

# İnvitro Kazanç Analizleriyle İşitme Cihazı Seçimi

## Hearing Aid Selection By Insertion Gain Measurements

Ozan Bağış Özgürsoy, Babür Küçük

Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi, Kulak Burun Boğaz Baş ve Boyun Cerrahisi Anabilim Dalı, Ankara

**Amaç:** Bu çalışmada ilk kez işitme cihazı önerilen sensörinöral işitme kayıplı hastalarda invitro kazanç ölçümleri yapılarak optimum kazanç sağlayan işitme cihazlarının belirlenmesi amaçlandı.

**Gereç ve Yöntem:** Ellisekiz hastada işitme cihazı invitro kazanç analizleri yapıldı.

**Bulgular:** Hem subjektif hem de objektif yöntemlerle seçilen işitme cihazlarıyla yüksek performans elde edildi. Takip dönemi boyunca cihazından şikayet eden hasta olmadı.

**Sonuç:** İşitme cihazı invitro kazanç ölçümü pratik ve objektif bir değerlendirme yöntemidir. Bu ölçümler yardımı ile seçilen işitme cihazlarından beklenen performans alınabilmektedir.

**Anahtar sözcükler:** Sensörinöral işitme kaybı, işitme cihazı, işitme cihazı invitro kazanç ölçümleri.

**Objectives:** The purpose of this study was to prescribe the first hearing aids with highest performance for the patients who have sensoryneural hearing loss.

**Materials and Methods:** Insertion gain measurements were performed in 58 patients.

**Results:** High performance was noted for the hearing aids that were selected by subjective and objective methods. There were no patients suffering from hearing aids, during the follow-up.

**Conclusion:** Insertion gain measurements are the practical and objective methods of hearing aids' evaluation. The expected performance would be obtained from the hearing aids that are prescribed by these measurements.

**Key words:** Sensoryneural hearing loss, hearing aids, insertion gain measurements.

Sensörinöral işitme kaybı olan hastaların rehabilitasyonunda amaç, uygun işitme cihazının ilk başvuruda seçilmesi olmalıdır (1). Baştan uygun cihaz seçilmediğinde, hastalara sonradan verilecek yoğun cihaz eğitiminin bu hatayı telafi etmediği ve klinik rehabilitasyonun işe yaramadığı rapor edilmiştir(2). Ülkemizde bu hastalar için işitme cihazları çoğu kez subjektif değerlendirmeler ve klinik tecrübeye dayanan geleneksel metodlarla seçilmektedir. Seçilen işitme cihazının performansı da yine benzer metodlarla değerlendirilmektedir(3,4). Gele-

neksel yöntemlerle seçilen işitme cihazlarının yaklaşık yarısının yetersiz olduğu bildirilmiştir (5). Günümüzün modern odyoloji ünitelerinde ise işitme cihazlarının invitro kazanç değerlerini ölçen ve bu cihazların performanslarını değerlendiren objektif yöntemler kullanılmaktadır (6-15).

Modern odyoloji ünitelerinde kullanılan analiz cihazlarıyla sensörinöral işitme kayıplı hastaların dış kulak yolundan ses basınç düzeyleri ölçülerek hedef işitme kazancı ve cihazlı işitme kazancı tespit edile-

Başvuru tarihi: 31.08.2006 • Kabul tarihi: 02.04.2007

İletişim

Dr. Ozan Bağış Özgürsoy  
Başçavuş Sok, 91/10, Küçüksat, 06660, Ankara, Türkiye.  
Tel : (312) 310 33 33/2289-2370  
Faks : (312) 310 50 58  
E-posta adresi : ozanozgursoy@yahoo.com

bilmektedir. Hedef kazanç (target gain), işitme düzeyini her frekansta hastanın ihtiyacı olduğu kadar yükseltecek işitme kazancıdır. Cihazlı kazanç (insertion gain) ise cihazlı ve cihazsız durumda dış kulak yolundaki spesifik bir noktada ölçülen ses basınç düzeyleri arasındaki fark olarak tanımlanmıştır (5,16, 17). Bu ölçümlerin sonunda her hasta için optimum işitme kazancı sağlayan cihazlar belirlenerek hastaya en uygun işitme cihazı seçilebilmektedir. İn vitro kazançları ölçülerek uygulanan işitme cihazlarının performansının geleneksel yöntemlerle seçilen cihazlarınkinden daha yüksek olduğu bildirilmiştir (18).

Bu çalışmada ilk kez işitme cihazı önerilen sensörinöral işitme kayıplı hastalar için performansı en yüksek işitme cihazlarının belirlenmesi amaçlandı. Bu amaçla subjektif değerlendirmelerle birlikte objektif analiz yöntemleri kullanıldı, temel olarak işitme cihazlarının performans analizi üzerinde durulurken işitme cihazı endikasyonları, cihaz tipleri ve bu cihazlara ait ayrıntılı teknik konular tartışma dışında bırakıldı.

## GEREÇ VE YÖNTEM

Çalışmaya 2000-2003 yılları arasında polikliniğimize uzun süreli işitme kaybıyla başvuran ve sensörinöral işitme kaybı tanısıyla ilk kez işitme cihazı önerilen 32 erkek ve 26 kadın hasta dahil edildi. Hastaların yaşları 53 ile 79 (ortalama 65.8) arasında değişmekteydi. Bütün hastalar ayrıntılı anamnezleri alınıp rutin kulak burun boğaz muayeneleri yapıldıktan sonra İşitme-Konuşma-Denge ünitemizde değerlendirildi. Her hastanın saf ses eşik odyogramı (ISO 1964) elde edilerek frekanslara göre işitme kaybı düzeyi belirlendi. Kelime testleri yapıldı. Daha sonra hastalar MS 25 Analiz Cihazı (Hearing Aid Analyzer

MS 25, Audiometrics Inc.,USA) ile değerlendirildi. Çalışmaya sadece analog işitme cihazı verilen hastalar dahil edildi.

**MS 25 Analiz Cihazı İle Değerlendirme:** Bu değerlendirme hep aynı kişi tarafından ses izolasyonu yapılmış özel bir odada gerçekleştirildi. İşleme mikrofonun kalibrasyonu başlandı. Sonra silikon tüp mikrofon hastanın dış kulak yoluna yerleştirildi ve ses basınç düzeyleri ölçüldü. Ardından hastalarının saf ses eşik odyogramları girilerek cihazın hafızasına kaydedildi ve her hasta için bir hedef kazanç eğrisi elde edildi. Bu işlem esnasında National Acoustic Laboratories' "NAL" preskripsiyon formülü<sup>19</sup> kullanıldı. Daha sonra odyograma ve hedef kazanç eğrisine göre işitmenin düşük olduğu frekanslarda işitme düzeyini hastanın ihtiyacı olduğu kadar yükseltecek bir kulak arkası işitme cihazı belirlendi. Bu işitme cihazı, tüp mikrofon dış kulak yolunda iken, dış kulak yolunu tamamen tıkayan ve hasta için özel olarak hazırlanmış yumuşak kulak kalıbı ile yerleştirildi. Ardından 250, 500, 1000, 2000, 4000 Hertz (Hz) frekanslarda olmak üzere cihazlı kazançlar ölçülerek her hasta için bir cihazlı kazanç eğrisi elde edildi. Cihazlı kazanç eğrisinin hedef kazanç eğrisiyle çakışması amaçlandı. Bu arada cihaz kulağında hastalara cihazlı konuşma testleri uygulanarak cihazdan memnuniyet subjektif olarak değerlendirildi. Bu subjektif değerlendirmede İsveç Göteborg Üniversitesi Odyoloji Departmanında kullanılan hasta anketi<sup>9</sup> Türkçe'ye çevirilerek kullanıldı. Cihazlı kazanç değerleri yeterince yüksek olmadığında veya subjektif değerlendirmede cihaz memnuniyeti konusunda kararsız kalındığında hastaya benzer özellikte başka bir cihaz aynı yöntemle denendi. Yeni bir cihazlı kazanç eğrisi elde edilip önceki cihazıyla karşılaştırıldı. Gerekli görüldüğü takdirde

üçüncü bir cihaz denenerek benzer şekilde karşılaştırma yapıldı. Özellikle yüksek frekanslarda yeterli cihazlı kazanç sağlanması hedeflendi. Tüm objektif ve subjektif değerlendirmeler sonunda hastanın işitmesinde optimum kazanç sağlayan ve hastanın kullanımına en uygun olan kulak arkası analog işitme cihazı seçildi ve hastaya cihaz kullanımı hakkında bilgi verildi.

Tüm hastalar, kendileri için belirlenen işitme cihazı ve kulak kalıbı ile geçirdikleri 3 haftalık deneme ve adaptasyon periodu sonunda tekrar değerlendirildi. Kulak kalıbına ve işitme cihazına bağlı şikayetlere göre gereken modifikasyonlar yapıldı. Cihaz konusunda ileri derecede memnuniyetsiz olan hastalara aynı yöntemlerle başka bir cihaz alternatifi sunuldu ve yeni bir deneme süresi verildi. Deneme ve adaptasyon periyodu tamamlandıktan sonra hastalar 6 ay arayla kontrole çağrıldı.

## BULGULAR

Elde edilen saf ses eşik odyogramlarında hastaların işitme düzeyleri geniş bir decibell (dB) değer aralığında değişmekteydi. Gerek odyogramlar gerekse subjektif değerlendirmeler sonunda hastalar sosyal açıdan da değerlendirildiklerinde tüm hastaların işitme düzeyleri bir işitme cihazı desteği gerektirecek kadar düşük bulundu. Frekanslara göre hesaplandığında bütün hastaların 250, 500, 1000, 2000 ve 4000 Hz'deki işitme düzeylerinin ortalaması sırasıyla 30, 24, 34, 58 ve 68 dB olarak bulundu (Tablo 1).

MS 25 analiz cihazıyla belirlenen hedef kazanç ve cihazlı kazanç değerlerinin paralellik gösterdiği ve hedef kazançlara benzer cihazlı kazançlar elde edildiği görüldü. Özellikle yüksek frekanslarda (2000-4000 Hz) yeterli kazanç elde edilmişti (Tablo 2).

**Tablo 1.** Odyograma göre işitme düzeyi ortalama değerleri ve değer aralıkları

	Frekans (Hz)				
	250	500	1000	2000	4000
<b>Ortalama İşitme Düzeyi (dB)</b>	30	24	34	58	68
<b>İşitme Düzeyi Değer Aralığı (dB)</b>	15-80	10-80	20-75	40-95	50-99

**Tablo 2.** Hastalara ait hedef işitme kazancı ve cihazlı işitme kazancı değerleri

	Frekans (Hz)				
	250	500	1000	2000	4000
<b>Hedef Kazanç</b>					
<b>Ortalama Değer (dB)</b>	10	18	28	32	32
<b>Değer Aralığı (dB)</b>	0-25	5-35	15-45	20-40	20-40
<b>Cihazlı Kazanç</b>					
<b>Ortalama Değer (dB)</b>	14	20	34	36	36
<b>Değer Aralığı (dB)</b>	10-25	10-35	20-50	25-50	25-50

Yeterince yüksek cihazlı kazanç elde edilen ve cihazlı işitmesinden şikayeti olmayan hastalarda başka bir cihazın denenmesine gerek duyulmadı. Ancak subjektif değerlendirme esnasında cihaz memnuniyeti konusunda kararsız kalındığında hastaya ikinci hatta üçüncü bir cihaz denendi. Sonuçta seçilen işitme cihazlarıyla bütün hastalarda hedef kazanç değerleriyle yaklaşık aynı düzeyde cihazlı kazanç değerleri elde edildi.

Hastalar, deneme periodlarını tamamlayıp işitme cihazı seçimi kesinleştikten sonra 12-27 ay (ortalama 19.8 ay) takip edildi. Son kontrolünde cihazından memnun olmayıp kullanmayı bırakmış hasta yoktu.

## TARTIŞMA

Sensörinöral işitme kayıplı hastalar için ideal işitme cihazının seçilmesi, işitme rehabilitasyonunun en önemli basamağıdır (1,15). İdeal işitme cihazı, işitme düzeyinin düşük olduğu frekanslarda hastaya ihtiyacı olan işitme kazancını sağlaya-

bilmelidir. Sensörinöral işitme kaybı olan hastaların işitme cihazları uzun yıllar boyunca subjektif değerlendirmeler ve klinik tecrübeye dayanan geleneksel metodlarla seçilmiştir (3-4). Geniş kitlelerce kabul edilmiş bir işitme cihazı seçim yöntemi olmasa da invitro kazançları ölçülerek uygulanan işitme cihazlarının performansının geleneksel yöntemlerle seçilen cihazlarınkinden daha yüksek olduğu bildirilmiştir (18). Ringdahl ve arkadaşları işitme cihazları geleneksel metodlarla seçilmiş 166 hastanın işitme cihazlarının invitro kazançlarını değerlendirmiş ve bu değerlendirmenin sonunda hastaların % 40'ının kullandığı işitme cihazının yetersiz olduğunu rapor etmiştir.

İşitme cihazı invitro kazançları dış kulak yolu ses basınç düzeylerinin ölçülmesiyle belirlenmektedir. Ses basınç düzeylerini ölçmek için iki farklı metod tarif edilmiştir (16). Bu ölçüm metodlarının birinde erişkin dış kulak yoluna yerleştirilebilecek boyutta bir mikrofon kullanılmıştır. Bu mikrofon dış kulak yolu cildi ve kulak kalıbı arasından

geçen bir kablo ile ölçüm cihazına bağlanmıştır. Diğer metotta ise ince ve yumuşak silikon-kauçuk tüp mikrofon kullanılmıştır. Her iki metotta da işitme cihazlı kazanç düzeylerinin doğru ve pratik bir şekilde ölçülebildiği rapor edilmiştir (16). Silikon tüp mikrofonların timpanik membrana çok yakın bir noktaya yerleştirilebildikleri, yumuşak oldukları için dış kulak yolu cildi ya da timpanik membranda hasar oluşturma riskinin az olduğu ve ince oldukları için kulak kalıbıyla birlikte sorunsuz kullanılacakları bildirilmiştir (9, 10, 20).

Birçok işitme cihazı en yüksek frekans cevabını 1000 Hz'de vermektedir ve 1000 Hertz'deki bu yüksek cevap hastanın cihazının sesini ayarlamasında belirleyici faktördür (16). Sonuç olarak hasta cihazının sesini artırarak 1000 Hz'deki cihazlı kazanç düzeyini de artırabilir, ancak daha yüksek frekanslardaki cihazlı kazanç, hasta tarafından kontrol edilememektedir. İşitme cihazları ile ilgili bazı çalışmalarda sensörinöral işitme kayıplı hastalarda işitmenin yüksek frekanslardaki amp-

lifikasyonunun önemi vurgulanmıştır (16). Bu çalışmada baştan en uygun işitme cihazını seçebilmek ve cihazdan optimum performans almak amacıyla subjektif değerlendirmelerin yanı sıra işitme cihazı invivo kazanç ölçümleri yapıldı. Bu ölçümlerin rehberliğinde seçilen işitme cihazlarıyla hastaların işitme düzeylerinde yeterli kazanç elde edildiği ve cihazlardan istenilen performansın alındığı tespit edildi. Çalışmamıza dahil olan hastalardaki dış kulak yolu ses basınç düzey-

leri, yumuşak; ince; silikon-kauçuk tüp mikrofonla ölçüldü ve mikrofonla bağlı travmayla karşılaşmadı. İşitme cihazlarıyla geçirilen ortalama 19.8 aylık sürenin sonunda işitme cihazından memnun olmayan hasta yoktu.

Bu çalışma, sensörinöral işitme kayıplı hastalar için ilk kez işitme cihazı seçilirken subjektif değerlendirmelerin yanı sıra invivo kazanç ölçümlerini de kullanarak seçilecek işitme cihazlarından beklenen per-

formansın alındığını gösterdi. Ne yazık ki invivo kazanç analizleri ülkemizdeki odyoloji ünitelerinde yaygın olarak uygulanmamaktadır. Maliyet-yararlılık açısından bakıldığında, uygulanması pratik olan, fazla vakit almayan, işitme cihazı seçiminde ve performansının değerlendirilmesinde objektif yol gösterici olan işitme cihazı invivo kazanç analizlerinin ülkemizde de rutin odyolojik-klinik uygulamalar arasındaki yerini alması gerektiğine inanıyoruz.

#### KAYNAKLAR

1. Leijon A, Eriksson-Mangold M, Bech-Karlsson A. Preferred Hearing Aid Gain and Bass-cut in Relation to Prescriptive Fitting. *Scand Audiol* 1984;13:157-161.
2. Lundborg T, Risberg A, Holmqvist C et al. Rehabilitative Procedures in Sensorineural Hearing Loss. *Scand Audiol* 1982;11:161-166.
3. Akyıldız N. İşitme Cihazları. Kulak hastalıkları ve Mikrocerrahisi. Ankara: Bilimsel Tıp Yayınevi 2002: 567-588.
4. Esmer N, Akıner MN, Karasalihoğlu AR ve ark. Klinik Odyoloji. Ankara: Özışık Matbaacılık;1995.
5. Ringdahl A, Leijon A, Liden G. Analysis of Hearing Aid Fittings Using Insertion Gain Measurements. *Scand Audiol* 1984; 13: 179-185.
6. Humes LE. An Evaluation of Several Rationales for Selecting Hearing Aid Gain. *J Speech and Hearing Disorders* 1986; 51: 272-281.
7. Humes LE, Barlow NN, Garner CB et al. Prescribed Clinician-Fit Versus As-Worn Coupler Gain in a Group of Elderly Hearing-Aid Wearers. *J Speech, Language, and Hearing Research* 2000; 43: 879-892.
8. Kuk FK. Amplification Devices for the Hearing-Impaired Individual. In Cummings CW, Fredricson JM, Harker LA, Krause CJ, Schuller DE. DS, eds. *Otolaryngology-Head and Neck Surgery*, second ed., St Louis: Mosby, 1993: 3127-3141.
9. Leijon A, Eriksson-Mangold M, Bech-Karlsson A. Preferred Hearing Aid Gain and Bass-cut in Relation to Prescriptive Fitting. *Scand Audiol* 1984; 13: 157-161.
10. Leijon A, Lindkvist A, Ringdahl A et al. Preferred Hearing Aid Gain in Everyday Use after Prescriptive Fitting. *Amplification and Aural Rehabilitation* 1990; 11: 299-305.
11. McPherson B, Hickson L, Baumfield A. Clinical Reliability of Insertion Gain Measurements with Assistive Listening Devices. *Scand Audiol* 1992; 21:51-54.
12. Norman M, James P. Insertion Gain Measurements Using Two Low-Powered Analogue Hearing Aids. *British J Audiology* 2000; 34: 375-377.
13. Snik AFM, Hombergen GCHJ. Hearing Aid Fitting of Preschool and Primary School Children : An evaluation using the insertion gain measurement. *Scand Audiol* 1993; 22: 245-250.
14. Surr RK, Fabry DA. Comparison of Three Hearing Aid Fittings Using the Speech Intelligibility Rating (SIR) Test. *Amplification and Aural Rehabilitation* 1991; 12: 32-38.
15. Valente M, Meister M, Smith P et al. Intratester Test-Retest Reliability of Insertion Gain Measures. *Amplification and Aural Rehabilitation* 1990; 11: 181-184.
16. Ringdahl A, Leijon A. The Reliability of Insertion Gain Measurements Using Probe Microphones in the Ear Canal. *Scand Audiol* 1984; 13: 173-178.
17. Ringdahl A, Leijon A, Liden G et al. Hearing Aid Prescription Rules Using Insertion Gain Measurements. *Scand Audiol* 1984; 13: 211-218.
18. Popelka GR, Gates GA. Hearing aid Evaluation and Fitting. *The Otolaryngologic Clinics of North America* 1991; 24: 415-428.
19. Byrne D, Dillon H. The National Acoustic Laboratories' (NAL) New Procedure for Selecting the Gain and Frequency Response of a Hearing Aid. *Ear and Hearing* 1986; 7: 257-265.
20. Thornton ARD, Bell IE, Goodsell S et al. The Use of Flexible Probe Tubes in Insertion Gain Measurement. *British J Audiology* 1987; 21: 295-300.