



KLİNİK ÇALIŞMA

ÇOCUKLARDA SANTRAL İŞİTSEL İŞLEMLEME BOZUKLUĞUNA KBB HEKİMLERİNİN YAKLAŞIMI

Dr. Işık Sibel KÜÇÜKÜNAL 

Gazi Üniversitesi, Dil ve Konuşma Terapisi Bölümü, Ankara, Türkiye

ÖZET

Bu derlemenin amacı, çocuklarda Santral İşitsel İşleme Bozukluğu (SİİB) halinde KBB hekimlerinin erken tanı ve tedavi süreçlerinde birinci basamakta üstlendikleri rolü ve bu bozukluğa yönelik yaklaşımlarını ele almaktır. SİİB, odyolojik değerlendirme sonucu işitme eşikleri, zekâ seviyesi ve dil becerilerinin normal olmasına rağmen, günlük yaşamda konuşmaları dinlerken anlamada zorluk yaşanmasıdır. Çocuklar için SİİB'nin erken tanınması, akademik, sosyal ve duygusal gelişim açısından akranlarından geri kalmaması konusunda kritik bir rol oynar. Bu bağlamda mevcut yazıda tanı sürecinde KBB hekiminin rolü, gerekli ölçümler, davranışsal testler ve ayırıcı tanı başlıkları ele alınmıştır. Bozukluğun doğasının keşfedilmesi, SİİB'nin doğru tanınabilmesi ve buna özgü eğitim programlarının hazırlanması için önem teşkil etmektedir ve bu sayede doğru tedavi teknikleri kullanılarak mevcut sorunlar etkili bir şekilde giderilebilmektedir.

Anahtar Sözcükler: İşitsel işleme bozukluğu, davranışsal testler, akustik refleks, işitme kaybı, yüksek frekans

ENT PHYSICIANS' APPROACH TO CENTRAL AUDITORY PROCESSING DISORDER IN CHILDREN

SUMMARY

This review aims to discuss the role of ENT physicians in the early diagnosis and therapy of Central Auditory Processing Disorder (CAPD) in children in primary care and their approaches to this disorder. CAPD is difficulty listening to and understanding speech in daily life, despite normal hearing thresholds, intelligence level, and language skills, as determined by audiologic evaluation. Early diagnosis of CAPD is critical in ensuring children do not fall behind their peers in academic, social, and emotional development. In this context, the role of the ENT physician in the diagnostic process, necessary measurements, behavioral tests, and differential diagnosis are discussed in the present article. Discovering the nature of the disorder is important for the correct diagnosis of CAPD and the preparation of specific educational programs, so that existing problems can be effectively addressed using the right therapy techniques.

Keywords: Auditory Processing Disorder, Behavioral Test, Acoustic Reflex, Hearing Loss, High-Frequency

GİRİŞ

Santral İşitsel İşleme Bozukluğunun Tanımı

Santral işitsel işleme bozukluğu, saf ses işitme testi, zekâ ve hatta dil gelişimi normal olmasına rağmen günlük hayatta konuşmaları dinlerken anlama güçlüğü yaşanmasıdır.

Santral İşitsel işleme, "what we do what we hear" genel kullanım ifadesiyle "yaptıklarımız duyduklarımızdır" olarak tanımlanmıştır. Bu ifade; konuşmamızın, Santral Sinir Sisteminin (SSS) aldığı işitsel bilgileri işlemesi sonucu şekillendiğini anlatmaktadır. İşitsel sistem iki alt sistemden oluşmaktadır: akustik dalgaları işitme siniri ve işitsel yollar aracılığıyla alıp beyne ileten periferik işitsel sistem ve beyin sapı, talamus ve korteksi içeren

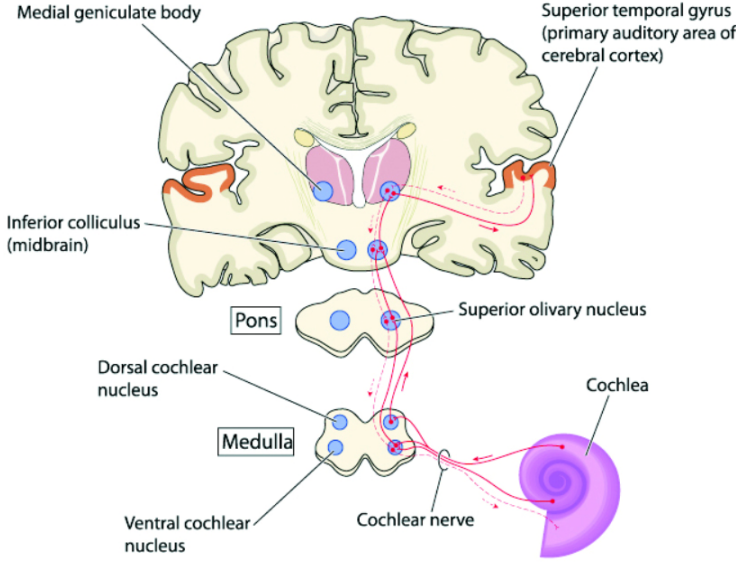
ve akustik uyarıyı analiz eden santral işitsel sistem. Prefrontal korteks daha sonra işitsel bilginin yorumlanmasında ve karmaşık seslere uygun tepkilerin üretilmesinde rol oynar. İşitsel bilgi bu yoldan geçerken sesin hızı, konumu, frekansı ve şiddeti gibi bilgiler bu yapıların uzamsal ve zamansal özellikleri aracılığıyla aktarılır. Santral İşitsel İşleme Bozukluğu (SİİB), işitsel yola ait işitme mekanizmasının bilgi işlemlerindeki bozukluk ve buna bağlı olarak beynin bozuk bilgiyi işlemlerinden kaynaklanır. İşitme süreçlerinde işlevsel bozukluklara yol açmasının yanı sıra, dil bozuklukları, hafıza sorunları ve dikkat eksiklikleri gibi genel eksikliklere de yol açabilmektedir.^{1,2}

SİİB okul çağındaki çocuk nüfusunun %2-7'sinde görülür. Bu bozukluklar, çocuğun ortalama veya ortalamanın üzerindeki zihinsel yeteneklerine bakılmaksızın öğrenme ilerlemesini engelleyen en ciddi nörogelişimsel bozukluklar arasındadır. Özellikle, SİİB olan çocukların yaklaşık yarısında, disleksi, dikkat eksikliği bozukluğu ve/veya dikkat eksikliği ve hiperaktivite bozukluğu (DEHB) gibi öğrenme güçlüklerine rastlanmaktadır.³

İletişim kurulacak yazar: Dr. Işık Sibel KÜÇÜKÜNAL, Gazi Üniversitesi, Dil ve Konuşma Terapisi Bölümü, Ankara, Türkiye, E-mail: sibelkucukunal@gazi.edu.tr

Gönderilme tarihi: 25 March 2025, revizyonun gönderildiği tarih: 05 June 2025, yayın için kabul edilme tarihi: 14 July 2025

Kaynak gösterimi Küçükunal I. S. Çocuklarda Santral İşitsel İşleme Bozukluğuna KBB Hekimlerinin Yaklaşımı. KBB- Forum 2025;24(3):176-186



Şekil 1: İşitsel yol

Etiyolojik Faktörler

Santral işitsel işleme bozukluğunun etiyolojisi çok yönlüdür ve kesin bir etiyolojik faktör bulunmamaktadır. Prematüre doğum, perinatal oksijen yoksunluğu, nöroenfeksiyonlar gibi çeşitli nedenlerin yanı sıra bebeklik döneminde görülen viral enfeksiyonlar, SSS yaralanmaları, tümörler, felçler, toksik maruziyetler, uzun süreli ya da tekrarlayan orta kulak enflamasyonu gibi faktörlerden de kaynaklanabilmektedir. Sayılan faktörler işitsel gelişimin önemli aşamalarında görüldüğünde SİİB'ye yol açabilmektedir. Ek olarak, genetik faktörlerin de SİİB oluşumunda rol oynadığı görülmektedir. Özellikle, normal bir odyograma rağmen dinlediğini anlama ile ilgili sorunlar ve işitsel işleme görevlerinde (örneğin bozulmuş konuşmayı anlama) düşük performans, genel olarak SİİB'nin görünüm şekillerindendir.^{4,5}

Efüzyonlu Otitis Media (EOM), en yaygın çocukluk çağı hastalıklarındandır ve 0-5 yaş arası çocukların yaklaşık üçte ikisinde görülmektedir. EOM, prevalansı genel olarak %6-7 civarında değişmekte olup, 6-8 yaş arasında bu oran yaklaşık %10'a kadar çıkmaktadır.

Sık orta kulak enflamasyonu, çocuklarda orta kulak hastalığı geçtikten sonra bile SİİB'ye yol açarak dil ve öğrenme gecikmelerine sebep olabilmektedir. Bu nedenle, sık soğuk algınlığı

veya kronik orta kulak hastalığı öyküsü olan çocuklar, SİİB belirtileri açısından izlenmeli ve KBB uzmanı tarafından değerlendirilmelidir.⁶⁻⁸ Bu çocuklarda çocuk yaşta semptom vermeyen en düşük düzeyde işitme kaybı bile ilerleyen yaşlarda SİİB'ye yol açabildiğinden, gerekli hallerde medikal tedavi ve/veya amplifikasyon desteği sağlanması işitme sağlığı açısından göz ardı edilmemelidir.

Semptomlar

Santral işitsel işleme bozukluğu semptomlarında yelpaze çok geniş olmakla birlikte, akademik, bilişsel, psikolojik ve emosyonel güçlükler neden olabilmektedir.^{9,10,11,12,13} Aşağıda ki tabloda SİİB belirtileri gösterilmiştir (Tablo 1).

Ayırıcı Tanı

Dikkat Eksikliği Hiperaktivite Bozukluğu

SİİB ve DEHB, her ikisi de çocuklarda dikkat dağınıklığı, dinleme güçlükleri ve akademik performans düşüklüğü gibi benzer davranışsal semptomlar gösteriyor olsalar da farklı bozukluklardır. SİİB'li bireylerin işitme testleri normal olmakla birlikte bu bireyler gürültülü ortamlarda konuşmaları anlamakta zorluk çekmektedirler. DEHB'li çocuklarda duyuşal işleme zorluklarının sık görülmesi sebebiyle SİİB, sehven, DEHB'nin bir sonucu ya da parçası olarak değerlendirilebilmektedir. Ancak SİİB beyindeki ses işleme süreciyle, DEHB ise dikkat ve dürtü kontrolüyle ilişkilidir. Bu durumlar doğru değerlendirme ile birbirinden ayırt edilebilir.^{1,14-16}

Öğrenme Güçlüğü

Ayırıcı tanıda bir diğer bozukluk ise öğrenme güçlükleridir. Öğrenme güçlükleri, okuma (disleksi), yazma (disgrafi) veya matematik (diskalkuli) gibi belirli akademik becerilerde güçlük çekmeyi ifade eder. Bu bozukluklar öğrenme için gerekli bazı bilişsel işlevlerle ilgili bozukluklardan kaynaklanmaktadır.¹⁷

İşitsel Nöropati Spektrum Bozukluğu

İşitsel Nöropati Spektrum Bozukluğu (İNSB), iç tüy hücreleri, işitme siniri veya bunların sinapslarındaki bozuklukları tanımlar. Bireylerin işitsel özellikleri, işitme kaybının dalgalanan doğası nedeniyle büyük değişkenlik gösterebilir. Bu bozukluk, konuşma algısındaki zorluklar nedeniyle çeşitli işlevsel sorunlara yol



açabilir. Sensörinöral veya iletim tipi işitme kaybı ise işitsel işleme ve binaural işitme gelişimini engelleyerek bilişsel gelişimi olumsuz etkileyebilir.¹⁸⁻²⁰

Santral İşitsel İşleme Bozukluğu ve İşitsel Nöropati Spektrum Bozukluğu:

Ayırıcı Özellikler

SİİB bireyin işitmesi normal olmasına rağmen, her iki kulaktan gelen konuşma seslerinin birleştirilerek işlenmesinde zorluk yaşaması durumudur. Bireyin işitme düzeyi normalken, işitsel sistemin merkezi kısmında yaşanan bozuklukları ifade etmektedir. Yani, birey konuşulan sesleri normal bir şekilde duyabilir ancak karmaşık sesleri anlamada güçlük çekebilir. Özellikle çevresel gürültülerin veya birden fazla konuşmanın bulunduğu ortamlarda, konuşmayı anlamada güçlük çekilir. Buna karşın, İNSB genellikle hafif ila orta düzeyde işitme kaybı ile karakterizedir. İşitme kaybı, hem Auditory Brainstem Response (ABR) hem de otoakustik emisyon testleri gibi objektif ölçümlerle doğrulanabilir. Her iki bozukluk da konuşulanları anlamada güçlük yaşanmasına yol açsa da patofizyolojik kökenleri birbirinden tamamen farklıdır. SİİB'de işitme fizyolojik olarak normaldir; birey yalnızca belirli dinleme koşullarında, özellikle arka plan gürültüsünün bulunduğu ortamlarda anlamada zorluk çeker. İNSB'de ise işitme kaybı mevcut olduğu için kişi tüm konuşmaları anlamakta zorlanır. Dil gelişimi açısından değerlendirildiğinde; SİİB'li bireylerde, işitme işlevi korunduğundan, dil gelişimi genellikle normal seyreder. Ancak bu bireyler, özellikle sınıf ortamı, günlük hayat, sokak veya pazar gibi arka plan gürültüsünün yoğun olduğu ortamlarda konuşmayı anlamakta zorlanabilirler. Buna karşın, İNSB'li bireylerde işitme kaybı dil gelişimini olumsuz etkiler; konuşma gelişimi ya oldukça yavaş ilerler ya da hiç gelişmeyebilir. Bu durum, işitme kaybının derecesine bağlı olarak değişkenlik gösterebilir.⁸

İNSB, işitsel sinir yollarındaki disfonksiyon ile karakterize edilen bir işitsel işlev bozukluğudur. Bu bağlamda İNSB ile beyin sapı ve bazal ganglionlardaki anormallikler arasındaki ilişkinin anlaşılması, bu yapılarla ilişkili mekanizmaların ve işlevsel sonuçların kapsamlı bir şekilde incelenmesini gerektirir.

1. Patofizyolojik Mekanizmalar: İNSB'de kokleadaki dış tüy hücreleri normal şekilde işlev

görür; ancak ses sinyallerinin kokleadan beyne iletimi bozulur. Spesifik olarak, işlev bozukluğu iç tüy hücrelerinde, sinapslarında veya işitme sinirinin kendisinde meydana gelebilir ve bu da çeşitli işitsel işleme zorluklarına neden olmaktadır.²¹ İNSB tanısı konan çocuklarda işitsel işleme ile ilgili beyin bölgelerindeki yapısal değişiklikler vurgulanarak, merkezi işlev bozukluğunun beyin sapı ve muhtemelen bazal ganglionlar dahil olmak üzere işitsel algıda yer alan beyin yapılarına kadar uzanabileceğini göstermektedir.²²

2. Santral İşitsel İşleme: Beyin sapı, işitsel sinyallerin işlenmesinde çok önemli bir rol oynar. İNSB'de yapılan çalışmalar, bazı işitsel bilgilerin daha yüksek işitsel merkezlere ulaşabildiğini, ancak bu yolların bütünlüğünün genel işitsel işleme yeteneklerini etkilediğini göstermektedir. İNSB'li çocuklarla yapılan görüntüleme çalışmaları, beyin sapındaki sapmaların bu hastalarda gözlenen işitsel sinyal işlemedeki yetersizliklere katkıda bulunabileceğini göstermekte ve İNSB'yi teşhis ve tedavi ederken beyin sapı işlevselliğini incelemenin gerekliliğinin altını çizmektedir. Ayrıca, çeşitli bilişsel ve motor işlevlerin ayrılmaz bir parçası olan bazal ganglionlar da işitsel işlemeyi dolaylı olarak etkileyebilir. Bazal ganglionların işitsel yollarla bağlantısının ve işlevsel öneminin araştırılması, İNSB'li bireylerde konuşma üretimi gibi motor eylemlerin nasıl etkilenebileceğine dair içgörü sağlayabilir. Bu bağlantı, İNSB'li bazı bireylerin neden dil ve iletişim becerilerinde zorluklarla karşılaştığını açıklamaya yardımcı olabilir.²²

3. Klinik Özellikler: İNSB tanısı alan bireyler, otoakustik emisyonların (OAE) varlığı ile gösterildiği üzere genellikle normal koklear fonksiyonlara sahip olmalarına rağmen, iç tüy hücreleri veya bu hücrelerle işitsel sinir arasındaki sinaptik bağlantılar düzeyindeki işlev bozuklukları nedeniyle anormal işitsel beyin sapı yanıtları (ABR) sergilerler.²³ Öte yandan, SİİB'li bireyler tipik olarak fonemik farkındalık, işitsel ayırt etme ve akademik performansı olumsuz yönde etkileyen sözlü talimatları takip etmede zorluklar yaşarlar.²⁴ Bu semptomlar, periferik işitsel işlev bozukluğundan ziyade merkezi işleme sorunlarının göstergesidir.

4. Teşhis Zorlukları: İNSB'nin teşhisi özellikle zor olabilir çünkü hastalar, genellikle



ABR gibi tekniklerle değerlendirilirken²⁵, SİİB işitsel hafıza ve dikkat zorlukları gibi işitsel işleme eksikliklerini hedef alan davranışsal değerlendirmeler yoluyla tanımlanır. Bu ayırım, doğru tanı için hem santral hem de periferik işitsel değerlendirmeleri içeren kapsamlı odyolojik değerlendirmelerin gerekliliğini vurgulamaktadır.

5. Nörolojik Hususlar: İNSB'li hastalarda, sorunlar kokleanın ötesine geçerek beyin sapına ve hatta işitsel kortekse kadar uzanabilir ve bu da periferik ve merkezi sistemler arasındaki daha karmaşık bir etkileşimi yansıtır.²³ Buna karşılık, SİİB, işitsel tüy hücrelerindeki veya işitme sinirinin kendisindeki anormalliklerden ziyade, öncelikle daha yüksek işitsel yollarda ve ses işleme ile ilişkili bilişsel merkezlerde işlev bozukluğunu içerir.²⁴

6. Klinik Çıkarımlar: İşitsel nöropati ve santral işitsel yol disfonksiyonu arasındaki bağlantı, tedavi stratejileri üzerinde önemli etkilere sahiptir. Koklear implantlar ve işitme cihazları gibi mevcut seçenekler, öncelikle İNSB ile ilişkili işitsel işlev bozukluğunun periferik bileşenlerini ele almaktadır. Bununla birlikte, beyin sapı ve bazal ganglionların rollerinin tanınması, nörolojik değerlendirmeleri içeren kapsamlı odyolojik değerlendirmelere olan ihtiyacı vurgulamaktadır. Son çalışmalar, santral işitsel işlemeyle ilgili geliştirmeye yönelik hedefli müdahalelerin, yalnızca işitsel girdiyi iyileştirmeye odaklanan geleneksel yaklaşımların ötesinde ek faydalar sağlayabileceğini göstermektedir.^{22,26}

Ayırıcı tanıda bozukluk türlerine ait SİİB ile benzer özellikler Tablo 2'de sunulmuştur.

Tanı Sürecinde KBB Hekiminin Rolü **Santral işitsel işlemeyle ilgili değerlendirmeden önce yapılması gereken öncelikli ölçümler**

- Saf ses işitme eşikleri (her frekansta); sesin dış kulaktan itibaren santral işitsel sisteme kadar olan tüm işitme sistemi değerlendirilir.

- Konuşma odyometrisi; saf ses odyometrinin kontrolü sağlar, ayırıcı tanı ve iletişim becerilerinin değerlendirilmesinde önemli bilgiler sunar.

- Timpanometri; orta kulaktaki akustik admitansı objektif ve fizyolojik bir şekilde ölçen bir testtir.

- Akustik refleks eşikleri (ipsilateral ve kontralateral); timpanik membranın en yüksek geçirgenlik seviyesinde, stapedius kasının kasılması için gerekli olan en düşük şiddettir.

- Otoakustik Emisyon; kokleadaki dış tüy hücrelerinde prenatal seviyede üretilen düşük şiddetli akustik sinyallerdir.

- İşitsel Uyarılmış Beyinsapı Cevabı; koklea, işitme siniri ve işitsel beyinsapı yollarının aktivitesini görüntüleyerek, işitsel yolların inferior kollikulus seviyesine kadar olan bölümlerinin bütünlüğünü değerlendirir.²⁷⁻²⁹

Bu yazıda belirtilmek istenen asıl husus yukarıdaki ölçümlerin tamamlayıcısı olarak yüksek frekans odyometri ve kontralateral refleks eşiklerinin klinik ortamda standart test prosedürlerine eklenmesidir.

Yüksek Frekans Eşiklerinin (YFE) ölçümü uzun süredir önerilmekte olmasına rağmen, işitme izleme programlarının geneli sadece 8 kHz'e kadar olan frekansları kapsamaktadır. Oysa, YFE odyometri, ototoksik etki vb. nedenler sonucu dış saç hücrelerinin zarar görmesine daha duyarlı bir testtir. Bu nedenle, konvansiyonel saf ses odyometride normal sonuçlar gösteren ancak dinleme güçlüğü yaşayan, gürültüye maruz kalma öyküsü bulunan veya kokleanın bazal bölgelerini etkileyen bozuklukları olan bireylere doğru tanı koyabilmek için tanılama süreci YFE (>8 kHz) odyometri ile tamamlanmalıdır. Normalden sapma gösteren yüksek frekans işitme eşikleri, okul çağındaki çocukların akademik başarılarını etkileyebilmektedir. Bu sebeple yüksek frekans odyometri, işitme kaybının erken tanısında ve özellikle gürültüde konuşmaları anlamada kritik öneme sahiptir.^{30,31}

Akustik refleksler, stapedia kasılması ve işitsel işleme arasında yakın bir ilişki olduğu bilinmekte olup, değişen akustik refleksler, bozuk işitsel işleme davranışlarına işaret etmektedir. Efferent yolları değerlendiren ve beyin sapı hakkında bilgi sağlayan akustik refleksin işlevleri; işitsel dikkat, işitsel sinyalleri arka plan gürültüsünden ayırma, işitsel eşğin üzerinde değişen şiddeti algılama, konuşma sırasında çığneme ve çene hareketlerinden kaynaklanan gürültüyü azaltma, yüksek şiddette ve seçilen frekanslarda konuşmayı ayırt etme, binaural etkileşim yoluyla ses lokalizasyonu ve ses yönü tanıma şeklinde ifade edilebilir. Akustik



reflekslerin şiddet seviyesinin veya yanıt eşiğinin normal aralığı 70-90 dBHL olup 90'ın üzerindeki değerler veya yanıt yokluğu, patolojik olarak değerlendirilir. Yapılan çalışmalarda normal işitme eşiklerine sahip konuşma bozukluğu olan çocuklarda kontra-lateral akustik refleks değişikliği ve/veya yokluğu görülmüş olup bu nedenle konuşma bozukluğu olan çocuklarda akustik refleks eşiklerinin rutin olarak incelenmesi önerilmektedir.^{32,33}

Bu testlerin ayırıcı tanısında SİİB semptomları olan çocukların KBB hekimleri tarafından odyolojik değerlendirme için Odyoloji ünitelerine yönlendirilmesi önemli olmakla birlikte, asıl tanı davranışsal testlerle konmaktadır.

Ülkemizde Davranışsal Testler

SİİB'nin tanılanmasında altın standart olan davranışsal testler, çeşitli işitsel fonksiyonları analiz etmemize olanak tanır. Bu testler, çocukların işitsel algılama, ayırt etme ve işleme becerilerini ölçer. Örneğin, filtrelenmiş kelimeler alt testi, bozulmuş veya distorsiyona uğramış konuşmayı anlama yeteneğini değerlendirirken, işitsel şekil-zemin alt testi, arka plan gürültüsü varlığında konuşmayı ayırt etme becerisini ölçer. Dikotik kelime-cümle alt testleri ise dikotik dinleme becerilerini, yani her iki kulağa aynı anda farklı uyaranlar geldiğinde bu uyaranları işleme ve ayırt etme kapasitesini değerlendirir. Bu testler, işitsel sistemin olgunlaşma düzeyini, hemisferik dominantlığı (beyin yarım kürelerinin dil işlemedeki rolünü) ve merkezi işitsel yollardaki olası bozuklukları belirlemeye yardımcı olur. Dolayısıyla, bu davranışsal testler, işitsel sistemin farklı yönlerini kapsamlı bir şekilde değerlendirerek, çocuklarda işitsel işleme

bozukluklarının erken teşhisine ve müdahalesine katkıda bulunur.⁸

Ülkemizde ilk olarak Akdaş tarafından Türkçe'ye adapte edilmiş olan Şaşırtmacalı Kelime Testi çocuklarda santral işitsel işleme fonksiyonunun değerlendirilmesinde kullanılmıştır.³⁴ Keith tarafından 2000'de geliştirilen Çocuklar için İşitsel İşleme Bozuklukları (SCAN-C) testinin adaptasyonu Yalçinkaya ve arkadaşları tarafından yapılmış,^{35,36} Türkyılmaz ve arkadaşları Frekans Patern ve Süre Patern testlerinin bilgisayar ortamına uyarlanmış versiyonlarını adapte etmişlerdir.³⁷

Henüz ülkemizde, SİİB testleri rutin klinik uygulamalarda yer almamakta ve Sosyal Güvenlik Kurumu (SGK) kapsamında genel bir uygulama bulunmamaktadır. Tarama ve tanı sürecine yönelik kapsamlı bir test bataryasının henüz uygulanmaması yanlış tanı, raporlama ve tedavi süreçlerine yol açmaktadır. Klinisyenler, lokal düzeyde belirli testleri uygulasa da bunlar yeterli olmamaktadır. Yazarın da içinde bulunduğu, Yalçinkaya ve arkadaşlarının çalışmasında, Türk toplumu için yetişkinler ve çocuklarda normatif veri toplama süreci tamamlanmıştır.³⁸ Yayın aşamasında olan çalışmanın amacı çocuk ve yetişkinlerde Türk toplumuna özgü SİİB tarama ve tanı testlerinin normatif verilerinin elde edilmesi ve ilgili klinisyenler ile paylaşılmasıdır.

KBB Hekimleri sözü edilen test bataryasına ait Kontrol Listelerini kullanarak bozukluğun semptomları konusunda öngörü sahibi olabilir. Değerlendirme ve tedavi multidisipliner bir yaklaşım gerektirdiğinden ilk muayene ve yönlendirme son derece önemlidir.



Tablo 1. Santral işitsel işleme bozukluğu semptomları

Kategori	Semptom	Açıklama
İşitsel İşleme Güçlükleri	Gürültülü ortamlarda konuşmayı anlamada zorluk	Özellikle sınıf, kalabalık ortamlar gibi gürültünün yoğun olduğu yerlerde konuşulanları anlamakta güçlük çekme.
	Talimatları takip etmede zorluk	Karmaşık veya uzun talimatları anlamakta ve uygulamakta zorlanma.
	Benzer sesleri ayırt etmede zorluk	"b-p", "d-t" gibi benzer seslere sahip harfleri veya kelimeleri ayırt etmekte güçlük çekme.
	Konuşma sesi bozuklukları	Konuşma seslerini doğru bir şekilde üretememe veya karıştırma.
	Dil konuşma gecikmesi	Yaştlarına göre dil ve konuşma becerilerinde gerilik gösterme.
	Sık tekrar veya açıklama isteme	Duyduğu bilgileri anlamakta güçlük çektiği için sık sık tekrar veya açıklama isteme.
	Sanki işitme kaybı varmış gibi davranma	Konuşulanları anlamakta zorlandığı için işitme kaybı varmış gibi tepkiler verme.
Akademik ve Bilişsel Güçlükler	Dikkat ve konsantrasyon sorunları	Dikkatini toplamada ve sürdürmede zorlanma, kolayca dikkat dağılması.
	Çabuk yorulma	İşitsel işleme için harcanan ekstra çaba nedeniyle çabuk yorulma.
	Hafıza ve ezberleme sorunları	Şiir, telefon numaraları, cümleler gibi bilgileri hatırlamakta, ezberlemekte ve tekrar etmekte zorlanma.
Psikolojik ve Duygusal Güçlükler	Stres, anksiyete, depresyon	İşitsel işleme güçlüklerinin yarattığı zorluklar nedeniyle stres, kaygı ve depresyon yaşama.
	Psikopatolojik sorunlar	SIİB'ye bağlı olarak farklı psikolojik sorunların ortaya çıkması.

Tablo 2: Santral işitsel işleme bozukluğunda ayırıcı tanıya ait özellikler

Durum	Santral İşitsel İşleme Bozukluğu	İşitsel Nöropati	Dikkat Eksikliği Hiperaktivite Bozukluğu	Öğrenme Güçlüğü
Etkilenen Alan	İşitsel yol	8.Kranial Sinir İç tüy hücreleri Beyin sapı Bazal ganglionlar	Dikkat, hiperaktivite, dürtüsellik	Öğrenme süreçleri
Semptomlar	Gürültüye duyarlılık, talimatları anlamada zorluk, hafıza problemleri	Seslerin bozuk duyulması	Dikkat dağınıklığı, hiperaktivite	Okuma, yazma, matematik zorlukları



TARTIŞMA

Uzun süreli efüzyonlu otitis media, işitsel yoksunluk ve beyin plastisitesi yoluyla işitsel işleme değişikliklerine yol açabilir. Orta kulak inflamasyonuna bağlı işitsel yoksunluk, işitsel işleme sorunlarına yol açan bir maturasyon gecikmesine neden olabilir. SİİB olan bireyler günlük iletişimlerinde yaygın olarak arka plan gürültüde dinlemede zorlanmaktadır. Orta kulakta inflamasyonun tek kulakta olduğu durumlarda işitme seviyelerinde asimetriye yol açabileceği ve bu asimetrinin işitme kaybı düzeldikten sonra bile binaural işitme gibi karmaşık işlemleri olumsuz etkileyebileceği gösterilmiştir. Arka plan gürültüde konuşma algılama becerisinin, işitme seviyeleri normale döndükten sonra bile etkilendiği gözlemlenmiştir.⁷

Yapılan bir çalışmada fonksiyonel işitme kaybı geçmişi olan 40 çocuktan oluşan bir grubun işitsel işleme ve nöropsikolojik profilleri incelenmiş; yaş, cinsiyet, sözel olmayan zekâ ve el tercihi açısından eşleştirilen kontrol grubu ile karşılaştırılmıştır. Fonksiyonel işitme kaybı olan çocukların %77,5'inde SİİB bulunmuştur.⁷ İşitme kaybı öyküsü SİİB tanısı açısından dikkate alınmalıdır. Saf ses işitme normal olsa bile, yüksek frekanslarda eşikler arasındaki 5-10dB'lik fark bile işitsel işleme gücünü oluşturabilir. Bu nedenle yüksek frekanslarda 8000 Hz'den sonraki işitme eşikleri de test edilmelidir. Ayrıca ipsi ve kontralateral akustik refleksler dikkatle incelenmelidir. Özellikle kontra-lateral reflekslerin yüksek alınması (100-105dB gibi), bir problemin varlığını gösterebilir. Kontralateral refleks eşiklerinde yükselme, santral işitsel yolların ideal bir şekilde çalışmadığını gösterebilir ve potansiyel olarak işitsel bilgilerin yanlış yorumlanmasına yol açabilir.³⁹⁻⁴¹ Kontralateral refleksin izlediği işitsel yolların farklı olması nedeni ile normalden sapan akustik refleks eşığının, otonörolojide tanısız bilgi sağladığı bilinmektedir.⁴²

Tüm frekanslarda normal işitme, dili öğrenme becerileri için sağlam bir temel oluşturur. Konuşma sesi enerjisi 3.000 Hz. ile 10.000 Hz. arasında /ç, f, c, s, ş/ fonemlerini

içerir, bu nedenle dilsel açıdan önemli konuşma sesleri için 8.000 Hz'den yüksek frekanslarda önemli spektral enerji mevcuttur. Bu frekansların kaybedilmesi ya da bu frekanslarda eksikliklerin olması küçük çocukların dil edinimini olumsuz etkileyecektir. Yüksek frekans testinin uygulanmasında erken müdahale kavramı kilit bir faktördür. Bu durumu fark etmek ve erken müdahaleyi sağlamak, çocuklara işitsel işleme bozukluklarının tanılanması ve teşhis edilmesi için fırsat sağlar ve hasta için daha iyi bir prognozla sonuçlanır. Çocuğun akademik ortamda dil edinimi ve bilişsel gelişimde başarılı olmasını sağlar ve çocuğun ek desteğe ihtiyacı olup olmadığını belirleyebilir.⁴³⁻⁴⁵ Konuşma algısı için çok önemli olan yüksek frekans eşiklerinde ki yüksek frekanslı işitsel işleme bozuldukça, komşu kortikal bölgelerde telafi edici mekanizmaların ortaya çıkabileceği ve işitsel işleme bozukluklarında yaşın kritik bir faktör olduğu belirtilmiştir.⁴⁶ Dahası, genetik faktörler özellikle yüksek frekanslarda işitsel duyarlılıkta önemli bir rol oynamaktadır. Trigila ve arkadaşları, transkripsiyon faktörü PKNOX2'nin kokleadaki rolünü detaylandırarak, yokluğunun hayvan modellerinde dış tüy hücreleri aracılığıyla ses işlemede daha fazla etkinlik nedeniyle yüksek frekanslı algılamada gelişmiş hassasiyete yol açtığını göstermiştir. Bu bulgular, işitsel işleminin biyolojik temellerini vurgulamakta ve koklea içindeki yapısal ve işlevsel bütünlüğün yüksek frekanslarda düşük eşik hassasiyetini korumak için çok önemli olduğunu göstermektedir.⁴⁷ Klinik değerlendirmelerde, yüksek frekanslı işitsel eşikler genel işitsel sağlığın önemli göstergeleri olarak hizmet eder.⁴⁸ Son yıllarda işitsel işleme araştırmalarındaki gelişmeler, farklı bozukluklarda yüksek frekanslı işitsel ayırmacılık yeteneklerinin etkilerini ortaya koymaktadır. Örneğin, müzisyenlerle yapılan çalışmalar, yoğun işitsel eğitimin, standart işitme aralıklarında bile işitsel işlemeyi daha hassas hale getirdiğini ve bunun, SİİB yaşayan kişiler için rehabilitasyon stratejilerine katkı sağlayabileceğini göstermektedir.⁴⁹

Raj-Koziak ve arkadaşları, normal işitme eşiklerine sahip olmalarına rağmen tinnituslu bireylerin, işitsel işleme testlerinde daha



düşük performans sergilediklerini belirtmiştir. Bu durum, yüksek frekanslardaki işitme eşiklerindeki değişimlerin, merkezi sinir sisteminde işitsel bilginin algısal işlenmesini bozabileceğini düşündürmektedir.⁵⁰ ASHA, SİİB işitsel bilginin algısal işlenmesindeki zorlukları tanımlamakta ve bu durumun, elektrofizyolojik işitsel potansiyellere yol açan nörobiyolojik aktivitedeki problemlerden kaynaklanabileceği öne sürülmektedir.⁵¹ Bu bulgular, yüksek frekans işitme eşiklerindeki değişimlerin ve tinnitusun, işitsel işleme süreçlerini olumsuz etkileyebileceğini ve bu durumun işitsel işleme güçlüklerine yol açabileceğini desteklemektedir.

SİİB'nin iyileştirilmesine yönelik müdahaleler işitsel eğitim, dil ve konuşma terapisi, bilişsel iletişim stratejileri, çevresel değişiklikler, teknolojik yardımlar, aile katılımı ve varsa eşlik eden işitme problemlerinin düzeltilmesini kapsar.

SİİB'nin eğitsel tedavisinde en yaygın kullanılan müdahale yöntemlerinden biri işitsel eğitimidir. Bu terapötik yaklaşım, bireylerin işitsel uyarıları tanıma, ayırt etme ve işleme becerilerini geliştirmeyi hedefler. Formal işitsel eğitim temelli terapötik müdahalenin SİİB'nin rehabilitasyonunda etkili olduğu ortaya konmuştur.⁵² Dil ve konuşma terapisi, SİİB ile sıklıkla birlikte gözlemlenen ifade edici dil ve konuşma bozukluklarının ele alınmasında kritik bir rol oynamaktadır. Bu tür terapötik müdahaleler, bireylerin sosyal ortamlarda dili anlama ve kullanma becerilerini geliştirerek daha etkili iletişim kurmalarını sağlamayı amaçlar. Müdahale programları, yönergeleri takip etme, karmaşık cümle yapılarını anlama ve kelime dağarcığını genişletme gibi hedeflenmiş dil becerilerine odaklanabilir. Konuşma terapisi, dil ve okuduğunu anlama becerilerini geliştirme potansiyeline sahiptir. İşitsel işleme bozukluğu olan bireyler sesleri ayırt etmede güçlük yaşayabileceğinden, uzman bir terapistle çalışmak bu sesleri tanıma, ayırt etme ve anlamlandırma becerilerinin gelişmesine katkı sağlayabilir. Terapi süreci, bire bir eğitim şeklinde yürütülen ve belirli işitsel yetersizliklere odaklanan çeşitli egzersizleri içerir. Sesleri ayırt etme, sesleri hatırlama ve sıralama gibi becerilerin geliştirilmesine yönelik özel eğitim

programları, SİİB'li çocukların işitsel yetilerini artırmada etkilidir.⁸

İşitsel çevrenin destekleyici biçimde düzenlenmesi de SİİB'li bireyler için önemli faydalar sağlayabilir. Albuquerque ve Brocchi, özellikle arka plan gürültüsünün yoğun olduğu sınıf gibi ortamlarda, işitsel değerlendirme ve müdahalelerin bireylerin çevresel koşullarına göre uyarlanmasıyla önemini vurgulamaktadır.⁵³ Bu bağlamda, sınıf ortamlarında ses alanı amplifikasyon sistemlerinin kullanılması, arka plan gürültüsünün azaltılması ve işitsel girdi açısından avantaj sağlayan tercihli oturma düzenlemeleri gibi değişiklikler önerilebilir.

Son olarak, bilişsel iletişim stratejilerini içeren müdahaleler de SİİB tedavisinde etkili olmaktadır. Soares ve arkadaşları, dikkat ve hafıza gibi bilişsel süreçleri hedef alan işitsel-bilişsel eğitim programlarının, özellikle COVID-19 gibi olumsuz deneyimlerin ardından yetişkin bireylerin işitsel görev performanslarında anlamlı iyileşmelere yol açtığını belirtmiştir.⁵⁴ Ayrıca, çalışma belleği gibi yürütücü işlevleri geliştirmeye yönelik stratejiler de SİİB ile birlikte görülebilecek bilişsel eksikliklerin giderilmesi için işitsel eğitimle bütünleştirilebilir.⁵⁵

Bu bağlamda, KBB hekimlerinin SİİB'yi tanıma ve yönetme konusundaki farkındalıkları, çocukların erken teşhis ve tedavi süreçlerinde önemli bir etkiye sahiptir. Çocukların işitsel sağlık durumları değerlendirilirken, işitsel işleme bozukluğuna dair farkındalıklarının artırılması gerekmektedir.⁵⁶

SONUÇ

Sonuç olarak, KBB hekimlerinin çocuklarda SİİB'ye yönelik yaklaşımları hem tanı hem de tedavi süreçlerinde birincil önem taşır. Ülkemizde SİİB'nin tanılanmasındaki eksikliklerin önemli bir nedeni; küçük yaşta hafif düzeyde de olsa işitmenin etkilendiği çocukların medikal tedavi esnasında her zaman odyolojik değerlendirme için yönlendirilmemesi olabilmektedir. Odyolojik değerlendirme bataryasında rutin uygulamalarda ipsi ve kontrolateral akustik reflekslerin ve en azından SİİB semptomları olan hastalarda yüksek frekans odyometrinin de değerlendirmeye dahil edilmesi SİİB tanısının gecikmemesinde etkili olacaktır.



SİİB'nin tanısında davranışsal testlerin altın standart olması nedeniyle tarafımızdan oluşturulan Türk toplumuna uygun tarama ve tanı test bataryasının Türkiye'de kullanımının yaygınlaşması ile hem tanıda hem de terapide gecikmeler önlenebilecektir. Tüm bu adımlar ile, SİİB tanı testleri ve terapi programlarının, Sosyal Güvenlik Kurumu (SGK) çatısı altında listelenmesi sağlanarak ülkemizde rutin uygulamalar kapsamına alınabilir.

Finansal Kaynak

Bu çalışma sırasında, yapılan araştırma konusu ile ilgili doğrudan bağlantısı bulunan herhangi bir ilaç firmasından, tıbbi alet, gereç ve malzeme sağlayan ve/veya üreten bir firma veya herhangi bir ticari firmadan, çalışmanın değerlendirme sürecinde, çalışma ile ilgili verilecek kararı olumsuz etkileyebilecek maddi ve/veya manevi herhangi bir destek alınmamıştır.

Çıkar Çatışması

Bu çalışma ile ilgili olarak yazarların ve/veya aile bireylerinin çıkar çatışması potansiyeli olabilecek bilimsel ve tıbbi komite üyeliği veya üyeleri ile ilişkisi, danışmanlık, bilirkişilik, herhangi bir firmada çalışma durumu, hissedarlık ve benzer durumları yoktur.

Yazar Katkıları

ISK: Fikir/Kavram; Tasarım; Kaynak Taraması; Makalenin Yazımı; Eleştirel İnceleme.

KAYNAKLAR

- Alanazi AA. Understanding Auditory Processing Disorder: A Narrative Review. Saudi Journal of Medicine & Medical Sciences. 2023;11(4):275-282.
- Wilde M, Constantin L, Thorne PR, Montgomery JM, Scott EK, Cheyne JE. Auditory processing in rodent models of autism: a systematic review. Journal of Neurodevelopmental Disorders. 2022;14(1):48.
- Kos EA. Specific features of psychosocial functioning of children with central auditory processing disorders in the educational environment. Psychiatr Psychol Klin. 2023;23(4):352-359. doi:https://doi.org/10.15557/pipk.2023.0044
- Konopka AK, Kasprzyk A, Pyttel J, Chmielik LP, Niedzielski A. Etiology, Diagnostic, and Rehabilitative Methods for Children with Central Auditory Processing Disorders? A Scoping Review. Audiology Research. 2024;14(4):736-746.
- Dejean C, Dupont T, Verpy E, et al. Detecting Central Auditory Processing Disorders in Awake Mice. Brain Sciences. 2023;13(11):1539.
- Gökçe B, Aygün R, Anadolu R. Erken Çocukluk Döneminde Geçirilen Efüzyonlu Otitis Medianın Santral İşitsel İşleme Becerileri, Dil Gelişimi ve Müzik Algısı Üzerine Etkileri: Literatür Derlemesi. Journal of Ear Nose Throat and Head Neck Surgery. 2024;32(2) DOI: 10.24179/kbbbc.2024-102002
- Bahader I. Longstanding effect of recurrent Otitis Media with effusion on central auditory processing in Children. 2019; https://doi.org/10.31234/osf.io/8q7kp
- Yalcinkaya F, Keith R. Santral İşitsel İşleme Bozuklukları. Tarama, Tanı ve Eğitsel Tedaviler. Hipokrat Yayıncılık; 2024.
- Luis C, Abrantes A, Oliveira C, Alves M, Martins JH. Auditory Processing Intervention Program for school-aged children? development and content validation. CoDAS. 2022;35(1):e20210146. doi:10.1590/2317-1782/20212021146en
- Banumathi B, Jain C. A systematic review of auditory processing abilities in children with speech sound disorders. Journal of Hearing Science. 2023;13(2)
- Bellis TJ. Understanding Auditory Processing Disorders in Children. American Speech-Language-Hearing Association. https://www.asha.org/public/hearing/understanding-auditory-processing-disorders-in-children/ (Erişim tarihi: 22/01/2025)
- Calasan S, Bajagic S, Curcic B. Treatment approaches of central auditory processing deficit. Biomedicinska istrazivanja. 2024;15(1):1-11. DOI:10.59137/BII202401355B
- Galiana-Simal A, Vela-Romero M, Romero-Vela VM, et al. Sensory processing disorder: Key points of a frequent alteration in neurodevelopmental disorders. Cogent Medicine. 2020;7(1):1736829. https://doi.org/10.1080/2331205X.2020.1736829
- De Bonte A, McCaffrey CA, Wisdom HK, Locke ME, Torgerson NG, Lucero T. Auditory Processing Disorders and Vision Processing Disorders in Twice-Exceptionality (2e): Are These Foundational Factors Being Overlooked? Journal for the Education of the Gifted. 2024;47(1):30-53. https://doi.org/10.1177/01623532231214568
- McGrath MA, Fletcher KL, Bielski LM. Executive functioning skills of children with listening difficulties. Psychology in the Schools. 2023;60(9):3520-3541. https://doi.org/10.1002/pits.22940
- Geffner D, Ross-Swain D. (Eds.). Auditory processing disorders: assessment, management, and treatment. 2018.
- DSM-V Tanı Ölçütleri. Başvuru Elkitabı. Çevirmen Prof Dr Ertuğrul Köroğlu İstanbul. 2014.
- Ignatious E, Azam S, Jonkman M, De Boer F. Frequency and time domain analysis of eeg based auditory evoked potentials to detect binaural hearing in noise. Journal of Clinical Medicine. 2023;12(13):4487.
- Santos FRd, Fernandes JSZ, Delgado-Pinheiro EMC. Speech perception and spoken language of children with auditory neuropathy spectrum disorder: a systematic literature review. Revista CEFAC. 2023;25(3):e9522. https://doi.org/10.1590/1982-0216/20232539522
- Aryal S, Sharma Y, Prabhu P. A systematic review of the efficacy of cochlear implantation in adults with auditory neuropathy spectrum disorders. The Egyptian Journal of



- Otolaryngology. 2023;39(1):177.
<https://doi.org/10.1186/s43163-023-00542-9>
21. Swain SK, Prusty VR. Auditory Neuropathy Spectrum Disorders: A Scoping Review. *Apollo Medicine*. 2025;09760016251316630.
<https://doi.org/10.1177/09760016251316630>
 22. Cooper HE, Halliday LF, Bamiou DE, Mankad K, Clark CA. Brain structure correlates with auditory function in children diagnosed with auditory neuropathy spectrum disorder. *Brain and Behavior*. 2022;12(11):e2773.
 23. Kaf WA, Reiter S, Brodeur A, White-Minnis L, Deal W. Tone-Burst Auditory Brainstem Response and Cortical Potentials in Diagnosis of Syndromic Auditory Neuropathy Spectrum Disorder. *Journal of Audiology & Otology*. 2022;27(3):153.
 24. Sahar SS, Hossam M, Rasha MS, Ayatallah RS. Assessment of Auditory Processing Skills in Egyptian Arabic Speaking Children with Specific Language Impairment: An Integrated Approach. *The Medical Journal of Cairo University*. 2020;88(March):719-724.
<https://dx.doi.org/10.21608/mjcu.2020.104876>
 25. Dutt S, Kumar A, Mittal A, Vadlamani S, Gaur S. Cochlear implantation in auditory neuropathy spectrum disorders: role of transtympanic electrically evoked auditory brainstem responses and serial neural response telemetry. *The Journal of Laryngology & Otology*. 2021;135(7):602-609.
 26. Saidia AR, Ruel J, Bahloul A, Chaix B, Venail F, Wang J. Current advances in gene therapies of genetic auditory neuropathy spectrum disorder. *Journal of Clinical Medicine*. 2023;12(3):738.
 27. Weihing J, Musiek FE. An electrophysiological measure of binaural hearing in noise. *Journal of the American Academy of Audiology*. 2008;19(06):481-495.
 28. Schochat E, Musiek FE. Maturation of outcomes of behavioral and electrophysiologic tests of central auditory function. *Journal of communication disorders*. 2006;39(1):78-92.
 29. Özal N, Ataş A. Kulak Burun Boğaz Hastalıkları Ders Kitabı II. In: Papila İ, ed. İÜC Yayınevi; 2024:93-101.
 30. Güven SG, Binay Ç. The Importance of extended high frequencies in hearing evaluation of pediatric patients with type 1 diabetes. *J Clin Res Pediatr Endocrinol*. 2023;15(2):127-137.
 31. Blankenship CM, Hickson LM, Quigley T, Larsen E, Lin L, Hunter LL. Extended High-Frequency Audiometry using the Wireless Automated Hearing Test System Compared to Manual Audiometry in Children and Adolescents. *medRxiv*. 2023:2023.05. 22.23290339.
 32. Attoni TM, Quintas VG, Mota HB. Auditory processing, acoustic reflex and phonological expression. *Brazilian journal of otorhinolaryngology*. 2010;76:753-761.
 33. Attoni TM, Mota HB. Study and analysis of contralateral acoustic reflex in children with phonological disorder. *Brazilian Journal of Otorhinolaryngology*. 2010;76:231-237.
 34. Yalçinkaya F, Belgin E. Konuşma ve lisan problemi olan ve olmayan çocukların uyarlanmış şaşırtmacalı kelime testi ile santral işitsel işleme performanslarının incelenmesi. *Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Dergisi*. 2003;46(3):195-202.
<https://cshd.org.tr/article/view/634>
 35. Keith RW. Development and standardization of SCAN-C test for auditory processing disorders in children. *Journal of the American Academy of Audiology*. 2000;11(08):438-445.
 36. Yalçinkaya F, Türkyilmaz MD, Keith R, Harris R. The Scan-C (Children) In Testing F or Auditory Processing Disorder in A Sample of Turkish Children. *Journal of International Advanced Otology*. 2015;11
 37. Türkyilmaz MD, Yilmaz S, Yagcioglu S, Yaralı M, Celik N. Computerised Turkish versions of tests for central auditory processing disorder. *Journal of Hearing Science*. 2012;2(1):30-35.
 38. Yalçinkaya F, Müjdecı B, Küçükunal IS, Karakoç K. Türkiye Anadolu Santral İşitsel İşleme Bozukluğu Tarama ve Tanı Testleri Genç Yetişkinlerde Normatif Veri Çalışması: Preliminer Sonuçlar. 2022:35.
 39. Masri S, Zhang LS, Luo H, Pace E, Zhang J, Bao S. Blast exposure disrupts the tonotopic frequency map in the primary auditory cortex. *Neuroscience*. 2018;379:428-434.
 40. Ma X, Shen W, Yang S, Wang F. The significance of extended high-frequency audiometry in tinnitus patients with normal hearing as evaluated via conventional pure tone audiometry. *The Journal of Laryngology & Otology*. 2024;138(4):381-387.
 41. Ferre JM. Auditory dysfunction beyond the 8th nerve: Understanding central auditory processing disorders. *Perspectives on Hearing and Hearing Disorders: Research and Diagnostics*. 2015;19(1):4-11.
<https://pubs.asha.org/doi/abs/10.1044/hhd19.1.4>
 42. Rawool VW. Ipsilateral and Contralateral Click-evoked Acoustic Reflex Thresholds in Humans. *Hearing Review*. 2011;18:32-6.
 43. Hunter LL, Monson BB, Moore DR, et al. Extended high frequency hearing and speech perception implications in adults and children. *Hearing research*. 2020;397:107922.
 44. Škerková M, Kovalová M, Rychly T, et al. Extended high-frequency audiometry: hearing thresholds in adults. *European Archives of Oto-Rhino-Laryngology*. 2023;280(2):565-572.
 45. Martin M. Considering Extended High-Frequency Audiometry as a Screening Tool for Auditory Processing Disorder. *Williams Honors College, Honors Research Projects*. 2024;1789.
https://ideaexchange.uakron.edu/honors_research_projects/1789?utm_source=ideaexchange.uakron.edu%2Fhonors_research_projects%2F1789&utm_medium=PDF&utm_campaign=PDFCoverPages
 46. Gürkan S, Başokçu O, Durankaya SM, İşler Y, Kırkım G. Central Auditory Changes Associated with Age-related Hearing Loss. *Clinical EEG and Neuroscience*. 2024;55(4):508-517.
 47. Trigila AP, Castagna VC, Berasain L, et al. Accelerated evolution analysis uncovers PKNX2 as a key transcription factor in the mammalian cochlea. *Molecular Biology and Evolution*. 2023;40(7):msad128.
 48. Jendrichovsky P, Lee H-K, Kanold PO. Dark exposure reduces high-frequency hearing loss in C57BL/6J mice. *bioRxiv*. 2024;doi:10.1101/2024.05.02.592252
 49. Kyrtoudi M, Sidiras C, Papadelis G, Iliadou VM. Auditory processing in musicians, a cross-sectional study, as a basis for auditory training optimization. *MDPI*; 2023:2027.



50. Raj-Koziak D, Gos E, Szkielewska A, et al. Auditory processing in normally hearing individuals with and without tinnitus: assessment with four psychoacoustic tests. 2022;275-283.
51. (Central) Auditory processing disorders. American Speech-Language-Hearing Association. <https://www.asha.org/practice-portal/clinical-topics/central-auditory-processing-disorder/> (Erişim tarihi: 20/03/2025)
52. Ferreira Lopes Fontanelli RC, Melo Aragão M, Silva Pinho R, Gil D. Improvement In Performance Of The Central Auditory System In Type 1 Neurofibromatosis After Formal Auditory Training. Journal of Hearing Science. 2022;12(3) <https://doi.org/10.17430/JHS.2022.12.3.2>
53. Albuquerque ICd, Brocchi BS. Auditory assessment and central auditory processing script for preschool children. SciELO Brasil; 2023:e20210122.
54. Soares LdS, Malavolta VC, Sanfins MD, Sleifer P, Didoné DD, Garcia MV. Cognitive auditory training in subjects after COVID-19: an analysis of the effects of the intervention in adults. Audiology-Communication Research. 2023;28:e2787. <https://doi.org/10.1590/2317-6431-2023-2787en>
55. Back NCF, de Souza Crippa AC, de Sá Riechi TIJ, Pereira LD. Central auditory processing and cognitive functions in children. International Archives of Otorhinolaryngology. 2022;26(01):e020-e031.
56. Bolulu A, Elkin N. İşitsel işleme, bozuklukları ve potansiyeller. Istanbul Gelisim University Journal of Health Sciences. 2019;(8):816-826. <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/792295>