


Öz

Mimari akustik, sese dair fizik bilgilerinin mekânlar açısından mimarlık kurallarına göre nasıl kullanılması gerektiğinin incelendiği disiplinlerarası bir bilim dalıdır. Ağırıklı olarak görselliğe ve çizime dayalı olan mimarlık eğitiminde, teoriye dayalı mevcut yöntemlerin ötesinde, akustik bilginin mimarlık öğrencilerine nasıl aktarılması gerektiğine dair bir eğitim yaklaşımı arayışı vardır. Akustik alanında çalışan bir müzisyen, mimar ve araştırmacı bakış açısıyla tasarlanan bu lisans seçmeli mimari akustik ders modelinin; “Teorik Bilgi”, “Deneyimleme”, “Araştırma / Ödev” ve “Uygulama / Tasarlama” ana başlıkları altında yürütülmesi önerilmiştir. Sese dair parametrelerin daha anlaşılabilir olması için, derste konularla ilişkili video ve seslerin öğrencilerle paylaşılması ve bu açıdan günümüz teknolojilerinden mümkün olan en verimli şekilde faydalanılması planlanmıştır. Akustik açıdan tasarımı yapılmış konser salonu veya konuşma amaçlı salon gibi mekânlara yapılacak teknik gezilerin, ses gibi görülemeyen ve ancak işitilebilen fiziksel bir olgunun mimarlık gibi insanlar için kaliteli mekânlar yaratma amacı olan bir disiplinde tasarımı nasıl şekillendirdiğinin daha iyi anlaşılması için önemli araçlar olduğundan bahsedilmiştir. Sektörden profesyonellerin derse katılımlarının sağlayacağı katkı üzerinde durulmuş, piyasadaki akustik malzemelerin mimari tasarımlara nasıl entegre edilebileceği ödevler ve bir tasarım projesi üzerinden kurgulanmıştır. Dersin son haftalarında öğrencilerden hazırlamaları beklenen müzik veya konuşma amaçlı bir salon tasarım projesi ile dönem boyunca edinilen tüm bilgiler ve mimariye yansımaları test edilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Mimari Akustik, Mimarlık Eğitimi, Akustik Eğitimi

Mimarlık Lisans Müfredatında Akustik: Bir Ders Modeli Önerisinin Çıktıları

Acoustics in Undergraduate Architectural Curriculum: Outcomes of a Course Method Proposal

 Onurcan Çakır

Onurcan Çakır, İzmir Ekonomi Üniversitesi, Mimarlık Bölümü, İzmir, Türkiye

Basvuru tarihi/Received: 19.03.2023, Revize tarihi/ Revised: 13.11.2024, Kabul tarihi/Final Acceptance: 18.11.2024

Extended Abstract

Architectural acoustics is an interdisciplinary branch of science that requires knowledge about both spatial and auditory issues. In architectural education, which is mainly based on visuals and drawings, there is a search for a progressive educational approach on how acoustic knowledge should be transferred to architecture students, beyond the existing theory-based methods. The proposed undergraduate elective architectural acoustics course model is a method that can be applied within the possibilities in every university. This course method has been applied in the undergraduate elective architectural acoustics course called ARCH 390, which was regularly opened in the İzmir University of Economics – Department of Architecture from the fall semester of 2018-2019 to the fall semester of 2022-2023. Designed with the perspective of a musician, architect and researcher working in the field of acoustics, this undergraduate elective architectural acoustics course model is suggested to be conducted under the main headings of “Theoretical Knowledge”, “Experiencing”, “Research / Homework” and “Application / Design”. In total, the first two weeks of the 14-week period are basic sound knowledge, the next three weeks are about room acoustics, one week is homework presentations, two weeks are building acoustics and noise control, five weeks are the hall design and critiques, and the last week is the final submission of the hall design project and the jury. Throughout the semester, theoretical knowledge was supported by physical experiences. These experiences, which appeal primarily to the senses of hearing, as well as vision and touch, are in-class sound experiences, physical experience of acoustic material samples, music studio technical visit and concert hall technical trip.

In order to make the parameters of sound more understandable, it is planned to share the videos and sounds related to the topics with the students in the course and to make use of today's technology in the most efficient way possible. Metric expressions can be explanatory in terms of understanding the dimensional relationship of the frequencies with the structural elements. Listening to the musical equivalents of the frequencies represented by numbers will make it easier to understand what a low, medium and high frequency correspond to, in real life.

It has been mentioned that technical site visits to places such as acoustically designed concert halls or halls for speech are important tools for a better understanding of how a physical phenomenon like sound which cannot be seen -but can be heard- shapes the architectural design that aims to create high quality spaces for people. The contribution of professionals from the sector was emphasized for the course. Acoustic material samples are physically experienced in the classroom, corresponding to the theoretical part in which the absorbance and reflectivity properties of the materials are explained. How acoustic materials in the market could be integrated into student projects was also structured through assignments and a design project.

Theoretical knowledge was used in the design project of a concert hall or a hall for speech at the end of the semester. In the project, which proceeded as individual or group work, the students were expected to design halls with a capacity of 300 – 400 people. It is desired to construct a course model that can be given in a similar way in every university without being dependent on a professional software. For this reason, the design of the hall is based on two-dimensional technical drawings and the RT calculations are based on Excel tables.

In architectural education, building physics subjects are important in terms of curriculum and professional life of students after graduation. Considering this low ratio of the elective courses in acoustics, it was aimed to generate data for new courses that could be opened and an architectural acoustics elective course model was proposed for the undergraduate architecture curriculum. The aim of this course is to teach the basic sound and architectural acoustics knowledge in general, while making it easier for the students to use the acoustic data during their design process.

Keywords: Architectural Acoustics, Architecture Education, Acoustics Education



This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License.

Nasıl Atf Yapılır: Çakır O. Mimarlık Lisans Müfredatında Akustik: Bir Ders Modeli Önerisinin Çıktıları. Tasarım Kuram 2024;20(43):269–280.

Giriş

Mimarlık lisans eğitiminde ses ile ilişkili konular, Türkiye’de bulunan çeşitli üniversitelerde ağırlıklı olarak Yapı Fiziği veya Fiziksel Çevre Kontrolü adlı dersler altında işlenmektedir. Mimari akustik, diğer yapı fiziği konuları olan aydınlatma, ısıtma, havalandırma, iklimlendirme ve yangın emniyeti konuları ile birlikte zorunlu derslerde eğitim içeriğine dahil edilebildiği gibi, seçmeli ders olarak da müfredatta yer alabilmektedir. 2013’te yapılan bir çalışmaya göre, Türkiye’deki üniversitelerin mimarlık bölümlerinin 32 tanesinde mimari akustiğin lisans programında zorunlu dersler kapsamında işlendiği, sese ilişkin konuların bu derslerde iki veya üç hafta üzerinde durulduğu, 21 üniversitede ise mimari akustik üzerine seçmeli lisans dersleri bulunduğu belirtilmiştir (Meriç ve Çalışkan, 2013). 2014’te yapılan bir çalışmaya göre ise, Türkiye’de toplam 82 üniversitede mimarlık bölümü bulunduğu, zorunlu lisans derslerinde akustik konularının işleme oranının %60 olduğu, bu üniversitelerin %27’sinde akustik üzerine seçmeli lisans dersleri bulunduğu sonucuna ulaşılmıştır (Çakır vd., 2014).

Mimarlık eğitiminde kullanıcı konforunu ön plana çıkaracak yapı fiziği konuları, müfredat ve öğrencilerin mezuniyet sonrası profesyonel meslek hayatları açısından önem taşımaktadır. Özellikle akustik konusundaki seçmeli ders oranının bu düşük değeri göz önünde bulundurularak, yeni açılacak dersler açısından veri oluşturması amaçlanmış ve mimarlık lisans müfredatı için bir mimari akustik seçmeli ders modeli önerilmiştir. Görsel ağırlıklı bir yapıya sahip olan mimarlık eğitiminde sesle ilişkili konuların öğrenciler tarafından anlaşılması ve tasarımlarında bir veri olarak kullanılması için ders içeriğine ve işleme yöntemine dair önerilerde bulunulmuştur. Bu makale kapsamında, şu ana kadar tamamlanmış yedi eğitim yarıyılı kapsayan ders süreci anlatılmış, çıktılar ortaya konarak sonuçları açıklanmıştır. Müzisyen,

mimar ve akustik üzerine çalışan bir araştırmacının perspektifinden kurgulanarak oluşturulmuş ve fiziksel deneyimin yöntem olarak ön plana çıkarıldığı bu ders modelinin, mimarlık öğrencileri tarafından ses fenomeninin anlaşılmasını ve ortaya konan bu yöntem sayesinde akustikle ilişkili konuların tasarıma dahil edilmesini kolaylaştıracağı öngörülmektedir.

Literatür

Mimari akustik gibi yapı fiziği konularının mimarlık lisans müfredatında öğrencilere ders olarak sunulması, hem yeni mezun mimarların bu gibi uzmanlık alanları hakkında genel bir bilgiye sahip olarak tasarımlarını gerçekleştirebilmelerini, hem de lisans üstü araştırma yapmak isteyen öğrencilerin hangi alana yönleneceklerini daha bilinçli bir şekilde belirleyebilmelerini sağlayacaktır. Mimarlık öğrencilerine akustik konusundaki bilgilerin aktarım yöntemleri konusunda yapılmış çalışmalar bulunmaktadır. Berardi, Kanada’da mimarlık programlarında akustik eğitimi için içerik önerilerinde bulunmuştur (2017). Sü Gül ve Çalışkan, çalışmalarında lisans ve yüksek lisans seviyesinde mimari akustik konularının müfredat içerisinde nasıl işlenebileceğine dair bir örnek sunmuşlardır (2022). Polonya’da yapılan bir çalışmada, mimarlık öğrencilerine akustik konularının aktarılma yöntemleri tartışılmış, disiplinler arası aktivitelere önem verilmesi gerektiği belirtilmiştir (Sygulska, 2021). Bunların yanında, iç mimarlık lisans öğrencileri için (Kitapçı, 2019) ve mimarlık yüksek lisans öğrencileri için açılan mimari akustik dersleri ve verilme yöntemleri hakkında çalışmalar da bulunmaktadır (Çalışkan ve Arslan, 2005), (Karabulut ve Çalışkan, 2011), (Meriç ve Çalışkan, 2013). Son dönemdeki üniversite derslerinin 2020 pandemi sürecinde yüz yüze gerçekleştirilememesi göz önünde bulundurularak, online eğitim kapsamında işlenen bir mimari akustik yüksek lisans dersi için geliştirilmiş ders yönteminin anlatıldığı bir çalışma da yayınlamıştır

(Dance, 2022).

Genelde iki ve üç boyutlu çizimler üzerinden ilerleyen mimarlık eğitiminde, öğrencilere gözle görülemeyen bir enerji türü olan sesi anlatmanın ve onların akustığı tasarımlarına dahil etmelerini sağlamanın yolları akademisyenler tarafından araştırılmaya devam etmektedir. Bayazıt, Hohman ve Reder'in çalışmasında ses ile ilişkili konuların mimari projelerdeki yeri ve işitsel peyzajın tasarıma dahil edilmesinin gerekliliğinden bahsedilmiştir (2012). Kandemir ve Özçevik Bilen ise makalelerinde lisans mimari stüdyo konusunun işitsel peyzaj yaklaşımı üzerinden işlenmesini anlatan bir çalışmayı ortaya koymuştur (2020). Benzer şekilde, başka bir çalışmada yine işitsel peyzaj çalışmalarının mimarlık öğrencileri için akustik ve mimari tasarım arasında bağ kurmalarını sağlayacağı düşünüldüğünden bahsedilmiştir (Xiao vd., 2022). Tüm bu çalışmalarda, mevcut mimari akustik eğitiminin mimarlık öğrencileri için fazla teorik kaldığı ve tasarıma sesle ilgili öğelerin eklenebilmesi için bir kolaylaştırıcı yol oluşturulması gerektiği fikri ön plandadır. Bu fikri destekler biçimde, tasarım projesi derslerinde işitselleştirme kavramının işin içine dahil edilmesinin, mimarlık öğrencilerinin akustik konusunu anlamalarında kolaylaştırıcı olacağından bahseden bir çalışma yapılmıştır (Llorca vd., 2019). Milo, mimarlık eğitimine akustığın dahil edilme yöntemleri hakkında önerilerde bulunduğu çalışmada, mimari akustik başlığının akustik tasarımın daha çok fiziksel ve teknik kısmını oluşturduğunu, işitsel peyzaj yaklaşımının odağında ise sosyal ve kültürel tarafların olduğunu belirtmektedir (2020).

Akustik derslerinin mimarlık öğrencilerine nasıl aktarılması gerektiğini kurgulayan çalışmaların varlığı, bu konudaki mevcut teori ağırlıklı yöntemlerin ötesinde bir yol bulma arayışından kaynaklanmaktadır. Bazı çalışmalar mimari tasarım proje stüdyolarına akustığın entegre edilmesini

hedeflerken, diğer çalışmalar ise akustik konusunu ayrı bir ders olarak ele almaktadır. Literatürde ve eğitim pratiğinde hissedilen eksiklik, ses fenomenine dair bilgilerin öğrenciye aktarımı sırasında teknolojinin ve fiziksel deneyimin yeterince derslere entegre edilememesi, aynı zamanda akustığın yapı içerisinde bir tasarım öğesi olduğu gerçeğinin öğrencilere yeterince aktarılamamasıdır. Bu çalışma kapsamında bu temel kaygı ile oluşturulan lisans seçmeli mimari akustik ders modeli, her üniversitede imkanlar dahilinde uygulanabilir, temel ses ve mimari akustik bilgisini genel olarak aktarmayı hedefleyen, tasarıma dair girdileri belirlerken öğrencilerin akustik verileri kullanmalarını kolaylaştıracak, teorik bilginin ses / mekân deneyimleri ve uygulama ile desteklendiği bir yöntem önermektedir.

Yenilikçi Bir Ders Modeli Önerisi, Yöntem, İçerik Ve Çıktılar

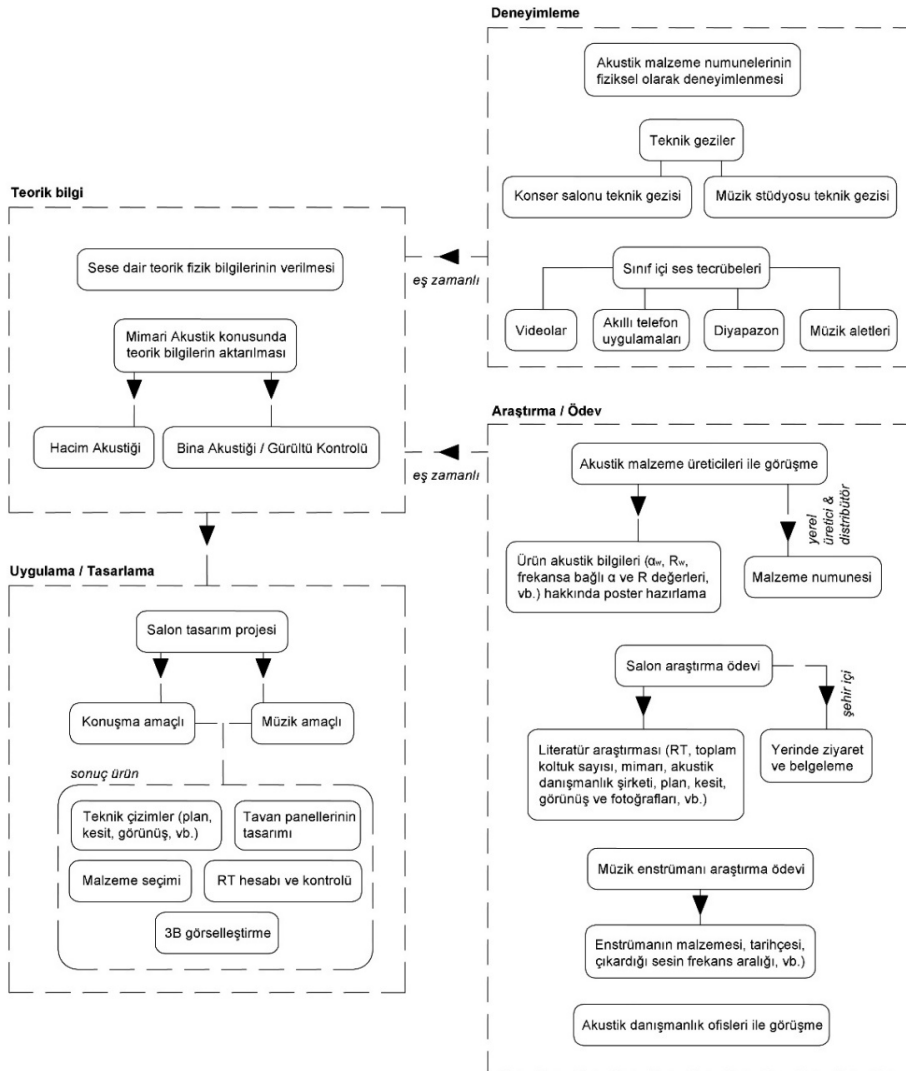
Mimari akustik tasarımı hem mekânsal hem de işitsel konularda bilgi gerektirmektedir. Tasarlanacak mekânlar insanlar tarafından kullanılacağı için, kullanıcı konforu önemli bir faktördür. Mekânın işlevi, hangi kullanıcı için tasarlandığı, insanların hacim içerisindeki sesi nasıl algıladığı gibi konular tasarım parametreleri olarak karşımıza çıkmaktadır. Akustik bilgisi, müzik veya konuşma amaçlı büyük bir salonun tasarımında bir araç olarak kullanılabilir gibi, bir konutun veya ofisin herhangi bir odasında kullanıcı konforunu sağlamak için tasarıma girdi olarak dahil edilebilir.

Müziyen bir eğitimci perspektifinden, eğitim süresince akustığa dair teorik bilginin nasıl aktarıldığı ve ne tür yardımcı araçlarla desteklenerek sürecin ilerletildiği bu bölümde açıklanmıştır. Önerilen ders yöntemine ait akış şeması Şekil 1'de verilmiştir. Teorik akustik bilgisinin deneyimler, araştırma ve ödevlerle eş zamanlı olarak desteklenerek ilerlendiği ve sonuç ürün olarak bir salon tasarım projesi çıktısının olduğu yeni bir

ders modeli önerilmiştir. Bu yöntemin önerilmesindeki temel amaç, genellikle yapı fiziği konularındaki teorik bilginin mimarlık öğrencileri için tasarım alanının dışında bir veri olarak algılanarak mimari tasarıma dahil edilmemesi probleminin önüne geçmek, öğrencilerin sesi anlamasını ve içselleştirerek tasarımlarına dahil edebilmelerini sağlamak, aynı zamanda mimari akustiğin akademide ve sektörde ne gibi çalışma alanlarına sahip olduğunu öğrencilere göstermektir.

2018-2019 güz döneminden 2022-2023 güz dönemine kadar İzmir Ekonomi Üniversitesi– Mimarlık Bölümü’nde düzenli olarak açılmış olan ARCH 390

adlı bu lisans seçmeli mimari akustik dersinde aşağıda sıralanan “Teorik Bilgi”, “Deneyimleme”, “Araştırma / Ödev” ve “Uygulama / Tasarlama” ana başlıkları altında geziler, ödevler, sunumlar ve projeler gerçekleştirilmiştir. Konser salonu veya konuşma amaçlı salon tasarım projesi her dönem son beş haftada gerçekleştirilmiştir. Konser salonu ve müzik stüdyosu teknik gezileri ise 2020 pandemisi öncesindeki dönemde yapılabildiği için gerçekleştirilmiştir. Her dönem içerisinde biri hacim akustiği, diğeri ise bina akustiği üzerine olacak şekilde iki kısa sınav gerçekleştirilmiştir ve bu sınavlarda kaynaklar açık şekilde kullanılabilmiştir. Öğrencilere her dönem farklı bir konuda



Şekil 1. Önerilen ders modeline ait akış şeması.

araştırma ödevi verilmiştir. Akustik yapı malzemeleri, Türkiye'deki akustik danışmanlık firmaları, dünyadaki önemli akustik danışmanlık ofisleri, dünyada ve Türkiye'de bulunan konser salonları, İzmir'de bulunan salonlar, akustik bilimi açısından önemli bilim insanları, salon harici akustik açıdan ilgi çekici mekânlar, çeşitli müzik enstrümanlarının akustik açıdan değerlendirilmesi; her farklı dönemde ayrı bir ödev konusu olarak öğrenciler tarafından araştırılmıştır.

Toplam 14 haftalık dönemin ilk iki haftası temel ses bilgisi, bunu takip eden üç hafta hacim akustiği konuları, bir hafta ödev sunumları, iki hafta bina akustiği ve gürültü kontrolü konuları, beş hafta salon tasarımı ve kritikler, son hafta ise salon tasarım projesine ilişkin final teslimi ve jürisi üzerinden kurgulanmıştır. Ders kurgusunu oluşturan ana başlıklar daha detaylı olarak aşağıda açıklanmıştır.

Teorik Bilgi

Ses ve mimari akustiğe dair teorik bilgiler, haftalık ders sunumları ve dönem içerisinde konusunda uzman davetli konuşmacılar üzerinden kurgulanmıştır.

Haftalık ders sunumları

Teorik ders anlatımı kısmı; temel ses bilgisi konularından frekans, dalga boyu, genlik, düzey, ses gücü – basıncı – yeğinliği ve bu terimlerle ilişkili birimlerin anlatılması ile başlamaktadır. Bu parametreler açıklanırken öğrencilere lise bilgilerinden logaritma ve buna ilişkin hesaplar hatırlatılmaktadır. Özellikle frekans konusu anlatılırken, sunumlar deneyimleme yöntemleri ile desteklenmektedir ve detayları ilişkili bölümde açıklanmıştır.

Temel ses bilgisi konularına, üniversite öğrencilerine bir kısmını daha önce lisedeki fizik derslerinde gördükleri bazı terimleri hatırlatmakla başlanabilir. Sese dair frekans ve dalga boyu gibi temel kavramları öğrenirken öğrencilerin ses ve mekân arasında kurulabilecek en doğrudan bağ olan metre cinsinden ölçüleri iyi algılamaları gerekmektedir. Dalga boyu da mekânın

boyutları da aynı birimle ölçülebilecek verilerdir, bu yüzden görsel ağırlıklı bir eğitim alan mimarlık öğrencisi için, gözle görülemeyen bir enerji olan sesi tanımlamada iyi bir araç olarak görülebilir. Bu noktada, metre cinsinden mimari ile ilişkisini kurabildiğimiz sesin, gerçek hayatta bir kullanıcı tarafından nasıl algılandığını, örneğin düşük veya yüksek frekansa bahsedildiğinde bunun işitsel olarak neye tekabül ettiğini de ders sırasında öğrenciye aktarabilmek ve bunu deneyimleyebilmesini sağlamak önemlidir. Yüksek frekansların dalga boylarının daha kısa olduğunu uzunluk birimi üzerinden açıklamanın yanında, bu frekansların hangi müzikal notalara karşılık geldiğinin sesli olarak anlatımı, yani teorinin deneyimleme yöntemi ile desteklenmesi, öğrencilerin bu kavramlara daha hızlı adapte olmalarını sağlayacaktır.

Mimari akustik; hacim akustiği ve bina akustiği / gürültü kontrolü olmak üzere iki ana başlık altında anlatılmaktadır. Üç hafta boyunca hacim akustiği; malzeme özellikleri, yutucu türleri, yutuculuk katsayıları, reverberasyon süresi (RT) hesabı, mekân işlevine bağlı optimum RT değerleri, salon tasarım kriterleri konuları üzerinden aktarılmaktadır. Reverberasyon süresi, ders içerisinde Sabine formülü yardımıyla elle hesaplanmaktadır. Salon tasarım kriterleri ise Mehta, Johnson ve Rocafort'un (1999) mimari akustik kitabındaki grafikler aracılığıyla anlatılmaktadır. İki hafta teorik anlatımı süren bina akustiği ve gürültü kontrolü konuları ise; hava doğuşlu ses, katı doğuşlu ses, ses geçiş kaybı hesapları, tek – çift – bileşik cidar hesapları, darbe sesi yalıtımı, yüzer döşemeler ve esnek gereçler üzerinden işlenmektedir.

Konusunda uzman davetli konuk konuşmacılar

Teorik konu anlatımlarını destekleyecek şekilde, davetli konuşmacılar derse katkı koymuşlardır. Özellikle İzocam, Tacer, Aktav, Qubi ve Feltouch gibi malzeme üreticilerinin yapmış oldukları sunumlar (Şekil 2), piyasada bulunan malzemelerin akustik özelliklerinin ve bu konudaki

çeşitliliğin öğrenciler tarafından fark edilmesini sağlamaktadır. Ayrıca sektör ve mimarlar arasındaki iletişimin lisans eğitimi sırasında başlaması ve bu sayede potansiyel bağlantıların kurulmasına bir temel oluşturulması hedeflenmektedir. Ders kapsamında firma temsilcileri tarafından taş yünü panel, perfore alçı panel, keçe yutucu panel, perfore ahşap panel ve benzeri birçok akustik ürün, numuneler üzerinden akustik özellikleri hakkında bilgiler verilerek öğrencilere anlatılmıştır.



Deneyimleme

Dönem boyunca teorik bilgi, fiziksel deneyimler ile desteklenmiştir. Öncelikli olarak işitme, bununla birlikte görme ve dokunma duyularında hitap eden eden bu deneyimler; sınıf içi ses tecrübeleri, akustik malzeme numunelerinin fiziksel olarak deneyimlenmesi, müzik stüdyosu teknik gezisi ve konser salonu teknik gezisi başlıkları üzerinden kurgulanmıştır.

Sınıf içi ses tecrübeleri

Teorik kısımda frekanslar ve ilişkili dalga boyları, sayısal veriler ile öğrencilere aktarılmaktadır. Frekansların yapı elemanları ile boyutsal ilişkisinin anlaşılması açısından metrik ifadeler açıklayıcı olabilir, ancak bir sayı ile temsil edilen frekansların müzikal karşılıklarının öğrencilere dinletilmesi; düşük, orta ve yüksek frekansların gerçek hayatta işitsel olarak neye tekabül ettiklerinin anlaşılmasında faydalı olacaktır. Örneğin 440 Hz'in La notası olduğu anlatılırken, saf sese yakın bir ses çıkaran bir diyapazon titreştirilerek öğrencilere bu

nota dinletilmiştir. Bir notanın bir oktav yukarısının frekansın sayısal olarak iki katına, bir oktav aşağısının ise frekansın yarısına denk olduğu anlatılırken ise, bir gitar yardımı ile farklı oktavlardaki aynı notalar ses olarak çalınmıştır. Benzer bir şekilde, akıllı telefonlarda bulunan frekans üretici uygulamalar da çok daha hassas olacak şekilde her frekansın ses olarak karşılığını vermektedir. Öğrencilerin derse katılımlarını arttırmak için bu tür uygulamalar indirilip sınıfta sesler beraber deneyimlenebilir. Akustik eğitiminde en azından temel seviyede müzik bilgisinin işin içine dahil olması, konunun daha iyi anlaşılmasını kolaylaştıracaktır. Reverberasyon süresi ile ilişkili konular anlatılırken ise, farklı mekânlarda kaydedilmiş videolar izlenmiştir. Özellikle Wikisinger adlı sanatçının 15 farklı mekânda aynı şarkıyı söylediği video (*Oh, 2016*) sayesinde; yansıtıcı yüzeyli bir mekânda, bir kilisede, tünelde, spor salonunda, anekoik odada, otoparkta, küçük bir odada, açık havada ve çeşitli diğer mekânlardaki reverberasyon süresinin müzik üzerindeki etkisini işitsel açıdan deneyimlemek mümkün olmuştur.

Akustik malzeme numunelerinin fiziksel olarak deneyimlenmesi

Malzemelerin yutuculuk ve yansıtıcılık özelliklerinin anlatıldığı teorik kısma denk gelecek şekilde, sınıf içerisinde akustik malzeme numuneleri fiziksel olarak deneyimlenmektedir. Taşyünü veya camyünü gibi gözenekli yutucuların dokularının algılanması, farklı türlerde perfore panellerin deliklerinin ve delikler arası mesafelerinin görülmesi, bazı numuneler ile birlikte frekansa bağlı α yutuculuk katsayılarının grafiklerinin değerlendirilmesi, kauçuk veya mantar gibi malzemelerin dokunma duyusu aracılığıyla esnekliklerinin algılanması, teorik malzeme bilgisini destekler nitelikte deneyimler olmuştur. Dersin verildiği sınıf ortamında, tavanda akustik baffle'ların yer alması (*Şekil 2*), ders sırasında bu malzeme uygulamasının anlatımını da kolaylaştırmıştır.

Şekil 2. Akustik malzeme hakkında bir davetli konuşmacı sunumu.

Müzik stüdyosu teknik gezisi

Bir dinleme odası ve stüdyo ortamı deneyimlemek için ders kapsamında Urla'da bulunan Maven Mastering Stüdyosu'na teknik gezi gerçekleştirilmiştir (Şekil 3). Ses mühendisi Burak Ataş tarafından mekânın nasıl kurgulanıp inşa edildiği, içerisinde bulunan elektronik cihazlar, yüzeylerde kullanılan akustik malzemeler hakkında bilgiler aktarılmıştır. Hacmin tasarımına ilişkin, Louden'ın (1971) oda ölçülerine dair önerdiği oranlardan bahsedilmiş, ayrıca tek boyutlu ve iki boyutlu QRD saçıcılar hakkında bilgi verilmiştir. Teorik açıdan öğrenilmiş bilgilerin bu stüdyoda görerek ve duyarak pekiştirilmesi amaçlanmıştır. Fiziksel olarak böyle bir ses ortamının içinde bulunmanın öğrenmeye önemli bir katkısı olmuş, sayısal ve kağıt üzerinde olan tasarım bilgisinin uygulama sonrası işitsel anlamda neye tekabül ettiğinin anlaşılmasında kolaylaştırıcı olduğu öğrenciler tarafından da dile getirilmiştir.



Şekil 3. Mastering stüdyosu teknik gezisi.
Şekil 4. Konser salonu teknik gezisi - Ahmet Adnan Saygun Sanat Merkezi (AASSM).

Konser salonu teknik gezisi

Dönemin son haftalarında gerçekleştirilecek olan salon tasarım projesi için bir fikir vermesi açısından, Ahmet Adnan Saygun Sanat Merkezi'nde bulunan 1130 kişilik büyük salon ve 224 kişilik küçük salon ziyaret edilmiştir. Türkiye'de akustik olarak projelendirilmiş

nadir salonlardan biri olan AASSM teknik gezisinde, büyük salon içerisinde prova yapan müzisyenler ve hacmin akustiğinin müziğe katkısı gözlemlenmiştir. Gezi sırasında mekânda bulunan yüzey malzemeleri, mekânın oturma şeması ve formu, sahne, boyutlar ve teknik detaylar üzerinde durulmuştur. Salonların dışındaki teknik hacimler ve ekipman hakkında da görevliler tarafından bilgi aktarılmıştır. Müzik amaçlı tasarlanan mekânlar, içerisinde icra edilecek müzikten bağımsız düşünülmemeleri için, eğitimin deneyimleme yönünün önemini vurgulamak adına, mimari akustik eğitimi alan öğrenciler bu mekânlara farklı zamanlarda bilet alarak gelip birer konser izlemeleri konusunda teşvik edilmiştir. Teknik gezi haricindeki bu bireysel konser deneyimlerinin de mekân algısı açısından öğrencilere yol gösterebileceği öngörülmektedir. AASSM ziyaretleri sırasında İzmir Devlet Senfoni Orkestrası'nın da sahnede prova yapıyor olması sayesinde, mekân içinde hoparlörler ile yükseltilmemiş bir sesin yalnızca mimari elemanlar sayesinde nasıl salona yayılabileceğinin iyi ve tasarlanmış bir örneği olarak deneyimlenmiştir. Salonun içinde bulunarak gerçekleştirilen bu dinleme deneyimi, öğrenciler açısından çizimler ve hesaplar üzerinden tasarlayacakları mekânların bir dinleyici perspektifinden değerlendirilmesinin anlaşılması konusunda da yol gösterici olmuştur.



Araştırma / Ödev

Dönem boyunca derslerde aktarılan teorik bilgi, deneyimleme yönteminin yanında araştırma ve ödevler ile de eş zamanlı olarak desteklenmektedir. Araştırmalar; akustik malzeme üreticileri ile görüşme, salon araştırma ödevi, müzik enstrümanı araştırma ödevi ve akustik danışmanlık ofisleri ile görüşme başlıkları üzerinden kurgulanmıştır. Bunların dışında, öğrenciler tarafından Pisagor, Hermann Ludwig Ferdinand Helmholtz, Wallace Clement Ware Sabine, Ernst Florens Friedrich Chladni, Leo Leroy Beranek, Jens Holger Rindel gibi akustik ve mimari akustik konuları açısından önemli bilim insanları hakkında poster sunumları gerçekleştirilmiştir. Ayrıca öğrencilerden, konser salonları haricinde kalan, ancak akustik açısından ilginç özelliklere sahip yapı veya strüktürler olan Tvisöngur ses heykeli, Vöru orman megafonları, St Paul Katedrali'ndeki fisıldayan galeri, Ali Kapu Sarayı'ndaki müzik odası, Ekko pavyonu, Fertörákos mağara tiyatrosu, Denge'deki akustik aynalar ve Philips pavyonunun incelenmesi de istenmiştir.

Akustik malzeme üreticileri ile görüşme

Her öğrenciden, Türkiye'de bulunan bir üretici veya ürün distribütörü ile görüşerek, akustik açıdan fayda sağlayacak bir malzeme hakkında bilgi alması, frekansa bağlı α yutuculuk katsayısı grafiklerini veya R değerlerini içeren bir poster hazırlaması ve malzeme numunesi ile birlikte sunması istenmiştir (Şekil 5). Farklı dönemler boyunca bu çalışma kapsamında sunulan ürünlerin arasında perfore ahşap panel, keçe, melamin köpük sünger, EPDM ses bariyeri, perfore alçı panel, kauçuk şilte, mantar şilte, neopren, kumaş kaplı taş yünü, heraklit ahşap rende talaşı, cam yünü ve benzeri birçok malzeme sayılabilir. Bu araştırma, öğrencilerin piyasada karşılaşacakları çeşitli ürünleri akustik açıdan nasıl değerlendirmeleri ve tasarımlarına dahil etmeleri gerektiğini öğreten bir ödevdir.



Salon araştırma ödevi

Bu ödev kapsamında, dünyada ve Türkiye'de bulunan konser salonları, opera binaları ve oditoryumların araştırılması istenmiştir. Öğrencilerden salonlara dair yapım yılı, hacmi, toplam koltuk sayısı, mimarı, akustik danışmanı, planları, kesitleri, görünüşleri, hangi tür müzik için tasarlandığı, reverberasyon süresi değerleri gibi bilgileri bularak sunmaları beklenmiştir. Wiener Musikvereinssaal, Concertgebouw, Boston Symphony Hall, Berliner Philharmonie, Sydney Opera, Walt Disney Concert Hall, Palau de les Arts Reina Sofia, Oslo Opera, Elbphilharmonie, Harbin Opera House, CKK Jordanki, Foro Boca, La Seine Musicale, Haydar Aliyev Center, La Scala, Barbican Centre, Carnegie Hall, Suntory Hall, Royal Albert Hall, The Metropolitan Opera, The Helix, National Centre for the Performing Arts, Harpa Music Centre, Tokyo Opera City Concert Hall, Auditorio de Tenerife, Guangzhou Opera House, Sage Gateshead, KKL Luzern, Philharmonie de Paris, DR Koncerthuset, St. David's Hall, Atatürk Kültür Merkezi, Ahmet Adnan Saygun Sanat Merkezi gibi salonlar öğrenciler tarafından seçilmek üzere belirlenmiştir. Ayrıca, dersin verilmekte olduğu şehir olan İzmir'de bulunan çeşitli salonlar (Durmaz, 2016) hakkında da benzer araştırma ödevleri verilmiş, öğrencilerin fiziksel

Şekil 5. Akustik malzeme üreticileri ile yapılan görüşmeler sonrası hazırlanan posterler ve numunelerin sergilenmesi.

olarak ziyaret edecekleri bu salonları belgelemeleri istenmiştir. İzmir’de koltuk sayısı 200 ile 1130 arasında değişen 25 adet kapalı salon, araştırılmak üzere seçilmiştir.

Müzik enstrümanı araştırma ödevi

Ödev kapsamında klarnet, obua, arp, piyano, keman, viyolonsel, borulu org, trompet, ksilofon, bateri, akordeon, gitar, ney, saksafon gibi çeşitli müzik enstrümanlarının akustik açıdan değerlendirilmesi istenmiştir. Müzik enstrümanının türü, tarihçesi, boyutu, çıkardığı sesin frekans genişliği, aletin titreşen kısmı ve sesin oluşma prensibi ile ilgili bilgilerin poster haline getirilmesi beklenmektedir. Örneğin telli çalgılarda çıkan sesin frekansını etkileyen parametreler gitar örneği üzerinden anlatılmış, kalın olan üst tellerin daha düşük, ince olan alt tellerin daha yüksek frekanslar oluşturduğundan, perdelerle basılarak telin kısaltılması suretiyle frekansın yükseltilebileceğinden ve gitarın akort burguları aracılığıyla teller gerginleştirilerek yine frekansın yükseltilebileceğinden bahsedilmiştir. Farklı enstrümanlarda ses oluşturma yöntemleri, öğrenciler tarafından araştırılmıştır. Müzik amaçlı salonlarda ortamdaki ses aslında tekil enstrümanların toplamı olduğu için, enstrüman bilgisinin genel mimari akustik tasarıma katkısı olacağı düşünülmektedir.

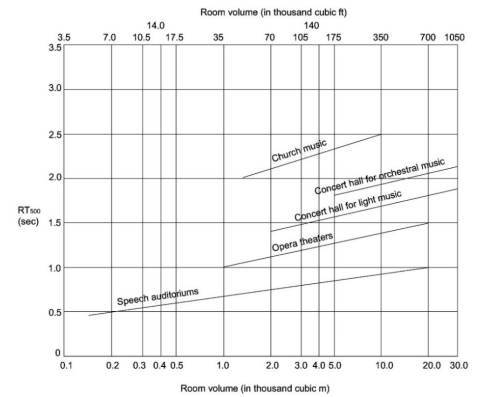
Akustik danışmanlık ofisleri ile görüşme

Öğrencilerin dünyada ve Türkiye’deki önemli akustik danışmanlık ofisleri ile yüz yüze görüşmeleri ve ofislerin çalışma dinamikleri hakkında bilgi edinmeleri istenmiştir. Sektörde ne tür akustik projeler yapıldığı, hangi akustik yazılımlarının ve ölçüm ekipmanının kullanıldığı, ofislerin iş hacimleri gibi konularda bilgiler edinilmiştir. Bu çalışma ile staj veya mezuniyet sonrası iş imkanı için tanışma ortamı yaratılması amaçlanmıştır.

Uygulama / Tasarlama

Deneyimleme ve araştırma yöntemleri ile desteklenen teorik bilgi, dönem

sonunda konser salonu veya konuşma amaçlı salon tasarım projesinde kullanılmıştır. Bireysel veya grup çalışması şeklinde ilerleyen projede öğrencilerden 300 – 400 kişilik seyirci kapasitesi olan salonlar tasarımları beklenmiştir. Bir profesyonel yazılıma bağımlı kalınmadan, her üniversitede benzer şekilde verilebilecek bir ders modeli kurgulanmak istenmektedir. Bu sebeple salonun tasarımı iki boyutlu teknik çizimler, RT hesapları ise Excel tabloları üzerinden kurgulanmıştır. Ağırlıklı olarak ayakkabı kutusu veya yelpaze planlı olarak tasarlanan salon projelerinde sonuç ürün olarak sahne, sahne arkası, fuayeler, teknik hacimler ve malzeme detaylarının olduğu planlar, sabit panellerinin ve eğrisel yansıtıcı tavan panellerinin (Rindel, 1992) salonda yansıma sağladığı alanları gösteren ışın diyagramlarını içeren kesitler, görünüşler, üç boyutlu görselleştirmeler ve hedeflenen RT değerine (Şekil 6) göre düzenlenmiş reverberasyon süresi hesabını gösteren Excel tabloları istenmiştir.



Dönemin son kısmında beş hafta boyunca süren kritikler sonucunda ortaya konan ürünler (Şekil 7), paftalar halinde teslim alınmış ve her dönem bir jüri düzenlenerek, Prof. Dr. Mustafa Emre İlal ve Dr. Öğr. Üyesi Ayça Şentop Dümen gibi mimari akustik konusunda uzman davetli akademisyenlerce değerlendirilmiştir.

Teorik bilgiye dayanarak oluşturulması

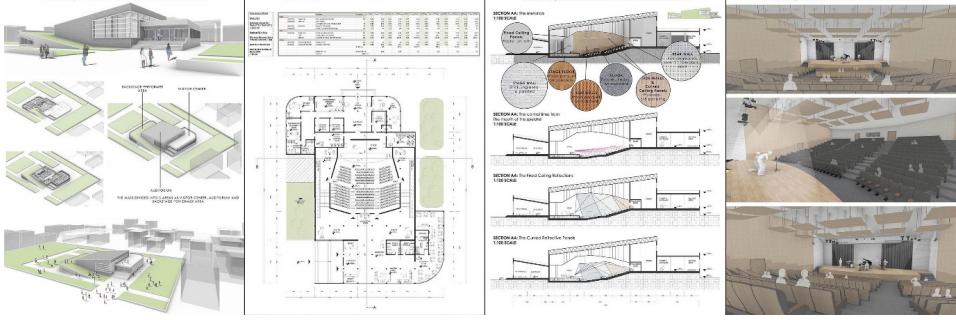
Şekil 6. Farklı işlevler için önerilen reverberasyon süresi değerleri (Mehta vd., 1999).

beklenen salon tasarımlarında, salon içindeki hacim akustiğine dair çözümlerlerin yapılmasının yanında mimari açıdan bütün bir yapının da tasarlanarak ortaya konması beklenmektedir. Kritikler üzerinden ilerleyen bu süreçte öğrencilerin bir kısmının salonun içine dair geometriyi ve istenen parametrelere ulaşmayı ön plana koyduğu, bazılarının ise daha bütüncül bir tasarım yaklaşımı ile yapının tamamının kütle geometrisi konusunda da arayışlara girdiği, fuaye ve sahne arkası mekânların çözümü için salonun içine eş değer bir zaman ayırdığı gözlemlenmiş, bu yaklaşım desteklenmiştir. Şekil 8'de ayakkabı kutusu şemasında bir salona sahip yapının eğrisel cephe formları ile beraber düşünülerek tasarlandığı

bir öğrenci grup projesine ait plan görülmektedir.

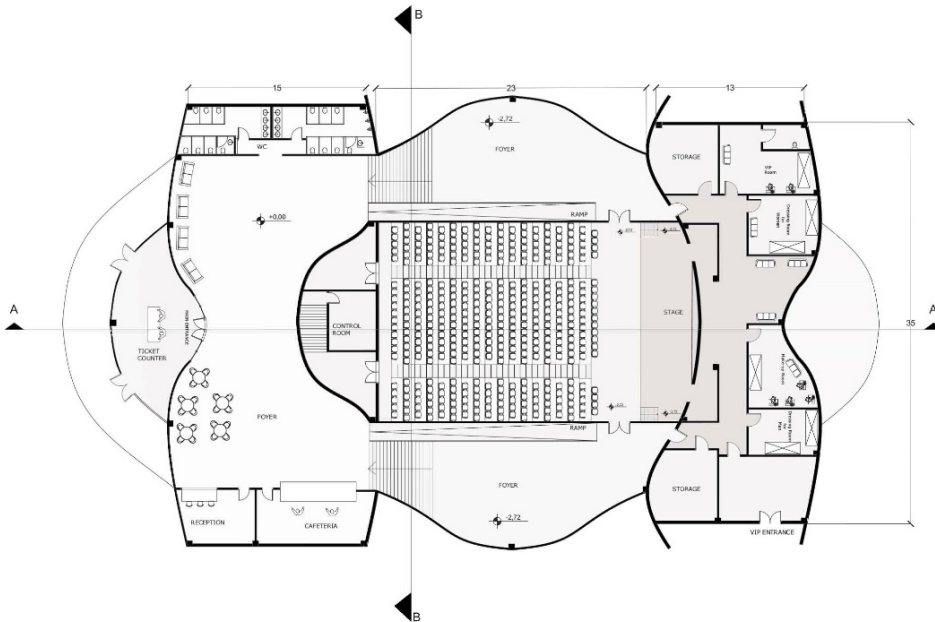
Tartışma ve Sınırlılıklar

Ortaya konan model, şu ana kadar sekiz dönem boyunca sürdürülmüş ve devam etmekte olan seçmeli ders üzerinden oluşturulmuştur. Excel ile RT hesabı ve iki boyutlu tasarım yöntemleri, öğrencilerin temel hesap yetilerine sahip olmaları için olumlu değerlendirilmiş ve bu yöntem izlenmiştir. Ancak ek olarak, model olarak sunulan bu dersin gelecekte verilebileceği potansiyel üniversitelerin imkanlarına da bağlı olarak, ODEON, CATT, EASE ve benzeri hacim akustiği yazılımları kullanılarak salonun akustik tasarımı detaylanıp geliştirilebilir ve farklı parametreler de değerlendirilebilir.



Şekil 7. Salon tasarım projesi sonuç ürünlerine dair bir grup çalışması teslim örneği.

Şekil 8. Yapı kütlelerinde form arayışlarını gösteren öğrenci grup çalışmasına ait plan.



Bunların yanında, araştırma amaçlı olarak RAVEN SketchUp plug-in'inden (*Aspöck vd., 2014*) eğitim içeriğinde salonların akustik tasarımlarında faydalanılabilir. Ayrıca, ders sırasında verilen ödevlere dair diğer bir kısıtlamadan bahsedilecek olursa, akustik danışmanlık ofisleri ile yapılan görüşme ve röportajlar başarılı olarak değerlendirilmemiştir. Ofislerin bilgi paylaşımı konusunda istekli olmadıkları gözlemlenmiştir. Bu konuda sektör ve akademi ortak çalışmalarının artırılmasının öğrenciler açısından faydalı olacağı düşünülmektedir.

Stüdyo ve konser salonu gezilerinin olduğu haftalarda öğrencilerin motivasyonunun ve katılımının yüksek olduğu gözlenmiş, gezi sırasında soru - cevaplar ile dönem içinde işlenen derslerde edinilen teorik bilgiler yerinde pekiştirilmiştir. Benzer şekilde, malzeme numunelerinin fiziksel olarak deneyimlendiği haftalarda da öğrencilerin ilgisinin artarak karşılıklı sözlü diyalogun daha etkin hale gelmesini sağladığından bahsedilebilir. Sınıf içi ses tecrübeleri başlığı dahilinde izlenen videolar da yine hemen öncesinde işlenen ilişkili teknik konuları daha anlaşılır hale getirdiğinden sınıf içi etkileşimi arttırmıştır. Teoriye destek olarak önerilen tüm bu diğer başlıkların toplamda öğrencilerde sese dair bütüncül bir anlayış oluşturduğu görülmektedir.

Sonuçlar

Akustik konusunun beş duyudan işitme ile ilişkili olmasından dolayı, ders içeriğinin de bu duyu ile bağlantılı olarak oluşturulması ve işitsel deneyimler ile desteklenmesi, öğrencilerin konunun fizik ağırlıklı teorisi ile gerçek hayattaki karşılığını daha kolay ilişkilendirmesini sağlayacaktır. Teorik açıdan yeterli bilgiye sahip olsa bile, hiç konser salonu görmemiş bir öğrencinin konser salonu tasarlaması sonucunda ortaya konacak üründe mekânsal olgunluk açısından eksiklikler olabilir. Bu makale kapsamında anlatılan ders içeriği ile, müzisyen ve mimar bir akademisyen gözünden, öğrencilerin görsel ağırlıklı bir

karakteri olan mimarlık eğitiminde sese dair teorik bilgileri birer tasarım verisi olarak kullanmalarını kolaylaştıracak yenilikçi bir model ortaya konmuştur.

Mimarlık lisans eğitiminde akustik bilgisinin eksikliği, mezuniyet sonrasında mimarların piyasa hayatı ve buna bağlı olarak ülkemizde uygulanan projeler üzerinde etkili olmaktadır. Eğitimi boyunca bir Yapı Fiziği, Fiziksel Çevre Kontrolü veya Mimari Akustik dersi altında mekânların ses açısından nasıl tasarlanması gerektiğine dair bir bilgi edinmeden mezun olan mimarların projelendirdikleri yapıların akustik olarak problemlili olmaları kaçınılmazdır. Bu sorunlar, genellikle uygulama yapıldıktan sonra son kullanıcı tarafından fark edilerek, tamamlanmış yapıda tadilata gitme yoluyla çözülmeye çalışılmaktadır. Aslında proje aşamasında mimar tarafından uygun detaylar ile kolayca çözülebilecek bir problem, bitmiş bir yapıda daha yüksek maliyetli ve daha zor çözümler hale dönüşmektedir. Bu yüzden mimarlık eğitiminde akustik bilgisinin tasarım sürecine dahil edilmesi, birçok sorunun henüz var olmadan ortadan kalkmasını sağlayabilecek bir etkiye sahiptir.

Önerilen ders modelinin mevcut yöntemlere kıyasla en belirgin avantajı, öğrenciyi sayısal ve teorik bilginin içinde kaybolmaktan alıkoymasını ve öğrencinin tüm bu teknik verinin gerçek hayatta neye tekabül edeceğini hayal etmesini kolaylaştıracak uygulamaları içermesidir. Ders sırasında izletilen ve dinletilen açıklayıcı kısa videolar gibi sınıf içi ses tecrübeleri ile konser salonu ve stüdyolara yapılan teknik geziler, doğrudan sesin mekân içerisindeki deneyimine dair öğrencilerin ufkunu açarken, firmaların ders dahilinde yaptıkları sunumlar ve numunelerin fiziksel olarak deneyimlenmesi ile de öğrenciler mezun olduktan sonra bir mimar olarak mekânları akustik açıdan ele alırken ne gibi malzemeler tercih edebilecekleri ve piyasada kimlerle ortaklıklar kurabilecekleri konularında belirgin

biçimde fikir sahibi olmuş olurlar.

Oluşturulan bu yöntem sayesinde, sayısal içeriğin ağırlıkta olduğu yapı fiziği konularından akustiğin mimarlık öğrencileri tarafından tasarım sürecine dahil edilmesi gereken bir veriler bütünü olarak içselleştirilmesi aracılığıyla, yapının tasarımı sona erdikten sonra çözülecek bir konu olarak görülmemesinin sağlanması amaçlanmıştır. Teknolojik imkanların kullanımı ile desteklenen içerik, gerçek hayattan sonuç örneklerinin de öğrenciye aktarılması ile zenginleştirilmiş ve belirgin örnekler sayesinde ileride hatırlanması kolay hale getirilmiştir. Öğrencilerin bu derse ait tasarım ürünlerini sonraki dönemlerde portfolyolarına dahil ettikleri görülmüş, bir mimari proje stüdyosu çıktısı niteliğinde işlerin teknik veri ile detaylandırılmış olduğu sonuç ürünlerin oluşmuş olması açısından dersin amacına ulaştığı gözlemlenmiştir.

Kaynaklar

- Aspöck, L., Pelzer, S., Wefers, F., & Vorländer, M. (2014). A real-time auralization plugin for architectural design and education. *EEA Joint Symposium on Auralization and Ambisonics*, April.
- Bayazıt, N. T., Hohman, A., & Reder, R. (2012). Aural Architecture or Acoustic Architect - How to Teach Acoustics to Architecture Students. *InterNoise 2012*.
- Berardi, U. (2017). Teaching Acoustics in Architectural Programs in Canada. *Canadian Acoustics*, 45(3), 98–99.
- Çakır, O., Sevinç, Z., & İlal, M. E. (2014). Türkiye’de Mimarlık Eğitiminde Akustik: Güncel Durum. 1. Ulusal Yapı Fiziği ve Çevre Kontrolü Kongresi.
- Çalışkan, M., & Arslan, S. (2005). Acoustics Education for Sustainable Buildings: Metu Experience. *International Conference on Sustainable Building South East Asia*.
- Dance, S. (2022). Teaching acoustics during a pandemic: Lab in a Box for experiments at home. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 151(4), 2276–2281.
- Durmaz, S. (2016). İzmir’deki Konser Salonlarının Akustik Performansları. *Uluslararası Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 9(44), 1429–1439.
- Kandemir, Ö., & Özçevik Bilen, A. (2020). An Experience in Architectural Design Studio Regarding the Concept of Soundscape. *Megaron*, 15(1), 13–24.
- Karabulut, S., & Çalışkan, M. (2011). Mimari Akustik Eğitiminde Bilgisayar Benzetimi Yoluyla Akustik Tasarım Denemesi: 1000 Kişilik Konser Salonu Örneği. 9. Ulusal Akustik Kongresi.
- Kitapçı, K. (2019). Room acoustics education in interior architecture programs: A course structure proposal. *INTER-NOISE 2019 MADRID - 48th International Congress and Exhibition on Noise Control Engineering*.
- Llorca, J., Redondo, E., & Vorländer, M. (2019). Learning room acoustics by design: A project-based experience. *International Journal of Engineering Education*, 35(1), 417–423.
- Louden, M. M. (1971). Dimension-ratios of rectangular rooms with good distribution of eigentones. *Acustica*, 24(2), 101–104.
- Mehta, M., Johnson, J., & Rocafort, J. (1999). *Architectural Acoustics: Principles and Design*. Prentice Hall.
- Meriç, I., & Çalışkan, M. (2013). Acoustics education for architects: Developing a base of knowledge for professional experience. *42nd International Congress and Exposition on Noise Control Engineering 2013, INTER-NOISE 2013: Noise Control for Quality of Life*, 7, 5712–5718.
- Milo, A. (2020). The acoustic designer: Joining soundscape and architectural acoustics in architectural design education. *Building Acoustics*, 27(2), 83–112.
- Oh, E. (2016). *Hear the Sounds of Buildings in This Song By the “Wikisinger.”* Archdaily. <https://www.archdaily.com/786127/hear-the-sounds-of-buildings-in-this-song-by-the-wikisinger>
- Rindel, J. H. (1992). Acoustic Design of Reflectors in Auditoria. *Proceedings of the Institute of Acoustics*, 14.
- Sü Gül, Z., & Çalışkan, M. (2022). Acoustics for architects: A potpourri of undergraduate and graduate level teaching styles, tools and in-course projects. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 151(4), 2326–2335.
- Syngulka, A. (2021). Teaching acoustics to students of architecture. *World Transactions on Engineering and Technology Education*, 19(1), 113–118.
- Xiao, J., Aletta, F., & Ali-Maclachlan, I. (2022). On the Opportunities of the Soundscape Approach to Revitalise Acoustics Training in Undergraduate Architectural Courses. *Sustainability*, 14(4).