



Turkish Journal of Audiology and Hearing Research

5

Volume / Cilt 5

Issue / Sayı 3

December / Aralık 2022



**Türkiye Odyologlar & Konuşma Bozuklukları
Uzmanları Derneği'nin bilimsel yayın organıdır**

*The scientific publication organ of the Turkish Association of
Audiologists and Speech Pathologists*



Turkish Journal of Audiology and Hearing Research

Türk Odyoloji ve İşitme Araştırmaları Dergisi

Turkish Journal of Audiology And Hearing Research (TJAHR), Türkiye Odyologlar ve Konuşma Bozuklukları Uzmanları Derneği'nin yayın organıdır. Dört ayda bir yayımlanır (Nisan, Ağustos, Aralık), her yılın üç sayısı bir cilt oluşturur. Yayın işlemleri BAYT tarafından yürütülmektedir. Dergide yer alan yazı, şekil, tablo ve resimlerin telif hakkı (Copyright ©) Türkiye Odyologlar ve Konuşma Bozuklukları Uzmanları Derneği'ne aittir. Dergiden alıntı yapacak tıbbi dergi ve kitapların, dergiyi kaynak olarak belirtmesi gereklidir. Yayımlanan yazıların bilimsel ve etik sorumluluğu yazarlara aittir. Dergimiz ve derneğimiz yayımlanan yazılarda belirtilen görüşlere resmen katılmaz, dergideki hiçbir ürün veya servis reklamı için güvence vermez.

Turkish Journal of Audiology and Hearing Research (TJAHR) is the scientific publication organ of the Turkish Association of Audiologists and Speech Pathologists. It is published quarterly (April, August, December), and three issues of each year constitute a volume. Currently BAYT Ltd. Şti. has undertaken the publishing process. The copyright (©) of all the material published in this journal (texts, figures, tables, etc.) is owned by the Turkish Association of Audiologists and Speech Pathologists. Medical journals and books copying and printing the material published in this journal, either completely or in part, should cite the source as reference. Authors are responsible for the academic and ethic contents of published papers. Our Journal and Association do not officially participate in the views expressed in the published papers, and the journal does not give any guarantee for advertised products or services.

Yayın Hizmetleri / Publishing Services



BAYT Bilimsel Araştırmalar Basın Yayın ve Tanıtım Ltd. Şti.

Ziya Gökalp Cad., 30/31, 06420 Kızılay, Ankara
Phone: +90 312 431 30 62 | Fax: +90 312 431 36 02
E-mail: info@bayt.com.tr | www.bayt.com.tr



Turkish Journal of Audiology and Hearing Research

Türk Odyoloji ve İşitme Araştırmaları Dergisi

Founder / Kurucu

Gonca SENNAROĞLU, Prof. Dr.

Editor-in-Chief / Baş Editör

Gonca SENNAROĞLU, Prof. Dr.
Hacettepe Üniversitesi, Ankara, Türkiye

Vice Editors / Yardımcı Editörler

Ayça ÇİPRUT, Prof. Dr.
Marmara Üniversitesi, İstanbul, Türkiye

Özlem KONUKSEVEN, Prof. Dr.
Aydın Üniversitesi, İstanbul, Türkiye

Section Editors / Bölüm Editörleri

Audiology / Odyoloji

Günay KIRKIM, Prof. Dr.
Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir, Türkiye

Rehabilitative Audiology / Rehabilitatif Odyoloji

Esra YÜCEL, Prof. Dr.
Hacettepe Üniversitesi, Ankara, Türkiye

Otolaryngology / Otololarenoloji

Demir BAJIN, Doç. Dr.
Hacettepe Üniversitesi, Ankara, Türkiye

Experimental Sciences / Deneysel Bilimler

Ayşe Gül GÜVEN, Prof. Dr.
Başkent Üniversitesi, Ankara, Türkiye

Auditory Processing / İşitsel İşleme

Didem TÜRKYILMAZ, Doç. Dr.
Hacettepe Üniversitesi, Ankara, Türkiye

Vestibular / Vestibüler

Bülent ŞERBETÇİOĞLU, Prof. Dr.
Medipol Üniversitesi, İstanbul, Türkiye

Amplification Systems / Amplifikasyon Sistemleri

Ahmet ATAŞ, Prof. Dr.
İstanbul Üniversitesi, İstanbul, Türkiye

Technical Editors / Teknik Editörler

Eser Sendesen Dr. Arş.Gör.
Hacettepe Üniversitesi, Ankara, Türkiye

Emre GÜRSES, Dr. Arş. Gör.
Hacettepe Üniversitesi, Ankara, Türkiye

Scientific Committee / Bilimsel Komite

Aydan GENÇ, Prof. Dr.
Hacettepe Üniversitesi, Ankara, Türkiye

Bülent GÜNDÜZ, Prof. Dr.
Gazi Üniversitesi, Ankara, Türkiye

Ferda AKDAŞ, Prof. Dr.
Academic Hospital, İstanbul, Türkiye

Figen BAŞAR, Prof. Dr.
Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Samsun, Türkiye

Banu MÜJDECİ, Doç. Dr.
Yıldırım Beyazıt Üniversitesi, Ankara, Türkiye

Betül ÇİÇEK ÇINAR, Doç. Dr.
Hacettepe Üniversitesi, Ankara, Türkiye

E. Tuğba SARAC, Doç. Dr.
Mustafa Kemal Üniversitesi, Hatay, Türkiye

Fulya YALÇINKAYA, Doç. Dr.
Biruni Üniversitesi, İstanbul, Türkiye

Merve BATUK, Doç. Dr.
Hacettepe Üniversitesi, Ankara, Türkiye

Suna YILMAZ, Doç. Dr.
Ankara Üniversitesi, Ankara, Türkiye

Zahra POLAT, Doç. Dr.
Sağlık Bilimleri Üniversitesi, İstanbul, Türkiye

Asuman ALNIAÇIK, Dr. Öğr. Üyesi
Başkent Üniversitesi, Ankara, Türkiye

Atılım ATILGAN, Dr. Öğr. Üyesi
İstanbul Medeniyet Üniversitesi, İstanbul, Türkiye

A. Mehmet AKŞİT, Dr. Öğr. Üyesi
Yakın Doğu Üniversitesi, Lefkoşe, Kıbrıs

Başak MUTLU, Dr. Öğr. Üyesi
İstanbul Medeniyet Üniversitesi, İstanbul, Türkiye

Burak ÖZTÜRK, Dr. Öğr. Üyesi
Tınaztepe Üniversitesi, İzmir, Türkiye

Ebru KÖSEMİHAL, Dr. Öğr. Üyesi
Yakın Doğu Üniversitesi, Lefkoşe, Kıbrıs

Eyyüp KARA, Dr. Öğr. Üyesi
İstanbul Üniversitesi, İstanbul, Türkiye

Filiz ASLAN, Dr. Öğr. Üyesi
Hacettepe Üniversitesi, Ankara, Türkiye

Mehmet YARALI, Dr. Öğr. Üyesi
Hacettepe Üniversitesi, Ankara, Türkiye

Sıdıka CESUR, Dr. Öğr. Üyesi
İstanbul Medeniyet Üniversitesi, İstanbul, Türkiye

Şule KAYA, Dr. Öğr. Üyesi
Yıldırım Beyazıt Üniversitesi, Ankara, Türkiye

H. Burcu ÖZKAN, Dr. Öğr. Gör.
Hacettepe Üniversitesi, Ankara, Türkiye

Selhan GÜRKAN, Dr. Öğr. Gör.
Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir, Türkiye

Serpil MUNGAN DURANKAYA, Dr. Öğr. Gör.
Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir, Türkiye



Turkish Journal of Audiology and Hearing Research

Türk Odyoloji ve İşitme Araştırmaları Dergisi

Amaç ve Kapsam

Turkish Journal of Audiology and Hearing Research (TJAHR), Türkiye Odyologlar ve Konuşma Bozuklukları Uzmanları Derneği'nin yayın organıdır. Dört ayda bir yayımlanır (Nisan, Ağustos, Aralık), her yılın üç sayısı bir cilt oluşturur.

Turkish Journal of Audiology and Hearing Research Dergisi, yılda üç kez yayımlanan hakemli bir dergidir. Dergide; odyoloji ve işitmeyle ilişkili bilim alanlarında yapılan derleme, nicel, nitel ve karma yöntemi kullanan araştırmalara yer verilmektedir.

Derginin hedef kitlesi işitme, denge ve ses alanlarında çalışan veya bu alanlara ilgi duyan odyolog ve araştırmacılarıdır.

Derginin editöryal ve yayın süreçleri International Committee of Medical Journal Editors (ICMJE), World Association of Medical Editors (WAME), Council of Science Editors (CSE), Committee on Publication Ethics (COPE), European Association of Science Editors (EASE) ve National Information Standards Organization (NISO) kurumlarının kılavuzlarına uygun olarak biçimlendirilir. Turkish Journal of Audiology and Hearing Research (TJAHR), Principles of Transparency and Best Practice in Scholarly Publishing (doaj.org/bestpractice) ilkelerini benimsemiştir.

Tüm makaleler <https://dergipark.org.tr/tr/pub/tjaudiologyandhear> sayfasındaki online makale değerlendirme sistemi kullanılarak dergiye gönderilmelidir. Derginin yazım kurallarına, gerekli formlara ve dergiyle ilgili diğer bilgilere web sayfasından erişilebilir.

Derginin tüm masrafları Türkiye Odyologlar ve Konuşma Bozuklukları Uzmanları Derneği tarafından karşılanmaktadır. Dergide tıbbi ilaç, malzeme ve cihaz üreticilerinin reklamları yayımlanabilir. Reklam vermek isteyenlerin Editöryal Ofis ile iletişime geçmeleri gerekmektedir. Reklam görselleri sadece Editör onayı ile yayımlanmaktadır.

Dergide yayımlanan makalelerde ifade edilen bilgi, fikir ve görüşler Türkiye Odyologlar ve Konuşma Bozuklukları Uzmanları Derneği, Baş Editör, Editörler, Yayın Kurulu ve Yayıncı'nın değil, yazarların bilgi ve görüşlerini yansıtır. Editörler, Yayın Kurulu ve Yayıncı, yazarlara ait bilgi ve görüşler için hiçbir sorumluluk ya da yükümlülük kabul etmemektedir.

Yayımlanan tüm içeriğe <https://dergipark.org.tr/tr/pub/tjaudiologyandhear> adresinden ücretsiz olarak erişilebilir.

Dergide yayımlanan içeriğin tüm telif hakları Türkiye Odyologlar ve Konuşma Bozuklukları Uzmanları Derneği'ne aittir.

Editöryal Ofis

Yayın Yönetmeni: Eser Sendesen Dr. Arş.Gör.
Hacettepe Üniversitesi, Ankara, Türkiye

Adres: Mithatpaşa Cad. İnal İşhanı
No:31 Kat:5 D:18, Kızılay, Ankara, Türkiye
Tel: +90 312 305 16 67

E-mail: tjaudiologyandhear@gmail.com

Web: <https://dergipark.org.tr/tr/pub/tjaudiologyandhear/contacts>

Yayın Hizmetleri: BAYT

Adres: Ziya Gökalp Cad., 30/31
06420 Kızılay, Ankara, Türkiye
Tel: +90 431 3062

Faks: +90 431 3602

E-posta: info@bayt.com.tr

Web: www.bayt.com.tr



Aims and Scope

Turkish Journal of Audiology and Hearing Research (TJAHR) is the publication of the Turkish Association of Audiologists and Speech Pathologists. It is published quarterly (April, August, December), and three issues of each year constitute a volume.

Turkish Journal of Audiology and Hearing Research is a peer-reviewed journal published three times a year. In this journal; researches and reviews on audiology and hearing related science, using quantitative, qualitative and mixed methods take place.

The target population of the journal is audiologists and researchers who study or are interested in fields of hearing, balance and sound.

The editorial and publication processes of this journal are shaped according to the guidelines of the International Committee of Medical Journal Editors (ICMJE), the World Association of Medical Editors (WAME), the Council of Science Editors (CSE), the Committee on Publication Ethics (COPE), the European Association of Science Editors (EASE), and the National Information Standards Organization (NISO). The Turkish Journal of Audiology and Hearing Research (TJAHR) adopts the principles of Principles of Transparency and Best Practice in Scholarly Publishing (doaj.org/bestpractice).

All articles should be submitted to the journal using the online article evaluation system at <https://dergipark.org.tr/tr/pub/tjaudiologyandhear>. Writing rules, necessary forms and other information about the journal can be accessed from the web page.

All expenses of the journal are met by the Turkish Association of Audiologists and Speech Pathologists. Advertisements of drug, medical equipment and material manufacturers may be published in the journal. Those who want to advertise need to contact the Editorial Office. Advertisements may only be published after the approval of the Editor.

The information given in the articles published in this journal, reflect the ideas and opinions of neither the Turkish Association of Audiologists and Speech Pathologists, nor its Editor in Chief / Editors / Editorial Board, nor the Publisher, but the author of the article. Editors, the Editorial Board and the Publisher do not accept any responsibility or liability for the information and opinions of the authors.

All published content is freely available at <https://dergipark.org.tr/en/pub/tjaudiologyandhear>

All copyrights of the published content belong to the Turkish Association of Audiologists and Speech Pathologists.

Editorial Office

Publishing Director: Eser Sendesen, PhD
Hacettepe University, Ankara, Turkey

Address: Mithatpaşa Cad. İnal İşhanı
No:31 Kat:5 D:18, Kızılay, Ankara, Turkey

Phone: +90 312 305 16 67

E-mail: tjaudiologyandhear@gmail.com

Web: <https://dergipark.org.tr/tr/pub/tjaudiologyandhear/contacts>

Publishing Services: BAYT

Address: Ziya Gökalp Cad., 30/31
06420 Kızılay, Ankara, Turkey

Phone: +90 431 3062

Fax: +90 431 3602

E-mail: info@bayt.com.tr

Web: www.bayt.com.tr



Yazarlara Bilgi

HAKEM RAPORLARI

Dergide araştırma, derleme ve tek denekli makalelere ilişkin hakem değerlendirme formları bulunmaktadır. Hakemler bu değerlendirme formları doğrultusunda Başlık, Türkçe ve İngilizce Özet, Giriş, Yöntem, Bulgular, Tartışma ve Öneriler bölümlerini değerlendirmekte, ayrıca çalışmanın Biçim ve Anlatım özelliklerini inceleyerek çalışma hakkında Genel Değerlendirme yapmaktadırlar. Hakem değerlendirmeleri genel olarak çalışmaların; özgünlüğünü, kullanılan yöntemlerin ve araştırmanın etik kurallara uygunluğunu, bulguların ve sonuçların tutarlı bir şekilde sunumunu ve literatür açısından incelenmesini içermektedir.

Derginin yayımına ilişkin süreç aşağıda verilen işlem basamaklarına göre yürütülür:

Derginin editöryal ve yayın süreçleri International Committee of Medical Journal Editors (ICMJE), World Association of Medical Editors (WAME), Council of Science Editors (CSE), Committee on Publication Ethics (COPE), European Association of Science Editors (EASE) ve National Information Standards Organization (NISO) kurumlarının kılavuzlarına uygun olarak biçimlendirilmiştir. Ayrıca bu süreçler, Principles of Transparency and Best Practice in Scholarly Publishing (doaj.org/bestpractice) ilkelerine uygun olarak yürütülmektedir. İçerik, yayın sürecinin tamamlanmasını takiben derginin internet sayfasında ücretsiz erişime açık "Open Access" hale getirilir.

1. Çalışmalar, Word formatında hazırlanıp <https://dergipark.org.tr/pub/tjaudiologyandhear> adresine gönderilir.
2. Turkish Journal of Audiology and Hearing Research Dergisi Editörler Kurulu, değerlendirilmek için gönderilen çalışmaları ön incelemeden geçirir ve ön inceleme sürecinde; Makale Şablonuna uygun olarak hazırlanmayan çalışmalar değerlendirmeye alınmaz. Makale önerilerinin derginin yazım kurallarına uygun hazırlanabilmesi için yazım kuralları önceden incelenmelidir. Yazım kuralları ve biçim yönünden uygun olmayan makaleler değerlendirmeye alınmaz ve yeniden düzenleme için yazar(lar)a iade edilir. Yazım kuralları ve biçim yönünden uygun olan makaleler daha sonraki aşamada intihal denetiminden geçirilir. İntihal denetimi Turnitin'in iThenticate® programı aracılığıyla gerçekleştirilir. Editörler Kurulu her çalışmanın intihal denetim raporu ışığında, çalışma hakkında nihai kararını verdikten sonra bu raporu ve kararı gerektiğinde yazar(lar) ile paylaşır. Raporda yer alan hataların yazar(lar) tarafından düzeltilmesi istenebilir veya çalışma yazarlara iade edilebilir.
3. Editörler Kurulu'nca ön incelemesi yapılan çalışmalar, içerik açısından değerlendirilmek üzere alan uzmanı üç hakeme gönderilir. Hakemler tarafından düzeltme istendiğinde, yazar(lar) en geç 15 gün içerisinde düzeltmelerini yaparak çalışmalarını aynı sistem üzerinden dergiye iletir(ler). Düzeltilmiş olan çalışma, gerektiğinde değişiklik ya da düzeltme isteyen hakemlerce tekrar değerlendirilir. Çalışmaların yayımlanmasına, alınan hakem görüşleri doğrultusunda Editörler Kurulu'nca karar verilir. Hakem görüşlerinde uyumsuzluk olması durumunda Editörler Kurulu gerekli görürse çalışmayı farklı bir hakeme daha gönderebilir.
4. Yayımlanmasına karar verilen çalışmalar gönderim tarihlerine göre Editörler Kurulu Sekreterliği'nce sıraya konur ve son okuma sürecine alınır. Bu süreçte yayıma kabul edilen makaleler, hakem önerileri ve yayım kuralları göz önünde bulundurularak incelenir.
5. Yayımlanmasına karar verilen makaleler için ücret ödenmez.

6. Çalışmalarda savunulan görüşlerden ve kaynakların doğruluğundan yazar(lar) sorumludur.
7. İletişimden sorumlu yazar, makalenin sunum aşamasından basımına kadar olan süreçlerde her türlü yazışmayı gerçekleştiren yazardır. İletişimden sorumlu yazar, makale dergiye kabul edildikten sonra "Telif Hakkı Devir Formu" ve "Çıkar Çatışması Formu"nu tamamlayarak göndermelidir.

Yazar olarak listelenen herkesin, ICMJE tarafından önerilen yazarlık kriterlerini karşılaması gerekmektedir. ICMJE, yazarların aşağıdaki dört kriteri karşılamasını önermektedir (bkz: <http://www.icmje.org/recommendations/browse/roles-and-responsibilities/defining-the-role-of-authors-and-contributors.html>)

1. Çalışmanın konseptine/tasarımına; ya da çalışma için verilerin toplanmasına, analiz edilmesine ve yorumlanmasına önemli katkı sağlamış olmak,
2. Yazı taslağını hazırlamış ya da önemli fikrinsel içeriğin eleştirel incelemelerini yapmış olmak,
3. Yazının yayından önceki son halini gözden geçirmiş ve onaylamış olmak,
4. Çalışmanın herhangi bir bölümünün geçerliliği ve doğruluğuna ilişkin soruların uygun şekilde soruşturulduğunun ve çözümlendiğinin garantisini vermek amacıyla çalışmanın her yönünden sorumlu olmayı kabul etmek.

Yayımlanmak üzere gönderilen yazıların araştırma ve yayın etiğine uygun olmaları gereklidir. Yazarlar, basılı ya da elektronik formatta kullandıkları yazı ve görsellerin özgün olduğunu kabul ederler. Bu konulardaki yasal, mali ve cezai sorumluluk bütünüyle yazarlara aittir.

Yazar, makalenin ne türde bir eser (araştırma, derleme vb.) olduğunu belirtmelidir. Araştırma makalesinde Doktora veya Yüksek Lisans tezinin tamamı ya da bir kısmı verilecekse, başvuru sırasında bu durum mutlaka belirtilmelidir. Yayımlanmasına karar verilen makaleler üzerinde ekleme ve/veya çıkarma yapılamaz.

MAKALE HAZIRLANMASI

Sayfa Yapısı

Metin, A4 boyutlarındaki kağıda üstten, alttan ve yanlardan 2,5 cm boşluk bırakılarak, iki yana yaslı şekilde, tirelemesiz ve tek sütun olarak hazırlanmalıdır.

Yazı Tipi

Bütün metinde 10 punto-Times New Roman yazı karakteri kullanılmalıdır.

Paragraf Yapısı

Paragraf satır başlarına 1,25 cm girinti verilmeli. Paragraf öncesi boşluk 0,6 cm, sonrası ise 0 olacak şekilde düzenlenmeli ve metin için tek satır aralığı seçilmelidir.

Başlık Sayfası

Makalenin başlığı kısa fakat içeriği tanımlayıcı ve amaçla uyumlu olmalıdır. Başlıkta kısaltma kullanılmamalıdır. Makale başlığı Türkçe ve İngilizce yazılmalıdır. Ayrıca yazının 12 sözcükten az, kısa bir başlığı da Türkçe ve İngilizce olarak başlık sayfasında belirtilmelidir.



Tüm yazarların açık adları, soyadları ve akademik unvanları, çalıştıkları kurum, iletişim bilgileri, çalışmanın yapıldığı klinik, bölüm, enstitü, hastane veya üniversitenin açık adı ve adresi belirtilmeli ve her yazar için üst numaralandırma kullanılmalıdır. İletişimden sorumlu yazarın iletişim bilgileri ayrıca belirtilmelidir. Her yazarın iletişim bilgileri, adres, güncel e-posta adresi, iş telefonu ve cep telefonu numaralarını içermelidir. Yazı özet ve/veya bildiri şeklinde daha önce sunulmuş ise, sunulduğu bilimsel toplantı, sunum yeri, tarihi ve basılmışsa basımı yapılan yayının organına ilişkin bilgiler bu sayfada belirtilmelidir. Ayrıca, dergiye gönderilen makaledeki çalışmayı destekleyen kuruluş varsa, bu kuruluş ve desteğin kapsamı başlık sayfasında belirtilmelidir.

ÇALIŞMA BÖLÜMLERİ

Başlık

Başlık 16 punto-Times New Roman yazı karakterinde, satır aralığı tek olacak şekilde kalın karakterlerle yazılmalı ve sayfaya ortalanmalıdır.

Çalışma daha önce sunulmuşsa, bir projeden veya tezden üretilmişse başlığın sonuna konulan bir dipnotta (*) açıklama yapılmalıdır.

Yazarların İsimleri

Yazarların isim ve soy isimleri ilk harfleri büyük, 12 punto-Times New Roman yazı karakterinde ve aralarına virgül konularak verilmelidir. İsim ve soy isimlerinin altında 10 punto-Times New Roman yazı karakterinde kurumlarının isimleri verilmelidir.

Yazar ünvanları, elektronik posta adresleri ve ORCID id'leri hem "Özet" hem de "Abstract" kısmında alt bilgi olarak belirtilmelidir. Alt bilgiler 9-punto Times New Roman fontu ile verilmeli ayrıca sorumlu yazar belirtilmelidir.

Türkçe Özet ve İngilizce Abstract

Her makalenin başında Türkçe, İngilizce veya makale başka bir dilde yazılmışsa, yazıldığı dilde öz bulunmalıdır. Özet, 10 punto büyüklüğünde, iki yana yaslı ve 100-150 sözcüğü geçmeyecek şekilde yazılmalıdır. Özette atf bulunmamalıdır.

Makalelerinin özetinde veya İngilizce abstract'ta aşağıdaki içerik yer almalıdır:

- Problem durumu, araştırmanın amacı,
- Araştırmadaki katılımcılar ve onlarla ilgili yaş, cinsiyet ve uyruk gibi demografik özelliklerine ilişkin bilgiler,
- Araştırmanın yöntemi/tasarımı (eğer varsa özellikle yöntemsel özgünlüğü),
- İstatistiksel anlamlılık düzeyi, etki büyüklüğü ve güven aralığı gibi değerleri de içerecek şekilde temel bulgular,
- Sonuçlar, olası etkileri veya uygulamaya yansımaları.

Anahtar Sözcükler

Anahtar sözcükler en az beş, en fazla yedi adet olacak şekilde, sadece küçük harflerle aralarına virgül konularak verilmelidir.

Ana Metin

Nitel ve nitel çalışmalar Giriş, Yöntem, Bulgular, Tartışma ve Sonuç bölümlerini içermelidir.

Kaynaklar

Belgenin sonunda verilen Kaynakça yazımına yeni bir sayfadan başlanmalıdır. Hem metin içinde hem de kaynakçada Amerikan Psikologlar Birliği tarafından yayımlanan Publication Manual of American Psychological Association (APA) (6. baskı) adlı kitapta belirtilen yazım kuralları uygulanmalıdır (<http://apastyle.org/index.aspx> bakınız).

Metin İçinde Kaynak Verilmesi

(Berlin, C. I., 2003) veya (Berlin, C. I. ve ark., 2003).

Metin Sonunda Kaynak Verilmesi

Dergiden alınan makale için örnek

Rance, G., Beer, D. E., Cone-Wesson, B., Shepherd, R. K., Dowell, R. C., King, A. M., ... Clark, G. M. (1999). Clinical findings for a group of infants and young children with auditory neuropathy. *Ear and Hearing*, 20(3): 238-252.

Emiroglu, F. N. I., Kurul, S., Akay, A., Miral, S., Dirik, E. (2004). Assessment of child neurology outpatients with headache, dizziness, and fainting. *J Child Neurol*, 19: 332-336.

Kitaptan alınan makale için örnek

Cushing, S. L., Levi, J. R., O'Reilly, R. C. (2013). History and Physical Examination of the Child with a Balance Disorder. O'Reilly, R. C., Morlet, T., Cushing, S. L. (Eds.), *Manual of Pediatric Balance Disorders* (pp.35-47). United Kingdom: Plural Publishing.

Rine, R. M. (2007). Management of the pediatric patient with vestibular hypofunction. Herdman, S. J. (Ed.), *Vestibular Rehabilitation*. (3rd ed., pp.360-375). Philadelphia: FA Davis Company.

Tablolar ve Şekiller

Tablolar yeni bir sayfadan başlanarak verilmelidir ve her bir tablo ayrı bir sayfada olmalıdır. Tablo numarası ve tablo başlığı tablonun üstünde kelimelerin baş harfleri büyük olarak yer almalıdır. Gönderilecek olan tablolar mutlaka Word programının "Tablo" seçeneği kullanılarak hazırlanmalıdır.

Şekiller yeni bir sayfadan başlamalı ve her biri ayrı sayfalarda verilmelidir. Şekil, grafik, fotoğraf ve benzerleri "Şekil", sayısal değerler ise "Tablo" olarak belirtilmeli ve metin içerisinde ardışık numaralandırılmalıdır. Bir şeklin numarası ve başlığı, kelimelerin baş harfleri büyük olarak, şeklin altında verilmelidir. Şekil boyutları 10x10 cm ve 300 dpi çözünürlükte jpg veya tiff formatında olmalıdır. Özel baskı gerektiren şekil ve fotoğrafların masrafı yazardan alınır. En fazla 5 tablo ve en fazla 5 şeklin gönderilmesine özen gösterilmelidir.

Kısaltmalar ve/veya Semboller

Eğer kullanılmaları zorunlu ise, kısaltma ve semboller metin içinde ilk kez kullanıldığı yerde, parantez içinde açıklanmalıdır. Uluslararası geçerliliği olan ve yerleşik kısaltmalar tercih edilmelidir. Birimler, Uluslararası Birimler Sistemi (SI: International System of Units)'e göre verilmelidir.



Instructions for Authors

REFREEE REPORTS

The journal has referee evaluation forms for research, review and single-subject research articles. The referees evaluate Title, Turkish and English Abstract, Introduction, Method, Findings, Discussion and Suggestions sections in the direction of these evaluation forms and also make General Evaluation about the study by examining the Form and Narrative characteristics of the work. Referee evaluations generally include; evaluating the specificity of a study, compliance of the research and the methods used with ethical rules, suitable and consistent presentation of findings and results, and crosschecking the literature.

The process for publication of the journal is carried out according to the following steps:

The editorial and publication processes of this journal are shaped according to the guidelines of the International Committee of Medical Journal Editors (ICMJE), the World Association of Medical Editors (WAME), the Council of Science Editors (CSE), the Committee on Publication Ethics (COPE), the European Association of Science Editors (EASE), and the National Information Standards Organization (NISO). These processes are also consistent with the principles of Principles of Transparency and Best Practice in Scholarly Publishing (doaj.org/bestpractice). The content is presented free of charge and "Open Access" on the internet page of the journal following the completion of the publication process.

- 1) The work is prepared in Word format and sent to <https://dergipark.org.tr/tr/pub/tjaudiologyandhear>.
- 2) The Editorial Board of the Turkish Journal of Audiology and Hearing Research, reviews the study material received before acceptance; works that are not prepared in accordance with the article template is not evaluated. Writing rules of the journal should be examined in advance to prepare the article accordingly. The articles that do not comply with writing rules and format requirements are not taken into consideration and are returned to the author(s) for rearrangement. Articles that are appropriate in terms of writing rules and format requirements are then passed through the plagiarism test. Plagiarism control is carried out by the Turnitin's iThenticate® program. In the light of the plagiarism audit report of each work, the editorial board shares this report with the author(s) when necessary after giving the final decision. This report may request that the errors in the study to be corrected by the authors(s) or the study may be rejected.
- 3) The studies reviewed and accepted by the Editorial Board are sent to three referees who are field experts to be evaluated in terms of content. When corrections are requested by the referees, the authors(s) make suitable revisions within 15 days at the latest, and send the work to the journal again. The revised work shall be reevaluated if necessary by the referees who requested amendment or correction. The publication of the works is decided by the Editorial Board in line with the opinions of the referees. In case of nonconformity in the opinions of the referees, the Editorial Board may send the work to another referee if it deems necessary.
- 4) The works decided to be published are put in order by the Editorial Board Secretariat according to the date of submission, and taken to the last reading process. In this process, the accepted articles are examined by considering the referees' recommendations and the rules of publication.
- 5) No fees will be paid for the articles decided to be published.

- 6) The authors are responsible for the views expressed in the works and for the correctness of the references.
- 7) The writer responsible for the communication is the author who performs all kinds of correspondence in the process from the presentation stage to the publication of the article. The writer responsible for the communication must submit the "Copyright Transfer Form" and the "Conflict of Interest Form" after the article is accepted.

Everyone listed as a writer must meet the authorship criteria recommended by ICMJE. The ICMJE suggests that authors meet the following four criteria (see: <http://www.icmje.org/recommendations/browse/roles-and-responsibilities/defining-the-role-of-authors-and-contributors.html>)

1. Substantial contributions to the conception or design of the work; or the acquisition, analysis, or interpretation of data for the work; AND
2. Drafting the work or revising it critically for important intellectual content; AND
3. Final approval of the version to be published; AND
4. Agreement to be accountable for all aspects of the work in ensuring that questions related to the accuracy or integrity of any part of the work are appropriately investigated and resolved.

The articles submitted for publication must comply with the requirements of research and publication ethics. The authors acknowledge that the texts and images they use in printed or electronic format are unique. The legal, financial and criminal liability in these matters is entirely up to the authors.

The author should state what kind of work (research, compilation, etc.) the article is. If all or part of a doctoral or master's thesis is given in the research article, this must be indicated at the time of application. Additions and/or deletions can not be made on the articles which are decided to be published.

MANUSCRIPT PREPARATION

Page Format

The text should be prepared as on A4 size paper with 2.5 cm spaces at all sides (top, bottom, left, and right), full justified without hyphenation, and single column.

Text Character

Times New Roman 10 point font should be used in all texts.

Paragraph Format

First line of the paragraph should be 1.25 cm indented. The pre-paragraph spacing should be 0,6 cm, the post-paragraph spacing should be 0, and the single line spacing should be selected for the text.

Title Page

The title of the article must be short but descriptive, and consistent with the purpose. The title should be given both in Turkish and English and without any abbreviation. In addition, a short title in Turkish and English fewer than 12 words should be given on the title page.

Complete names, surnames and addresses of all authors should be given including academic titles, institution of study, contact information, the



clinic, department, institute, hospital or university where the study was conducted, and a superscript number should be given to each author. The contact information of the writer responsible for communication should also be specified. Each author should include contact information, address, current e-mail address, business phone and mobile phone numbers. If the text has already been presented elsewhere in summary and/or abstract form, the scientific meeting, place of presentation, date of publication, and if published, the information about the publication organ should be indicated on this page. In addition, if there is an organization supporting the work submitted to the journal, this organization and the scope of the support should be indicated on the title page.

SECTIONS OF THE ARTICLE

Title

The title should be typed in 16-point Times New Roman font with bold characters, single line spacing and centered on the page.

If the work has already been presented elsewhere, or if it is produced from a project or thesis, an explanation must be given as a footnote (*) at the end of the page.

Authors' Names

Authors' names and surnames should be given in 12-point Times New Roman font, each author separated by a comma. Institutions of the authors' in 10-point Times New Roman font should be given under the name and surname.

Author titles, e-mail addresses and ORCID id's should be specified as sub-information in both the "Summary" and "Abstract" sections. Sub-information should be given in 9-point Times New Roman font, and also the responsible author should be indicated.

Turkish Summary and English Abstract

There should be at the beginning of each article, a summary in Turkish, an abstract in English, or if the article is written in another language, also a summary in that language. These should be written in 10-point size, full justified, and should not exceed 100-150 words. There should not be any references in this section.

In the abstract of the articles or the English abstract, the following content should be included:

- The state of the problem, the purpose of the study,
- Information on demographics of the participants and their age, gender and nationality,
- The method/design of the research (especially if it has methodological specificity),
- The basic findings, including the level of statistical significance, magnitude of effect, and confidence interval,
- Conclusions, possible effects or implications on practice.

Key Words

At least five, at most seven Key Words should be given with only small letters and a comma in between.

Main Text

Quantitative and qualitative studies should comprise: Introduction, Method, Findings, Discussion, and Conclusion sections.

References

The references at the end of the document should start from a new page. Both in the text and in the literature, the writing rules must be applied in the book published by the Association of American Psychologists (APA) (6th ed.) published by the American Psychological Association (see: <http://apastyle.org/index.aspx>).

Citations in Text

(Berlin, C. I., 2003) or (Berlin, C. I. et al., 2003).

Citations at the End of the Document

Examples for an article from a journal

Rance, G., Beer, D. E., Cone-Wesson, B., Shepherd, R. K., Dowell, R. C., King, A. M., ... Clark, G. M. (1999). Clinical findings for a group of infants and young children with auditory neuropathy. *Ear and Hearing*, 20(3): 238-252.

Emiroglu, F. N. I., Kurul, S., Akay, A., Miral, S., Dirik, E. (2004). Assessment of child neurology outpatients with headache, dizziness, and fainting. *J Child Neurol*, 19: 332-336.

Examples for an chapter from a book

Cushing, S. L., Levi, J. R., O'Reilly, R. C. (2013). History and Physical Examination of the Child with a Balance Disorder. O'Reilly, R. C., Morlet, T., Cushing, S. L. (Eds.), *Manual of Pediatric Balance Disorders* (pp.35-47). United Kingdom: Plural Publishing.

Rine, R. M. (2007). Management of the pediatric patient with vestibular hypofunction. Herdman, S. J. (Ed.), *Vestibular Rehabilitation*. (3rd ed., pp.360-375). Philadelphia: FA Davis Company.

Tables and Figures

Tables should be given starting from a new page, and each table should be on a separate page. The table number and title should be placed at the top of the table, the initials of the words should be upper case. The tables to be submitted must be prepared using the "Table" option of the Word program.

Figures should start on a new page, and each one should be on a separate page. Figures, graphics, photographs and the like should be specified as "Figure", numerical lists as "Table", and each group should be numbered separately and consecutively in the text. The number and heading of a figure should be given under the figure in title case. Shape dimensions must be 10x10 cm and 300 dpi resolution, and in "jpg" or "tiff" format. The cost of the processing of figures and photographs that require a special task for printing is taken from the author. Care must be taken that the manuscript includes no more than 5 tables and no more than 5 figures.

Abbreviations and/or Symbols

If it is necessary to use an abbreviation or symbol, it should be explained in parenthesis where is used for the first time the text. International validity and built-in abbreviations should be preferred. Units must be given according to the International System of Units (SI).



Contents / İçindekiler

Volume/Cilt 5 | Issue/Sayı 3 | December/Aralık 2022

RESEARCH ARTICLE / ARAŞTIRMA MAKALESİ

- 65 Ailede işitme kaybı öyküsü bulunan bebeklerin işitme tarama test sonuçları (geçti-takip-sevk) ve testlerin erken dönemde tamamlanmasının önemi**
Hearing loss (passed-follow-up-referral) and the importance of completing the tests in the early period
Nazife ATAGÜL BEKTAŞ
- 70 “What should be expected success with cochlear implant in school-aged children who have early and late intervention?”**
Erken ve geç müdahale alan okul çağı koklear implantlı çocuklarda beklenen başarı ne olmalıdır?”
Nuriye YILDIRIM GÖKAY, Esra YÜCEL
- 78 Weber testinde kullanılan saf seslerin patoloji yönünü doğru belirleme oranlarının araştırılması**
Determining the correct pathology direction of pure sounds used in the audiometric weber test
Beyza DEMİRTAŞ, Eser SENDESEN, Merve ÖZBAL BATUK

REVIEW / DERLEME MAKALESİ

- 83 Neural mechanism, prognosis, and rehabilitation of central auditory processing disorder: a review**
Santral işitsel işleme bozukluğunun nöral mekanizmaları, prognozu ve rehabilitasyonu: bir derleme
Berkay ARSLAN

Ailede işitme kaybı öyküsü bulunan bebeklerin işitme tarama test sonuçları (geçti-takip-sevk) ve testlerin erken dönemde tamamlanmasının önemi

Nazife ATAGÜL BEKTAŞ 

Midyat Devlet Hastanesi

ÖZ

Tüm dünyada işitme kaybı yaklaşık %0,1 ile 0,3 insidansına sahiptir. Bu durumun yaklaşık yarısından genetik nedenler, diğer yarısından ise çevresel etmenler sorumlu tutulmuştur. Çalışmamızda ailesinde işitme engeli öyküsü bulunan bebeklerin işitme testlerinin yapılması, testi geçemeyen bebeklerin ileri tanı ve tedavi merkezine sevkı sağlanarak erken dönemde işitme testlerini yaptırılmaları amaçlanmıştır.

Çalışmaya Midyat Devlet Hastanesi, Yenidoğan İşitme Tarama Ünitesinde işitme testleri yapılan 384 bebek dahil edilmiştir. Çalışmada istatistiksel programlardan olan SPSS v23.0 kullanılmıştır. Araştırmada Tanımlayıcı istatistikler, İlişki testleri, Bağımsız grup karşılaştırması istatistiksel testler uygulanmıştır. Tüm test sonuçları 0.05 anlamlılık düzeyinde değerlendirilmiştir.

Çalışmanın bulguları incelendiğinde bebeklerde işitme tarama sonuçları değerlendirildiğinde 1. Test sonucunda bebeklerin %71,3'ünün 1. Testi geçtiği, %28,7'sinin takibe alındığı; takibe alınan bebeklerin 2. Test sonucunda %83,9'unun testi geçtiği %7'sinin takibe/sevke alındığı ve %9,1'inin ise 2. İşitme tarama testine katılmadığı görülmektedir.

Yapılan işitme tarama testi sonucunda $475/498 = 0,95$ yani %95 oranında bir başarı elde edilmiştir. Çalışmamızda bebeklerin; Erken dönemde teste alınarak işitme ile ilgili problemlerinin saptanması ve ileri testlerin yapılması gereken bebeklerin tespiti ve sevkleri sağlanmıştır.

Anahtar kelimeler: işitme engeli, işitme taraması, işitme tarama testi, yenidoğan, işitme

ABSTRACT

Hearing loss (passed-follow-up-referral) and the importance of completing the tests in the early period

It has an incidence of 0,1% to 0,3% in life all over the world. Those who can help in this regard are due to the reference source. In our family, it was ensured that the completion tests of the babies whose family had a disability were carried out, and that those who could not pass the test performed the tests that could be performed in the early period for referral.

384 babies in hearing engineering at Midyat State Hospital, Neonatal Hearing Screening Unit were included in the study. SPSS v23.0, one of the programs used in the study. It includes Descriptive statistics, Relationship tests, Independent group comparison in research. All test results were rated at 0.05 significance.

Evaluation of screening methods of schools in education 1. Test passed 1. Test passed, 28.7% of them are followed; It is seen that 9.1% of the babies who were followed up were followed/referred to the 2nd test.

We achieved a success rate of $475/498 = 0,95$, ie 95%, in the interview screening test. Test results of babies in our study; Identifying problems with test development in the early period and completing referrals where further testing is required.

Key words: hearing impairment, hearing screening, hearing screening test, newborn, hearing

Cite this article as: Atagül Bektaş N. (2022). Ailede işitme kaybı öyküsü bulunan bebeklerin işitme tarama test sonuçları (geçti-takip-sevk) ve testlerin erken dönemde tamamlanmasının önemi. Turk J Audiol Hearing Res 2022;5(3):65-69

GİRİŞ

İnsanlar dış dünyayı duyuları aracılığıyla algılar ve bu sayede ruhsal, sosyal, zihinsel gelişimini sağlar. Duyulardan herhangi birinin eksikliği, algılamının bütünlüğünü bozarak sosyal, zihinsel ve duygusal yaşamın etkilenmesine neden olur. İşitme duyusu bireyin konuşmayı öğrenmesi ve çevresiyle iletişim kurabilmesi için zorunludur (Özbek ve ark., 2011).

İşitme Tarama Protokolünde bebeklerin taranması riskli bebek ve riski olmayan bebek olarak değerlendirilmektedir. Risk grupları; Ailede kalıtsal işitme kaybı, Kan değişimi gerektiren düzeyde indirekt hiperbilirubinemi, İntrauterin enfeksiyon (Toxoplasma,

rubella, CMV, Herpes (TORCH), Kraniyofasial anomaliler, Düşük doğum ağırlığı <1500 gr olarak belirtilmiştir (Joint Committee on Infant Hearing, 1973). Ayrıca Bakteriyel menenjit geçirilmesi, Asfiksi, Düşük Apgar skoru (1. Dk: 0-4 ya da 5. Dk: 0-6), Günden uzun sürede mekanik ventilasyon, Sensörinöralve/ya da iletim tipi işitme kaybı ile ilişkili sendromların bulguları, Ototoksik ilaç kullanımı, Yenidoğan yoğun bakımında beş günden fazla kalmak daha sonra risk grubu olarak eklenmiştir.

Bu rihs gruplarında aile kökeninde genetik etmenlerin olduğu işitme kaybı klinik olarak sendromik ve sendromik olmayan

olarak iki gruba ayrılmaktadır. İşitme kaybına başka hiçbir organ sistemi ya da laboratuvar bulgusunun eşlik etmediği durumlar sendromik olmayan işitme kaybı olarak tanımlanmaktadır ve bu grup genetik kaynaklı işitme kayıplarının yaklaşık %70–80’ini oluşturmaktadır. Sendromik işitme kaybı ise geriye kalan %20–30’luk grubu oluşturmaktadır (Kalatzis V ve Petit C. 1998).

Bu oranlara bakıldığında ailede işitme kayıplı bireylerin olması hikâyesinin bebeğin işitme testlerinin erken dönemde tamamlanmasının ne kadar gerekli olduğunu göstermektedir. Bebeklerin konuşma gelişimleri başlangıçta hızla gelişim gösterir. Altı aylık bebek çevreden gelen seslere daha duyarlı hale gelmiştir ve bu seslere tepki verebilir. On sekiz aylık bir bebek ise cümle kurma yetisine sahiptir ve basitçe istediklerini anlatabilir (Amin ve ark., 1999). Bebekliğin ilk dönemlerinde işitmede herhangi bir problem olmaması bebeğin zekâ gelişimi üzerinde olumlu etkilere sahiptir. Aynı zamanda duygusal ve sosyal gelişimi için de büyük önem arz eder (Hepper ve Shahidullah, 1994).

Avrupa Birliği’ne 1998’de giren yenidoğan işitme taramaları 1993’den beri Amerika Birleşik Devletleri’nde yapılmakta ve bebeklerde olabilecek olası bir işitme kaybının teşhisinin erkenden konulması amaçlanmaktadır. Yenidoğan işitme kaybının ilk 3 ay içinde teşhis edilmesi ve en geç altı aylıkken uygun rehabilitasyon sürecinin başlaması amaçlanmaktadır. İşitme kaybı görülen yenidoğanlar bu süreçler sayesinde konuşma engelleri olmadan müdahale edildiğinden psikolojik herhangi bir olumsuzluk yaşamadan hayatlarına devam edebileceklerdir (Paludetti ve ark., 2012).

Türkiye’de ilk kez 2004 yılında Hacettepe ve Marmara Üniversitesi Tıp Fakültesi Odyoloji Bölümünde uygulanmaya başlayan Yenidoğan İşitme Tarama programı, 2008 yılı sonrasında tüm illerimizde uygulanmaya başladı. Tarama oranı 2014 yılında %90,7 civarındaydı. Bu program kapsamında, 81 ilde 584 merkezde işitme taraması programı uygulanmaktadır. Hastanemizde 2011 yılında işitme tarama testlerine başlanmıştır.

Erken İşitme Tanı ve Müdahale programları ile işitme kaybının olumsuz etkilerinin önüne geçilmesi amaçlanmaktadır. Bu programların temel amacı, işitme kayıplı çocukların linguistik yeterliliklerini ve okuma yazma gelişimlerini en üst düzeye çıkarmaktır. Dili öğrenmek için uygun fırsatlar verilmeyen çocuklar, iletişim, okuma, bilişsel ve sosyo emosyonel gelişimde işiten yaşlıtlarının gerisinde kalmaktadır. Bu alanda meydana gelen gecikmeler, yetişkinlikte karşımıza daha düşük bir eğitim düzeyi ve mesleki istihdam problemi olarak çıkmaktadır. (Holden-Pitt ve Diaz, 1998; Madel ve Flexer, 2014).

Çalışmanın problem cümlesi “Ailede İşitme Kaybı Öyküsü Olan Bebeklerin İşitme Tarama Test Sonuçları (Geçti-Takip-Sevk) ve Testlerin Erken Dönemde Tamamlanmasının Önemi” olarak

belirlenmiştir. Genetik olarak işitme kayıplı olma olasılığının yüksek olduğu bu risk grubundaki bebeklerin Tarama testlerinin erken dönemde yapılması ve işitme kaybı şüphesi olan bebeklerin belirlenip ileri testlerin yapılması için referans merkezine sevk edilmesi, bebeğin dil gelişiminin yaşına uygun olarak tamamlanması açısından önemlidir. Bu kapsamda araştırmada, Ulusal Yenidoğan İşitme Taraması Programı kapsamında 2015–2018 tarihleri arasında Mardin Midyat Devlet Hastanesi Yenidoğan İşitme Tarama Ünitesi’nde, ailesin de işitme engeli öyküsü bulunan bebeklerin ilk 1 ay içerisinde işitme tarama testlerinin yapılıp takibe kalan bebeklerin Referans Merkezine sevk edilmesinin yapılması ve ileri odyolojik testlerinin ilk 3 ay içerisinde tamamlanması amaçlanmıştır.

GEREÇ VE YÖNTEM

Bu çalışma, belirlenen hastanede yenidoğan işitme tarama testi programı kapsamında işitme taraması yapılan bebeklerin dâhil edildiği kesitsel ve retrospektif yönteminin kullanıldığı bir çalışmadır. Araştırma evrenini Mardin İli Midyat Devlet Hastanesinde 2015–2018 yılları arasında yenidoğan işitme tarama ünitesinde testleri yapılan ailede işitme engeli öyküsü bulunan bebekler oluşturmaktadır. Çalışmamız için Mardin İl Sağlık Müdürlüğünden etik izin alınmıştır.

Araştırma örnekleme ise evren sayısı bilinen örneklem yöntemi formülü ile hesaplanmış olup örneklemin 498 kişi olması gerektiği hesaplanmıştır. Örneklem sayısında Yazıcıoğlu ve Erdoğan’ın (2004), 0,05 örneklem hatası için yüz milyon kişilik evren büyüklüğünden seçilmesi gereken örneklemin 384 kişi olması gerektiğini hesapladıkları tablo referans alınmıştır. Araştırmada Sağlık Bakanlığının işitme tarama protokolünde belirlediği risk faktörlerinden biri olan ailede işitme engeli bulunan bebekler baz alınmıştır. Araştırmada hastane kayıtları üzerinden yapılan test sayısı, test sonucu, bebeklerin doğum tarihi, cinsiyeti, doğum şekli gibi değişkenler kullanılmıştır.

Araştırmada veri toplama aracı olarak hastane kayıtları kullanılarak 2015–2018 yılları arasında yenidoğan işitme tarama ünitesinde testleri yapılan işitme engeli öyküsü olan ailelerin bebekleri üzerinden yapılmıştır.

Yenidoğan işitme tarama ünitemizde Sağlık bakanlığının belirlemiş olduğu risk grubu olarak belirlenen bebeklere tarama ABR (Auditory Brainstem Response) cihazı ile işitme testi yapılmaktadır. Çalışmamızda da ABR testi kullanılmıştır. Bu test; bebek uyurken alına-kulak arkasına– kulak ön kısmına yerleştirilen elektrotlar ve kulak kanalına konulan prob ile gönderilen 35 dB’lik klik uyaran ile yapılır.

1. testen geçen bebekler normal işitmeye sahip bebek olarak kabul edilir. 1. testi geçemeyen bebekler 2. teste çağrılır, 2. testi geçerse normal işitme olarak kabul edilir. 2. testi geçmezse ileri odyolojik testler için Referans merkezine sevk edilir.

Verilerin Analizi

Verilerin istatistiksel analiz programlarından olan SPSS v23.0 kullanılarak yapıldı. Verilerin çözümlenmesinde frekans, yüzde, aritmetik ortalama, standart sapma, minimum, maksimum gibi tanımlayıcı istatistiklerden, verilerin analizinde parametrik testlerden faydalanılmıştır. Kategorik iki bağımsız değişken arasındaki ilişkinin değerlendirilmesinde ki-kare ilişki testi, bağımsız iki grubun ortalamaları karşılaştırılmasında bağımsız örneklem t testi, 2'den fazla bağımsız grubun ortalamaları karşılaştırılmasında Tek Yönlü Varyans (One-Way ANOVA) testi kullanılmıştır. Tüm test sonuçları $p < 0,05$ anlamlılık düzeyinde değerlendirilmiştir.

BULGULAR

Çalışmaya dâhil edilen bebeklerin yaş grupları, doğum şekli ve cinsiyetine ait bilgiler Tablo 1'de gösterilmiştir.

Tablo 1. Kişisel Bilgilerin Dağılımı

		n	%
Cinsiyet	Erkek	266	53,4
	Kız	232	46,6
Doğum Şekli	Sezaryen	134	26,9
	Normal	364	73,1
Yaş grupları	0-15 gün	460	92,4
	16-30 gün	15	3,0
	31-45 gün	10	2,0
	46 gün ve üzeri	13	2,6
Toplam		498	100,0

Bebeklerin %53,4'ü erkek, %46,6'sı kızdır. %26,9'unun doğum şekli sezaryen, %73,1'inin doğum şekli normal doğum olarak görülmektedir. Bebeklerin yaş grupları değerlendirildiğinde; bebeklerin %92,4'ünün 0-15 gün arasında, %3'ünün 31-45 gün arasında, %2'sinin 31-45 gün arasında ve %2,6'sının ise 46 gün üzerinde olduğu görülmektedir.

Araştırmada bebeklere yapılan işitme tarama test sonuçları değerlendirildiğinde; 1. test sonucunda bebeklerin %71,3'ünün 1. testi geçtiği, %28,7'sinin takibe alındığı; takibe alınan bebeklerin 2. test sonucunda %83,9'unun testi geçtiği, %7'sinin takibe/sevke alındığı ve %9,1'inin ise 2. işitme tarama testine katılmadığı görülmektedir (Tablo 2).

Tablo 2. Yapılan İşitme Tarama Testleri Sonuçlarına Göre Dağılımı

İşitme Tarama Testi		n	%
1. TEST	Geçti	355	71,3
	Takip	143	28,7
	Toplam	498	100,0
2. TEST/ SEVK	Geçti	120	83,9
	Takip/Sevk	10	7,0
	Teste katılmadı	13	9,1
		143	100,0

Sonuç olarak yapılan işitme tarama testleri sonucunda $475/498=0,95$ yani %95 oranında bir başarı elde edilmiştir.

Araştırmada bebeklerin yaşları ve doğum haftalarına ait tanımlayıcı istatistik sonuçları değerlendirildiğinde; bebeklerin ortalama yaşı 4,86 gün, minimum 0 maksimum 87 gün olarak ve ortalama doğum haftası ise 39,5 hafta olarak, minimum 28. hafta ve maksimum 42. hafta olarak görülmektedir (Tablo 3).

Tablo 3. Bebeklerin Yaş ve Doğum Haftalarına göre Tanımlayıcı istatistik Sonuçları

	N	\bar{x}	SS	Minimum	Maksimum
Yaş (gün)	498	4,86	12,59	0	87
Doğum Haftası	498	39,51	1,21	28	42

TARTIŞMA

Dünyada konjenital bilateral işitme kaybının görülme sıklığı sağlıklı yenidoğanlarında yaklaşık 1-3/1000; ve yenidoğan yoğun bakım ünitelerindeki bebeklerde 2-4/100'dir. Risk grubundaki görülme sıklığı %1,9 bulundu. Bu insidans literatür ile uyumludur. Konjenital işitme kaybı olan yenidoğan bebekler erkenden tespit edilip tedavi edilmezse, konuşma, dil edinme, sosyal ve bilişsel becerilerini geliştirme yeteneklerini kaybederler (Yılmaz ve ark., 2016). İşitme bozukluğu olan bebekler erken zamanda teşhis ve tedavi edildiğinde konuşma geliştirme, dil edinimi, bilişsel beceriler ve akademik performansları gelişebilmektedir (Genç ve ark., 2005).

Evrensel yenidoğan işitme taramalarında hastanelerde doğan her bebeğe taburcu olmadan önce işitme testi uygulanması, testi geçemeyen bebeklerin ise üç ay içerisinde gerekli odyolojik değerlendirmelerinin tamamlanması, işitme kaybı tespit edilen bebeklere altı aylık olmadan önce işitme cihazı ve özel eğitim için gerekli işlemlerin yapılması, işitme testinden geçen ancak işitme kaybı açısından risk taşıyan bebeklerin ise takibinin sürdürülmesini benimsemektedir.

Dereceleri bulunan ve hafiften yükseğe doğru gidebilen işitme kaybı, bebeğin gelişim, insanlarla etkileşimini olumsuz etkiler. Duygusal sıkıntıları da beraberinde getiren işitme kaybı bireyin öğrenmesinde zorluklar yaratabilmektedir (Belgin, 2003). Bebekler üzerinde işitme taramalarının başlaması 1964 yılında Marion Downs'un çalışmalarına dayanarak yapılmıştır.

1994 yılında JCIH tarafından belirlenen önerilere göre tüm bebeklerin ilk üç ayından önce işitme kayıpları belirlenmeli altı aydan önce işitme kayıplı bebeklere müdahale edilmelidir (Joint Committee on Infant Hearing, 1990). Ayrıca 'Yüksek riskli bebekler, hastaneden taburcu olmadan önce taranmalı ve bu doğumdan sonraki ilk üç ayı geçmemelidir' olarak bildirilmiştir (Joint Committee on Infant Hearing, 1990).

1999 yılında üç aydan önce işitme kaybının tanınması, altı aydan önce müdahale hizmetlerine başlaması önerildi (American Academy of Pediatrics, 1999).

Çalışmamızda bebeklerin ortalama tanı yaşı minimum 0 maksimum 87 gün olarak görülmüştür.

Taranan 498 yenidoğanın (%100) teste katılmıştır. 1. teste katılan bebeklerin %71,3'ünün testi geçtiği, %28,7'sinin takibe alındığı; takibe alınan bebeklerin 2. test sonucunda %83,9'unun testi geçtiği, %7'sinin takibe/sevke alındığı ve %9,1'inin ise 2. işitme tarama testine katılmadığı görülmektedir. Bu çalışmada bulunan oran, bir aydan önce taramanın önerildiği oranın (%95) üstündedir (American Academy of Pediatrics, 1995).

Buna ek olarak, ailelerde düşük sosyo-ekonomik durumun olması, aile ve sağlık personelin işitme kaybı farkındalığının düşük olması, ailelerin kullandıkları dile ait bilgi verici materyallerin yeterli olmaması, takip etmenin öneminin ailelere doğru şekilde anlatılmaması ve yenidoğan işitme tarama programlarından kalan bebeklerin takibini sağlayacak yeterli deneyimli personelin ve malzemenin olmamasıdır (American Academy of Pediatrics, 1995).

Ailede işitme kaybı öyküsü (genetik işitme kaybı) JCIH tarafından işitme bozukluğunun risk faktörlerinden biri olarak tanımlanmaktadır (Joint Committee on Infant Hearing, 2013). İşitme kaybının etiyolojik insidansının %50'sinin genetik işitme kaybı kaynaklı olduğu bildirilmiştir (Dobie ve Hemel, 2004).

Hastane kayıtları kullanılarak 2015-2018 yılları arasında yenidoğan işitme tarama ünitesinde testleri yapılan ailede işitme engeli öyküsü olan 498 bebeğin bulgu sonuçları gönüllülük esası ile Verileri değerlendirme ölçeği, araştırmacının belirleyeceği ölçek ile sınırlıdır.

Testi yapılan bebeklerin teste alınma yaşlarına baktığımızda; bebeklerin ilk üç ay içinde taramalarının tamamlandığını görmekteyiz buda işitme kaybının erken dönemde tespit edilmesi açısından olumludur.

Ülkemizde Riskli bebeklerin takibinde ekipman yetersizliği, eğitimli personel eksikliği ve ailelerin eğitim durumunun düşük olmasından dolayı bebeklerin işitme kayıplarının tespiti ve gerekli rehabilitasyonun erken dönemde başlanması çok büyük bir zaman kaybına yol açmaktadır. Hastanelerde bu konuda bilgilendirme broşürleri bulundurulması, hastaların Referans merkezlerine gitmelerinin zor olmasından dolayı Referans merkezlerinin artırılması, işitme kaybı tanısı konulan bebeklerin işitme cihazlarına ulaşımının kolaylaştırılması hastaların yaşatlarını yakalamasında zaman kaybını aza indirecektir.

SONUÇ

Çalışmamızda bebeklerin ortalama tanı yaşı minimum 0 maksimum 87 gün olarak görülmüştür. Taranan 498 yenidoğanın (%100) teste katılmıştır. 1. teste katılan bebeklerin %71,3'ünün testi geçtiği, %28,7'sinin takibe alındığı; takibe alınan bebeklerin 2. test sonucunda %83,9'unun testi geçtiği, %7'sinin takibe/sevke alındığı ve %9,1'inin ise 2. İşitme tarama testine katılmadığı görülmektedir. Çalışmamızda %7'lik bir oranda ailelerinde işitme engeli öyküsü bulunan bebeklerin sevk edildiği görülmektedir. Çalışmamızın yapıldığı Hastane 2. basamak bir hastane olduğu için ileri tanı ve tedavinin yapıla bilmesi için gerekli cihazlar olmadığından bu hastaların takibi yapılamamıştır.

Doğumdan gelen, fark edilemeyen veya sonradan fark edilen işitme kayıplarında bebeğin duyuşal gelişimi, sosyal becerileri, zihinsel aktiviteleri, hayat koşulları büyük ölçüde etkilenmektedir. Bu nedenle işitme kaybı şüphesi olan bu bebeklerin İleri tanı ve tedavi merkezlerinde takibinin yapılması ve gerekli işitme cihazı ile cihazlandırılıp, rehabilitasyona alınması sağlanmalıdır.

Peer-review: Externally peer-reviewed.

Informed Consent: Written informed consent was obtained from the participants.

Author Contributions: Concept - NAB; Design - NAB; Supervision - NAB; Resources - NAB; Data Collection and/or processing - NAB; Analysis and/or interpretation - NAB; Literature Search - NAB; Writing Manuscript- NAB.

Conflict of Interest: No conflict of interest.

Financial Disclosure: None.

Etik Kurul Onayı:

Hakem Değerlendirmesi: Dış Bağımsız.

Bilgilendirilmiş Onam: Katılımcılardan yazılı bilgilendirilmiş onam alınmıştır.

Yazar Katkıları: Fikir- NAB; Tasarım - NAB; Denetleme - NAB; Kaynak - NAB; Veri Toplanması ve/veya İşlemesi - NAB; Analiz ve/veya Yorum - NAB; Literatür Taraması - NAB; Yazıyı Yazan - NAB.

Çıkar Çatışması: Yoktur.

Finansal Destek: Finansal destek kullanılmamıştır.

KAYNAKLAR

- American Academy of Pediatrics (1995). Joint committee on infant hearing. 1994 position statement. *Pediatrics*, 95(1), 152-156. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/7770297/>
- American Academy of Pediatrics. (1999). The American Academy of Pediatrics endorses universal newborn hearing screening.
- Amin, SB., Orlando, MS., Daizell, LE., Merle, KS., & Guillet, R. (1999). Morphological changes in serial auditory brain stem responses in 24 to 32 weeks gestational age infants during the first week of life. *Ear Hear*, 20(5), 410-418. [CrossRef]
- Belgin, E. (2003). *İşitme Kayıpları*. Akyol, U., editör. *Pediyatrik Kulak Burun Hastalıkları* içinde (1. Baskı, ss. 31-34). Ankara: Güneş Kitabevi.
- Dobie, R.A., & Hemel, S.V., editors. (2004). *Hearing Loss: Determining Eligibility for Social Security Benefits*. Committee on Disability Determination for Individuals with Hearing Impairments. National Research Council. Washington (DC): National Academies Press (US). [CrossRef]
- Genç, GA., Başar, F., Kayıkçı, ME., Türkyılmaz, D., Fırat, Z., Duran, Ö., ..., & Korkmaz, A. (2005). Hacettepe Üniversitesi yenidoğan işitme taraması bulguları. *Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Dergisi*, 48, 119-124. http://www.cshd.org.tr/uploads/pdf_CSH_138.pdf
- Hepper, PG., & Shahidullah, BS. (1994). Development of fetal hearing. *Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed*, 71(2), F81-F87. [CrossRef]
- Holden-Pitt, L., & Diaz, J. (1998). Thirty years of the annual survey of deaf and hard of hearing children and youth: a glance over the decades. *Am Ann Deaf*, 143(2), 72-76. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/9569718/>
- Joint Committee on Infant Hearing [JCIH]. (1973). *Screening For Infant Hearing*. <http://www.jcih.org/JCIH1973.pdf> (28.07.2022)
- Joint Committee on Infant Hearing [JCIH]. (1990). *Position Statement*. <http://www.jcih.org/jcih1990.pdf> (24.07.2022)
- Kalatzis, V., & Petit, C. (1998). The fundamental and medical impacts of recent progress in research on hereditary hearing loss. *Hum Mol Genet*, 7(10), 1589-1597. [CrossRef]
- Özbek, E., Atlıhan, F., Genel, F., Çalkavur, İ., Bayar, B., & Özcan, M. (2011). Gelişimsel açıdan yüksek riskli bebeklerde işitme tarama sonuçları. *İzmir Dr Behçet Uz Çocuk Hast. Dergisi*, 1(1), 1-6. [CrossRef]
- Paludetti, G., Conti, G., Di Nardo, W., DE Corso, E., Rolesi R, Picciotti, P. M., & Fetoni, A. R. (2012). Infant hearing loss: from diagnosis to therapy. Official Report of XXI Conference of Italian Society of Pediatric Otorhinolaryngology. *Acta Otorhinolaryngol Ital*, 32, 347-370. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23349554/>
- Joint Committee on Infant Hearing [JCIH]. (2013). Supplement to the JCIH 2007 Position statement: principles and guidelines for early intervention after confirmation that a child is deaf or hard of hearing. *Pediatrics*, 131(4), e1324-e1349.
- Yılmaz, R., Yazıcı, M. Z., Erdim, İ., Kaya, H. K., Dalbudak, Ş. Ö., & Kayhan, T. F. (2016). Follow-up results of newborns after hearing screening at a training and research hospital in Turkey. *J Int Adv Otol*, 12(1), 55-60. [CrossRef]

“What should be expected success with cochlear implant in school-aged children who have early and late intervention?”

Nuriye YILDIRIM GÖKAY¹ , Esra YÜCEL² 

¹Gazi University Faculty of Health Sciences, Department of Audiology, Ankara, Turkey.

²Hacettepe University Faculty of Health Sciences, Department of Audiology, Ankara, Turkey.

ABSTARCT

Aim: To evaluate sub-components of language skills in children with cochlear implant and to emphasize the importance of early diagnosis and intervention.

Methods: Cochlear implanted children aged 48 to 107 months (n = 70) were included in this study. The children were divided into two groups based on their diagnosis-intervention timing: those who used hearing aids and were enrolled in auditory rehabilitation before 6 months, as well as those who had cochlear implants before 24 months, were in the early group, while the others were in the late group. The “Test of Language Development Primary Fourth Edition (TOLD-P: 4)” and the “Phoneme Recognition Test (PRT)” were used to assess language sub-component skills.

Results: The early group’s language performance was considerably higher than the late group’s. The statistically positive correlations between PRT and Word Identification, Phonemic Analysis, Articulation tests were found.

Conclusion: This study demonstrates the importance of early diagnosis-intervention for hearing loss and that the main success of cochlear implant should be in all components of language.

Keywords: children, cochlear implant, early intervention, language

ÖZ

Erken ve geç müdahale alan okul çağı koklear implantlı çocuklarda beklenen başarı ne olmalıdır? ”

Amaç: Koklear implantlı çocuklarda dil becerilerinin alt bileşenlerini değerlendirmek ve erken tanı ve müdahalenin önemini vurgulamak bu çalışmanın temel amacıdır.

Materyal ve metod: Bu çalışmaya yaşları 48 ile 107 ay (n = 70) arasında olan koklear implantlı çocuklar dahil edilmiştir. Çocuklar tanı-müdahale zamanlamalarına göre iki gruba ayrılmıştır. Erken grupta; 6 aydan önce işitme cihazı kullananlar, işitsel rehabilitasyona başlayanlar ve 24 aydan önce koklear implantasyon geçirenler yer almaktadır. Geç grupta ise 6 aydan sonra işitme cihazı ve rehabilitasyon başlangıç yaşı olup, 24 aydan sonra koklear implantasyon geçiren çocuklar yer almaktadır. Dilin sentaks ve semantik alt bileşenlerine yönelik becerilerini değerlendirmek için “Türkçe Okul Çağı Dil Gelişimi Testi” ve fonolojik işleme becerilerinin değerlendirilmesi için “Konuşma Seslerini Tanıma Testi” kullanılmıştır. Bulgular SPSS programı ile analiz edilmiştir ve tip I hata düzeyi 0,05 olarak belirlenmiştir.

Bulgular: Erken gruptaki çocuklar dile ilişkin tüm alt testlerde geç gruptaki çocuklara göre daha iyi performans göstermiştir. Ayrıca; konuşma seslerini tanıma becerileri ile kelime tanımlama, fonemik analiz ve artikülasyon becerileri arasında istatistiksel olarak pozitif korelasyonlar bulunmuştur.

Sonuç: Bu çalışma, işitme kaybı için erken tanı-müdahalenin önemini ve koklear implantın asıl başarısının dilin tüm bileşenlerinde olması gerektiğini göstermektedir.

Anahtar kelimeler: çocuklar, koklear implant, erken müdahale, dil

Cite this article as: Yıldırım Gökay, N., Yücel, E., (2022). “What should be expected success with cochlear implant in school-aged children who have early and late intervention?”. Turk J Audiol Hearing Res 2022;5(3):70-77

INTRODUCTION

Auditory perception is the response of the auditory pathways to auditory stimuli by relating sound and object/event (Nerbonne & Show, 2002). Speech perception, on the other hand, requires consideration of the different input, which is more sophisticated and linguistic than other sound sources. The communication environment, as well as all language components (phonology, morphology, syntax and semantics, pragmatics), are concerned with speech perception (Pickles, 2013).

Cochlear implantation and language skills have been interesting issues for researchers from past to present. According to these researches, cochlear implantation significantly improved auditory perception, receptive and expressive language skills (Lu & Qin, 2018; Scarabello et al., 2020). Apart from comorbidities or social limitations, a review study revealed that the cochlear implant (CI) improves hearing and speaking ability (Sharma, Cushing, Papsin, & Gordon, 2020). The expected success of

the CI is to be mainly the acquisition of spoken language and individuals can communicate in this way; however the real success should be that children successfully use language in all its components. Because the language is more than just a spoken language, it also has a complicated structure that includes semantics, syntax, and pragmatics (Lahey & Bloom, 1988; Smiley & Goldstein, 1998). Therefore, the children with early cochlear implanted may be able to demonstrate poor performance in other components of the language even if they are good at spoken language (Cupples, Ching, Crowe, Day, & Seeto, 2014; Wass et al., 2019). Undoubtedly, the cochlear implanted child should be able to discriminate the linguistic information in the acoustic speech signal with regards to lexical, semantic, phonetic and sociolinguistic cues. Thus, acquisition of a spoken language in child with CI is insufficient for speech and language development, academic achievement and communication skills, and so additional support needs may continue.

Some studies emphasized that lexical skills and auditory-verbal memory had a strong relationship with morphosyntactic development, also grammatical knowledge was very important (Barajas, González-Cuenca, & Carrero, 2016; de Hoog et al., 2016; Yoshida, Takahashi, Kanda, Kitaoka, & Hara, 2017). The language-based skills such as word recognition, categorization of words and the object-function relationship became more difficult for children with hearing loss (Ching, Cupples, & Mamane, 2019; Delage & Tuller, 2007; McCreery, Walker, Spratford, Lewis, & Brennan, 2019; Tomblin, Oleson, Ambrose, Walker, & Moeller, 2014; von Koss Torkildsen, Hitchins, Myhrum, & Wie, 2019). Although there are studies evaluating other high-level skills such as reasoning, pragmatics and syntax in addition to language skills used in daily life in children with cochlear implants, the current study contributes to the literature in terms of evaluation tools.

One of the most important issue on cochlear implant is an improvement in language skills with early diagnosis and intervention (Shojaei et al., 2016; Yoshinaga-Itano, Sedey, Wiggin, & Mason, 2018). The temporal processing skills of cochlear implanted children even with early diagnosis and intervention are worse than normal hearing peers (Tuz, Aslan, Böke, & Yücel, 2020). A study showed that children were diagnosed more than three months later than the ideal time and intervention began later (Percy-Smith et al., 2018). Therefore, many studies have been stated that early diagnosis and intervention through ideal rehabilitation is vital (Akçakaya, Doğan, Gürkan, Koçak, & Yücel, 2019; Ching et al., 2017). On the other hand, there is limited agreement among experts on the precise meaning of early intervention (Mitchell et al., 2019; Wenrich, Davidson, & Uchanski, 2019). Although the diagnosis of hearing loss is much earlier with newborn screening programs, delays in amplification and rehabilitation support have resulted in late intervention. Therefore, children's language development and other related skills can be still behind the normal hearing

peers. This study would be useful in terms of contributing to the literature, since the children used hearing aids before they were 6 months old and had cochlear implants before the age of 2 years. The present study differs from other similar studies in terms of age limit for early diagnosis, number of participants and evaluation methods. Thus, this study aims to guide the experts studying about hearing loss in terms of rehabilitation.

To the best knowledge of authors, there is little research focusing on the language sub-components skills of cochlear implanted children. Especially, although the limited number of other studies evaluating the sub-components of language with the test of language development (TOLD), the current study was aimed to contribute to the literature by adding different subtests. Many studies, including the current one, aim to provide better rehabilitation support to children with cochlear implants and thus provide more holistic language acquisition as a result. The present study primarily aimed to present a new perspective in terms of including distinctive evaluations of the sub-components of language. The second goal of this study was to demonstrate that the expected success of a cochlear implant (CI) in these children involves not only acquisition of daily spoken language but also proficiency in semantics-syntax components of language. Identifying the weaknesses of all components of the language and planning the intervention in this way can provide much better results in the future about communication, social skills and academic achievement. Thanks to the findings, the importance of the development of sub-skills of the language such as phonology, morphology and syntax and early diagnosis-intervention would be revealed and this would provide improvements in rehabilitation programs in children with CI. The final purpose of this study was to shed light on the development and clinical follow-up in language-based abilities for experts.

MATERIAL AND METHODS

This study was conducted on Audiology Department of Faculty of Health Sciences at the University. This study was complying with the principles of Declaration of Helsinki, and The University Ethical Committee for Non-Interventional Clinical Research of the University approved this study with 16969557-819, GO 17/808 decision number and code. All the children and their parents agreed to participate in the study and signed an informed consent.

The study included children who had a cochlear implant in at least one ear for at least a year and spoke monolingual Turkish. The children with inner ear or auditory nerve defects, who have been multi-handicapped, and who are unable to cooperate with the tests were excluded. The children in the early group received hearing aids before the age of six months, were enrolled in an auditory rehabilitation program before the age of six months, and got their first CI before the age of twenty-four months (n=34, 15 of them female). The late group included participants

Table 1. The descriptive criteria of scores on TOLD-P: 4 sub-tests.

Standard Score	1-3	4-5	6-7	8-12	13-14	15-16	17-20
Descriptive categories	Very poor	Poor	Below-average	Average	Above average	Excellent	Very Excellent
Index Score	<70	70-79	80-89	90-110	111-120	121-130	>130

who received their first hearing aid after 6 months and acquired cochlear implants after 24 months ($n=36$, 18 of them female). To eliminate crossover, children who received no hearing aids before the age of 6 months but were implanted before the age of 2 years were omitted. About companies, 40 out of 70 children had Cochlear, 17 of them Medel and 13 of them Advanced Bionics. The children were randomly selected according to the order of the acceptance to the clinic, and no distinction was made between the CI companies.

The demographic, audiological, and educational data about the children was collected from families and recorded by the researcher via a Participant Information Form. This form includes data on children's residual hearing, ear side, risk factors, audiological history, etc. Hearing thresholds of at least 80–90 dB HL in at least two of the frequencies of 125, 250, and 500 Hz in 27 individuals who were thought to have residual hearing were accepted in accordance with the pure tone hearing thresholds and auditory brainstem response findings prior to cochlear implant surgery. A total of 81 children with CIs were initially evaluated, but 11 of them were excluded because of the cooperation problems. The children had free field thresholds of approximately 20–30 dB HL between 250 and 6000 Hz on average with their cochlear implants. The ear that had the first cochlear implant surgery was chosen since it was an experienced ear. The Turkish version of the “Test of Language Development Primary Fourth Edition (TOLD-P: 4)” test was used to evaluate the subcomponents of language (semantics and syntax skills) and total spoken language performance of children between the ages of 4 and 8 years and 11 months. The Phoneme Recognition Test (PRT) was applied to evaluate the phoneme recognition skills at the level of central auditory processing.

The validity and reliability of the Turkish version of TOLD-P: 4 tests were completed, and the test achieved minimum psychometric evaluation standards (Topbaş & Güven, 2017). The TOLD-P: 4 are composed of six core tests (picture vocabulary, relational vocabulary, vocabulary description, sentence comprehension, and sentence repetition and morpheme completion) and three complementary tests (word differentiation, phonologic analysis, word production). In addition to these, some basic skills are combined with one another or complementary skills, and some composite skills such as listening, speech, grammar, and semantic are achieved. When all of the six sub-test scores are combined, spoken language score is obtained. At the end of the evaluation, the final scores obtained and the chronological age calculated are taken to the relevant table and the scale scores, percentage values, index scores, descriptive categories corresponding to each subtest are determined. The scaled score

is the score obtained after the continuous normalization study according to the final scores, and thus there is no base effect in any subtests (Newcomer & Hammill, 1988; Topbaş & Güven, 2017) (Table 1).

The Phoneme Recognition Test (PRT), the standardization of which was studied by Küçükünal et al. and recommended to be used for 6 years and older, was used to investigate how phonemes are perceptually processed at the level of the central auditory system in children with CI (Katz, Chasin, English, Hood, & Tillery, 1978; Katz & Tillery, 2004; Küçükünal, 2012). There are 58 phonemes in the PRT list and the score is determined by numbers of correct recognitions. The PRT audio file was presented via CI fitting software to implanted ear side. To our knowledge, this is one of the first studies by means of direct stimulation to CIs in terms of presenting audio file, so there is no need to use a loudspeaker, which helped us avoid from background noise (Di Nardo et al., 2015; Kurien et al., 2019; Schmitt, Winkler, Boretzki, & Holube, 2016). The experienced ear which refers to the ear undergoing first cochlear implant surgery was tested in bilateral CI users. Table 2 provides the categories and scores about the number of accurately recognized phonemes.

Table 2. PRT Standard Scores and Disorder Criteria.

The groups by standard deviation	Score	Category	Number of Accurately Recognized Phoneme
+1 SD	49	Normal	49-58
Average	44	Mild	44-48
-1 SD	39	Moderate	39-43
-2 SD	34	High	29-38
-3 SD	29	Very High	0-28

SPSS version 22 for Windows 7 was used for the statistical analyses and a p value <0.05 was considered statistically significant. The variables were investigated using visual (histogram and probability plots) and analytical methods (Kolmogorov-Smirnov/ Shapiro Wilk's test) to determine whether or not they were normally distributed. Descriptive analyses were presented using mean and standard deviation for normally distributed variables. Statistical significance was analyzed by using an Independent Samples t -test for TOLD-P: 4 sub-test scores and a Mann Whitney U test was used to compare phoneme recognition test scores between the groups. The correlation coefficients and their significance were calculated using a Pearson Correlation test to define the relationship between scores of TOLD-P: 4 sub-test and PRT.

RESULTS

The mean age of early diagnosed-intervened groups was 75.71±18.11 months (ranged 48–106 months, 15 of 34 children were female) and; in the late group, half of children were female, and the mean age of group was 76.16±18.25 months (ranged 48–104 months), also there were no significant differences between the groups. While the age of cochlear implantation was 18.2±5.0 months in the early diagnosed-intervened group, it was 38.0±6.4 months in the late group. The duration of cochlear implant use was 57.5±12.8 months in the early diagnosed-intervened group, while it was 37.8±10.6 months in the late group (Table 3).

Table 3. Descriptive Statistics of Children in Early and Late Groups.

Groups/ Variables	Early diagnosed-intervened (n = 34)	Late diagnosed-intervened (n = 36)	p value
Female – Male (n, %)	15, 44.11% – 19, 55,89%	18, 50% – 18, 50%	0.89
Age (in months as mean ± SD)	75.71 ± 18.11	76.16 ± 18.25	0.75
Age of hearing loss diagnosis (in months as mean ± SD)	4.2 ± 1.8	16.15 ± 7.2	0.001*
Age of hearing aid usage (in months as mean ± SD)	5.0 ± 0.9	18.10 ± 8.5	0.001*
Onset of auditory rehabilitation (in months as mean ± SD)	5.1 ± 0.4	22.20 ± 10.06	0.001*
Age of cochlear implantation (in months as mean ± SD)	18.2 ± 5.0	38.0 ± 6.4	0.001*
Duration of cochlear implant (in months as mean ± SD)	57.5 ± 12.8	37.8 ± 10.6	0.001*

*p < 0.05 was considered statistically significant.

According to TOLD-P: 4 sub-test scores the children in early group had 16% score and the late group had 4.78% score in picture vocabulary test. For the relational vocabulary test, 26.18% and 6.53% percentages were obtained in the early and late groups, respectively. For the vocabulary description test, the results were 31.21% and 9.89%, for the sentence comprehension test, 18.53% and 2.89%, for the sentence repetition test, 38.29% and 10.11%, and finally, 19.85% and 3.61% for the morpheme completion test in the early and late groups, respectively. There were significant differences in all of the sub-tests between the groups (Table 4).

Results of PRT on 37 children revealed that 32.4% of them had mild impairment, 27% had moderate impairment, and 27% had severe impairment. It was found that 13.6% of participants performed normally in identifying speech sounds. According to the Pearson correlation coefficient, there are strong relationships between PRT and word discrimination, PRT and word production test (r=0.596 and p=0.000, r=0.658 and p=0.000 respectively). A correlation was found between PRT and phonemic analysis test, but it was no statistically significant (r=0.299, p=0.082).

Table 4. The Values of Sub-Tests According to Early and Late Diagnosis-Intervention.

Early and Late Diagnosis-intervention / scores	n	Average score (%)	Standard deviation	p value	
picture vocabulary	early	34	16.00	10.660	< 0.001*
	late	36	4.78		
relational vocabulary	early	34	26.18	17.107	< 0.001*
	late	36	6.53		
vocabulary description	early	34	31.21	22.710	< 0.001*
	late	36	9.89		
sentence comprehension	early	34	18.53	19.158	< 0.001*
	late	36	2.89		
sentence repetition	early	34	38.29	15.430	< 0.001*
	late	36	10.11		
morpheme completion	early	34	19.85	19.788	< 0.001*
	late	36	3.61		

*p < 0.05 was considered statistically significant.

When the index values of the composite skills between the groups were examined, a statistically significant difference was found in the scores of Listening, Organizing, Speaking, Grammar, Semantic Knowledge, and Oral Language Index (mean values are shown in Table 5, p<0.001).

Table 5. The Index Scores Obtained in Composite Tests According to Early and Late Diagnosis-intervention.

Early and Late Diagnosis-intervention / index scores	n	Average index scores	Standard deviation	p value	
Listening	early	34	80,15	6,091	<0,001*
	late	36	64,25		
Organization	early	34	90,74	6,943	<0,001*
	late	36	72,25		
Speech	early	34	85,71	11,129	<0,001*
	late	36	69,64		
Grammar	early	34	87,15	8,610	<0,001*
	late	36	70,14		
Semantics	early	34	84,91	7,229	<0,001*
	late	36	67,19		
Spoken Language	early	34	86,91	5,775	<0,001*
	late	36	72,00		

*p < 0.05 was considered statistically significant.

The descriptive terms explained in Table 1 were analyzed according to the general score of oral language skills, which was created by considering all subtests of TOLDP-4. Accordingly, while two children in the early diagnosis-intervention group were in the “very poor” category, eighteen children in the late diagnosis-intervention group were in this category. Similarly, 11 children from the early group were included in the “average” category in oral language skills, while none of the children from the late group reached the “average” level (Fig. 1). The word discrimination and phonemic analysis tests could not be performed in some children due to cooperation difficulties. According to this, the mean of word discrimination scores were

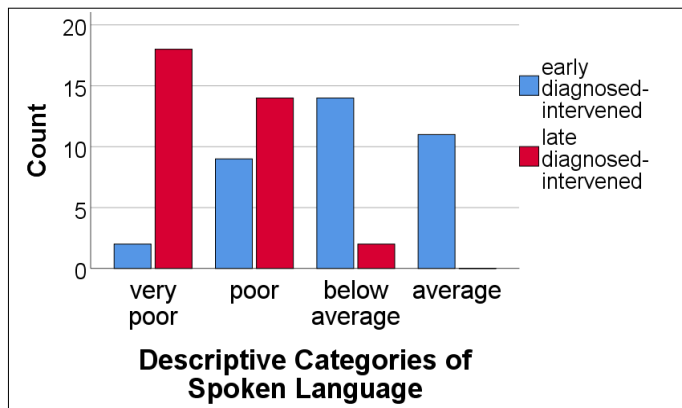


Figure 1. Descriptive Categories of Spoken Language Score

18.91±5.32 in 55 children, 14.6±5.99 points in phonologic analysis test which could be performed in 47 children, and 18.07±4.40 points in word production test in 70 children. When the scores obtained from the complementary tests, the scores were compared with a Mann Whitney U test, and a statistically significant difference was found between the early and late groups (For word discrimination test $p=0.035$, for phonemic analysis test $p=0.027$, for word production test $p=0.048$). Also, the scores obtained from these three complementary tests were found to be below the standardized normal scores.

DISCUSSION

This study originated from observations in our clinical assessments and experiences: 1) that children who have been implanted with CIs vary in terms of their language skills and may have poor phonological skills; and 2) very early access to speech sounds provided by the early cochlear implantation enables children to develop better language and phoneme recognition in pre/early school years. Although the total of the spoken language scores in the current study were higher than a particular cut off value, children with cochlear implants scored poorly when sub-skills were tested separately. For example, the children who had the descriptive term ‘average’ in spoken language were able to show poor performance in sentence comprehension and word description tests. This is probably due to the lack of emphasis on the follow-up and rehabilitation of high-level language skills after the acquisition of spoken language, which is sufficient to meet daily needs. Similarly, numerous researches have been conducted to investigate the effects of language-based skills on academic accomplishment and communication skills in the general profile (Nittrouer, Muir, Tietgens, Moberly, & Lowenstein, 2018; Zhang et al., 2018). The current findings are consistent with the results of earlier research that indicate children with CI had lower scores on the language component skills such as morphosyntactic, semantic and phonological skills than age-normalized scores (Golestani, Jalilevand, & Kamali, 2018; Pooresmaeil, Mohamadi, Ghorbani, & Kamali, 2019). Although the speech perception of children with CI is developed, it appears that a CI cannot completely

reflect the physiological characteristics of normal hearing human ear (Niparko, Kirk, Robbins, Mellon, & Rucci, 2009). As in our present study, children with CI may perform poorly in skills for subcomponents of language, even if they are competent in using overall spoken language to receive the message in general. This is evident in reading skills, for example, because it is dependent on a variety of skills such as decoding, understanding spoken language, and receptive language performance. From this point of view, children with CI often performed badly in skills such as word decoding, vocabulary, and speech comprehension when compared to their normal hearing classmates (Martins, Queiroga, Rosal, & Cordeiro, 2018; Wass et al., 2019). The people with mild to severe hearing loss have been demonstrated clinically significant language impairments, which have detrimental consequences on phonological processing, receptive and expressive vocabulary and grammar, and communication skills (Halliday, Tuomainen, & Rosen, 2017; Penke & Wimmer, 2018). In this context, the results of the current study more closely reflect the importance of being proficient in language components skills rather than only spoken daily language.

The phonological processing abilities are impaired as a result of the decrease in frequency resolution caused by hearing loss (Bedoin et al., 2018; Marshall et al., 2018). Since the PRT is a test for assessing the central processing ability of phonologic recognition, it was investigated whether there was a correlation with the TOLD-P: 4 sub-tests of word discrimination, phonemic analysis, and word production. Similar to our current study, one study also suggested that there was a significant relationship between TOLD-P: 3 language test and phonological awareness skills in children with cochlear implants (Soleymani, Mahmoodabadi, & Nouri, 2016). According to the current findings, phoneme recognition skills in children with cochlear implants may be lower in PRT tests due to a certain degree of impaired tonotopic organization and reduced spectral resolution in relation to the frequency range of speech sounds (DiNino & Arenberg, 2018; Grunwell, 1988; Molis & Leek, 2011). There are two approaches to phonological acquisition that help us explain this relationship between PRT and language skills; articulation competence and phonological competence (Grunwell, 1988). According to the study’s findings, it is more crucial for language development to understand the placement of the phoneme inside the word and the meaning it gives to the word than the articulation of the target sound. As a result, while children with cochlear implants can articulate the phonemes, they struggle to understand their meanings at the core level and process them in words. These findings are consistent with previous research on the association between phoneme recognition and other skills (Holt, Lee, Dowell, & Vogel, 2018).

One of the most important points of the study was the definition of early intervention, which includes not only early diagnosis but also early usage of hearing aids, rehabilitation programs, and early cochlear implantation. Because of the infant’s acquisition

of auditory abilities and exposure to meaningful auditory stimulation during the critical time is largely responsible for the development of normal language and speech (Buell & Coleman, 1979). Thus, the cells and their connections grow and develop through environmental stimuli. In this case, it can be said that; “The more diversity of experience and sensory input, the more cells and connections develop.” In light of this idea, the vital importance of early diagnosis-intervention has been once again demonstrated in this study (Akçakaya et al., 2019; Ching et al., 2017; Colin, Ecalle, Truy, Lina-Granade, & Magnan, 2017; Mitchell et al., 2019; Novogrodsky, Meir, & Michael, 2018). Early detection and intervention in hearing loss, as is well known, is vital for the child to receive auditory stimuli during the critical time of development, as well as for the growth of neuronal connections in the structures of the auditory nerve system. This study also emphasizes the need of early intervention. There should be no delay before sensory-neural activation in the auditory system with the use of hearing aids can begin. Another issue that must be highlighted by early intervention is that no time is spent in deciding on a cochlear implant after a hearing aid follow-up. Moreover, unlike adults, children require more information about the auditory stimuli in order to process speech as a whole. Their knowledge and experience are limited in order to complete the auditory stimulus that is degraded or missing. Therefore, they need to receive all the auditory information clearly, hence it is very important that they are implanted at a young age (Thai-Van, Veuillet, Norena, Guiraud, & Collet, 2010). There have been studies that illustrate the significance of the age of cochlear implantation and exposure to speech perception by accessing linguistic clues (Colin et al., 2017; Novogrodsky et al., 2018; Park, Won, Horn, & Rubinstein, 2015). Similar to some studies, in our study, early diagnosed and intervened children were found to be more successful in the above mentioned skills TOLD-P: 4 subtests and composite performances (Gallego, Martín-Aragoneses, López-Higes, & Pisón, 2016; Geers & Hayes, 2011). The reasons why children with CI perform worse than age-normalized scores in the TOLD-P: 4 tests can be explained by the duration of deafness. Children may have suffered from irreversible auditory deprivation prior to receiving a CI. Another issue that must be addressed within the scope of early intervention is the inclusion of a successful auditory perception and rehabilitation program with early amplification as early as possible. Looking at Bleile’s speech language development stages; (Clark & Clark, 1977) in order for hearing impaired children to get meaningful sensory input, earlier auditory perception and rehabilitative support should be provided (Monshizadeh et al., 2018; Roman, Rochette, Triglia, Schön, & Bigand, 2016). The current study highlighted the significance of early auditory rehabilitation strategies once again.

As previously stated, there are only a few researches on early auditory rehabilitation in the literature. To the best of our knowledge, this is the first study involving children who were included in the auditory rehabilitation program as early as 6 months of age and beyond. The children in our study frequently began the auditory rehabilitation program simultaneously with the use of hearing aids. More experience and comprehensive auditory perception therapies are required in the early stages to enhance the association between auditory skills and speech perception, as well as to create neural connections at the central auditory pathway.

According to the authors, this is the first study to analyze the age of diagnosis of hearing loss, age of hearing aid use and rehabilitation, and age of cochlear implantation all at the same time in early intervention. Because it is well recognized that auditory deprivation has a negative impact on language development, the importance of early intervention must be considered in children, and expectations from the CI should be shaped in this perspective.

CONCLUSION

The expected success of CI is generally acquiring and communicating of language in children, but the main success is that children successfully use language in all its components together with language acquisition. This study implies that early detection and treatment of hearing loss will entirely reveal the success of CI. The findings indicate that the greatest benefit from a cochlear implant should be achieved in all language components. In future research, the association between cognitive skills and performance in language components should be studied using a unique cognitive test tool for hearing impaired children. Acquisition of daily spoken language is insufficient for school-age cochlear implant users; it is essential to determine the strengths and weaknesses of language use in general and plan the rehabilitative program accordingly.

Ethics Committee Approval: Ethical approval for this study was obtained from Non-Interventional Clinical Research Ethics Committee (GO17/808)

Peer-review: Externally peer-reviewed.

Informed Consent: Written informed consent was obtained from the participants.

Author Contributions: Concept - NYG; Design - NYG; Supervision - EY; Resources - NYG; Data Collection and/or processing - NYG; Analysis and/or interpretation - NYG; Literature Search - NYG; Writing Manuscript- NYG.

Conflict of Interest: No conflict of interest.

Financial Disclosure: None.

Etik Kurul Onayı:

Hakem Değerlendirmesi: Dış Bağımsız.

Bilgilendirilmiş Onam: Katılımcılardan yazılı bilgilendirilmiş onam alınmıştır.

Yazar Katkıları: Fikir- NYG; Tasarım - NYG; Denetleme - EY; Kaynak - NYG; Veri Toplanması ve/veya İşlemesi - NYG; Analiz ve/veya Yorum - NYG; Literatür Taraması - NYG; Yazıyı Yazan - NYG.

Çıkar Çatışması: Yoktur.

Finansal Destek: Finansal destek kullanılmamıştır.

REFERENCES

- Akçakaya, H., Doğan, M., Gürkan, S., Koçak, Ö., & Yücel, E. (2019). Early cochlear implantation: Verbal working memory, vocabulary, speech intelligibility and participant variables. *Cochlear Implants International*, 20(2), 62–73. [CrossRef]
- Aslan, F., & Yücel, E. (2019). Auditory reasoning skills of cochlear implant users. *The Journal of International Advanced Otolaryngology*, 15(1), 70. [CrossRef]
- Barajas, C., González-Cuenca, A. M., & Carrero, F. (2016). Comprehension of texts by deaf elementary school students: The role of grammatical understanding. *Research in Developmental Disabilities*, 59, 8–23. [CrossRef]
- Bedoin, N., Besombes, A.-M., Escande, E., Dumont, A., Lalitte, P., & Tillmann, B. (2018). Boosting syntax training with temporally regular musical primes in children with cochlear implants. *Annals of Physical and Rehabilitation Medicine*, 61(6), 365–371. [CrossRef]
- Buell, S. J., & Coleman, P. D. (1979). Dendritic growth in the aged human brain and failure of growth in senile dementia. *Science*, 206(4420), 854–856. [CrossRef]
- Bush, M. L., Burton, M., Loan, A., & Shinn, J. B. (2013). Timing discrepancies of early intervention hearing services in urban and rural cochlear implant recipients. *Otology & Neurotology: Official Publication of the American Otological Society, American Neurotology Society [and] European Academy of Otology and Neurotology*, 34(9). [CrossRef]
- Ching, T. Y., Cupples, L., & Marnane, V. (2019). Early cognitive predictors of 9-year-old spoken language in children with mild to severe hearing loss using hearing aids. *Frontiers in Psychology*, 10, 2180. [CrossRef]
- Ching, T. Y., Dillon, H., Button, L., Seeto, M., Van Buynder, P., Marnane, V., . . . Leigh, G. (2017). Age at intervention for permanent hearing loss and 5-year language outcomes. *Pediatrics*, 140(3), e20164274. [CrossRef]
- Clark, H. H., & Clark, E. V. (1977). *Psychology and Language: An Introduction to Psycholinguistics*. New York: Harcourt Brace Jovanovich.
- Colin, S., Ecalle, J., Truy, E., Lina-Granade, G., & Magnan, A. (2017). Effect of age at cochlear implantation and at exposure to Cued Speech on literacy skills in deaf children. *Research in Developmental Disabilities*, 71, 61–69. [CrossRef]
- Cupples, L., Ching, T. Y., Crowe, K., Day, J., & Seeto, M. (2014). Predictors of early reading skill in 5-year-old children with hearing loss who use spoken language. *Reading Research Quarterly*, 49(1), 85–104. [CrossRef]
- de Hoog, B. E., Langereis, M. C., van Weerdenburg, M., Keuning, J., Knoors, H., & Verhoeven, L. (2016). Auditory and verbal memory predictors of spoken language skills in children with cochlear implants. *Research in Developmental Disabilities*, 57, 112–124. [CrossRef]
- Delage, H., & Tuller, L. (2007). Language development and mild-to-moderate hearing loss: Does language normalize with age? *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*. [CrossRef]
- Di Nardo, W., Schinaia, L., Anzivino, R., De Corso, E., Ciacciarelli, A., & Paludetti, G. (2015). Musical training software for children with cochlear implants. *Acta Otorhinolaryngologica Italica*, 35(4), 249–257. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4731893/>
- DiNino, M., & Arenberg, J. G. (2018). Age-related performance on vowel identification and the spectral-temporally modulated ripple test in children with normal hearing and with cochlear implants. *Trends in Hearing*, 22, 2331216518770959. [CrossRef]
- Gallego, C., Martín-Aragoneses, M. T., López-Higes, R., & Pisón, G. (2016). Semantic and syntactic reading comprehension strategies used by deaf children with early and late cochlear implantation. *Research in Developmental Disabilities*, 49, 153–170. [CrossRef]
- Geers, A. E., & Hayes, H. (2011). Reading, writing, and phonological processing skills of adolescents with 10 or more years of cochlear implant experience. *Ear and Hearing*, 32(1), 49S. [CrossRef]
- Golestani, S. D., Jalilevand, N., & Kamali, M. (2018). A comparison of morpho-syntactic abilities in deaf children with cochlear implant and 5-year-old normal-hearing children. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*, 110, 27–30. [CrossRef]
- Grunwell, P. (1988). Phonological assessment, evaluation and explanation of speech disorders in children. *Clinical Linguistics & Phonetics*, 2(3), 221–252. [CrossRef]
- Halliday, L. F., Tuomainen, O., & Rosen, S. (2017). Language development and impairment in children with mild to moderate sensorineural hearing loss. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 60(6), 1551–1567. [CrossRef]
- Holt, C. M., Lee, K. Y., Dowell, R. C., & Vogel, A. P. (2018). Perception of Cantonese lexical tones by pediatric cochlear implant users. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 61(1), 174–185. [CrossRef]
- Katz, J., Chasin, M., English, K. M., Hood, L. J., & Tillery, K. L. (editors) (1978). *Handbook of clinical audiology* (Vol. 428): Williams & Wilkins Baltimore.
- Katz, J., & Tillery, K. (2004). *Central auditory processing. Classification of developmental language disorders: Theoretical issues and clinical implications*, 191–208.
- Kurien, G., Hwang, E., Smilsky, K., Smith, L., Lin, V. Y., Nedzelski, J., & Chen, J. M. (2019). The Benefit of a Wireless Contralateral Routing of Signals (CROS) Microphone in Unilateral Cochlear Implant Recipients. *Otology & Neurotology*, 40(2), e82–e88. [CrossRef]
- Küçükünal, I. (2012). *Konuşma sesleri tanıma testi (kstt) Türkçe geçerlik güvenilirlik çalışması*. Yüksek Lisans Tezi. Ankara: Hacettepe Üniversitesi. <http://nek.istanbul.edu.tr:4444/ekos/TEZ/52936.pdf>
- Lahey, M., & Bloom, L. (1988). *Language disorders and language development*. (1st ed.) Pearson.
- Lu, X., & Qin, Z. (2018). Auditory and language development in Mandarin-speaking children after cochlear implantation. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*, 107, 183–189. [CrossRef]
- Marshall, C., Jones, A., Fastelli, A., Atkinson, J., Botting, N., & Morgan, G. (2018). Semantic fluency in deaf children who use spoken and signed language in comparison with hearing peers. *International Journal of Language & Communication Disorders*, 53(1), 157–170. [CrossRef]
- Martins, C. I. S., Queiroga, B. A. M. d., Rosal, A. G. C., & Cordeiro, A. A. d. A. (2018). *Comparative analysis of cognitive-linguistic evaluation in normal hearing schoolchildren and users of cochlear implants*. Paper presented at the CoDAS. Aug 13;30(4):e20170133. [CrossRef]
- McCreery, R. W., Walker, E., Spratford, M., Lewis, D., & Brennan, M. (2019). Auditory, cognitive, and linguistic factors predict speech recognition in adverse listening conditions for children with hearing loss. *Frontiers in Neuroscience*, 13, 1093. [CrossRef]
- Mitchell, R. M., Christianson, E., Ramirez, R., Onchiri, F. M., Horn, D. L., Pontis, L., . . . Sie, K. C. (2019). Auditory comprehension outcomes in children who receive a cochlear implant before 12 months of age. *The Laryngoscope*. [CrossRef]
- Molis, M. R., & Leek, M. R. (2011). Vowel identification by listeners with hearing impairment in response to variation in formant frequencies. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*. [CrossRef] [https://doi.org/10.1044/1092-4388\(2010/09-0218\)](https://doi.org/10.1044/1092-4388(2010/09-0218))
- Monshizadeh, L., Vameghi, R., Sajedi, F., Yadegari, F., Hashemi, S. B., Kirchem, P., & Kasbi, F. (2018). Comparison of Social Interaction between Cochlear-Implanted Children with Normal Intelligence Undergoing Auditory Verbal Therapy and Normal-Hearing Children: A Pilot Study. *The Journal of International Advanced Otolaryngology*, 14(1), 34. [CrossRef]
- Nerbonne, M., & Show, R. (2002). *Introduction to audiologic rehabilitation*: Boston: Allyn and Bacon.
- Newcomer, P. L., & Hammill, D. D. (1988). *Test of language development-primary*: Pro-ed.
- Niparko, J. K., Kirk, K. I., Robbins, A. M., Mellon, N. K., Rucci, D. L. (Editors) (2009). *Cochlear implants: Principles & practices*: Lippincott Williams & Wilkins.
- Nittrouer, S., Muir, M., Tietgens, K., Moberly, A. C., & Lowenstein, J. H. (2018). Development of phonological, lexical, and syntactic abilities in children with cochlear implants across the elementary grades. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 61(10), 2561–2577. [CrossRef]
- Novogrodsky, R., Meir, N., & Michael, R. (2018). Morphosyntactic abilities of toddlers with hearing impairment and normal hearing: evidence from a sentence-repetition task. *International Journal of Language & Communication Disorders*, 53(4), 811–824. [CrossRef]
- Park, M.-H., Won, J. H., Horn, D. L., & Rubinstein, J. T. (2015). Acoustic temporal modulation detection in normal-hearing and cochlear implanted listeners: Effects of hearing mechanism and development. *Journal of the Association for Research in Otolaryngology*, 16(3), 389–399. [CrossRef]
- Penke, M., & Wimmer, E. (2018). Deficits in comprehending wh-questions in children with hearing loss-the contribution of phonological short-term memory and syntactic complexity. *Clinical Linguistics & Phonetics*, 32(3), 267–284. [CrossRef]
- Percy-Smith, L., Hallström, M., Jøsvassen, J. L., Mikkelsen, J. H., Nissen, L., Dieleman, E., & Cayé-Thomasen, P. (2018). Differences and similarities in early vocabulary development between children with hearing aids and children with cochlear implant enrolled in 3-year auditory verbal intervention. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*, 108, 67–72. [CrossRef]
- Pickles, J. (2013). *An Introduction to the Physiology of Hearing* (4th ed). Brill.
- Pooresmaeil, E., Mohamadi, R., Ghorbani, A., & Kamali, M. (2019). The relationship between comprehension of syntax and reading comprehension in cochlear implanted and hearing children. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*, 121, 114–119. [CrossRef]

- Roman, S., Rochette, F., Triglia, J.-M., Schön, D., & Bigand, E. (2016). Auditory training improves auditory performance in cochlear implanted children. *Hearing Research*, 337, 89–95. [CrossRef]
- Scarabello, E. M., Lamônica, D. A. C., Morettin-Zupelari, M., Tanamati, L. F., Campos, P. D., Alvarenga, K. d. F., & Moret, A. L. M. (2020). Language evaluation in children with pre-lingual hearing loss and cochlear implant*,**. *Brazilian Journal of Otorhinolaryngology*, 86, 91–98. [CrossRef]
- Schmitt, N., Winkler, A., Boretzki, M., & Holube, I. (2016). A phoneme perception test method for high-frequency hearing aid fitting. *Journal of the American Academy of Audiology*, 27(5), 367–379. [CrossRef]
- Sharma, S. D., Cushing, S. L., Papsin, B. C., & Gordon, K. A. (2020). Hearing and speech benefits of cochlear implantation in children: A review of the literature. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*, 133, 109984. [CrossRef]
- Shojaei, E., Jafari, Z., & Gholami, M. (2016). Effect of early intervention on language development in hearing-impaired children. *Iranian Journal of Otorhinolaryngology*, 28(84), 13–21. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26877999/>
- Smiley, L. R., & Goldstein, P. A. (1998). *Language delays and disorders: From research to practice*. Cengage Learning; 1st ed. Singular Pub Group.
- Soleymani, Z., Mahmoodabadi, N., & Nouri, M. M. (2016). Language skills and phonological awareness in children with cochlear implants and normal hearing. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*, 83, 16–21. [CrossRef]
- Thai-Van, H., Veuillet, E., Norena, A., Guiraud, J., & Collet, L. (2010). Plasticity of tonotopic maps in humans: influence of hearing loss, hearing aids and cochlear implants. *Acta Oto-laryngologica*, 130(3), 333–337. [CrossRef]
- Tomblin, J. B., Oleson, J. J., Ambrose, S. E., Walker, E., & Moeller, M. P. (2014). The influence of hearing aids on the speech and language development of children with hearing loss. *JAMA Otolaryngology-Head & Neck Surgery*, 140(5), 403–409. [CrossRef]
- Topbaş, S., & Güven, O. (2017). *Türkçe Okul Çağı Dil Gelişim Testi (TODİL)*. Ankara: Detay Yayınları.
- Tuz, D., Aslan, F., Böke, B., & Yücel, E. (2020). Assessment of temporal processing functions in early period cochlear implantation. *European Archives of Oto-Rhino-Laryngology*, 277(7), 1939–1947. [CrossRef]
- von Koss Torkildsen, J., Hitchins, A., Myhrum, M., & Wie, O. B. (2019). Speech-in-noise perception in children with cochlear implants, hearing aids, developmental language disorder and typical development: the effects of linguistic and cognitive abilities. *Frontiers in Psychology*, 10. [CrossRef]
- Wass, M., Anmyr, L., Lyxell, B., Östlund, E., Karltorp, E., & Löfkvist, U. (2019). Predictors of reading comprehension in children with cochlear implants. *Frontiers in Psychology*, 10, 2155. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.02155>
- Wenrich, K. A., Davidson, L. S., & Uchanski, R. M. (2019). The Effect of Cochlear Implant Interval on Spoken Language Skills of Pediatric Bilateral Cochlear Implant Users. *Otology & Neurotology*, 40(6), e600-e605. [CrossRef]
- Yoshida, H., Takahashi, H., Kanda, Y., Kitaoka, K., & Hara, M. (2017). Long-term outcomes of cochlear implantation in children with congenital cytomegalovirus infection. *Otology & Neurotology*, 38(7), e190-e194. [CrossRef]
- Yoshinaga-Itano, C., Sedey, A. L., Wiggan, M., & Mason, C. A. (2018). Language outcomes improved through early hearing detection and earlier cochlear implantation. *Otology & Neurotology*, 39(10), 1256–1263. [CrossRef]
- Zhang, L., Wang, J., Hong, T., Li, Y., Zhang, Y., & Shu, H. (2018). Mandarin-Speaking, Kindergarten-Aged Children With Cochlear Implants Benefit From Natural F0 Patterns in the Use of Semantic Context During Speech Recognition. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 61(8), 2146–2152. [CrossRef]

Weber testinde kullanılan saf seslerin patoloji yönünü doğru belirleme oranlarının araştırılması

Beyza DEMİRTAŞ¹, Eser SENDESEN¹, Merve ÖZBAL BATUK¹

¹Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Odyoloji Bölümü

ÖZ

Amaç: Bilateral iletim tipi işitme kayıplı yetişkinlerde odyometrik Weber testinde 250-4000 Hz arasında lateralizasyon doğruluk yüzdelerinin güvenilirliğini belirlemektir.

Metod: Bilateral iletim tipi patolojisi olan 18-45 yaş arasında (64K-72E) 136 bireye saf ses odyometri ve Weber testleri yapılmıştır. Frekanslar arası lateralizasyon doğrulukları karşılaştırılmıştır.

Sonuçlar: Frekanslar arası doğruluk oranları Cochran Q testi ile karşılaştırılmış olup Weber testinde frekansların patoloji yönünü doğru belirleme açısından istatistiksel olarak anlamlı farklılık elde edilmiştir ($p<0,05$). Patoloji yönünü belirlemede doğruluk oranı McNemar testi ile karşılaştırıldığında 1000-2000 Hz hariç diğer frekanslarda ($p=0,01$) istatistiksel olarak anlamlı fark elde edilememiştir ($p>0,05$).

Öneriler: Patolojileri doğru belirleme oranı en yüksek 1000 Hz'te, en düşük ise 2000 Hz'dir. 250 Hz lateralizasyon doğruluğunda ikinci yüksek değerdir. Saf ses odyometri sonuçlarını doğrulamak için odyometrik Weber testinin 1000 Hz'teki yüksek doğruluk oranı göz önünde bulundurularak 250 Hz dâhil olmak üzere diğer odyolojik testlerle birlikte yürütülmesi önerilir.

Anahtar Kelimeler: işitme kaybı, diyapazon, Weber, lateralizasyon, iletim tipi işitme kaybı

ABSTRACT

Determining the correct pathology direction of pure sounds used in the audiometric weber test

Objective: To determine the reliability of lateralisation accuracy percentages on the basis of frequency in audiometric Weber testing. In this study, lateralisation accuracies were compared between 250 and 4000 Hz in adults with bilateral conductive hearing loss.

Method: Pure tone audiometry and Weber tests were performed in 136 individuals aged 18-45 years (64F-72E) with bilateral conductive hearing loss. Inter-frequency lateralisation accuracies were compared.

Results: Inter-frequency accuracy rates were compared with the Cochran Q test and a statistically significant difference was obtained in the Weber test in terms of correctly determining the pathology direction of frequencies ($p<0.05$). When the accuracy rate in determining the pathology direction was compared with the McNemar test, no statistically significant difference was obtained at frequencies other than 1000-2000 Hz ($p=0.01$) ($p>0.05$).

Conclusions: The highest rate of correct identification of pathologies is at 1000 Hz and the lowest at 2000 Hz. 250 Hz is the second highest value for lateralisation accuracy. To confirm pure tone audiometry results, it is recommended that audiometric weber test should be performed in combination with other audiological tests, including 250 Hz, considering the high accuracy rate at 1000 Hz.

Keywords: hearing loss, tuning fork, Weber, lateralization, conductive hearing loss

Cite this article as: Demirtaş, B., Sendesen, E., Özbal Batuk, M. (2022) Weber testinde kullanılan saf seslerin patoloji yönünü doğru belirleme oranlarının araştırılması. Turk J Audiol Hearing Res 2022;5(3):78-82

GİRİŞ

Weber Testi, İletim Tipi İşitme Kaybı (İTİK) olan bir kulakta Alman anatomist Ernst Heinrich Weber'in 1825 yılında titreşimli bir diyapazon ile ses çıkartıldığında daha yüksek ses algısı oluştuğunu bildiren raporuyla ortaya çıkmıştır (Albers, 1961). Bu bulgu test haline getirildikten sonra klinisyenler tarafından diyapazon çatalının titreştirilerek kafa kemiklerine koyulmasıyla kullanılmaya başlanmıştır (Albers, 1961). Weber ve Rinne testleri gibi diyapazon testleri, ucuz, uygulanması kolay ve işitme kaybını tespit etmede belirli derecede hassas oldukları için kulak burun boğaz uzmanları tarafından hâlâ yaygın olarak kullanılmaktadır (Kelly, Li ve

Adams, 2018). Yapılan çalışmalarda diyapazon Weber (TFW) testinin duyarlılığı ve özgüllüğü incelenmiş ve bu oranlar sırasıyla %78 ve %99 olarak bildirilmiştir (Stankiewicz ve Mowry, 1979).

Günümüzde işitme eşiklerinin tespitinde saf ses odyometri (SSO) altın standart olarak kabul edilmektedir (Abdullah, Zakaria, Salim, Daud ve Nik Othman, 2022; Wan Mohamad, Romli, Awang, Lih, Abdullah ve Zakaria, 2020). Tanısal kullanılabilirliğine rağmen, saf ses odyometrinin bazı sınırlılıkları vardır. Özellikle bu test esnasında işitme kaybı tipinin tanı

Correspondence Address/Yazışma Adresi: Beyza DEMİRTAŞ, Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Odyoloji Bölümü, Ankara, Türkiye
E-mail: beyzademirtasodyoloji9008@gmail.com

Received/Geliş Tarihi: 28.11.2022 **Accepted/Kabul Tarihi:** 24.12.2022 **Available Online Date/Çevrimiçi Yayın Tarihi:** 31.12.2022

©Copyright 2022 by Turkish Association of Audiologists and Speech Pathologists - Available online at <https://dergipark.org.tr/en/pub/tjaudiologyandhear>
©Telif Hakkı 2022 Türkiye Odyologlar & Konuşma Bozuklukları Uzmanları Derneği - Makale metnine <https://dergipark.org.tr/tr/pub/tjaudiologyandhear> web sayfasından ulaşılabilir.

doğruluğunu etkileyebilecek maskeleye hataları ve yanlış hava-kemik aralıkları meydana gelebilmektedir (Katz, 2015). Örneğin saf ses odyometride bilateral yüksek hava kemik aralıkları olan bir odyogram karşımıza çıktığında insert kulaklık kullanımı olmadığında aşırı maskeleye meydana gelebilmekte ve maskelenmiş kemik eşikleri elde edilemeyeabilmektedir (Katz, 2015). Bu durum yalnızca bilateral iletim komponenti olan kayıplarda değil; kemik eşiklerinin 25 dB'in altında olduğu kayıplarda da hatalı hava kemik aralığı olarak ortaya çıkabilmektedir. Özellikle kliniklerde yaygın olarak kullanılan B-71 kemik vibratör ile beklenenden daha iyi kemik eşikleri tespit edilebilmektedir, çünkü kemik vibratör bilindiği üzere doğası gereği vibrotaktıl uyaran oluşturmaktadır ((Abdullah ve ark., 2022). Buna bağlı olarak özellikle alçak frekanslarda titreşimsel uyarana bağlı olarak yanlış hava kemik aralıkları belirlenebilmektedir (Boothroyd ve Cawkwell, 1970). Yanlış hava kemik aralıklarının varlığı, özellikle tek taraflı işitme kaybı tespit edilen odyogramlarda Weber testinin kullanılmasıyla kontrol edilmektedir. Bu durum bize “karmaşık” klinik vakaların çözümünde saf ses odyometri ve Weber testlerinin kombinasyonunun önemini göstermektedir. Weber testleri yalnızca diyapazonla değil; odyometrelerdeki kemik vibratör kullanılarak da yapılabilmektedir. Odyometrik Weber testi olarak adlandırılan bu sistem, diyapazon Weber testleri ile karşılaştırıldığında farklı frekanslarda değerlendirme olanağı sağlaması gibi birçok avantaja sahiptir (Boothroyd ve ark., 1970; Markle, Fowler Jr, ve Moulounget, 1952; Sonnenschein, 1933). Aynı zamanda odyometrik Weber testi ile ölçüm yapıldığında, ses seviyesi istenen şiddet seviyelerinde kontrol edilebilir ve alın yüzeyinde tutarlı bir kuvvet oluşturabilmektedir (Katz, 2015). Ancak diyapazon Weber testleri yalnızca 256 ve 512 Hz değerlendirme yapmaya izin vermektedir (Katz, 2015). Odyometrik Weber testinin tüm bu avantajlarına rağmen bizim gözlemlediğimiz kadarıyla literatürde frekans bazında ses lateralizasyon doğruluk yüzdelerinin odyometrik Weber testi ile araştırıldığı bir çalışma bulunmamaktadır. Frekans bazında lateralizasyon doğruluk yüzdelerinin elde edilmesinin klinisyenlere yaptıkları ölçümlerin hangi frekansta daha güvenilir olduğuna yönelik bilgi vermesi ve olası yanlış ölçümleri önlemek açısından önem arz etmektedir. Bu nedenle bu çalışmada 250 ile 4000 Hz arasında iletim tipi işitme kaybı olan yetişkin bireylerde lateralizasyon doğruluk değerlerinin karşılaştırılması amaçlanmıştır.

MATERYAL METOD

Çalışma Protokolü

Saf ses odyometri ve odyometrik Weber testleri için Amerikan Ulusal Standartlar Enstitüsü'ne (ANSI S3.6, 1996) göre düzenli olarak kalibre iki kanallı bir odyometre (GSI 61, Grason-Stadler, Inc., ABD) kullanılmıştır. Ek olarak, İTİK tanısını doğrulamak için kalibre edilmiş 226 Hz timpanometre (AT235 H, Interacoustics, Danimarka) kullanılmıştır. Saf ses odyometri testi, deneyimli odyologlar tarafından özel, ses geçirmez bir kabinde gerçekleştirilmiştir. Hava yolu ve kemik yolu eşiklerini ölçmek için sırasıyla TDH-39 kulaklıklar ve B-71 kemik vibratör kullanılmıştır. Belirli frekanslardaki ilgili eşikler dB HL olarak kaydedilmiştir. Gerekli maskeleye prosedürleri hem hava hem de kemik yolu eşikleri için uygulanmıştır. Çalışmaya bilateral iletim tipi patolojisi olan 18-45 yaş arasında 64 kadın 72 erkek olmak üzere toplam 136 birey dâhil edilmiştir. Bireylerin alın orta hattına B-71 kemik vibratör yerleştirilmiştir. Odyometre kullanılarak 20 dB SL'de 250 Hz, 500 Hz, 1000 Hz, 2000 Hz ve 4000 Hz'te TDH39 kemik vibratörle saf ton sunulmuştur (Thompson, 1974). Çalışmaya katılan her bireyden sesin hangi tarafta (sağ, sol, orta) olduğunu belirtmesi istenmiştir. Saf ses odyometri ve Weber testleri aynı gün yapılmıştır. Tüm katılımcıların odyometrik Weber test sonuçları kaydedilmiş ve frekanslar arası lateralizasyon doğrulukları karşılaştırılmıştır.

İstatistiksel Analiz

Çalışmaya dâhil edilecek örneklem büyüklüğünü belirlemek için G*Power programı kullanılmıştır. Güç analizine dayalı olarak, bu çalışma minimum, klinik olarak anlamlı bir farkı saptamak için %5 tip I hata düzeyi ve %95 güç ile her gruptan 55 katılımcı içermelidir. Verilerin analizinde SPSS 24.0 paket programında Cochran's Q testi, verilerin post hoc analizinde McNemar testi kullanılmıştır. İkili karşılaştırmalarda Bonferroni düzeltmesi kullanılmıştır.

BULGULAR

Tüm bireylerin frekans bazında lateralizasyon doğruluk değerleri belirlenmiştir. 250 Hz'te 104, 500-4000 Hz arasında 136 yetişkin birey değerlendirilmiştir. 250 Hz'te 32 hastanın hava kemik aralığı bulunmadığı için değerlendirme yapılamamıştır. Çalışmaya katılan bireylerin yaşları 18-45 arasında olup ortalama yaş 36±1,8'dir.

Tablo 1, daha kötü işiten kulak için ortalama hava yolu ve kemik yolu işitme eşikleri ile hava kemik aralığını göstermektedir.

Tablo 1. Tüm bireylerin kötü kulak hava ve kemik yolu işitme eşikleri ve hava-kemik aralıkları

Frekans (Hz)	Hava yolu (dB HL)		Kemik yolu (dB HL)		Hava-kemik aralığı	
	Ortalama	Min. -Maks.	Ortalama	Min. -Maks.	Ortalama	Min. -Maks.
250	41	20-85	5	-10 - 15	37	5-75
500	45	20-85	10	-10 - 15	41	5-75
1000	42	20-85	12	-10 - 15	44	5-70
2000	37	20-90	14	0 - 15	33	0-70
4000	48	20-90	19	-5 - 15	39	0-65

Tablo 2. Frekansların lateralizasyonu belirlemedeki doğru ve yanlış sayıları

Frekans (Hz)	Yanlış (n)	Yüzde (%)	Doğru (n)	Yüzde (%)	Toplam (n)	p
250	8	7,7	96	92,3	104	0,03*
500	16	11,8	120	88,2	136	
1000	8	5,9	128	94,1	136	
2000	32	23,5	104	76,5	136	
4000	24	17,6	112	82,4	136	

Tablo 3. Lateralizasyon doğruluk oranlarının frekanslar arasında karşılaştırılması

Frekans (Hz)	n	p
500-1000	136	0,38
500-2000	136	0,15
500-4000	136	0,38
1000-2000	136	0,01*
1000-4000	136	0,07
2000-4000	136	0,54
250-500	104	0,57
250-1000	104	0,74
250-2000	104	0,07
250-4000	104	0,12

Kemik yolu eşiklerinin tümü normal sınırlar içindedir. Tüm frekanslarda hava kemik aralığı mevcuttur ve bu aralığın en yüksek değerleri 250 ve 500 Hz’te 75 dB’dir.

Ayrıca bireylerin 250-4000 Hz arasında frekanslara göre lateralizasyon doğru-yanlış sayıları Tablo 2’de verilmiştir.

Bireylerin frekanslar arası lateralizasyon doğruluk oranları Cochran Q testi ile karşılaştırılmış olup elde edilen sonuçlar doğrultusunda Weber testinde kullanılan frekansların patoloji yönünü doğru belirleme becerisi açısından aralarında istatistiksel olarak anlamlı farklılık elde edilmiştir ($p<0,05$).

Frekanslar arasında bulunan istatistiksel farklılığın hangi frekansta daha belirgin olduğunu belirlemek amacıyla tüm frekanslar arasında lateralizasyon doğruluk oranları McNemar testi ile karşılaştırılmıştır. Bulgular Tablo 3’te gösterilmiştir.

Patoloji yönünü doğru belirleme becerisinin frekanslarda ortaya çıkardığı doğruluk oranı karşılaştırıldığında 1000-2000 Hz’te istatistiksel olarak anlamlı fark elde edilmiştir ($p<0,05$).

TARTIŞMA

Bu çalışma saf ses odyometride elde edilen sonuçlarla birlikte odyometrik Weber testinin frekans bazında lateralizasyon doğruluğunu karşılaştırmak için yapılmıştır. Araştırmalarımıza göre bu çalışmanın, iletim tipi işitme kaybına sahip bireylerde odyometrik weber testinin frekans bazında lateralizasyon doğruluğunu 250-4000 Hz arasında karşılaştıran ilk çalışmadır.

Weber testi ile ilgili birçok çalışmada testin doğru lateralizasyon gösterme yeteneğini belirtmek için “duyarlılık” terimi kullanılmıştır (Kelly ve ark., 2018; Thompson, 1974; Shuman, Li, Halpin, Rauch ve Telian, 2013). Duyarlılık terimi iletim tipi işitme kayıplarında Weber testinin kötü kulağı doğru bir şekilde tespit etme yeteneğini belirtmek için kullanılabilir. Ancak bilateral asimetrik iletim tipi işitme kayıplarında duyarlılık terimi kötü kulağı tespit etme becerisini belirtmek için uygun olmayabilir (Miltenburg, 1994). Doğruluk ise daha genel bir terimdir ve ölçülen değer gerçek değere yakınlığı olarak tanımlanmıştır (Binder, ve Krska, 2012). Bu nedenle doğruluk, bu çalışmada odyometrik Weber testinin ölçüm keskinliğini göstermek için kullanılmıştır. Bu çalışmada Weber testi doğruluk oranı değerlendirildiğinde frekans bazında genel doğruluk oranlarının odyometrik Weber testinde iyi ($>75\%$) olduğu gözlenmiştir. Bu sonuçlar odyometrik Weber testinin bilateral İTİK olan bireylerde hava-kemik aralığını belirlemede güvenilir olduğunu göstermektedir. Thompson ve ark. tarafından yapılan bir çalışmada, çeşitli işitme kayıpları olan 185 bireye (12-75 yaş aralığında) odyometrik Weber ve Rinne testleri (1000 Hz’te) yapılmıştır (Thompson, 1974). Yazar çalışmasında, tek taraflı İTİK olan bireylerde odyometrik Weber testinin doğruluk oranını % 76,5 bulurken bilateral İTİK olan bireylerde %60 olarak bulmuştur. Yazar bu bulgulara dayanarak, odyometrik Weber testinin tanısal değerinin düşük olduğu sonucuna varmıştır. Mevcut çalışmamızın bulguları ile karşılaştırıldığında, Thompson’ın çalışmasında bulunan doğruluk sonuçlarının daha düşük olmasına çalışmalar arasındaki metodolojik farklılıkların sebep olabileceği düşünülmüştür. Örneklem sayısı ve odyometrik özelliklerdeki farklılıklar dışında, çalışmamızda odyometrik Weber testinde 250-4000 Hz arasında değerlendirme yapılırken, Thompson’ın çalışmasında sadece 1000 Hz frekansı test edilmiştir. Mevcut literatüre göre, geçmiş çalışmalarda bildirilen diyaazon Weber testinin doğruluk veya duyarlılık sonuçları %80’in altındaydı (Kelly ve ark., 2018). Çalışmamızda bulunan sonuçlara göre ise 250-4000 Hz arasında yalnızca 2000 Hz’te doğruluk oranı %80’in altında bulunmuştur. Diğer tüm frekanslarda sonuçlar % 80’in üzerinde bulunmakla birlikte 1000 Hz için bu oran çalışmamızdaki en yüksek doğruluk oranı ile % 94,1 olarak elde edilmiştir. Bu da 2000 Hz haricinde tüm frekanslarda Weber testinin lateralizasyon sonuçlarının oldukça güvenilir olduğunu göstermektedir. Çalışmamızda, en düşük hava kemik aralığının 2000 Hz’te elde edilmesinin sebep olabileceği düşünülmektedir. Çalışmalara bakıldığında, genel olarak daha yüksek doğruluk

oranlarının diyapazon Weber testi kullanılarak 512 Hz'te elde edildiği görülmektedir. Shuman ve ark. tarafından diyapazon Weber testinin en yüksek doğruluk oranının 250 hastadan 198 inde (%78) tek taraflı ani SNİK(sensorinöral işitme kaybı)'li hastalarda olduğu bildirilmiştir (Shuman ve ark., 2013). Yazarlar daha sonra diyapazon Weber testinin 512 Hz'te saf ses odyometrinin sonuçlarının güvenilir bir göstergesi olduğunu belirtmişlerdir. Şaşırtıcı bir şekilde yaptıkları bu çalışmada tek taraflı İTİK olanlarda diyapazon Weber testinin doğruluk sonuçları daha düşük bulunmuştur (Shuman ve ark., 2013). Stankiewicz ve Mowry tarafından yapılan başka bir çalışmada, farklı işitme kaybı olan hastalar (264 kulak) diyapazon Weber Testi, Rinne ve Bing testi birlikte değerlendirilerek 256, 512 ve 1024 Hz diyapazonların sonuçları karşılaştırılmıştır (Stankiewicz ve ark., 1979). Tek taraflı İTİK olan bireylerde 256, 512 1024 Hz frekansları için diyapazon Weber testinin doğruluğunun sırasıyla %43 %54 ve %46 olduğu belirtilmiştir (Stankiewicz ve ark., 1979). Abdullah ve ark. yaptıkları çoğunluğu tek taraflı İTİK olan bireylerden oluşan çalışmada ise diyapazon Weber testlerinin doğruluk oranları 256 Hz'te %81,1 ve 512 Hz'te %85,1 olarak bulunmuştur (Abdullah ve ark., 2022).

Literatüre baktığımızda yapılan çalışmalarda daha büyük hava kemik aralıkları olan bireylerde daha küçük hava kemik aralıkları olanlara göre nispeten daha iyi doğruluk sonuçları elde edilmiştir (Kelly ve ark., 2018; Capper, Slack ve Maw, 1987). Mevcut çalışmamızda, Abdullah ve ark., yaptıkları çalışmaya benzer şekilde daha büyük hava kemik aralıkları olan frekanslarda (500 ve 1000 Hz'te) daha iyi lateralizasyon sonuçları bulunmuştur. Bu sonuçlara bakarak daha yüksek hava kemik aralıklarının ses lateralizasyonunu kolaylaştırdığı söylenebilir. Literatürde lateralizasyon keskinliği için kulaklar arasında yaklaşık olarak 2,5-4 dB kadar fark olduğunda bile algılanabilirken kulaklar arası hava-kemik aralıkları daha fazla olduğunda daha iyi sonuçlar elde edildiği belirtilmektedir (Abdullah ve ark., 2022). Abdullah ve ark. (2022), odyometrik hava eşiklerine göre daha az hava-kemik olan bireylerde diyapazon Weber testi ile odyometrik Weber testinin sonuçlarını karşılaştırmışlardır. Sonuçlara göre 250 Hz diyapazon Weber testinde doğruluk oranı %77,7 olarak elde edilmiş odyometrik Weber testinde ise bu oran %88,5 olarak bulunmuştur (Abdullah ve ark., 2022). Bu sonuçlar da göstermektedir ki odyometrik Weber testi ile hava kemik aralığı az olan hastalarda diyapazon Weber testinden daha güvenilir ve doğru sonuçlar elde edilmektedir. Elde edilen sonuçların olası sebebinin odyometrik Weber testinde süreklilik sağlayan sağlayan sabit bir sinyalin odyometrik Weber testine göre daha kolay uygulanabilir olması olduğu düşünülmektedir. Bu nedenle çalışmamızda frekanslar arası karşılaştırma yapılırken odyometrik Weber testi kullanılmıştır. Abdullah ve ark., yaptıkları çalışmada yalnızca 1000 Hz'e kadar odyometrik Weber testinin sonuçlarını bildirmişlerdir. Çalışmamızda ise 4000 Hz'e kadar sonuçlar değerlendirilmiş olup daha önce bu frekansları değerlendiren bir çalışmaya rastlanmamıştır.

Sonuçlarımızda patolojileri doğru belirleme oranının en yüksek 1000 Hz'te, en düşük ise 2000 Hz'te ise olduğu gözlemlenmiştir. Buna sebep olarak çalışmaya katılan bireylerin hava kemik aralığının 1000 Hz'te en yüksek olmasının olabileceği belirtilmektedir. Bu nedenle bundan sonra yapılacak olan çalışmalarda hava kemik aralıklarının tüm frekanslarda eşitliği sağlanıp yeniden değerlendirilmesiyle faydalı sonuçlar elde edilebileceği düşünülmektedir. Ek olarak çalışmamıza katılan bireylerin iletim tipi patolojilerine sebep olan patolojiler çeşitlilik göstermektedir. Bu durumun farklı patolojilerde orta kulak kütlesi üzerinde meydana gelebilen değişiklikler nedeniyle sonuçlar üzerinde etkisi olabileceğini düşünmekle birlikte tek bir patoloji ile yapılacak çalışmaların sonuçlarımızın etkinliğini daha iyi gösterebileceği düşünülmektedir (Behn, Westerberg, Zhang, Riding, Ludemann ve Kozak, 2007). Sonuçlar odyometrik Weber testinin kliniklerde lateralizasyon sonuçlarının değerlendirildiği 250-4000 Hz arasında güvenle kullanılabilirliğini ortaya koymaktadır. Genellikle klinik rutinde değerlendirmelerde sık kullanılmayan 250 Hz frekansının bulgularımızda lateralizasyon doğruluk oranında ikinci en yüksek doğruluğa sahip olması Weber testlerinin değerlendirilmesinde önemli bir yere sahip olduğunu göstermektedir. Klinik uygulamalarda maskeleme sorunları ve şüpheli odyogramlarla yaygın olarak karşılaşıldığından, odyologların saf ses odyometri sonuçlarını doğrulamak için odyometrik Weber testini 250 Hz frekansı da dâhil olmak üzere diğer odyolojik testlerle birlikte yürütmeleri önerilir.

Ethics Committee Approval: Approval for this study was obtained from Hacettepe University with the decision number GO19/153-34.

Peer-review: Externally peer-reviewed.

Informed Consent: Written informed consent was obtained from the participants.

Author Contributions: Concept - BD; Design - ES; Supervision - MÖB; Resources - BD; Data Collection and/or processing - BD-ES; Analysis and/or interpretation - ES; Literature Search - BD; Writing Manuscript- BD.

Conflict of Interest: No conflict of interest.

Financial Disclosure: None.

Presented: The preliminary findings of this study were previously reported in "X. Presented at the "National Congress of Audiology and Speech Disorders" (25-27 December 2020)(Online)

Etik Kurul Onayı: Bu çalışma için Hacettepe Üniversitesi'nden GO19/153-34 karar numarası ile onay alınmıştır.

Hakem Değerlendirmesi: Dış Bağımsız.

Bilgilendirilmiş Onam: Katılımcılardan yazılı bilgilendirilmiş onam alınmıştır.

Yazar Katkıları: Fikir - BD; Tasarım - ES; Denetleme - MÖB; Kaynaklar - BD; Veri Toplanması ve/veya İşlemesi - BD-ES; Analiz ve/veya Yorum - ES; Literatür Taraması - BD; Yazıyı Yazan - BD.

Çıkar Çatışması: Yoktur.

Finansal Destek: Finansal destek kullanılmamıştır.

Sunum: Bu çalışmanın ön bulguları daha önce "X. Ulusal Odyoloji ve Konuşma Bozuklukları Kongresi"nde sunulmuştur.(25-27 Aralık 2020)(Online)

KAYNAKLAR

- Abdullah, S. N., Zakaria, M. N., Salim, R., Daud, M. K., & Nik Othman, N. A. (2022). Comparing the diagnostic accuracy of audiometric Weber test and tuning fork Weber test in patients with conductive hearing loss. *Laryngoscope Investig Otolaryngol*, 7(2), 523–529. [CrossRef]
- Albers, G. D. (1961). Tuning or pitch forks. *J Mich State Med Soc*, 60, 1152–1155. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/13682081/>
- Behn, A., Westerberg, B. D., Zhang, H., Riding, K. H., Ludemann, J. P., & Kozak, F. K. (2007). Accuracy of the Weber and Rinne tuning fork tests in evaluation of children with otitis media with effusion. *Journal of Otolaryngology*, 36(4), 197–202. [CrossRef]
- Binder, E. M., & Krska, R. (Editors)(2012). *Labs Guide to Mycotoxins. Labs Guide to Mycotoxins*. Romer Labs Division Holding GmbH, Austria. https://www.foodriskmanagement.com/wp-content/uploads/2013/03/Romer-Labs-Guide-to-Mycotoxin-Book_Original_41686.pdf
- Boothroyd, A., & Cawkwell, S. (1970). Vibrotactile thresholds in pure tone audiometry. *Acta Otolaryngol*, 69(6), 381–387. [CrossRef]
- Capper, J. W., Slack, R. W., & Maw, A. R. (1987). Tuning fork tests in children (an evaluation of their usefulness). *J Laryngol Otol*, 101(8), 780–783. [CrossRef]
- Katz, J. (2015). *Handbook of Clinical Audiology* (7th ed.). Lippincott Williams & Wilkins.
- Kelly, E. A., Li, B., & Adams, M. E. (2018). Diagnostic accuracy of tuning fork tests for hearing loss: a systematic review. *Otolaryngology - Head and Neck Surgery (United States)*, 159(2), 220–230. [CrossRef]
- Markle, D. M., Fowler Jr, E. P., & Moulounget, H. (1952). The audiometer Weber test as a means of determining the need for the type of, masking. *Ann Otol Rhinol Laryngol*, 61(3), 888–900. [CrossRef]
- Miltenburg, D. M. (1994). The validity of tuning fork tests in diagnosing hearing loss. *Journal of Otolaryngology*, 23(4), 254–259. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/7996624/>
- Shuman, A. G., Li, X., Halpin, C. F., Rauch, S. D., & Telian, S. A. (2013). Tuning fork testing in sudden sensorineural hearing loss. *JAMA Intern Med*, 173(8), 706–707. [CrossRef]
- Sonnenschein, R. (1933). Fundamental principles of functional hearing tests: with recent developments in tuning forks and sounding rods. *Archives of Otolaryngology - Head and Neck Surgery*, 18(5), 599–613. [CrossRef]
- Stankiewicz, J. A., & Mowry, H. J. (1979). Clinical accuracy of tuning fork tests. *Laryngoscope*, 89(12), 1956–1963. [CrossRef]
- Thompson, A. K. (1974). Audiometric Weber and Rinne tests as compared to pure-tone thresholds. *J S Afr Speech Hear Assoc*, 21(1), 63–70. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/4455912/>
- Wan Mohamad, W. N., Romli, M., Awang, M. A., Lih, A. C., Abdullah, R., & Zakaria, M. N. (2020). The presence of unusual bone conduction thresholds in pure tone audiometry. *Indian Journal of Otology*, 26(1), 54–57. [CrossRef]

Neural mechanism, prognosis, and rehabilitation of central auditory processing disorder: a review

Berkay ARSLAN¹ 

İstinye University Speech and Language Therapy Department, Istanbul Turkey

ABSTRACT

Central Auditory Processing Disorder is a disorder in which individuals have normal hearing thresholds, but have difficulty in linguistic and auditory analysis that requires metacognitive processes, impaired dichotic listening and sound localization skills are observed. The neurobiological mechanism underlying the disease is thought to be immaturity or deficit in the central auditory pathways. In this study, studies in the literature on the underlying neural mechanism, prognosis and rehabilitation of Central Auditory Processing Disorder were evaluated.

Key words: central auditory pathway disorders, auditory pathways, auditory processing, audiological rehabilitation

ÖZ

Santral işitsel işleme bozukluğunun nöral mekanizmaları, prognozu ve rehabilitasyonu: bir derleme

Santral işitsel işleme bozukluğunda bireyler normal işitme eşiklerine sahiptir ancak üst bilişsel süreçler gerektiren dilsel ve işitsel analiz, dikotik dinleme ve ses lokalizasyonu becerilerinde bozulma gözlenir. Hastalığın altında yatan nörobiyolojik mekanizmanın santral işitsel yollarda problem ile ilişki olduğu düşünülmektedir. Bu çalışma, altta yatan nöral mekanizma üzerine literatürdeki çalışmalar ile santral işitsel işleme bozukluğunun prognozunu ve rehabilitasyonunu değerlendirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: santral işitme yolu bozuklukları, işitme yolları, işitsel işleme, odyolojik rehabilitasyon

Cite this article as: Arslan, B. (2022). Neural mechanism, prognosis, and rehabilitation of central auditory processing disorder: a review. Turk J Audiol Hearing Res 2022;5(3):83-87

INTRODUCTION

Central Auditory Processing Disorder (CAPD) is a disorder that causes difficulty in analyzing the auditory signals. In this study, studies in the literature on the underlying neural mechanism, prognosis and rehabilitation of CAPD were evaluated

Definition of Central Auditory Processing

Central Auditory Processing Disorder (CAPD) is a disorder that can be observed in both individuals who have normal pure tone average (PTA) thresholds (< 20 dB HL) and individuals with hearing disability whose PTAs are > 20 dB HL. The common symptoms of the disorder are to have difficulty in linguistic and auditory analysis that requires metacognitive processes, impaired dichotic listening and sound localization skills (American Speech-Language-Hearing Association, 2005). The neurobiological mechanism underlying the disease is thought to be immaturity or deficit in the central auditory pathways (Cameron, et al., 2006). Among the effects of CAPD in pediatric groups and adults, it can be listed as difficulty in listening in noisy environments, difficulties in academic reading, comprehension and writing performances, difficulty in musical processing (frequency, duration, rhythm), and focusing problems.

Neurobiological Mechanism and Prognosis

Top - Down and Bottom - Up Processing

In order to understand central auditory processing more clearly, it would be more accurate to first examine the processing and interpretation processes of the acoustic signal. These processes are known as bottom-up and top-down processing. Top-down and bottom-up processing are processes that are effective in central auditory processing. Bottom-up processing includes the acoustic signals reaching the ear, starting from the outer ear and reaching the cortical level along the central auditory pathways. Top-down processing, on the other hand, describes the interpretation of acoustic signals at the subcortical level, together with prior information with the activation of executive cognitive processing.

Anatomically located, a large cortical network, including the superior temporal gyrus and sulcus, the angular gyrus, and the prefrontal cortex, is involved in complex listening tasks. Different studies show that projections are seen in these areas in Top down processing tasks (Obleser, 2014). Studies conducted in different groups, such as the elderly or cochlear implant

users, reveal that projections in these regions are affected in challenging listening tasks such as phonemic discrimination and comprehending words embedded in the distorted spectral structure (Lesicko & Llano, 2017).

Especially the processing of acoustic signals of speech is a very complex process. In the top-down processing process, many contexts come into play and cause the acoustic information heard to be perceived in different ways. These factors are listed as syntactic, semantic, phonemic and other linguistic factors (Obleser, 2014). In order for the top-down process to work effectively, auditory memory and auditory attention must also be involved in the interpretation of acoustic information. The lack or absence of any of these auditory mechanisms causes a disconnection of context between the heard and interpreted auditory information.

Different studies reveal that when there is any change in the descending structure, changes are observed in neurons located in the subcortical region (Bajo & King, 2013; Gilbert & Li, 2013; Stebbings, et al.; Suga, 2012). Neuronal changes are also observed in temporal and spectral context-dependent responses (Jones, et al.; 2015).

It is important that both processes work simultaneously for a correct auditory processing. Bottom-up processing generally involves acoustic processing of the incoming signal and generalization of speech characteristics and characteristics. In top-down processing, it is seen that phonetic, semantic and syntactic processing have an effect on the upper stages of perception in the definition process (Shuai & Gong, 2014).

Projection zones

Primary auditory cortex (Heschl's gyrus [HG]) and planum temporal activation stand out in the processing of simple acoustic stimuli such as pure tone (Binder, et al., 1996); There is activation of the superior temporal gyrus (Binder, et al., 1996) and anterior superior temporal sulcus in interpreting more complex stimuli such as speech signals (Binder, et al., 1996; Sharp, et al., 2004; Specht & Reul, 2003).

The regions responsible for top-down processing are thought to be the anterior cingulate cortex and the dorsolateral prefrontal cortex, where higher cognitive processing and goal-oriented behaviors are controlled (Mühlau M, et al., 2005; Vanneste, et al., 2010). These regions are also responsible for parts of auditory attention and play a role in modulation of top down processing (Voisin, 2006).

The hierarchy of speech signals begins with sensory processing in the superior temporal gyrus and progresses to the inferior frontal gyrus, where there are abstract linguistic and cognitive processing (Binder, et al., 1996; Hickok & Poeppel, 2007).

CAPD and Auditory Electrophysiological Tests

Electrophysiological test methods such as MisMatch Negativity (MMN) and Middle Latency Response (MLR) are the methods in which CAPD can be observed best. Jerger and Johnson (1988) claimed that MLR is the most effective auditory evoked response for diagnosing and understanding CAPD. Studies of children with learning, speech, and language problems (Schulte-Körne, et al., 1998); and adults with CAPD (Schulte-Körne, et al., 2001) or with cortical lesions (Pialarissi, et al., 2007) have found MLR abnormalities.

Ankmal-Veeranna et al. (2019) studied on ABR findings of children with CAPD and their peers with normal hearing (Ankmal-Veeranna et al., 2019). Authors claimed that significantly longer wave I latencies were observed in CAPD group, while there were no differences in wave III and V. Use of ABR for the diagnosis of CAPD is not very common in the literature due to the lack of evidence.

Many researchers state that evaluations such as MMN or MLR that will be made during different clinic visits of children will provide important information about the course of the disorder (Jirsa, 1992; Martin, et al., 2008). Kraus et al. (1993) reported that individuals with normal hearing showed congruent responses in both MMN and behavioral discrimination scores in tasks such as speech contrast testing after intense training. In the next study of the researchers, it was observed that there were generalizations in responses to other stimuli in both MMN and behavioral listening performance after the training. Menning et al. (2002) observed improvements in behavioral responses in the frequency discrimination task, as well as an increase in N1 and MMN amplitudes, after training on the frequency discrimination task.

Klein et al. (1995) investigated patients with verbal auditory agnosia using ABR, MLR, and cortical auditory evoked potentials. Using an oddball discrimination paradigm, the researchers presented stimuli to patients in both tonal and consonant-vowel syllable structures. Their results showed that patients exhibited normal ABR and MLR responses, while abnormalities in the CAEP – N1 component were noted throughout the lateral temporal cortex for both tones and speech stimuli.

Hayes et al. (2003) used standard ABR protocols and cortical potentials to examine central auditory pathways in children with learning disabilities. Cortical responses in the trained group improved compared to the control group, but there was no change in ABR responses. In another study, Fujioka et al. (2006) examined the auditory late latency potentials in children aged 4-6 years and after music education, and they obtained higher P1 amplitudes after music education.

Cortical Auditory Evoked Potentials (CAEP) is also another effective way to observe the auditory maturation in hearing

and listening tasks. Tomlin compared latencies of P1 and N1 waves and their interpeak amplitude in children with CAPD and children with normal hearing (Tomlin & Rance, 2016). According to the results, children with CAPD had significantly increased latencies in both waves by about 10 ms and a decrease in interpeak P1 - N1 amplitude by about 10 μ V.

On the other hand, in studies conducted with participants with a diagnosis of adult CAPD, it was reported that when speech stimuli were presented, patients had delayed neural timings for stimulus onset and offset in brainstem responses (Clinard & Tremblay, 2013) and that they had reduced amplitudes in gap detection tasks in cortical responses (Harris, et al., 2012).

Prognosis of CAPD

It is stated, in many state organizations of USA, that the CAPD battery should be applied after 7 years of age for the definitive diagnosis. In the pediatric group observed difficulties are as following;

- Discriminating speech signals in noise,
- Difficulties in tasks related to auditory memory,
- Difficulties in performing phonemic discrimination,
- Difficulties in temporal fine structure (TFS) analyzes, which are important acoustic clues in pitch perception and discrimination in both simple and complex sounds.

In the literature, there are auditory processing studies on different groups with language acquisition, reading and writing difficulties, learning and reading comprehension problems. According to different studies, phonological processing problems observed in CAPD cause difficulties in acquiring language and learning skills (Protopapas, 2014). In another study, it was reported that children with a diagnosis of CAPD also had complaints about language acquisition, reading, writing and learning (Protopapas, 2014). In another study conducted with children with reading difficulties, it was observed that the scores of the participants in the auditory skill tasks were correlated with the false-word readings they used in the tests measuring their reading skills, and the reason for this was the lack of phonemic decoding of speech at younger ages (Protopapas, 2014).

On the other hand, different studies claiming that there is no significant relationship between temporal processing problem, which is a dimension of CAPD, and learning skills are observed in the literature. For example, there have been studies reporting that the elevated “backward masking thresholds” observed in children with language problems are not significantly different from the control group (Bishop, et al., 1999), and studies reporting that children with developmental language problems perform better than expected on temporal processing tests compared to their grammatical or phonological skills (Marshall, et al., 2001). There are also different studies in the literature stating that children with auditory processing problems do

not have language or reading difficulties in the long-term examination (Bishop, et al., 1999).

In adults with CAPD, the most common symptoms are inability to distinguish speech in noisy environments and difficulty in phonemic discriminations. Studies conducted with adults with complaints of listening in noisy environments reveal that they perform poorer in the applied CAPD test batteries (dichotic listening, auditory memory, listening in noise test) than the control group (Obuchi, et al., 2017). In another study, temporal and spectral processing tests were applied to participants with dyslexia, one of the most important comorbidities of CAPD, and it was observed that the participants performed significantly poorer than the control group (Fostick, et al., 2012).

The most common challenge faced by many clinicians in the diagnosis of CAPD is the lack of a clear consensus on whether the disease exists alone or in conjunction with cognitive functions such as attention and memory. In addition, comorbidities such as Attention Deficit Hyperactivity Disorder or dyslexia are also observed in many individuals with a diagnosis of CAPD (Sharma, et al., 2009). The difficulties experienced by clinicians in the differential diagnosis of the disease also negatively affect the treatment process of the patients.

CAPD Treatment and Rehabilitation

CAPD treatment and rehabilitation is shaped by direct and indirect methods. These;

- Direct improvement of skill (auditory training, “bottom-up”)
- Compensatory strategies (improving metacognitive skills to compensate for the impairment. “top-down”)
- Environmental modifications (changing the learning or communication environment) (Speech-Language-Hearing Association, 2005)

Among these strategies, direct improvement methods and compensatory strategies are direct intervention methods. Some of the Direct Skill Improvement methods include sub-items such as auditory and phonemic discrimination, temporal dimensions of hearing, sound localization and lateralization, listening training for the recognition of auditory patterns.

The main purpose of these treatment methods is to rehabilitate the damaged auditory dimensions with listening training. Here, bottom-up, in other words, the rehabilitation of a process that progresses from the periphery to the central is in question. Basically, it can be summarized as the training process for generalization and presenting the correct form of the acoustic cue that the individual listens incorrectly.

In the second strategy, compensatory strategies, there is more linguistic and metacognitive rehabilitation with direct training. In this method, there is the idea of minimizing the

effects of CAPD by increasing the deficiencies of attention and consciousness. In this treatment, it is aimed to activate the central auditory processing in different listening, social and communication tasks by improving the semantic, phonological and lexical dimensions of the language. Apart from this, it is aimed to compensate the negative effects of CAPD in the upper central pathways with metacognitive purposes such as problem solving, memory strengthening, and improving organizational skills. This treatment method aims to change the top down processing.

Environmental modifications, which are among the indirect methods, aim to make changes regarding the behavior of the individual with CAPD in the listening and communication environment, the acoustic quality of the environment or the S/R level in the environment. Environmental modification can be achieved by FM systems, the use of microphones in large places, which can provide the best condition for the ability to understand the S/R level in noise, and the placement of sound absorbing materials in the rooms.

There are different studies in the literature showing the effect of auditory training programs on CAPD. In one study, children between the ages of 8 and 14 with a diagnosis of CAPD were included; After the auditory training given for frequency, duration and loudness discrimination, MLR C3, A1 and A2 amplitudes were measured before and after the training. According to the data obtained, an increase was observed in the amplitudes of the patients after the training (Schochat, et al., 2010). Researchers also reported that higher scores were obtained after training in behavioral tests measuring central auditory processing skills, although this was not one of the aims of the study.

Tremblay et al. conducted auditory training on syllable patterns in speech and reported that after the training, the syllable perceptions of the participants improved and their N1 – P2 responses to these stimuli increased (Tremblay et al., 2001). Jirsa, on the other hand, reported that increased p300 amplitudes were observed after the auditory training program in children with CAPD (Jirsa, 1992). In another study, a study was conducted involving two school children diagnosed with CAPD, and the effect of auditory training on ABR responses in speech was examined. According to the data obtained by the researchers, amplitude and latency values of both patients reached normative values after auditory training (Krishnamurti, et al., 2013).

The use of assistive technologies that increase listening skills in the treatment of CAPD has also started to increase in recent years. On the other hand, studies involving treatment programs based only on CAPD are very few. Hornickel et al., in a 2012 prospective study, followed dyslexic children for one year in an environment where technologies that assisted listening skills were used and reported that participants had an increase in their phonological awareness, reading and spelling skills at the end of one year (Hornickel, et al., 2012).

CONCLUSION

CAPD, which is a common subject of study in many fields such as audiology, psychology, pediatrics, and speech disorders, continues to be one of the most striking fields of study in the field of audiology due to the difficulties in the diagnosis and rehabilitation process and draws attention to the importance of audiologists. In neural network, Primary auditory cortex (Heschl's gyrus [HG]) and planum temporal activation for the simple acoustic stimuli and the superior temporal gyrus anterior superior temporal sulcus for the complex signals are the regions that are thought to be related to CAPD. Difficulties in the discrimination of auditory signals may lead to impairment in language, listening and cognitive tasks in the progression of disorder. Personalized direct and indirect rehabilitation approaches and alterations in the auditory environment are the existing interventions of the disorder.

Knowing more profoundly about the underlying neural mechanisms and prognosis with long-term follow-up will enable clinicians to detect the disease and start early rehabilitation and to develop more effective therapy techniques in the future. Its relationship with learning difficulties, specific language disorders, hearing loss, etc. will also contribute to the treatment process of these disorders.

Peer-review: Externally peer-reviewed.

Informed Consent: Written informed consent was obtained from the participants.

Author Contributions: Concept – BA; Design – BA; Supervision – BA; Resources – BA ; Data Collection and/or processing – BA ; Analysis and/or interpretation – BA; Literature Search – BA ; Writing Manuscript– BA.

Conflict of Interest: No conflict of interest.

Financial Disclosure: None.

Etik Kurul Onayı:

Hakem Değerlendirmesi: Dış Bağımsız.

Bilgilendirilmiş Onam: Katılımcılardan yazılı bilgilendirilmiş onam alınmıştır.

Yazar Katkıları: Fikir- BA; Tasarım – BA; Denetleme – BA; Kaynak – BA; Veri Toplanması ve/veya İşlemesi – BA; Analiz ve/veya Yorum – BA; Literatür Taraması – BA; Yazıyı Yazan – BA.

Çıkar Çatışması: Yoktur.

Finansal Destek: Finansal destek kullanılmamıştır.

REFERENCES

- 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
- Ankmmal-Veeranna, S., Allan, C., & Allen, P. (2019). Auditory brainstem responses in children with auditory processing disorder. *J Am Acad Audiol*, *30*, 904–17. [CrossRef]
- Bajo, V. M., & King, A. J. (2013). Cortical modulation of auditory processing in the midbrain. *Frontiers in Neural Circuits*, *6*, 114. [vhttps://doi.org/10.3389/fncir.2012.00114](https://doi.org/10.3389/fncir.2012.00114)
- Binder, J., Frost, J. A., & Hammcke, T. (1996). Function of the left planum temporale in auditory and linguistic processing. *NeuroImage*, *3*(3), S429. [CrossRef]
- Bishop, D. V. M., Carlyon, R. P., Deeks, J. M., & Bishop, S. J. (1999). Auditory temporal processing impairment. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, *42*(6), 1295–1310. [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]
- Clinard, C. G., & Tremblay, K. L. (2013). Aging degrades the neural encoding of simple and complex sounds in the human brainstem. *Journal of the American Academy of Audiology*, *24*(7), 590–599. [CrossRef]
- Fostick, L., Bar-El, S., & Ram-Tsur, R. (2012). Auditory temporal processing as a specific deficit among dyslexic readers. *Journal of Psychology Research*, *2*(2). [CrossRef]
- Fujioka, T., Ross, B., Kakigi, R., Pantev, C., & Trainor, L. J. (2006). One year of musical training affects development of auditory cortical-evoked fields in young children. *Brain*, *129*(10), 2593–2608. [CrossRef]
- Gilbert, C. D., & Li, W. (2013). Top-down influences on visual processing. *Nature Reviews Neuroscience*, *14*(5), 350–363. [CrossRef]
- Harris, K. C., Wilson, S., Eckert, M. A., & Dubno, J. R. (2012). Human evoked cortical activity to silent gaps in noise. *Ear & Hearing*, *33*(3), 330–339. [CrossRef]
- Hayes, E. A., Warrier, C. M., Nicol, T. G., Zecker, S. G., & Kraus, N. (2003). Neural plasticity following auditory training in children with learning problems. *Clinical Neurophysiology*, *114*(4), 673–684. [CrossRef]
- Hickok, G., & Poeppel, D. (2007). The cortical organization of speech processing. *Nature Reviews Neuroscience*, *8*(5), 393–402. [CrossRef]
- Hornickel, J., Zecker, S. G., Bradlow, A. R., & Kraus, N. (2012). Assistive listening devices drive neuroplasticity in children with dyslexia. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, *109*(41), 16731–16736. [CrossRef]
- Jerger, J., & Johnson, K. (1988). Interactions of age, gender, and sensorineural hearing loss on abr latency. *Ear and Hearing*, *9*(4), 168–176. [CrossRef]
- Jirsa, R. E. (1992). The clinical utility of the P3 AERP in children with auditory processing disorders. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, *35*(4), 903–912. [CrossRef]
- Jones, H. E., Andolina, I. M., Shipp, S. D., Adams, D. L., Cudeiro, J., Salt, T. E., & Sillito, A. M.. (2015). Figure-ground modulation in awake primate thalamus. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, *112*(22), 7085–7090. [CrossRef]
- Klein, S. K., Kurtzberg, D., Brattson, A., Kreuzer, J. A., Stapells, D. R., Dunn, M. A., ..., & Vaughan, H. G. Jr. (1995). Electrophysiologic manifestations of impaired temporal lobe auditory processing in verbal auditory agnosia. *Brain and Language*, *51*(3), 383–405. [CrossRef]
- Kraus, N., McGee, T., Micco, A., Sharma, A., Carrell, T., & Nicol, T. (1993). Mismatch negativity in school-age children to speech stimuli that are just perceptibly different. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology/ Evoked Potentials Section*, *88*(2), 123–130. [CrossRef]
- Krishnamurti, S., Forrester, J., Rutledge, C., & Holmes, G. W. (2013). A case study of the changes in the speech-evoked auditory brainstem response associated with auditory training in children with auditory processing disorders. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*, *77*(4), 594–604. [CrossRef]
- Lesicko, A. M. H., & Llano, D. A. (2017). Impact of peripheral hearing loss on top-down auditory processing. *Hearing Research*, *343*, 4–13. [CrossRef]
- Marshall, C. M., Snowling, M. J., & Bailey, P. J. (2001). Rapid auditory processing and phonological ability in normal readers and readers with dyslexia. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, *44*(4), 925–940. [CrossRef]
- Martin, B. A., Tremblay, K. L., & Korczak, P. (2008). Speech evoked potentials: from the laboratory to the clinic. *Ear & Hearing*, *29*(3), 285–313. [CrossRef]
- Menning, H., Imaizumi, S., Zwitserlood, P., & Pantev, C. (2002). Plasticity of the human auditory cortex induced by discrimination learning of non-native, mora-timed contrasts of the Japanese language. *Learning & Memory*, *9*(5), 253–267. [CrossRef]
- Mühlau, M., Rauschecker, J. P., Oestreicher, E., Gaser, C., Röttinger, M., Wohlschläger, A. M., ..., & Sander, D. (2005). Structural brain changes in tinnitus. *Cerebral Cortex*, *16*(9), 1283–1288. [CrossRef]
- Obleser, J. (2014). Putting the listening brain in context. *Language and Linguistics Compass*, *8*(12), 646–658. [CrossRef]
- Obuchi, C., Ogane, S., Sato, Y., & Kaga, K. (2017). Auditory symptoms and psychological characteristics in adults with auditory processing disorders. *Journal of Otolaryngology*, *12*(3), 132–137. [CrossRef]
- Pialarissi, P. R., Almeida, F. S., Camanducaia, L. C. B. M., & Jorge Jr, J. J. (2007). Middle-latency auditory responses in neurological diseases. *Brazilian Journal of Otorhinolaryngology*, *73*(4), 540–548. [CrossRef]
- Protopapas, A. (2014). From temporal processing to developmental language disorders: mind the gap. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, *369*(1634), 20130090. [CrossRef]
- Schochat, E., Musiek, F. E., Alonso, R., & Ogata, J. (2010). Effect of auditory training on the middle latency response in children with (central) auditory processing disorder. *Brazilian Journal of Medical and Biological Research*, *43*(8), 777–785. [CrossRef]
- Schulte-Körne, G., Deimel, W., Bartling, J., & Remschmidt, H. (1998). Auditory processing and dyslexia. *NeuroReport*, *9*(2), 337–340. [CrossRef]
- Schulte-Körne, G., Deimel, W., Bartling, J., & Remschmidt, H. (2001). Speech perception deficit in dyslexic adults as measured by mismatch negativity (MMN). *International Journal of Psychophysiology*, *40*(1), 77–87. [CrossRef]
- Sharma, M., Purdy, S. C., Kelly, A. S. (2009). Comorbidity of auditory processing, language, and reading disorders. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research: JSLHR*, *52*(3), 706–722. [CrossRef]
- Sharp, D. J., Scott, S. K., & Wise, R. J. S. (2004). Retrieving meaning after temporal lobe infarction: The role of the basal language area. *Annals of Neurology*, *56*(6), 836–846. [CrossRef]
- Shuai, L., & Gong, T. (2014). Temporal relation between top-down and bottom-up processing in lexical tone perception. *Frontiers in Behavioral Neuroscience*, *8*, 97. [CrossRef]
- Specht, K., & Reul, J. (2003). Functional segregation of the temporal lobes into highly differentiated subsystems for auditory perception: an auditory rapid event-related fMRI-task. *NeuroImage*, *20*(4), 1944–1954. [CrossRef]
- Stebbins, K. A., Lesicko, A. M. H., & Llano, D. A. (2014). The auditory corticocollicular system: Molecular and circuit-level considerations. *Hearing Research*, *314*, 51–59. [CrossRef]
- Suga, N. (2012). Tuning shifts of the auditory system by corticocortical and corticofugal projections and conditioning. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, *36*(2), 969–988. [CrossRef]
- Tomlin, D., & Rance, G. (2016). Maturation of the central auditory nervous system in children with auditory processing disorder. *Semi Hear*, *37*(1), 74–83. [CrossRef]
- Tremblay, K., Kraus, N., McGee, T., Ponton, C., & Otis, B. (2001). Central auditory plasticity: changes in the N1-P2 complex after speech-sound training. *Ear and Hearing*, *22*(2), 79–90. [CrossRef]
- Vanneste, S., Plazier, M., van der Loo, E., Van de Heyning, P., Congedo, M., De Ridder, D. (2010). The neural correlates of tinnitus-related distress. *NeuroImage*, *52*(2), 470–480. [CrossRef]
- Voisin, J., Bidet-Caulet, A., Bertrand, O., & Fonlupt, P. (2006). Listening in silence activates auditory areas: a functional magnetic resonance imaging study. *Journal of Neuroscience*, *26*(1), 273–278. [CrossRef]