

## Orkestra Sanatçılarında Afferent Ve Efferent İşitme Sisteminin Değerlendirilmesi

Sermin Kumdakçı<sup>1</sup>, Fulya Özer<sup>2</sup>, Seyra Erbek<sup>3</sup>, Levent Naci Özlüoğlu<sup>4</sup>

**Gönderim Tarihi:** 18 Eylül 2020    **Kabul Tarihi:** 22 Şubat 2021    **Erken Görünüm Tarihi:** 29 Mart 2021  
**Basım Tarihi:** 30 Nisan 2021

### Öz

**Amaç:** Orkestra sanatçılarında afferent işitme sistemini saf ses odyometri, yüksek frekans odyometri, geçici uyarılmış otoakustik emisyon ile; efferent işitme sistemini ise medial olivokoklear kompleks supresyon testi ile incelemektir. **Gereç ve Yöntem:** Aynı orkestrada çalan en az 5 yıl deneyimi olan 30 sanatçı ve kontrol grubu olarak müzik icra etmeyen 30 gönüllü alınmıştır. Saf Ses Odyometri (SSO) ve yüksek frekans odyometri ile işitme eşikleri değerlendirilmiştir. Transient uyarılmış otoakustik emisyon (TEOAE) testiyle ilk olarak kontralateral akustik stimülasyon (KAS) verilmeden önce ölçümler alınmış, daha sonra 70 dB dar band gürültü ile KAS verilerek aynı anda TEOAE testiyle medial olivokoklear kompleks refleksi (MOCR) ölçülmüştür. Ortalama prova süreleri günlük 4 saat; ortam gürültüsüne maruz kalma süreleri haftada 20-35 saat arasında değişmektedir. **Bulgular:** SSO eşiklerine göre; orkestra çalışanlarında 16 kHz'de özellikle sol kulakta anlamlı bir eşik yükselmesi tespit edilmiştir (orkestra grubu 42,17 dB; kontrol grubu 31,83 dB). TEOAE amplitüdüleri, orkestra sanatçılarında tüm frekanslarda anlamlı derecede azdır ( $p<0.001$ ). Orkestra sanatçılarında kontralateral akustik stimülasyon verildiğinde; 1, 2,4 ve 8 kHz frekanslarında anlamlı olarak TEOAE emisyon değerlerinde belirgin bir azalma tespit edilmiştir ( $p<0,05$ ). Orkestra sanatçılarında prova süresi arttıkça TEOAE değerlerinde azalma gözlenirken; kontralateral supresyon değerlerinde anlamlı bir farklılık olmamıştır. **Sonuç:** Orkestrada çalan sanatçıların işitme sistemi değerlendirilmesinde, saf ses odyometri tek başına yeterli değildir. İşitme takibinde yüksek frekans odyometri ve otoakustik emisyonun beraber kullanımının gerekli olduğu bu çalışmada vurgulanmaktadır. Orkestra sanatçılarında medial olivary kompleks refleksi aktivitesinin değerlendirilmesi önemli olmakla beraber müzisyenlerin işitme takibinde medial olivary kompleks refleksi aktivitesinin tek başına kullanımı ile ilgili prospektif uzun dönem çalışmalara ihtiyaç vardır.

**Anahtar Kelimeler:** Orkestra, müzisyen, geçici uyarılmış otoakustik emisyon (TEOAE), kontralateral supresyon, medial superior olivary kompleks, yüksek frekans odyometri

<sup>1</sup>**Sermin Kumdakçı.** Başkent Üniversitesi Tıp Fakültesi Kulak Burun Boğaz ve Baş Boyun Cerrahisi Anabilim Dalı Ankara/Türkiye, e-posta:ksermin@gmail.com, ORCID:0000-0002-5641-8882

<sup>2</sup>**Fulya Özer (Sorumlu Yazar).** Başkent Üniversitesi Tıp Fakültesi Kulak Burun Boğaz ve Baş Boyun Cerrahisi Anabilim Dalı Ankara/Türkiye, e-posta:fdeveci06@hotmail.com, ORCID:0000-0001-5381-6861

<sup>3</sup>**Seyra Erbek.** Başkent Üniversitesi Tıp Fakültesi Kulak Burun Boğaz ve Baş Boyun Cerrahisi Anabilim Dalı Ankara/Türkiye, e-posta:seyraerbek@yahoo.com, ORCID:0000-0002-8453-6069

<sup>4</sup>**Levent Naci Özlüoğlu.** Başkent Üniversitesi Tıp Fakültesi Kulak Burun Boğaz ve Baş Boyun Cerrahisi Anabilim Dalı Ankara/Türkiye, e-posta:lnozlu@yahoo.com, ORCID:0000-0002-2150-0237

## **Evaluation Of Afferent And Efferent Auditory System In Orchestra Musicians**

Sermin Kumdakci<sup>1</sup>, Fulya Özer<sup>2</sup>, Seyra Erbek<sup>3</sup>, Levent Naci Özlüoğlu<sup>4</sup>

**Sub. Date:** 18 September 2020    **Acceptance Date:** 22 February 2021    **Early View Date:** : 29 March 2021  
**Pub.Date:** 30 April 2021

### **Abstract**

**Objectives:** To evaluate afferent hearing system of musicians with pure sound audiometry, high frequency audiometry, transient-evoked otoacoustic emission and to examine the efferent hearing system with medial olivocochlear complex suppression. **Materials and Methods:** A total of 60 people, including 30 orchestra artists and 30 control groups, were included in this study. Hearing thresholds were evaluated with Pure Tone Audiometry. TEOAE test was first measured, then contralateral acoustic stimulation (CAS) with 70 dB narrow band noise was given and measured simultaneously with TEOAE test. The average rehearsal time is 4 hours per day and varies between 20-35 hours per week. **Results:** A significant threshold increase in the left ear was detected at orchestral staff at 16 kHz (orchestra group 42.17 dB; control group 31.83 dB). TEOAE amplitudes were significantly lower at all frequencies in orchestra ( $p < 0.001$ ). When CAS was given in the group of orchestral artists; A significant decrease in TEOAE emission values was detected at frequencies of 1, 2,4 and 8 kHz ( $p < 0.05$ ). While the rehearsal time has been increased, TEOAE values have been decreased. There was no significant correlation between rehearsal duration and contralateral suppression values. **Conclusion:** In the evaluation of the hearing system of the musicians playing in the orchestra, pure tone audiometry alone is not enough and high-frequency audiometry and TEOAE is mandatory. Although it is important to evaluate medial olivary complex reflex activity in musicians, prospective long-term studies are required for the use of medial olivary complex reflex activity alone in the follow-up of hearing in musicians.

**Keywords:** *Orchestra, musician, transient evoked autoacoustic emission (TEOAE), contralateral suppression, medial superior olivary complex, high frequency audiometry*

<sup>1</sup>**Sermin Kumdakci.** Başkent University Faculty of Medicine Ear, Nose, Throat, head and Neck Surgery Department Ankara/Turkey, e-mail:ksermin@gmail.com, ORCID:0000-0002-5641-8882

<sup>2</sup>**Fulya Özer (Corresponding Author).**Başkent University Faculty of Medicine Ear, Nose, Throat, head and Neck Surgery Department Ankara/Turkey, e-mail:fdeveci06@hotmail.com, ORCID:0000-0001-5381-6861

<sup>3</sup>**Seyra Erbek.** Başkent University Faculty of Medicine Ear, Nose, Throat, head and Neck Surgery Department Ankara/Turkey, e-mail:seyraerbek@yahoo.com, ORCID:0000-0002-8453-6069

<sup>4</sup>**Levent Naci Özlüoğlu.** Başkent University Faculty of Medicine Ear, Nose, Throat, head and Neck Surgery Department Ankara/Turkey, e-mail:lnozlu@yahoo.com, ORCID:0000-0002-2150-0237

## Giriş

Grant Rasmussen'in (1946) olivokoklear sistemi keşfetmesi ile efferent sistem üzerine daha ayrıntılı çalışmalar yapılmış ve sistem hakkında daha fazla bilgi edinilmiştir. Efferent işitsel sistem, korteksten kokleaya doğru uzanan bir sistemdir. Korteksten başlar, medial genikulat cisim ve inferior kollikulusa, buradan da superior olivary kompleksdeki nukleuslara ulaşır (Guinan 2018b).

Olivokoklear efferentler, beyin sapından koklear refleks arkının uyarımına izin veren, kokleayı kontrol eden ve merkezi sinir sisteminin işitmeyi en periferik nöral düzeyde kontrol etmesini sağlayan yapıdır (Cuiman 2010). Korteksten gelen elektriksel uyarım, alt işitsel sistemlerde eksitasyon ya da inhibisyona yol açar (Guinan 2018b, Cuiman 2010). Bu sayede dış saçlı hücreler hiperpolarize olurken baziler membran hareketi azalır. Böylece özellikle medial olivokoklear efferent lifleri, koklear amplifikasyon kazancını azaltarak koklede meydana gelen tepkileri inhibe eder ve her frekansta kazancı kontrol edebilir (He, Jia, Dallos 2003). Bu sayede kulağın akustik travmalardan korunması, gürültüde konuşmanın anlaşılabilirliği sağlanır (Guinan 2006a, Cooper Guinan 2003). MOC lifleri bu koruyucu görevini, iç kulağın yüksek şiddetteki seslerden korunmasından ziyade, biyolojik olarak var olan akustik sinyali, konu içindeki arka plan gürültüsünden ayırıştırarak yapmaktadır (Christopher ve Smith 2003). Ayrıca efferent sistem, sese adaptasyon ve frekans seçiciliğinin desteklenmesi, sesin lokalizasyonu gibi önemli görevleri de vardır (Cuiman 2010).

Dış tüy hücrelerinin kontraktilitesi ve dolayısıyla hiperpolarizasyonu MOC sistem tarafından düzenlenirken; dış tüy hücrelerindeki bu kontraktilitenin ürettiği ses, otoakustik emisyon (OAE) olarak adlandırılır (You, Kong, Han 2020). OAE, efferent sistemin etkisi altındadır ve olivokoklear aktivasyonla azalır veya yok olur. Kontralateral akustik stimülasyon öncesi ve sonrası bakılan ipsilateral OAE, klinikte MOC refleks aktivitesi olarak adlandırılır (Guinan 2006a).

Özellikle orkestra ortamında müzik yapanların, sesleri arka plan gürültüsünden ayırıştırarak frekans seçiciliği, işitsel dikkat ve işitsel hafıza gibi pek çok beceriyi kazanmış olmaları beklenir (Perrot, Micheyl, Khalfa, Collet 1999). Bu becerinin temelinde efferent işitsel sistemin etkili olduğunu gösteren yayınlar olmakla beraber; sonuçlar değişkendir (Hoydal, Lein Stormer, Laukli, Stenkley 2017, Kumar Grover Publius Sanju Sinha 2016, Bulut Öztürk Taş Türkmen Gülmez Öztürk 2019). MOC refleks aktivitesinin ve dolayısıyla kontralateral akustik stimülasyonun müzisyenlerde daha belirgin olduğu genellikle savunulmaktadır (Kumar ve diğerleri 2016, Bulut ve diğerleri 2019).

Ortalama 85 dB gürültüye sürekli maruz kalmak, pek çok kişide yavaş yavaş gelişen işitme kaybına neden olurken daha yüksek şiddetteki gürültü bu hasarın gelişiminin hızlanmasına neden olur (Somma, Pietroiustit, Magrini, Coppeta, Ancona, Gardi 2008). Otoakustik emisyon ve yüksek frekans odyometri (*High frequency audiometry*, HFA), odyogramda herhangi bir sorun tespit edilmeden önce gürültüye bağlı koklear disfonksiyonun erken saptanmasını sağlayabilir (Zadeh, Silbert, Sternasty, Swanepoel, Hunter, Moore 2019). HFA, koklear rezervin değerlendirilmesinde standart odyometriden daha duyarlıdır ve işitsel patolojinin erken saptanmasını sağlar (Somma ve diğerleri 2008). OAE, klinisyene periferik işitme sisteminin sesi işleme yeteneği hakkında objektif bilgi sağlayan bir araçtır ve varlığı prenöral koklear reseptör mekanizmasının sese normal olarak yanıt verdiğini gösterir (Sisto, Cerini, Sanjust, Carbonari, Gherardi, Gordiani 2020). Avusturya Opera ve Bale Orkestrası ile yapılan bir çalışmada Murray, Lepage ve Mikl (1998) haftada 37 saat çalışan orkestra üyelerinde saf ses odyometride işitme kaybı düzeyinde bir değişiklik görememişler ancak DPOAE’da ise anlamlı olarak amplitüdlerde düşme kaydetmişlerdir.

Bu çalışmanın amacı; orkestra sanatçılarında hem afferent işitme sistemini saf ses odyometri, yüksek frekans odyometri, geçici uyarılmış otoakustik emisyon (TEOAE) ile değerlendirmek; hem de efferent işitme sistemini medial olivokoklear kompleks refleks aktivitesi ile incelemek ve müzisyen olmayan, sürekli veya ani şekilde yüksek seviyede gürültü maruziyeti olmayan bireylerle karşılaştırmalı olarak değerlendirmektir.

## **Gereç ve Yöntem**

### **Çalışmanın deseni ve örnekleme**

Bu çalışma Başkent Üniversitesi Tıp ve Sağlık Bilimleri Araştırma Kurulu ve Etik Kurulu tarafından onaylanmış (Proje no: KA 16/138) ve Başkent Üniversitesi Araştırma Fonunca desteklenmiştir. Çalışmaya katılım gönüllülük esasına dayanmış olup; katılımcıların tamamından “Bilimsel Araştırmalar İçin Bilgilendirilmiş Gönüllü Olur Formu” alınmıştır. Çalışma boyunca Helsinki Deklerasyonu 2008 prensiplerine uygun davranılmıştır.

Prospektif vaka-kontrol çalışması olarak tasarlanmış bu çalışmada; çalışma grubu, Hacettepe Senfoni Orkestrasında enstrüman çalan 25-50 yaş arasında 30 müzisyen; kontrol grubu ise Kulak Burun Boğaz Anabilim Dalı’na kronik farenjit şikayetleri nedeniyle başvuran aynı yaş grubunda, işitmesi normal, müzisyen olmayan ve sürekli veya ani gürültüye maruz kalmamış 30 sağlıklı bireyden oluşmaktadır.

### **Çalışma grubunun çalışmaya alınma kriterleri**

Hacettepe senfoni orkestrasında en az 5 yıldır enstrüman çalışıyor olması, 25-50 yaş aralığında olması, herhangi bir kulak burun boğaz patolojisinin bulunmaması ve muayenesinin normal olması, elektroakustik immitansmetri sonucunda Tip A timpanogram elde edilmiş olması ve daha önce herhangi bir kulak ameliyatı geçirmemiş olmasıdır.

Çalışma grubunu oluşturan orkestra sanatçıları, ortalama 16 yıl (minimum 5- maksimum 27 yıl) enstrüman çalma deneyimine sahip sanatçılardan oluşmaktadır. Sanatçılar günde ortalama 4 saat olmak üzere haftada en az 20 saat genel prova yapmaktadırlar. Ayda ortalama 3 kez (2-5) konser vermektedirler. Bu şekilde haftalık genel prova şeklinde çalışma saatleri ortalama 28 saat (20-35 saat) arasında değişmektedir.

### **Kontrol grubunun çalışmaya alınma kriterleri**

Profesyonel veya amatör olarak bir müzik aleti çalışıyor olmaması, sürekli veya ani gürültüye maruz kalmamış olmaması, 25-50 yaş aralığında olması, herhangi bir kulak burun boğaz patolojisinin bulunmaması ve muayenesinin normal olması, elektroakustik immitansmetri testinde Tip A timpanogram elde edilmesidir.

Kronik otit ve/veya dış kulak yolu patolojileri gibi çeşitli kulak problemleri olanlar, daha önceden işitme kaybı tanısı olan katılımcılar ile östaki tüp disfonksiyonuna yol açabilecek profesyonel dalma, uçma gibi hobileri olanlar çalışma dışı bırakılmıştır. Ayrıca yaşın işitme üzerine olası etkileri düşünülerek 50 yaş üzeri katılımcılar çalışmaya dahil edilmemiştir.

### **Odyolojik Değerlendirme**

Saf ses odyometri testi (*Interacoustics AC-40, Interacoustics A/S, Denmark*) ile Industrial Acoustic Company (IAC) standardındaki sessiz kabinlerde yapılmıştır. Hava yolu işitme düzeyleri 250 - 8000 Hz arasındaki frekanslarda TDH-39 Telephonic HB-7 kulaklık kullanılarak; 10000, 12000, 14000 ve 16000 Hz arasındaki frekanslardaki işitme eşikleri ise MX 41 kulaklık kullanılarak saptanmıştır. Kemik yolu işitme eşikleri 250-6000 Hz arasındaki frekanslarda Radioear B-71 kemik vibratörü kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

Elektroakustik immitansmetri (*GSI Tymptar Version 2, Grason Stadler Inc., MN, USA*) ile 226 Hz'de 85dB SPL şiddetinde uyarın verilerek timpanogram elde edilmiş ve dış kulak yolu hacmi, timpanometrik tepe basıncı, komplians ve gradyan değerleri elde edilmiştir. Stapes refleksi için 500 Hz, 1000 Hz ve 2000 Hz için saptanan akustik refleks eşiği değerlerinin ortalamaları alınmıştır. Bilateral ipsilateral ve kontralateral "refleks alınıyor" şeklinde değerlendirilmiştir.

Geçici Uyarılmış Otoakustik Emisyon (TEOAE) (*Otodynamics ILOV6 software, UK*) ile ölçümler sessiz bir kabinde yapılmıştır. TEOAE (1000-4000 Hz) ölçümü sırasında, uyaran şiddeti  $80 \pm 3$  dB peSPL ve ortaya çıkan geçici uyarıların ortalaması 260 olarak ayarlanmıştır. Tekrarlanabilirlik % 50-60 veya daha fazla ise ve sinyal / gürültü oranı en az üç frekansta 3 dB'nin üzerinde ise sonuçlar "yanıt var" olarak kabul edilmiştir.

Medial Olivary Kompleks aktivitesini ölçmek için; otoakustik emisyon yanıtı aldıktan sonra prob kulaktan çıkarılmadan kontralateral kulaktan Interacoustics-Clinical Audiometer AC33 cihazı ile 70 dB dar band gürültü verilirken aynı ölçüm tekrarlanarak sonuçlar kontralateral supresyon olup olmadığını değerlendirebilmek amacıyla kaydedilmiştir. Efferent sistemin uyarılmasının sonrasında emisyon amplitüdlerinde en az 1 dB SPL azalma supresyon olarak kabul edilmiştir. Değişiklik varsa "supresyon var"; değişiklik yoksa "supresyon yok" şeklinde yorumlanmıştır.

### **İstatistiksel analiz**

SPSS (Statistical program for social sciences) 17.0 programı kullanılmış, sayısal verilerin normal dağılımı Kolmogorov-Smirnov test ile incelenmiştir. Saf ses ortalamalar ve TEOAE amplitüdlerinin dağılımı normal dağılıma uyduğu için gruplar arası ortalamaların karşılaştırılması "Student t testi" ile yapılmıştır. Kontralateral akustik stimülasyon öncesi ve situmulus sırasında kaydedilen TEOAE değerlerinin gruplar içinde karşılaştırılmasında "paired t test" kullanılmıştır. Çalışma grubunda sanatçılar, haftalık prova süresine göre gruplandırılmış ve TEOAE değerleri normal dağılmadığı için non-parametrik bir test olan Kruskal-Wallis Test ile karşılaştırılmıştır. Ayrıca prova süresi ile emisyon sonuçları arasındaki korelasyon, Pearson korelasyon ile bakılmıştır. p değerinin  $<0,05$  olması, istatistiksel olarak anlamlı kabul edilmiştir.

### **Bulgular**

Çalışmaya alınan katılımcılardan çalışma grubunda yer alanların yaş ortalaması 36,83 ( $\pm 6,307$ ); kontrol grubunda olanların yaş ortalaması ise 35,83 ( $\pm 6,899$ ) olup aralarında istatistiksel fark yoktur ( $p=0.56$ ). Profesyonel deneyimleri sorgulandığında; orkestra sanatçılarının ortalama 16 yıl (en az 5- en fazla 27 yıl) mesleki deneyimleri olduğu öğrenilmiştir. Tüm katılımcıların yapılan timpanogramında Tip A timpanogram elde edilmiş olup, orta kulak basınçları normal sınırlar içerisinde gözlenmiştir ( $\pm 50$  daPa). Her iki grupta da bilateral akustik refleksi ipsilateral ve kontralatetral olarak elde edilmiştir.

Çalışma grubundaki katılımcılarda 60 kulak, kontrol grubundaki katılımcılarda 60 kulak olmak üzere toplam 120 kulak, 250 Hz-16000 Hz frekansları arasında saf ses işitme

eşikleri açısından değerlendirilmiş ve sonuçlar Tablo 1’de verilmiştir. 10000 Hz’den itibaren çalışma grubunda işitme eşiklerinin kontrol grubuna göre daha yüksek olduğu gözlenmiş ve özellikle sol kulakta 16000 Hz’de istatistiksel bir fark oluşturduğu tespit edilmiştir (p=0.044) (Tablo 1).

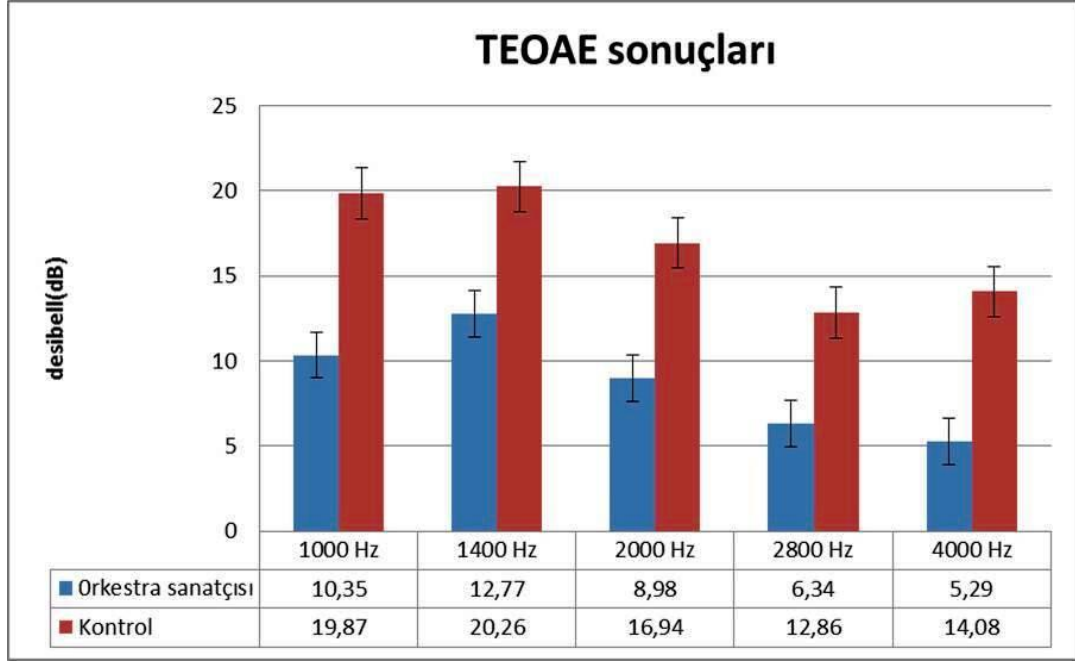
**Tablo 1:** Gruplar arası sağ ve sol kulak 250Hz-16000 Hz saf ses işitme eşik ortalamalarının karşılaştırılması (OS: Orkestra sanatçısı)

	O.S. Sağ* (dB)	Kontrol Sağ* (dB)	P değeri **	O.S. Sol* (dB)	Kontrol Sol* (dB)	P değeri **
<b>250Hz</b>	5,17 ± 5,16	5,50 ± 5,46	0,809	2,17 ± 7,95	5,33 ± 5,40	0,076
<b>500Hz</b>	3,67 ± 5,86	4,00 ± 3,80	0,795	1,67 ± 8,02	4,00 ± 4,02	0,16
<b>1000Hz</b>	4,67 ± 5,07	5,67 ± 4,30	0,414	1,83 ± 5,79	4,33 ± 4,09	0,59
<b>2000Hz</b>	3,83 ± 7,27	7,17 ± 5,20	<b>0,0046</b>	4,50 ± 9,13	5,50 ± 4,22	0,588
<b>4000Hz</b>	5,33 ± 12,03	5,67 ± 7,84	0,899	6,83 ± 11,85	5,33 ± 7,18	0,556
<b>6000Hz</b>	4,67 ± 9,73	7,17 ± 8,97	0,305	9,50 ± 12,34	7,17 ± 9,53	0,416
<b>8000Hz</b>	4,67 ± 7,42	8,33 ± 11,32	0,143	7,33 ± 11,94	7,50 ± 10,40	0,954
<b>10000Hz</b>	16,00 ± 14,94	13,17 ± 15,90	0,43	15,83 ± 14,65	10,00 ± 13,60	0,82
<b>12000Hz</b>	21,00 ± 19,22	15,50 ± 15,33	0,226	21,17 ± 19,72	13,67 ± 13,32	0,09
<b>14000Hz</b>	30,67 ± 24,45	22,33 ± 18,51	0,554	30,00 ± 23,85	23,00 ± 16,79	0,194
<b>16000Hz</b>	40,67 ± 25,52	34,00 ± 18,30	0,25	42,17 ± 21,03	31,83 ± 17,78	<b>0,044</b>

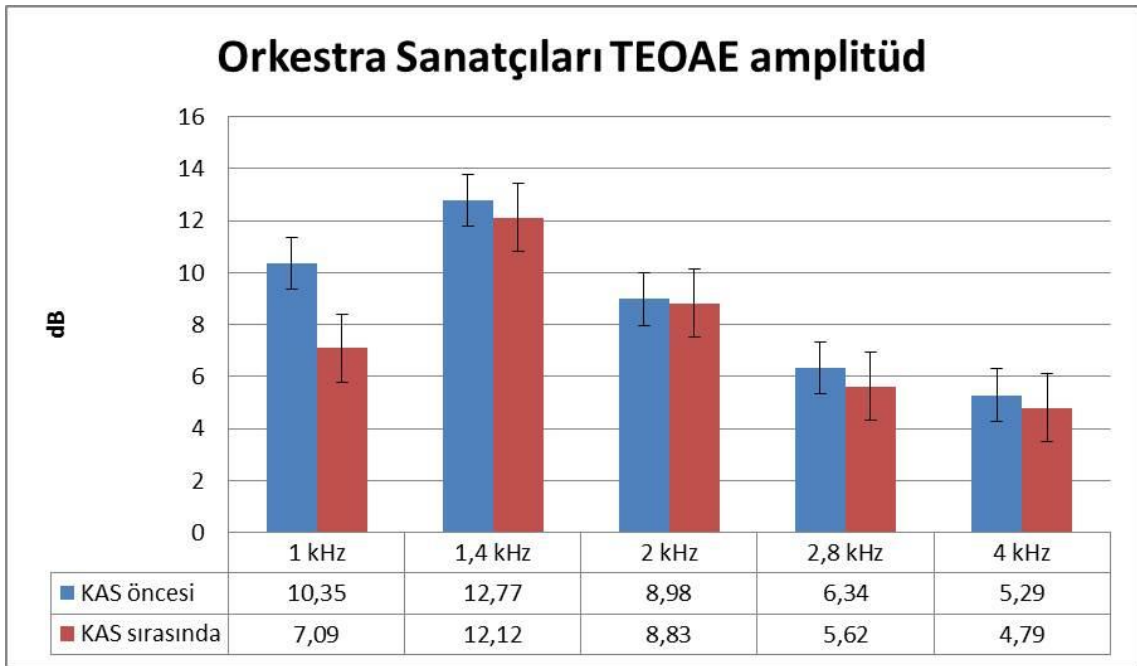
\* Değerler “ortalama ± standart sapma” olarak verilmiştir. \*\* Student *t* testi

Çalışma ve kontrol grubunun TEOAE sonuçları karşılaştırıldığında; orkestra sanatçılarından alınan emisyon yanıtları kontrol grubuna göre tüm frekanslarda anlamlı derecede azdır (p<0,001). Sonuçlar, Şekil 1’de verilmiştir.

Çalışma grubunda, yüksek sesin medial olivokoklear efferent sistem aktivitesi üzerine olan etkilerini araştırmak amacıyla, kontralateral akustik uyarın verilmeden ve uyarın verilirken yapılan TEOAE ölçümleri sonuçları karşılaştırılmıştır. Kontralateral akustik uyarın verilirken yapılan emisyon amplitüdlerinde 1000 Hz, 2800 Hz ve 4000 Hz frekanslarında istatistiksel olarak anlamlı bir azalma tespit edilmiştir (p<0,05). 1400 Hz ve 2000 Hz frekanslarında elde edilen supresyon öncesi ve sonrası emisyon değerleri arasında anlamlı bir fark elde edilmemiştir (Şekil 2).



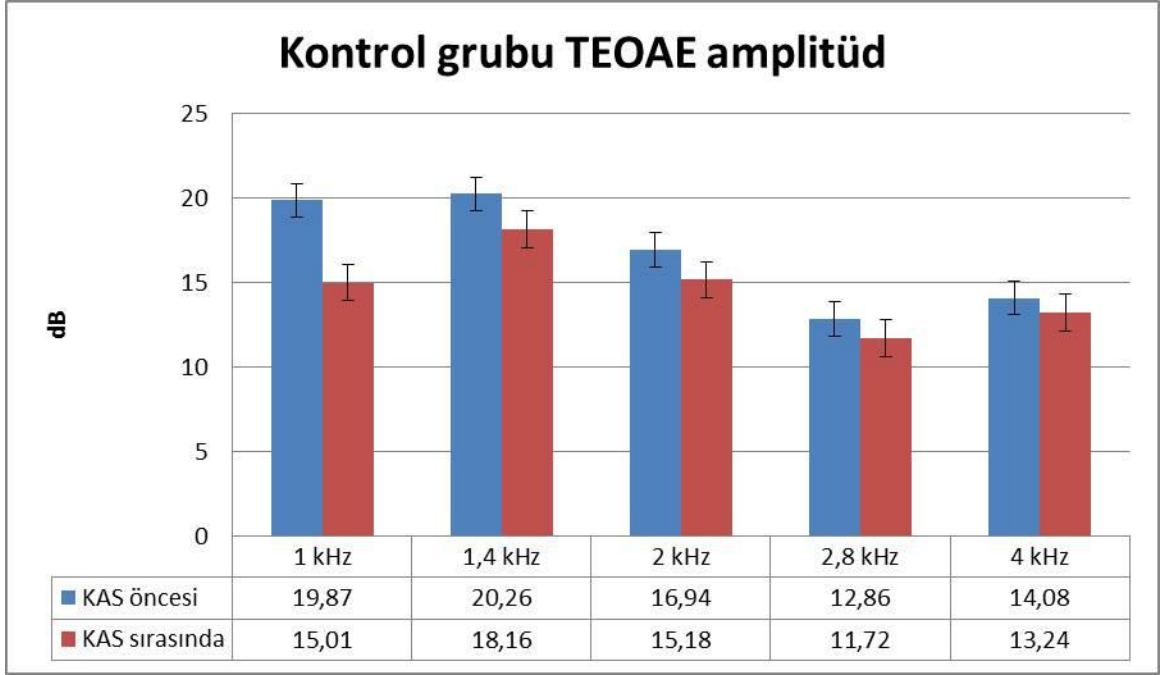
Şekil 1: Orkestra sanatçıların ve kontrol grubunun TEOAE sonuçlarının karşılaştırılması (Student t testi,  $p < 0,001$ ).



Şekil 2: Orkestra sanatçıları için kontralateral akustik stimülasyon öncesi ve kontralateral akustik stimülasyon sırasında TEOAE değerleri (dB) (Paired Samples t test)

Kontrol grubunda medial olivokoklear efferent sistem aktivitesini değerlendirmek amacıyla kontralateral akustik uyarın verilmeden ve uyarın verilirken yapılan TEOAE ölçüm sonuçları karşılaştırıldığında, 4000 Hz frekansı hariç tüm frekanslarda emisyon değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı düşüş saptanmıştır ( $p < 0,05$ ) (Şekil 3).





**Şekil 3:** Kontrol grubu için kontralateral akustik stimülasyon öncesi ve kontralateral akustik stimülasyon sırasında TEOAE değerleri (dB) (Paired Samples t test)

Her iki gruptaki kontralateral supresyon seviyeleri (dB) karşılaştırıldığında (Tablo 2), orkestra sanatçıları ve kontrol grubunda 1000 Hz ve 2000 Hz frekanslarındaki düşüşte anlamlı bir farklılık saptanmıştır ( $p<0,05$ ). Orkestra sanatçıları kontrol grubuna göre 1000 Hz ve 2000 Hz frekanslarında daha fazla kontralateral supresyon olduğu görülmüştür. Diğer frekanslarda anlamlı bir fark elde edilmemiştir.

Çalışma grubunda sanatçılar, haftalık prova süresine göre gruplandırılmış ve TEOAE değerleri karşılaştırılmıştır (Tablo 3). Prova süresi arttıkça emisyon değerlerinde düşüş olduğu saptanmıştır ( $p=0.001$ ); ancak kontralateral supresyon değerlerinde anlamlı bir farklılık gözlenmemiştir ( $p>0.05$ ). Prova süresi ile TEOAE değerleri arasında anlamlı bir negatif korelasyon varken; kontralateral supresyon değerleri ile arasında anlamlı bir korelasyon saptanamamıştır (Tablo 4).

**Tablo 2:** Gruplar arası kontralateral supresyon seviyesinin (dB) karşılaştırılması.

Frekans	Orkestra Sanatçısı	Kontrol	P değeri*
1000 Hz	3,13 ± 4,05	4,85 ± 4,26	<b>0,026</b>
1400 Hz	0,65 ± 8,89	2,10 ± 3,99	0,252
2000 Hz	0,11 ± 3,67	1,76 ± 4,43	<b>0,031</b>
2800 Hz	0,72 ± 2,38	1,13 ± 3,22	0,426
4000 Hz	0,49 ± 1,69	0,84 ± 3,35	0,481

\* Student t testi

**Tablo 3:** Prova süresi ile TEOAE ve Kontralateral Supresyon değerlerinde değişim.

Prova süresi	20-25 saat	25-30 saat	>30 saat
<b>TEOAE (dB)</b>			
1 kHz	10,35	8,95	5,40
2 kHz	8,98	4,69	2,29
4 kHz	5,29	2,19	1,02
<b>p</b>	0.001*		
<b>Kontralateral supresyon (dB)</b>			
1 kHz	7,09	5,95	4,13
2 kHz	8,83	3,29	1,95
4 kHz	4,69	1,69	0,98
<b>p</b>	0,072		

\*Kruskal-Wallis Test

**Tablo 4:** Prova süresi ile TEOAE ve Kontralateral Supresyon değerleri arasındaki korelasyon.

		1000 Hz	1400 Hz	2000 Hz	2800 Hz	4000 Hz	NR:
<b>SNR</b>	r*	-0,333	-0,311	-0,314	-0,274	-0,446	Signal
	p	<b>0,009</b>	<b>0,016</b>	<b>0,016</b>	<b>0,034</b>	<b>0,001</b>	/Noise
<b>Supresyon</b>	r*	-0,159	-0,053	-0,201	-0,234	-0,145	Ratio. *r
	p	0,228	0,687	0,129	0,072	0,271	değeri:

korelasyon katsayısı

## **Tartışma ve Sonuç**

Orkestra sanatçılarının afferent ve efferent işitme sisteminin değerlendirildiği bu çalışmada; kontrol grubuna kıyasla saf ses odyometride 10 kHz üzeri yüksek frekanslarda eşiklerin arttığı ve özellikle 16 kHz’de istatistiksel olarak anlamlı bir eşik yükselmesi görülmüş, 8 kHz ve altı frekanslarda bir farklılık elde edilmemiştir. TEOAE bulgularının analizinde ise orkestra sanatçılarının değerlerinde belirgin düşüş gözlenmiştir. Efferent sistemi değerlendiren medial olivokoklear kompleks refleksine bakıldığında ise sanatçıların 1, 2,4,8 kHz frekanslarındaki emisyon değerlerinde kontralateral stimülasyon ile anlamlı düşüş elde edilmiştir. Kontralateral supresyon düzeyinin ve dolayısıyla MOC refleks aktivitesinin, orkestra sanatçılarında tüm frekanslarda daha az şiddetle elde edildiği görülmüştür.

Müziğe ve sese karşı duyarlılık geliştirmiş, iyi eğitilmiş kulaklar, yüksek motivasyon ve saf sesleri yakalamada yatkınlık gibi beceriler geliştirmektedir (Dowling ve Harwood 1986). Nitekim Karlsson, Lundquist ve Olaussen (1983) çalışmalarında, müzik gibi “istenen sesler, endüstriyel gürültü gibi istenmeyen seslerden daha az zarar vericidir” sonucuna ulaşmışlardır. Bizim çalışmamızdaki çalışma grubunda 8 kHz ve altı eşiklerde işitmenin henüz etkilenmemesi, kanıtsal daha ileri çalışmalar gerektirse de bu çalışmaların sonucu ile örtüşmektedir. Ancak çalışma grubumuzda anlamlı fark olmasa da 10 kHz ve üzerinde eşik yükselmesinin olması, özellikle müzik alanında işitmenin yüksek frekans odyometri ile de takibinin gerekli olduğunu göstermektedir.

Literatürde orkestra sanatçılarının işitme takibinin saf ses odyometri ile değil otoakustik emisyonla takibini öneren çalışmalar vardır (Murray ve diğerleri 1998, Jansen Helleman ve Dreschler 2009). Bu çalışmalarda saf ses ortalamalarından daha erken dönemde distortion product otoakustik emisyon (DPOAE) sonuçlarının etkilendiği gösterilmiş ve saf ses odyometriden ziyade DPOAE ile takiplerin yapılmasının daha doğru olacağı iddia edilmiştir. Biz çalışmamızda DPOAE testi uygulamadık. Ancak, yüksek frekans odyometride ve TEOAE testlerinde, 8 kHz altı saf ses ortalamalarına göre erken etkilenmeyi göstermiş olmamız, orkestra sanatçılarında işitme takibinde diğer çalışmalardaki gibi otoakustik emisyonun kullanılmasının gerekli olduğunu bize göstermiştir. Aynı zamanda çalışmamız, OAE ile yüksek frekans odyometrinin beraber kullanımının çok daha sağlıklı bir takip olacağını da teyit etmektedir.

Yüksek sesin işitme sistemine olan etkisinin değerlendirilmesinde son zamanlarda medial olivokoklear refleks kullanılmaya başlamıştır. Kumar ve diğerleri (2016), rock müzisyenleri ile yaptıkları çalışmada, rock müzisyenlerinin otoakustik emisyon değerlerinde

kontrol grubuna göre kontralateral akustik uyararla daha iyi supresyon gösterdiğini yani medial olivokoklear refleks aktivitesinin sanatçılarda daha belirgin olduğunu tespit etmişlerdir. Bulut ve diğerleri (2019), aynı şekilde Balkan senfoni orkestrasında çalan 26 sanatçıda kontrol grubuna göre kontralateral akustik uyararla tüm frekanslarda daha güçlü bir supresyon elde etmişlerdir. Her iki çalışmada da yazarlar, bu artmış supresyonun müzisyenlerde gelişmiş müzik algısı ile ilişkili olabileceğini ve bu kişilerde işitmenin daha iyi korunduğunu gösterebileceğini iddia etmişlerdir. Bulut ve diğerleri (2019) MOC refleks testinin müzisyenlerde işitmede olan değişiklikleri tespit etmede önemini çalışmalarında vurgulamışlardır. Bizim çalışmamızda orkestra sanatçılarının emisyon değerlerinde kontralateral akustik uyararla 1,2 ve 4 kHz dışındaki tüm frekanslarda anlamlı düşüş elde edilmiştir. Bu anlamda çalışmamız, MOC refleks aktivitesinin sanatçılarda müzikal algı için güçlü olması gerektiği ile ilgili diğer yayınların iddialarını desteklemektedir. Ancak çalışmamızda Bulut ve diğerlerinden (2019) farklı olarak 10-16 kHz arası yüksek frekans odyometri ile de sanatçıların test edildiği, istatistiksel olarak anlamlı olmasa bile işitmenin özellikle yüksek frekanslarda etkilendiği gösterilmiştir. Bu durumda MOC refleks aktivitesinin güçlü olarak alınması, işitmenin daha fazla korunduğunu göstermemektedir. Özellikle orkestra gibi ortamda yüksek ses varlığında performans sergileyen müzisyenlerde, işitmenin otoakustik emisyon ile beraber kontraletral supresyon MOC refleks aktivitesi ile takip edilmesini öneren bu çalışmalara ek olarak, çalışmamız yüksek frekans odyometri ile de işitme takibinin gerekliliğini vurgulamaktadır.

Otsuka ve diğerleri (2016), keman sanatçıları ile yaptıkları çalışmada, ipsilateral supresyon ile işitme kaybı riskinin bağlantısı olduğu, kontralateral supresyon bulgularının yüksek sese bağlı işitme kaybının tahmin edilmesinde bir etkisinin olmadığı yönünde bulgulara ulaşmışlardır. Biyolojik faktörler gibi, müzik eğitimi sırasında aktif çalışma durumu ve sese maruz kalma süresindeki farklılıklar, kişilerin kontralateral supresyonda bireysel farklılıklar göstermelerine sebep olabileceğini düşünmüşlerdir (Otsuka ve diğerleri 2016). Ne yazık ki, çalışma grubumuzdaki katılımcı azlığı nedeniyle enstrümana göre gruplandırma yapamadığımız için Otsuka ve diğerleri gibi tek enstrüman etkisini belirtemesek de; çalışma grubumuzda kontraletral supresyon seviyesinin kontrol grubuna göre daha düşük kalması yani daha güçlü MOC refleksi elde edemeyişimiz, MOC refleks aktivitesinin gürültü takibinde rutinde kullanılması için pek çok çalışmanın gerektiğini vurgulamaktadır.

Bizim çalışmamızdaki senfoni orkestra sanatçıları, devlet senfoni orkestrası kadar kalabalık bir grup olmadığı gibi, üniversite bünyesinde konserler veren ve yaş ortalaması 35 yaş olan genç sanatçılardır. Haftada maksimum genel prova ve konser saatleri 35 saat olup,

ayda ortalama üç konser vermekteler. Bu sanatçılardan orkestra dışı performans sergileyenlerin tam sayısına ulaşılammıştır. Ancak, dünyanın en büyük orkestralarından Avusturya orkestrasının haftalık çalışma saati 37 saat olup bizim çalışma grubumuzla uyumludur (Murray 1998). Haftalık çalışma saati, konserde seçilen esere göre görev alıp almamaya göre değiştiği düşünülürse çalışma grubumuz, çalışmanın yapıldığı zaman dilimindeki çalışma saatine göre sınıflandırılmış; TEOAE ve kontralateral supresyon değerlerine bakılmıştır. Buna göre haftalık çalışma süresi artıkça emisyon değerlerinin azaldığı ancak kontralateral supresyon değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı bir değişim olmadığı gözlenmiştir. Katılımcı sayısının azlığı ve enstrümana göre gruplama yapılmaması nedeniyle kesin bir yargıya varılamamakla beraber, çalışma sonuçlarımızla kontralateral supresyon veya MOC refleks aktivitesinin orkestra çalışanlarında yüksek ses etkisinin takibinde kullanımı için tek başına yeterli olamayacağı, bu konuda prospektif uzun dönem takip sonuçlarına ihtiyaç olduğu düşünülmüştür.

Sonuç olarak; orkestrada çalan sanatçılarının işitme sistemi değerlendirilmesinde, saf ses odyometri tek başına yeterli değildir. Bu çalışmanın sonuçları, profesyonel olarak müzikle ilgilenen ve özellikle orkestra gibi ortam gürültüsü yüksek gruplarda çalan sanatçılarda işitme takibinde yüksek frekans odyometri ve otoakustik emisyonun beraber kullanımının gerekli olduğunu vurgulamaktadır. Orkestra sanatçılarında medial olivary kompleks refleks aktivitesinin değerlendirilmesi önemli olmakla beraber müzisyenlerin işitme takibinde medial olivary kompleks refleks aktivitesinin tek başına kullanımı ile ilgili prospektif uzun dönem çalışmalara ihtiyaç vardır.

### **Çıkar Çatışması**

Yazarların çıkar çatışması yoktur.

### **Finansal Destek**

Bu yazı için finansal destek alınmamıştır.

### **Kaynaklar**

- Bulut E, Öztürk G, Taş M, Türkmen MT, Gülmez ZD, Öztürk L. (2019). Medial olivocochlear suppression in musicians versus non-musicians. *Physiol Int.*; 106(2):151-157.
- Christopher Kirk E, Smith DW. (2003). Protection from acoustic trauma is not a primary function of the medial olivocochlear efferent system. *JARO*, 445-465.
- Ciuman RRJobsI. (2010). The efferent system or olivocochlear function bundle–fine regulator and protector of hearing perception. 6(4):276.
- Cooper NP, Guinan JJ. (2003). Separate mechanical processes underlie fast and slow effects of medial olivocochlear efferent activity. *J Physiol*, 548(1): 307-312.
- Dowling WJ, Harwood DL. (1986). *Music cognition*. Academic Press, St Louis,
- Guinan JJ. (2006). Olivocochlear efferents: Anatomy, physiology, function and the measurement of efferent effects in humans. *Ear Hearing*, 27: 589-607.
- Guinan Jr JJJHr. (2018). Olivocochlear efferents: Their action, effects, measurement and uses, and the impact of the new conception of cochlear mechanical responses. 362:38-47.
- He DZ, Jia S, Dallos PJJN. (2003). Prestin and the dynamic stiffness of cochlear outer hair cells. 23(27):9089-96.
- Høydal EH, Lein Størmer CC, Laukli E, Stenklev NC. (2017). Transient evoked otoacoustic emissions in rock musicians. *Int J Audiol. Sep*;56(9):685-691.
- Jansen EJ, Helleman HW, Dreschler WA. (2009). Noise induced hearing loss and other hearing complaints among musicians of symphony orchestras. *Int Arch Occup Environ Health* ; 82: 153–64.
- Karlsson K, Lundquist PG, Olaussen T. (1983). The hearing of symphony orchestra musicians. *Scand Audiol*. 12(4):257–264.
- Kumar P, Grover V, Publius A S, Sanju HK, Sinha S. (2016). Assessment of rock musician's efferent system functioning using contralateral suppression of otoacoustic emissions. *World J Otorhinolaryngol Head Neck Surg*. 2(4):214-218.
- Murray, N.M., LePage, E.L., Mikl, N. (1998). Innerear damage in an opera theatre orchestra as detected by otoacoustic emissions, pure tone audiometry and sound levels. *Aust J Audiol*, 20: 67-78,.
- Otsuka S, Tsuzaki M, Sonoda J, Tanaka S, Furukawa S. (2016). A Role of Medial Olivocochlear Reflex as a Protection Mechanism from Noise-Induced Hearing Loss Revealed in Short-Practicing Violinists. *Plos One*; 11(1): 46-9.
- Perrot X, Micheyl C, Khalifa S, Collet L (1999). Stronger bilateral efferent influences on cochlear biomechanical activity in musicians than in non-musicians. *Neurosci. Lett.*; 262(3):167–170.
- Rasmussen GLJJCN. (1946). The olivary peduncle and other fiber projections of the superior olivary complex. 84(2):141-219.
- Sisto R, Cerini L, Sanjust F, Carbonari D, Gherardi M, Gordiani A. (2020). Distortion product otoacoustic emission sensitivity to different solvents in a population of industrial painters. *Int J Audiol. Jan* 8:1-12.
- Somma G, Pietroiusti A, Magrini A, Coppeta L, Ancona C, Gardi S. (2008). Extended high-frequency audiometry and noise induced hearing loss in cement workers. *Am. j of Industrial Medicine*. 51(6):452-62.
- You S, Kong TH, Han W. (2020). The Effects of Short-Term and Long-term Hearing Changes on Music Exposure: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Int J Environ Res Public Health*. 17(6): 25-8.
- Zadeh M, Silbert NH, Sternasty K, Swanepoel W, Hunter LL, Moore DR. (2019). Extended high-frequency hearing enhances speech perception in noise. *Proc Natl Acad Sci U S A*. 116(47):23753-9.