

# Kontralateral Akustik Uyarının Spontan Otoakustik Emisyonlar Üzerine Etkileri

Ç. Oysu, M. Külekçi, L. Kavak

## The Influences of Contralateral Acoustic Stimulation on Spontaneous Otoacoustic Emissions

**Objective:** To investigate the influences of contralateral acoustic stimulation on amplitudes and frequencies of spontaneous otoacoustic emissions (SPOAEs).

**Materials and Methods:** Twenty voluntary participants with normal hearing and unilateral SPOAE were included in the study. Emissions were recorded before and during stimulation of contralateral ear with 75 dB SPL white-noise.

**Results:** From 20 cases, thirty SPOAEs with amplitudes ranging between -6 to 19 dB SPL (mean: 6.3 dB SPL) and with a mean frequency of 1925 Hz were recorded. During contralateral stimulation, the mean amplitude and frequency of SPOAEs were found to be 3.6 dB SPL and 2004 Hz respectively. The suppressive effect of contralateral noise on SPOAEs were present at all frequencies with a higher significance in 1 to 3 kHz frequency range. In all SPOAE frequencies, an upward shift was noted during contralateral acoustic stimulation.

**Conclusion:** Acoustical stimulation of efferent innervation of the cochlea causes alterations in its active micro-mechanics and therefore in amplitudes and frequencies of SPOAEs with a frequency selective manner.

**Key Words:** Spontaneous otoacoustic emissions, efferent innervation, contralateral stimulation.

## Özet

**Amaç:** Kontralateral akustik uyarının ipsilateral spontan otoakustik emisyonların (SPOAE) amplitüd ve frekanslarına olan etkilerini araştırmak.

**Yöntem:** Unilateral SPOAE'leri olan normal işitmeli 20 olgu çalışmaya gönüllü olarak katıldı. Bu olgularda SPOAE'ler istirahat halinde ve karşı kulağa 75 dB SPL beyaz-gürültü verilerek kayıt edildi.

**Bulgular:** Yirmi olguda amplitüdüleri -6 ile 19 dB SPL (ortalama: 6.3 dB SPL) arasında değişen toplam 30 SPOAE elde edildi. Emisyonların ortalama frekansı 1925 Hz (SS:1142) olarak hesaplandı. Kontralateral uyarının eşliğinde yapılan ölçümlerde ortalama SPOAE amplitüd ve frekansı sırasıyla 3.6 dB SPL ve 2004 Hz bulundu. Emisyon amplitüdüleri tüm frekanslarda kontralateral uyarı ile baskılanırken bu etki 2 ve 3 kHz frekanslarında daha belirgindi. Kontralateral akustik uyarana yanıt olarak tüm SPOAE frekanslarında artış saptandı.

**Sonuç:** Kokleanın efferent innervasyonunun akustik olarak uyarılması kokleanın aktif mikro-mekaniklerinde ve dolayısıyla SPOAE amplitüd ve frekanslarında, frekansa özgü değişikliklere neden olur.

**Anahtar Sözcükler:** Spontan otoakustik emisyon, efferent innervasyon, kontralateral uyarı.

Turk Arch ORL, 2001; 39(2): 96-101

Türk ORL Arşivi, 2001; 39(2): 96-101

## Giriş

İşitmenin afferent yolları üzerine yapılan araştırmalar bu sistemin işleyişini detaylı olarak ortaya koymasına karşın kokleanın efferent innervasyonu ancak 1946 yılında Rasmussen'in<sup>1</sup> olivokoklear sis-

temi tanımlaması ile keşfedilmiştir. Kokleanın efferent innervasyonunun insanda gösterilmesi ilk kez 1961 yılında Gacek<sup>2</sup> tarafından gerçekleştirilmiştir. Daha sonraları yapılan anatomi çalışmaları olivokoklear sistemin lateral ve medial olmak üzere iki segmentten oluştuğunu ortaya koymuştur.<sup>3</sup> Lateral olivokoklear nöronlar miyelinsiz olup süperior oliver nükleustan başlayarak ipsilateral kokleaya ulaşırlar ve iç tüylü hücrelerin afferent dendritleri ile sinaps yaparlar. Medial olivokoklear sistem (MOS) lifleri ise myelinli nöronlardan oluşup kontralateral süperior oliver kompleksin medial nükleusundan başlayıp dördüncü ventrikülün tabanı seviyesinde vestibüler sinir köküne katılarak kontralateral Corti organında dış tüylü hücrelerle (DTH) sinaps yapar.<sup>3,4</sup>

Spontan otoakustik emisyonlar (SPOAE) akustik uyarı olmaksızın dışkulak yolundan elde edilen düşük seviyedeki dar band tonal sinyallerdir. SPOAE'lerin oluşum mekanizmaları tam olarak bilinmemekle birlikte DTH'lerin non-lineer aktivitesi sonucunda oluştuğu kabul edilir.<sup>5-7</sup> SPOAE'lerin, odyometrik eşikleri etkilemeyecek kadar küçük, yapısal düzensizlikler sonucu oluştuğu belirtilmiştir. Buna örnek olarak DTH sıralanmasındaki bazı varyasyonlar gösterilebilir. Yapılan hayvan çalışmalarında SPOAE tespit edilen kulaklarda dördüncü bir sıra DTH bulunmuştur.<sup>8</sup> SPOAE'ler işitmesi normal kulakların %72'sinde tespit edilir.<sup>9</sup> Odyolojik olarak sağlıklı kadınların %83, erkeklerin ise %62'sinde SPOAE elde edilir.<sup>10</sup> SPOAE'ler tipik olarak 1000-5000 Hz frekansları arasında görülür ancak daha yüksek frekanslarda da görülebilirler.<sup>11</sup> Sağlıklı kulaklarda yapılan ölçümlerde SPOAE amplitüdlerinin -12 ile 20 dB SPL arasında değiştiği gözlenmiştir ancak nadir de olsa 60 dB SPL şiddetinde dışarıdan duyulabilen SPOAE'ler de bildirilmiştir.<sup>12</sup> İşitmesi normal olan kişilerin davranış odyometrisi eşikleri SPOAE bulunan frekansta diğer frekanslara göre daha hassas bulunmuştur.<sup>13</sup> Benzer şekilde McFadden ve Mishra<sup>14</sup> SPOAE'li kulaklarda işitme hassasiyetinde artma olduğunu göstermiştir.

Kontralateral akustik uyarı ile efferent sistemin ipsilateral etkilerinin araştırılması önceleri elektrokokleografi ile yapılmıştır. Prasher ve Gibson<sup>15</sup> kontralateral akustik uyarının bileşik aksiyon potansiyeli amplitüdünde azalmaya neden olduğunu göstermiştir. Ancak otoakustik emisyonların 1978 yılında Kemp<sup>5</sup> tarafından bulunması DTH'lerin aktif

mikro-mekaniklerinin noninvazif olarak incelenmesine olanak tanımıştır.

Kontralateral akustik uyarının SPOAE amplitüd ve frekanslarına olan etkileri daha önceleri çeşitli araştırmacılar tarafından da incelenmiştir.<sup>16-18</sup> Bu çalışmalarda yukarıda değinilen SPOAE'ler ile saf tonlar ve SPOAE'ler ile işitme hassasiyeti arasındaki muhtemel etkileşimler dikkate alınmamıştır. Bu çalışmanın amacı sadece ipsilateral SPOAE olan kişilerde MOS'un kontralateral uyarılmasının SPOAE amplitüd ve frekansları üzerine etkilerini araştırmaktır.

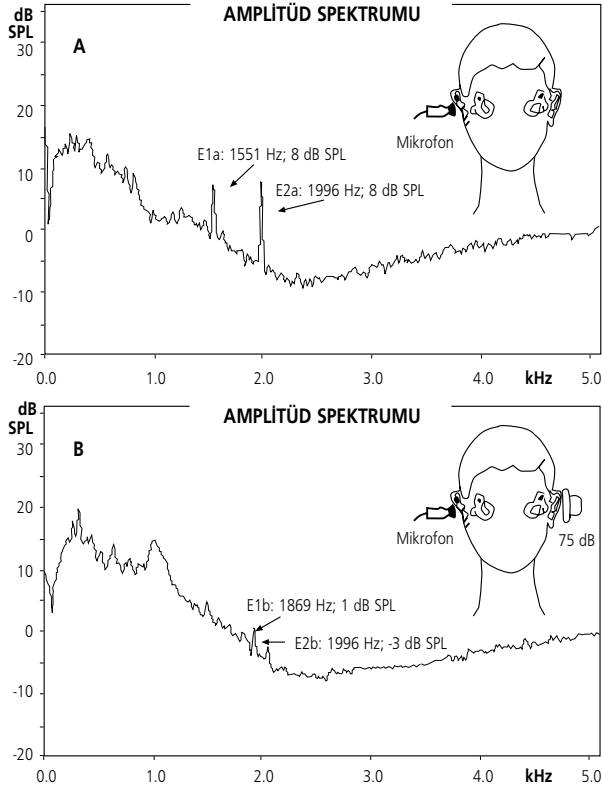
## **Gereç ve Yöntem**

İşitmesi normal ve ünilateral SPOAE'leri olan 18-32 yaşları arasında (ortalama 24 yaş) 20 olgu (10 erkek ve 10 kadın) çalışmaya gönüllü olarak katıldı. Katılımcıların tümüne otoskopik muayene, pür-ton odyometri, timpanometri ve SPOAE testi yapıldı. Tüm olgularda işitme eşikleri 250-8000 Hz frekansları arasında 15 dB ve üstünde bulunurken yine hepsinde tip A timpanogram elde edildi.

Otoakustik emisyon kayıtları için RS232C bağlantısı ile IBM uyumlu kişisel bilgisayara bağlı Madson Celesta 503 Cochlear Analyser (Taastrup, Danimarka) cihazı kullanıldı. Mikrofon aracılığı ile elde edilen sinyaller amplifiye edilerek spektral analiz yapıldı. Spektrumda dar dikenler olarak belirlenen SPOAE'lerin amplitüd ve frekansları belirlendi. SPOAE ölçümleri 0.5-10 kHz aralığında yapıldı ve gürültü seviyesinin iki katından  $\pm 1$  standart sapma gösteren emisyonlar geçerli sayıldı.<sup>19</sup> Bu yöntemle uygun olgular ve SPOAE pozitif kulaklar belirlendikten sonra emisyon bulunan kulağa mikrofon yerleştirilerek SPOAE ölçümü yapıldı. İlk ölçümden sonra mikrofon hiç oynatılmadan emisyon olmayan karşı kulağa Interacoustics AD-25 (Kopenhag, Danimarka) pür-ton odyometri cihazı ve TDH 39 kulaklığı aracılığıyla 75 dB SPL (yaklaşık 50 dB HL) beyaz-gürültü verilerek SPOAE'ler yeniden kaydedildi (Şekil 1). Beyaz-gürültü SPOAE ölçümünden 5-10 sn önce verildi.<sup>20</sup>

## **Bulgular**

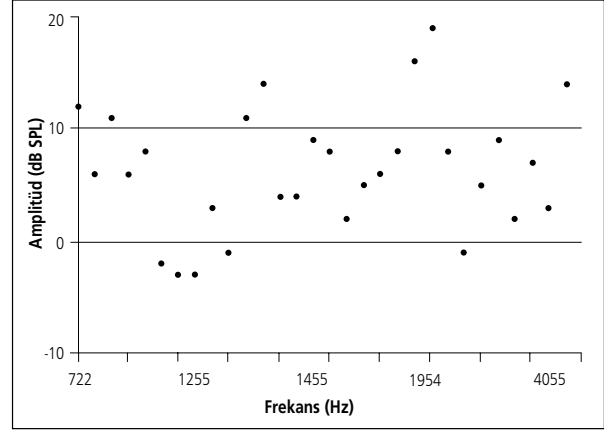
Tek taraflı SPOAE tespit edilen 20 olgunun 12'sinde (%60) yalnızca bir, 6'sında (%30) iki, 2'sinde ise 3 olmak üzere toplam 30 SPOAE saptandı.



**Şekil 1.** Üstte kontralateral uyaran olmaksızın yapılan ölçümde E1a ve E2a olarak işaretlenen SPOAE'ler görülmektedir (A). Alttı ise test koşullarında elde edilen aynı emisyonlar E1b ve E2b olarak görülmüyor. Aşağıda yer alan spektrumda emisyonların amplitüdlerindeki belirgin azalma dikkati çekmektedir (B).

Olguların 11'inde (%55) emisyonlar sağ, dokuzunda (%45) sol kulaktan elde edildi. SPOAE amplitüdüleri -6 dB SPL ile 19 dB SPL arasında (ortalama: 6.3 dB SPL; SS: 5.5) değişmekteydi. SPOAE'lerin median frekansı 1503 Hz, ortalama frekansı 1925 Hz (SS:1142) olarak bulundu. SPOAE amplitüdüleri gürültü seviyesinin ortalama olarak 7.63 dB üstünde bulundu. SPOAE ölçümleri 0.5-10 kHz aralığında yapılmakla beraber SPOAE pikleri 722-5800 Hz arasında saptandı ve ölçülen 30 emisyonun 21'i (%70) 1-3 kHz aralığında toplanıyordu. Elde edilen 30 SPOAE'nin amplitüd ve frekanslarına göre dağılımı Şekil 2'de görülmektedir.

Emisyon saptanmamış karşı kulağa 75 dB SPL beyaz-gürültü vererek yapılan ölçümlerde SPOAE amplitüdüleri -5 dB SPL ile 16 dB SPL arasında bulundu (ortalama 3.6 dB SPL; SS: 5.5 dB SPL). SPOAE'ların kontralateral uyaran sonrası median fre-



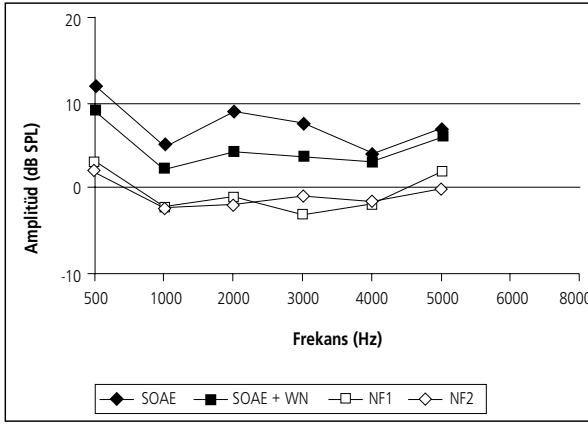
**Şekil 2.** Elde edilen 30 SPOAE siyah noktalar şeklinde görülmektedir.

kansı 1583 Hz, ortalama frekansı 2004 Hz (SS: 1103) şeklinde değişmiş olarak bulundu. Test koşullarında SPOAE amplitüdüleri gürültü seviyesinin ortalama 4.9 dB SPL üzerinde bulunurken, SPOAE piklerinin frekansları 900-5795 Hz arasında saptandı. Kontralateral akustik uyaran altında ölçümleri yapılan 30 SPOAE'nin 22'si (%73) 1-3 kHz frekansları arasında yer alıyordu.

Solunum ve temporomandibüler eklem sesleri gibi ortam gürültüleri 500 Hz çevresindeki düşük frekanslı emisyonlar ile karışabildiği için bu emisyonlar değerlendirmeye alınmadı. Bin Hz çevresinde (750-1499 Hz) elde edilen 14 emisyonun amplitüdü -3 ile 14 dB SPL arasında değişiyordu. Bu frekans aralığında ortalama emisyon amplitüdü 4.7 dB SPL (SS: 5.3) olarak bulundu. MOS 75 dB SPL beyaz-gürültü ile uyarılması sırasında SPOAE amplitüdüleri -5 ile 11 dB SPL arasında bulundu. Bin Hz'de ortalama SPOAE amplitüdü 2.2 dB SPL (SS: 4.9) olarak hesaplandı. Bu frekans aralığında tespit edilen SPOAE'lerin ortalama frekansı 1188 Hz (SS: 187) bulunurken kontralateral uyaran eşliğinde yapılan kayıtlarda bu ortalama 1251 Hz (SS:202) bulundu.

Sekiz adet SPOAE, 2 kHz çevresinde (1500-2499 Hz) elde edildi bunların amplitüdü 2-19 dB SPL (ortalama: 9 dB SPL; SS:5.6), frekansları ise 1551-1996 Hz (ortalama: 1796 Hz; SS: 168.8) arasında yer alıyordu. Kontralateral uyaran sonrası bu emisyonların sayısı 10'a yükselirken ortalama amplitüd ve frekansları sırası ile 4.2 dB SPL (SS: 6.5) ve 1791 Hz (SS: 161.7) olarak bulundu.

Dört SPOAE piki 3 kHz aralığında (2500-3499 Hz) saptandı bunların amplitüdü -1 ile 9 dB SPL (ortalama: 7.5 dB SPL; SS: 4.2) arasında, ortalama frekansları ise 3022 Hz (SS: 354.4) bulundu. Kontralateral uyarı sonrası sayısı beşe çıkan bu emisyonların ortalama amplitüd ve frekansları sırasıyla 3.6 dB SPL (SS: 3.84) ve 4025 Hz (SS: 433,9) olarak ölçüldü. Daha yüksek frekanslardaki emisyonlar ve gürültü düzeyleri yukarıda değinilen bulgularla beraber Şekil 3'te görülmektedir.



**Şekil 3.** Uyarı olmaksızın ölçülen SPOAE'ler siyah, gürültü seviyesi (NF) açık baklavalara şeklinde görülmektedir. Kontralateral beyaz-gürültü eşliğinde elde edilen SPOAE'ler (SPOAE+WN) ve gürültü seviyeleri (NF2) sırasıyla siyah ve açık kareler şeklinde görülmektedir.

## Tartışma

Rasmussen'in 1946 yılında olivokoklear lifleri keşfinden sonra yapılan araştırmalar bu liflerin iç tüylü hücrelerin (post-sinaptik) ve DTH'lerin (pre-sinaptik) efferent innervasyonunu sağlayan lateral ve medial olmak üzere iki kısımdan oluştuğunu göstermiştir.<sup>21</sup> DTH'lerin MOS tarafından yapılan efferent innervasyon nikotinik ve muskarinik kolinerjik reseptörler aracılığıyla etki gösterir.<sup>22</sup> Kontralateral uyarının MOC efferent liflerini aktifleyerek DTH'lerin sinaptik aralığına asetilkolin salınmasına neden olduğunu ve bunun da DTH'leri süprese ettiğini göstermiştir.<sup>22</sup> Kemp'in 1978 yılında bulunduğu otoakustik emisyonlar Corti organında yer alan bu DTH'lerin aktif mikro-mekanik özelliklerinin noninvazif olarak araştırılması olanağını sağlamıştır.

Olivokoklear liflerin elektriksel uyarısının çinçillalarda "distortion product OAE" (DPOAE) ampli-

tüdlerinde değişikliklere yol açtığı bildirilmiştir.<sup>23</sup> Guinan<sup>24</sup> kedilerde benzer değişiklikleri "stimulus-frequency emission" amplitüdlerinde gözlemiştir.<sup>18</sup> Ancak bazı araştırmacılar bu değişiklikleri akustik refleksin aktivasyonu ve/veya enerjinin karşı kulağa transkraniyal iletimine bağlamışlardır.<sup>25</sup> Ancak DTH fonksiyonları akustik refleksin aktivasyonuna bağlı olamaz, çünkü: a) emisyonları baskılamada kullanılan uyarıların şiddeti akustik refleksleri aktifleyemeyecek düzeydedir, b) akustik refleksi olmayan Bell paralizili hastalarda da süpresyon görülmektedir.<sup>26</sup> Aynı şekilde bu süpresyon transkraniyal iletim sonucu da gelişmiş olamaz, çünkü: a) derin işitme kayıplı kulaklara uyarı verildiğinde kontralateral süpresyon yapmamaktadır, b) MOC lifleri taşıyan inferior vestibüler sinir kesildiğinde uyarana karşın süpresyon olmamaktadır.<sup>16</sup>

Veillet ve ark.<sup>26</sup> kontralateral kulağı filtre edilmiş klike uyardıklarında SPOAE amplitüdlerinde düşme olduğunu bildirmişlerdir. Collet ve ark.<sup>27</sup> benzer değişiklikleri "transiently evoked otoacoustic emission" (TEOAE) amplitüdlerinde gözlemiştir. Bizim çalışmamızda da tüm frekanslardaki SPOAE'lerin 6.3 dB SPL ortalama amplitüdü karşı kulağın 75 dB SPL şiddetinde beyaz-gürültü ile uyarılması sonucunda ortalama 3.5 dB SPL (1 ile 4.8 dB SPL arasında) düzeyine düşmüştür. Chéry-Croze<sup>28</sup> DPOAE'ler ile yaptıkları çalışmada -0.8 dB düzeyinde amplitüd değişiklikleri saptamışlardır. Ancak bu çalışmada karşı kulağa verilen uyarı düzeyi bizim kullandığımızdan 20 dB SPL daha düşüktür. Çalışmamızda saptanan emisyon amplitüdlerindeki bu düşüş tüm frekanslarda eşit değildir. İki ve 3 kHz frekansları çevresindeki SPOAE amplitüdü kontralateral uyarı sonucunda diğer frekanslardan çok daha belirgin düşüş göstermişlerdir. Chéry-Croze'nin<sup>28</sup> dar band gürültü ve DPOAE'ler ile yaptığı çalışmada da benzer frekans seçiciliği gözlenmiştir ancak bu çalışmada maksimum amplitüd düşüşü 1 kHz ve 2 kHz frekanslarında olmuştur. Veillet<sup>26</sup> çeşitli uyarılar kullanarak yaptığı TEOAE çalışmasında maksimum amplitüd düşüşlerini 2 kHz merkezli emisyonlarda gözlemiştir. Moulin<sup>29</sup> süpresif etkinin 3 kHz altındaki DPOAE'ler için fazla 3 kHz üstündekiler için az olduğunu bildirmiştir. Tüm bu gözlemler kokleanın kontralateral uyarılmasında belirgin bir frekans spesifitesi olduğuna açıkça işaret etmektedir ve bu seçici özellik düşük frekanslarda belirgindir.

Çalışmamızda medial olivokoklear liflerin uyarılmasının SPOAE amplitüdlerinde düşmeye yol açarken frekanslarında tam tersi olarak yükselmeye neden olduğunu gözledik. Yirmi olguda tespit edilen 30 SPOAE'nin hemen hepsi spektral analizde sola kaymış olarak bulundu. İstirahat halinde ortalama 1925 Hz olan SPOAE frekansı 75 dB SPL beyaz-gürültü ile uyarı sonrasında 2004 Hz yükselmiş bulundu. Mott ve ark.<sup>18</sup> yaptıkları çalışmada bu kaymanın da frekansa spesifik olduğunu belirtmişlerdir. Çalışmacılar SPOAE frekansının 1/2- 3/8 oktav altındaki tonlarla yukarı doğru maksimum kaymaya neden olduğunu göstermiştir. İki oktav ve daha yüksek frekanstaki uyarıların bu yöndeki etkisi daha zayıf bulunmuştur. Bizim çalışmamızda tonal uyarılar yerine beyaz-gürültü kullanılmış olması kontralateral uyarı sonrası SPOAE frekanslarında gelişen artış hakkında yorum yapmamıza olanak tanımaktadır.

Sonuç olarak kontralateral akustik uyarı ipsilateral SPOAE frekanslarında artışa, amplitüdlerinde ise azalmaya neden olmaktadır. Emisyon amplitüdlerinde görülen bu azalma 1, 2 ve 3 kHz gibi düşük frekanslarda daha belirgindir. Ancak bu süpresif etkinin görülebilmesi için süperior oliver kompleksin medial nukleusundan başlayıp 4. ventrikül tabanından karşı hemisfere geçerek DTH'lere ulaşan nöral yapıların bütünlüğünün korunması gerekmektedir. Berlin'in<sup>17</sup> 1994 yılında bildirdiği beş olguda hastaların işitme kayıpları pür-ton odyometri, ABR ve otoakustik emisyon bulgularıyla açıklanamamıştır ancak kokleanın efferent innervasyonunun sınılanması tanıya yardımcı olmuştur. Bu bildirilen olguların detayları çalışmamızın kapsamı aşığından okuyuculara bu çalışmaya başvurularını önerilir. Kokleanın efferent innervasyonunun anlaşılması işitme fizyolojisine sağladığı katkı yanında tip I nöron hastalığı, multipl skleroz ve Charcot Marie-Tooth gibi hastalıklarda görülen ilginç formlardaki işitme kayıplarının ortaya konmasına da yardımcı olacaktır.

### Teşekkür

İstanbul Tıp Fakültesi, Kulak Burun Boğaz Anabilim Dalı Ağır İşiten Çocuklar Merkezi Otoakustik Emisyon Laboratuvarı'ndan yararlanmamızı sağlayan Prof. Dr. Nermin Başer ve Prof. Dr. Mehmet Tınaz'a teşekkür ederiz.

### Kaynaklar

1. **Rasmussen GL.** The olivary peduncle and other fiber projections of the superior olivary complex. *J Comp Neurol* 1949; 84: 141-220.
2. **Gacek RR.** The efferent cochlear bundle in man. *Arch Otolaryngol* 1961; 74: 102-6.
3. **Warr WB, Guinan JJ Jr, White JS.** Organisation of the efferent fibres: the lateral and medial olivocochlear systems. *Neurobiology of Hearing: The Cochlea'da.* Ed. Altschuler RA, Bobbin RP, Hoffman DW. New York, Raven Press, 1986.
4. **Schuknecht HF.** Pathology of the Ear. Boston, Harvard University Press, 1974; 69-72.
5. **Kemp DT.** Stimulated acoustic emissions from within the human auditory system. *J Acous Soc Am* 1978; 64(5): 1386-91.
6. **Kemp DT.** Otoacoustic emissions, travelling waves and cochlear mechanism. *Hear Res* 1986; 22: 95-104.
7. **Manley GA.** Frequency spacing of otoacoustic emissions. A possible explanation. *Mechanisms of Hearing'de.* Ed. Webster WR, Aitkin LM. Clayton, Monash University Press, 1993; 36-9.
8. **Lonsbury-Martin BL, Martin GK, Probst R, Coats AC.** Spontaneous otoacoustic emissions in a nonhuman primate. II. Cochlear anatomy. *Hear Res* 1988; 33(1): 69-93.
9. **Talmadge CL, Long GR, Murphy WJ, Tubis A.** New off-line method for detecting spontaneous otoacoustic emissions in human subjects. *Hear Res* 1993; 71(1-2): 170-82.
10. **Penner MJ, Zhang T.** Prevalence of spontaneous otoacoustic emissions in adult revisited. *Hear Res* 1997; 103(1-2): 28-34.
11. **Ozturan O, Oysu C.** Influence of spontaneous oto-acoustic emissions on distortion product otoacoustic emission amplitudes. *Hear Res* 1999; 127(1-2): 129-36.
12. **Köhler W, Fritze W.** A long-term observation of spontaneous oto-acoustic emissions (SOAEs). *Scand Audiol* 1992; 21(1): 55-8.
13. **Long GR, Tubis A.** Investigations in to nature of the association between threshold microstructure and otoacoustic emissions. *Hear Res* 1988; 36(2-3): 125-38.
14. **McFadden D, Mishra R.** On the relation between hearing sensitivity and otoacoustic emissions. *Hear Res* 1993; 71(1-2): 208-13.
15. **Prasher DK, Gibson WPR.** Paradoxical reduction in AP amplitude on binaural stimulation. Evoked Potentials, II'de. Ed. Nodar RH, Barber C. Minneapolis, Butterworth, 1984; 157-62.
16. **Williams EA, Brookes GB, Prasher DK.** Effects of contralateral acoustic stimulation on otoacoustic emissions following vestibular neurectomy. *Scand Audiol* 1993; 22(3): 197-203.
17. **Berlin CI, Hood LJ, Hurley A, Wen H.** Contralateral suppression of otoacoustic emissions: an index of the function of the medial olivocochlear system. *Otolaryngol Head Neck Surg* 1994; 110(1): 3-21.
18. **Mott JB, Norton SJ, Neely ST, Warr WB.** Changes in spontaneous otoacoustic emissions produced by acoustic stimulation of the contralateral ear. *Hear Res* 1989; 38(3): 229-42.
19. **Madsen Electronics.** User Manuel for Celesta 503 Cochlear Emission Analyzer Version 3.00. Copenhagen, DK, s. 36.
20. **Liberman MC, Brown MC.** Physiology and anatomy of single olivocochlear neurons in the cat. *Hear Res* 1986; 24(1): 17-36.
21. **Warr WB, Guinan JJ Jr.** Efferent innervation of the organ of Corti: Two separate system. *Brain Res* 1978; 173: 152-5.
22. **Kujawa SG, Glatke TJ, Fallon M, Bobbin RP.** Contralateral sound suppresses distortion product otoacoustic emissions through cholinergic mechanism. *Hear Res* 1993; 68(1): 97-106.
23. **Mountain DC.** Changes in endolymphatic potential and crossed olivocochlear bundle stimulation alters cochlear mechanics. *Science* 1980; 210(4465): 71-2.
24. **Guinan JJ Jr.** Effects of efferent neural activity on cochlear mechanics. *Scan Audiol Suppl.* 1986; 25: 53-62.

- 25. Grose JH.** The effect of contralateral stimulation on spontaneous acoustic emissions. *J Acoust Soc Am* 1983; 74: S38.
- 26. Veuille E, Collet L, Duclaux R.** Effect of contralateral auditory stimulation on active cochlear micromechanical properties in humans subjects: dependence on stimulus variables. *J Neurophysiol* 1991; 65(3): 724-35.
- 27. Collet L, Kemp DT, Veuille E, Duclaux R, Moulin A, Morgon A.** Effect of contralateral auditory stimuli on active cochlear micro-mechanical properties in human subjects. *Hear Res* 1990; 43(2-3): 251-61.
- 28. Chéry-Croze S, Moulin A, Collet L.** Effect of contralateral sound stimulation in the distortion product 2f1-f2 in human: evidence of a frequency specificity. *Hear Res* 1993; 68(1): 53-8.
- 29. Moulin A, Collet L, Duclaux R.** Contralateral auditory stimulation alters acoustic distortions products in humans. Is the medial efferent system involved? *Hear Res* 1993; 65(1-2): 193-210.

---

**İletişim Adresi: Dr. Çağatay Oysu**  
Hacı Hakkı Bey Sok. Başel Apt. 4/7  
Erenköy 81070 İSTANBUL  
Tel: (0542) 424 35 27  
Faks: (0212) 244 55 41  
e-posta: coysu@doruk.net.tr