



İşitmenin Değerlendirilmesinde Otoakustik Emisyonların Önemi

The Importance of Otoacoustic Emissions in the Assessment of Hearing

Saime Güzelsoy Sağırođlu¹, Süleyman Özdemir²,
Özgür Sürmeliöđlu², Hüseyin Öztarakçı¹

¹Kahramanmaraş Necip Fazıl Şehir Devlet Hastanesi Kulak Burun Boğaz Kliniđi, Kahramanmaraş, Turkey

²Çukurova Üniversitesi Tıp Fakültesi Kulak Burun Boğaz Anabilim Dalı, Adana, Turkey

ÖZET

Otoakustik emisyonlar, kokleada dış saçlı hücrelerin hareketi ile oluşur. Dış kulak yolundan kayıt edilebilen hafif düzeyde enerji yayımlarıdır. Bu kayıtlar sayesinde işitmenin varlığı konusunda değerlendirmelerde bulunulabilir. Emisyon ölçüm tekniklerinin gelişmesiyle birlikte klinik olarak yaygın kullanım alanı elde edilmiştir. Otoakustik emisyon yenidoğanlarda, üç yaş altında çocuklarda ve konuşma problemi ve kooperasyon güçlüğü olan hastalarda işitmenin değerlendirilmesinde yardımcı olabilir.

Anahtar kelimeler: İşitme kaybı, dış saçlı hücreler, otoakustik emisyonlar

ABSTRACT

Otoacoustic emissions occurs by the movement of the outer hair cells in cochlea. They are mild level acoustic energy emissions which can be record from external auditory canal. Though these records may evaluate the presence of hearing. With the development of emission measurement techniques, it was obtained clinically wide application. Otoacoustic emissions can help in the evaluation of the hearing in children who are under 3 years old and patients who have language and cooperation problems.

Key words: Hearing loss, outer hairy cells, otoacoustic emissions



Giriş

Otoakustik emisyonlar (OAE), kokleada dış saçlı hücrelerin hareketiyle oluşan ve dış kulak yolundan kayıt edilebilen hafif şiddette akustik enerji yayılımlarıdır. OAE sinaptik aktiviteden bağımsız, prenöral bir olaydır. Son yüzyıl içinde koklea ile ilgili yapılan histopatolojik ve elektrofizyolojik çalışmalar, kokleanın sadece sesi alan bir organ olmadığını, aynı zamanda akustik enerji ürettiğini ortaya koymuştur. Bu gerçekten ilk bahseden 1948 yılında Gold olmuştur¹. Fakat bu mekanizma ancak 30 yıl sonra 1978 yılında İngiliz fizikçi Kemp tarafından ortaya konmuştur².

İşitme kayıplarının belirlenmesinde OAE etkili ve non invaziv bir yöntem olarak yer almıştır. Orta ve ileri derecede işitme kayıplarının tanısında oldukça etkili bir yöntemdir. Ancak hafif işitme kayıplarını ve retrokoklear patolojilere bağlı işitme kayıplarının tanısında çok faydalı olamamaktadır^{3,4,5}. Bu makalede otoakustik emisyon oluşum mekanizmalarını ve işitme kaybı tanısında kullanım şeklini literatür bilgileri gözden geçirerek sunulması amaçlanmıştır.

Otoakustik Emisyon Oluşma Mekanizması ve Tipleri

OAE'nun yüksek frekans bileşenleri stimulus ardından kısa gecikme ile oluşurken, alçak frekans bileşenleri daha geç oluşurlar. Bu da kokleadaki ilerleyen dalga teorisi ile uyumludur³. Bazal membran titreşimleri, uyarı şiddetindeki artışa paralel olarak orta kulaktaki lineer artışa karşın, nonlineer özellik gösterir. Buna göre orta veya yüksek şiddette olan uyarılar, OAE amplitüdlerinde çok kısıtlı miktarda artışa yol açar. OAE amplitüd gelişimi, çoğu kulakta düşük amplitüdü uyarılar için artan uyarı amplitüdü ile lineer artış gösterir. Ancak uyarı amplitüdü arttıkça, OAE oluşumu da nonlineer olur. Bu da OAE'ların koklear orjinli olduğunu destekler^{3,6}.

OAE'lar spontan OAE ve uyarılmış OAE olarak iki grupta tanımlanmaktadır^{6,7}.

Spontan otoakustik emisyonlar (SOAE), dışardan akustik uyarı olmadan kendiliğinden oluşan koklear kaynaklı, tonal, düşük seviyedeki dar bant sinyalleridir. SOAE'lar, normal işiten kulakların yaklaşık % 40- 50'sinde saptanabilen, amplitüdüleri -10 ile +20 dB SPL (Sound Pressure Level) civarında olan saf tonlardır^{2, 3}. En yüksek 1-2 kHz arasında alınmasına karşın diğer OAE'lar daha yüksek frekanslarda saptanabilmektedir⁴. SOAE'nun varlığı, emisyonun görüldüğu frekans bölgesinde işitmenin normal sınırlarda olduğunu destekler. Ancak sağlıklı bir popülasyonda, kulakların sadece bir kısmında spontan emisyon alındığı için klinik uygulamalarda fazla kullanılmamaktadır⁶. Yapılan çalışmalar, şiddetli tinnitus vakalarının

SOAE'lar ile bağlantısı olduğunu göstermiştir⁸. Ayrıca BOS basıncı, koklear akuadukt yoluyla kokleadaki perilenfatik basıncı etkiler. Bu basınç değişikliği, SOAE'ların frekansını etkileyen önemli bir faktördür⁴. SOAE'lar diüurnal ritm gösterir. Sabahtan akşama kadar ortalama frekans azalması 3 Hz'i bulur. Bu diüurnal ritm, vücut ısısının sabah en düşük olması ve akşama doğru 1°C artması ile vücuttaki hormonal değişikliklere bağlanabilir^{4,6}. SOAE frekansı menstruasyondan önce en az iken, ovulasyon sonrasında en fazla hale gelirler⁴.

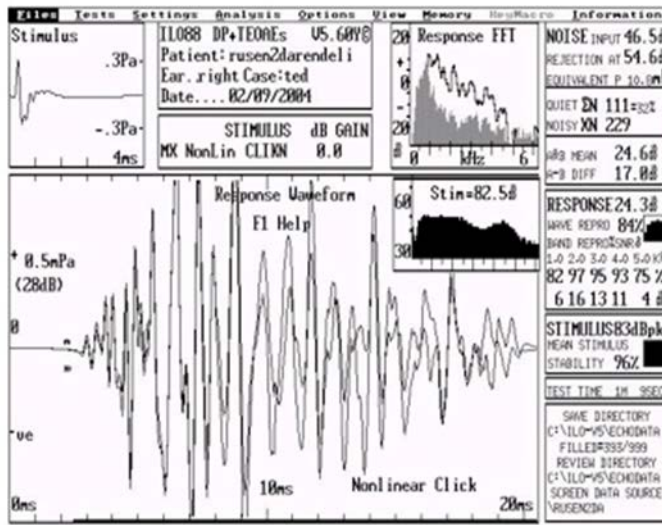
Uyarılmış OAE (EOAE)'ların üç tipi vardır^{6,7}:

- a) SFOAE (Stimülüs frekansı OAE)
- b) TEOAE (Geçici uyarılmış OAE)
- c) DPOAE (Distorsiyon ürünü OAE)

SFOAE, düşük seviyedeki uzun süreli sabit tonlarla akustik uyarı sonucu oluşan cevaplardır. Frekans spesifiktir, ancak uyarılar sürekli verildiği için cevaplarla uyarıların ayrı olarak algılanmasında güçlük vardır. Bu nedenle ve teknik zorluklardan dolayı klinik kullanımı kısıtlıdır⁴.

TEOAE, kısa klik gibi akustik uyarılarla elde edilir. Bu kısa akustik uyarılar sonrası, zaman averajlama yöntemi ile kayıta geçmektedir. Uyarının özelliği ise geçici olmasıdır. Ölçüm için genellikle 80 dB SPL şiddetinde bir ses kaynağı ve 260 adet uyarı kullanılır. TEOAE'lerin zayıf olması (30 dB'in altında) ve uyarı şiddetindeki artışla nonlineer olarak gelişmesi nedeniyle, sinyallerin incelenmesinde nonlineer metod için yazılımlar kullanılır. Oluşan cevaplar uyarılara göre gecikerek ortaya çıktığı için, 20 milisaniyelik kayıt aralığının ilk 2 milisaniyesi sıfırlanarak çizdirilir (Şekil 1). TEOAE'lar, tüm kokleayı uyaran ve geniş band sinyal olan klik şeklindeki uyarıya cevap olarak meydana geldikleri için, frekanslar hakkında DPOAE'ler kadar spesifik bilgi verememektedir. TEOAE'lar işitmesi normal olan vakaların % 98-100'ünde vardır. İşitme kaybı 25-30 dB'i geçerse saptanamaz⁴.

Yaşlanma ile TEOAE cevabı istatistiksel olarak anlamlı oranda düşmektedir. TEOAE, 60 yaşın üzerinde olan olguların yaklaşık % 35'inde saptanabilir^{4,6}. Bu azalma, sadece yaşa bağlı değil, aynı zamanda kişilerin işitme düzeyleri ile de ilgilidir. Ayrıca negatif orta kulak basınç varlığında (≤ -100 daPa) TEOAE cevaplarının amplitüdlerinde azalma olduğu görülmüştür⁹.

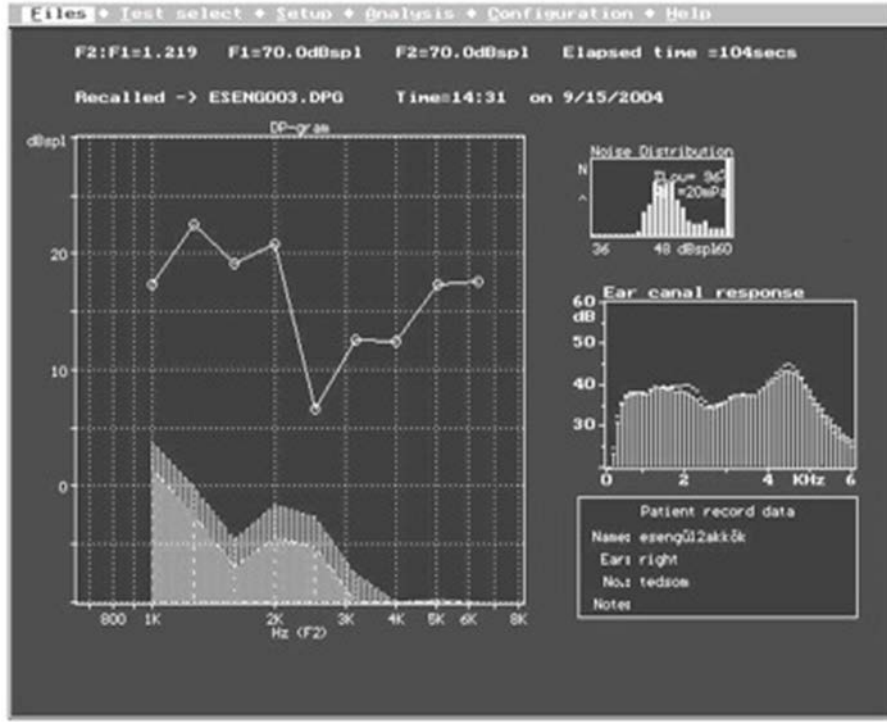


Şekil 1. TEOAE Testinde Alınan Normal Cevap Örneği

TEOAE: Transient Evoked Otoakustik Emisyon

Aralarında belirli bir oranda frekans farkı olan ve f_1 ve f_2 frekanslarında ve L1 ve L2 şiddetinde olan iki uyarın, kokuaya aynı anda sunulduğunda bir veya daha fazla frekansta akustik enerji yayılımı meydana gelir. Bu akustik enerji yayılımına DPOAE denir (Şekil 2). Klinikte iki farklı ölçüm yöntemi vardır^{3,4,6}:

Ses seviyeleri sabit iken, farklı (f_1 ve f_2) frekanslarda uyarıların verilmesi ile elde edilir. DPOAE verileri farklı frekans bölgelerinden kaydedilir. Bu metoda distorsiyon ürünü odyogram (DP gram) denir. Frekans sabit tutulurken uyarı şiddeti yükseltilir. Bu yöntem Girdi/Çıktı (I/O) fonksiyonu adı verilir. İnsanlarda en kuvvetli DPOAE cevapları, $2f_1$ - f_2 frekansında elde edilir³. Oluşan DPOAE'nin amplitüdü uyarıda kullanılan tonlar ve şiddetleri ile yakın ilişki gösterir. DPOAE'lar 500-8000 Hz arasında güvenilir olarak kaydedilebilir ve frekans spesifik ölçüm sağlar. Performans 500 ve 1000 Hz'de en zayıf, 4000 Hz'de en iyi ve 2000 ve 8000 Hz'de orta derecededir³. Ayrıca, işitmesi normal ve bozulmuş erişkinlerde pür ton odyogram ve DPOAE arasında iyi bir korelasyon olduğu gösterilmiştir⁴.



Şekil 2: DPOAE Testinde Alınan Normal Cevap Örneği.

DPOAE:Distortion Product Otoakustik Emisyon

Otoakustik Emisyon Ölçme Tekniği

OAE'ların elde edilmesi için dış kulak yolu, orta kulak ve kokleanın normal olması gerekmektedir. OAE'ların objektif ve noninvaziv olmasının yanısıra kısa sürede yapılabilmesi odyolojide kullanımını artırmıştır. Ölçüm sırasında sadece pasif kooperasyona gereksinim vardır^{4,6}. OAE ölçümleri sessiz bir ortamda yapılmalıdır. Kulağa takılan probta, iki minyatür hoparlör ve bir minyatür mikrofon vardır. Hoparlörden verilen klik şeklindeki ses uyarılarına alınan cevaplar, mikrofon aracılığı ile kayıt edilir^{4,8}.

OAE ölçümü için, öncelikle otoskopik muayene yapılarak dış kulak yolu ve kulak zarının normal olup olmadığına bakılmalıdır. Dış kulak yolunu tıkaçıcı lezyonlar ve orta kulak patolojilerine bağlı olarak gelişen orta kulaktaki basınç değişiklikleri, OAE cevabını büyük ölçüde

etkilemektedir¹⁰. Doyle ve arkadaşları¹¹ tarafından yapılan bir çalışmada, otoskopik muayene yapılmadan önce uygulanan OAE testine alınan cevap oranını % 58,5, buşon temizliği sonrası aynı olgulara yapılan OAE testine alınan cevap oranını % 69 olarak saptamışlardır.

OAE ölçümlerinin, noninvaziv olmasının yanı sıra kısa sürede yapılabilmesi, klinikte kullanımını artırmıştır. İşitmenin var olduğunu gösteren objektif bir metod olmasına karşın, işitme kaybının olduğu vakalarda işitme düzeyi hakkında bilgi vermemektedir. Yapılan çalışmalarda, 30 dB'i geçen koklear işitme kayıplarında, OAE'lar elde edilememektedir^{4,12}. Ancak, işitsel nöropatide olduğu gibi 30 dB'in üzerinde işitme kaybı olmasına rağmen, kokleanın sağlam olduğu durumlarda OAE cevabı alınabilir⁵.

OAE' lardan klinikte en sık kullanılanı, TEOAE ve DPOAE'dur. OAE'lar, işitme kaybı açısından risk taşıyan gruplarda ilk basamak tarama metodu olarak kullanılabilir^{13,14}. Yenidoğan işitme taramalarında sık kullanılmakla beraber bazı ototoksik ilaçların kullanımı sırasında oluşabilecek toksisitenin takibinde de kullanılmaktadır^{15,16}. Aynı zamanda iletişim zorluğu nedeniyle diğer odyometrik tetkiklerin yapılmasının zor olduğu, zihinsel özürü bireylerin taranmasında da yeri vardır. Ayrıca yüksek risk taşıyan popülasyonda (intrakraniyal hemoraji, hidrosefali, hiperbilirubinemi ve neonatal periyotta hipoksi gibi) retrokoklear lezyonlara daha sık rastlanması nedeniyle, pozitif hikayesi olan vakalarda işitme taramasının yapılması önerilmektedir¹⁷. Gürültüye bağlı işitme kaybı, presbiakuzi, ailesel işitme kaybı, idiyopatik sensörinöral işitme kaybı, Meniere ve akustik nörinoma gibi hastalıkların koklear komponentinin belirlenmesi amacıyla da kullanılabilir¹⁸. Orta kulak patolojilerinden en sık görülen efüzyonlu otitis medianın tanısında, tedaviye alınan cevabın takibinde, otoskopik muayene ve timpanometri ile birlikte kullanıldığında OAE'ların yeri giderek artmaktadır^{13,19}.

Yapılan çalışmalarda aşırı akustik uyarıların, OAE cevabını azalttığını bildirilmiştir³. Bu durumun ilk bulgusu ise OAE amplitüdünde azalma görülmesidir. Kokleaya zararlı maddelerin kullanımıyla da OAE'larda kayıp olabilmektedir⁴. Yakın dönemde yapılan bir çalışmada nonsteroid antiinflamatuvar ilaçların, kronik inflamasyona bağlı durumlarda uzun ve yüksek dozda kullanıldıklarında kokleanın etkilendiğini göstermiştir²⁰. Yine başka bir çalışmada, altı yıl ve üzerinde sigara kullananların tükettikleri sigara miktarından bağımsız olarak OAE değerlerinin etkilendiğini saptanmıştır²¹.

Yüksek seviyede gürültüye maruz kalmak da kokleada geçici veya kalıcı hasarlar oluşturabilmektedir. Kulak operasyonlarında tur cihazından çıkan gürültünün kemik yolu

iletimi ile karşı kulağı etkileyerek, karşı kulakta geçici eşik yükselmelerine yol açabileceği gösterilmiştir. Mastoidektomi operasyonu sonrası karşı kulakta DPOAE amplitüdlerinde birinci ve yedinci günlerde anlamlı değişiklikler saptanmıştır²².

Yapılan çalışmalar göstermiştir ki, orta kulakta sıvı veya negatif basıncın olduğu durumlarda özellikle 2000 Hz'in altındaki frekanslarda OAE cevabı azalmaktadır^{5,10}. Ayrıca Job ve arkadaşları²³, normal işiten kulaklarda sık geçirilen otitlere bağlı olarak, kulaklarda kalıcı değişikliklerin oluştuğunu belirtmişler, bu değişikliklerin odyometrik ölçümlerle ortaya konulmadığını ve bu kulaklarda OAE cevabının çok sensitif olduğunu ileri sürmüşlerdir.

OAE'da saptanan küçük bir amplitüd düşüklüğü, anormal bir orta kulak basıncı veya orta dereceli bir koklear bozukluktan kaynaklanabilir. OAE cevabının alınmaması durumunda sadece koklear bozukluk düşünülmemelidir²⁴. İşitme kaybı olan bir kulakta OAE cevabının alınması durumunda işitsel nöropati veya işitsel agnozi düşünülmalıdır. Bu iki problemi birbirinden ayırmak için BERA testi kullanılır. İşitsel agnozide problem kortekste olduğu için BERA cevabı normaldir, buna karşın işitsel nöropatide normal BERA cevabı alınmaz²⁵. İşitsel nöropati, dış saç hücre fonksiyonunun normal olduğunu gösteren OAE cevabı alınmasına karşın işitme kaybının olduğu bir hastalıktır. Lezyon, iç saç hücreleri ile sinir lifleri arasındaki sinapstan kortekse kadar işitme yollarının herhangi bir noktasında olabilir^{8,26}.

Sonuç

Yeni doğanların, 3 yaşından küçük çocukların, dil sorunu olanların, kooperasyon güçlüğü olanların ve simülasyon yapan kişilerin işitmelerinin değerlendirilmesinde tek başına klinik bir karara varılamasa da OAE testinin diğer odyolojik tetkiklerle birlikte değerlendirilmesi ile anlamlı sonuçlar elde edilir. Konjenital işitme kaybının erken tanısı için başlatılan yenidoğan işitme taraması programında OAE testi uygulanmaktadır. Bu test sayesinde çabuk ve güvenilir sonuçlar elde edilmektedir. Aynı zamanda salisilat, gentamisin ve sisplatin gibi ilaçların kullanımları sırasında ve gürültülü ortamda çalışan kişilerde koklea fonksiyonlarının monitorizasyonunda da OAE testinin önemi büyüktür.

Kaynaklar

1. Gold T. Heraing II. the physical basis of the action of the cochlea. Proc R Soc Lond B. 1948;135:492-8.

2. Kemp DT. Stimulated acoustic emissions from within the human auditory system. *J Acoust Soc Am.* 1978;64:1386-91.
3. Kemp DT. Otoacoustic emissions, travelling waves and cochlear mechanisms. *Hear Res.* 1986;22:95-104.
4. Özturan O, Lew H, Jerger J. Otoakustik emisyonlar ve klinik uygulamaları. *KBB İhtisas Dergisi.* 1994;2:194-205.
5. Zhao F, Wada H, Koike T, Stephens D. The influence of middle ear disorders on otoacoustic emissions. *Clin Otolaryngol.* 2000;25:3-8.
6. Martin GK, Probst R, Lonsbury-Martin BL. Otoacoustic emissions in human ears: normative findings. *Ear Hear.* 1990;11:106-20.
7. Erdem T. Otoakustik emisyonların klinikte kullanım alanları (Uzmanlık Tezi). İzmir, Ege Üniversitesi, 1998.
8. Starr A, Picton TW, Sinyer Y, Hood LJ, Berlin CI. Auditory Neuropathy. *Brain.* 1996;119:741-53.
9. Trine MT, Hirsch JE, Margolis RH. The effect of middle ear pressure on transient evoked otoacoustic emissions. *Ear Hear.* 1993;14:401-7.
10. Chang KW, Vohr BR, Norton SJ, Lekas MD. External and middle ear status related to evoked otoacoustic emission in neonates. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg.* 1993;119: 276-82.
11. Doyle KJ, Rodgers P, Fujikawa S, Newman E. External and middle ear effects on infant hearing screening test results. *Otolaryngol Head Neck Surg.* 2000;122:477-81.
12. Koike KJ, Wetmore SJ. Interactive effects of the middle ear pathology and the associated hearing loss on transient-evoked otoacoustic emission measures. *Otolaryngol Head Neck Surg.* 1999;121:238-44.
13. Nozza RJ, Sabo DL, Mandel EM. A role for otoacoustic emissions in screening for hearing impairment and middle ear disorders in school-age children. *Ear Hear.* 1997;18:227-39.
14. Yazgan H, Keleş E, Gebeşçi A, Demirdöven M, Lokman U. Yenidoğan İşitme Taramasında Dört Yıllık Sonuçlarımız. *Van Tıp Dergisi.* 2012;19:112-5.
15. Lin HC, Shu MT, Chang KC, Bruna SM. A universal newborn hearing screening program in Taiwan. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol.* 2002;63:209-18.
16. Salata JA, Jacobson JT, Strasnick B. Distortion-product otoacoustic emissions hearing screening in high-risk newborns. *Otolaryngol Head Neck Surg.* 1998;118:37-43.
17. Özbek E, Atlıhan F, Genel F, Çalkavur Ş, Bayar B, Özcan M. Gelişimsel açıdan yüksek riskli bebeklerde tarama sonuçları. *İzmir Dr. Behçet Uz Çocuk Hastalıkları Dergisi.* 2011;1:1-6.
18. Sütbeyaz M.Y, Uslu C, Yavuz CS. İşitme kayıplarında oto-akustik Emisyon. *Türk Otorinolarenoloji XXVI.Ulusal Kongresi Özet Kitabı,* 2001.
19. Aksoy F, Yıldırım YS, Veyseller B, Demirhan H, Özturan O. Seröz otitis mediaı çocuklarda distorsiyon ürünü otoakustik emisyon sonuçları. *KBB İhtisas Dergisi.* 2010;20:71-6.

20. Güçlü O, Sargın R, Duman K, Ayçiçek A, Dereköy FS, Kavuncu V. Nonsteroid antiinflamatuvar ilaçların işitme üzerine etkileri. Turk Arch Otolaryngol. 2012; 50:1-4.
21. Yüce S, Uysal İÖ, Polat C, Müderris S. Kronik sigara kullanıcılarında TEOAE sonuçları. KBB-Forum. 2007;6:232-34.
22. Şekercan Ö, Şener BM, Yiğit Ö, Yücel Z. Kronik otitis media cerrahisinde mastoidektomi ve timpanoplastinin karşı kulak üzerindeki etkilerinin otoakustik emisyon ile karşılaştırılması. KBB İhtisas Dergisi. 2013;23:253-9.
23. Job A, Nottet JB. DPOAEs in young normal-hearing subjects with histories of otitis media:evidence of sub-clinical impairments. Hear Res. 2002;167:28-32.
24. Zhang M, Abbas PJ. Effects of middle ear pressure on otoacoustic emission measures. J Acoust Soc Am. 1997;102:1032-7.
25. Kaga M, Kon K, Uno A, Horiguchi T, Yoneyama H, Inagaki M. Auditory perception in auditory neuropathy: Clinical similarity with auditory verbal agnosia. Brain. 2002;24:197-202.
26. Rapin I, Gravel J. Auditory neuropathy: physiologic and pathologic evidence calls for more diagnostic specificity. Int J Pediatr Otorhinolaryngol. 2003;67:707-28.

Correspondence Address / Yazışma Adresi

Özgür Sürmeliöglu
Çukurova Üniversitesi Tıp Fakültesi
Kulak Burun Boğaz Hastalıkları Anabilim Dalı.
Adana, Turkey
e-mail: surmeli2004@yahoo.com