

# Normal işiten yetişkinlerde orta kulak rezonans frekansı normatif değerleri

## Normative values of middle ear resonance frequency in normal hearing adults

Ody. Rıza Korhan Sezin,<sup>1</sup> Dr. Evren Hızal,<sup>2</sup> Dr. Seyra Erbek,<sup>2</sup> Dr. Levent Naci Özlüoğlu<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Odyoloji Ses ve Konuşma Bozuklukları Uzmanı, ODTÜ Sağlık ve Rehberlik Merkezi, Ankara, Türkiye

<sup>2</sup>Başkent Üniversitesi Tıp Fakültesi, Kulak Burun Boğaz Hastalıkları Anabilim Dalı, Ankara, Türkiye

**Amaç:** Bu çalışmada sağlıklı yetişkinlerde orta kulak rezonans frekansı normatif değerleri belirlendi.

**Hastalar ve Yöntemler:** Otoskopik muayene, odyometrik inceleme ve elektroakustik immitansmetri sonuçları normal olan 60 erişkin gönüllü (32 kadın, 28 erkek; ort yaş 31.8±7.1 yıl; dağılım 21-46 yıl) çalışmaya dahil edildi. Orta kulak rezonans frekansı, multifrekans timpanometri ile hesaplandı.

**Bulgular:** Tüm gönüllüler için ortalama rezonans frekansı 999.6±134.9 Hz idi. Ortalama rezonans frekansı sağ kulak için 1020.8±140.6 Hz, sol kulak için ise 978.3±180.5 Hz idi. Ortalama rezonans frekansı sağ ve sol kulak için sırasıyla erkeklerde 1023.2±146.9 Hz ve 912.5±177.8 Hz; kadınlarda ise 1018.8±137.2 Hz ve 1035.9±164.7 Hz idi. Sağ kulak için her iki cinsiyet arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmazken (p=0.9), sol kulak ortalama rezonans frekansı değeri kadınlarda istatistiksel açıdan anlamlı olarak daha yüksekti (p=0.007).

**Sonuç:** Orta kulak rezonans frekans değerleri, kulak tarafı ya da cinsiyete göre farklılıklar gösterilir.

**Anahtar Sözcükler:** Multifrekans; rezonans; timpanometri.

**Objectives:** This study aims to determine the normative values of middle ear resonance frequency in healthy adults.

**Patients and Methods:** Sixty adult volunteers (32 females, 28 males; mean age 31.8±7.1 years; range 21 to 46 years) with normal otoscopic examination, audiometry and electroacoustic immitancemetry findings were enrolled in the study. The middle ear resonance frequencies were calculated by multifrequency tympanometry.

**Results:** The mean resonance frequency for all volunteers was 999.6±134.9 Hz. The mean resonance frequency was 1020.8±140.6 Hz for the right ear, and 978.3±180.5 Hz for the left ear. The mean resonance frequencies for the right- and left-side were 1023.2±146.9 Hz and 912.5±177.8 Hz in males, and 1018.8±137.2 Hz and 1035.9±164.7 Hz in females, respectively. There was no statistically significant difference in the mean resonance frequency of the right ears between the males and females (p=0.9), whereas the mean resonance frequency of the left ears was statistically significantly higher in females (p=0.007).

**Conclusion:** The middle ear resonance frequency values may vary according to the side of the ear or gender.

**Key Words:** Multifrequency; resonance; timpanometer.



İlk olarak Terkildsen ve Thomsen (1959) tarafından dünyaya tanıtılan timpanometri, orta kulak fonksiyonunun hızlı, noninvaziv ve ekonomik biçimde değerlendirilebilmesini sağlayan bir testtir. Standart alçak-frekans kullanan timpanometri birçok timpanik membran patolojisinin ve östaki tüpü işlev bozukluğunun belirlenmesindeki geçerliliğini kanıtlamıştır ve odyolojik/otolojik değerlendirmenin sıklıkla kullanılan bir unsuru haline gelmiştir.<sup>[1-3]</sup> Ancak, normal orta kulak ile kemikçik zincir patolojisi bulunan orta kulağı ayırt etmede çoğu kez başarısız kalmaktadır. Örneğin 226 Hz frekans probe ton kullanan standart timpanometriden elde edilen veriler normal bir orta kulak ile otoskleroz bulunan bir orta kulağı ayırt edememektedir.<sup>[4,5]</sup>

Multifrekans timpanometrinin gelişimi orta kulak direnç ve geçirgenliğinin geniş bir frekans yelpazesinde değerlendirilebilmesine olanak sağlamıştır. Multifrekans timpanometriyi hastalar üzerinde uygulayan ilk kişi Colletti'dir.<sup>[6]</sup> Colletti<sup>[6]</sup> timpanogram değerlerinin farklı probe ton frekanslarında sistematik olarak değişkenlik göstererek çeşitli orta kulak rahatsızlıklarını ortaya koyduğunu gözlemlemiştir. Bu sayede standart alçak frekans timpanometriye oranla multifrekans timpanometrinin farklı frekanslarla ortaya çıkabilecek orta kulak patolojilerinin değerlendirilmesinde daha kullanışlı olduğu kabul edilmiştir.<sup>[7]</sup> Multifrekans timpanometrinin sunduğu çoklu frekans uygulamaları ve timpanograma yansıyan sayısal değerler dikkate alındığında kıyaslamayı sağlıklı kılmak ve klinik uygulamanın yaygınlaşmasını sağlamak için normatif değerlere gereksinim duyulmaktadır. Bilindiği gibi orta kulak ve dış kulak yapıları yaşa ve kalıtsal özelliklere göre değişkenlik göstermektedir. Bu değişkenlikler timpanograma farklı değerler olarak yansımaktadır.<sup>[8,9]</sup>

Bu çalışmanın amacı, literatürde klinikler arası normatif değerlerin farklılığı göz önünde bulundurularak, patolojik kulaklarda tanıyı kuvvetlendirmek için kullanılan yeni test yöntemlerinden multifrekans timpanometrinin ölçtüğü rezonans frekansı değerleri için kliniğimizin norm değerlerini belirlemektir.<sup>[10]</sup>

## HASTALAR VE YÖNTEMLER

Bu çalışma Başkent Üniversitesi Kulak Burun Boğaz (KBB) Anabilim Dalı ve Odyoloji,

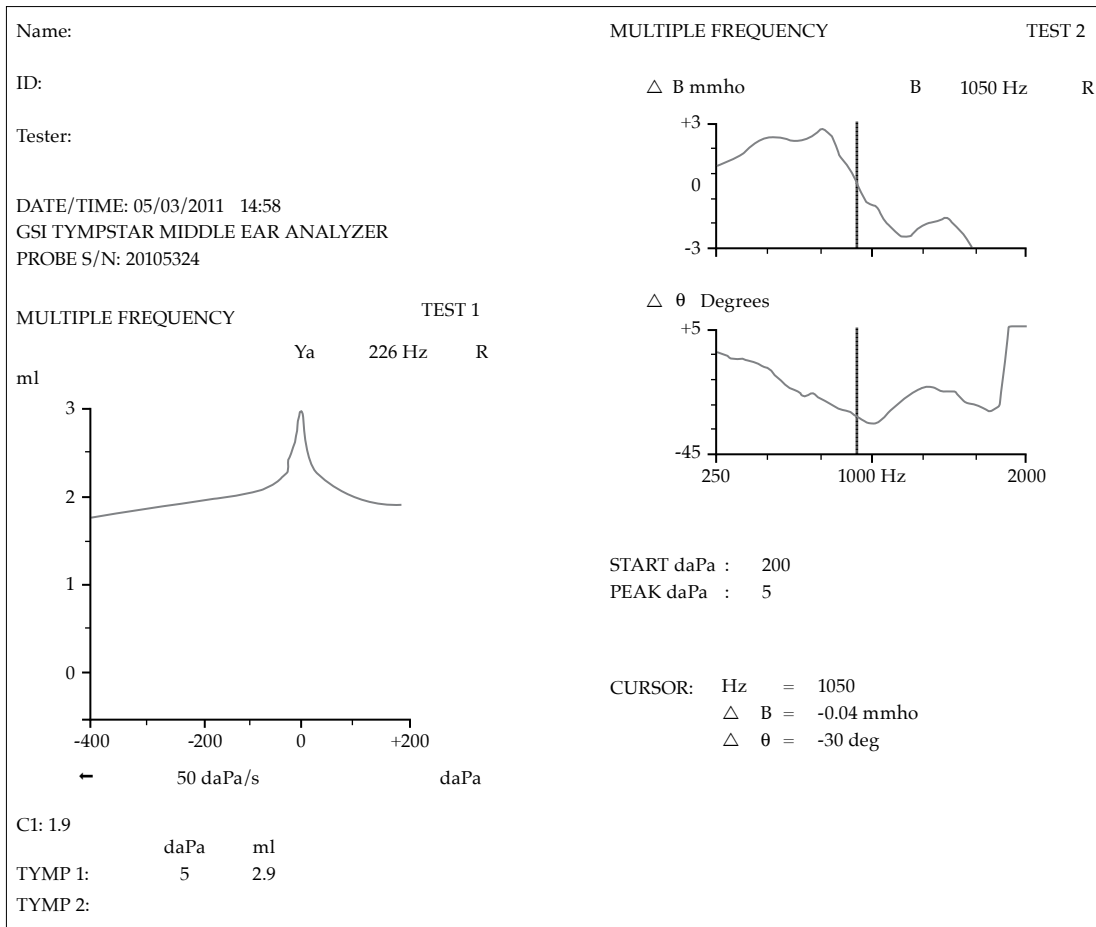
Konuşma ve Ses Bozuklukları Bölümü tarafından ortak olarak yürütüldü. Çalışma grubunu oluşturan 60 hastanın (28 erkek, 32 kadın; ort yaş 31.8±7.1 yıl; dağılım 21-46 yıl) çalışmaya dahil edilmesinde aşağıdaki kriterler dikkate alındı;

1. Yapılan otoskopik muayenede herhangi bir dış kulak yolu veya timpanik membran patolojisinin olmaması,
2. Odyometrik değerlendirmede, işitme eşiklerinin saf ses ortalamasına göre  $\leq 15$  dB işitme seviyesinde olması (ANSI 1988),
3. Elektroakustik immitansmetri değerlendirmesinde, orta kulak basıncının  $\pm 50$  daPa sınırlarında olması ve Tip A timpanogram elde edilmesi.

Tüm katılımcılar öncelikle bir KBB uzmanı tarafından otoskopik muayeneye tabi tutuldu ve yapılan bu muayenede kulak zarında skar, perforasyon ya da herhangi bir patoloji tespit edilen hastalar çalışma dışında bırakıldı.

Katılımcılardan "Gönüllü Denek Bilgilendirme ve Onay Formu"nu doldurmaları ve imzalamaları istendi. Bu çalışma Başkent Üniversitesi Tıp ve Sağlık Bilimleri Araştırma Kurulu ve Etik Kurulu tarafından onaylanmış (Proje no: KA10/168) ve Başkent Üniversitesi Araştırma Fonunca desteklenmiştir.

Tüm bireylerin immitansmetrik ölçümleri GSI TympStar Version 2 (Grason-Stadler, Eden Prairie, MN, USA) elektroakustik immitansmetre kullanılarak yapıldı. Cihaz, multifrekans timpanometri ölçümünü iki aşamada yapmaktadır. Öncelikle, sabit frekansta probe ton vererek +200 ile -400 daPa aralığında basınç değişikliği yaparak "static admittance" ve "gradient" değeri gibi standart timpanometri parametrelerini araştırmakta ve timpanograma yansıtmaktadır. İkinci aşamada basınç sabit düzeyde tutularak katılımcıların her iki kulağına 250-2000 Hz frekans aralığında ardışık olarak ve 50 Hz aralıklarla uyarın verilerle orta kulak rezonans frekansı değerleri tespit edildi ve çıktıları diğer immitansmetrik değerlerle beraber kayıt altına alındı (Şekil 1). Ayrıca, elde edilen sonuçların güvenilirliğini test etmek ve artırmak amacıyla ilk 20 katılımcının immitansmetrik ölçümleri, birkaç gün sonra yineleni ve önceki ölçümlerle örtüştüğü gözlemlendi.



Şekil 1. Multifrekans timpanometrinin ölçüm sonucunda verdiği çıktının bir örneği görülmektedir.

### İstatistiksel analiz

İstatistiksel analizler Windows için SPSS 15.0 versiyon (SSPS Inc., Chicago, IL, USA) bilgisayar programı kullanılarak gerçekleştirildi. Bu verilerin ortalama değerler ile standart sapmaları hesaplandı ve ortalama değerlerin cinsiyete göre analizi elde edildi. T-testin yanı sıra iki değişik grubun aynı olasılık dağılımdan gelip gelmediğini test etmek amacıyla Kolmogorov Smirnov (K-S testi) kullanıldı. Cinsiyete göre rezonans frekansı değeri

dağılımlarının analizi Kolmogorov Smirnov testi ile yapıldı.

### BULGULAR

Hastaların demografik özellikleri Tablo 1, 2 ve 3'de verilmiştir.

Rezonans frekansı değerleri cinsiyet ayırımı gözlemlenmesinin tüm örneklem için incelendiğinde, ortalama değerler sağ kulak için  $1020.8 \pm 140.6$  Hz, sol kulak için ise  $978.3 \pm 180.5$  Hz olarak elde edildi (Tablo 1).

Tablo 1. Tüm örnekleme ilişkin temel istatistikler

Değişkenler	Sayı	Ort.±SS	Minimum-Maksimum
Yaş (yıl)	60	31.8±7.1	21.0-46.0
Sağ rezonans frekansı	60	1020.8±140.6	650.0-1350.0
Sol rezonans frekansı	60	978.3±180.5	600.0-1350.0
Ortalama	60	999.6±134.9	675.0-1325.0

Ort.±SS: Ortalama ± standart sapma; Ortalama: Sağ ve sol kulağa ait rezonans frekansı değerlerinin ortalamasını ifade etmektedir.

**Tablo 2.** Örneklemede yer alan erkeklere ilişkin temel istatistikler

Değişkenler	Sayı	Ort.±SS	Minimum-Maksimum
Yaş (yıl)	28	32.5±6.3	22.0-46.0
Sağ rezonans frekansı	28	1023.2±146.9	750.0-1250.0
Sol rezonans frekansı	28	912.5±177.8	600.0-1250.0
Ortalama	28	967.9±130.7	750.0-1200.0

Ort.±SS: Ortalama ± standart sapma; Ortalama: Sağ ve sol kulağa ait rezonans frekansı değerlerinin ortalamasını ifade etmektedir.

**Tablo 3.** Örneklemede yer alan kadınlara ilişkin temel istatistikler

Değişkenler	Sayı	Ort.±SS	Minimum-Maksimum
Yaş (yıl)	32	31.3±7.8	21.0-46.0
Sağ rezonans frekansı	32	1018.8±137.2	650.0-1350.0
Sol rezonans frekansı	32	1035.9±164.7	700.0-1350.0
Ortalama	32	1027.3±134.3	675.0-1325.0

Ort.±SS: Ortalama ± standart sapma; Ortalama: Sağ ve sol kulağa ait rezonans frekansı değerlerinin ortalamasını ifade etmektedir.

Cinsiyet ayrımında incelediğinde ise bu değerler sağ ve sol kulak için sırasıyla erkeklerde 1023.2±146.9 Hz ve 912.5±177.8 Hz (Tablo 2), kadınlarda ise 1018.8±137.2 Hz ve 1035.9±164.7 Hz (Tablo 3) olarak belirlendi. Her iki cinsiyet kendi içinde değerlendirildiğinde, kulaklar arasında rezonans frekansı değerleri farklılık göstermedi (erkekler için  $p=0.346$ ; kadınlar için  $p=0.83$ ). Ayrıca, sağ kulakta her iki cinsiyette değerler arasında anlamlı farklılık bulunmazken ( $p=0.9$ ), sol kulak değerlerinin kadınlarda anlamlı olarak yüksek olduğu saptandı ( $p=0.007$ ).

### TARTIŞMA

Konvansiyonel timpanometri uygulamasında kullanılan 226 Hz prob ton ya da 678 Hz'lik prob tonlu timpanometreler ile kesin ayırıcı tanısı yapılamayan durumlarda multifrekans timpanometri yardımcı olmaktadır. Yüksek frekanslı prob tonlar özellikle orta kulak sisteminin kitlesel etkisini artıran patolojilerde daha çok değer taşımaktadır. Multifrekans timpanometri otoskleroz, ossiküler zincirde parsiyel ve total devamsızlık, orta kulak malformasyonları, primer kolesteatom, orta kulak tümörleri, osteogenesis imperfekta ve ossiküler zincirin fibröz displazisi gibi patolojilerin ayırıcı tanısında önemli tanı ölçütlerini sunmaktadır.<sup>[10]</sup> Literatürde klinikler arası multifrekans timpanometri normal değerlerinin farklılığı,<sup>[11]</sup> Türkiye'de daha önce yapılan çalışmalarda cinsiyet farklılıklarının değerlendirilmemiş olması ve bulguların

güven aralıklarının belirlenmemiş olması,<sup>[2,10]</sup> çalışmamızın temel hareket noktasını oluşturmuştur. Yine çalışmamızda, patolojik kulaklarda referans olması için, rezonans frekansı normal değerlerini belirlemek, klinikte multifrekans timpanometrinin kullanımını artırmak hedeflenmiştir.

Uluslararası literatürle kıyaslandığında bizim çalışmamızda elde edilen sonuçların en çok Japon araştırmacı Wada ve ark.nın<sup>[12]</sup> 1989 yılında yaptıkları çalışmada elde ettikleri bulgular ile benzerlik gösterdiği görülmektedir. Diğer çalışmalar dikkate alındığında değerlerin 800 Hz ile 1100 Hz aralığında bir değer aldığı gözlemlenmektedir. Örneğin Lutman<sup>[13]</sup> 1984 yılında yaptığı çalışmasında baktığı 67 normal kulakta ortalama rezonans frekansını 871 Hz olarak bulmuştur. Russolo ve ark.<sup>[14]</sup> 1991 yılında 54 katılımcı ile yaptıkları bir çalışmada normal kulaklarda rezonans frekansı değerini 834±153.31 Hz, otosklerotik kulaklarda ise 1282±188 Hz olarak saptamıştır.<sup>[14]</sup> Bu çalışmadan beş yıl sonra Valvik ve ark.<sup>[15]</sup> yaptıkları çalışmada daha geniş bir hasta grubunu ele almışlar ve orta kulak rezonans frekansı normatif değerini 1049±261 Hz olarak belirlemişlerdir. Aynı çalışmada otosklerotik kulaklardan elde edilen ortalama rezonans frekansı değeri 1238±209 Hz, ameliyat sonrası stapedektomili kulaklardan elde edilen ortalama değer ise 692±127 Hz olarak saptanmıştır.<sup>[15]</sup> Literatürde rezonans frekansı normal değerlerinin farklılıklar göstermesi orta kulak ve dış kulak yapılarının yaşa ve kalıtsal

özelliklere göre değişkenlik göstermesi<sup>[8,9]</sup> ile açıklanmakta, dolayısıyla da farklı gruplardan farklı değerlerin elde edilmesi olası karşılanmaktadır.

Öğüt ve ark.<sup>[16]</sup> yaptıkları çalışmada, 50 normal işitmeye sahip yetişkinden elde ettiği verilerde sağ kulak ortalama rezonans frekansı değerini 956.4 Hz, sol kulak değerini ise 912.8 Hz olarak açıklamış, her iki kulaktan elde edilen verilerin ortalamasını ise 142.69'luk bir standart sapma derecesi ile 934.6 Hz olarak belirlemiştir. Ancak bu çalışmada cinsiyetin etkili olmadığı görülmüştür. Bizim çalışmamızda, sol kulak için cinsiyetler arası anlamlı bir farklılık bulunmasında orta kulak impedansının bir etkisi olabileceği gibi, toplumsal farklılıkların da etkili olabileceği düşünüldü.<sup>[7,17]</sup> Bu konuda daha geniş katılımlı çalışmalar planlanmalı, yapılacak olan çalışmalarda da bu özellik göz önünde bulundurulmalıdır.

Sonuç olarak, bu çalışmada sağlıklı yetişkinlerde bulunan orta kulak rezonans frekansı değerleri literatür ile uyumludur. Ancak, rezonans frekansı değerlerinin sağ veya sol kulak tarafı ya da cinsiyete göre farklılıklar gösterebileceği saptandı. Rezonans frekansı değerlerinin kullanılacağı orta kulak patolojilerine yönelik çalışmalarda bu özellikler dikkate alınmalıdır.

#### Çıkar çakışması beyanı

Yazarlar bu yazının hazırlanması ve yayınlanması aşamasında herhangi bir çıkar çakışması olmadığını beyan etmişlerdir.

#### Finansman

Bu çalışma, Başkent Üniversitesi Araştırma Fonunca desteklenmiştir.

#### KAYNAKLAR

- Margolis RH, Van Camp KJ, Wilson RH, Creten WL. Multifrequency tympanometry in normal ears. *Audiology* 1985;24:44-53.
- Ogüt F, Serbetcioglu B, Kirazli T, Kirkim G, Gode S. Results of multiple-frequency tympanometry measures in normal and otosclerotic middle ears. *Int J Audiol* 2008;47:615-20.
- Shahnaz N, Polka L. Standard and multifrequency tympanometry in normal and otosclerotic ears. *Ear Hear* 1997;18:326-41.
- Terkildsein K, Thomsen KA. The influence of pressure variations on the impedance of the human ear drum. A method for objective determination of the middle-ear pressure. *J Laryngol Otol* 1959;73:409-18.
- Lilly D. Measurement of acoustic impedance at the tympanic membrane. In: Lilly D, editor. *Modern developments in audiology*. 2nd ed. New York: Academic Press; 1973. p. 345-60.
- Colletti V. Tympanometry from 200 to 2000 Hz probe tone. *Audiology* 1976;15:106-19.
- Margolis RH, Saly GL, Keefe DH. Wideband reflectance tympanometry in normal adults. *J Acoust Soc Am* 1999;106:265-80.
- Margolis R, Shanks JE. Tympanometry: principles and procedures. In: Rintelmann WF, editor. *Hearing assessment*. Texas: Austin; 1991. p. 179-246.
- Shanks J, Shelton C. Basic principles and clinical applications of tympanometry. *Otolaryngol Clin North Am* 1991;24:299-328.
- Shahnaz N, Davies D. Standard and multifrequency tympanometric norms for Caucasian and Chinese young adults. *Ear Hear* 2006;27:75-90.
- Tahincioğlu Z. Orta kulak patolojilerinde multifrekans tympanometri bulguları. [Uzmanlık Tezi], Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ankara; 2003.
- Wada H, Kobayashi T, Suetake M, Tachizaki H. Dynamic behavior of the middle ear based on sweep frequency tympanometry. *Audiology* 1989;28:127-34.
- Lutman ME. Phasor admittance measurements of the middle ear. I. Theoretical approach. *Scand Audiol* 1984;13:253-64.
- Russolo M, Bianchi M, Miani C. La timpanometria multifrequenziale nella diagnosi di otosclerosi fenestrata. *Audiol Ital* 1991;8:87-94.
- Valvik BR, Johnsen M, Laukli E. Multifrequency tympanometry. Preliminary experiences with a commercially available middle-ear analyzer. *Audiology* 1994;33:245-53.
- Öğüt F. Multifrekansiyel timpanometri ölçümlerinin otosklerotik ve normal kulaklarda karşılaştırılmasıdır. [Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi], Dokuz Eylül Üniversitesi Tıp Fakültesi Kulak Burun Boğaz Anabilim Dalı, İzmir; 2006.
- Margolis RH, Goycoolea HG. Multifrequency tympanometry in normal adults. *Ear Hear* 1993;14:408-13.