

Received-Makale Geliş Tarihi 15.02.2024
Published-Yayınlanma Tarihi 30.04.2024
Volume-Cilt (Issue-Sayı), ss/pp 11(106), 764-770

Research Article / Araştırma Makalesi
10.5281/zenodo.11109408

Olca Demirci

<https://orcid.org/0009-0007-7748-6108>

Yıldız Teknik Üniversitesi, Sanat ve Tasarım Fakültesi/ Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul / TÜRKİYE
ROR Id: 0547yzj13

Prof. Dr. Arda Eden

<https://orcid.org/0000-0001-8802-3351>

Yıldız Teknik Üniversitesi, Sanat ve Tasarım Fakültesi/ Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul / TÜRKİYE
ROR Id: 0547yzj13

Ters Faz ile Altyapı Sızıntılarının Temizlenmesinde Akustik Panel Kullanımının Etkisi¹

Effect of Using Acoustic Panels in Eliminating Backing Track Leaks with Reverse Phase

ÖZET

Kalabalık çalgı ya da vokal topluluklarının kayıtlarında kulaklık yerine monitör hoparlör kullanıldığında ortaya çıkan altyapı sinyali sızıntılarının giderilmesi için, ters faz ile yıkıcı girişim uygulaması ile altyapı sızıntılarını sönmüleyen yöntemler kullanılabilir. Bu yöntemlerden birinde her performans için iki kayıt alınır. İlk kayıtta ve ikinci kayıtta müzikal altyapı hoparlörlerden stüdyo ortamına yayınlanır. İlk kayıtta icracılar herhangi bir performans gerçekleştirmez. İkinci kayıtta ise icracılar performanslarını gerçekleştirir. Elde edilen bu iki kayıttan birinin fazı tersine çevrildiğinde, her iki kanalda da büyük oranda özdeş olan altyapı sızıntıları birbirini yıkıcı girişim ile sönmü. Bu işlemin ardından kayıtların sadece birisinde var olan icracıların performansı altyapı sızıntılarından büyük oranda ayrıştırılmış olur. Ters faz ile sönmüleme prensibi ile çalışan yöntemlerin özellikle yüksek frekans bölgesindeki altyapı sızıntılarının sönmülmesinde daha az başarılı olduğu görülmüştür. Bu çalışmada, dalga boyu kısa olan ve ortamdaki nesnelere daha çok etkilenen orta-yüksek frekans sızıntılarının temizlemek için iyileştirmeler araştırılmıştır. Sızıntılarının sönmülmesi noktasında başarı oranını azaltan faktörler arasında icracıların vücut hareketlerinin olup olmadığı, varsa hangi oranda etkili oldukları deneylerle ölçülmüştür. Bu ön sonuçlar ışığında, icracıların vücut hareketlerinin olumsuz etkilerini azaltmak için etkili bir pozisyonda konumlandırılan izolasyon paneli kullanımına dayanan bir yöntem önerisi sunulmuş, bu yöntem önerisinin ölçülmüştür. Doğru noktada konumlandırılan, doğru büyüklükte izolasyon panelinin, icracıların vücut hareketleri sebebiyle kayıtlar arasında gerçekleşebilen değişimleri anlamlı ölçüde azalttığı tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: kulaklıksız kayıt, ters faz, yıkıcı girişim, koro kaydı, monitör sızıntılarının sönmülmesi

ABSTRACT

In order to eliminate backing track signal leaks that occur when monitor speakers are used instead of headphones in recordings of crowded instrumental or vocal ensembles, methods that dampen backing track leaks by applying destructive interference with reverse phase can be used. In one of these methods, two recordings are taken for each performance. In the first recording and the second recording, the musical background is pipe through the speakers to the studio environment. In the first recording, the performers do not perform any performances. In the second recording, the performers perform. When the phase of one of these two resulting records is reversed, the substructure leaks, which are largely identical in both channels, dampen each other by destructive interference. Than the performance of the performers present in only one of the recordings is largely isolated from backing track leaks. It has been observed that methods working with this technique are less successful in damping backing track leaks, especially in the mid to high frequencies. In this study, improvements were investigated to dampen these leaks, which are more affected by objects in the environment. In this study, whether the body movements of the performers are among the factors that reduce the success rate in damping the backing track leaks, and if so, to what extent they are effective, were measured. Than a method proposal based on the use of an isolation panel positioned in an effective position to reduce the negative effects of performers' body movements was presented, and the contributions of this method proposal. It has been determined that the right-sized isolation panel positioned at the right point can significantly prevent the changes due to the body movements of the performers.

Keywords: recording without headphones, inverted phase, destructive interference, recording choir, eliminating monitoring leakes.

¹ Bu makale, Yıldız Teknik Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Sanat ve Tasarım Fakültesi Doktora Programında, 'Altyapı Üzerine Çalan Kalabalık İcra Gruplarının Kayıtlarında Kulaklıksız Monitörleme ve Monitör Sızıntılarının Sonradan Ters Faz Teknikleri Uygulanarak Giderilmesi' başlıklı doktora tezinden üretilmiştir.

1. GİRİŞ

Kalabalık icra topluluklarının (orkestra ya da koro), önceden hazırlanmış bir altyapı kanalının üzerine kayıt almaları gerektiğinde, her bir topluluk üyesine kulaklık tedarik etmek maliyetli, zahmetli ya da imkânsız olabilmektedir. Örneğin, 40 kişiden oluşan bir koronun önceden hazırlanmış bir altyapı kanalını kayıt esnasında duyabilmesi için stüdyo işletmesinin bu icracılara 40 adet kulaklık, genellikle standart olarak üretilen ve 8 kulaklık besleyebilen kulaklık ön yükselticilerinden de 5 adet tedarik etmesi gerekmektedir. Bu ekipmanın kablo kurulum süreci de çalışma sürecini zorlaştırabilmektedir. Bu ekipman tedarik edilemediğinde stüdyonun tedarik edebildiği kulaklık ön yükselticisi ve kulaklık sayısına bağlı olarak icracıları gruplar halinde kayıt alınabilir.

Başka bir alternatif olarak, altyapı kanalını icracılara hoparlörler ile duyurulabilir. Bu yöntem tercih edildiğinde mikrofonları icracılara olabildiğince yakın pozisyonlandırıp, altyapı kanalının mikrofonlara sızıntısını mümkün olduğunca aza indirmek için hoparlörleri de mikrofonlardan olabildiğince uzak bir konumda pozisyonlandırmak gerekmektedir.

Diğer bir yöntem ise, kulaklık yerine monitör hoparlörlerin kullanıldığı, ters faz ile yıkıcı girişim kullanımına dayanır. Her eser için en az iki kayıt alınır. Alınan bu iki kayıttan ilki bu çalışma içinde anahtar kayıt ve ikincil kayıt olarak anılacaktır. Anahtar kayıt alınırken icracıların stüdyo içerisinde eseri seslendirecekleri konumda mümkün olduğunca hareket etmeden beklemeleri gerekmektedir. Bu sırada altyapı kanalı hoparlörlerden yayınlanır ve baştan sonra bir kayıt alınır. Bu kayıt hoparlörlerden doğrudan mikrofonlara ulaşır. Ayrıca mevcut mekânın duvarlarında, içerisindeki objelerden ve icracıların vücut yüzeylerinden yansıyan sinyaller de kayda girmiş olur. Fakat icracılar performanslarını gerçekleştirmezler. Yapılacak olan ikincil kayıta ise altyapı kanalı yine aynı şekilde aynı hoparlörlerden yayınlanır. Bu kez icracılar performanslarını gerçekleştirirler. Bu yolla iki ayrı kayıt elde edilmiş olur. Anahtar kayıt içerisinde yalnızca altyapı kanalının hoparlörlerden yayınlanarak kaydedilmiş hali bulunurken, ikinci kayıta altyapı kanalının hoparlörlerden yayınlanarak kaydedilmiş hali ve buna ek olarak icracıların performansı bulunur. Bu kayıtlardan bir tanesinin fazı tersine çevrilerek birleştirildiğinde, iki kayıta da özde olan sinyaller birbirlerini yıkıcı girişim ile iptal ederek sönümlemesi beklenir. Bu durumda icracıların performansının bir değişime uğramadan kalması beklenirken, her iki kayıta da bulunan altyapı sızıntılarının birbirini sönümleyerek iptal olması beklenir. Fakat sinyallerin özdeşliğini kaybetme oranına göre, sönümlenmeyen sızıntı miktarı da artacaktır. Bu yüzden yöntem uygulanırken kayıt aşamalarının yalnızca birinde hoparlörlerin konumu ya da açısı asla değiştirilmemelidir. Aynı şekilde hoparlörlerin konumları ve açıları da değiştirilmemelidir. Bunlara ek olarak, kayıtlardan yalnızca birinde sinyal zincirinin herhangi bir noktasında değiştirilecek sinyal kazancı (mikrofon ön yükselticilerinin hassasiyetini değiştirmek, hoparlörlerin ses şiddetini değiştirmek, yayın ve kaydın yapıldığı dijital ses istasyonunda kanalların ses şiddeti ya da tonlama ayarlarını değiştirmek) yöntemi başarısızlığa uğratacaktır. Ortamda bulunan objelerin yerlerini kayıtlardan birinde değiştirmek yine yansıyarak mikrofona ulaşan altyapı sızıntılarında özdeşliği bozacağı için yöntemin başarı oranını olumsuz yönde etkileyecektir.

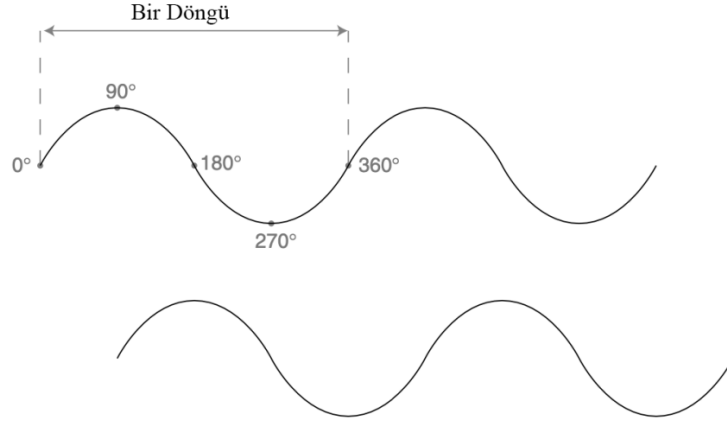
2. PROBLEM DURUMU

Altyapı üzerine yapılan kayıtlarda kulaklık kullanılmadan yapılan hoparlör ile monitörleme yöntemlerinde ters faz teknikleri kullanıldığında, altyapı sızıntılarının yıkıcı girişim ile temizlenmesinde özellikle yüksek frekans bölgesinde başarının azaldığı görülmektedir. Bunun ana sebebi yüksek frekansların ters faz ile sönümlemesinin, düşük frekanslara göre fiziksel olarak daha zor olmasıdır. Çünkü yüksek frekansların dalga boyu düşük frekanslara göre daha kısadır. Bu durum benzer prensiple çalışan aktif gürültü önleyici sistemlerin de yüksek frekanslardaki, gürültü önleme başarısını düşürmektedir (Elliot ve diğerleri, 1999). Diğer taraftan, altyapı kanalının icracılara duyurulması için kullanılan hoparlörler ve hem bu sinyalin hem de yıkıcı girişim için kullanılacak olan sinyalin kopyasının kaydını alan mikrofonların, yüksek frekanslı sesleri doğru şekilde yakalama ve yeniden üretme yeteneklerini etkileyen fiziksel sınırlamaları vardır. Örneğin, mikrofonlar yüksek frekanslarda sınırlı frekans tepkisine veya hassasiyete sahip olabilirken, hoparlörler bu frekanslarda yeterli genliğe sahip anti-gürültü sinyalleri üretmekte zorlanabilir (Kuo & Morgan, 1996). Bununla beraber, yüksek frekanslı sesler, madde üzerinde yayılırken düşük frekanslı seslerden farklı şekilde yayılma eğilimindedir. Yayılma davranışındaki bu farklılık, çalışma prensibi ters faz ile yıkıcı girişime dayalı sistemlerinin yüksek frekanslı gürültüyü iptal etme yeteneğini etkiler. Yüksek frekanslı dalgalar daha kısa dalga boylarına sahip olmaları iptal sürecini zorlaştıran mekânsal değişikliklere neden olabilir (Kuo & Morgan, 1996). Bu tür çeşitli etkenler sebebiyle, sonradan ters faz ile kullanılmak amacıyla kaydedilen iki sinyalin özdeşliğinde bozulmalar gerçekleşmektedir ve yıkıcı girişim sonrasında sinyalin iptal olma oranı azalmaktadır. Bu bozulmaların içinde çevresel faktörler de bulunmaktadır.

Örneğin her iki kayıt yapılırken, icracıların ya da ortamda bulunan objelerin birer yansıtıcı yüzey olarak çalıştığını unutmamak gerekir. Bu yansıtıcı yüzeyler icra kaydı ya da anahtar kayıt yapılırken hareket ettirildiklerinde, işi sinyalin özdeşliği de değişmiş olacaktır. Özdeşliği bozulan sinyallerin de yıkıcı girişim ile birbirlerini iptal etme oranı azalacaktır. Bu çalışmada, kaydı alınan icracıların vücut hareketlerinin yıkıcı girişimi ne kadar etkilediği incelenmiş, icracıların vücut hareketlerinden kaynaklı sinyallerdeki özdeşlik kaybını azaltacak, bir öneri sunulmuş ve bu yöntemin sonuçlara katkısı ölçülmüştür.

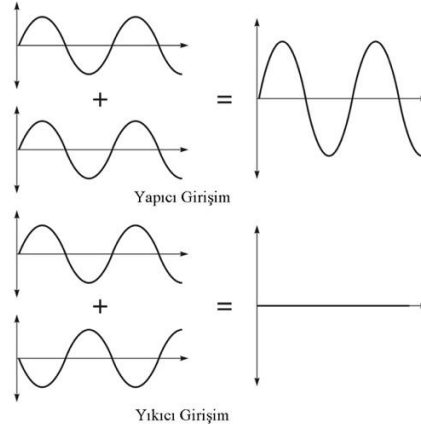
3. FAZ

Ses teorisinde faz iki ya da daha fazla dalga formu arasındaki ilişkiyi açıklar. Faz açısı ile ölçülür ve sinüs dalgaları ile kolaylıkla gösterilebilir (Izhaki, 2008).



Şekil 1. Faz (Izhaki, 2008, s. 163)

Ses dalgaları hava molekülleri ya da katı maddeler üzerinde ilerlerken, zamana bağlı olarak '0' noktasından pozitif ve negatif yönde periyodik tekrarlarla ilerler. İki eşit genlikli ses aynı fazda birleşirse, bunların basınçları toplanır ve sonuç, o noktada tek kaynağın iki katı basınç genliği olur (yapıcı girişim). Bununla birlikte, eğer faz dışı iseler, iki dalga'nın basınçları birbirini götürdüğü için (yıkıcı girişim) sonuç sıfır noktasında bir basınç genliği olur. Bir diğer deyişle, iki sinyal birbirini iptal ederek sönümler (Howard & Angus, 2001).



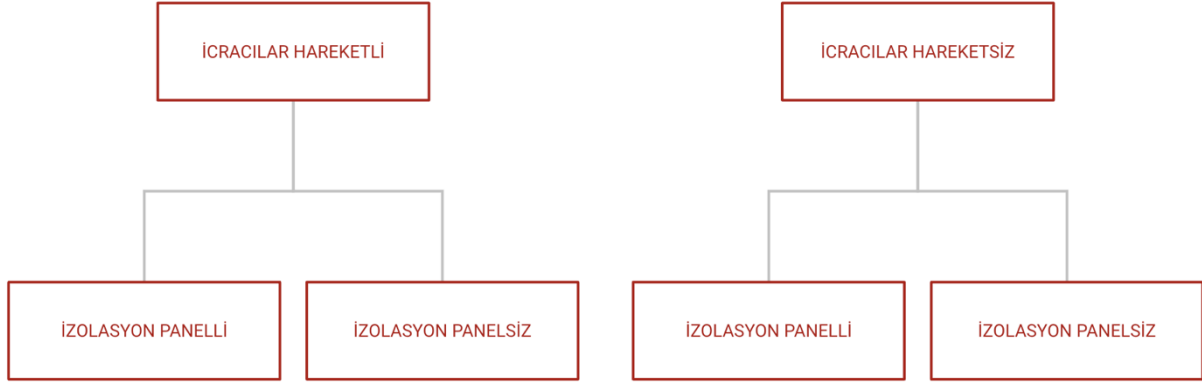
Şekil 2. Ters Faz ile Yıkıcı Girişim (Howard & Angus, 2001, s. 22)

4. YÖNTEM

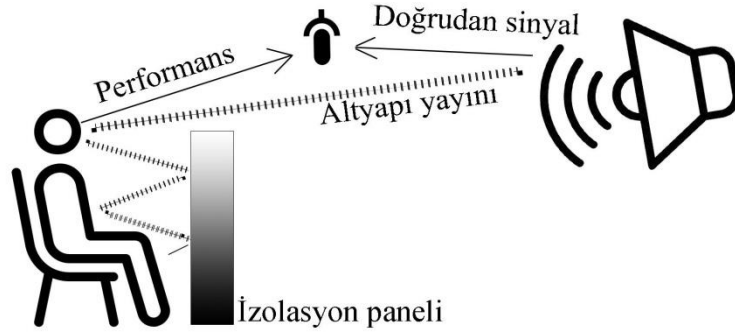
23 kişiden oluşan bir koro ses izolasyonlu bir stüdyoda kayıt performansı düzeninde konumlandırılmıştır. Matematiksel olarak daha dengeli analizler yapabilmek adına, altyapı kanalı olarak müzik yerine pembe gürültü kullanılmıştır. Yapılan kayıtlar ve analizler, 4 farklı yapılandırma ile gerçekleştirilmiştir. Deneyler Tablo 1'deki hiyerarşi ağacına göre yapılmıştır. Hiyerarşi ağacının en üstünde, icracıların hareketli olup olmaması durumu birincil ayrıştırma. İrcacıların serbestçe hareket ettikleri ya da hareket etmeden sabit durmaya çalıştıkları testlerde ikinci ayrıştırma, icracıların önünde konumlandırılarak, vücut yüzeylerinden

yansıyacak sinyallerin mikrofonu dönüşünü mümkün olduğunca engelleyen izolasyon panelinin kullanılması ya da kullanılmamasıdır.

Tablo 1. Testlerin Yapılandırılması

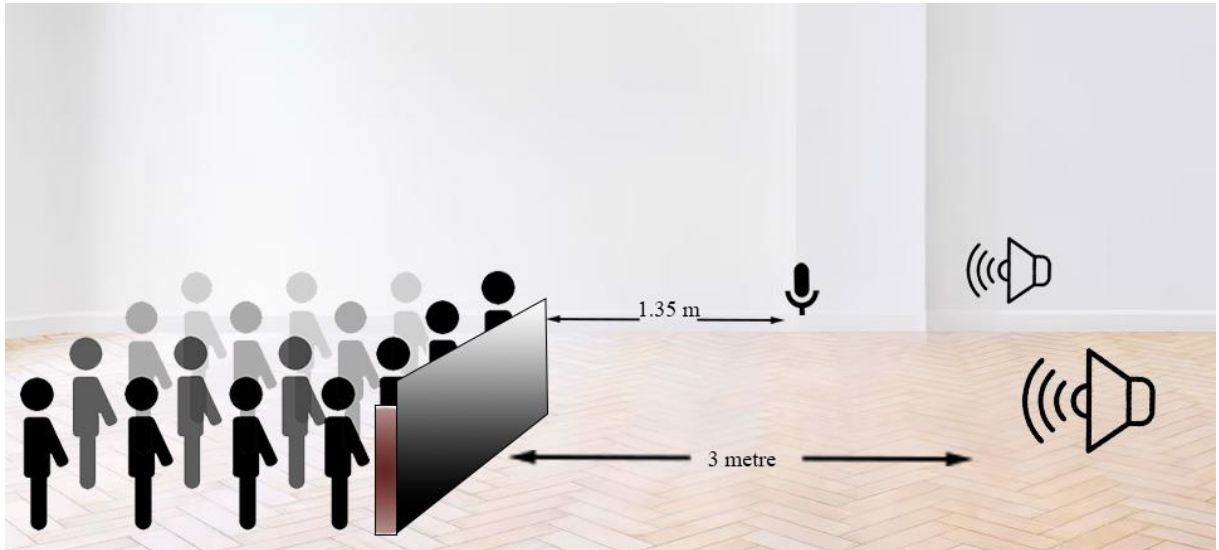


Testlerde mikrofonun, izolasyon panelinin ve hoparlörün konumlandırıldığı noktalar önem arz etmektedir. Amaç, hoparlörden yayılan sinyalin icracıların vücut yüzeylerine hem doğrudan ulaşımını engellemek hem de vücut yüzeylerine odanın farklı yansıtıcı yüzeylerinden yansyarak ulaşan sinyallerin de yeniden mikrofonu doğrudan ulaşımını engellemektir.



Şekil 3. İzolasyon Panelinin Konumu ve Çalışma Prensibi

Temel çalışma mantığı Şekil 3'te görülen kurulum, 23 kişiden oluşan koro için düzenlenmiştir.



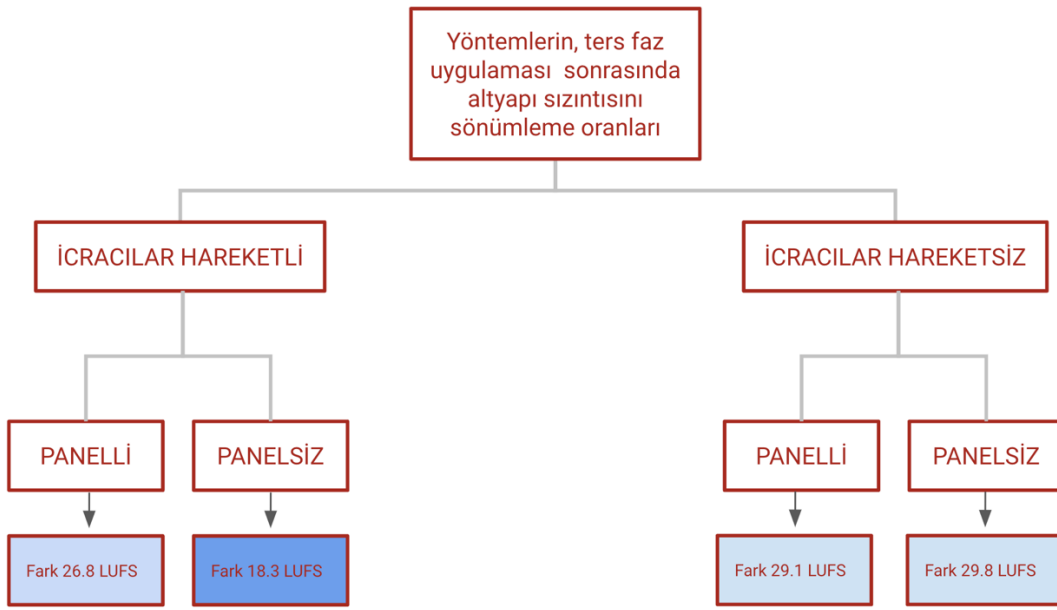
Şekil 4. Koro, İzolasyon Paneli, Mikrofon ve Hoparlörlerin Yerleşimi

Her test için iki defa hoparlörlerden müzik yerine pembe gürültü yayınlanmış ve mikrofon ile kaydedilmiştir. Bu kayıtlardan biri, icracıların altyapı kanalı üzerine performanslarını gerçekleştirdikleri kaydı temsil etmekte iken, hemen ardından yapılan kayıt ise anahtar kaydı temsil etmektedir. Koro üyeleri

kayıtların hiçbirinde müzikal bir icra gerçekleştirilmemiştir. Hatta ölçümleri yanlış sonuçlandıracağı için, ayak sesi ya da gürültüye sebep olabilecek her ihtimal kayıt öncesi uyarılar ve yönlendirmeler ile olabildiğince elimine edilmiştir. Çünkü buradaki amaç icracıların performansını kaydetmek değil, icra kaydına sızan altyapı kanalı ile, anahtar kaydı oluşturmak için kullanılan ve kayda sızan altyapı kanalının, vücut hareketlerinden ne ölçüde etkilendiğini gözlemleyebilmektir. İracılardan müzikal bir icra gerçekleştirmeleri yerine, hiyerarşi ağacındaki sıralama ile, kayıtlarda serbestçe hareket etmeleri ya da mümkün olduğunca hareketsiz kalmaları istenmiştir. Koristler hareketliken ve hareketsizken, izolasyon paneli kullanıldığında ve kullanılmadığında kaydedilen anahtar kayıt ve ikincil kayıtlar eşleştirilmiş ve her bir eşleşmede anahtar kaydın fazı tersine çevrilmiştir. Bu şekilde birleştirilen sinyallerin yıkıcı girişimden önceki ve sonraki özellikleri Python ve Cubase yazılımları ile analiz edilmiştir.

5. BULGULAR

Elde edilen kayıtların LUFS analizlerinde, icracıların serbestçe hareketli olmalarının anahtar kayıt ve ikincil kayıttaki özdeşliği büyük oranda bozduğu ve bu yüzden ters faz sonrası sönümlenmeyen sinyal oranının arttığı tespit edilmiştir. Ayrıca, icracıların önünde konumlandırılan izolasyon panelinin, yöneme katkıda bulunduğu tespit edilmiştir.

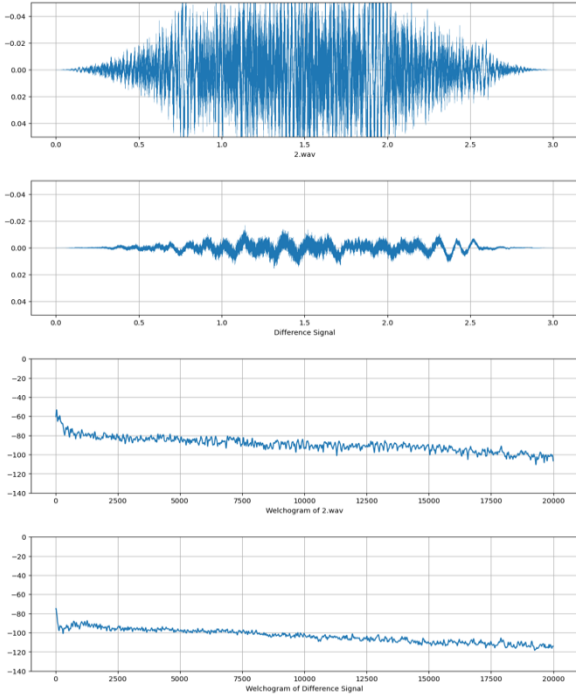


Şekil 2. Test Sonuçlarının Hiyerarşi Ağacında Sunumu

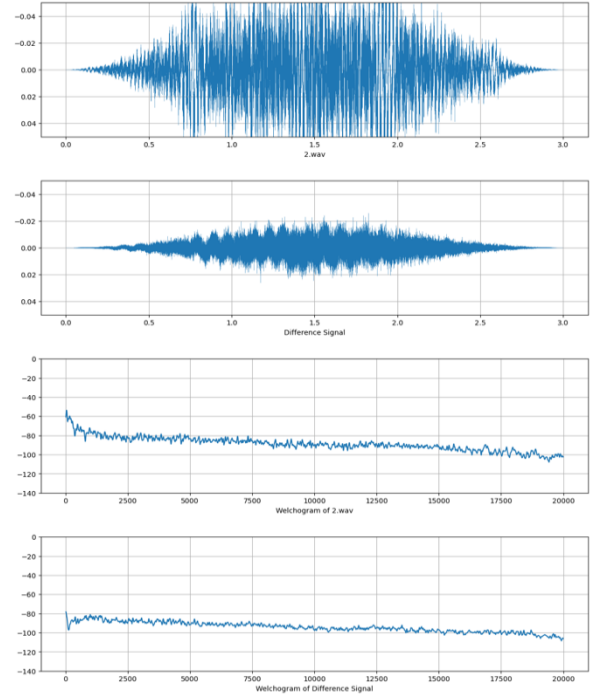
Sonuçlar şu şekilde okunmalıdır; panel kullanılmadan yapılan kayıtlarda, koristler mümkün olduğunca hareketsizken yıkıcı girişim işlemi mevcut sızıntı sinyalini 29.8 LUFS düşürmektedir. İracılar hareket ettiklerinde ise, yıkıcı girişim işlemi mevcut sızıntı sinyalini 18.3 LUFS düşürebilmiştir. Yani koristlerin mümkün olduğunca hareket etmeden bekledikleri kayıtlar ile serbestçe hareket ettikleri kayıt arasında 11.5 LUFS fark bulunmaktadır. Başka bir deyişle, koristlerin sabit durmaya çalışmaları yerine hareketli olmaları, sönümlenemeyen sızıntıları 11.5 LUFS artırmıştır. İzolasyon paneli kullanıldığında ise, koristlerin serbestçe hareket edebildikleri kayıta yıkıcı girişim işlemi sonrası icra kaydını temsilen kaydedilen altyapı sızıntısı ile sönümlenen sinyal seviyesi arasındaki fark 26.8 LUFS iken, panel kullanılmadığında bu fark 18.3 LUFS seviyesine düşmüştür. Başka bir deyişle, koristlerin serbestçe hareket edebildikleri testlerde, izolasyon paneli kullanımı yıkıcı girişim işlemi sonrası sönümlenemeyen sinyal seviyesini 8.5 LUFS azaltmıştır.

5.1. Elde Edilen Kayıtların Grafikselsel Analizleri

Her bir grafiğin en üst satırında, hoparlörlerden mikrofona sızan ikincil kayıt olan pembe gürültünün genliği görüntülenmektedir. İkinci satırda ise anahtar kayıt ve ikincil kayıttan mikrofonlara sızan iki sinyalin yıkıcı girişim ile birleştirilmesi sonrasında sönümlenemeyen sinyalin genliği görüntülenmektedir. Üçüncü satırda, mikrofona sızan ikincil kaydın 20-20.000 Hz. aralığındaki spektrum analizi görüntülenirken, son satırda ikincil kayıt ve anahtar kaydın yıkıcı girişim ile birleştirildikten sonra sönümlenemeyen sinyalin spektrum analizi görüntülenmektedir.

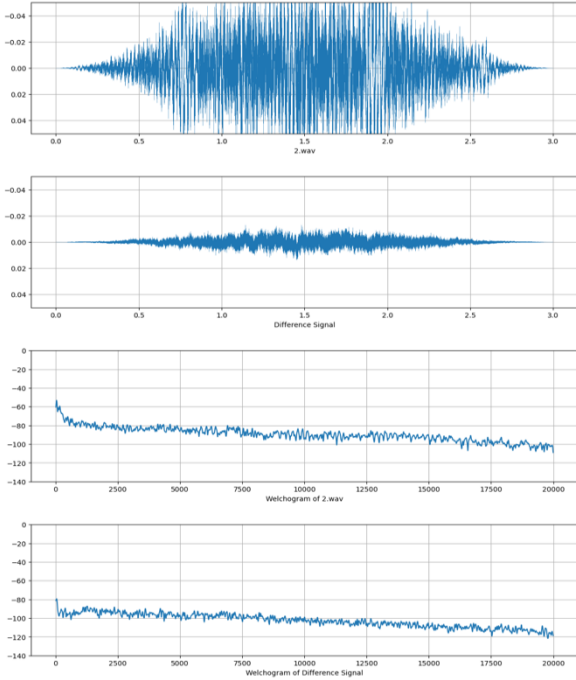


Şekil 5. Koristler Hareketli, İzolasyon Paneli Var

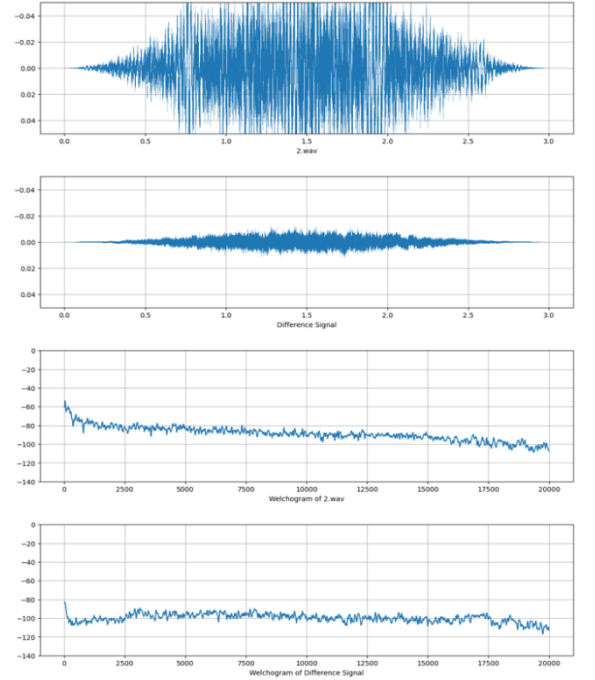


Şekil 6. Koristler Hareketli, Panel Yok

Koristlerin serbestçe hareket edebildiği bu kayıta, frekans aralığının genelinde neredeyse eşit etkiye olduğu gözlemlenirken, 12.500 Hz. ve üzerinde daha etkili olduğu göze çarpmaktadır. İkinci satırdaki genlik grafiğinde izolasyon paneli kullanıldığında, sönümlenemeyen sızıntılarda anlamlı oranda düşüş görülmektedir.



Şekil 7. Koristler Hareketsiz, İzolasyon Paneli Var



Şekil 8. Koristler Hareketsiz, İzolasyon Paneli Yok

Koristlerin mümkün olduğunca hareketsiz kalmaya çalıştıkları bu kayıtlarda izolasyon paneline olan ihtiyacın azaldığı sonucu çıkarılabilir. İzolasyon paneli kullanılan ve kullanılmayan kayıtların yıkıcı girişim sonrasında süzilemeyen sinyalin genliğine baktığımızda (grafiklerde ikinci satır), izolasyon paneli kullanıldığında süzilemeyen sinyalde anlamlı bir azalma görülmemektedir. Fakat spektrum analizine baktığımızda, izolasyon paneli kullanılan kayıta süzilemeyen sinyalin 12.500 Hz. den başlayan ve giderek derinleşen bir azalma eğiliminde olduğu görülmektedir. İcracılar her ne kadar hareket etmemeye çalışsalar da küçük seviyede olan hareketlerden yüksek frekansların etkilendiği görülmektedir.

6. SONUÇ ve DEĞERLENDİRME

Yapılan analizlerde görüldüğü üzere, ters faz ile sızıntıların iptal edilmeye çalışıldığı sistemlerde, icracıların vücut hareketleri ikincil kayıt ve anahtar kayıt arasındaki özdeşliği bozmaktadır. Bu bozulma sebebiyle, ters faz uygulaması ile hoparlörlerden yayınlanan altyapı kanalının mikrofonlara sızıntısı 11.5 LUFs artmaktadır. Fakat izolasyon paneli kullanımı, bu çalışmadaki kurulumla yapılan testlerin sonuçlarına göre sönmelenemeyen sızıntı sinyalinin işitilme seviyesini 8.5 LUFs azaltabilmiştir. Bu yöntem önerisi ile kayıt almak istendiğinde, icracıların performansını ve rahatlığını olumsuz yönde etkilemiyorsa, mümkün olduğunca az hareket etmeleri gerektiği icracılara anlatılmalıdır. Tedarik edilebiliyor ise, icracıların vücut hareketlerinden mikrofonu yansımayı azaltacak izolasyon paneli kullanmak, kayıt sonuçlarını olumlu yönde etkileyeceği için, izolasyon paneli kullanımı önerilir. Bu yöntem önerisinin, çalışma süresi uzadıkça sinyal çıktısında değişikliğe uğrayabilen tüp bileşenler içeren mikrofon ve mikrofon önyükselticileri ile farklı sonuçları olabileceği öngörülmektedir. Tüp bileşenler içeren cihazlarla bu testler tekrarlanabilir.

KAYNAKÇA

- Elliot, S. J., Howard, C. Q., Lewin, P. L. (1999). *Active Noise Control: A Tutorial Review. Proceedings of the IEEE* 87(6),943 - 973
- Howard, D., Angus, J. (2001). *Acoustics and Psychoacoustics*, New York.
- Izhaki, R. (2008). *Mixing Audio-Concepts, Practises and Tools*, London.
- Kuo, S. M., Morgan, D. R. (1996). *Active Noise Control Systems: Algorithms and DSP Implementations*, s.32-33.