıyı tanıma, uyarıyı belirli akustik özelliklerine göre tanımlama, iki kulaktan gelen sesleri ayırt etme, sessizlikte ve gürültüde konuşmayı tanıma gibi becerilerin bir ya da birkaçı işitsel eğitim programlarında çalışılacak görevler olarak belirlenebilir (Burk, Humes, Amos ve Strauser, 2006).

İşitsel eğitim birbirini takip eden seanslar halinde uygulanır. Süresi ve sıklığı için farklı çalışmalarda farklı görüşler ortaya konulmuştur. Weihing ve ark.'na (2015) göre her bir işitsel eğitim seansında bir önceki seansta elde edilen performans değerlendirmeli, bir sonraki düzeye geçmek için belirli bir performans kriterine ulaşılmalıdır. Başarı kriteri genel olarak %70 ila %80 doğruluk olarak kabul edildiğini ve hastanın işitsel sistemini zorlamak ve performansını kademeli olarak iyileştirmek için görevler daha zor hale getirilerek seansların sürdürülmesi gerektiğini belirtirler. Belli bir bitiş noktasında hastanın eğitimdeki ilerlemesini belirlemek için işitsel işleme klinik olarak yeniden değerlendirilir. Bu noktada, ek eğitime ihtiyaç olup olmadığı, iyileştirme planının revize edilmesi gerekip gerekmediği veya hastanın tedavisinin devamının gerekip gerekmediği belirlenebilir.

Doğrudan müdahale programlarının etkililiği genellikle terapi öncesi ve sonrası yapılan değerlendirmelerle ortaya konulur. Elektrofizyolojik testler, SİİB'nin tanısında davranışsal test sonuçlarını desteklemek amacıyla kullanılırken, terapi/tedavi sonuçlarını değerlendirmede daha etkili olarak kullanılabilirler. Orta Latans Cevapları (Lotfi, Moosavi, Zamiri Abdollahi ve Bakhshi, 2019), P300 (Kraus ve McGee, 1994), MMN (Küçük Ceyhan, Dere ve Mujdeci, 2022; Näätänen, Paavilainen, Rinne ve Alho, 2007) terapi sonuçlarını değerlendirmede yaygın olarak kullanılmaktadır. Gürültüde konuşma anlama testleri de terapi sonuçlarını değerlendirmek amacıyla kullanılmıştır (Jutras, Lafontaine, East ve Noël, 2019).

İşitsel eğitim formal ya da informal uygulamalarla yürütülebilir. Formal işitsel eğitim prosedürleri klinik ya da laboratuvarında, uyarıların sunumunun kontrol edildiği uygulamalardır ve odyoloji eğitimi almış kişilerce sürdürülür. İnfomal uygulamalar ise evde ya da okulda günlük aktivitelerin içine yerleştirilen uygulamaları içerir (Musiek ve ark., 2014).

Santral işitsel işleme bozukluğu değerlendirmesi sonucunda ortaya çıkan zorluklarına yönelik oluşturulmuş ve uygulama yöntemleri bildirilmiş formal işitsel eğitim yaklaşımları aşağıda incelenmiştir. Söz edilen işitsel eğitim yaklaşımları, tanısız test bataryasında öne çıkan zorluklara yönelik olması sebebiyle Chermak ve ark. (2015) tarafından yapılmış olan sınıflamaya göre 1) dikotik dinleme becerileri içeren yaklaşımlar, 2)

zamansal işleme becerilerini içeren yaklaşımlar, 3) tek kulaktan sunulan akustik bilgi içeriği azaltılmış uyarılar için işitsel tamamlama becerilerini içeren yaklaşımlar, 4) iki kulak etkileşimini içeren yaklaşımlar başlıkları altında ele alınmıştır. Dikotik işleme kulaklara aynı anda farklı bir konuşma uyarısının sunulduğu ve hastanın bir veya her iki uyarıyı tekrarladığı süreç; temporal işleme, zaman içinde işitsel sinyalde meydana gelen değişiklikleri işleme ile ilgili süreç olarak tanımlanır. Bozulmuş akustik uyarı varlığında konuşma algılama tek kulaktan sunulan konuşmanın filtreleme, gürültü eklenmesi veya zamansal sıkıştırma yoluyla bozulduğu testler ile değerlendirilir. İki kulak etkileşimi değerlendirmesi ise lokalizasyon, lateralizasyon, gürültüde konuşma ayırt etme becerileri ile ilgili süreçleri içerir (Chermak ve ark., 2015). Daha yakın zamanlarda, uzamsal işleme, işitsel işlemenin beşinci genel kategorisi olarak tanıtılmıştır. Bu süreç, maskeleyen uzamsal salınımı ölçen uzamsallaştırılmış gürültüde dinleme (LiSN) testi ile değerlendirilir (Cameron, Dillon, & Newall, 2006). Konuşma sinyallerinin tanınması için lokalizasyon ipuçlarının kullanılması açısından, bu fonksiyon binaural etkileşim görevlerine benzerdir.

Dikotik Dinleme ve İki Kulak Etkileşimini İçeren İşitsel Eğitim Yöntemleri

Dikotik işitme, iki kulağa aynı anda farklı işitsel uyarıların sunulduğu bir durumdur. Dikotik dinlemede korpus kallosum hemisferler arası transfer için önemlidir. Sol kulağa verilen uyarıların korpus kallosumdan geçmesi ve çoğu insanda dilin baskın olduğu beyin yarım küresi olan sol yarım küreye ulaşması gerekir. Dikotik testlerde genellikle sağ kulak skorunun sol kulağa göre daha yüksek olması, sol beyin yarıkürenin dil baskınlığını gösterir. Bu fenomene "Sağ Kulak Avantajı" denir (Musiek ve ark., 2014). Çocuklarda daha belirgin olan bu avantaj matürasyonla yetişkin değerlerine ulaşır. Bahsedilen hemisferik baskınlığı ortaya çıkarmak için dikotik testler kullanılır. Testlerde uyarı olarak heceler, rakamlar, kelimeler ya da cümleler kullanılabilir. Dikotik dinleme görevlerinde önemli bir kulaklar arası fark olması yani kulaklar arası asimetrik işleme konuşmayı anlama güçlükleri, okuma güçlükleri, bilgi işleme eksiklikleri, zayıf sözel çalışma belleği, zayıf adaptif beceriler ve dikkatsizliğe neden olabilir (Moncrieff, Jerger, Wambacq, Greenwald ve Black, 2004). Bu durumun korpus kallosum miyelinizasyonunda gecikmiş miyelinizasyonundan kaynaklandığı düşünülmektedir (Musiek, 2004).

Dikotik Kulaklar Arası Şiddet Farklılığı Eğitimi (DKŞF) / (Dichotic Interaural Intensity Difference Training (DIID))

Frank Musiek tarafından önerilmiş olan bu yöntemde göre uyarılar dikotik test sonuçlarına göre zayıf olan kulağa daha yüksek bir şiddet seviyesinde yönlendirilirken daha güçlü kulağa düşük bir seviyede yönlendirir. Böylelikle zayıf kulağa yöneltilen uyarının iyi bir şekilde tanınması amaçlanır. Dikotik kulaklar arası şiddet farklılığı için çeşitli dikotik test materyalleri ve iki kanallı bir odyometreye ihtiyaç duyulur. Ev ve okul ortamlarında bir stereo sistem ve kulaklıklar kullanarak

uygulamak mümkündür. Dikotik kulaklar arası şiddet farklılığı eğitiminde hem binaural birleştirme (hastanın her iki kulaktaki uyarılara dikkat etmesini ve yanıt vermesini gerektirir) hem de binaural ayırma (hastadan bir kulağını görmezden gelmesi ve diğer kulakta sunulan uyarılara yanıt vermesi istenir) görevleri kullanılabilir. Hasta binaural birleştirmede binaural ayırmaya göre daha fazla zorlanıyorsa, DKŞF eğitimi dikotik inlemenin bu yönüne ağırlık vermelidir. Bu durumun tersi de geçerlidir. Genellikle her bir seans 20 ya da 30 dakika olmak üzere haftada üç veya dört eğitim seansı önerilir (Musiek, 2004).

Dikotik Ofset Eğitimi (DOE)/ Dichotic Offset Training (DOT)

Jack Katz tarafından geliştirilen DOE yöntemi kulaklar arası zaman farkını kullanır. Bir kulağa diğer kulağa göre daha önce uyarın gönderilir. Dikotik ofset eğitimi yönteminde harfler ve ünsüz-ünlü yapısındaki heceler kullanılır. Her bir oturumda her iki uyarın da kullanılır. Sunum, şaşırtmacalı kelime testinde (Staggered Spondaic Test-SSW) olduğu gibidir. Sağ ve sol kulağa ayrı ayrı iki harf ve iki hece yönlendirilir. Harflerin ve hecelerin ilk harfinin sunumunda iki kulak arasında gecikme vardır. Gecikmeyi zayıf kulakta vermek sinyalin daha iyi işlenmesine yardımcı olur. Hastadan kendisine sunulan dört öğeyi doğru sırayla tekrarlaması istenir. Dikotik ofset eğitimi ve DKŞF ortak bir temel konseptte sahiptir. Eğitim, kulaklara gönderilen rakip sinyaller arasında 500 ms'lik gecikme ile başlar, aşamalı olarak gecikme 100 ms'lik adımlarla azaltılır. Hasta, görevi belirli bir gecikme düzeyinde %80 veya daha fazla doğrulukla gerçekleştirdiğinde bir sonraki adıma geçilir. Her oturumun sonunda Dikotik Rakam Testi (Dichotic Digit Test) uygulanır. Kulaklar arasında %10 veya daha düşük bir asimetri düzeyine ulaşıldığında eğitim durdurulur (Katz, Chertoff ve Sawusch, 1984; Kaul ve Lucker, 2016).

Kulaklar Arası Asimetri İçin İşitsel Rehabilitasyon (Auditory rehabilitation for interaural asymmetry)

Moncrieff ve Wertz (2008), geliştirdikleri dikotik dinleme içeren eğitim programını belirgin düzeyde kulaklar arası asimetrisi olan çocuklara uygulamışlardır. Amaç baskın kulağın diğer yola yaptığı engellemeyi azaltmaktır. Bu yöntemde baskın olan kulağa verilen uyarın şiddeti azaltılırken baskın olmayan kulakta daha iyi bir seviyeye çekilir. Eğitim oturumlarında kelime, rakam ve diğer uyarınlar eşit sayıda kullanılarak dikotik dinleme eğitimi verilmiştir. Sonuçların, daha zayıf kulağa yoğunlaşan ve tekrarlayan uyarınlarla göreve odaklanmış dikkati içeren işitsel eğitim deneyimlerinin çocuklarda fayda sağladığını düşündürdüğünü ifade etmişlerdir. Aynı zamanda dikotik dinleme sırasında iki taraflı bozukluğu olan çocuklar ile tek tarafta normal santral işitsel fonksiyon diğer kulakta ise bozukluk olan çocukların performanslarını karşılaştırmışlar ve prosedürün tek taraflı bozukluk durumunda daha etkili olduğuna dikkat çekmişlerdir. İki taraflı zayıflığı olan çocukların aynı kazanımları elde edememesini dikkat, motivasyon veya dil ile ilgili işitsel olmayan faktörlerin bu çocukların bazılarında başarıyı engellemesine bağlamışlardır (Moncrieff ve ark., 2008; Katz, Chasin, English, Hood ve Tillery, 2015).

Gürültüde Kelime Eğitimi

Katz ve Smith (1991), SİİB kategorize etmek üzere uzun yıllar süren araştırmalar ve verilen terapiler sonucunda Buffalo Model'i önermişlerdir. Bu modele göre SİİB'nin dört alt türü vardır. Bunlar işitsel çözümlenme, toleransı azalan bellek, organizasyon ve entegrasyondur (Katz ve ark., 1991; Katz 1992). Bu modelde tanımlanan alt gruplar için terapi programları da önerilmiştir.

Katz'ın Buffalo modeli temelinde hazırlanmış işitsel eğitim yöntemlerinden bir tanesi "Gürültüde Kelime Eğitimi (GKE)" dir. SİİB'li bireylerin büyük kısmı gürültü içerisindeki konuşmayı anlamada zorlanırlar. GKE, gürültülü arka planı içinden konuşma sesini çıkarabilme ve konuşmaya odaklanma becerisi için geliştirilmiştir. Gürültüye aşırı tepki veren kişilerde sıklıkla görülen endişe ve gerginlik, bu terapi ile bir dereceye kadar giderilebildiğini belirtirler. Program rahatça duyulabilecek şekilde sunulan tek heceli kelimelerin tekrar edilmesi ile başlar, hafif arka plan gürültüsü varlığında sunulan başka bir kelime grubuyla devam eder. Sinyal-gürültü oranı sifıra ulaşana kadar kademeli olarak arka plan gürültü artırılır. Gürültüde kelime eğitimi odyometre ile ya da odyometre olmadan uygulanabilir (Katz ve ark., 2015).

Bellis (2011), bütüncül bir bakış açısıyla SİİB için çeşitli terapi aktiviteleri önermiştir. Bu aktivitelerden dikotik dinleme ve iki kulak etkileşimini içeren eğitim yöntemlerine yönelik örnekler aşağıda sunulmuştur.

Seçici dikkat ve lokalizasyon aktiviteleri: Hemisferik entegrasyon bozukluğu için önerilir. Dikotik dinleme egzersizleri, sessizlikte ve gürültüde ses kaynağını bulma etkinliklerini içerir.

İnterhemisferik egzersizler: Hemisferler arası entegrasyon bozukluğu olanlar için önerilir. Santral işitsel işleme bozukluğu için önerilen bir davranış sınıflama modeline göre "Çıktı-Organizasyon bozukluğu" adı altında toplanan bozukluklar için kullanılması uygundur. Beynin iki hemisferini birlikte çalıştıran enstrüman çalma, duyu bütünleme egzersizleri, iki eli ya da iki ayağı gerektiren spor faaliyetleri gibi etkinlikleri içerir (Bellis, 2011).

Literatürde farklı kliniklerde farklı araştırmacılar tarafından geliştirilmiş ve belirli bir isim altında toplanmamış ancak uygulama basamaklarının anlatıldığı ve sonuçlarının sunulmuş olduğu çalışmalar yer almaktadır.

Ramadan ve Abdallah (2016) işitsel şekil-zemin bozukluğu olarak tanımlanan grupta yer alan okul çağı çocukları için önerdikleri işitsel eğitim programında canlı ses ile gürültü varlığında bilinen çocuk masallarının kısaltılmış ve dili basitleştirilmiş versiyonlarını sunmuşlardır. Programda tek zorluğun arka plan gürültüsü olmasını sağlamak için kolayca anlaşılabilir kelimeler kullanılır ve kolayca akılda tutulan bilgiler ile ilgili beş soru sorulur. Her hikâye, çocuğun önünde sifir azimutta ve 1 m aralıkla yerleştirilmiş bir hoparlör aracılığıyla 0

dB SNR de başlar ve çocuğun cevaplarına göre sinyal 40 dBHL düzeyde sabit kalacak şekilde gürültü düzeyi değiştirilerek SNR belirlenerek belirlenen başarı kriterine ulaşmak hedeflenir. Çalışmacılar önerdikleri programı işitsel şekil zemin bozukluğu olan çalışma grubuna uygulamışlar, farklı SNR düzeylerinde sunulan işitsel hece uyarımı ile kortikal cevapları kaydetmişlerdir. Eğitim sonrasında yanıt elde edilen SNR düzeyinde düşüş olduğunu göstermişlerdir.

Gürültüde dinleme becerilerine yönelik yapılan eğitimlerde kullanılmak üzere oluşturulmuş bilgisayar temelli eğitim programları mevcuttur. Bu bilgisayar programları genel olarak bir çalışma için geliştirilmiş ve etkililiğini kanıtlamak için terapi öncesi ve terapi sonrasında değerlendirme testleri yapılmıştır. Jutras ve ark. (2019), işitsel işleme bozukluğu olan çocuklarda gürültüde dinleme becerilerini artırmaya yönelik olarak tasarladıkları çalışma için “gürültüde dinleme yazılımı” oluşturmuşlardır. Program gürültü ile birlikte sunulan basitten zora doğru sıralanmış işitsel ayırt etme ve işitsel tanıma görevleri içerir. Kumar, Singh ve Hussain (2021), SİİB olan çocuklarda gürültüde konuşma anlama becerilerini geliştirmeye yönelik bilgisayar tabanlı işitsel eğitim programı geliştirmişlerdir. Yöntem, +20 ile -4 dB SNR arasında değişen farklı sinyal-gürültü oranlarında çoklu konuşmacı babble gürültü varlığında tek heceli ve üç heceli hedef sözcüklerle eğitimi içerir. Yaptıkları çalışmada eğitim alan çalışma grubunun davranışsal santral işitsel işleme testleri ve işitsel geç latans cevaplarında eğitim almayan kontrol grubuna göre iyileşme olduğunu göstermişlerdir (Kumar ve ark., 2021).

İşitsel Ayırt Etme ve Zamansal İşleme İçeren İşitsel Eğitim Yöntemleri

İşitsel işleme bozukluğu olan ve özellikle akustik özellikleri bozulmuş konuşmayı anlama zorlukları öne çıkan bireylerin, işitsel işleme değerlendirmesinde filtrelenmiş veya zaman açısından sıkıştırılmış hedeflerin tanınması ve/veya temporal boşluk tespiti testlerinde zorluk yaşadıkları görülür (Ferre, 2016). Sesin frekans, şiddet ve süresinin ayırt edebilmek zamansal işleme için temeldir (McArthur, Ellis, Atkinson ve Coltheart, 2008). Bu bağlamda literatürdeki çalışmaların frekans ayırt etme, sesli fonem ayırt etme/ ünsüz-ünlü ayırt etme (Mcarthur ve ark., 2008), prozodi çalışmaları (Sharma, Purdy ve Kelly, 2012), arka plan gürültüde işitsel ayırt etme (Jutras ve ark., 2019; Loo, Rosen ve Bamiou, 2016) egzersizlerinin bir arada yapıldığı çalışmalar gösterilmiştir. Literatürde yer alan ve uygulama basamakları tanımlanmış bazı eğitim programları aşağıda açıklanmıştır.

Fonemik (Sesbirim) Eğitim Programı

Santral işitsel işleme bozukluğu davranış sınıflama modellerinden Buffalo Model (*bkz. Gürültüde Konuşma Eğitimi*) temelinde geliştirilmiş diğer bir terapi programıdır. Fonemik Eğitim Programı (FEP) işitsel çözümleme becerisine yöneliktir. Konuşmayı anlamada, okumayı öğrenmede testlerle ortaya konan yetersizlikleri azaltmak üzere, seslerin fonetik

sınırlarını daraltmayı ve dolayısıyla algıyı keskinleştirmeyi amaçlar. Teknik, yakın bir mesafeden canlı ses ile çok tekrarlı olarak konuşma sesleri (fonemler) dinletilerek uygulanır. Ortam konuşma seslerin netliğinin optimum olacağı şekilde düzenlenir. Dudak okumaya izin verilmez. Konuşma seslerini gösteren, üzerinde harfler olan kartlar kullanılır. Sadece harf değil, seslerin akustik farklılıklarını gösteren vurgu işaretleri de kullanılır. Örneğin uzun bir /a/ ve kısa bir /a/ arasındaki ayırtma bir işaretlerle gösterilir. Kartların üzerinde çalışılan ses ile ilgili anahtar kelimeler de olabilir. “Fonem Hata Analizi” adı verilen değerlendirme yöntemi ile önce birey için en zor sesler belirlenir. Eğitim dört sesle başlar. Başlangıçta seçilen bu sesler birey için zor olan seslerdir. Ancak başlangıçta, ayırt etme çalışmaları sırasında birbiri ile karışması kolay olan sesler bir arada kullanılmaz. Sesler yukarıda anlatılan yöntemle tek tek tanıtılır. Burada amaç beyinde oluşmuş hatalı kayıt yerine yeni ve doğru bir kayıt oluşturmaktır. Programın uygulama basamakları araştırmacılar tarafından tanımlanmıştır. Araştırmacılar aslında basit bir prosedür olan bu programın küçük çocuklardan yaşlılara kadar geniş bir yaş aralığında SİİB’den etkilenmiş bireylerde şaşırtıcı derecede olumlu gelişmelere katkı sağladığını belirtmişlerdir (Katz ve ark., 2015).

Fonemik Sentez Terapi Yöntemi

Dinleyicilerin, bir dinleme cihazı ile kayıtlı konuşma seslerini dinlediği ve verilen sözcüğü oluşturmak için bu sesleri kullandığı bir çalışmadır. Buffalo Model terapi yaklaşımlarındandır. Bu prosedür hem FEP programını güçlendirir hem de eğitimi daha üst seviyeye çıkarır. Bu çalışma, sadece seslerin doğru şekilde çözümlenmesini değil, aynı zamanda sesleri akılda tutmayı, uygun sıraya koymayı ve sonuçları sözlerle ilişkilendirmeyi gerektirir. Eğitim toplamda 15 seanstan oluşur. Görsel kartlara da yer verilen eğitimde sık tekrar önemlidir. Sözcükler yavaş yavaş geliştirilir. Geliştirme örneğin üç sestten oluşan bir kelimeye yeni bir ses ekleyerek ya da seslerin yeri değiştirilerek anlamlı yeni bir kelimeye gidilmesi olabilir. Programın sonuna doğru fonemik analiz başlatılır. Fonemik analiz için bireyden, verilen kelime içindeki konuşma seslerini ayırması istenir. Terapi programlarının sonuçları değerlendirmek üzere üç yöntem önermişlerdir: Terapide kullanılan materyaller bazında nasıl ilerleme gösterildiği; ön test-son test değerlendirmesi; SİİB semptomlarındaki değişimin değerlendirilmesi. Araştırmacılar uyguladıkları terapiler için bahsedilen üç bağlamda yaptıkları değerlendirme sonuçlarına göre Çözümleme Terapileri’nin çözümleme ile ilişkilendirilen problem durumlar üzerinde olumlu etkilerinin olduğunu belirtmişlerdir (Katz, 2009).

Bellis (2011)’in, SİİB için önerdiği terapi aktivitelerinden işitsel ayırt etme (kod çözme) becerilerine yönelik örnekler aşağıda sunulmuştur.

Fonolojik farkındalık aktiviteleri: Özellikle işitsel kod çözme bozukluğu için önerilmiştir. Konuşma sesi işlemlemeye odaklanır. Benzer konuşma seslerini ayırt etme (ba ve da); fonemin kelime içindeki pozisyonunu belirleme (başta-ortada-

sonda); kelime içindeki fonemleri belirleme, ayrı ayrı verilen fonemlerden kelime oluşturma; fonem-harf eşleştirme benzeri etkinlikleri içerir.

İşitsel tamamlama aktiviteleri: İşitsel kodları çözmeye ve diğer tüm işitsel tamamlama zorluğu olanlar için önerilmiştir. Eksik parçaları tamamlamak için durumun ya da konuşmanın bağlamına odaklanılır. Küçük çocuklar için bilinen tekerlemelerde eksik kelime bırakma, daha büyük çocuklar ve yetişkinler için cümlede kelimeyi eksik bırakma, kelimedeki sesleri eksik bırakma benzeri etkinlikleri içerir.

Zamansal örüntü eğitimi: Prozodi bozukluğu gibi vurgu ve perdedeki dilsel olmayan değişiklikleri algılama yeteneğinin etkilendiği SİİB türü için önerilir. Buradaki odak konuşma seslerinin kendisi değil, işitsel uyaranların zaman içinde ritmi, vurgusu ve perdesidir. Karmaşıklık ve uzunluğu giderek artan bir alkış dizisini taklit etme, bir dizideki seslerden hangisinin frekans/şiddetinin yüksek, süresinin uzun olduğunu belirleme gibi etkinlikleri içerir.

Prozodi eğitimi: Prozodi bozukluğu için önerilir. Duygu ifadeleri, cümle vurgusu için rol yapma, okuma gibi etkinlikleri içerir (Bellis, 2011).

Farazi, Dastgerdi, Lotfi, Moossavi ve Bakhshi, 2023 yılında yaptıkları çalışmada zamansal işleme bozukluğu teşhisi almış ve kekemeliği olan çocuklarla çalışmışlardır. Zamansal işleme dayalı bir işitsel eğitim programının kekemelik şiddetini hafifletme üzerindeki etkisini araştırmayı amaçlamışlardır. İşitsel zamansal işleme eğitimi için, boşluk tespiti (gap detection), zamansal maskeleyme (backward masking) ve süre örüntü uygulamaları (duration pattern practices) olmak üzere zamansal işleminin üç alanına yönelik uygulamalar yapmışlardır. Araştırma sonuçlarına göre, düzenli bir konuşma terapisi programı eşliğinde işitsel zamansal eğitim kekemeliği olan çocuklar için faydalı olduğu sonucuna varmışlardır.

Tomlin ve Vandali (2019), Frekans Patern Testindeki performansa dayalı olarak zamansal işleme bozukluğu teşhisi almış çocuklara yönelik zamansal işitsel eğitim programı hazırlamışlardır. “aTune” olarak adlandırılan bu programda müzikal perde eğitimi uygulanmıştır. Mevcut çalışmada kullanılan aTune versiyonu, her biri on ayrı seviyeden oluşan dört eğitim aşaması içerir. Bir sonraki aşamaya geçmeden önce her seviyenin tamamlanması gerekir. Eğitim öncesi ve sonrası Frekans Patern Testi performansı karşılaştırılmıştır. Eğitimin tamamlanmasının ardından Frekans Patern Testinde önemli, sürdürülebilir gelişmeler bulmuşlardır (Tomlin ve ark., 2019).

Aşağıdan yukarıya terapi yöntemleri olarak da adlandırılan “işitsel becerilerin iyileştirilmesi” eğitimlerinin çoğu artık bilgisayar destekli programlarla gerçekleştirilebilmektedir. İşitsel ayırtma, binaural ve interhemisferik işleme ve zamansal işleme dâhil olmak üzere, değerlendirilebilen hemen hemen her

işitsel beceri için bilgisayar destekli programlar kullanılabilir. Bu programlarda, sesli-sessiz ses kombinasyonları oluşturma, sinyal süresini ya da frekans özelliklerini değiştirme, sinyal-gürültü oranını değiştirerek uyaran sunma benzeri egzersizler kolaydan zora bir sıralama ile sunulur. Fast Forward (Tallal ve ark., 1996), LACE (Martin, 2007) Aerobics (Loo, Bamiou, Campbell ve Luxon, 2010) HearBuilder (Hodgson ve Holland, 2010) Acoustic Pioneer 13 (Barker, 2015) programları işitsel eğitim amacıyla kullanılan program örnekleridir.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Santral işitsel işleme bozukluğu olan bireylerin sözel iletişim becerilerini geliştirmeye yönelik yöntemlerden bir tanesi olan “doğrudan işitsel becerilerin iyileştirilmesi” programlarının incelenmesinin amaçlandığı bu çalışmada, geleneksel derleme yöntemi kullanılarak konu ile ilgili literatür taraması yapılmıştır. Literatürde SİİB’nin tanısı ile ilgili mevcut tartışmalar ile ilgili olarak teşhis için kullanılan kriterlerden bağımsız olarak SİİB tanısı almış olduğu bildirilen çocukların dâhil olduğu, işitsel becerilerin iyileştirilmesi için önerilen formal terapi çalışmaları bu derlemenin kapsamı içine alınmıştır. İşitsel işleme kulakta sinyal alımıyla başlayıp kişinin işlemediklerinin bir çıktısı olacak nitelikte bir yanıt vermesi ile sona eren bir beceriler dizisidir. Bu yönüyle birden çok beyin alanının katılımını gerektiren karmaşık bir doğaya sahiptir. Bu karmaşık yapı göz önüne alındığında SİİB değerlendirmek üzere geliştirilmiş ve kullanılagelen testlerin hiçbirinin yalnızca tek bir işitsel beceriyi değerlendiremediği görülür. Değerlendirmeden elde edilen sonuçlara dayanan terapi programlarının da bu nedenle bazılarının özellikle bir beceriyi öne çıkardığını, bazı programların ise birbiriyle yakın ilişkili becerileri bir arada ele aldığı görülmektedir. Literatürde incelenen işitsel eğitim programlarının çerçevesini belirleyen temel unsurlar, eğitimin süresi ve sıklığı; kullanılan uyaran türü; zorluğu; performans değerlendirmesi; kalıcılığı ve diğer becerilere transferi olarak öne çıkmaktadır. Eğitimin süresi ve sıklığı çalışmalar arasında değişkenlik göstermekte ancak haftada üç ila dört kez 20 ila 30 dakikalık bir eğitim programı uygulamasının yaygın bir durum olduğu görülmektedir. Başarılı sonuç rapor edilmiş çoğu çalışmada kısa sürede çok sayıda eğitim seansı uygulandığı söylenebilir. Kullanılan uyaran türünün, eğitimde hedeflenen işleme yeteneğine bağlı olarak değiştiği, konuşma sesleri, kelime ve cümleler, konuşma sesi olmayan sesler için şiddet, süre, frekans farklılıklarına, uyaranlar arası aralıklar ve monotik, diotik ya da dikotik olması gibi faktörlere göre değişen uyaranlar kullanıldığı görülmektedir. İncelenen çalışmalarda performans değerlendirmesi için ağırlıklı olarak davranışsal testler ve anket/ölçekler olmakla beraber elektrofizyolojik yöntemlerin de kullanıldığı görülmüştür. Davranışsal testler SİİB testleri, dil değerlendirme testleri, okuma becerisi testleri kullanılmıştır. SİİB’nun özelliklerinin her birey için yelpazenin çok farklı uçlarında olabildiği, herhangi bir eğitim programını uygulamadan önce problemin doğasının çok iyi anlaşılması ve işitsel eğitim programının kişiye özel olması gerekliliğine

vurgu yapılmıştır. Çalışmaların sonuçları incelendiğinde, genel olarak terapilerin SİİB üzerinde iyileştirici etkileri olduğu bildirilmiştir. Nöroplastisite yeteneğine dayanarak bu terapilerde kullanılan işitsel eğitim ile bazı SİİB olgularının tedavi edildiği görülmektedir. Ancak öne çıkan bir konu, terapilerin etkilerinin değerlendirilmesi konusunda standart kriterlere ulaşmada zorluktur. Terapi sonucunda görülen olumlu değişimlerin olgunlaşma, kişinin aldığı diğer eğitimler ve günlük etkileşimler gibi kontrolsüz faktörlerin etkisinden ayrı değerlendirmede sınırlılıklar olduğunun altı çizilmiştir. Terapi süresi, uygulama sıklığı faktörlerinin çalışmadan çalışmaya değişkenlik göstermesi de yöntemlerin standartlaştırılması konusunda diğer bir sınırlılıktır. Benzer şekilde eğitimlerin uzun dönem sonuçlarının ve terapide çalışılmayan becerilere genelleme durumunun bildirilmesinin yöntemlerin standartlaştırılmasına katkı sağlayacağı düşünülmektedir. İşitsel becerilerin iyileştirilmesi ya da işitsel eğitim yaklaşımlarının standartlar oluşturularak kliniklerde kullanımının yaygınlaştırılması SİİB olan hastalara müdahale için önem arz etmektedir.

KAYNAKLAR

- American Speech-Language-Hearing Association. (2005). (Central) auditory processing disorders [technical report]. http://www.ak-aw.de/sites/default/files/2016-12/ASHA_CAPD_2005.pdf
- Barker, M. (2015). Zoo Caper Skyscraper and Insane Earplane. Computer software.
- Bellis, T. J. (2011). Assessment and management of central auditory processing disorders in the educational setting: From science to practice. Plural Publishing.
- Burk, M. H., Humes, L. E., Amos, N. E., & Strauser, L. E. (2006). Effect of training on word-recognition performance in noise for young normal-hearing and older hearing-impaired listeners. *Ear and Hearing, 27*(3), 263–278. [CrossRef]
- Buschman, T. J., & Miller, E. K. (2007). Top-down versus bottom-up control of attention in the prefrontal and posterior parietal cortices. *science, 315*(5820), 1860–1862. [CrossRef]
- Cameron, S., Dillon, H., & Newall, P. (2006). The listening in spatialized noise test: an auditory processing disorder study. *Journal of the American Academy of Audiology, 17*(05), 306–320. [CrossRef]
- Chermak, G. D., Bamiou, D. E., Iliadou, V., & Musiek, F. E. (2017). Practical guidelines to minimise language and cognitive confounds in the diagnosis of CAPD: a brief tutorial. *International journal of audiology, 56*(7), 499–506. [CrossRef]
- Farazi, M., Dastgerdi, Z. H., Lotfi, Y., Moossavi, A., & Bakhshi, E. (2023). Effect of an auditory temporal training program on speech fluency of children with developmental stuttering. *Iranian Journal of Child Neurology, 17*(1), 39.
- Ferre, J. M. (2016). Treating central auditory processing disorders (CAPDs) among children and adults. *Canadian Audiologist, 3*(4).
- Fey, M. E., Richard, G. J., Geffner, D., Kamhi, A. G., Medwetsky, L., Paul, D., ... & Schooling, T. (2011). Auditory processing disorder and auditory/language interventions: An evidence-based systematic review. [CrossRef]
- Grube, M., Cooper, F. E., Kumar, S., Kelly, T., & Griffiths, T. D. (2014). Exploring the role of auditory analysis in atypical compared to typical language development. *Hearing Research, 308*, 129–140. [CrossRef]
- Hodgson, A. B., & Holland, N. E. (2010). Webber HearBuilder phonological awareness efficacy study: Improved phonological awareness skills for at-risk students. Greenville, SC: Super Duper Publication.
- Jutras, B., Lafontaine, L., East, M. P., & Noël, M. (2019). Listening in noise training in children with auditory processing disorder: Exploring group and individual data. *Disability and Rehabilitation, 41*(24), 2918–2926. [CrossRef]
- Kamhi, A. G. (2011). What speech-language pathologists need to know about auditory processing disorder. [CrossRef]
- Katz J. (1992) Classification of auditory processing disorders. In: Katz J, Stecker N, Henderson D, eds. Central Auditory Processing: A Transdisciplinary View. Chicago, IL: Mosby Yearbook; pp 81–92.
- Katz, J. (2009). Therapy for auditory processing disorders: simple effective procedures. Prairie Village, Kan. Print.

Ethics Committee Approval:

Peer-review: Externally peer-reviewed.

Author Contributions: Concept – A.K.C.; Design – A.K.C, C.A, E.D.D; Supervision – A.K.C; Resources – A.K.C, E.D.D, C.A; Data Collection and/or processing – A.K.C, C.A, E.D.D; Analysis and/or interpretation – A.K.C, E.D.D, C.A; Literature Search – C.A, E.D.D; Writing Manuscript– A.K.C, E.D.D, C.A

Conflict of Interest: No conflict of interest.

Financial Disclosure: None.

Etik Kurul Onayı:

Hakem Değerlendirmesi: Dış Bağımsız.

Yazar Katkıları: Yazar Katkıları: Fikir– A.K.C; Tasarım – A.K.C, C.A, E.D.D; Denetleme – A.K.C; Kaynak – A.K.C, E.D.D, C.A; Veri Toplanması ve/veya İşlemesi – A.K.C, C.A, E.D.D; Analiz ve/veya Yorum – A.K.C, E.D.D, C.A; Literatür Taraması – C.A, E.D.D; Yazıyı Yazan – A.K.C, E.D.D, C.A

Çıkar Çatışması: Yoktur.

Finansal Destek: Finansal destek kullanılmamıştır.

- Katz, J., & Smith, P. (1991). A ten minute look at the CNS through the ears: Using the SSW test. Windows on the brain: Neuropsychology technical frontiers. *Annals of the New York Academy of Science, 620*, 1–19. [CrossRef]
- Katz, J., Chasin, M., English, K., Hood, L. J., & Tillery, K. L. (2015). Central auditory processing disorder: therapy and management. *Handbook of Clinical Audiology* (pp. 566-570). Philadelphia: Wolters Kluwer.
- Katz, J., Chertoff, M., & Sawusch, J. R. (1984). Dichotic training. *Journal of Auditory Research, 24*(4), 251–264.
- Kaul, K., & Lucker, J. R. (2016). Auditory processing training with children diagnosed with auditory processing disorders: therapy based on the buffalo model. *Journal of Educational, Pediatric & (Re) Habilitative Audiology, 22*.
- Kraus, N., & McGee, T. J. (1994). Mismatch negativity in the assessment of central auditory function. *American Journal of Audiology, 3*(2), 39–51. [CrossRef]
- Küçük Ceyhan, A., Dere, H. H., & Mujdeci, B. (2022). Evaluating the Effectiveness of a New Auditory Training Program on the Speech Recognition Skills and Auditory Event-Related Potentials in Elderly Hearing Aid Users. *Audiology and Neurotology, 27*(5), 368–376. [CrossRef]
- Kumar, P., Singh, N. K., & Hussain, R. O. (2021). Efficacy of computer-based noise desensitization training in children with speech-in-noise deficits. *American Journal of Audiology, 30*(2), 325–340. [CrossRef]
- Loo, J. H. Y., Bamiou, D. E., Campbell, N., & Luxon, L. M. (2010). Computer-based auditory training (CBAT): benefits for children with language-and reading-related learning difficulties. *Developmental Medicine & Child Neurology, 52*(8), 708–717. [CrossRef]
- Loo, J. H. Y., Rosen, S., & Bamiou, D. E. (2016). Auditory training effects on the listening skills of children with auditory processing disorder. *Ear and Hearing, 37*(1), 38–47. [CrossRef]
- Lotfi, Y., Moosavi, A., Zamiri Abdollahi, F., & Bakhshi, E. (2019). Auditory lateralization training effects on binaural interaction component of middle latency response in children suspected to central auditory processing disorder. *Indian Journal of Otolaryngology and Head & Neck Surgery, 71*, 104–108. [CrossRef]
- Martin, M. (2007). Software-based auditory training program found to reduce hearing aid return rate. *The Hearing Journal, 60*(8), 32–34. [CrossRef]
- McArthur, G. M., Ellis, D., Atkinson, C. M., & Coltheart, M. (2008). Auditory processing deficits in children with reading and language impairments: Can they (and should they) be treated?. *Cognition, 107*(3), 946–977. [CrossRef]
- Moncrieff, D. W., & Wertz, D. (2008). Auditory rehabilitation for interaural asymmetry: preliminary evidence of improved dichotic listening performance following intensive training. *International Journal of Audiology, 47*(2), 84–97. [CrossRef]
- Moncrieff, D., Jerger, J., Wambacq, I., Greenwald, R., & Black, J. (2004). ERP evidence of a dichotic left-ear deficit in some dyslexic children. *Journal of the American Academy of Audiology, 15*(07), 518–534. [CrossRef]

- Moore, D. R., Rosen, S., Bamiou, D. E., Campbell, N. G., & Sirimanna, T. (2013). Evolving concepts of developmental auditory processing disorder (APD): a British Society of Audiology APD special interest group 'white paper'. *International journal of audiology*, 52(1), 3–13. [CrossRef]
- Musiek, F. E. (2004). The DIID: a new treatment for APD. *The Hearing Journal*, 57(7), 50. [CrossRef]
- Musiek, F. E., & Chermak, G. D. (2015). Psychophysical and behavioral peripheral and central auditory tests. *Handbook of clinical neurology*, 129, 313–332. [CrossRef]
- Musiek, F.E. & Chermak, G. D. (2014). Handbook of Central Auditory Processing Disorder Volume 1: Auditory Neuroscience and Diagnosis. (2nd ed., pp. 158–161). San Diego: Plural Publishing.
- Näätänen, R., Paavilainen, P., Rinne, T., & Alho, K. (2007). The mismatch negativity (MMN) in basic research of central auditory processing: a review. *Clinical neurophysiology*, 118(12), 2544–2590. [CrossRef]
- Sharma, M., Purdy, S. C., & Kelly, A. S. (2012). A randomized control trial of interventions in school-aged children with auditory processing disorders. *International journal of audiology*, 51(7), 506–518. [CrossRef]
- Souza, M. A. D., Passaglio, N. D. J. S., & Lemos, S. M. A. (2016). Language and auditory processing disorders: literature review. *Revista CEFAC*, 18, 513–519. [CrossRef]
- Tallal, P., Miller, S. L., Bedi, G., Byma, G., Wang, X., Nagarajan, S. S., ... & Merzenich, M. M. (1996). Language comprehension in language-learning impaired children improved with acoustically modified speech. *Science*, 271(5245), 81–84. [CrossRef]
- Tomlin, & Vandali (2019). Efficacy of a deficit specific auditory training program for remediation of temporal patterning deficits. *International journal of audiology*, 58(7), 393–400. [CrossRef]
- Weihing, J., Chermak, G. D., & Musiek, F. E. (2015). Auditory training for central auditory processing disorder. In *Seminars in hearing* (Vol. 36, No. 04, pp. 199–215). Thieme Medical Publishers. [CrossRef]