



Eğitim Mekanlarında Akustik Konfor: Dokuz Eylül Üniversitesi Mimarlık Fakültesi Örneği

Acoustic Comfort in Lecture Halls: The Dokuz Eylül University Faculty of Architecture

Özgül YILMAZ KARAMAN, Nilüfer BERBER ÜÇKAYA

ÖZ

Mimarlık fakültesi stüdyo ve derslikleri, anlaşılabilirliğin son derece önemli olduğu konuşmaya yönelik mekanlardır. Mimarlık eğitiminin temellerinin atıldığı, farklı çalışma şekillerine de cevap vermesi beklenen bu mekanlardan yeterli verimin alınabilmesi, akustik konfor koşulları bakımından iyi tasarlanmış mekanlar olmalarını gerektirmektedir. Bu amaçla, bu çalışmada, örnek çalışma alanı olarak belirlenen Dokuz Eylül Üniversitesi Mimarlık Fakültesi'nde bir stüdyo ve bir dersliğin mevcut hacim akustiği koşulları öznel ve nesnel yöntemlerle belirlenmiş, yapılan tespitler doğrultusunda nesnel yöntemlerle iyileştirilmesine yönelik çözüm önerileri geliştirilmiştir.

Anahtar sözcükler: Akustik; hacim akustiği; konuşmanın anlaşılabilirliği; mimarlık fakültesi stüdyo ve derslikleri.

Giriş

İçerisinde farklı eylemler gerçekleştirilen ancak işitsel iletişime gereksinim duyulan tüm yapılarda akustik koşulların düşünülmesi ve işitsel konforun sağlanması büyük önem taşımaktadır. Bu bağlamda, eğitim sürecinin kesintiye uğramadan ve istenilen nitelikte sürdürülebilmesi açısından sınıf ya da dersliklerin fiziksel konfor koşulları ve özellikle de akustik kalitesi en önemli tasarım parametrelerinden birini oluşturmaktadır. Öğrenci ve öğretmenlerin bu mekanlarda yapı fiziği gereksinimleri bakımından konforlu koşullara ve donanımına sahip olması eğitimin kalitesini de olumlu yönde etkilemektedir.

ABSTRACT

Intelligibility is an extremely important feature of the studios and lecture halls of a faculty of architecture. The foundation of an education is based in these spaces, which are expected to accommodate various styles of study. For these spaces to be efficiently utilized, they must be well designed for acoustic comfort. Current conditions of acoustics in a studio and a lecture hall at the Faculty of Architecture of Dokuz Eylül University were evaluated by both subjective and objective methods in the present study. Subjective methods included a questionnaire, and objective methods included measurement and simulation of acoustics. Suggestions for improvement of acoustic quality were developed according to results.

Keywords: Acoustic; room acoustics; speech intelligibility; faculty of architecture studios and lecture rooms.

Mimarlık eğitiminin verildiği stüdyo ve derslikler, mimarlık eğitiminin getirisi olarak farklı çalışma şekillerine hizmet edecek nitelikte tasarlanması gereken eğitim mekanlarıdır. Sözel ya da görsel bilgi aktarımlarının yanında, bireysel ya da grup çalışmalarına, karşılıklı tartışma ortamlarına, çizim, maket yapımı gibi eylemleri gerçekleştirebilecek olanaklara sahip olması gereken bu mekanlar, öğrenciler için bir atölyedir.

Mimarlık stüdyosu ya da dersliği tüm bu çalışma şekillerine hizmet ederken, öğrencilerin fiziksel ve psikolojik konforlarının sağlanması gerekmektedir. Stüdyonun ya da dersliğin mimari tasarımı, mekanda kullanılan malzemeler ve bunların konumlanışı gibi etkenler

Dokuz Eylül Üniversitesi Mimarlık Fakültesi, Yapı Bilgisi Anabilim Dalı, İzmir.

Başvuru tarihi: 17 Şubat 2015 - Kabul tarihi: 02 Kasım 2015

İletişim: Özgül YILMAZ KARAMAN. e-posta: ozgul.yilmaz@deu.edu.tr

© 2015 Yıldız Teknik Üniversitesi Mimarlık Fakültesi - © 2015 Yıldız Technical University, Faculty of Architecture

bu koşulların sağlanmasında önemlidir. Bir mekan ihtiyaç duyulan fonksiyonları gerçekleştirebilmek için doğru mimari tasarıma sahip olabilir, ancak kullanılan malzemeler doğru seçilmediğinde, olumsuz sonuçlar doğurabilir. Bu durumun tersi de mümkündür. Bu nedenle malzeme seçimi, mekanın tasarımı ile birlikte ele alınmalıdır.

Stüdyo ya da dersliklerde uygun fiziksel koşulları oluşturmak, görsel, işitsel, ısısal, kullanım, sosyal ve psikolojik gereksinimler açısından ele alınmalıdır. Ülkemizdeki mimarlık fakülteleri açısından bu koşulların ne kadar sağlandığı, daha doğrusu bu koşulların ne kadar dikkate alındığının incelenmesi ve mevcut sorunların tespit edilerek çözümlenmesi, mimarlık mesleğinin çitasını yükseltecek, eğitim düzeyi daha yüksek bir nesil yetiştirilmesini sağlayacaktır. Özellikle işitsel konfor diğer faktörlere göre göz ardı edilmektedir. İşitsel konforu bulunmayan bir stüdyo/derslik öğrencilerin derse katılımlarını, sosyal, psikolojik ve sağlık koşullarını olumsuz etkilemektedir. Bu bağlamda özellikle mekanlardaki hacim akustiği sorunlarının irdelenmesi önemlidir.

Bu bağlamda, örnek çalışma alanı olarak seçilen Dokuz Eylül Üniversitesi Mimarlık Fakültesi'nde bir stüdyo ve bir dersliğin öznel ve nesnel yöntemlerle mevcut hacim akustiği koşullarının tespit edilerek, bu koşul-

ların iyileştirilmesine yönelik çözüm önerileri geliştirilmesi amaçlanmaktadır. Böylece, öğrencilerin derse katılımlarını artırarak, verilen eğitimden alınan verimi daha üst düzeye çıkarmak hedeflenmektedir. Bunun yanı sıra, yapılan bu çalışmanın, benzer koşullara sahip mekanlarda yapılacak hacim akustiği çalışmaları için faydalı bir örnek olacağı düşünülmektedir.

Mimarlık Eğitimi Yöntemleri ve Konfor Gereksinimleri

Mimarlık eğitimi, geleneksel ders anlatımı ile tasarım merkezli ve stüdyo ağırlıklı çalışmaların birlikte ve bir bütün olarak yer aldıkları bir süreçtir (Gökmen ve Süer, 2003). Bu anlamda, Dokuz Eylül Üniversitesi Mimarlık Fakültesi'nde sürdürülen eğitim sistemi de derslik ya da stüdyoların kullanımı bakımından değerlendirildiğinde tek kaynaklı ve çok kaynaklı çalışma şekillerini barındırmaktadır. Klasik eğitim sistemlerinde uygulanan eğitimcinin kitap, projeksiyon gibi çeşitli araçlar kullanarak öğrencilere teorik bilgi aktardığı sistem, bir başka deyişle genel bilgi aktarımı ve öğrencinin birden fazla danışman ve öğrenci karşısında tasarım düşünce ve görüşlerini, çizimler ve maketlerle açıklaması ve eleştiri alması yöntemi olan jüri kritikleri tek kaynaklı çalışma şekilleri olarak değerlendirilebilir (Ketizmen, 2003; Özçevik, 2005) (Şekil 1).



Şekil 1. Stüdyoda farklı etkinliklerden görüntüler.

Öğrencilerin tasarım sürecindeki çizim ve/veya maket yapmak gibi bireysel çalışmaları, öğrenci ve danışman arasında tasarıma yönelik bilgi alışverişinin yapıldığı birebir görüşme şeklinde sürdürülen masa kritikleri, danışman ve grup arasında tasarım sorunu ile ilgili genel konuların değerlendirildiği ve çözüme yönelik kritiklerin verildiği grup kritikleri ve birden fazla öğrencinin işbirliği içerisinde bir tasarım sorunu üzerinde çalışması yöntemi olan grup çalışması gibi eylemler ise mekan içerisinde aynı anda birden fazla konuşmacının ya da ses kaynağının bulunduğu çok kaynaklı çalışma şekilleridir (Özçevik, 2005).

Yukarıda tariflenen farklı çalışma biçimleri ile eğitimcilerinin önemli bir bölümünü geçirdikleri derslik ve/veya stüdyolarda, öğrencilerin zorlanmadan ve yorulmadan, istekli ve verimli bir şekilde eylemlerini gerçekleştirebilmeleri için belirli konfor gereksinimlerini karşılamaları gerekmektedir (Şerefhanoglu Sözen, Bostancı Baskan, 2006). Bu gereksinimler, kullanım gereksinimleri, mekanik konfor gereksinimleri, görsel konfor gereksinimleri, işitsel konfor gereksinimleri ve sosyal ve psikolojik gereksinimler olarak gruplandırılabilir.

Kullanım gereksinimleri, oturma rahatlığı ve düzeni, her bir öğrenci için yeterli kullanım ve depolama alanının olması, mekanın temizliği, mekanda sirkülasyonun sağlanabilmesi, donatı elemanlarının eşit paylaşımına esnek kullanımı gibi faktörlerdir. Mekanik konfor gereksinimleri için ısıtma, soğutma, nem, koku, doğal ve yapay havalandırma gibi etkenler sayılabilir. Eğitimcilerin ve öğrencilerin herhangi bir görsel yorgunluk duymadan çevreyi algılamalarına ve eylemlerini verimli bir şekilde gerçekleştirmelerine olanak sağlayacak doğal/yapay aydınlatma düzeninin sağlanması görsel konfor gereksinimidir (Erlalelitepe ve diğer., 2011). İşitsel konfor gereksinimleri hacim akustiği ve gürültü denetimi ile ilgilidir (Şerefhanoglu Sözen, 2001). Sosyal ve psikolojik gereksinimler ise, mahremiyet, güven, aidiyet, öğrenci-öğrenci, öğrenci-öğretici arasındaki iletişim kolaylığının sağlanması olarak sıralanabilir ve mekan içerisindeki işitsel konfor koşullarından önemli ölçüde etkilenmektedir.

Eğitim Amaçlı Mekanlarda Konuşmanın Anlaşılabilirliğini Etkileyen Faktörler

Konuşmanın anlaşılabilirliği, konuşmanın dinleyiciler tarafından ne kadar iyi anlaşılabilirliğinin bir ölçüsüdür (Mehta, Johnson, Rocafort, 1999). Konuşmaya yönelik hacimlerde yeterli anlaşılabilirliğin sağlanabilmesi, çeşitli öznel ve nesnel etkenlere bağlıdır. Eğitim amaçlı mekanlar yani derslik ve stüdyolar düşünüldüğünde, eğitimcinin yeterli ses düzeyinde ve hızında, anlaşılabilir bir şekilde konuşması, öğrencilerin ise fiziksel ya

da psikolojik bir rahatsızlık duymadan, dikkatlerini eğitime yönlendirerek dersi dinlemeleri öznel etkenler olarak sayılabilirken, hacimlerin mimari bileşenlerinin, büyüklük, şekil, yüzey yönelimi ve malzemelerinin ve bunun yanı sıra uygun arka plan gürültü seviyesinin olması gibi etkenler, nesnel etkenler olarak sıralanabilir (Long, 2006; Özçevik, 2005).

Akustik Parametreler

Mekanların akustik tasarımında amaç işleve bağlı olarak işitsel konforu sağlayacak tasarım yapabilmektir. Bu bağlamda hacmin kullanım amacına bağlı olarak akustik parametreler değerlendirilerek gerekli iyileştirmeler yapılabilir. Konuşmanın etkin olduğu derslik ve stüdyoların değerlendirilmesinde kullanılan temel değerlendirme ölçütleri; arka plan gürültü seviyesi, yansım süresi (RT-T10-T15-T20-T30), erken düşme süresi (EDT), ayırdedilebilirlik (D50), ses basınç seviyesi (SPL), sinyal-gürültü oranı (SNR), konuşmanın anlaşılabilirliği tahmin yöntemleri (AI-PSA-STI-RASTI) olarak sıralanabilir. Ayrıca mekan içerisinde akustik kusurların (maskeleye – distorsiyon – yankı - vurgusal yankı – odaklanma - düzgün yayınmamışlık) oluşmaması için tasarım sürecinde önlemler alınmalıdır.

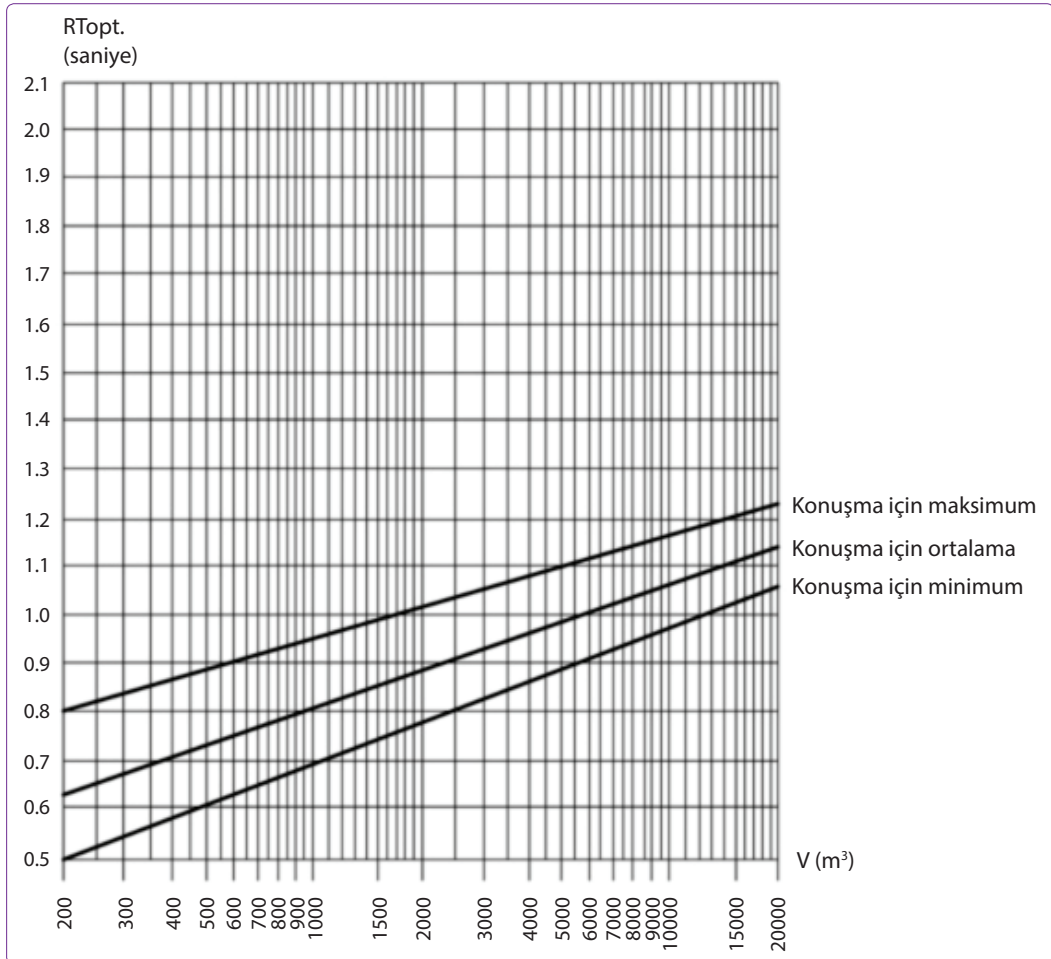
Arka plan gürültüsü, hacim içerisinde yer alan dinleyiciler yanında iç ve dış gürültü kaynaklarının oluşturduğu ses düzeyi olarak tanımlanabilir. Araç trafiği, inşaat gürültüsü, insan sesi gibi etkenler dış kaynaklar, insan sesi, yapı teknik tesisatından gelen sesler (ısıtma, soğutma, aydınlatma vs.), mobilyalardan kaynaklanan sesler gibi etkenler de iç kaynaklar olarak verilebilir. Arka plan gürültüsü kabul edilebilir değerlerin üzerine çıktığında konuşmayı maskeleyerek anlaşılabilirliği azaltır. Derslikler açısından değerlendirildiğinde; yüksek fon gürültüsü seviyesi, eğitimcinin anlaşılmasını zorlaştırır (Gürel, 2007; Long, 2006; Şahin, 2007). Derslikler için kabul edilebilir arka plan gürültü seviyesi, Türkiye’de 4 Haziran 2010 tarihinde 27601 sayılı resmi gazetede pencereler kapalı iken 35 dBA, pencereler açık iken 45 dBA olarak belirlenmiştir. Long (2006) küçük derslikler ve konferans salonlarında maksimum 35 dB, Cavanaugh ve Wilkes (1999) ise, NC30-40 ve 38-47 dB aralığında olması gerektiğini ifade etmektedir.

Yansım Süresi (Reverberation Time - RT) - Belirli bir sesin, ses kaynağı sustuktan sonra ses basınç seviyesinde 60 dB’lik bir düşüş olması için geçen süreye karşılık gelir (Cavanaugh ve Wilkes, 1999; Knudsen, Harris, 1951). Ülkelere göre derslikler için tavsiye edilen yansım süreleri Tablo 1’de verilmektedir. Konuşma amaçlı mekanlarda, mekanın hacmine göre optimum yansım süreleri ise Şekil 2’de verilmektedir.

Erken Düşme Süresi (Early Decay Time - EDT) - Yan-

Tablo 1. Derslikler için tavsiye edilen yansıma süreleri (Pavčeková, Rychtáriková & Tomašovič 2009, s.18; Zannin, Fiedler & Bunn, 2013, s.507)

| Ülke | Yansıma süresi (RT, sn) | Hacim (V, m ³) | Arka plan gürültü düzeyi |
|------------------------|-------------------------|----------------------------|------------------------------|
| Brezilya | 0.6-0.7 | 270≤V≤600 | |
| Fransa | 0.4<RT<0.8 | V≤250 | |
| | 0.6<RT≤1.2 | V>250 | |
| Almanya | 0.6 | V=250 | |
| | 0.7 | V=500 | |
| | 0.8 | V=750 | |
| Japonya | 0.6 | V~200 | |
| | 0.7 | V~300 | |
| ABD (ANSI S12.60-2002) | 0.6 | V≤283 | 35 dB L _{Aeq,1hour} |
| | 0.7 | 283<V≤566 | 35 dB L _{Aeq,1hour} |
| | - | > 566 | 40 dB L _{Aeq,1hour} |
| WHO | 0.6 | - | 35 dB L _{Aeq} |
| Finlandiya | 0.6-0.9 | - | |
| Slovakya | 0.6-0.8 | <250 | |
| Kanada | 0.4-0.5 | - | |



Şekil 2. Konuşma için optimum yansıma süreleri (Özçevik, 2005, s.59).

sışım süresi gibi sesin sönümlenme bölümü ile ilgili bir parametredir ve kısaca yansımanın ilk 10 dB'lik düşüş eğimine göre değerlendirilmektedir. Hacimlerde EDT'nin RT ile paralellik göstermesi, düzgün yayınlığın göstergesi olarak tariflenmektedir. (Cavanaugh ve Wilkes, 1999; Gade, 2007).

Ayrırtedilebilirlik (Distinctness - D50) - Konuşmanın anlaşılabilirliğini etkileyen önemli nesnel parametrelerden biridir. Daha çok sesin kalitesini değerlendirmektedir. Şekil 3'de görüldüğü gibi %50'nin üzerindeki değerlerde anlaşılabilirlik %90'ın üzerine çıkmaktadır.

Ses Basınç Düzeyi (Sound Pressure Level- SPL) - Kapalı bir hacimde, belirli bir noktadaki toplam ses düzeyi, yayınlık ses düzeyi ile o noktadaki dolaysız ses düzeyi toplamı olarak tanımlanmaktadır. Hacimdeki toplam ses düzeyinin tüm dinleyici konumlarında yeterli işitsel duyulanmayı sağlayacak düzeyde olması, konuşmanın anlaşılabilirliği açısından önemlidir. Dolaysız ses düzeyinin, arka plan gürültüsüne oranla, belli bir değerin altına düşmemesi, dolaysız ses-arka plan gürültüsü farkının minimum 5 dBA olması gerekmektedir (Özçevik, 2005; Yügrük, 1995).

Konuşmanın anlaşılabilirliği tahmin yöntemleri (STI-RASTI) – STI, kaynaktan çıkan ses sinyalinin dinleyiciye ulaşana kadar aldığı iletim yolu boyunca, enerjisindeki düşüşün analizi yöntemiyle, ses iletiminin konuşmanın anlaşılabilirliği üzerindeki etkilerini belirler (Kara, 2009). STI parametresinin karmaşık ve ayrıntılı bir hesaplama yöntemine sahip olmasından dolayı, hızlı STI anlamına gelen RASTI parametresi üretilmiştir (Kur-

tulan, 2009). 0,45 ve üzerindeki değerler, konuşmaya yönelik bir hacmin anlaşılabilirliği için kabul edilebilir değerlerdir (Gürel, 2007; Long, 2006).

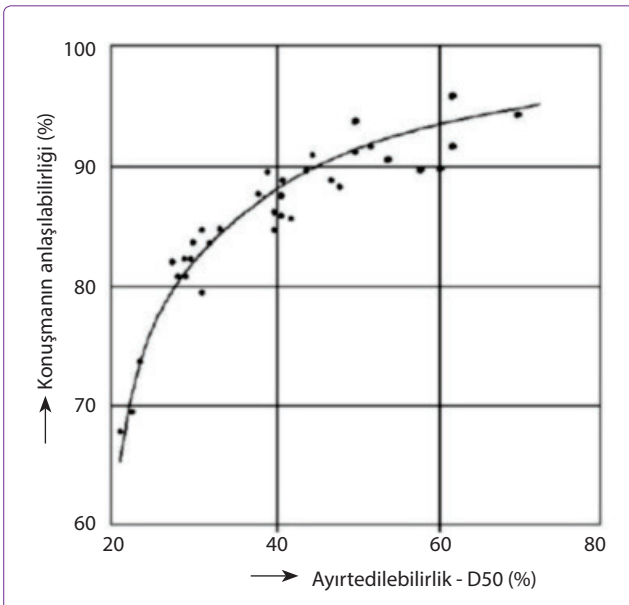
Akustik kusurlar – Maskeleye, yansıma süresi uzun olan mekanlarda, bir konuşmada bir hecenin duraklatıldığı esnada ses şiddeti azalırken, daha sonraki hecenin sesini gizleme eğilimi göstermesidir (Mehta, ve diğer., 1999). Distorsiyon, bir hacmin belli frekanslarda farklı yutuculuk göstermesiyle sesin tayfsal yapısının değişmesi ve ses kalitesinin bozulmasıdır (Kurtulan, 2009; Yügrük, 1995). Yankı, ses kaynağından gelen dolaysız sese oranla, dinleyicileri rahatsız edecek düzeydeki gecikmeli yansımalarıdır (Yügrük, 1995). Vurgusal yankı, karşılıklı iki duvarı birbirine paralel ve yansıtıcı yüzeylere sahip hacimlerde sesin faz farkından kaynaklanan, ses düzeyinde sık ya da seyrek tekrarlar olarak algılanan akustik kusurdur (Türk, 2011; Yügrük, 1995; Yüksel Can ve Özçevik, 2012). Odaklanma, konkav yüzeyler nedeniyle, bir hacmin belirli bölgelerinde ses enerjisi birikimidir (Long, 2006). Düzgün yayınlamışlık, hacmin içerisinde farklı bölgelerde ses düzeyi açısından ciddi ayrımların bulunmasıdır (Yügrük, 1995).

Eğitim Mekanlarında Akustik Konfor Koşullarının Belirlenmesine Yönelik Çalışmalar

Eğitim amaçlı mekanlarda, bir başka deyişle derslik ya da sınıflarda işitsel konforun sağlanması hem öğrenciler hem de eğitimciler açısından önemli bir tasarım kriteridir. Anlatılan ve/veya tartışılan konunun öğrenilmesi için ilk aşama eğitimcinin ya da katılımcıların konuşmalarının anlaşılabilir olmasıdır. İyi algılanamayan bir konuşma mekan içerisinde akustik koşulların uygun olmamasından kaynaklanabileceği gibi, etkinlik sırasında oluşan gürültü düzeyi de anlaşılabilirlik üzerinde doğrudan etkisi olan bir faktördür. Bu anlamda eğitim amaçlı mekanlarda, farklı seviyedeki eğitim kurumlarında gerçekleştirilen çalışmalar yürütülmektedir.

Hodgson (1999) tarafından üniversite derslikleri ve oditoryumları arasından seçilen mekanlarda gerçekleştirilen çalışmada, mevcut durum tespiti için hacim akustiği ölçümleri yapılmış, sonuçlar arka plan gürültü düzeyi, RT, EDT, STI ve ağırlıklı ses seviyesi parametreleri üzerinden değerlendirilmiştir. Yine Hodgson (2004) tarafından gerçekleştirilen diğer çalışmada ise Britanya Kolombiya Üniversitesi'nde 14 üniversite dersliğinin akustik özellikleri, yenileme öncesi ve sonrası mevcut durumları tespit edilmiş, sonuçlar üzerinden genel birkaç öneride bulunulmuştur. Hacim akustiği ölçümlerinde arka plan gürültü seviyesi, RT, STI, SLA ve ağırlıklı konuşma sinyali - arka plan gürültü seviyesi farkı (SNA) parametreleri üzerinden değerlendirme yapılmıştır.

Özçevik'in (2005) çalışması, Anadolu Üniversitesi



Şekil 3. Konuşmanın anlaşılabilirliği ve ayrırtedilebilirlik (D50) arasındaki ilişki (Kuttruff, 2009, s.224).

Mimarlık Fakültesi stüdyolarında gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmada mevcut durum tespiti için anket çalışması (öznel), gürültü denetimi ve hacim akustiği ölçümleri (nesnel) yapılmış, sonuçlar arka plan gürültü düzeyi, yansıma süresi (RT), ayırtedilebilirlik (D50), sinyal-gürültü oranı (SNR), hızlandırılmış konuşma iletim göstergesi (RASTI) parametreleri üzerinden değerlendirilmiştir. Çalışma kapsamında mimarlık fakültesi stüdyoları işleyiş bakımından değerlendirildiğinde stüdyo kritikleri sürecinde açık planlı ofisler ile benzerlik gösterdikleri vurgulanmaktadır. Bu noktadan hareketle, stüdyolar için belirlenen optimum değerlerin, teorik anlatımın gerçekleştiği derslikler ve açık planlı ofisler için belirlenen akustik parametrelere ait değerlerin kesişiminde yer aldığı görülmektedir.

Bir başka çalışmada Gürel (2007), Oruç Gazi İlköğretim Okulu dersliklerinde mevcut durum tespiti için anket çalışması (öznel) ve hacim akustiği ölçümleri (nesnel) gerçekleştirilmiş ve sonuçlar RT, erken düşme süresi (EDT), açıklık (C80), D50, SNR ile RASTI parametreleri üzerinden değerlendirilmiştir.

Tang'ın (2007) çalışmasında Hong Kong'da yer alan ilk ve orta okul derslikleri arasından seçilen mekanlarda, hacim akustiği ölçümleri ile mevcut durum tespiti yapılmış, RT, erken-geç enerji oranı, D50, STI ve zamsal ağırlık merkezi (ts) parametreleri ve bu parametreler arasındaki ilişkiler incelenmiştir.

Pavčeková ve diğerleri (2009), belirlenen bir derslikte, çok kaynaklı çalışma durumunda (aynı mekan içerisinde iki eğitimcinin aynı anda kritik vermesi durumu) yaptıkları incelemede, mevcut durum tespiti için hacim akustiği ölçümleri gerçekleştirmiş ve mekanların simülasyonu üzerinden çözüm önerileri geliştirmiştir. Çalışmada yansıma süresi (T30), SNR ve STI parametreleri üzerinden değerlendirme yapılmıştır. Geliştirilen çözüm önerilerinde yüzey malzemeleri farklılaştırılmış, aynı anda iki eğitimcinin mekanda var olması durumu için geliştirilen bölme elemanı ise akustik açıdan etkin bir performans gösteremediği görülmüştür.

Zannin ve diğerleri (2013) tarafından yapılan çalışmada, Brezilya Parana Bölge Üniversitesi, Politeknik Merkezi'ndeki iki derslik ve iki oditoryum incelenmiştir. Mekanların mevcut durumlarının tespiti için, hacim akustiği ölçümleri gerçekleştirilmiş ve RT parametresi üzerinden değerlendirme yapılmıştır.

Abdelouahab ve diğerleri (2013) tarafından yapılan çalışmada ise, Cezayir'de iki adet derslik mekanında mevcut durum tespiti için hacim akustiği ölçümleri gerçekleştirilmiş, arka plan gürültü seviyesi, RT ve ses basınç seviyesi (SPL) üzerinden yapılan değerlendirmelere göre çözüm önerileri geliştirilmiştir.

Genel olarak bakıldığında, söz konusu çalışmalarda öznel ve nesnel değerlendirme yöntemlerinin kullanıldığı ve akustik ölçüm ya da modelleme yöntemleri ile mekanların akustik konfor koşullarının belirlendiği görülmektedir.

Öznel değerlendirmelerde kullanılan yöntemin kullanıcılar tarafından cevaplanan anketler olduğu ve nesnel değerlendirmeler için ise konuşmanın anlaşılabilirliği başlığı altında kısaca tariflenen akustik parametrelerin ağırlıklı olarak kullanıldığı görülmektedir.

Mimarlık Bölümü Stüdyo ve Dersliklerinde Mevcut İşitsel Konfor Koşullarının Belirlenmesi

Çalışmanın gerçekleştirildiği Dokuz Eylül Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Mimarlık ve Şehir ve Bölge Planlama bölümlerini barındıran ve yapı dekanlık (idari birimler) bölümünün ayırdığı simetrik iki koldan oluşmaktadır. Bu nedenle alan çalışmasının Mimarlık Bölümü'nde gerçekleştirilmesi yeterli görülmüştür. Bölüm içerisinde 3 ayrı katta konumlanan farklı büyüklükte stüdyo ve derslikler yer almaktadır. En büyük hacme ve öğrenci kapasitesine sahip stüdyolar ST1 ve ST2 olarak adlandırılmaktadır ve birbirinin aynı olarak inşa edilmişlerdir. Bu stüdyoların yanı sıra daha küçük boyutta grup çalışmalarının gerçekleştirildiği stüdyolar mevcuttur. Teorik ders anlatımları için tercih edilmesi öngörülen derslikler (D4, D5, D6, D7) ise günümüzde öğrenci kapasitesinin sürekli artması nedeni ile oldukça yetersiz kalmakta ve teorik aktarımlar da ST1 ya da ST2'de gerçekleştirilebilmektedir. Ölçüm yapılacak mekanların belirlenmesinde, akademisyen ve öğrencilerin dersler sürecinde en çok şikayetçi oldukları mekanlar olan ST2 (ST1 ile aynı özellikte) ve D4 olarak gözlemlenmekle birlikte, akustik değerlendirme yapılacak derslik ve stüdyoların belirlenmesi sürecinde kullanım amaçları ve mimari biçimlenişlerinin farklı olmasının yanı sıra, öğrenciler yani kullanıcılar tarafından cevaplanan anket sonuçları dikkate alınmıştır.

Özetle çalışma kapsamında yürütülen alan çalışması anket ve ölçümler olmak üzere iki aşamada gerçekleştirilmiştir. Çözüm önerilerinin geliştirilmesi sürecinde ise bilgisayarla modelleme yöntemi kullanılmıştır.

Anket Çalışması ve Değerlendirmesi

Anket Çalışmasının Amacı ve Kapsamı

Anket çalışması nesnel veriler elde etmemizi sağlamsa da mekan kullanıcılarının kişisel düşüncelerini tespit edebilmenin en kolay yoludur. Bu anlamda, ölçüm yapılarak akustik açıdan değerlendirilecek hacimlerin belirlenmesi amacıyla bir anket çalışması yürütülmüştür. Öğrencilerin stüdyolarda ve dersliklerde mevcut konfor koşulları hakkındaki değerlendirmeleri-

ni anlamaya yönelik hazırlanan anketin uygulama süreci iki aşamalı olarak gerçekleştirilmiştir. İlk aşamada pilot bir anket çalışması uygulanmış ve sonuçları değerlendirilerek eksik ya da hatalı oldukları düşünülen sorular yeniden düzenlenmiştir.

2012-2013 Akademik Yılı Güz Dönemi'nde, revize edilerek tekrarlanan ve gönüllülük esasına dayanarak yapılan anket çalışmasına, çalışmada ele alınan stüdyo ve dersliklerin kullanıcıları olan I, II, III ve IV. Sınıf düzeyinden toplam 163 Mimarlık Bölümü lisans öğrencisi katılmıştır. Anket toplamda 25 soru içermektedir ve cevaplanması yaklaşık 10-15 dk.'lık bir süre almaktadır. Öğrencilerin hepsi alan çalışması için belirlenen derslik ya da stüdyoları en az bir ders için deneyimlemektedirler (Uygulama içeren zorunlu dersler stüdyolarda -ST1 ya da ST2-, zorunlu teorik aktarımlar ise D4'te ve ST1 ya da ST2'de gerçekleştirilmektedir).

Anket soruları öğrencilerin ders esnasında hangi fiziksel koşullardan olumsuz etkilendikleri, en fazla olumsuz etkiye maruz kaldıkları mekanın tespiti, hangi seslerden rahatsızlık duydukları, mekanın mimarlık eğitiminin farklı çalışma şekillerine hacim akustiği bakımından ne kadar olanak sağladığı, mekan içindeki akustik kusurların ve bölgelerin tespiti ve bunların öğrenciler üzerindeki olumsuz etkilerinin araştırılması ve analiz edilmesi üzerine kurgulanmıştır.

Çalışmada genelden özele giden bir soru sıralaması vardır. Hem açık uçlu hem de kapalı uçlu sorular kullanılmıştır. Ankette bulunan sorular çoktan seçmeli, derecelendirmeli, sıralamalı, yorumlamalı ve demografik sorulardan oluşmaktadır. Bu sorular, kişisel sorular, fakülte binasında akustik konfor koşullarının belirlenmesine yönelik sorular, stüdyo çalışmaları sürecinde akustik konfor değerlendirmesi ve teorik ders anlatımı

sürecinde akustik konfor değerlendirmesi gibi bölümlere ayrılmıştır.

Anket Sonuçlarının Değerlendirilmesi

Çalışma kapsamında akustik değerlendirmenin hangi mekanlarda gerçekleştirileceğine karar verme sürecinde katkısı bulunan sorulardan bazıları ve verilen yanıtlar aşağıda aktarılmaktadır.

Elde edilen sonuçlara göre, Gürültü, öğrencileri günlük yaşantılarında en çok rahatsız eden etkenlerin başında gelmektedir. Mimarlık bölümü açısından değerlendirildiğinde ise;

- Öğrencilerin yapı dışı gürültülerden kaynaklanan ciddi problemler yaşamadıkları tespit edilmiştir.
- Bölüm binası içerisinde ise gürültü açısından en sorunlu mekanların özellikle stüdyolar ve kantin olduğu belirlenmiştir. Bu hacimlerdeki gürültü kaynakları ise mekanlarda yer alan donatı elemanları ve özellikle insan sesi olarak belirtilmektedir.

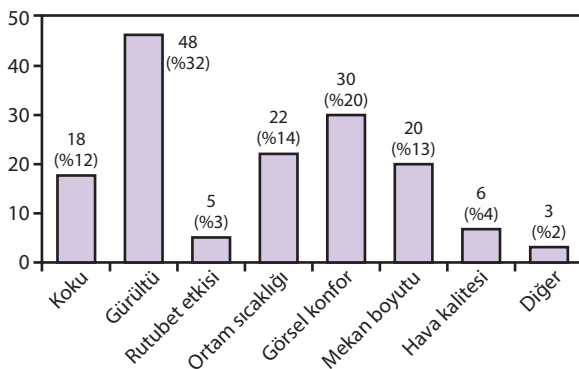
Stüdyolar açısından bakıldığında öğrencilerin uygulamalı derslerini ST1 ve ST2 isimli boyut ve malzeme kullanımı açısından tamamen aynı özelliklere sahip iki stüdyoda gerçekleştirdikleri görülmektedir.

- Çalışma şekilleri açısından değerlendirildiğinde masa kritikleri dışında diğer tüm çalışma yöntemlerinde ciddi hacim akustiği sorunları yaşandığı saptanmıştır.

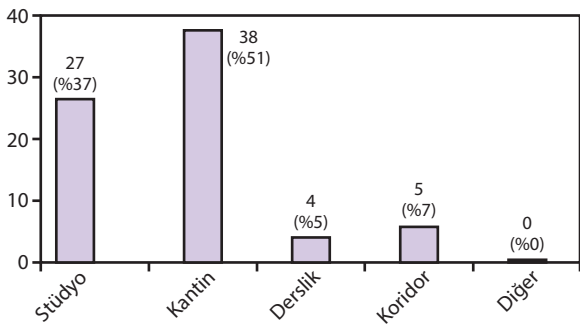
Teorik aktarımlar için ise öğrenciler tarafından en çok kullanılan mekan D4 olarak belirlenmiştir. Sonuç olarak,

- Derslikler ve stüdyolar arasında en çok sorun yaşanan hacimler Derslik 4 (D4) ve Stüdyo 2 (ST2)'dir. Her iki mekan da neredeyse zorunlu teorik ve uygulamalı derslerin tamamının gerçekleştirildiği alanlardır. Bir başka deyişle, ankete

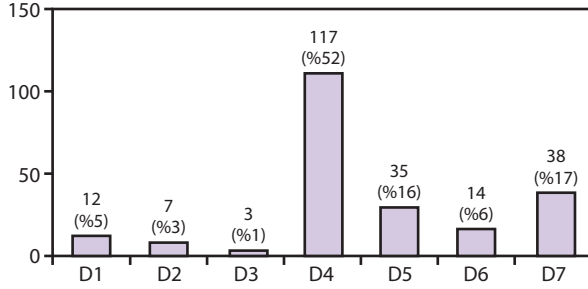
Soru 4: Günlük yaşamınızda bulunduğunuz ortam koşullarında sizi en çok rahatsız eden faktörleri sıralayınız.



Soru 8: Bölüm binası içerisinde gürültünün sizi rahatsız ettiği ortamları 1 (en çok) olmak şartıyla sıralayınız.

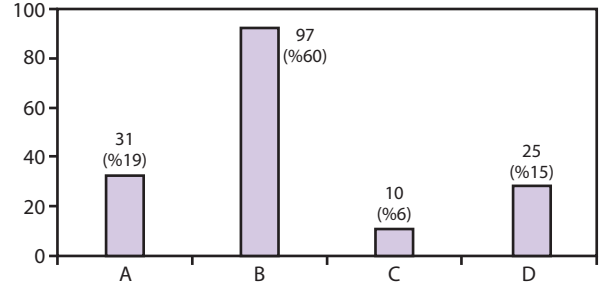


Soru 19: Teorik derslerinizde (zorunlu ve seçmeli) hangi derslikleri kullanıyorsunuz?



Soru 21: Teorik derslerinizde eğitmeni ile aranızdaki iletişimi nasıl tanımlarsınız?

- (A) Eğitmeni görebiliyorum ve net olarak duyabiliyorum.
 (B) Eğitmeni görebiliyorum, ancak net olarak duyamıyorum.
 (C) Eğitmeni göremiyorum, ancak net olarak duyabiliyorum.
 (D) Eğitmeni göremiyorum ve net olarak duyamıyorum



katılan öğrenciler dönem içerisinde bu mekanları kullanmaktadırlar.

- Bu mekanlarda sesin düzgün yayılmadığı, maskeleme etkileri, özellikle stüdyoda arka bölümlerde ses seviyesi yetersizliği, işitsel sorunların yanında öğrencilerin eğitmeni ile görsel bağ kurmakta da zorlandıkları ve öğrencilerin bu sorunlardan fiziksel ve psikolojik olarak olumsuz etkilendikleri tespit edilmiştir.

Bu noktadan hareketle de, boyut ve biçimlenişleri yanı sıra gerçekleşen eylemler bakımından farklı özelliklerdeki ST2 ve D4 nolu mekanlarda hacim akustiği koşullarının nesnel ölçümlerle daha ayrıntılı olarak incelenmesi ve mevcut durumdan kaynaklanan akustik kusurların tespit edilmesi gerektiğine karar verilmiştir.

Hacim Akustiği Ölçümleri

Çalışmada, anket çalışması sonuçlarına göre akustik açıdan problemli olduğu görülen ve farklı biçimleniş ve hacimsel boyutlara sahip Stüdyo 2 ve Derslik 4'te,

işitsel koşulların değerlendirilebilmesi için ölçümler gerçekleştirilmiştir. Ölçümlerde, arka plan gürültü seviyesi, EDT, RT, D50, STI ve RASTI parametreleri 125 Hz-4000 Hz oktav bandı aralığında ölçülmüş ve elde edilen sonuçlar değerlendirilmiştir.

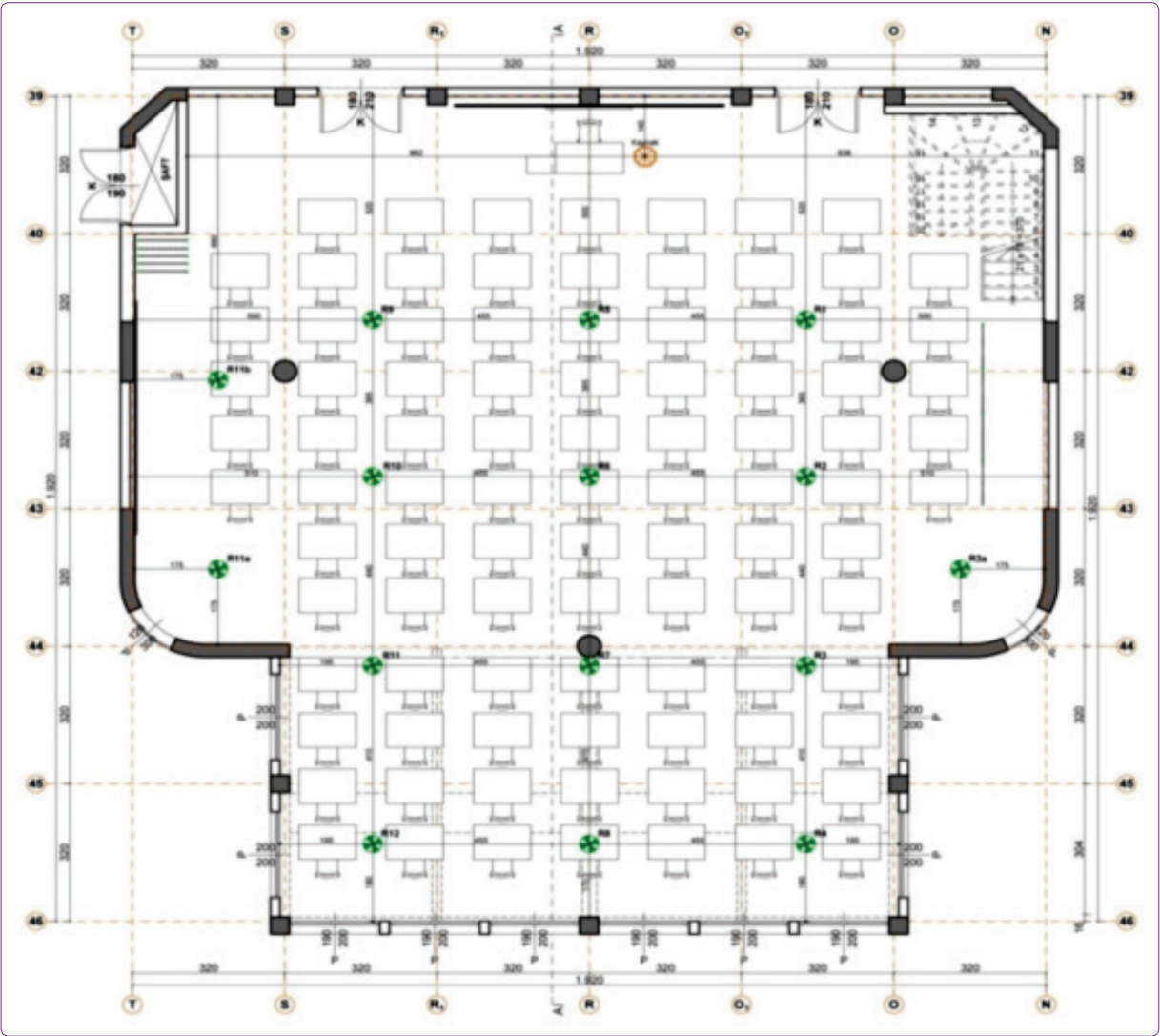
Mekanların ve Ölçüm Ekipmanının Tariflenmesi

Hacim akustiği ölçümlerinde Dirac 5.5 programı, 1 adet preamplifikatör, 1 adet güç amplifikatörü, 1 adet dodekaedrik hoparlör, 1 adet hoparlör tripodu, 1 adet omnidirectional mikrofon ve mikrofon tripodu kullanılmıştır. Ölçümlere başlamadan önce mikrofonlar kalibre edilmiştir. Ölçümler mekanlar boş haldeyken ve her iki mekanda bir kaynak noktasında ve mekan boyutuna göre belirlenen alıcı noktalarında gerçekleştirilmiştir (Şekil 4).

Stüdyo 2, 320 m² taban alanına, 1135,00 m³ hacme sahiptir. 315 cm kat yüksekliği olan mekanda, salonun arka kısmında yükseklik kademeli olarak 700 cm'ye kadar çıkmaktadır (Şekil 5 ve 6).



Şekil 4. Hacim akustiği ölçüm çalışmalarından fotoğraflar.



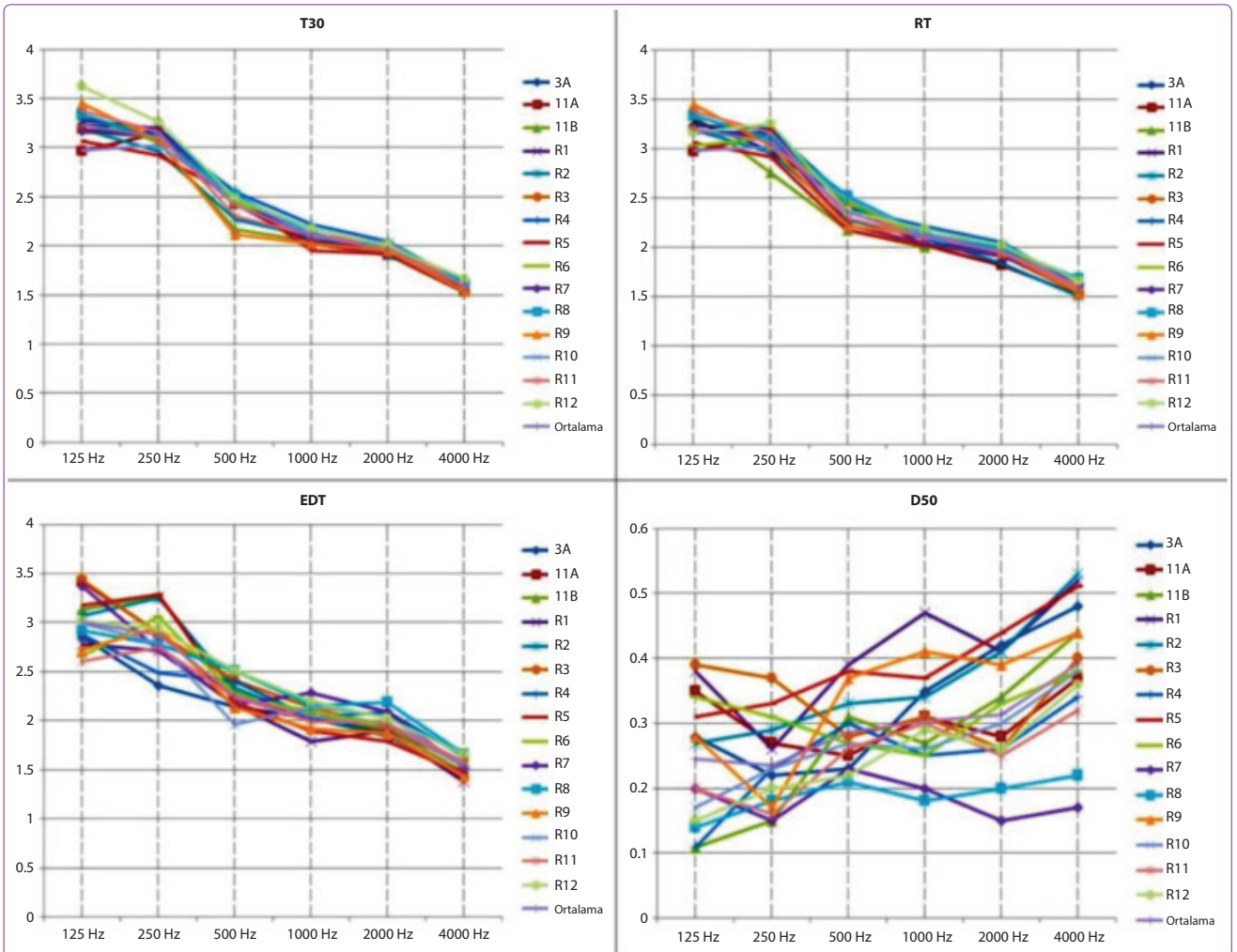
Şekil 5. Stüdyo 2 planı, kaynak ve alıcı noktaları.

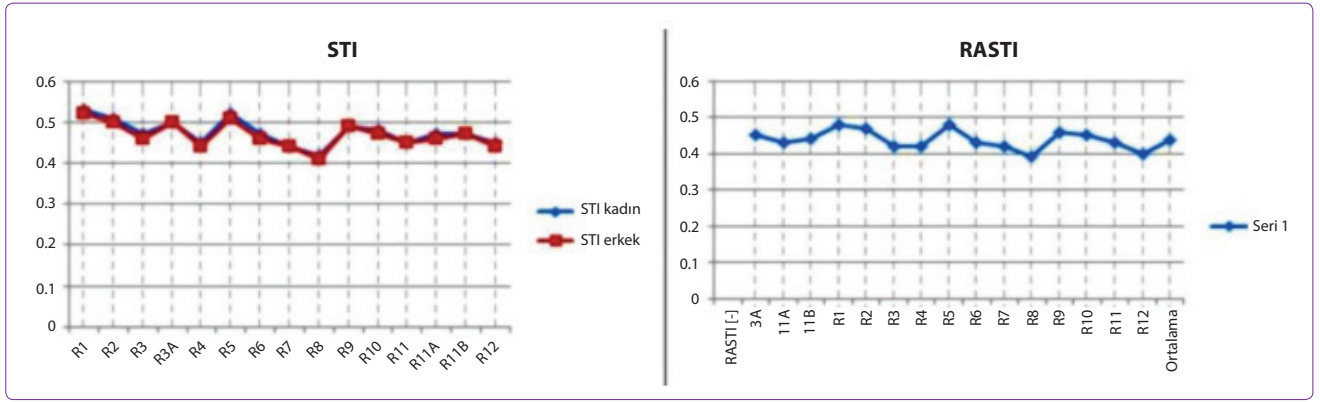


Şekil 6. Stüdyo 2 kesiti, kaynak ve alıcı noktaları.

Tablo 2. Stüdyo 2 ve Derslik 4 - Fiziksel ve Mimari Özellikleri, Yüzey Kaplama Malzemeleri

| Birim / Yüzey | Sayı / Alan (m ²) | | Malzeme |
|---------------------|-------------------------------|-----------------------|--|
| | ST2 | D4 | |
| Döşeme | 321,29 m ² | 105,67 m ² | Karo mozaik kaplama |
| Tavan | 335,83 m ² | 116,87 m ² | Kireç sıvalı beton |
| Hacim | 1135,00 m ³ | 332,86 m ³ | ... |
| Duvar | 272,14 m ² | 106,21 m ² | Alçı sıva üzeri boya |
| Pencere (Cam Yüzey) | 105,51 m ² | 34,40 m ² | 10 mm boşluklu, 2-3 mm kalınlığında çift cam |
| Kapı | 7,56 m ² | 4,40 m ² | 2 yüzeyi 8 mm kontrplak ile preslenmiş dolgu |
| Yazı Tahtası | 6,79 m ² | 5,74 m ² | Alüminyum çerçeveli laminat yazı tahtası |
| Projeksiyon Perdesi | 3,24 m ² | 3,24 m ² | Kumaş yüzey |
| Bez Pano | 6,59 m ² | ... | Ahşap çerçeveli kumaş yüzeyli |
| Hareketli Pano | 14,37 m ² | ... | Sert ahşap panel |
| Çizim Masası | 94 | 40 | 2 yüzeyi lamine kaplı 18 mm suntalam |
| Sandalye | 95 | 41 | Oturak ve arkılığı werzalit, metal boru ayaklı |
| Eğitimci Masası | 1 | 1 | Üst yüzeyi ahşap kaplama, demir ayaklı |
| Konuşma Kürsüsü | 1 | 1 | Sert ahşap panel |

**Şekil 9.** Stüdyo 2 (ST2) alıcı noktalarına bağlı T30, RT, EDT ve D50 ölçüm sonuçları.



Şekil 10. Stüdyo 2 (ST2) alıcı noktalarına bağlı STI ve RASTI ölçüm sonuçları.

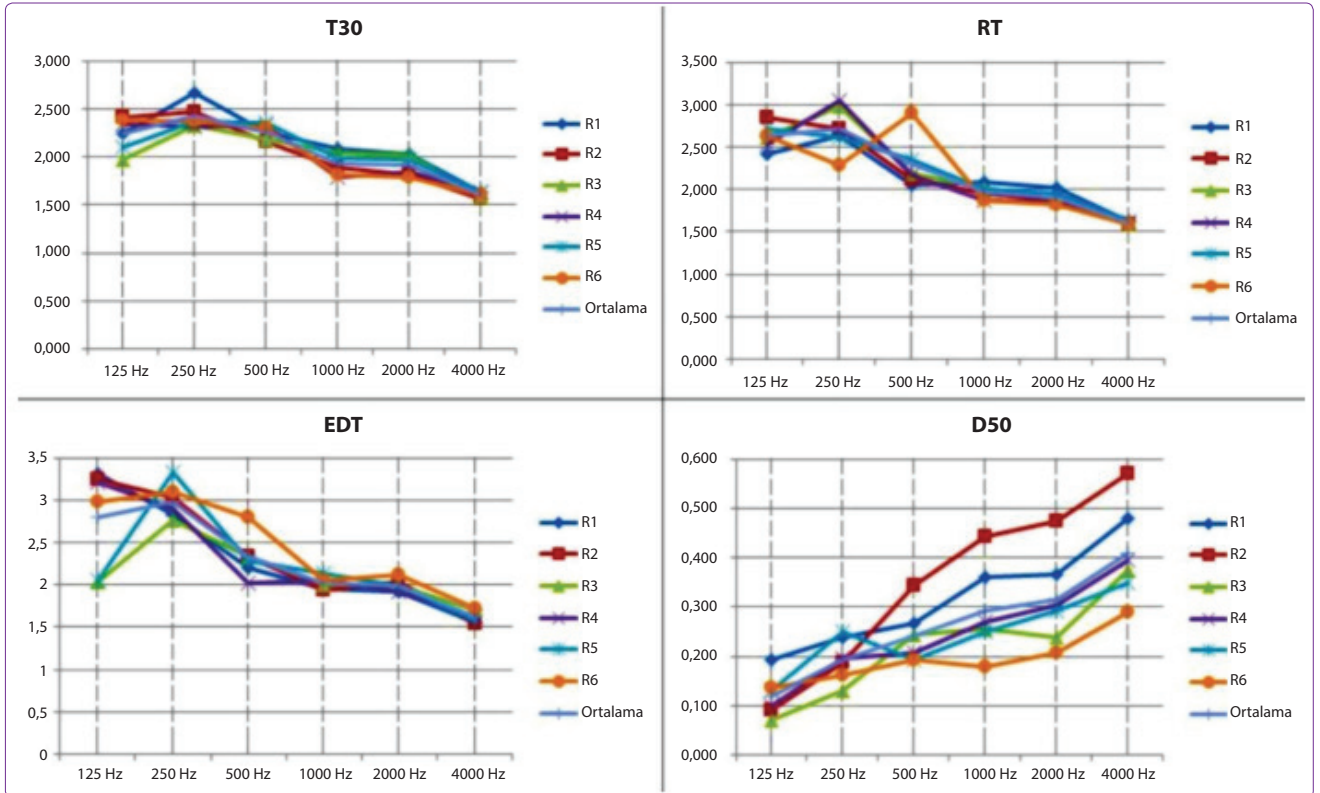
düşük frekanslarda 2-2,5 sn. aralığında, yüksek frekanslarda ise 1,5-2 sn düzeyinde ölçülmüştür. RT değerleri biraz daha uzun ölçülmüştür. STI değerleri ise farklı alıcı noktalarında 0,4-0,5 aralığında değerler almaktadır (Şekil 11 ve 12).

Ölçüm Sonuçlarının Değerlendirilmesi

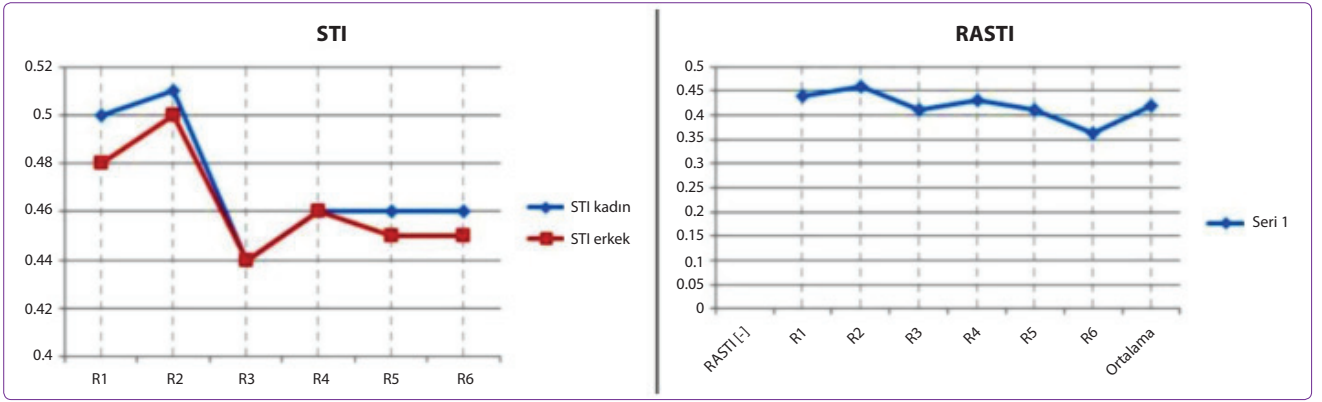
Reverberasyon süresi açısından bakıldığında; mekânın hacmine göre kabul edilebilir değer aralığı olarak kabul edilen (Şekil 2) 0,7-1,0 sn.'nin (ST2 için) ve 0,6-0,8 sn.'nin (D4 için) oldukça üzerinde değerler ölçüldüğü görülmektedir. Bunun yanı sıra düşük frekanslarda

elde edilen uzun yansıma sürelerinin maskeleye yol açarak konuşmanın anlaşılabilirliğini önemli ölçüde azaltan etkisi olduğu düşünülmektedir. Bu anlamda her iki mekanda da öğrenciler tarafından belirtilmiş olan konuşmacının net olarak anlaşılması durumu açıklanmıştır.

RT ile paralellik göstermesi istenen EDT'nin bazı alıcı noktalarında önemli oranda farklılaştığı görülmektedir. Bu durum, hacimler içerisinde tam yayınlık ses alanının sağlanamadığı anlamına gelmektedir. %50'nin üzerinde olması istenen D50'nin tüm alıcı noktalarında ve



Şekil 11. Derslik 4 (D4) alıcı noktalarına bağlı T30, RT, EDT ve D50 ölçüm sonuçları.



Şekil 12. Derslik 4 (D4) alıcı noktalarına bağlı STI ve RASTI ölçüm sonuçları.

hemen hemen tüm frekanslarda bu değer altında olduğu görülmüştür. Benzer biçimde 0,45'in üzerinde olması istenen STI ve RASTI değerlerine bakıldığında ise genel olarak alt sınırın altında kaldıkları görülmektedir. Bu sonuçlar hacimlerde konuşmanın anlaşılabilirliğinin sağlanamadığını, sesin düzgün yayılmadığını ve maskeleyen etkilerinin bulunduğunu göstermektedir. Anket sonuçları ile karşılaştırıldığında sonuçlar birbirini desteklemektedir.

Akustik Modelleme Çalışmaları

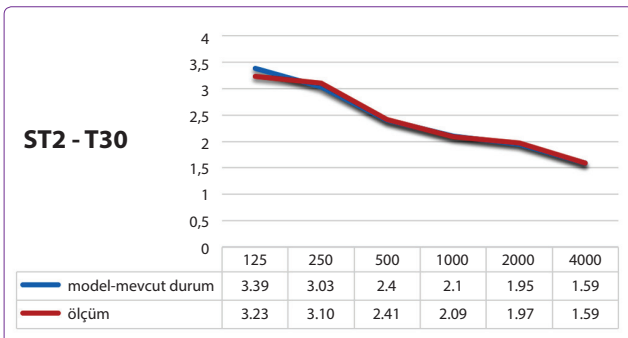
Ölçüm sonuçlarına göre ST2 ve D4'te tespit edilen sorunlara yönelik çözüm alternatifleri oluşturmak amacıyla, mekanların mevcut durumları "Odeon 9" programı ile modellenmiştir. Alan ölçümü ve "Odeon 9" programı mevcut durum modeline ait T30 grafikleri şekil xx. Ve xx.'te ve konuşma amaçlı mekanlarda etkin frekans aralığı olan 500-2000 Hz için elde edilen alıcı noktalara ait ortalama sonuçlar karşılaştırmalı olarak Tablo 2 ve Tablo 3'te görülebilmektedir (Şekil 13).

Stüdyo ve Derslikte İşitsel Konfor Koşullarının İyileştirilmesine Yönelik Öneriler

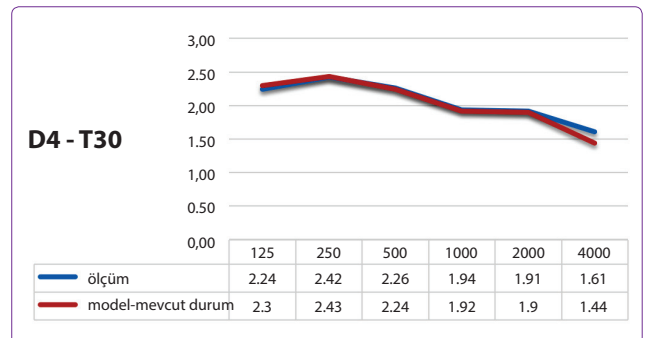
ST2 ve D4'te, mevcut durum değerlendirildiğinde tespit edilen en önemli ve ortak sorunlar, yansım

süresinin optimum değer aralıklarına kıyasla çok uzun olması ve frekansa bağlı önemli değişimler içermesi, D50 ve STI değerlerinin ise sınır değerlerden düşük olmasıdır. Bu durum hacim içerisinde konuşmanın anlaşılabilirliğinin yeterli düzeyde olmaması olarak yorumlanmıştır.

Bu nedenle öncelikle yansım süresini kısaltacak önlemler alınması gerekmektedir. Bu anlamda, mevcut durum üzerinden pek çok sayıda çözüm önerisi geliştirilebilecektir. Hacimlerin geometrik büyüklüğünü ve biçimlenişini değiştirmeden, özellikle iç yüzeylerde (tavan, duvar, döşeme) kullanılan malzemelerin ve kullanım detaylarının değiştirilmesi yutma çarpanlarını değiştireceğinden yansım süresinin de değişmesi söz konusu olacaktır. Öte yandan yüzeylerdeki malzeme/gereçlerin seçimini ve değişkenliğini belirleyen "diğer yapı fiziği (aydınlama, ısıtma vb) gereksinimlerinin olumsuz etkilenmemesi, dayanıklılık, uygulanabilirlik, sürdürülebilirlik ve maliyet" gibi pek çok başka tasarım parametresi de göz önünde bulundurulmalıdır. Bu bağlamda, çalışma kapsamında mekanın biçimlenişine müdahale etmeyecek, sökülür takılır nitelikte, maliyeti düşük olabilecek ve mekanların yoğun kullanımına dayanıklı; bir başka deyişle uygulanabilir nitelikte öne-



Şekil 13. ST2 alan ölçümü ve mevcut durum modeli ortalama T30 değerleri.



Şekil 14. D4 alan ölçümü ve mevcut durum modeli ortalama T30 değerleri.

Tablo 3. Stüdyo 2 (ST2) hacim akustiği ölçümleri ve “Odeon 9” programı mevcut durum modeli, 500-2000 Hz oktav bandı aralığı, T30, D50 ve STI ortalama değerleri

| Parametre | Hacim akustiği ölçümleri | | | Mevcut Durum Modeli | | |
|-----------------|--------------------------|---------|---------|---------------------|---------|---------|
| | 500 Hz | 1000 Hz | 2000 Hz | 500 Hz | 1000 Hz | 2000 Hz |
| T30 | 2.41 | 2.10 | 1.97 | 2.40 | 2.10 | 1.95 |
| D ₅₀ | %28 | %30 | %31 | %27 | %29 | %34 |
| STI | 0.47 | | | 0.42 | | |

Tablo 4. Derslik 4 (D4) hacim akustiği ölçümleri ve “Odeon 9” programı mevcut durum modeli, 500-2000 Hz oktav bandı aralığı, T30, D50 ve STI ortalama değerleri

| Parametre | Hacim akustiği ölçümleri | | | Mevcut Durum Modeli | | |
|-----------------|--------------------------|---------|---------|---------------------|---------|---------|
| | 500 Hz | 1000 Hz | 2000 Hz | 500 Hz | 1000 Hz | 2000 Hz |
| T30 | 2.26 | 1.93 | 1.91 | 2.24 | 1.92 | 1.90 |
| D ₅₀ | %24 | %29 | %31 | %28 | %32 | %36 |
| STI | 0.47 | | | 0.47 | | |

riler geliştirilmesi hedeflenmiştir. Bu doğrultuda yutucu-yansıtıcı asma tavan uygulaması, ses yutucu perde, halı, akustik sıva uygulaması gibi mekanın özelliklerini değiştirmeyecek malzeme/detay kullanımları önerilmektedir. Bir öneri olarak değerlendirilen zeminde halı kaplama, mekanın kullanım amacı ve yoğunluğu dikkate alındığında işlevsel bir çözüm olarak görünmemekle birlikte, döşeme yüzeyinin yutucu olmasının hacim üzerinde yapacağı etkinin değerlendirilmesi amacıyla öneriler içerisinde yer almaktadır.


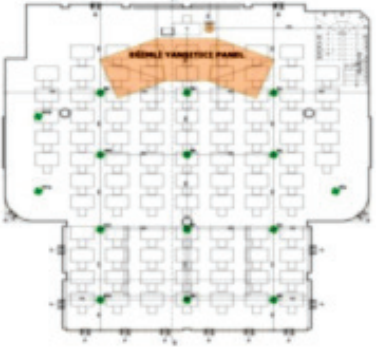
Stüdyo 2 (ST2) Ölçeğinde

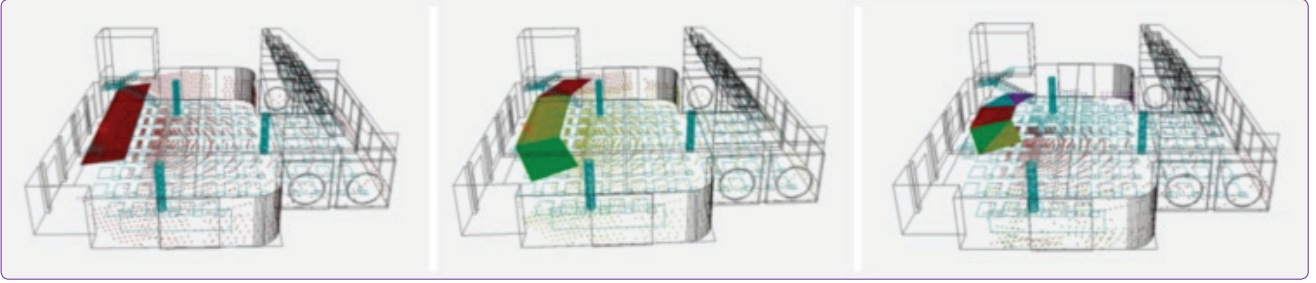
Öneri S1’de, tavandan 25 cm aşağıda, 227,54 m²’lik tek kat yüksekliğindeki kısma mineral yünü asma tavan

uygulaması önerilmiştir. Yutucu tavan uygulamasıyla yansım süresinin yeterince düşürülemediği nedeniyle asma tavan ile birlikte, Öneri S1a’da zemine 2 cm kalınlığında halı kaplanmış, Öneri S1b’de ise stüdyonun arka bölümünde kalan tavan yüzeylerine akustik sıva uygulandığı durum modellenmiştir.

Öneri S2’de, Öneri S1’de kullanılan tavandan 25 cm aşağıda, tek kat yüksekliğindeki kısma yerleştirilen yutucu asma tavanın, özellikle stüdyonun arka bölümlerinde SPL düzeyini çok azaltması riskine karşılık, asma tavan malzemesinin belirli bölümlerde farklılaştırılması önerisi değerlendirilmiştir. Bu amaçla tavan yüzeyinin konuşmacıya yakın olan bölümündeki yaklaşık 107

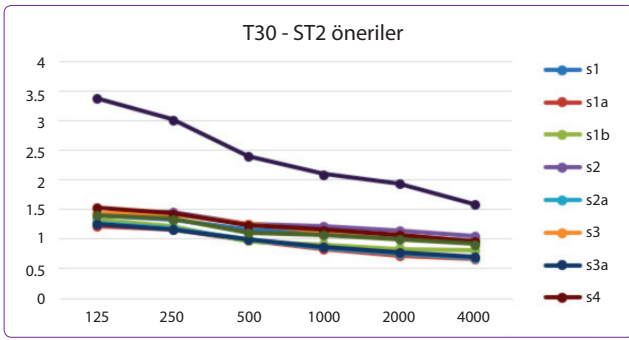
Tablo 5. Stüdyo 2, Öneri S3, Öneri S4 ve Öneri S5 planları

| Öneriler | Öneri S3 | Öneri S4 | Öneri S5 |
|----------|---|---|---|
| Plan |  |  |  |

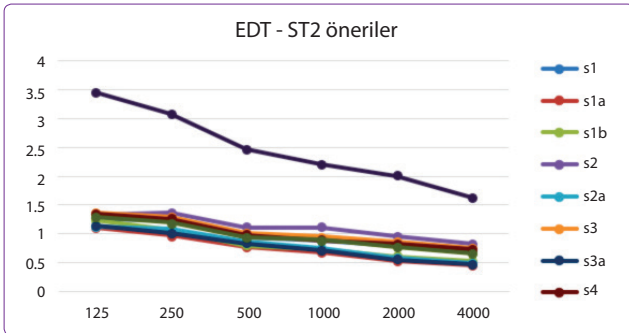


Şekil 15. ST2 farklı önerilerde tasarlanan yansıtıcı panellerin oluşturduğu ilk yansımalar.

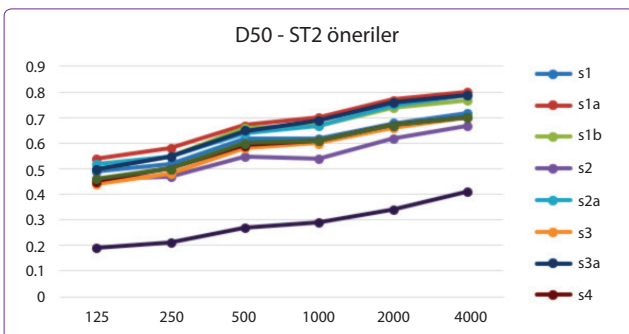
m²'lik kısmına, 1 cm kalınlığında ahşap paneller, kalan kısmına yine mineral yünü asma tavan panelleri



Şekil 16. Stüdyo 2 için oluşturulan önerilerde elde edilen T30 ortalaması değerleri.



Şekil 17. Stüdyo 2 için oluşturulan önerilerde elde edilen EDT ortalaması değerleri.



Şekil 18. Stüdyo 2 için oluşturulan önerilerde elde edilen D50 ortalaması değerleri.

yerleştirilmiştir. Bu uygulama ile aynı zamanda hacim içerisindeki işitsel koşul dağılımının değişimi de değerlendirilmek istenmiştir. Öneri S2'de yansımam süresinin yeterince düşürülebilmesi nedeniyle, Öneri S2a'da asma tavan önerisinin yanı sıra, zemine de 2 cm kalınlığında halı kaplaması önerilmiştir.

Öneri S3'te, Öneri S1'de uygulanan mineral yünü asma tavana ek olarak, 7,01° eğimli yansıtıcı bir tavan paneli önerilmiştir. Burada amaç yutucu asma tavanın SPL değerini çok düşürmesi riskine karşılık yansıtıcı bir panel kullanılarak, hacim içerisindeki akustik koşulların homojen bir biçimde dağılmasını sağlamaktır. Öneri S3a'da, Öneri S3'te yansımam süresinin yeterince düşürülebilmesi nedeniyle zemine de 2 cm kalınlığında halı kaplaması önerilmiştir. Öneri S4 ve Öneri S5'in ise Öneri S3'ten farkı, kullanılan yansıtıcı tavan panellerinin biçimlenişi ve boyutlarıdır.

Önerilerde elde edilen sonuçlar Tablo 6'da aktarılmaktadır. Yutucu asma tavan ve halı bulunan Öneri S1a'da, yutucu asma tavan ve akustik sıva kullanılan Öneri S1b'de, yutucu asma tavan, yansıtıcı asma tavan ve halı bulunan Öneri S2a'da ve yutucu asma tavan, yansıtıcı tavan paneli ve halı bulunan Öneri S3a'da, yansımam süresi kabul edilebilir değer aralığındadır.

Stüdyo 2, öğrenciler yokken boş konumda ölçülmüş ve değerlendirilmiştir. Bu nedenle öğrencilerin yutuculuğa katkısı hesaba katılmamıştır. Stüdyonun dolu durumunda, öğrencilerin varlığı yansımam süresini daha da düşüreceğinden, diğer önerilerde de kabul edilebilir değer aralığının sağlanabileceği düşünülmelidir. Bir başka önemli kazanım ise, T30 ve EDT parametreleri için ortalaması değerlerin yaklaşık %35 üzerinde olan 125-250 Hz değerlerinin de orta frekanslara daha yakın değerler almasıdır. Ancak belirtilmesi gereken bir nokta, zeminde kullanılan halı kaplamanın alçak ve yüksek frekanslardaki T30 değerleri arasındaki farkın artmasına neden olduğudur. Elde edilen D50 ve STI değerleri de tüm önerilerde olması istenen alt sınırın üzerindedir.

Stüdyo 2'de yapılan çalışmalarda tek kaynak noktası

Tablo 6. ST2 mevcut durum ve öneriler değerlendirme tablosu

| Koşullar | Parametreler (Ortalama Değerler) | | |
|--------------------------------|----------------------------------|--------------------|-------|
| | T30 | D ₅₀ | STI |
| | (500-100Hz) | (500-1000-2000 Hz) | |
| Kabul Edilebilir Değer Aralığı | 0.7 – 1.0 | >0,50 | >0.45 |
| Mevcut Durum | 2.25 | 0,64 | 0.42 |
| Öneri S1 | 1,14 | 0,71 | 0.55 |
| Öneri S1a | 0,90 | 0,69 | 0.58 |
| Öneri S1b | 0,95 | 0,57 | 0.57 |
| Öneri S2 | 1,24 | 0,69 | 0.54 |
| Öneri S2a | 0,93 | 0,61 | 0.58 |
| Öneri S3 | 1,19 | 0,70 | 0.56 |
| Öneri S3a | 0,94 | 0,62 | 0.59 |
| Öneri S4 | 1,19 | 0,63 | 0.56 |
| Öneri S5 | 1,09 | 0,64 | 0.57 |

Tablo 7. Derslik 4, Öneri D2, Öneri D3 ve Öneri D4 planları ve kesitleri

| Öneriler | Öneri D2 | Öneri D3 | Öneri D4 |
|----------|----------|----------|----------|
| Plan | | | |
| Kesit | | | |

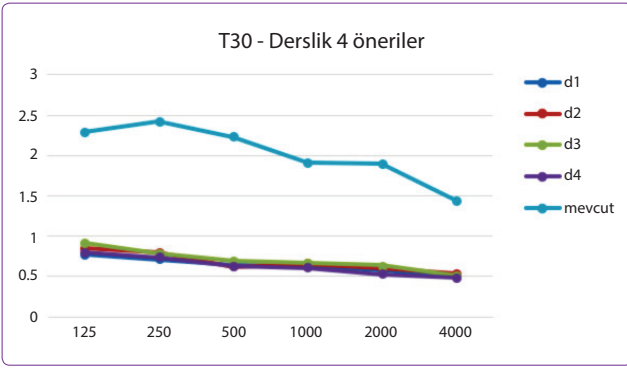
kullanılmıştır. Bu durumda genel bilgi aktarımı ve jüri kritikleri çalışma koşulları değerlendirilmiştir. Öğretim üyesi ve öğrenci sayısının, buna bağlı olarak da mekan içerisinde oluşacak grup sayısının değişken olması nedeniyle, masa kritikleri, grup kritikleri/çalışmaları için aynı anda birden fazla kaynağın değerlendirildiği ayrı bir çalışma yapılmamıştır. Ancak konuşmanın anlaşılabilirliğinde önemli olan yansım süresinin (T30) kabul edilebilir değerlere düşürülmesi, ayırtedilebilirlik (D50) ve STI'nın kabul edilebilir alt sınırın üzerine yükseltilmesi farklı çalışma biçimleri için de akustik kalitenin artmasını sağlayacaktır.

Derslik 4 (D4) Ölçeğinde

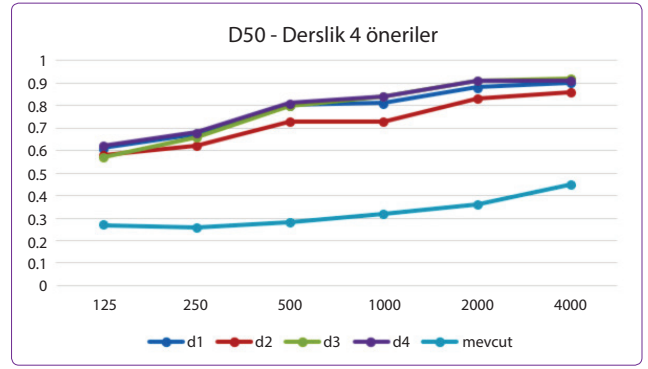
Öneri D1'de, tavandan 25 cm aşağıda, 100,70 m²'lik alana, mineral yünü asma tavan uygulaması ve arka duvarda, pencere yüksekliğinde, duvar boyunca ses yutucu perde yerleştirilmesi önerilmiştir. Öneri D2'de,

tavandan 25 cm aşağıdaki asma tavanın konuşmacıya yakın olan 35 m²'lik kısmına, 1 cm kalınlığında ahşap yansıtıcı panel, kalan kısmına yine mineral yünü asma tavan yerleştirilmiştir. Ayrıca arka duvara Öneri D1'de olduğu gibi pencere yüksekliğinde, duvar boyunca, ses yutucu perde uygulaması önerilmiştir. Burada önerilen yansıtıcı asma tavanın amacı, sesin mekan içerisinde homojen bir şekilde dağılmasını sağlamaktır.

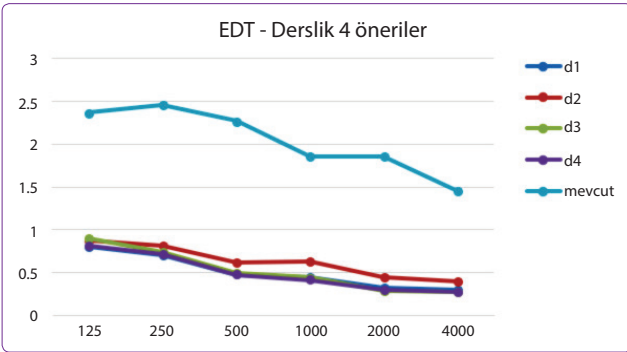
Öneri D3'te, tavandan 25 cm aşağıda, 100,70 m²'lik alana mineral yünü asma tavan, 13,30 m²'lik arka duvar yüzeyine akustik sıva, 7,00 m²'lik pencere yüzeyine ses yutucu perde ve 8,77° eğimli, ahşap yansıtıcı tavan paneli önerilmiştir. Burada önerilen yansıtıcı tavan panelinin amacı, sesin hacmin arka bölümlerine ulaşmasını sağlamaktır. Öneri D4'te, Öneri D3'teki yutucu asma tavan, akustik sıva ve ses yutucu perde aynen korunmuş, tek parça halindeki ahşap yansıtıcı tavan



Şekil 19. Derslik 4 için oluşturulan önerilerde elde edilen T30 ortalama değerleri.



Şekil 21. Derslik 4 için oluşturulan önerilerde elde edilen D50 ortalama değerleri.



Şekil 20. Derslik 4 için oluşturulan önerilerde elde edilen EDT ortalama değerleri.

paneli yerine, biri $14,22^\circ$, diğeri $8,77^\circ$ eğimli iki adet ahşap yansıtıcı tavan paneli önerilmiştir.

Önerilerde elde edilen sonuçlar değerlendirilerek oluşturulan Tablo 8'de, D4 için geliştirilen öneriler sonucu ortaya çıkan akustik koşullar aktarılmaktadır. Derslik 4'te elde edilen sonuçlar incelendiğinde, tüm önerilerde yansım süresi 0,6-0,8 sn. kabul edilebilir değer aralığındadır ve özellikle 0,6 sn.'ye yakın değerler elde edilmiştir. Değerlerde frekansa bağlı değişimler ise mevcut duruma kıyasla daha kabul edilebilir

değerlerdedir. D50 ve STI sonuçları da olması istenen alt sınırlarının üzerindedir. Buna göre, geliştirilen önerilerin dersliğin akustik konfor koşullarının sağlanması için yeterli olduğu düşünülmektedir.

Sonuç

Mimarlık eğitiminin temel ilkelerinin öğretildiği, teorik ve uygulamalı derslerle öğrencilere tasarım ve yaratıcılık becerilerinin kazandırıldığı mimarlık bölümü stüdyo ve derslikleri, anlaşılabilirliğin son derece önemli olduğu konuşmaya yönelik mekanlardır. Bu mekanlar teorik bilgi aktarımlarının yapıldığı klasik derslik anlayışının yanı sıra, birebir ve gruplar arasında bilgi ve kritik alışverişlerinin yapıldığı bir kurguyu da kapsamaktadır. Farklı etkinliklerin gerçekleştirildiği bir atölye gibi hizmet eden bu mekanlarda, öğrencilerin verilen eğitimden en üst düzeyde verim alabilmeleri, işitsel konfor koşullarının sağlanmasını gerektirmektedir. Tasarım aşamasında dikkate alınmayan bu faktör, çeşitli mimari ve malzeme iyileştirmeleri ile var olan mevcut mekanlarda da sağlanabilmektedir.

Bu çalışmada, örnek çalışma alanı olarak seçilen Dokuz Eylül Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi stüdyo ve dersliklerinin, yapılan öznel ve nesnel çalışmalarla

Tablo 8. D4 mevcut durum ve öneriler değerlendirme tablosu

| Koşullar | Parametreler (Ortalama Değerler) | | |
|--------------------------------|----------------------------------|---------------------------------------|--------|
| | T30 (500-1000Hz) | D ₅₀ (500-1000-2000 Hz) | STI |
| Kabul Edilebilir Değer Aralığı | 0.6 – 0.8 | > 0,50 | > 0.45 |
| Mevcut Durum | 2,08 | 0,32 | 0.47 |
| Öneri D1 | 0,64 | 0,83 | 0.69 |
| Öneri D2 | 0,65 | 0,76 | 0.67 |
| Öneri D3 | 0,69 | 0,85 | 0.70 |
| Öneri D4 | 0,63 | 0,85 | 0.71 |

akustik konfor koşulları açısından mevcut durumları belirlenmiş, elde edilen sonuçlar doğrultusunda çeşitli öneriler geliştirilerek mevcut durum koşullarının iyileştirilmesi için çalışılmıştır. Akustik kaliteyi arttırmak adına öneriler geliştirilen iki hacim karşılaştırıldığında, benzer kurguda üretilmiş olan önerilerin dikdörtgen biçimli ve daha küçük hacme sahip olan Derslik 4 için daha olumlu sonuçlar ortaya çıkardığı söylenebilir. Bu durum, mimari tasarım ile birlikte yürütülmesi gereken akustik tasarım konusuna iç mekan tasarım sürecinde dikkat edilmesi yapılacak müdahale çalışmalarının sınırlı düzeyde kalmasını ve böylece istenen akustik kalitenin sağlanamaması sonucunu bir kez daha ortaya koymaktadır. Çünkü, özellikle kapalı mekanlarda, mekanı çevreleyen ve/veya sınırlandıran tüm yüzeyler içeride oluşan ses alanına yalnızca kaplama malzemelerinin özellikleri ile değil, oluşan hacmin boyutlarını ve biçimlenişini belirlemeleri nedeniyle olumlu ya da olumsuz katkı yapmaktadırlar.

Yapılan çalışmanın, hacim akustiği koşulları dikkate alınmadan tasarlanan mimarlık eğitiminin verildiği stüdyo ve derslikler için bir örnek oluşturduğu düşünülmektedir. Ülkemizde genellikle bu faktör dikkate alınmadan tasarlanan mekanların iyileştirilmesi, verilen eğitimden alınan verimi artıracak, mimarlık mesleğinin eğitim kalitesini yükseltecektir. Ülkemizde bu konudaki çalışmaların gün geçtikçe artacağı düşünülürken – ve her mekanın kendine özgü akustik tasarım ve/veya çözüm önerileri gereksinimi olduğu konusuna da vurgu yaparak – bu çalışmanın yapılacak benzer çalışmalar için faydalı olacağı düşünülmektedir.

Teşekkür

Bu makale, Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yapı Bilgisi Anabilim Dalı'nda "Eğitim Mekanlarının Akustik Konfor Koşulları Bakımından İrdelenmesi: DEÜ Mimarlık Fakültesi Örneği" başlıklı yüksek lisans tez çalışmasından üretilmiş ve 2012.KB.FEN.120 numaralı BAP projesi kapsamında Dokuz Eylül Üniversitesi Rektörlüğü tarafından desteklenmiştir.

Kaynaklar

Abdelouahab, B., Mohamed, A., Saad, D., & Youcef, R. (2013) Evaluation of the acoustic performance of classrooms in Algerian Teaching Schools. *World Academy of Science, Engineering and Technology International Journal of Civil Science and Engineering*, 7/11, 277-286. Retrieved July 14, 2014, <http://waset.org/Publication/evaluation-of-the-acoustic-performance-of-classrooms-in-algerian-teaching-schools/17319>.

Cavanaugh, W. J., & Wilkes J. A. (Eds.). (1999) *Architectural acoustics principles and practice*. NY: John Wiley.

Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliği. (4 Haziran 2010). Resmi Gazete, 27601.

Erlalelitepe, İ., Aral, D., ve Kazanasılmaz, T. (13 Ocak 2011). Eğitim yapılarının doğal aydınlatma performansı açısından incelenmesi. *Megaron Yıldız Teknik Üniversitesi Mimarlık Fakültesi E-Dergisi*, 6(1), 39-51. 13 Şubat 2014, file:///C:/Users/va%C4%B1o/Downloads/MEGARON_6_1_39_51%20(1).pdf.

Gade, A. C. (2007) *Acoustics in halls for speech and music*. T. D. Rossing, (Ed.). Springer handbook of acoustics (301-349). NY: Springer Science + Business Media.

Gökmen, H. ve Süer, D. (2003) Mimarlık eğitiminde tasarım stüdyolarına farklı yaklaşımlar. *Ege Mimarlık*, 3 (47), 4-7.

Gürel, N. (2007) İlköğretim okullarının akustik açıdan incelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Hodgson, M. (1999) Experimental investigation of the acoustical characteristics of university classrooms. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 106 (4), 1810-1819. Retrieved December 18, 2012, <http://scitation.aip.org/content/asa/journal/jasa/106/4/10.1121/1.427931>.

Hodgson, M. (2004) Case-study evaluations of the acoustical designs of renovated university classrooms. *Applied Acoustics*, 65, 69-89. Retrieved May 23, 2013, <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0003682X03001087>.

Kara, E. (2009) Valensiya Santa Anna Şapeli'nin restorasyon sonrası akustik değerlendirmesi. Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Ketizmen, G. (2003) Mimari tasarım stüdyosunda çalışma yöntemleri: Anadolu Üniversitesi Mimarlık Bölümü örneği. *Ege Mimarlık*, 47, 32-34.

Knudsen, V. O., & Harris, C. M. (1951) *Acoustical designing in architecture* (2th ed.). NY: John Wiley.

Kurtulan, Z. (2009) Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi Sedat Hakkı Eldem Oditoryumu'nun hacim akustiği açısından incelenmesi ve değerlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Kuttruff, H. (2009) *Room acoustics* (5th ed.). NY: Spon Press.

Long, M. (2006) *Architectural acoustics*. California: Elsevier Academic Press.

Mehta, M., Johnson, J., & Rocafort, F. (1999) *Architectural Acoustics Principle and Design*. New Jersey: Prentice-Hall, Inc.

Özçevik, A. (2005) Mimari tasarım stüdyolarında işitsel konfor gereksinimleri ve bir örnek. Yüksek Lisans Tezi, Anadolu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir.

Pavčková, M., Rychtáriková, M., & Tomašovič P. (May 25, 2009) Acoustical comfort predictions in classrooms with two simultaneous sound sources. *Slovak Journal of Civil Engineering*, 2009/2, 17-25. Retrieved February 19, 2014, http://www.svf.stuba.sk/docs/sjce/2009/2009_2/file5.pdf.

Şahin, Ö. (2007) Konuşma amaçlı hacimlerde kaynak konumu değişiminin hacim akustiği parametreleri üzerindeki etkisinin incelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Şerefhanoglu Sözen, M. (2001) Yapı kabuğunda ısı ve ses yönünden denetim-konfor ilişkisi. *Makine Mühendisleri Odası Tesisat Mühendisliği Dergisi*, 61. 01 Nisan 2014,

- http://www.mmo.org.tr/resimler/dosya_ekler/e8374e-c4e4ad797_ek.pdf?dergi=199
- Şerefhanoğlu Sözen, M., ve Bostancı Başkan, T. (2006) Dersliklerde görsel konfor ve etkin enerji kullanımı: Bir örnek derslik aydınlatması. Megaron Yıldız Teknik Üniversitesi Mimarlık Fakültesi E-Dergisi, 1(2-3), 143-153. 16 Şubat 2014, http://www.megaron.yildiz.edu.tr/yonetim/dosyalar/0203_06_BASKAN_T.pdf?ref=GoogleYuz.Com.
- Tang, S. K. (2008) Speech related acoustical parameters in classrooms and their relationships. Applied Acoustics, 69 (2008), 1318-1331. Retrieved 14 July, 2014, <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0003682X07001466>.
- Türk, E. (2011) İstanbul'daki salonların akustik kalitesinin incelenmesi ve değerlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Yüksel Can, Z., ve Özçevik, A. (2012) Hacim akustiği kuramı ders notları, Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul.
- Yüđerük, N. (1995) Konuşma amaçlı hacimlerde işitsel duyarlılık ayrımlarının anlaşılabilirlik üzerindeki olumsuz etkilerini ortadan kaldıracak hacim akustiği koşullarının belirlenmesinde yeni bir yaklaşım. Doktora Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Zannin, P. H. T., Fiedler, P. E. K., & Bunn, F. (Ađustos 2013). Reverberation time in classrooms – Case study: When an administrative desicion changes acoustic quality. Journal of Scientific & Industrial Research, 72, 506-510. Retrieved July 14, 2014, [http://nopr.niscair.res.in/bitstream/123456789/20254/1/JSIR%2072\(8\)%205506-510.pdf](http://nopr.niscair.res.in/bitstream/123456789/20254/1/JSIR%2072(8)%205506-510.pdf)