

TÜRK STANDARTLARI ENSTİTÜSÜ (TSE) TUZLA AKUSTİK LABORATUVARLARI

Türker Talayman ^a
Talayman Akustik Müh.Ltd.Şti.
Kozyatağı, İstanbul, 34742

ÖZET

Yapı tekniğindeki gelişmeler, bu konuda ülkemizdeki nitelikli ürünler üreten üreticilerin artışı, yurtiçinde yapılarda akustik önlemler ve konfor ile ilgili beklentilerin artması sonucunda yapılarda kullanılan malzemelerin ve bunlarla oluşturulan detaylarla ilgili olarak ulusal ve uluslararası standartlarda ölçümlerin gerçekleştirilmesini gerektirmiştir. Yapı akustiğine yönelik olarak yayınlanmak üzere ulusal yönetmelik de bunu destekleyen ve talep eden bir mevzuat olarak ortaya çıkmaktadır. Ürün ve yapı detaylarının geliştirilmesi, sistemlerin üçüncü taraf akredite laboratuvarlarda ölçümlerinin yapılması nitelikli yapı imalatlarının arttığı yapı sektörü açısından önemli bir ihtiyaçtır. Yapı akustiği ölçümleri, malzemelerin akustik özelliklerinin belirlenmesi ve ses gücü düzeyi ölçüm ve değerlendirilmesi amacıyla TSE İstanbul Tuzla Yalıtım Laboratuvarları kapsamında Akustik Laboratuvarları tasarımı ve imalatı gerçekleştirilmiştir. Proje kapsamında havadan yayılan ve yapıdan yayılan seslere karşı yalıtım düzeyi ölçümleri için TS EN ISO 10140 serisi, ses yutum katsayısı ölçümleri için TS EN ISO 354 ve ses gücü düzeyi ölçümleri için TS EN ISO 3741 standartları uyarınca test odaları tasarlanmış ve imal edilmiştir. Ayrıca akustik uygulamalarda kullanılan malzemelerin niteliklerinin belirlenmesi için TS EN ISO 10534-2 empedans tüpü ve TS EN 29053 hava akış direnci ölçüm düzenekleri de kurulmuştur. 50-100Hz bantlarında güvenilir sonuçların alınabildiği, bilgisayar tabanlı güncel ölçüm sistemleri, yalıtım ölçümleri düzeneklerinde hareketli kaynak odaların kullanılması, deneye tabi tutulacak ürünleri taşıyacak hareketli test çerçeveleri gibi yüksek nitelikli bir laboratuvar yapısı tasarlanıp imal edilmiş, devreye alınmış ve akreditasyon ile birlikte çalışmaya başlamıştır.

Anahtar sözcükler: Akustik Laboratuvar, Yapı Akustiği Ölçümü

ABSTRACT

The acoustic laboratory suit within TSE Istanbul Tuzla Building Materials Fire and Acoustics Laboratory is designed to cover building acoustics measurement, sound power measurements and measurements relating to acoustical properties of materials. The design and construction of the measurement chambers comply with the requirements given by TS EN ISO 10140, TSE EN ISO 354 and TS EN ISO 3741. Besides these, an impedance tube system complying with TS EN ISO 10534-2 and air flow resistivity measurement system complying with TS EN 29053 is provided for material testing. Sound insulation testing setups incorporate moving source rooms and moving test frames which provide faster overall measurement processing time.

Key words: Acoustic Laboratory, Building Acoustics Measurement

^a e-posta adresi: turker.talayman@talayman.com

1. GİRİŞ

Yapı sektörünün son dönemdeki önemli gelişimi ve ülke ekonomisi açısından lider konumu, buna bağlı olarak yerli yapı malzemesi üreticisi firmaların ve ürünlerinin artış gösteren çeşitliliği dikkat çekicidir. Ülkemizde son yıllarda akustik yalıtım, gürültü denetimi gibi konularda yönetmelik ve mevzuatlara da bağlı olarak bir farkındalık gelişmekle birlikte, inşaat proje yönetim şekillerinin gelişmesinin yanı sıra tüketicilerden gelen talepler doğrultusunda olumlu gelişmeler yaşanmaktadır. Ancak bu farkındalığın oluşmasına neden olan faktörler içerisinde maliyet ve uygulama hızının düşürülmesi hedefiyle yapı detaylarının akustik performansın genel olarak zayıflaması, şehirlerin gürültü düzeylerindeki artış ve yapıların gürültü kaynaklarıyla arasındaki mesafelerin azalması nedeniyle artan maruziyeti de dikkate almak gereklidir. Ülkemizdeki yapı stoğunun hızlı bir şekilde artması ve kentsel dönüşüm olarak adlandırılan eski binaların yeni ve nitelikli binalara dönüştürülmesi sürecinde yapı akustiği bağlamında bazı eksiklikler gözlemlenmektedir. Bunların başında yapı akustiğine yönelik bir mevzuatın henüz yayınlanmamış olması itibarıyla sağlanması gereken asgari akustik şartların belirlenmemiş olması gelmektedir. Diğer bir husus ise akredite düzeyde yapı akustiği laboratuvarının sayıca az olması ve üreticilerin ürünleriyle ilgili üçüncü taraf akredite akustik laboratuvar test sonuçlarını sunmamasıdır.

Buradan hareketle Türk Standartları Enstitüsü (TSE)'nin inisiyatifiyle yapı sektörü ihtiyaçlarına cevap verecek bir akustik laboratuvar kompleksinin kurulması istenmiştir. TSE'nin İstanbul Tuzla Aydınli'da bulunan yerleşkesi içerisindeki Yapı Malzemeleri Yangın ve Akustik Laboratuvar Müdürlüğü'ne bağlı olarak inşa edilen ve devreye alınan akustik laboratuvarların tasarımı ve özellikleri ile ilgili bilgilerin bu çalışma ile aktarılması hedeflenmiştir.

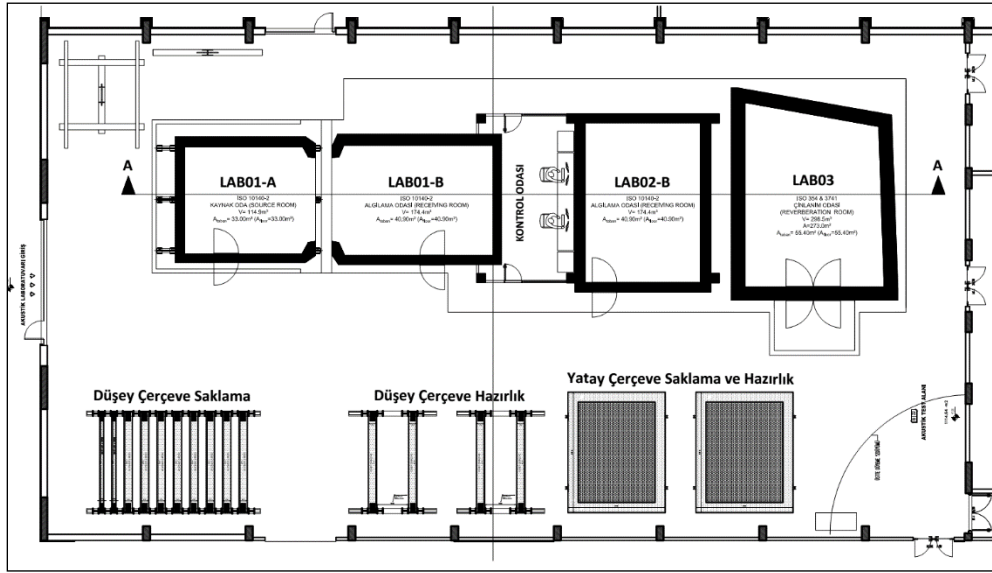
Talep edildiği üzere akustik laboratuvar kompleksi yapı akustiği ölçümleri, malzemelerin akustik özelliklerinin belirlenmesi ve ses gücü düzeyi ölçümleri amacıyla tasarlanmış ve imalatı gerçekleştirilmiştir. Proje kapsamında havadan yayılan ve yapıdan yayılan seslere karşı yalıtım düzeyi ölçümleri için TS EN ISO 10140 serisi, ses yutum katsayısı ölçümleri için TS EN ISO 354 ve elektrikli aletler gibi ses kaynaklarının ses gücü düzeyi ölçümleri için TS EN ISO 3741 standartları uyarınca test odaları tasarlanmıştır. Bunların yanı sıra araştırma-geliştirme aşamasında olan veya akustik uygulamalarda kullanılan malzemelerin akustik niteliklerinin belirlenmesi için TS EN ISO 10534-2 empedans tüpü ve TS EN 29053 hava akış direnci ölçüm düzenekleri de kurulmuştur. TS EN ISO/IEC 17025 standardı uyarınca Türk Akreditasyon Kurumu (TÜRKAK) tarafından Haziran 2015 içerisinde yapılan inceleme ve denetlemeler başarıyla sonuçlanmış olup, TÜRKAK tarafından yetkilendirme Eylül 2015 itibarıyla yapılmıştır.

2. GENEL ÖZELLİKLER

TSE Tuzla Akustik Laboratuvarları projenin Teknik Şartnamesinde talep edilen şartları karşılayacak şekilde temelde dört grup yapı olarak tasarlanmıştır. Bunlardan ilk üç grup yapı, yaklaşık olarak 1.100m² taban alanı ve ortalama 12m tavan yüksekliğe sahip hol içerisinde planlanmıştır. Dördüncü grup ise idari binanın ofis katında ayrılmış bir alanda empedans tüpü ve hava akış direnci ölçüm düzeneklerini barındıran bir yapı olarak planlanmıştır. Planlanan yapıların kullanım amaçları aşağıdaki gibi listelenebilecektir.

- LAB 01 - Düşey tip yapı elemanlarının (duvar, kapı, pencere, cephe malzemeleri, gürültü bariyerleri, vb.) hava doğuşlu sese karşı yalıtım performanslarının ölçümü
- LAB 02 – Yatay tip yapı elemanlarının (döşeme, zemin kaplaması, vb.) darbe sesi ve hava doğuşlu sese karşı yalıtım performanslarının ölçümü
- LAB 03 – Çınlama odasında ses yutuculuk ve ses gücü düzeyi ölçümleri
- LAB 04 – Empedans tüpüyle malzemelerin ses yutuculuk ve ses yalıtım performansı ölçümü ve gözenekli malzemelerin hava akış direnci ölçümleri

İlk üç laboratuvar grubunun içerisinde bulunduğu hole ilişki yerleşim planı çizimi ve genel görünümüne ilişkin fotoğraflar aşağıdaki şekillerde sunulmuştur.



Şekil 1: Akustik laboratuvarları holü yerleşim planı



Şekil 2: Laboratuvar holü genel görünüşüne ilişkin fotoğraflar

3. LABORATUVARLARIN TEKNİK ÖZELLİKLERİ

3.1. Ses Yalıtım Düzeyi Ölçüm Laboratuvarları

Ülkemizde yapı elemanlarının ses yalıtım düzeylerinin laboratuvarında ölçülmesiyle ilgili olarak uluslararası ISO standartlarından uyumlaştırılmış olan TS EN ISO 10140 [1] serisi standartlar uyarınca tarif edilen şartlara göre yapılmaktadır. Söz konusu laboratuvar yapısı için fiziki şartlar ve teçhizatla ilgili konuların yer aldığı TS EN ISO 10140-5 standardı uyarınca planlama ve imalatlar gerçekleştirilmiştir. Hava doğuşlu ses yalıtımı TS EN ISO 10140-2, darbe sesi yalıtımı ise TS EN ISO 10140-3 standartlarında aktarılan detaylar ve TS EN ISO 10140-4 standardında belirtilen prosedürlere uygun olarak ölçülmektedir.

Laboratuvar çalışma prensiplerinin ortaya çıkarıldığı ilk planlama aşamasında yalıtım ölçümleri için kullanılacak laboratuvarın düşey ve yatay yapı elemanları için bağımsız şekilde ölçüm yapılabilmesine olanak sağlamak üzere iki farklı yapı olarak kurgulanmasına karar verilmiştir. Buna göre düşey yapı elemanları ölçümlerinde kullanılan iki komşu çınlama odası olarak tarif edilen ilk oda çifti “LAB 01” koduyla adlandırılmıştır. Düşeyde komşu durumda ve biri diğerinin üzerinde çalışacak şekilde tasarlanan ikinci grup çınlama odaları çifti ise “LAB 02” koduyla adlandırılmış olup yatay yapı elemanlarının ölçümleri için tasarlanmıştır. Ses yalıtım düzeyi ölçümlerinin gerçekleştirildiği bu çift odalı düzeneklerin her ikisinde de Kaynak Odalar elektro-mekanik sistemlerle hareket eden yapılar olarak tasarlanmış ve imal edilmiştir. LAB 01 ve LAB 02 düzeneklerinde Kaynak Odaları “A”, Algılama Odaları “B” indisiyle gösterilmiştir. Odaların fonksiyon ve fiziksel özellikleri çizelge olarak aşağıda sunulmuştur.

Çizelge 1: Ses yalıtım laboratuvar yapıları teknik özellikleri

Oda Kodu	Ölçüm Standartları	Düzenekğin Özelliği	Oda Özelliği	Hareket Özelliği	Hacim (m ³)	Bulunduğu Kot (m)
LAB-01 / A	TS EN ISO 10140-2	Çelik konstrüksiyon üzerine çift kabuklu çınlama odası	Kaynak Oda	Yatay Hareket	114,9	+0,00
LAB-01 / B	TS EN ISO 10140-2	Betonarme ve hafif kabuktan oluşan çınlama odası	Algılama Odası	Sabit	174,4	+0,00
LAB-02 / A	TS EN ISO 10140-2 ve TS EN ISO 10140-3	Çelik konstrüksiyon üzerine çift kabuklu, üst çınlama odası	Kaynak Oda	Düşey ve Yatay Hareket	74,1	+4,00
LAB-02 / B	TS EN ISO 10140-2 ve TS EN ISO 10140-3	Betonarme ve hafif kabuktan oluşan alt çınlama odası	Algılama Odası	Sabit	175,4	+0,00

Standart uyarınca oda hacimleri ve lineer boyutları farklı en az %10 fark olacak şekilde tasarlanmıştır. Algılama odaları dış kabukları betonarme olarak imal edilmiş ve iç kabuk betonarme döşemelerinin titreşim alıcı yaylar üzerinde yüzdürülmesi sağlanmıştır. Hareketli kaynak odalar ise betonarme taban üzerine çelik konstrüksiyon duvar ve tavan taşıyıcı sistem ile kurulmuş olan yapının dıştan taşıyıcı dolgu panel ve içte ise titreşim alıcılar ile asılmış hafif konstrüksiyon duvar ve tavanlarla bitirilmesi sağlanmıştır.

Ses yalıtım laboratuvarlarının planlamasında klasik ve genel yaklaşım kaynak ve algılama odaları arasında standart uyarınca en az 10m² açıklığa sahip deney duvarı açıklığının sağlanması ve odaların dolaylı ses iletim yollarını baskılayacak şekilde detaylandırılarak birbirinden ayrık bir şekilde imal edilmesidir. Bu tip yapılarda özellikle ıslak duvar veya şaplı döşeme imalatları gibi tekniklerin kullanıldığı durumlarda deneyi yapılacak detayın kuruması, kürlenmesi veya şartlanması için gereken süreler dikkate alındığında laboratuvarın bir yıl içerisinde yapabileceği toplam ölçüm sayılarında ciddi kısıtlamalar söz konusu olmaktadır. Bunu aşmak üzere TSE tarafından talep edilen şartlar uyarınca deney malzemelerinin laboratuvar odalarının dışında hazırlanıp şartlandırılmasına imkan sağlayan bağımsız deney çerçeveleri tasarlanmıştır. Yurtdışında bazı tanınmış akustik laboratuvarlarında, ülkemizde de FTI Akustik Laboratuvarlarında benzer yaklaşımla kullanılan hareketli deney duvarı prensibi bu çalışmaya konu laboratuvar yapısında da kullanılmıştır. Dışarıda hazırlanan deney çerçevelerinin kaynak ve algılama odaları arasına yerleştirilebilmesi için kaynak odaların hareketli olması planlanmıştır. Elektro-mekanik tahrik sistemleri yardımıyla sağlanan hareket uyarınca kaynak odanın açılması, deneye hazır bir çerçevenin yatay veya düşey yalıtım laboratuvarlarına holde bulunan köprü vinç yardımıyla uygun şekilde yerleştirilmesi ve son olarak kaynak odanın kapanarak sızdırmazlığın elde edilmesi sağlanmaktadır. Çerçeveler ile kaynak ve algılama odaları birleşim noktalarında sızdırmazlık için kademeli şekilde contalar kullanılmıştır. Ayrıca gerekli olduğu durumlarda ilave önlem olarak bu tip laboratuvarlarda kullanımı yaygın olan sertleşmeyen yoğun akustik macun (Perennator TX 2001 S) da tedarik edilmiştir.

Duvar tipi elemanlar, gürültü bariyerleri, kapılar, pencere tipi küçük elemanlar, yüzer döşeme malzemeleri ve asmolen tipi döşemeler için çerçeveler imal edilmiştir. Düşey tip elemanların ses yalıtım ölçümleri için 4 tip, yatay tip elemanların ses yalıtım ölçümleri için ise 3 tip çerçeve tasarlanmıştır. Tüm bu tiplerden farklı adetlerde, toplamda ise 15 adet çerçeve imal edilerek, laboratuvarın taleplere daha hızlı cevap verecek imkanlara sahip olması hedeflenmiştir. Düşey deney çerçevelerinde deney malzemesi açıklığı 12,42m², cam ya da küçük yapı elemanı açıklığı standart uyarınca 1250x1500mm, yatay deney çerçevelerinde ise deney açıklığı 18,33m² olacak şekilde tasarlanmıştır. Deney çerçeveleri laboratuvar odalarının bulunduğu holde ayrılan bir alanda üzerine deneye tabi tutulacak düşey yapı malzemelerinin uygulanması için özel tasarlanmış çelik raflara yerleştirilmiş olup, ayrıca düşey çerçeve saklama ünitesi ile şartlanmayı bekleyen ya da uygulama yapılmamış boş çerçevelerin saklanması sağlanmıştır. Yatay çerçevelerin saklanması ve hazırlanması için aynı alan kullanılmakta olup gerekli planlamaya göre yatay çerçeveler iki grup halinde üst üste yerleştirilerek saklanmaktadır.

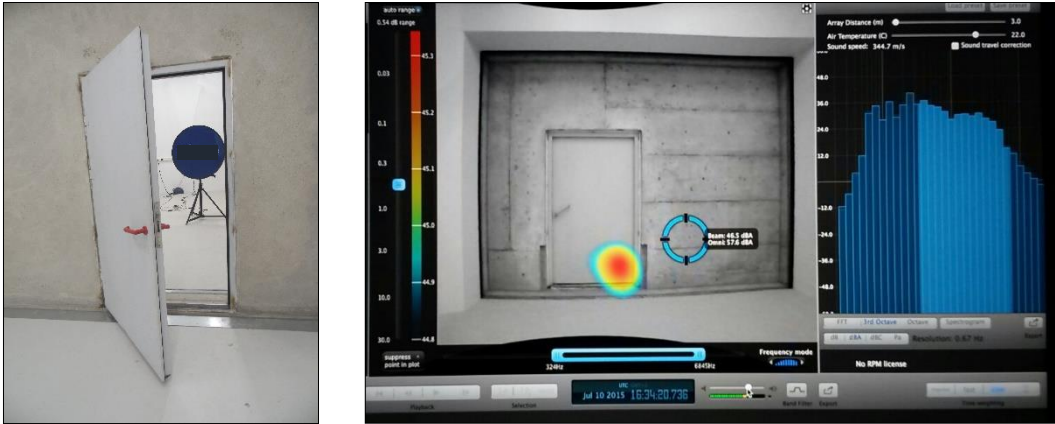
Laboratuvar odalarının geometrik boyutlarının hesabında oda içi modları dikkate alınarak hesaplama ve planlamalar yapılmıştır. 100Hz altındaki düşük frekans bantlarında ölçümlerin daha sağlıklı yapılabilmesi ve tekrar edilebilirliğin sağlanabilmesi için oda içi hacimleri standartta belirtilen alt limit değeri olan 50m³'ün çok üzerinde planlanmıştır. Odaların içerisindeki dağınık ses alanının elde edilebilmesi için büyük alanlara sahip akrilik camdan ses saçıcı levhalar, standart uyarınca oda hacmine bağlı olarak verilen en yüksek çınlama düzeyi değerlerini elde etmek üzere her oda için ses yutucu panolar kullanılarak ölçüm çalışmaları için gerek şartların sağlanabildiği laboratuvar odaları ortaya çıkarılmıştır.

Ses yalıtım laboratuvarlarında ölçülebilir en yüksek yalıtım düzeyinin belirlenmesi için TS EN ISO 10140-5 standardı Ek.A'da belirtilen Tip.C Ağır Duvar detayı LAB 01'de, bunun yanı sıra Tip.C Ağır Döşeme detayı da LAB 02'de uygulanmıştır. Bu detaylara göre yapılan ses yalıtım düzeyi

ölçümlerinde LAB 01 için $R'_{max}=74\text{dB}$, LAB02 için ise $R'_{max}=79\text{dB}$ olarak ölçülmüştür. Algılama odaları içerisindeki geri plan gürültü seviyeleri 50-5000Hz aralığında $L_b=18\text{dB}$ düzeyinde ölçülmüştür.

Ölçüm sistemleri planlamasında ölçüm düzeneğinde işlemlerin olabildiğince hızlı ve bilgisayar kontrollü şekilde yürütülmesi hedefiyle uygulama gerçekleştirilmiştir. Bilgisayar kontrollü analizörler, Tip.1 sınıfı mikrofon ve kalibratörler, döner mikrofon sehpaları, değişik ses nitelikte ses kaynakları ve bu kaynakları süren güç yükselticileri, darbe üretici, haberleşme modülleri, dijital ses işlemci modülü gibi elemanlardan oluşan modern bir laboratuvar ölçüm sistemi kurgulanmış ve devreye alınmıştır. Ölçüm sistemlerinin bir parçası olan kaynak odaların içerisindeki ses kaynakları olarak orta ve yüksek frekans bantlarında ses yayınlayan çok-yönlü 12-yüzlü hoparlör (omni-directional), düşük frekans bandındaki yayın için ise büyük çaplı bas hoparlörler (subwoofer) kullanılmaktadır. TS EN ISO 10140-5 Ek.D'ye göre kaynak yeri doğrulama işlemleri gerçekleştirilmiş ve her iki kaynak odası içerisinde üçer adet ses kaynağı noktası belirlenerek özellikle düşük frekans bandındaki (50-100Hz) oda içi ses yayılımının kararlı ve yeterli ses düzeyinde olması sağlanmıştır.

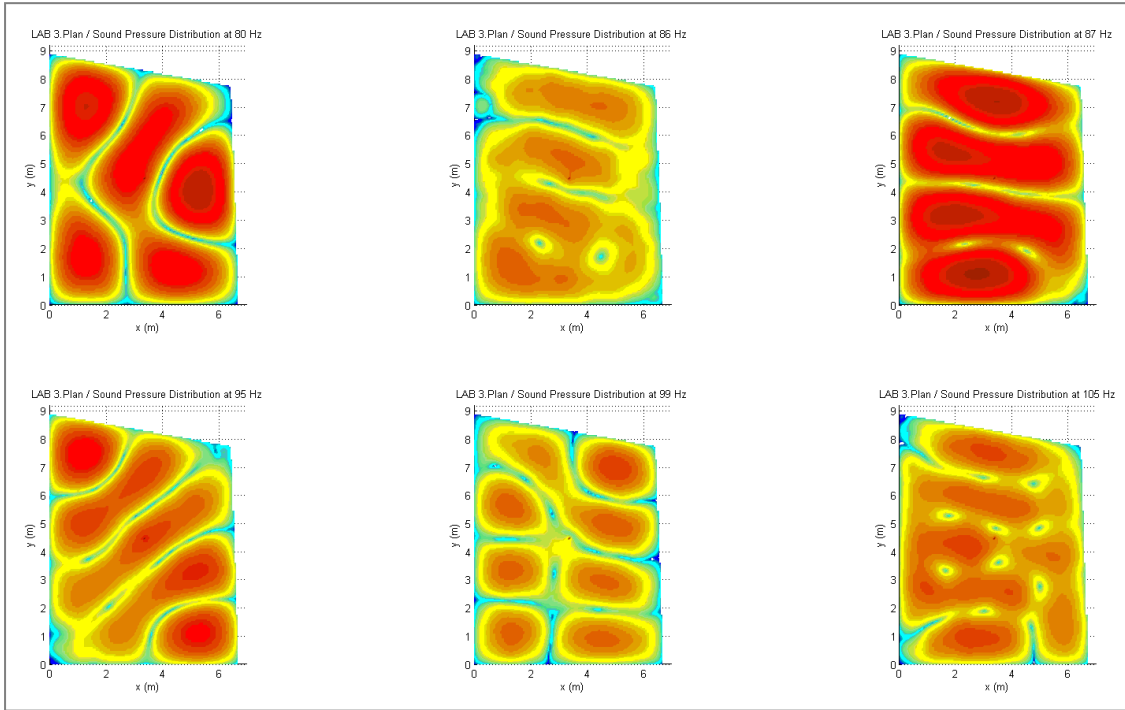
TSE Tuzla Akustik Laboratuvarları ölçüm kabiliyetleri içerisinde akustik kamera sistemi de dahil edilmiştir. Akustik kamera sistemi çok sayıda dijital mikrofonun özel bir dizi olarak disk üzerine yerleştirilip, bu disk üzerine ulaşan seslerin yönlülük ve düzeyinin analizinde kullanılmasını içeren bir tekniktir. Ses yalıtım düzeyi ölçümlerinde uygulanan yöntem gereği kaynak oda ile algılama odası arasındaki toplam ses seviyelerinin hareketli döner mikrofonlar aracılığıyla alınan uzaysal ortalamaları arasındaki farkı ölçülmektedir. Ancak bu yöntem ile deneye tabi tutulan malzeme veya detayın ses yalıtımı açısından zayıf olduğu noktalarının tayini yapılamamaktadır. Daha önceleri ses yegİnliği problemleri ve iki kanallı ölçüm sistemleriyle görece daha uzun zamanda gerçekleştirilebilen bu analiz akustik kameranın algılama odası içerisinde yerleştirilmesi ile ses yalıtım zayıflığı olan nokta veya bölgelerin tayini gerçek zamanlı bilgisayar analiz ve gösterimleriyle mümkün olabilmektedir. Bu bilginin özellikle ürün geliştirilmesi aşamasında üreticiler için çok değerli bilgiler sağlayacağı öngörülmüştür. Bu sistem ile deneye tabi tutulan bir kapı sisteminde zayıflık görülen bölgenin tayin edildiği örnek bir çalışmaya ait çıktı aşağıdaki şekilde sunulmuştur.



Şekil 3: Akustik kamera ile kapı sisteminin ses yalıtım zayıflıkları veya kaçak olan bölgelerin belirlenmesi

3.2. Ses Yutma Katsayısı ve Ses Gücü Düzeyi Ölçüm Laboratuvarları

Ses yutma katsayısı ve ses gücü düzeyi ölçüm talebini karşılamak üzere bir adet çınlama odası tasarlanmış ve imal edilmiştir. Bu deney odasının tasarımında uluslararası ISO standartlarından uyumlaştırılmış olan TS EN ISO 354, TS EN ISO 3741 ve TS EN ISO 3741 EK-A'da aktarılmış olan kriterler dikkate alınmıştır [2,3]. “LAB-03” olarak adlandırılan çınlama odası içerisinde 50Hz frekans bandına kadar ölçümler yapılabilmesi için ilgili standartlarda belirtilen kriterler olabildiğince dikkate alınmıştır. Düşük frekans bandında kabul edilebilir standart sapma aralıklarında ölçümler alınabilmesi yapılan planlama çalışmalarında öncelikli olarak oda modları analiz edilmiştir. Oda geometrisine göre iki boyutlu olarak incelenen oda modları, her bir düzlem için ayrı ayrı FDTD modelleriyle aracılığıyla düzgün dörtgen olmayan yapıda oda öz frekanslarının etkileşimleri incelenmiştir. Analizlerden bazı çıktılar aşağıdaki şekilde sunulmuştur.



Şekil 4: LAB03 plan düzleminde 80-105Hz aralığındaki oda modlarının simülasyon gösterimleri [4]

Çınlama odası içerisinde dağınık bir ses alanı sağlanabilmesi hedefiyle oda duvarlarının birbirlerine paralel olmaması sağlanmış ve oda içerisinde değişik ebatlarda saydam akrilik levhalardan oluşturulmuş saçıcı elemanlar kullanılmıştır. TS EN ISO 354 standardında belirtilen prosedür uyarınca yerleştirilen değişik ebatlardaki toplam 9 adet saçıcı elemanların her iki yüzeyi dikkate alınarak elde edilen toplam alan $69,5m^2$ olarak hesaplanmıştır. Bu alan toplam oda yüzey alanı toplamının yaklaşık %25'ine karşılık gelmektedir. Ayrıca ses gücü düzeyi ölçümleri için gerekli ortam şartlarının sağlanabilmesi için oda iç duvarlarında kullanılmak üzere taşınabilir akustik yutucu paneller sağlanmıştır.

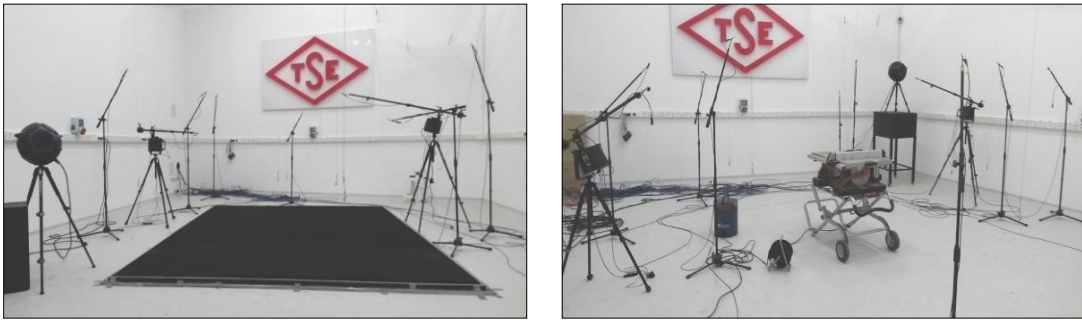
Çınlama odası çift kabuk yapısı prensibine göre imal edilmiş olup, iç betonarme kabuk yaylar üzerinde yüzdürülmüş bir betonarme döşeme ve bunun üzerine inşa edilmiş olan perde duvarlar ve

tavan döşemesi ile bitirilmiştir. Dış kabuk ise imal edilen betonarme karkas yapı arasında dolu briket elemanlar ile bitirilmiştir. Aradaki hava boşluğunda mineral yünü levhalarla yalıtım sağlanarak iki kabuk arasındaki rezonans etkisinin en düşük düzeye getirilmesi ve sistemin toplam yalıtım düzeyinin artırılması hedeflenmiştir. Böylece oda içerisindeki geri plan gürültü düzeyinin düşük seviyede kalması sağlanmıştır. Oda içerisindeki atmosferik şartların kontrol edilebilmesi amacıyla bir hassas klima cihazı kullanılmış ve bu cihaz ile oda arasında akustik yalıtımlı kanallar ve susturucular kullanılarak cihaz kaynaklı oda içi gürültü düzeyinin olabildiğince düşük düzeye getirilmesi hedeflenmiştir. Çınlama odası iç fiziki özellikleri aşağıdaki gibidir.

Çizelge 2. Çınlama odası karakteristik özellikleri

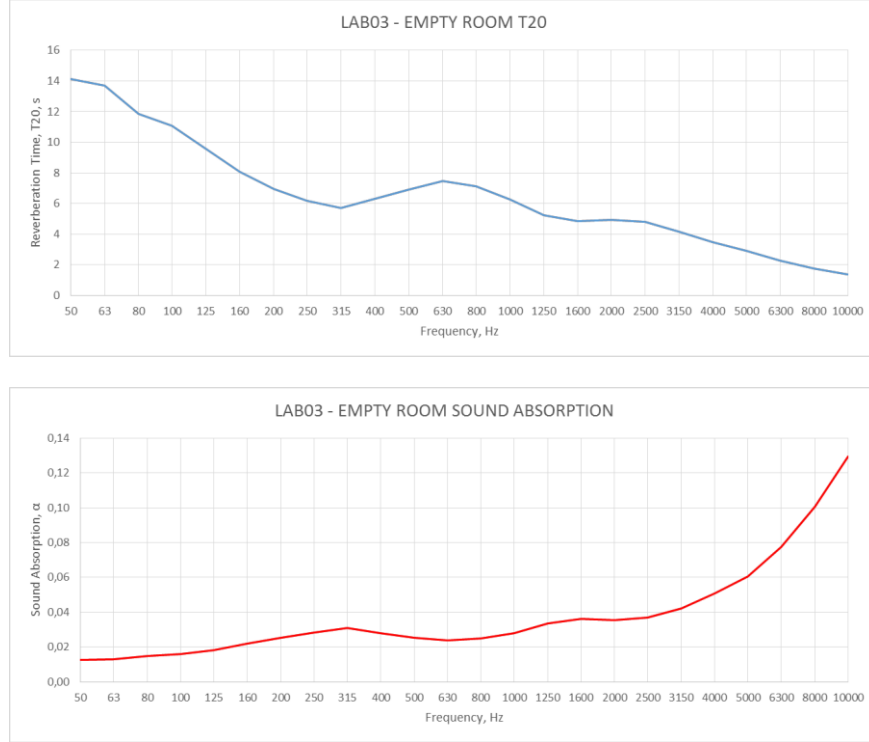
Oda Kodu	Ölçüm Standartları	Oda Özelliği	Hacim (m ³)	İç Yüzey Alanı (m ²)	Taban Alanı (m ²)	Yükseklik (m)	En Uzun Köşegen (m)
LAB-03	TS EN ISO 354 TSE EN ISO 3741	Çift betonarme kabuklu çınlama odası	298,5	274	55,5	5,38	12,42

Ses yutma katsayısı ölçümleri için oda içerisinde en yüksek düzeyde yansıtıcılığa ve dolayısıyla yüksek çınlama süresine ihtiyaç bulunmaktadır. Bunun sağlanabilmesi adına deney odası iç yüzeylerinin betonarme imatları sırasında pürüzsüz bir yüzey elde edilmesi sağlanmış ve daha sonra epoksi astar ve epoksi boya ile boyanarak yüzey yutum katsayısının standartta belirtilen oda içi limit eşdeğer toplam yutuculuk alanı (A_1) kriterine uygun olacak şekilde düşük düzeye indirilmesi sağlanmıştır. Ancak diğer yandan ses gücü düzeyi ölçümleri için oda içi çınlama süresinin görece daha düşük değerlere sahip belirli bir aralıkta kalması da gerekmektedir. Bunun sağlanabilmesi adına LAB-03 içerisinde duvarlarda kullanılmak üzere portatif akustik yutucu panolar öngörülmüş olup, ses gücü düzeyi ölçümleri için bunların odaya dahil edilmesi planlanmıştır. Çınlama odasının TS EN ISO 3741 EK-C’de belirtilen geniş bantlı ses kaynaklarına göre doğrulama prosedürünü karşılayacak şekilde tasarım ve imalatı yapılmıştır. Ses gücü ölçümlerinde referans ses kaynağı ile karşılaştırma metoduna göre ölçümler yapılmıştır.

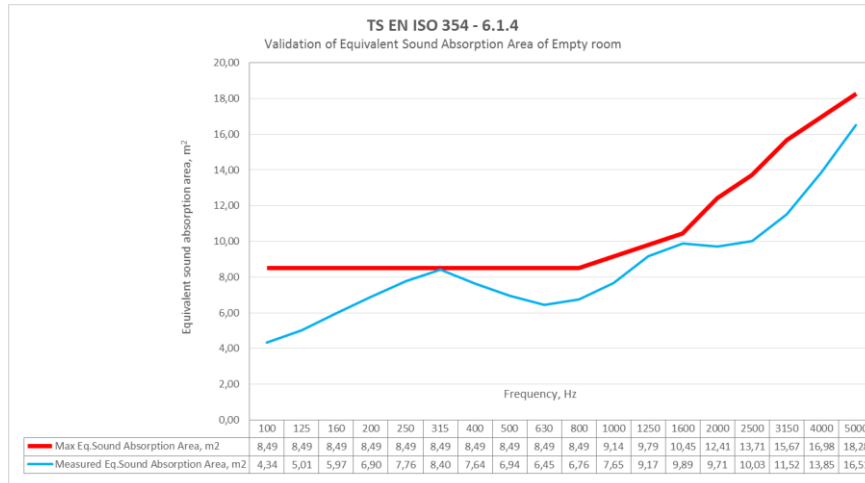


Şekil 5: Çınlama odasında gerçekleştirilen ses yutma katsayısı (sol) ve ses gücü düzeyi (sağ) ölçümlerine ilişkin fotoğraflar

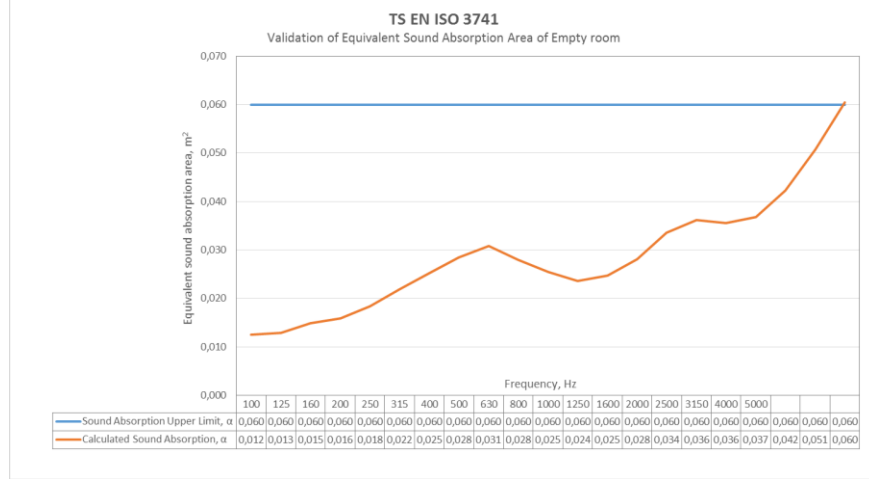
Çınlama odasının boş durumdaki çınlama süresi değeriyle ilgili olarak TS EN ISO 3382 uyarınca yapılan çınlama süresi ölçümleri ve buradan yapılan hesaplamalara ilişkin sonuçlar TS EN ISO 354 ve TS EN ISO 3741 de aktarılmış olan sınır değerlerle karşılaştırılarak aşağıdaki şekillerde sunulmuştur.



Şekil 6: LAB-03 Boş durumda çınlama süresi ölçümleri ve toplam oda içi yutuculuk düzeyi hesaplama sonuçları



Şekil 7: LAB-03 Boş durumdaki yutuculuk değerlerinin TS EN ISO 354 Madde 6.1.4 ile doğrulama sonuçları



Şekil 8: LAB-03 ses gücü düzeyi ölçümleri için yerleştirilen ses yutucu panellerden sonra TS EN ISO 3741 uyarınca toplam yutucu yüzey doğrulaması

4. SONUÇ

TSE İstanbul Tuzla Aydınlatma ve Akustik Laboratuvarları Merkezi bünyesinde tasarlanıp, imal edilip devreye alınan akustik test alanlarına ilişkin teknik detaylar sunulmuştur. Yapı malzemeleri imalatçıların yanı sıra elektrik motoru, elektrikli ev aletleri, vb. ses gücü düzeyi ölçümlerine ihtiyaç duyan üreticilerin de faydalanabileceği bir yapı sağlanmıştır. Ülkemizde yapı akustiği alanındaki laboratuvar gereksinimlerini karşılamak ikinci akredite laboratuvar olması ve özellikle darbe sesi yalıtımının ölçülmesine imkan sağlayacak ilk laboratuvar olması bu yapıyı özellikli kılmaktadır. Bunlara ek olarak yapı akustiği laboratuvar ölçüm taleplerine hızlı cevap verilebilmesi hedefiyle hareketli odalar ve deney çerçeveleri prensibine göre tasarlanıp imal edilen bir laboratuvar yapısı ortaya çıkmıştır. Merkez bünyesinde yangına dayanım, yangına tepki ve ısı yalıtım gibi mevcut diğer bölümlerle beraber ar-ge çalışmalarının yanında ürün test ve belgelendirme hizmeti sunabilen, çoklu testi tek merkezde yapabilme imkanı sağlanan önemli bir yatırım gerçekleştirilmiştir.

TEŞEKKÜR

Oda modlarının analizi amacıyla FDTD simülasyonları için yazılım kodunun oluşturulup koşulmasıyla ilgili desteğinden dolayı Sn.Onur Gülen'e teşekkür ederim.

KAYNAKLAR

1. TS EN ISO 10140-1, -2, -3, -4, -5:2013 grubu yapı elemanlarında ses yalıtımının laboratuvar ölçümleri standart ailesi.
2. TS EN ISO 354:2007, Akustik - Çınlama odasında ses absorpsiyonunun ölçülmesi.
3. TS EN ISO 3741:2011, Akustik - Ses basıncı kullanılarak gürültü kaynaklarının ses güç seviyelerinin tayin edilmesi - Çınlama odaları için kesinlik metotları.