

Cem DOĞAN
Sinan KOCATÜRK
Güçlü Kaan BERİAT



ARAŞTIRMA

KULAK ARKASI DİJİTAL İŞİTME CİHAZLARINDA SES HORTUMU DEĞİŞİKLİĞİNDEN KAYNAKLANAN KAZANÇ ARTIŞLARININ FREKANS BAZINDA BELİRLENMESİ

Öz

Giriş: Araştırmada kulak arkası, dijital işitme cihazı kullanan hastaların ses hortumlarında zamanla oluşan deformasyonların cihazdan elde edilen kazançta olan etkisinin araştırılması amaçlanmıştır.

Gereç ve Yöntem: Ters horn etkinin yaratabileceği yüksek frekans kayıpları göz önüne alarak presbiakuzi ile uyumlu, yüksek frekanslara doğru artış gösteren, bilateral, simetrik, sensorinöral işitme kaybı bulunan, 56- 86 yaş aralığındaki 20 hastayı çalışmamıza dahil ettik.

Bulgular: Eski ve yeni standart ses hortumları ile yapılan cihazlı serbest alan ölçümlerinde 2000 Hz ve 4000 Hz'deki işitme eşikleri ve konuşmayı ayırt etme yüzdesindeki artışlar istatistiksel olarak anlamlı bulundu. Probe tüp mikrofon ölçümlerinde ise 1600, 2000, 2500, 4000 ve 6000 Hz'de istatistiksel olarak anlamlı artışlar tespit edildi. Ses hortumu kullanım süresi ile eski ve yeni hortumlu cihazlı serbest alandaki 2000 Hz ve 4000 Hz'deki artışlar ile probe mikrofon ölçümlerinde 2000 Hz üzerindeki artışların korele olduğu görüldü.

Sonuç: Dijital kulak arkası işitme cihazlarında ses hortumu deformasyonunun yüksek frekanslarda belirginleşen kazanç kayıplarına neden olmaktadır. Presbiakuzi gibi yüksek frekanslarda sensorinöral işitme kaybına sahip hastaların işitme cihazı ile amplifikasyonunda ses hortumu deformasyonuna bağlı kayıpların önlenmesi amacı ile ses hortumunun kulak kalıbına yerleştirilmesinin özenle yapılması ve sıcaklık, ultraviyole gibi dış fiziksel etkenlerden kolaylıkla etkilendiği bilinen polivinilklorid yapıdaki ses hortumlarının belli aralıklarla kontrolüne ve gerektiğinde değiştirilmesine dikkat edilmelidir.

Anahtar Sözcükler: İşitme Kaybı, Sensorinöral; İşitme Cihazı; Kulak Kalıbı.



RESEARCH

DETERMINATION OF THE ADVANTAGE GAINED BY RENEWAL OF THE EAR MOLD TUBE IN PATIENTS USING BEHIND THE EAR DIGITAL HEARING AID IN TERMS OF FREQUENCY

ABSTRACT

Introduction: In this research, it was aimed to evaluate the effect of deformation of tubes over time on gained advantage from the hearing aid.

Materials and Method: We included a total of 20 patients aged 56 to 86 years who had symmetric bilateral sensorineural hearing loss increasing towards higher frequencies due to presbycusis.

Results: Free field measurements performed with new and old standard ear mold tubes revealed statistically significant improvements in hearing thresholds at 2000 Hz and 4000 Hz, and discrimination scores. In probe tube microphone measurements, statistically significant gains were determined at 1600, 2000, 2500, 4000 and 6000 Hz. Correlations were found between duration of use of ear mold tubes and both the increases at 2000 Hz and 4000 Hz in free field measurements with hearing aids with old and new tubes and the increases above 2000 Hz in probe microphone measurements.

Conclusion: Ear mold tube deformation in digital behind the ear hearing aids appears to cause loss of advantage which is more pronounced in higher frequencies. To avoid loss of amplification caused by deformation of ear mold tubes in patients using hearing aids who have sensorineural hearing loss in high frequencies as in presbycusis, ear mold tubes should be carefully fitted and polyvinyl chloride ear mold tubes known to be easily affected by external physical factors such as temperature and ultraviolet light should be controlled periodically and renewed if necessary.

Key Words: Hearing Loss, Sensorineural; Hearing Aids; Eustachian Tube

İletişim (Correspondance)

Cem DOĞAN
Ankara Ufuk Üniversitesi Tıp Fakültesi
Kulak Burun Boğaz Anabilim Dalı ANKARA

Tlf: 0312 204 41 75
e-posta: cemdo78@yahoo.com

Geliş Tarihi: 23/03/2010
(Received)

Kabul Tarihi: 29/09/2010
(Accepted)

Ankara Ufuk Üniversitesi Tıp Fakültesi
Kulak Burun Boğaz Anabilim Dalı ANKARA



GİRİŞ

Yaşlanma ile ilişkili ve başka bir nedenle ilişkilendirilemeyen sensorinöral işitme kaybı presbiakuzi olarak tanımlanır. Presbiakuzide genetik etkenler, yaşlanmaya bağlı olan ses hasarı birikimi, vasküler-metabolik etkenler rol almaktadır ve işitme kaybı tipik olarak yüksek frekanslarda daha belirgindir. Presbiakuzi erken dönemlerinde işitme kaybı iletişimi belirgin olarak etkilemez, ancak zamanla işitme kaybı ilerleyerek hem iletişimi hem de konuşmayı ayırt etmeyi belirgin olarak etkiler (1).

Presbiakuzili hastaların işitsel rehabilitasyonunda ise işitme cihazları kullanılır. İşitme cihazları ile işitme kaybı bulunan kişilerde, işitmenin amplifikasyonunu sağlayarak normale yakın işitme amaçlanır. Ancak yüksek frekanslara doğru artış gösteren sensorinöral işitme kaybı (SNİK) bulunan hastalarda işitme cihazı performansının ayarlanması sürecinde birçok güçlükle karşılaşmaktadır. Feedback, oklüzyon etkisi, istenmeyen düşük frekans amplifikasyonu, konuşmayı ayırt etme yüzdesinin (KAZY) düşük oluşu ve santral işitsel işleme bozuklukları bu hastalarda en sık karşılaşılan sorunlardır (2).

Tüm bu sorunlar nedeni ile yüksek frekanslara doğru artış gösteren orta ve orta ileri derecede SNİK ve düşük konuşmayı ayırt etme kabiliyeti olan presbiakuzili hastaların işitme amplifikasyonundan gördükleri yarar çok daha sınırlı olmaktadır. Bu nedenle hastaların işitme cihazı ile rehabilitasyonunda çok daha özenli davranılması gerekmektedir (3).

İşitme cihazı tarafından mikrofon ile alınan ses enerjisi elektrik sinyallerine çevrilerek amplifikatörde amplifiye edilir ve sinyal işlemcisinin özelliğine göre çeşitli modifikasyonlara uğratarak tekrar hoparlör kısmında ses enerjisine dönüştürülür. Amplifiye edilen bu ses kulak arkası işitme cihazlarında ses iletim çizgisi adı verilen bir yol ile DKY'na ulaştırılır. Bu iletim sistemi hoparlör tüpü, boynuz ve ses hortumundan oluşur ve yaklaşık 75 mm uzunluğundadır (4).

Dijital işitme cihazı elektronik amplifikasyon sağlayan bir sistemdir. İşitme cihazı seçiminde cihaza ait olan üç ana özellik mevcuttur. Bunlar; şiddet – frekans aralığı, maksimum çıkış ve kazançtır. Ancak unutulmamalıdır ki işitme cihazı ile elektronik amplifikasyona uğrayan ses işitme cihazının boynuzu ve ses hortumu boyunca ilerlerken akustik değişikliklere uğrar (5).

Ses akustiğinde “belling” olarak bilinen bir ses hortumunun son kısmının genişlemesi yüksek frekanslı seslerin geçişini arttırmaktadır. Tam tersine tüpün son kısmının daraltılması da yüksek frekanslı seslerin geçişini indirger. Kulak ka-

lıplarında da horn şeklinde tüp kullanılarak aynı şekilde yüksek frekans kazancı elde etmek mümkündür. Bu etki hortumun iki ucundaki çapların oranına bağlı olarak yüksek frekanslarda 10-15 dB arasında artışlar sağlayabilmektedir (6,7).

Libby horn ses hortumları ile aynı zamanda orta ve düşük frekanslardaki sesler bir miktar baskılanmaktadır. Bu tüpler ile özellikle işitme kaybının alçak frekanslarda normal ve hafif düzeyde, yüksek frekanslarda ise ani düşüşler gösteren hastalarda iyi amplifikasyon özellikle başarılı olmaktadır. Ters horn (kanal ucuna doğru daralan tüpler) ile yüksek frekans kazancı azaltılırken, orta ve düşük frekanslarda kazanç artışına sebep olunmaktadır (8). Bu nedenle ideal bir işitme cihazı uygulamasında elektronik ve akustik modifikasyonlar beraber yapılandırılarak cihaza ait olan bu özellikler modifiye edilerek hastanın ihtiyacına uygun maksimum yarar elde edilmelidir.

Polivinilkloride, bilinen adıyla PVC veya vinil, birçok medikal üründe kullanılan plastik yapıdaki materyallerdir. En sık kullanıldıkları yerler intravenöz sıvı ve kan torbaları, iletim amaçlı kullanılan tüpler, enteral beslenme ekipmanları, diyaliz donanımları ve eldivenlerdir. PVC esnekliği, sağlamlığı, sıvı sterilizasyonuna uygunluğu, direnci, renksiz olması, yüzey özellikleri ve ucuzluğu sebebiyle sağlık sektörüne uygunluk sağlamış ve kullanımı zamanla oldukça sıklaşmıştır. Ancak PVC'nin yapısında ısı, sıcaklık, nem, basınç ve ortamın kimyasal özelliklerine bağlı olarak deformasyonlar geliştiği de bilinmektedir (9,10).

Bu çalışmada kulak arkası, dijital işitme cihazı kullanan hastaların ses hortumlarında zamanla oluşan bu deformasyonların cihazdan elde edilen kazançta olan etkisinin araştırılması amaçlanmıştır.

GEREÇ VE YÖNTEM

Nisan 2007-Aralık 2009 tarihleri arasında işitme kaybı şikayeti ile kliniğimizin polikliniğine başvuran ve presbiakuzi tanısı ile kulak arkası dijital işitme cihazı ve standart kalıp ile işitme rehabilitasyonu uygulanan hastalar araştırmaya dahil edildi. Hastaların hepsi en az üç aydır, aynı cihaz (marka ve model), tek taraflı, kulak arkası tipi, dijital işitme cihazı kullanan hastalar arasından seçildi.

Hastaların işitme cihazı rehabilitasyonu öncesindeki saf ses odyometrik incelemeleri (250, 500, 1000, 2000, 4000, 6000 Hz. işitme eşikleri, konuşmayı anlama eşiği, en rahat ses seviyesi, konuşmayı ayırt etme skorları, tedirgin edici ses yüksekliği), cihazlı serbest alan ölçümleri (500, 1000, 2000, 4000 Hz. eşik değerleri, konuşmayı ayırt etme skorları) ve timpanometrik sonuçlarına arşivimizden ulaşıldı.



Hastaların yaşları, dış kulak yolu kalıbı kullanım süreleri, ses hortumu kullanım süreleri, kulak kalıbı özellikleri, işitme cihazını düzenli kullanıp kullanmadıkları kontrole geldiklerinde sorgulandı. Ardından otoskopik incelemeleri yapılarak kontrol serbest alan eşik değerleri, saf ses odyometrik incelemeleri, konuşma testleri ve timpanometrik incelemeleri tekrarlandı.

Olguların yapılan tüm saf ses ve konuşma odyometileri (Interaoustic AC – 40 clinic audiometer) ile ANSI 1969 standartlarına uygun olarak yapıldı.

Kontrol odyolojik değerlendirmelerinde tek taraflı olarak SNİK ilerleyen olgular, geçirilmiş kulak hastalığı ve nöro-otolojik girişim öyküsü olanlar, nöro-psikiyatrik sorunu olanlar, genel fiziksel durum bozukluğu olanlar, odyolojik testleri tamamlayamayanlar, üç aydan kısa süredir işitme cihazı veya ses hortumu kullananlar, işitme cihazını düzenli kullanmayan hastalar, timpanogramları tip A dışında eğri oluşturan hastalar çalışma dışında bırakıldı.

Hastaların cihazlı serbest alan incelemelerinde serbest alan eşikleri 250–4000 Hz aralığında, warble tone uyaran kullanılarak ölçüldü. Konuşmayı ayırt etme yüzdesi (KAEY) 65 dB'de, gürültüde ölçüldü. KAE ve KAEY hesaplanmasında Hacettepe Üniversitesi Tıp Fakültesi Odyoloji Bilim Dalı tarafından Türkçe için geliştirilen üç ve tek heceli fonetik kelime listeleri kullanıldı. Ardından hastaların saf ses odyometrik bilgileri Acousticon Hörsysteme ACAM 4 analiz cihazı hafızasına girilerek, Nal-NL-1 programı ile hedef kazanç eğrileri elde edildi. Ardından probe mikrofön ölçümleri ile 60 ve 90 dB SPL şiddetinde, kauçuk bızlı kulak kalıbı kullanılarak yapıldı. Gerçek kulak eklenen kazanç değerleri (real ear insertion gain) 500, 1000, 1600, 2000, 2500, 4000, 6000 Hz. frekanslarında hesaplandı ve gerçek kazanç eğrileri oluşturuldu.

Ardından hastaların cihaz ve kulak kalıplarında hiçbir değişiklik yapılmadan ses hortumları yeni standart hortumlar ile değiştirilerek cihazlı serbest alan ölçümü tekrarlandı. Probe tüp mikrofön ölçümleri ile yeni kazanç eğrileri oluşturuldu. Ses hortumu değişimi öncesi ve sonrasında frekansa özel

Insertion Gain değerleri, cihazlı serbest alandaki eşikleri ve konuşmayı ayırt etme skorları karşılaştırıldı.

Olguların hepsinde kulak kalıbı materyali olarak silikon bızlı biopor® (40 shore) kalıplar kullanıldı ve ses hortumu olarak standart, polivinilklorid yapıda, iç çapı 1,96 mm, dış çapı 3,1 mm olan ses hortumu kullanıldı. Ses hortumlarının kulak kalıbına yerleştirilmeleri sırasında herhangi bir adezyon maddesi kullanılmadı.

Araştırma öncesinde Ankara 2 No'lu Klinik Araştırmalar Etik Kurul Başkanlığından etik kurul onayı alındı ve hastalara bilgilendirilmiş gönüllü olur formları imzalatıldı.

Değişiklikler frekans bazında değerlendirilerek ses hortumu değişikliğinden kaynaklanan kazanç artışları hesaplandı. Elde edilen sonuçlar ile hastaların kulak kalıbı ve ses hortumu kullanma süreleri arasında korelasyon analizleri yapıldı. SPSS-17 Windows programında, elde edilen verilerin aritmetik ortalamaları ve standart sapmaları (Paired Sample t-test) ve korelasyon analizleri (Pearson Korelasyon Testi) hesaplandı.

BULGULAR

Araştırmamıza araştırma kriterlerine uygun, yaş ortalaması 74.1 ± 7.836 olan, 10'u erkek, 10'u kadın olmak üzere toplam 20 olgu dahil edildi. 20 olgunun yaş ortalamaları Tablo 1'de sunulmuştur.

Olguların tamamında presbiakuzi ile uyumlu, bilateral, simetrik, yüksek frekanslara doğru artış gösteren SNİK mevcut idi. Ortalama saf ses ortalamalarına göre işitme kayıpları sağ ve sol kulak için sırasıyla 51.35 ve 52.55 dB'dir. Olguların işitme cihazı kullanmaya başladıklarındaki saf ses odyometri eşik değerleri ortalamaları, saf ses ortalama değeri ortalamaları (SSO), konuşmayı anlama eşiği (KAE) ortalamaları, konuşmayı ayırt etme yüzdesi (KAEY) ortalamaları Tablo 2'de sunulmuştur.

Araştırmaya katılan olguların cihaz verilen kulaklarının, cihaz kullanmaya başladıklarında uygulanan cihazlı serbest alan frekansa özel eşik değerleri ortalamaları ve KAEY değerlerinin ortalaması Tablo 3'de sunulmuştur.

Tablo 1— Olguların Cinsiyetlerine Göre ve Toplamda Yaş Ortalamaları.

Cinsiyet	Olgu sayısı (n)	Yaş Ortalaması (yıl)	Yaş Alt-üst Sınırları (yıl)
Kadın	10	75.50±7.46	62-86
Erkek	10	72.706±8.346	56-80
Toplam	20	74.106±7.836	56-86



Tablo 2— Araştırmaya Katılan Olguların İşitme Cihazı Kullanmaya Başladıkları Andaki Saf Ses Odyometri ve Konuşma Testleri Ortalamaları.

	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	6000 Hz	SSO	KAE	KAEY (%)
Sağ Kulak (dB)	42.25	41.75	52.00	60.25	71.00	78.75	51.35	46.75	58.60
Sol Kulak (dB)	43.25	41.75	52.75	63.00	73.50	79.75	52.55	47.00	58.90

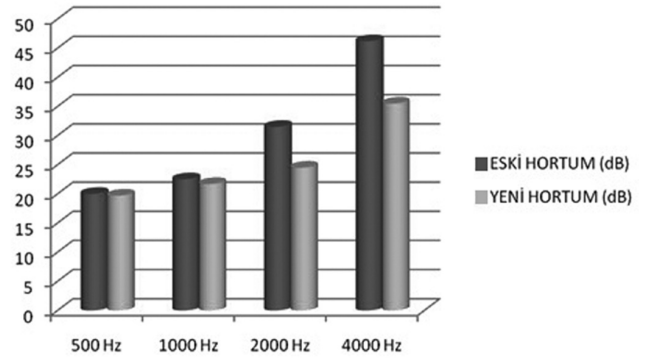
Hz: Herz, SSO: Saf ses ortalaması, KAE: Konuşmayı anlama eşiği, KAEY: Konuşmayı ayırt etme yüzdesi, dB: Desibel

Olguların hepsi tek taraflı işitme cihazı kullananlardan seçilmiştir. Cihaz verilecek kulak seçimi simetrik işitme kaybına sahip olduklarından saf ses odyometri ve serbest alan incelemesinde KAEY ve olgunun subjektif değerlendirmesine göre yapılmıştır. Olguların 12'si sağ, 8'i sol kulakları ile işitme cihazı kullanmaktaydı.

Olguların hepsinde Rexton marka, 4 kanallı, dijital işitme cihazı kullanıldı. Yine hepsi standart şekilde kulak kalıbı kullanıldı. Değişik çapta ventilasyonları mevcuttu. Hiç bir olguda filtre kullanılmadı.

Hastalar kontrol amaçlı başvurduklarında sorgulanan kulak kalıbı ve kalıp hortumu kullanım sürelerinin ortalamaları ve en kısa–uzun kullanım süreleri sırasıyla 13.6 ay (3-25) ve 5.4 ay (3-9) ay olarak bulunmuştur.

Olguların eski hortum ile uygulanan cihazlı serbest alan odyometrisindeki eşik değeri ve KAEY sonuçları ile yeni hortumlu cihazlı serbest alan odyometri sonuçları ve istatistiksel ilişkileri Tablo 4, Şekil 1 ve Şekil 2'de verilmiştir.



Şekil 1— Cihazlı serbest alanda eski ve yeni hortumlar ile işitme eşikleri.

Araştırmaya alınan olgulara ait 60 dB SPL'de hedef ve insertion gain (REIG) değerleri ve 90 dB SPL'de ölçülen REIG değerleri eski ve yeni hortumla değerlendirilmiş, eski ve yeni

Tablo 3— Araştırmaya Katılan Olguların Cihaz Verilen Kulaklarının, Cihaz Verildiği Andaki, Cihazlı Serbest Alanda Eşik Değer ve KAEY Değerleri Ortalamaları.

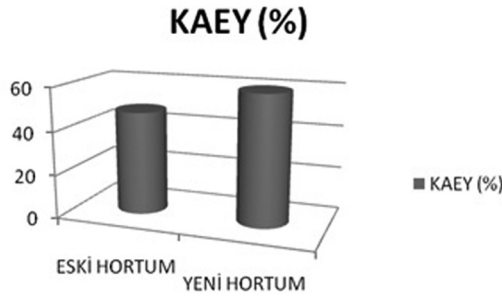
Frekans	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	KAEY (%)
Ortalama (SD) (dB)	19.2 (±3.35)	19.2 (±4.06)	24.5 (±4.55)	35.5 (±6.66)	60 (±23.76)
Min / Max (dB)	15 / 25	15 / 25	15 / 30	25 / 45	16 / 88

SD: Standart deviyasyon, Hz: Hertz, dB: Desibel, Min: Minimum değer, Mak: Maksimum değer, KAEY: Konuşmayı ayırt etme yüzdesi.

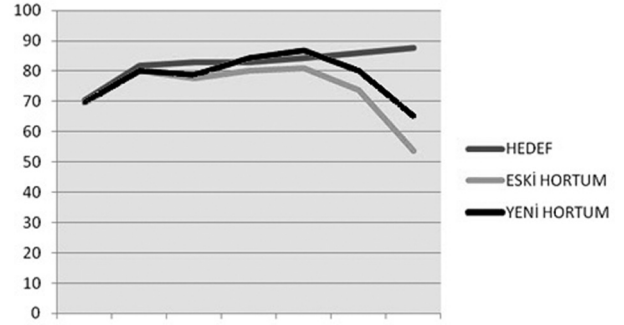
Tablo 4— Eski Hortum ve Yeni Hortum ile Yapılan Cihazlı Serbest Alan Odyometri Sonuçları ve Sonuçların İstatistiksel Karşılaştırması (Paired Samples T Test) ($p < 0,05$: istatistiksel anlamlı).

	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	KAEY (%)	
Eski Hortum	Ortalama (SD) (dB)	20 (3.97)	22.5 (4.44)	31.5 (5.64)	46.2 (8.56)	47.7 (23.18)
	Min / Mak (dB)	15 / 30	15 / 30	25 / 40	30 / 60	4 / 80
Yeni Hortum	Ortalama / SD (dB)	19.7 (4.12)	21.7 (4.66)	24.5 (4.55)	35.5 (6.66)	59.8 (23.36)
	Min / Mak (dB)	15 / 30	15 / 30	15 / 30	25 / 45	16 / 88
Eski–Yeni Hortum Karşılaştırması	P skoru	.330	.083	.000	.000	.000

SD: Standart deviyasyon, Hz: Hertz, dB: Desibel, Min: Minimum değer, Mak: Maksimum değer, KAEY: Konuşmayı ayırt etme yüzdesi.



Şekil 2— Cihazlı serbest alanda eski ve yeni hortum ile KAEY'leri.



Şekil 3— Eski ve yeni hortumla yapılan probe tüp ölçümleri sonuçları.

hortumlar arasındaki farklar istatistiksel olarak karşılaştırılmış ve sonuçlar Tablo 5'te ve Şekil 3'te sunulmuştur.

Olguların kalıp ve hortum kullanım süreleri ve yaşları ile cihazlı serbest alanda eski ve yeni hortumlu ölçümler arasında oluşan farkların korelasyon analizinde ise hortum kullanma süresi ile 2000 ve 4000 Hz'deki artışlar arasında pozitif korelasyon tespit edilmiştir. KAEY'deki artışlar ile hortum kullanma süresi arasında korelasyon saptanmamıştır. Kalıp süresi ile

farklar arasında ise hiçbir frekans için korelasyon saptanmamıştır (Tablo 6).

Yine yaş, kalıp ve hortum kullanma sürelerinin probe tüp ölçümlerinde frekans bazlı artışları ile yapılan korelasyon analizinde, hortum kullanma süresi ile, 60 dB SPL için 2000, 2500, ve 6000 Hz'de pozitif korelasyon saptanmıştır. 90 dB SPL için ise 2000 Hz üzeri frekans aralığında pozitif korelasyon saptanmıştır (Tablo 7). Yaş ve kulak kalıbı kullanım sü-

Tablo 5— Eski ve Yeni Hortumla Hesaplanan İnserion Gain Değerlerinin Ortalamaları ve İstatistiksel Karşılaştırmaları. (Paired Samples T Test) (p<0,05: istatistiksel anlamlı).

	500 Hz	1000 Hz	1600 Hz	2000 Hz	2500 Hz	4000 Hz	6000 Hz
Hedef (60 dB)	70.5	81.9	82.9	83	84.3	86	87.6
Eski hortum (60 dB)	69.5	80.1	77.7	80.1	81.1	73.6	53.8
Yeni hortum (60 dB)	69.7	80.2	78.7	84.4	86.9	80	65
P değeri (60 dB)	.135	.804	.000	.000	.000	.000	.000
(eski - yeni hortum)							68.2
Eski hortum (90 dB)	85.2	96.8	93.8	95.7	96.4	87.1	77.6
Yeni hortum (90 dB)	85.3	101.8	94.9	99.1	101.1	94.9	.000
P score (90 dB)	.163	.330	.001	.000	.000	.000	
(eski - yeni hortum)							

SD: Standart deviyasyon, Hz: Hertz, dB: Desibel.

Tablo 6— Ses Hortumu ve Kulak Kalıbı Kullanım Süresi ile Cihazlı Serbest Alanda Eski ve Yeni Hortum Değerleri Arasındaki Korelasyonlar.

	Cihazlı Serbest Alan	500 Hz Farkı	1000 Hz Farkı	2000 Hz Farkı	4000 Hz Farkı	KAEY Farkı
Hortum süresi (ay)	Pearson Correlation	.059	-.067	.678**	.458*	-.340
	Sig. (2-tailed)	.806	.779	.001	.042	.142
Hortum süresi (ay)	Pearson Correlation	-.185	-.162	.214	.290	-.052
	Sig. (2-tailed)	.435	.495	.365	.215	.827

Hz: Herz, KAEY: Konuşmayı ayırt etme yüzdesi.



Tablo 7— Ses Hortumu ve Kulak Kalıbı Kullanım Süresi ile Probe Tüp Ölçümünde İinsertion Gain Değerleri Arasındaki Korelasyon Değerleri.

		500 Hz	1000 Hz	1600 Hz	2000 Hz	2500 Hz	4000 Hz	6000 Hz
Cihazlı Serbest Alan		Farkı	Farkı	Farkı	Farkı	Farkı	Farkı	Farkı
Hortum süresi (ay)	Pearson Correlation (60)	.357	-.119	.111	.653**	.742**	.103	.626**
	Sig. (2-tailed) (60)	.122	.616	.640	.002	.000	.665	.003
Hortum süresi (ay)	Pearson Correlation (90)	.317	.065	.435	.659**	.726**	.801**	.736**
	Sig. (2-tailed) (90)	.173	.786	.055	.002	.000	.000	.000

Hz: Herz.

releri ile probe tüp ölçümlerinin eski ve yeni hortumlu farkları arasında korelasyon saptanmamıştır.

TARTIŞMA

Dijital kulak arkası işitme cihazlarının elektronik modifikasyonlarına ek olarak kulak kalıbı, ses hortumu, boynuz kısımlarına yapılan müdahaleler ile akustik modifikasyonlar sağlanabilmekte ve bu değişiklikler ile işitme cihazının frekansa özel karakterinde değişiklikler oluşturulabilmektedir (8,11).

Bu modifikasyonlarla elde edilen kazanç odyogram eğrisinde işitme cihazı kullanımında zorlukla karşılaşılacağı düşünülen presbiakuzili hastalarda önemlidir. Bu modifikasyonlar sesin geçtiği yola filtre konulması, kalıp kanal boyunun değiştirilmesi, kulak kalıbına ventilasyon açılması veya ventilasyon çapının değiştirilmesi, ses hortumu çap ve şekil değişiklikleri (Libby horn) olarak bilinir (12).

Ses akustiğinde iki ucu açık bir tüpün son kısmının genişlemesi, tüpten yüksek frekanslı seslerin geçişini arttırmaktadır. Tersine tüpün son kısmının daraltılması ise yüksek frekanslı seslerin geçişini azaltır. Kulak kalıplarında da horn şeklinde ses hortumu kullanılarak aynı şekilde yüksek frekanslarda kazanç elde etmek mümkündür. Bu etki ile ses hortumun iki ucundaki çapların birbirine oranına bağlı olarak yüksek frekanslarda 10-15dB arasında artış sağlanabilmektedir (8).

Yüksek frekans kazancını arttırmak amacıyla ses hortumu ile ilgili çeşitli akustik modifikasyonlar kullanılmıştır. 1978'de Knowless ve Killion bir grup kulak kalıbı geliştirmiştir. Bu kalıplarda horn tüpler, ventilasyonlar ve filtreler beraber kullanılmıştır. Bu kalıplarda 3 farklı ses hortumu kullanılmış, isimlendirmede ise çeşitli rakam ve harfler kullanılmıştır. İlk sayı etkilediği frekansı, ortadaki harf etkisini, üçüncü harf ise artış miktarını dB cinsinden göstermektedir. Örneğin 6B10'da bu kalıp ile 6kHz'de, 1kHz'e oranla 10dB

artış sağlandığını ifade eder. Bu sistem kulak kalıplarına birçok akustik avantaj sağlamış olmasına rağmen. Nemin tüpte birikimi, kozmetik kaygılar, hortum parçalarının bağlantısının zor olması ve ses hortumunun değiştirilmek üzere çıkarılmasının ardından tekrar yerleştirilmesinin zor olması gibi sebeplerle pratikte kullanımı olmamıştır (13).

Libby ve arkadaşları ise 1981'de çeşitli çaplarda ve tek parça ses hortumları geliştirmiştir. 3mm ve 4mm çaplara ulaşabilen bu ses hortumları yüksek frekans işitme kayıplarında, boynuz kısmına yerleştirilen 1500ohm'luk filtreler ile kombine edilerek günümüzde de kullanılmaktadır (14). Bu libby horn ses hortumlarının dış çapları 4.5 ve 5.5 mm'ye ulaşabilmektedir.

Lambert yüksek frekans SNIK bulunan bir hastasının, geniş band dijital kulak arkası işitme cihazını standart ses hortumu kullanmakta iken feedback nedeni ile cihazdan istenilen verimi alamadığını, ses hortumunu Libby horn hortumla değiştirilmesinin ardından işitme cihazı için istenen basınç seviyesinde feedback olmaksızın cihazını kullanabildiğinden bahsetmiştir (2).

Ses hortumlarının kulak kalıbına yerleştirilmesi sırasında kullanılan teknik, kulak kalıbının ve ses hortumunun yapıldığı materyalin fiziksel özellikleri, dış ortamın fiziksel etkilerine (ultraviyole, ısı, nem) bağlı olarak ses hortumunun medial ucunda deformasyonlar (bükülme, çatlama, delinme) gelişebilmektedir. Teorik olarak bu şekilde oluşan ters horn

etkinin, işitme cihazının özellikle yüksek frekans kazancını düşürebilmekte, işitmede azalma, ses kalitesinde bozulma gibi şikayetler oluşabilmektedir (6,15).

Çalışmamızda olguların tanı ve kontrol anındaki eşik değerleri ile KAHEY değerlerinin ortalamaları karşılaştırıldığında istatistiksel olarak da anlamsız olan minimal değişiklikler izlenmiştir. Bu sonuçlar eşliğinde araştırmamıza alınan hastaların tek tek değerlendirmesinde hepsinin aynı kulaklarına işitme cihazı kullanmalarının uygun olduğu görülmüştür. Bunda hasta seçiminin iki yıl gibi kısa süredir işitme cihazı



kullanan hastalar arasından yapılmasının önemli olduğu düşünülmüştür.

Araştırmamızda yüksek frekanslara doğru düşüş gösteren SNİK'lı ve tek taraflı, kulak arkası, 4 kanallı, dijital işitme cihazı kullanan hastalarda eski ve yeni standart ses hortumları ile yapılan cihazlı serbest alan ölçümlerinde 2000 ve 4000Hz'deki işitme eşiklerindeki azalmalar ile KAEY'deki artışları istatistiksel olarak anlamlı bulduk. Probe tüp mikrofon ölçümlerinde ise 1600, 2000, 2500, 4000, 6000Hz'de istatistiksel olarak anlamlı artışlar tespit ettik.

Eski ve yeni hortumlu kalıplar ile yapılan cihazlı serbest alanda ortalama olarak 500Hz'de 0.25dB, 1000Hz'de 1.25dB, 2000Hz'de 7 dB, 4000Hz'de 10.75dB eşik değer azalmaları ve KAEY'de %12'lik artış saptanmıştır. Bu farkların istatistiksel analizi yapıldığında ise 2000Hz, 4000Hz ve KAEY'deki artışların istatistiksel olarak anlamlı olduğu görülmüştür (Tablo 3).

Bu bilgiler ışığında, cihazlı serbest alan ölçümlerinde istatistiksel olarak en anlamlı fark KAEY'de tespit edilmiştir (ss=23.8). Ayrıca hastaların tek tek analizinde, yeni hortumlu yapılan KAEY'nin hiçbiri tanı anındaki KAEY'den daha yüksek bulunmamıştır. Bu bulgulardan yola çıkarak KAEY'de elde edilen istatistiksel anlamın sadece eskiyen hortumun yarattığı ters horn etkinin yüksek frekansdaki etkisine bağlı olduğunu düşündürmüştür. Hastaların konuşmayı ayırt etme kabiliyetlerinin daha iyiye gittiği gibi bir düşünce çıkartılmamıştır.

Eski ve yeni hortum ile yapılan gerçek kulak ölçümlerinde 60 ve 90dB SPL için, artışlar 1600- 6000Hz aralığında istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Eski ve yeni hortumların farklarını gösteren eğrilerde özellikle 2500Hz sonrasındaki kazanç net olarak izlenmektedir. En belirgin istatistiksel anlam 6000Hz'de tespit edilmiştir.

Ses hortumu kullanım süresi ile cihazlı serbest alandaki 2000 ve 4000Hz'deki artışlar istatistiksel olarak anlamlı bulunurken, gerçek kulak ölçümlerindeki artış ile ses hortumu kullanım süresi arasında 2000Hz üzerinde istatistiksel olarak anlamlı korelasyon tespit edilmiştir.

Bizim araştırmamızda test bataryası sonuçlarının karşılaştırılmasında işitme cihazının tek değişkeni eskisi ile değiştirilen ses hortumu olmuştur. Araştırmamızın amacı hastalara en fayda gördükleri işitme cihazını sağlamak olmaktan ziyade ses hortumunda zamanla gelişen deformiteyi ve odyolojik test bataryası sonuçlarına olan etkisini izlemektir. Ayrıca; araştırmamız pratiğinde cihazlı serbest alan ölçümleri sırasında büzülmuş ve deforme olmuş ses hortumunun kulak kalıbından çıkarılması sırasında, tutkal kullanılmamış olması sebebiyle

hiçbir güçlükle karşılaşmamış ve kulak kalıbında hiçbir travma yaratılmamıştır.

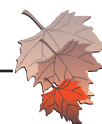
Elde ettiğimiz istatistiksel anlamların subjektif bir test olan cihazlı serbest alan ölçümleri ile objektif bir test olan probe mikrofon ölçümlerinde aynı frekanslarda olması araştırmamızın değerini arttırmıştır. Her iki yöntem ile de 2000 ve 1600Hz üzerinde anlamlı

artışlar tespit edilmiş ve bu sonuçlara ek olarak konuşmayı ayırt etme kabiliyetindeki artışlar da istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Bu bulgular daha önce bahsedilen ters horn ses hortumunun etkilediği frekans aralıkları ile uyumlu olarak bulunmuştur.

Çalışmamızda sonuç olarak, dijital kulak arkası işitme cihazlarında ses hortumu deformasyonunun yüksek frekanslarda daha fazla olmak üzere, kayıplara neden olduğu görülmüştür. Presbiakuzi gibi yüksek frekanslarda SNİK'a sahip hastaların işitme cihazı ile amplifikasyonunda ses hortumu deformasyonuna bağlı kayıpların önlenmesi amacı ile ses hortumunun kulak kalıbına yerleştirilmesi aşamasının özenle yapılması gerektiği anlaşılmaktadır. Ayrıca sıcaklık, ultraviyole gibi dış fiziksel etkenlerden kolaylıkla etkilendiği bilinen polivinilklorid' den yapılmakta olan ses hortumlarının belli aralıklarla kontrolüne ve gereğinde değiştirilmesine dikkat edilmelidir. Bu şekilde presbiakuzili hastalarda sınırlı olduğu bilinen işitme cihazı memnuniyetinin ve işitme cihazı adaptasyonunun artacağı düşüncesindeyiz. İşitme cihazı materyallerinin yapısı ile ilgilenen bilim dallarının (fizik ve kimya mühendisliği gibi) akustik olarak daha ılımlı ve daha dayanıklı ses hortumlarının üretimiyle bu sorunların çözümüne yardımcı olabileceği düşünülmüştür.

KAYNAKLAR

1. Santi PA, Mancini P. Sensörinöral işitme kaybı: Yetişkinlerde Değerlendirme ve Tedavi. In: Cummings CW. (Ed), Koç C.(Çev. Ed): Otolaringoloji-Baş Boyun Cerrahisi. Güneş Tıp Kitabevi, Ankara, 2007, pp 3548-49.
2. Lambert PK. The problem patient. In: Goldenberg RA (Ed): Hearing Aids: A Manual for Clinicians. Lippincott Raven Publishers, Philadelphia-New York, 1996, pp 269-87.
3. Katsarkas A, Ayukawa H. Hearing loss due to aging (presbycusis). J Otolaryngol 1986;15:239-44. (PMID:3747020).
4. Ataş A. Dijital ve Dijital Olarak Programlanabilen İşitme Cihazları. In: Koç C. (Ed): Kulak Burun Boğaz Hastalıkları ve Baş-Boyun Cerrahisi. Güneş Kitabevi, Ankara, 2004, pp 393-402.
5. Tucker IG, Nolan M, Colclough RO. A New high efficiency earmold. Scand Audiol 1978;7:225-9. (PMID756088).
6. Flack L, White R, Tweed J, Gregory DW, Qureshi MY. An investigation into sound attenuation by earmold tubing. British Journal of Audiology 1995;29:237-45. (PMID:8563655).



7. Nolan M. Acoustic Feedback-causes and cures. *J Br Assoc teach Deaf* 1983;17:13-7.
8. Pirzanski CZ, Earmold Acoustics and Technology. In: Sandlin RE. (Ed): *Textbook of Hearing aid Amplification*. Singular Publishing Group, San Diego-California, 2000, pp 137-69.
9. Tickner JA, Schettler T, Guidotti T, McCally M, Rossi M. Health Risks from DEHP in PVC medical devices. *American Journal of Industrial Medicine* 2001;39:100-11. (PMID: 11148020).
10. Bao Yong-zhong, Huang Zhi-ming, Li Shen-xing, Weng Zhi-xue. Thermal stability, smoke emission and mechanical properties of poly (vinyl chloride)/hydrotalcite nanocomposites. *Polymer Degradation and Stability* 2008;93:448-55.
11. Robyn M. Cox, Genevieve C. Alexander, Ginger A. Gray. Personality, hearing problems, and amplification characteristics: Contributions to self-report hearing aid outcomes. *Ear Hear.* 2007 Apr;28(2):141-62. (PMID:17496667).
12. Valente M, Options: Earhooks Tubing and Earmolds. In: Valente M, Potts G, (Eds) *Hearing Aids: Standarts Options and Limitations*. Thieme Medical Publishers Inc, New York, 1996, pp 252-327.
13. Shlomo S. The collapsed earmold phenomenon. *Ear and Hearing* 4(3):166-8. (PMID: 6862118).
14. Knowles HS, Killion MC. Frequency characteristics of recent broadband receivers. *J Audiol Tech* 1978;17(86):136-40.
15. Wayne DS, Using the Hearing Aid. In: Goldenberg RA (Ed). *Hearing Aids: A Manual for Clinicians*. Lippincott Raven Publishers, Philadelphia-New York, 1996, pp 193-214.