



Prof. Dr. Arda Eden

<https://orcid.org/0000-0001-8802-3351>
Yıldız Teknik Üniversitesi, Sanat ve Tasarım Fakültesi, İstanbul / TÜRKİYE
ROR Id: <https://ror.org/0547yzj13>

Doç. Dr. İbrahim Demir

<https://orcid.org/0000-0002-2734-4116>
Türkiye İstatistik Kurumu, Ankara / TÜRKİYE

Doç. Dr. Emine Ceylan Ünal Akbulut

<https://orcid.org/0000-0001-5108-7386>
Yıldız Teknik Üniversitesi, Sanat ve Tasarım Fakültesi, İstanbul / TÜRKİYE
ROR Id: <https://ror.org/0547yzj13>

Doç. Dr. Ece Merve Yüceer Nishida

<https://orcid.org/0000-0002-5595-2223>
Yıldız Teknik Üniversitesi, Sanat ve Tasarım Fakültesi, İstanbul / TÜRKİYE
ROR Id: <https://ror.org/0547yzj13>

Öğr. Gör. Dr. Emrah Uçar

<https://orcid.org/0000-0003-2481-5514>
Yıldız Teknik Üniversitesi, Sanat ve Tasarım Fakültesi, İstanbul / TÜRKİYE
ROR Id: <https://ror.org/0547yzj13>

Kemik İletimi Yoluyla Ses Aktarımının Solfej Pratiğinde Entonasyon Üzerindeki Etkileri¹

Effects of Sound Transmission Through Bone Conduction on Intonation

ÖZET

Müzik kulağı, müzikal seslerin büyük bir kesinlikle işitilebilmesi ve seslendirilebilmesine (entonasyon) dayalı doğal bir yetenektir. Bu yetenek, kulak eğitimi adı verilen bir süreçle daha ileri bir seviyeye taşınabilir. Bu sürecin bir parçası olan solfej çalışmaları sırasında doğru entonasyona sahip olmak oldukça önemlidir. Dolayısıyla duyuş da bu süreçte önemli rol almaktadır.

Çevresel sesler kulağımıza ağırlıklı olarak hava yoluyla iletilirler. Ancak kendi sesimizin önemli bir kısmı, iç kulağımıza, kafatasımızda bulunan kemikler aracılığıyla, yani kemik iletimi yoluyla iletilir. Bu çalışmada, solfej pratiğinde kemik iletimi aracılığıyla ses aktarımının entonasyona olan etkisini değerlendirmek için ön test-son test kontrollü grup deney tasarımı kullanılmıştır. Deney grubunda yer alan katılımcılar, dış dünyadan izole olmadan kendi seslerine daha fazla odaklanabilmelerini sağlayarak, kemik iletimli kulaklıklar kullanmışlardır. Kontrol grubu ise kulaklık kullanmadan, planlanan eğitim sürecini tamamlamıştır. Toplam 20 öğrenciyle bire bir gerçekleştirilen eğitimlerden önce ve sonra alınan ön test ve son test kayıtları cent cinsinden sayısallaştırıldıktan sonra istatistiksel ve psikoakustik açılarından yorumlanmıştır. İstatistiksel açıdan, kulaklık kullanmayan kontrol grubunun, deney grubuna oranla daha fazla başarı gösterdiği, buna karşılık psikoakustik açıdan bakıldığında bu değişimin duyulabilir bir fark yaratacak seviyede olmadığı sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Entonasyon, İştme, Kemik İletimi, Müzik Eğitimi, Solfej

ABSTRACT

Musical ear is a natural ability based on the ability to hear and vocalize musical sounds with great precision (intonation). This ability can be taken to a higher level through a process called ear training. Having the correct intonation is very important during solfège studies, which are part of this process. Therefore, the sense of hearing also plays an important role in this process.

Environmental sounds are primarily transmitted to our ears through the air. However, a significant part of our own voice is transmitted to our inner ear through the bones in our skull, that is, through bone conduction. In this study, a pre-test-post-test controlled group experimental design was used to evaluate the effect of sound transmission through bone conduction on intonation in solfège practice. Participants in the experimental group used bone conduction headphones, allowing them to focus more on their own voices without being isolated from the outside world. The control group completed the planned training process without using headphones. Pre-test and post-test recordings taken before and after one-on-one training with a total of 20 students were digitized in cents and then interpreted statistically and psychoacoustically. Statistically, it was concluded that the control group, which did not use headphones, performed better than the experimental group, but from a psychoacoustic perspective, this change was not at a level to make an audible difference.

Keywords: Intonation, Hearing, Bone Conducting, Music Education, Solfège

¹ Bu çalışma, Yıldız Teknik Üniversitesi BAP Koordinasyon Birimi tarafından desteklenen SBA-2021-4701 kodlu bilimsel araştırma projesinin çıktısıdır, "Kemik İletimi Yoluyla Ses Aktarımının Solfej Pratiğinde Entonasyon Üzerindeki Etkileri".

1. GİRİŞ

Ses eğitimi, doğal bir yatkınlığa ve yeteneğe sahip olmayan kimseler için zorlu ve zahmetli, bu özelliklere sahip kişilere göre ise son derece sıradan bir süreçtir. İyi bir müzik kulağına sahip olmak şarkı söyleyebilmenin en önemli ön koşuludur. Müzik kulağı, müzikal seslerin büyük bir kesinlikle zihinde duyabilmesi ve ıslık, mırıldanma veya söyleyebilme yoluyla seslendirebilmesine dayalı doğal bir yetenektir ve kulak eğitimi adı verilen bir çalışma süreci ile çok daha ileri bir seviyeye taşınabilir (Kagen, 1960). Müzik eğitiminin temel unsurlarından biri olan kulak eğitiminde, nota adları ve tonları söylenerek yapılan çalışmaya solfej adı verilir (Aktüze, 2003:533). Solfej sırasında notaların harfler yerine hecelerle (Do, Re, Mi vs.) adlandırıldığı solmizasyon (solmization) tekniği kullanılır (Apel, 1974:785-786). Günümüz eğitim metotlarıyla solfej eğitimi, kolaydan zora doğru sıralanmış solfej parçalarının çalışılmasıyla birkaç senede tamamlanabilmektedir (Say, 2002:484).

Bir müzikal icra sırasında çalgıcının veya şarkıcının istenilen sesi tam isabetle çıkartabilmesine entonasyon adı verilir (Aktüze, 2003:256). Say ise entonasyonu, ses dikliğinin doğruluğu, icra esnasında diklikleri olması gerektiği kesinlikte verebilmek olarak tanımlar (2002:180). Bu süreçte işitsel becerilerin ne derece önemli olacağı son derece açıktır.

İşitme, akustik uyarıların (ses dalgaları), işitme sistemi tarafından işitsel algıya dönüştürülmesi sürecidir. İşitme sistemi iki kulak ve ilişkili sinir ağından meydana gelir. Sistem, kulaklara ulaşan ses dalgalarını önce mekanik titreşimlere, ardından iç kulak aracılığıyla sinirsel tepkilere dönüştürür. Bu sinyaller sinir ağı üzerinden beyne ulaşarak işitsel korteks üzerinde işitsel algıya dönüşürler. Ses dalgalarının iç kulağa ulaşması hava ve kemik iletimi yoluyla gerçekleşir. Ses dalgalarının iç kulağa ulaşma biçimine göre; hava iletiminde, ses dalgalarının dış kulak ve orta kulaktan geçmesi söz konusuysen, kemik iletiminde titreşim kafatası kemikleri aracılığıyla iç kulağa ulaşır (Henry ve Letowski, 2007:1).

Bir Fransız kulak burun boğaz uzmanı olan tıp doktoru Alfred A. Tomatis, uzun süreli gürültüye maruz kalmaya dayalı işitme zorlukları çeken kişiler ve müzikte entonasyon problemi yaşayan şarkıcılar ile çalışmış ve 1947 yılında “Üç Tomatis Kanunu”nu ortaya koymuştur. Bu teoriler 1957 yılında Fransız Bilim Akademisi ve Paris Tıp Akademisi tarafından “Tomatis Etkisi” olarak kabul edilmişlerdir (Murase, 2011):

1. Eğer kulak belirli frekansları duyamazsa, ses de o frekansları içeremez.
2. İşitme değişirse, ses de buna bağlı olarak hemen değişir.
3. İşitme (ve böylelikle ses), orta kulaktaki kasların yeniden eğitilmesiyle düzeltilebilir.

Tomatis kanunları, işitme ve konuşma arasındaki ilişkinin arkasında yatan teorileri kapsamaktadır. Tomatis, bu ilişkinin belirli bir spektrumdaki konuşma ve şarkı söyleme sorunlarının, aynı spektrumdaki işitme sorunları ile bağlantılı olduğunu gözlemlemiştir. Tomatis’in fikirleri ilerleyen yıllarda çeşitli ses terapileri biçimlerinde uygulanmış ve koklea içerisinde bulunan taban zarının, hava iletimi ve kemik iletimi ile birlikte uyarıldığı bir sistem olan “elektronik kulak” tasarlanmıştır. Kemik üzerinden iletilen sesler, ortamın (kafatası kemikleri) yüksek yoğunluğuna göre hızlıca iç kulağa iletebilirken, akustik ses dalgalarının büyük bir bölümü hava-kemik arasındaki empedans farkından ötürü geri yansır. Kemik iletimi ile işitmenin kişinin kendi sesi üzerindeki baskınlığı da buna bağlıdır (Józwiak vd., 2018). Bir kişinin kendi sesini kayıttan dinlediğinde garip bulmasının temel nedeni, kemik iletimi ile aktarılan ses dalgalarının mikrofon tarafından yakalanması mümkün olmadığından, kayıttan da yer almamasıdır. Kayıttan yer alan, mikrofonu sadece hava ile iletilen ses dalgalarıdır (Hurley, 2012). Bu gözlemlerden yola çıkan Tomatis, hava ile ses iletiminin kişinin “dış dünya ile iletişimiyle”, kemik yoluyla iletimin ise kişinin “kendisini dinlemesiyle” ilişkili olduğunu belirtir (akt. Józwiak vd., 2018).

Madaule 1987 tarihli çalışmasında Tomatis metodunun teorik temellerine açıklık getirmektedir. Hurley 2012 yılında kaleme aldığı “Tomatis-Temelli Dinleme”yi konu alan tez çalışmasında, bu dinleme eğitiminin şarkıcılar ve sesleri üzerindeki gelişim yönünden kullanılabilir bir metot olduğunu belirtir. Gerritsen (2009), Tomatis işitsel uyarı yöntemi üzerine yapılmış araştırmaları değerlendirdiği çalışmasında öğrenme bozukluğu, otizm, yabancı dil öğrenimi, ses gelişimi ve kekemeliğin tedavisi gibi alanlarda da Tomatis metodu ile etkili sonuçlara ulaşabilmektedir. Brown vd. (2019), orta kulak iltihabı geçiren çocuklarda kemik iletimli kulaklıkla uygulanan seanslarda, ses ve gürültü içeren çevre şartlarında, konuşma ayırt etme becerisinin büyük oranda arttığını gözlemlemiştir. Stillitano vd. 2017 yılında yayınladıkları çalışmalarında, belirli frekans alanlarındaki işitsel algı değişiminin artistik ses üzerindeki olumlu etkilerini ortaya koymuşlardır. Akbulut ve Seçmen (2021) ise çalışmalarında, disleksi olan piyano

öğrencisinde uygulanan Tomatis yönteminin olumlu sonuç verdiğini tespit etmişlerdir. Solfej eğitimi sürecinde kemik iletimi destekli işitmenin, entonasyon üzerindeki etkisini belirlemek bu araştırmanın amacını oluşturmaktadır.

2. YÖNTEM

2.1. Araştırmanın Modeli

Araştırma bulgularının elde edilmesi sürecinde, gerçek deneme modellerinden biri olan, ön test-son test kontrol gruplu model uygulanmış olup, deney grubu ile çalışmalar sırasında Forbrain kemik iletimli kulaklık kullanılmıştır. Kulaklık, üzerinde bulunan bir mikrofon sayesinde çevresel seslerin bir kısmı ile kullanıcının kendi sesini yakalayarak kulak ile çenenin birleştiği kemiklere, oradan da iç kulağa titreşim yoluyla aktarmakta, böylelikle öğrencilerin dış dünyadan izole olmaksızın, kendi seslerine daha fazla odaklanabilmelerine olanak sağlamaktadır. Deney grubu bu kulaklığı sadece eğitimler sırasında kullanmış, kemik iletiminin etkisini araştırmaya yönelik veri toplamak üzere uygulanan ön test ve son testler, iki gruba da kulaklıksız olarak uygulanmıştır. Çalışma, tamamı Yıldız Teknik Üniversitesi Sanat ve Tasarım Fakültesi Müzik ve Sahne Sanatları Bölümünün çalışmaya katılmak için gönüllü olmuş 20 öğrencisiyle gerçekleştirilmiştir.

Tablo 1. Çalışma Planı

Hafta	İçerik
1. Hafta	tek ses, melodik iki ses ve melodik üç ses
2. Hafta	Dörtlü ve beşli melodik aralıklar
3. Hafta	Etüt 1 ve Etüt 2
4. Hafta	Etüt 1 ve Etüt 2
5. Hafta	Etüt 2 ve Etüt 3
6. Hafta	Etüt 3 ve Etüt 4
7. Hafta	Etüt 4
8. Hafta	Son test

Tablo 1’de görülen çalışma planı ile 8 haftalık program uygulanmıştır.

2.2. Veri Toplama Araçları ve Analizi

Kayıtlar, YIN (Cheveigne ve Kawahara, 2002) üzerine geliştirilmiş PYIN (Mauch ve Dixon, 2014) temel bulma (F0 estimation) algoritması ile Tony yazılımı kullanılarak analiz edilmiş ve her bir perdenin yüksekliği cent cinsinden belirlenmiştir. Gruplara uygulanan testler sırasında alınan ses kayıtları Tony (Mauch vd, 2015) yazılımıyla analiz edilmiş ve cent cinsinden sayısallaştırılmıştır. Sonuçlara yönelik istatistiksel veri IBM SPSS 23 ortamında hesaplanmıştır. Veri sayısallaştırıldıktan sonra istatistiksel ve psikoakustik açılarından yorumlanmıştır.

3. BULGULAR

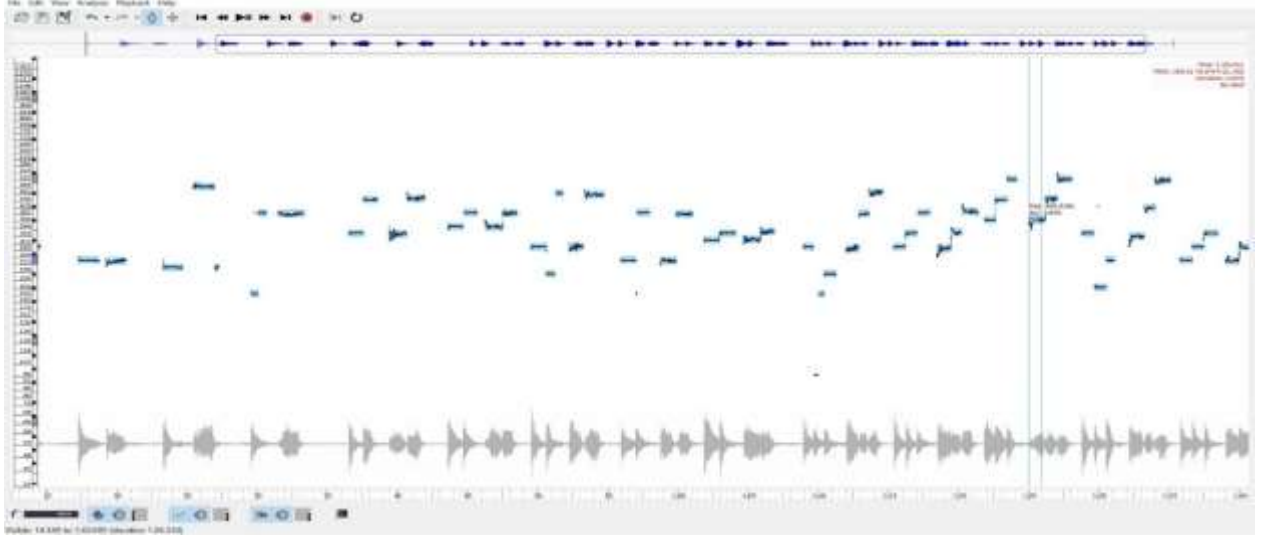
Gruplara uygulanacak olan ön test - son test, 5 adet tek ses, melodik olarak çalınmış 5 adet çift ses ve yine melodik olarak çalınmış 5 adet üç ses ile tamamı dörtlük notalardan oluşan 4/4’lük ölçü sisteminde seçilmiş 6 ölçümlük bir solfej parçasından oluşmaktadır. Parça seçiminde basit ritmik yapı özellikle tercih edilmiş, böylelikle ritmik kaygının ortadan kaldırılması hedeflenmiştir. Testlerin uygulanması sırasında aralıklar melodik olarak, katılımcılara sadece bir defa çalınarak “na” hecesiyle tekrar etmeleri istenmiş, solfej parçası ise sadece ilk nota (Do 4) piyano ile dinletilerek tüm parça tek seferde okutulmuş ve performanslar sesli kayıt altına alınmıştır.



Şekil 1. Ön Test-Son Test: Tek Ses, Çift Ses, Üç Ses Melodik Aralıklar



Şekil 2. Anne-Marie Mangeot Exercices D'Intonation En Trois Cahiers. Vol.1, Egzersiz 10, 1. Dizek 4/4'lük yazım Kayıtlar, YIN (Cheveigne ve Kawahara, 2002) üzerine geliştirilmiş PYIN (Mauch ve Dixon, 2014) temel bulma (F0 estimation) algoritması ile Tony yazılımı kullanılarak analiz edilmiş ve her bir perdenin yüksekliği cent cinsinden belirlenmiştir. Pozitif bir cent değeri tizleşme, negatif bir değer pestleşme, sıfır değeri ise tam entonasyon anlamına gelmektedir.



Şekil 3. Tony Uygulaması Ekran Görüntüsü

Tizleşme veya pestleşme eğilimlerinin tespiti bu araştırmanın konusu dışından yer aldığından, katılımcıların bireysel başarısı, her bir ses için elde edilen cent değerinin mutlak değerinin aritmetik ortalaması alınarak hesaplanmış ve bu puanlara dayanan ön test sonuçlarına göre deney ve kontrol grupları oluşturulmuştur. Grupların oluşturulması sürecinde kemik iletimli kulaklık kullanmaktan rahatsız olan öğrencilerin tercihleri de dikkate alınmıştır.

Tablo 2'deki gruplar arasındaki fark, bağımsız örneklem t testi ile istatistiksel olarak analiz edilmiş (Tablo 2); sonuçlar, gruplar arasında anlamlı bir fark olmadığını göstermiştir ($t=.116$; $sd=18$; $p>.05$). Bu netice, araştırmaya katılan öğrencilerin gruplar açısından homojen dağıldığını göstermektedir.

Tablo 2. Deney ve Kontrol Gruplarının Ön Test Puanları

Katılımcı	Ortalama	Katılımcı	Ortalama
D1	12.389	K1	14.759
D2	15.333	K2	16.167
D3	16.778	K3	17.389
D4	17.537	K4	18.000
D5	19.167	K5	20.000
D6	21.444	K6	22.722
D7	23.111	K7	23.611
D8	28.981	K8	24.111
D9	29.963	K9	29.019
D10	45.648	K10	40.056

Tablo 2'deki gruplar arasındaki fark, bağımsız örneklem t testi ile istatistiksel olarak analiz edilmiş (Tablo 2); sonuçlar, gruplar arasında anlamlı bir fark olmadığını göstermiştir ($t=.116$; $sd=18$; $p>.05$). Bu netice, araştırmaya katılan öğrencilerin gruplar açısından homojen dağıldığını göstermektedir.

Tablo 3. Deney ve Kontrol Gruplarının Ön Test Bağımsız Örneklem T Testi Sonuçları

Ön Test	Kişi Sayısı	Ortalama	Standart Sapma	Serbestlik Derecesi	T-Testi	Anlamlılık Düzeyi
Deney	10	23.04	9.74	18	.116	.909
Kontrol	10	22.58	7.51			

Deney grubu kemik iletimli ses geribildirim kulaklığı kullanarak, kontrol grubu ise kulaklıksız 7 hafta boyunca haftada dört kere 10'ar dakika olarak planlanmış çalışmalara katılmışlardır (Tablo 3). Çalışmalar, Tablo 3'te yer alan takvime bağlı olarak her bir katılımcı ile bireysel olarak yürütülmüştür.

Tablo 4. Ön Test-Son Test ve Fark Puanları

Deney Grubu	Ön Test	Son Test	Fark	Kontrol Grubu	Ön Test	Son Test	Fark
D1	12.389	18.500	6.111	K1	14.759	16.796	2.037
D2	15.333	15.444	0.111	K2	16.167	15.759	-0.407
D3	16.778	14.981	-1.797	K3	17.389	12.056	-5.333
D4	17.537	14.204	-3.333	K4	18.000	15.685	-2.315
D5	19.167	21.185	2.019	K5	20.000	17.296	-2.704
D6	21.444	17.241	-4.204	K6	22.722	14.815	-7.907
D7	23.111	21.500	-1.611	K7	23.611	16.500	-7.111
D8	28.981	24.630	-4.352	K8	24.111	19.130	-4.981
D9	29.963	33.944	3.981	K9	29.019	18.574	-10.444
D10	45.648	34.648	-11.000	K10	40.056	20.722	-19.333

Çalışma sonunda uygulanan son test ile birlikte, ön test-son test ve bu testlerin fark puanları Tablo 4'te sunulmuştur. Ön test başarısının hesaplanmasında olduğu gibi, tizleşme-pestleşme eğilimleri bu çalışmanın dışında kaldığından, son test başarıları da her bir sesin cent cinsinden mutlak değerinin aritmetik ortalaması alınarak hesaplanmıştır.

Tablo 5. Deney ve Kontrol Gruplarına Ait Son Test Bağımsız Örneklem t Testi Sonuçları

Son Test	Kişi Sayısı	Ortalama	Standart Sapma	Serbestlik Derecesi	T-testi	Anlamlılık Düzeyi
Deney	10	21.63	7.43	18	1.98	.063
Kontrol	10	16.73	2.43			

Bağımsız örneklem t testi ile deney ve kontrol gruplarının son test sonuçları arasında anlamlı bir farklılık olup olmadığı incelenmiş (Tablo 5) ve fark %10 seviyesinde anlamlı bulunmuştur ($t=1.98$; $sd=18$; $p<.15$). %10'luk anlamlılık seviyesi örneklem sayısının düşük olmasına bağlıdır. Bu sonuçlara göre deney ve kontrol grubu öğrencilerinin son test puanları istatistiksel olarak değerlendirildiğinde %10 anlamlılık seviyesinde birbirinden farklıdır.

Tablo 6. Deney ve Kontrol Gruplarının Ön Test - Son Test Fark Değişkenine Ait Bağımsız Örneklem t Testi Sonuçları

Fark	Kişi Sayısı	Ortalama	Standart Sapma	Serbestlik Derecesi	T-testi	Anlamlılık Düzeyi
Deney	10	-1.41	4.85	18	1.82	.085
Kontrol	10	-5.85	6.00			

Deney ve kontrol gruplarının ön test ve son test sonuçlarından elde edilen fark değişkeni ortalamaları, bağımsız örneklem t testi ile istatistiksel olarak karşılaştırıldı (Tablo 6). Sonuçlar, gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğunu gösterdi ($t=1.98$; $sd=18$; $p<.15$).

Tablo 7. Grup İçi Değişim: Deney Grubunun Ön Test ve Son Test Sonuçları (Eşleştirilmiş Örneklem t Testi)

Deney Grubu	Kişi Sayısı	Ortalama	Standart Sapma	Serbestlik Derecesi	T-testi	Anlamlılık Düzeyi
Ön Test	10	23.04	9.74	9	.917	.383
Son Test	10	21.63	7.43			

Deney grubunun ön test ve son test ortalamaları arasındaki fark, eşleştirilmiş örneklem t testi ile istatistiksel olarak analiz edilmiş (Tablo 7); sonuçlar, grup içinde anlamlı bir fark olmadığını göstermiştir ($t=.917$; $sd=9$; $p>.10$).

Tablo 8. Grup İçi Değişim: Kontrol Grubunun Ön Test ve Son Test Sonuçları (Eşleştirilmiş Örneklem t Testi)

Deney Grubu	Kişi Sayısı	Ortalama	Standart Sapma	Serbestlik Derecesi	T-testi	Anlamlılık Düzeyi
Ön Test	10	22.58	7.51	18	3.083	.013
Son Test	10	16.73	2.43			

Kontrol grubunun ön test ve son test ortalamaları arasındaki farkın anlamlı olup olmadığı eşleştirilmiş örneklem t testi ile incelenmiş (Tablo 8) ve istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmuştur ($t=3.083$; $sd=9$; $p<.05$).

4. SONUÇ ve ÖNERİLER

Duyu organlarımızdan kulak, dış sesleri algılamamızı ve dolayısı ile işitmemizi sağlar. Müzik kulağı ise, bireylerin müziği oluşturan en temel unsurları nota, ritim, enstrüman tınısı, armoni, sesin gürlüğü, müzikalite, entonasyon vb. ayırt edebilmektir. Bu unsurlardan entonasyon, şarkı söyleyerek veya enstrüman çalarak mutlak sesi duyurmaktır. Bir başka deyişle, müziğin melodik yapısını nota diklikleri oluşturur. Bu dikliklerin tam verilmesi ise doğru entonasyon ile gerçekleşir. Nota öğrenirken sesi ayırt etmek için bir referans sese ihtiyaç duyarız. Bu referans sesin kaynağı genelde piyano olmaktadır. Piyanonun ve diğer enstrümanların akordunun La sesi temel alınarak yapıldığı göz önünde bulundurulduğunda, müzik kulağı eğitiminde de La sesi, tonaliteyi bulmak için kullanılır. La sesini referans alarak, tüm notaların doğru diklikte söylenmesi ya da çalınmasına entonasyon denir. Bu sebeple solfej eğitiminde entonasyonun yeri tartışılmazdır.

Canlıların işitmesi için ses dalgalarının havadan iletimi şarttır. Ancak iç kulağa ulaşan sesler bir de, kafatası kemiklerimizin iletimi ile gerçekleşmektedir. Buna kemikten iletim denir. İç kulak, duyu ve denge bütünlüğü için önemlidir. Böylece vestibüler sistemi hem havadan hem de kemikten iletim uyarmaktadır. Dış sesi doğru tanımlamak için her iki iletime de gereksinim duyarız. Sesin, hava ve kemik yolundan yaptığı geçiş ile müziği doğru entonasyonla söyleyip, söyleyemediğimizi işitiriz.

Notaların doğru entonasyon ile söyleme çalışmaları solfej eğitimi ile sağlanmaktadır. Bu eğitim ile notaların adı ile sesini eşleştirme çalışılır. Eşleşme her zaman doğru olmayabilir. Bu nedenle sesi geliştirici çalışmalar yapılması önerilir. Sesin doğruluğunu arttırmak için aralık temelli olarak egzersizler yapmak önerilen çalışmalardan biridir. Solfej eğitiminde entonasyon çalışmayı desteklemek üzere kemik iletimi yoluyla pratik yapmanın etkisini belirlemek bu çalışmanın amacını oluşturmuştur. Araştırmada gerçek deneme modellerinden ön test - son test kontrol gruplu model uygulanmış olup katılımcılardan elde edilen verileri istatistiksel yöntemler ile değerlendirilmiştir. Deney ve kontrol gruplu çalışma, Müzik Bölümü Lisans düzeyinde eğitim görmekte olan 20 öğrenci ile gerçekleştirilmiştir. İki grup eşit olarak dağıtılmıştır. Deney grubu mikrofonlu kemikten iletimli kulaklık ile 7 hafta boyunca, haftada dört gün, onar dakika boyunca, 1 ses, 2 ses, 3 ses melodik aralıklar, dörtlü, beşli melodik aralıklar ve Do Majör tonalitesinde yazılmış 4 ayrı melodik etüt seslendirmişlerdir. Mikrofonlu kulaklık, çene başlangıcı ve dış kulağın yanağa değen kısmına yerleştirilmiş, denekler kendi iç rezonansından gelen seslerine odaklanırken, dış sesleri de duyabilmişlerdir.

Ön test ve son testte çalınan beşer adet tek ses, çift ses, üç sesi vermeleri ve dörtlük notalardan oluşan 6 ölçülük 4/4'lük Anne-Marie Mangeot *Exercices D'Intonation En Trois Cahiers. Vol.1* 10 numaralı egzersizin 1. dizeğini okumaları istenmiştir. Sesli kayıt altına alınan bu performanslara dair bulgular şu şekildedir:

İstatistiksel açıdan, deney ve kontrol gruplarına uygulanan son test puanı ortalamalarının arasında anlamlı bir farklılık olduğu ve kemik iletimli kulaklık kullanmayan kontrol grubunun son test başarısının (16,73) kulaklık ile çalışmış olan deney grubuna (21,63) oranla daha yüksek olduğu anlaşılmıştır. Grupların ön test ve son test sonuçlarından elde edilen fark değişkeni, her iki grubun olumlu yönde gelişim gösterdiğini ancak kontrol grubunda bu gelişimin daha büyük olduğunu ortaya koymaktadır. Deney grubunun ön test – son test sonuçları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmaması, buna karşılık kontrol grubunun ön test – son test sonuçları arasındaki farkın anlamlı çıkmış olması bu sonucu destekler nitelikte bulgulardır. Kontrol grubunun ön test-son test ortalamalarının farkından ulaşılmış olan 5,85 cent'lik değerlerin neden olacağı frekans değişimi, çalışmanın gerçekleştirilmiş olduğu ses aralığı olan Do 4 sesi için 0,88 Hz, Do 5 sesi için 1,77 Hz; deney grubunun ön test - son test ortalamalarının farkından elde edilen 1,41 cent'lik değerlerin neden olacağı frekans değişimi ise Do 4 için 0,21 Hz, Do 5 sesi için 0,43 Hz olacaktır. Bu değerler 500 Hz ve altı bölgede frekans değişimlerinin insan kulağı tarafından algılanabilme eşiği olan 3 Hz'in altında kaldığından, grupların ortalaması için işitsel olarak algılanamaz olarak değerlendirilebilir (Benesty vd., 2008).

Araştırmada kemik iletimi yoluyla ses aktarımının solfej pratiğinde entonasyon üzerindeki etkisine yönelik bir öngöründe bulunulmamış, yalnızca etkinin ne yönde olacağının tespit edilmesi hedeflenmiştir. Bu çalışmadan elde edilen bulgular ve sonuçlar doğrultusunda, sayısal değerlere bakıldığında, geleneksel yöntemle (kulaklıksız) çalışmış olan grubunun kemik iletimli kulaklık kullanan gruba göre daha başarılı olduğu, buna karşılık psikoakustik açıdan değerlendirildiğinde, bu değişimin, her iki grupta da duyulabilir bir fark yaratacak seviyede olmadığı tespit edilmiştir. Bu anlamda, araştırmanın başında belirtilmiş hedeflere ulaşılmıştır. Bu çalışmaya dair öneriler;

- 1- Denek ve kontrol grup katılımcı sayısının artırılması ile yapılacak çalışmaların değerlendirilmesi
 - 2- Yaylı enstrüman çalan gruplara benzer bir çalışmanın uygulanması
 - 3- Çaldıkları enstrümana göre sonuçların değerlendirilmesi
 - 4- Çalışmayı yürütecek uzmanların gözlem notları alması
 - 5- Kemikten iletim yoluyla yapılan çalışmaların eş zamanlı birden fazla üniversitede yürütülmesi
 - 6- Yapılacak çalışmaların ardışık olarak en az altı gün yürütülmesi
 - 7- Çalışmalara dair görüntü kaydının da alınması
 - 8- Eğitimden farklılığının ortadan kaldırılması için, tek bir eğitmenin deney ve kontrol gruplarıyla çalışmaları yapması
 - 9- Araştırmalarda anlamlı verilere ulaşıldığı takdirde kemikten iletim yoluyla entonasyon çalışmasının müzik okulu müfredatına alınması
- şeklinde sıralanabilir.

KAYNAKÇA

- Akbulut, C. U., & Seçmen, P. (2021). Disleksi olan piyano öğrencisinde Tomatis metodu etkisi. *Journal of International Social Research*, 14(79), 117-122.
- Aktüze, İ. (2003). *Müzik sözlüğü*. Pan Yayınları.
- Apel, W. (1974). *Harvard dictionary of music*. Harvard University Press.
- Benesty, J., Sondhi, M. M., & Huang, Y. (Eds.). (2008). *Springer handbook of speech processing* (Vol. 1). Springer.
- Brown, T. H., Salorio-Corbetto, M., Gray, R., Best, A. J., & Marriage, J. E. (2019). Using a bone-conduction headset to improve speech discrimination in children with otitis media with effusion. *Trends in Hearing*, 23, 2331216519858303.
- Cheveigne, A., & Kawahara, H. (2002). YIN, a fundamental frequency estimator for speech and music. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 111(4), 1917–1930.
- Gerritsen, J. (2009). A review of research done on Tomatis auditory stimulation. *My Sound Therapy*. <https://mysoundtherapy.com/us/wp-content/uploads/USA-rp-review-of-tomatis-reseach-jan-gerritsen-1.pdf>
- Henry, P., & Letowski, T. R. (2007). Bone conduction: Anatomy, physiology, and communication. *Army Research Lab Aberdeen Proving Ground MD Human Research and Engineering Directorate*.
- Hurley, S. L. (2012). Singers and sound: An introduction to Tomatis-based listening training for singers. *Arizona State University*.
- Józwiak, K., Bujacz, M., & Królak, A. (2018). The design of digital filter system used in stimulation with Tomatis Method. In *2018 Federated Conference on Computer Science and Information Systems (FedCSIS)* (pp. 1069-1072). IEEE.
- Kagen, S. (1960). *On studying singing* (Vol. 622). Courier Corporation.
- Madaule, P. (1987). The Tomatis method for singers and musicians. In T. M. Gilmour, P. Madaule, & B. Thompson (Eds.), *About the Tomatis Method* (2nd ed., 1998). The Listening Centre.
- Mangeot, A. (1941). *Exercices d'intonation en trois cahiers*. Editions Max Eschig.
- Mauch, M., Cannam, C., Bittner, R., Fazekas, G., Salamon, J., Dai, J., Bello, J., & Dixon, S. (2014). PYIN: A fundamental frequency estimator using probabilistic threshold distributions. In *2014 IEEE International Conference on Acoustics, Speech and Signal Processing (ICASSP)* (pp. 659-663). <https://doi.org/10.1109/ICASSP.2014.6853678>
- Mauch, M., Cannam, C., Bittner, R., Fazekas, G., Salamon, J., Dai, J., Bello, J., & Dixon, S. (2015). Computer-aided melody note transcription using the Tony software: Accuracy and efficiency. In *Proceedings of the First International Conference on Technologies for Music Notation and Representation*.
- Murase, K. (2011). The Tomatis Method builds a safer world for the hearing-impaired child.

Say, A. (2002). *Müzik sözlüğü*. Müzik Ansiklopedisi Yayınları.

Stillitano, C., Rosati, N., Cisternino, S., Fioretti, A., Iaconelli, S., & Eibenstein, A. (2017). The effects of the Tomatis Method on the artistic voice. *International Journal of Listening*, 31(2), 113-120.

SoundSoftware.ac.uk. Tony: A tool for melody transcription. <https://code.soundsoftware.ac.uk/projects/tony>