

MİMARİ AKUSTİK EĞİTİMİNDE BİLGİSAYAR BENZETİMİNİN TASARIM SÜRECİNE KATKISI: 500 KİŞİLİK KONSER SALONU ÖRNEĞİ

Semra ARSLAN

Orta Doğu Teknik Üniversitesi Mimarlık Bölümü Araştırma Görevlisi

Zühre SÜ

Bilkent Üniversitesi İç Mimarlık ve Çevre Tasarımı Bölümü Araştırma Görevlisi

Prof. Dr. Mehmet ÇALIŞKAN

Orta Doğu Teknik Üniversitesi Makine Mühendisliği Bölümü Öğretim Üyesi

ÖZET

ODTÜ Mimarlık Fakültesinde Yüksek Lisans düzeyinde verilmekte olan BS 575 Kodlu “Mimaride Akustik” dersinde; öğrencilerin özellikle müzik amaçlı salonların akustik tasarımı eğitimi ile akustik parametrelerin mimari tasarıma girdi olması gerekliliği vurgulanmaktadır. Bu sebeple 2002-2003 eğitim yılında 6 öğrencinin katılımıyla sürdürülmüş olan derste, teorik bilgiler aktarıldıktan sonra, ilk kez “bilgisayar benzetimi yoluyla” akustik tasarım kriterleri projelendirilmiştir. Öğrencilerden 500 kişilik bir salon tasarımları istenmiş ve ders yılı sonunda çıkan bütün ürünlerde akustik değerler geometri ve malzeme seçimlerine göre irdelenmiştir. Bu makalenin amacı, BS 575 dersinden çıkan “konser salonu” ürün projeleri ile tasarım sürecinde mimari akustik parametrelerin kontrolünün önemini ve bu sayede bilgisayar benzetiminin “mimari akustik eğitimindeki” yerini tartışmaktır.

Anahtar kelimeler: Oda akustiği, akustik tasarım, akustik parametreler, konser salonu, akustik benzetim

SUMMARY

CONTRIBUTION OF THE COMPUTER SIMULATION TO THE PROCESS OF DESIGN IN THE COURSES OF ARCHITECTURAL ACOUSTICS: A STUDY OF 500 SEATED CONCERT HALL

Within the context of “Acoustics in Architecture I” course coded BS 575, which is given under the curriculum of the graduate program of Department of Architecture at METU, the emphasis is especially on the design of the halls for music and the importance of acoustical parameters as an input for the architectural design. For this reason, at the fall term of 2002-2003 with the attendance of 6 students to the course the lectures on the theory are completed, after when the acoustical design criteria are projected by the “method of computer simulation”. The students are asked for designing a 500 seated hall, and at the end of the semester all the products are examined considering the geometrical and material choices. The aim of this paper is to argue the importance of controlling the acoustical parameters at the architectural design stage, and also the role of the computer simulation at “the education of architectural acoustics”.

Keywords: Room acoustics, acoustical design, acoustical parameters, concert hall, acoustical simulation

1. GİRİŞ

Mimari akustik parametrelerin farklı tip salonlarda ele alınmasıyla ortaya koyulan projelerin yer aldığı bu çalışmada asıl olarak bilgisayar benzetiminin akustik eğitime katkısı vurgulanmaktadır. Bu kapsamda makalenin başlangıcında ODTU Mimarlık Fakültesinde “Mimarlıkta akustik eğitimi” amaçlı verilmekte olan bir yüksek lisans dersinden bahsedilmekte ve 2002-2003 eğitim yılında bu ders kapsamında öğrencilere verilen bir projenin akustik eğitime katkısı tartışılmaktadır. Konser salonlarının geometrisiyle akustik parametrelerin ilişkisini kurmaya çalışan bu makalede, literatürdeki konser salonu tiplerine de yer verilmiş ve bazı örnekler 3. bölümde açıklanmıştır. BS575 dersi süresince geometrik parametrelerle nesnel parametreler arasındaki ilişkileri saptamaya yönelik hazırlanan modeller, uygulama ve kullanım kolaylığı sağlaması ve detaylı analizlere olanak vermesi nedeniyle bilgisayar benzetimi ile analiz edilerek değerlendirilmiştir ve bu örnekler üzerinden bilgisayar benzetiminin akustik eğitimindeki yeri tartışılmıştır.

2. MİMARİDE AKUSTİK EĞİTİMİNİN AMAÇ VE KAPSAMI

Yapı fiziğinin temel taşlarını oluşturan binalarda enerji tasarrufu, tesisat ve aydınlatma gibi mimarinin teknik alt yapısını oluşturan başlıca konulardan bir diğeri de şüphesiz mimari akustiktir. Her ne kadar lisans eğitimi müfredatında yeterli önem verilme de akustik, özellikle müzik ve konuşma aktivitelerinin ön planda olduğu mekan tasarımının öncelikli olarak ele alınması gereken parametresidir.

Öğrencilerin mimari akustik üzerine eğitimlerinin desteklenmesi daha çok yüksek lisans düzeyinde gerçekleşmektedir. Bu kapsamda açılan mimari akustik dersleri iki bölümde incelenir. Bunlardan ilki olan hacim akustiği kapalı hacimlerde sesin üretimi ve yayılmasını konu alırken, oda geometrisinin seçimi ve boyutlandırılması, yansıtıcı ve ses yutucu yüzeylerin belirlenmesi ve düzenlenmesi gibi detaylar üzerinde durur. Bu kapsamda ele alınan yapılar konser salonları, opera salonları, konferans salonları, çok amaçlı oditoryum, amfi tiyatro, sinema, tiyatro binaları ve müzik kayıt stüdyolarını içermektedir. Hacim akustiği ölçütlerinde saptanması gereken değerler, salonun kullanım amacıyla direkt olarak ilintilidir. Bu ölçütlerin uygun değerlerde olması o mekanda oluşacak sesin hem dinleyiciler hem de müzisyen yada konuşmacılar tarafından en iyi şekilde algılanmasını sağlayacaktır.

Mimari akustiğin bir diğer kolu olan yapı akustiği ise temel olarak sesin yada gürültünün kapalı hacim sınırlarından içeri yada dışarı iletimi ile ilgili konuları ele almaktadır. Yapılarda ses izolasyonu ve ses yalıtımı yöntemlerini irdelerken, oda duvarlarının konfigürasyonu ve boyutlandırılması ile uygun malzeme seçimi gibi tasarım kararlarının alınmasında bu alandaki eğitim önemli rol oynamaktadır.

Özet olarak, ilki temelde sesin kalitesini arttırmaya yönelik çalışmaları ikincisi ise istenmeyen sesleri yada bir diğer deyişle gürültüyü engellemeye yönelik çalışmaları ele alırken, mimari akustiğin tamamı mekanla ilgili parametrelerin belirlenmesi ve dolayısıyla mimarların ilgi alanı ve sorumluluğunda olan tasarım kararlarının verilmesinde bir araçtır. Bu makalede yapılan çalışma ise farklı tipte konser salonlarının öğrenciler tarafından bilgisayar benzetim metoduyla irdelenmesiyle hacim akustiği eğitiminde yerini bulmaktadır.

Bu çalışma kapsamında konser salonunun tasarımı ve özellikle bu konunun önemli bir alt başlığını oluşturan salon formları ve tasarım ölçütleri değerlendirilmiştir. Eğitim sürecinde bir örnek olarak konser akustiğinin incelenmesi profesyonel hayatta mimarın henüz tasarım aşamasında kararları doğru verebilmesi ve istenilen akustik kalitede salonu

projelendirebilmesi bakımından önemlidir. Bu sayede bitmiş salonda yapılacak akustik müdahaleler minimuma indirilebilir hatta yapı akustik anlamda başarılı eserler arasında yerini alabilir.

3. LİTERATÜRDEKİ SALON FORMLARI VE TASARIM ÖLÇÜTLERİ

Salon geometrisi duvar ve tavanların formu ile beraber akustik açıdan oldukça önem taşımaktadır. Bu formlar öyle seçilmelidir ki, yüzeylerden yansıyan ses enerjisi az bir gecikme süresi ve büyük bir enerji ile salondaki tüm seyircilere eşit olarak ulaşsın. Gecikme süresi yüzeylerin ve seyircilerin ses kaynağından uzaklığına bağlıyken, yansıyan sesin enerjisi yüzeylerin malzemeleri ile ilişkilidir. Bunlara dayanarak salon plan ölçüleri ve formu seçilirken seyirciyle ses kaynağı arasındaki mesafe, ses kaynağına yakın yüzeyler veya burada bulunan yansıtıcı yüzeylerin belirlenmesi gibi hususlara dikkat edilmelidir [1].

Salonlar formlarına göre temel olarak 5 grup altında incelenebilir. Bunlar;

- Dikdörtgen formlar, kutu modeli
- Kare yada kareye yakın salon formu
- Geometrik (sekizgensel, üçgensel, dairesel)
- Fan, ters fan
- Atnalı modeli

Diğer formlara göre akustik açıdan çok daha uygun olduğu düşünülen kutu modelinin avantajları şu şekilde özetlenebilir; en boy oranı 2:1 ve 1:2:1 ile iyi ölçülendirilmiş bir salon, yan duvarlar arasında kuvvetli yan yansımaların varlığı ve dinleyicinin orkestraya göre konumunun merkezi olması sebebiyle iyi bir ses karışımı sonucu sesin yakınlığı ve oda izleniminin en iyi derecede sağlanması. Kutu modelinde seyirci kapasitesini arttırabilmek için arka ve yan duvarlarda balkonlara yer verilir. Bu balkonlar aynı zamanda sesin salondaki saçınımını arttırması bakımından da elverişlidir. Eleştirilen nokta ise derin balkon altlarında akustik koşulların yetersiz olmasıdır. Kutu formuna eski birer örnek olarak Boston Symphony ve Leipzig's Neus Gewandhaus verilebilir. Bunun yanı sıra Salt Lake City's Symhony Hall ve Dallas Meyerson Hall da başarılı örneklerdendir [2].

Kare veya kareye yakın salonlarda ise izleyici koltuklarının düzenlenmesinde farklı varyasyonların elde edilebilmesi bir avantaj sağlamaktadır. Diğer yandan, sahnede müzisyenler arasında yeterli birlikteliğin sağlanabilmesi için bu kısım ana formdan koparılıp, sahne yan duvarları arasındaki uzaklık ve tavan yüksekliği azaltılmalıdır. Tavan yüksekliğinin azaltılması asimetrik yerleştirilmiş sahne üstü yansıtıcıları ile de mümkündür. Böylelikle sahnedeki birlikteliğin yanı sıra, seyirci sıralarında yeterli berraklık da elde edilebilir.

Geometrik formlar içerisinde altıgen, sekizgen, üçgen yada dairesel planlar bulunmaktadır. Geometrik formlu salonlar içerisinde St David's, Cardiff; Scharoun's Philharmonie, Berlin; Hertzberger's Musikcentrum, Utrecht; Boettcher Concert Hall, Denver ve Sydney Opera House iyi birer örnektir. Özellikle uzatılmış sekizgen formundaki Sydney Opera, kutu modelinden daha fazla izleyici kapasitesindeyken fan formundaki salonlardan da daha etkili yan yansımalarla sahiptir [3]. Bu tip formlarda odaklanmalara yol açmamak için gerekli önlemler alınmalıdır. Çoğunlukla dairesel formlarda ortaya çıkan odaklanma sorununun yanı sıra hacim iç yüzeylerinde oluşan ses yada dalga sürünmesi bir diğer handikapı içerir. Fısıldayan galeri olarak da tanımlanan bu problemin yanı sıra ölü noktalar ve yankı oluşumları da sık karşılaşılan sorunlardır. Dairesel formların sorunlarını gidermek için iç yüzeylerde dalgalı yüzeyler, büyük dışbükey çıkıntılar, petek şeklinde yüzeyler ve asılı panolar yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu form mimari çekiciliği nedeniyle senfonik müzik amaçlı konser salonlarında (Toronto) nadiren de olsa tercih edilmektedir.

Ticari açıdan ağırlıklı olarak tercih edilen fan formundaki salonlar yan yansımaların büyük çoğunluğunu arka orta tarafa düşürmekte; ve arka duvar çoğunlukla ses yutucu olarak tasarlandığı için bu yararlı yansımalar yutularak yitirilmektedir. Ayrıca salonun orta kısmı yan yansımalarından güç alamamaktadır. Fan tipi salon tasarımında görüş çizgilerinin ve direk ses yollarının iyi düşünülmüş olması gerekmektedir [4]. Zorunlu durumlarda ise fan açısı 15 dereceye kadar yükseltilerek fan formu kullanılabilir. Bu forma verilebilecek başarılı örnekler arasında Alberta Jubilee Halls, Kanada; Kleinhans Music Hall, Buffalo; Kultuuritalo ve Finlandia Concert Hall ile Thomas Hall, Ohio yer almaktadır [5]. Ters fan şeklindeki formlar ise daha az sayıda seyirci kapasitelerine sahip olmaları nedeniyle tercih edilmemekle birlikte tüm formlar arasında en güçlü yan yansımaları sahip olmaları yüzünden büyük beğeni alırlar. Kapasite dezavantajları bir fan formu ile taban tabana eşleştirmek yoluyla ortadan kaldırılabilir.

Atnalı şeklindeki formlar ise tiyatro ve opera için çok kullanılmalarına karşın müzik açısından uygun değildir. Son yıllarda, bu formun duvarları salonun içine doğru meğillendirilerek ve yanlara yan yansımaları güçlendirici yansıtıcılar ve salonun sahne bağlantısında dışbükey yansıtıcılar ile saçıcılar kullanılarak akustik koşullar bir derece geliştirilebilmektedir [6].

4. PROJE SONUNDA ÇIKAN ÜRÜNLERİN NESNEL AKUSTİK PARAMETRELERLE DEĞERLENDİRİLMESİ

Akustik bilimde özellikle fizyoakustik konusundaki gelişmeler son 30-40 yıl içerisinde salonların geometrik tasarımlarını etkileyecek hale gelmiştir [7]. Günümüzde artık reveberasyon süresi kadar önemli olan başka parametrelerden bahsedilmektedir. Bu parametreleri başlıca 3 bölümde incelemek mümkündür.

i-Salonların özelliklerini belirten nesnel akustik parametreler (nesnel değerlendirme kriterleri)

ii- Salonların akustiğinin dinleyiciler üzerinde bıraktığı izlenimleri belirten öznel akustik parametreler (öznel değerlendirme kriterleri)

iii- Nesnel ve öznel akustik değerlendirmelerde etkili olan ve önceden belirlenen istekler doğrultusunda değişen tasarım (geometrik) parametreler.

Bu çalışmada, 3 öğrenci tarafından üretilen, aynı büyüklükte ve farklı geometrilerde kurgulanan konser salonları örnek olarak anlatılmıştır. Bu salonlar metin içinde geometrik formlarına göre isimlendirilmiştir. Yer yer ikinci bölümdeki literatür bilgilerine referanslar verilmiş ve sonuç ürünlerin nesnel akustik parametreleri karşılaştırmalı olarak irdelenmiştir. Adı geçen üç salon şöyle sıralanabilir;

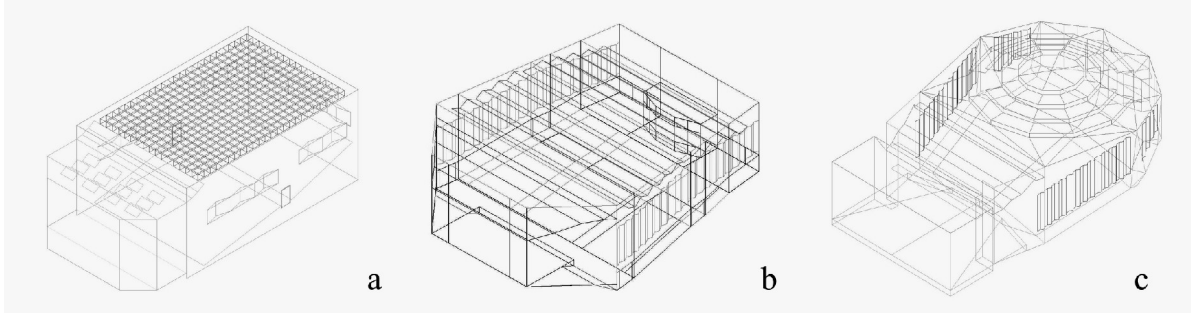
- a. Zühre Sü tarafından tasarlanan **dikdörtgen formlu (shoebox)** salon
- b. Berrin Çakmaklı tarafından tasarlanan **fan modeli (fan shape)** salon
- c. Semra Arslan tarafından tasarlanan **atnalı (combined form)** modeli salon

Günümüzde hacmin formuna bağlı olarak yapılan geometrik analizler üç boyutlu uzaya yani bilgisayarlara taşınmıştır [7]. Hacim içerisinde sonsuz sayıda yansımalar meydana gelen fiziksel ses alanının hesaplanabilmesi için bilgisayar simülasyonu teknikleri gerçek duruma oldukça yakın sonuçlar vermesi nedeniyle sıkça kullanılmaya başlamıştır ve mimaride akustik eğitiminin bir parçası olmuştur. Konser salonları gibi büyük hacimlerdeki ses dağılımının bilgisayar ortamında benzetiminin yapılmasında 2 yöntem kullanılır:

- Görüntü kaynak yöntemi (image source method)
- Işın tarama yöntemi(ray tracing method)

ODEON programı gibi bir çok akustik benzetim programında bu iki yöntemin beraber ele alındığı bileşik hesap yöntemi kullanılmaktadır. Bu yöntemde, önce ışın taraması yapılarak alıcı noktasına ulaşan yansımaların olası yansıma sırası belirlenmekte ve yüzeylere ulaşacak sanal kaynakların yerleri saptanarak görünürlük testleri ile alıcı noktasındaki ses enerjisine katkısının olup olmayacağı kontrol edilmektedir [7].

Bilgisayar modelleri ölçekli model tekniklerine karşı çok daha fazla esnekliğe sahiptir. Modeli hazırlamak ve malzemelerin ses yutma katsayılarını belirlemek ve değiştirmek daha kolaydır ve daha hızlıdır, ama en önemlisi ölçekli modellere göre çok daha fazla parametre analiz edilebilmektedir. İlk yansımaları veren sanal kaynaklar bir kez saptandıktan sonra tüm ilk yansımaların alıcı noktasına ulaşma zamanları, hangi yüzeyden yansındıkları ve enerjileri tek tek analiz edilebilir ve bir hacmin kaynağa göre nasıl tepki vereceği ve alıcı noktasındaki akustik koşulların nasıl olacağı belirlenir.



Şekil3.1.Salonların 3 boyutlu görüntüleri

Süreç

Öğrenciler tasarımlarına karar verdikten sonra salonlarını (Odeon5.0 ın bir gerekliliği olarak) dijital olarak çizmişlerdir. Bu çizimler yine yazılımın bir zorunluluğu olarak AutoCAD ortamında üç boyutlu yüzler (3Dface) ile üretilmiş ve her bir malzeme katmanlar (layer) mantığı ile oluşturulmuştur. Salonların dış kabuğunda hiçbir açık yüzey kalmamasına dikkat edilmiştir zira, Odeon analizlere başlamadan önce ışın izleme metodu ile yaptığı su geçirmezlik testinde yüzeylerin tam kapalılığını kontrol etmekte ve bir boşluk (delik) bulduğunda işlemlere devam etmemektedir. Daha öncede belirtildiği gibi tüm salonlar 500 kişiliktir ve salon yüzeylerinde aynı malzemeler kullanılmıştır. Sahne büyüklükleri ile tavan yükseklikleri farklılıklar göstermektedir. Bu değerler Tablo3.1 de verilmiştir. Salonlarda kullanılan ve Tablo3.2 de gösterilen malzemeler ve ses yutma katsayıları Odeon 5.0 kütüphanesinden elde edilmiştir, bunun yanı sıra program, kendi kütüphanesine yeni malzemeler ekleme olanağı da sunmaktadır.

Tablo3.1 Salonların geometrik özellikleri

	En-boy (akslardan)	Hacim	Sahne Büyüklüğü	Sahne Arkası
Dikdörtgen	18/36	6648M ³	132M ²	Yok
Fan	22/30	5794M ³	100M ²	Yok
Atnalı	25/40	5905M ³	120M ²	Var(20/7/8.6)

Tablo3.2 Salonlarda kullanılan malzemeler ve ses yutma katsayıları

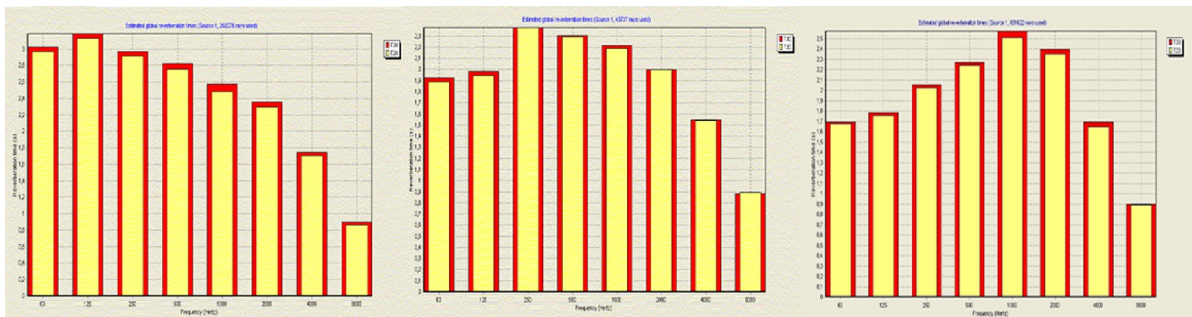
Yapı Elemanı	Yapı Malzemesi	Ses yutma katsayıları							
Sahne	Ahşap Parke	0,20	0,20	0,15	0,10	0,10	0,05	0,10	0,10
Sahne duvarları	Alçıpan	0,02	0,02	0,02	0,03	0,04	0,05	0,05	0,05
Yer Kaplaması	PVC	0,02	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03	0,02	0,02
Tavan Kaplaması	Parlak boya	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02
Duvar Kaplaması	Sıvalı boya	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
Cam yüzeyler	Çift cam 2-3mm	0,1	0,1	0,07	0,05	0,03	0,02	0,02	0,02
Koltuklar (Seyircili)	Orta yoğunlukta seyircili	0,72	0,72	0,80	0,86	0,89	0,90	0,90	0,90
Yansıtıcı yüzeyler	Alçıpan	0,013	0,013	0,015	0,02	0,03	0,04	0,05	0,05

AutoCAD’ ten gelen üç boyutlu model Odeon 5.0 da açıldıktan (import) sonra malzemeleri atanmış ve sahne üzerine noktasal bir ses kaynağı (source) ile salonun kritik noktalarına alıcılar (receiver) yerleştirilmiştir. Malzemelerin saçıcılık yada geçirgenlik katsayıları da kontrol edildikten sonra programdan ilk tahmini çınlama süreleri alınmış ve çıkan değerlere göre geometride yada malzemelerde bazı iyileştirmelere gidilmiştir. Makalenin bu aşamasında bilgisayarda akustik benzetimi yapılan salonların analiz sonuçları verilmiştir. Sonuçlar Tablo 3.3 te verilen parametrelerin sırasıyla değerlendirilmiş ve değerlendirilmede konser salonları için önerilen aralıklar kullanılmıştır.

Tablo3.3 Akustik değerlendirme parametreleri ve önerilen aralıklar [6]

Parametre	Konser Salonları için önerilen aralıklar	Kabul edilebilir sapmalar
Çınlama süresi (T30)	1.5s ile 2.2 s	5% (örneğin 0.1 s)
Erken Sönümlenme Süresi (EDT)	1.8s ile 2.2 s	5% (örneğin 0.1 s)
Berraklık (C80)	-2 dB +4 dB	1 dB
Yan yansıma oranları (LF)	0,3 den büyük	0.05

Çınlama süresi (T30)

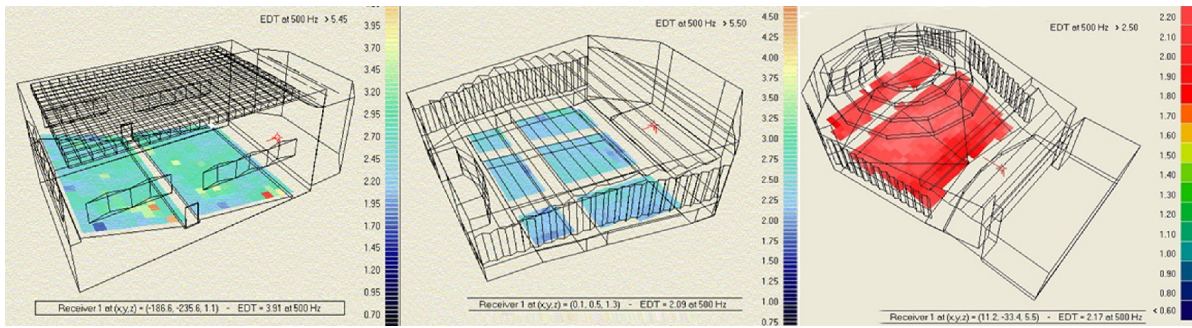


Şekil3.2.Tahmini çınlama süreleri

Salonların akustik değerlendirmesinde kullanılan tüm kriterler içinde çınlama süresi büyük önem taşır. Temel olarak reverberasyon, salonlarda ses kaynağı kapatıldıktan yada sustuktan sonra sesin azalarak sönmesidir. Bu olayın süresi ise reverberasyon yada çınlama zamanı olarak adlandırılır. Bir başka deyişle çınlama süresi kaynak kapatıldıktan sonra ses düzeyinin 60 dB düşmesi için gereken zamandır. Özellikle müzikle ilgili salonlarda çınlama süresinin belirli bir düzeyde olması ve belli oranlarda düşük frekanslara doğru bir artış göstermesi sıcaklık ve karışım gibi bazı öznel parametrelerde seyirciyi/dinleyiciyi memnun etmesi bakımından önem taşımaktadır. Diğer yandan yüksek frekanslarda belli bir çınlamanın elde edilmesi yeterli ses berraklığı sağlarken, salonda etkili bir oda izlenimi gözlemlenir [8]. Şekil 3.2 de, yapılan çalışmanın çınlama süreleri görülmektedir.

Erken Sönümlenme Süresi (EDT)

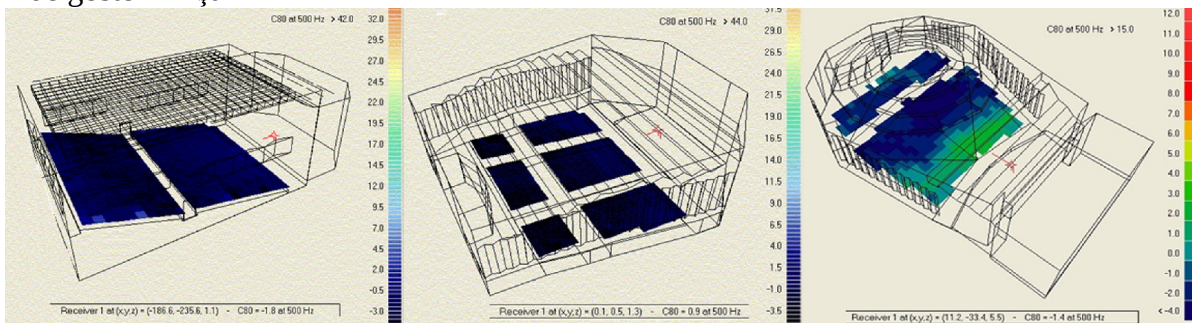
Ses kaynağı kapatıldıktan sonra ses basıncı düzeylerinde 10dB düşme için geçen sürenin 6 katına eşit süre olarak tanımlanır. Eğer hacim içindeki ses alanı dağınık alan koşullarına yakın ise EDT, RT'den daha uzun olacaktır. Dağınık alan koşullarını tamamen sağlaması durumunda ise bu iki değer eşit olacaktır. EDT insanların çınlamaya nesnel tepkilerini çınlama süresinden daha iyi tarif ettiği için kullanılmaktadır [6].



Şekil 3.3. 500Hz de Erken sönümlenme süreleri dağılım haritaları

Berraklık (C80)

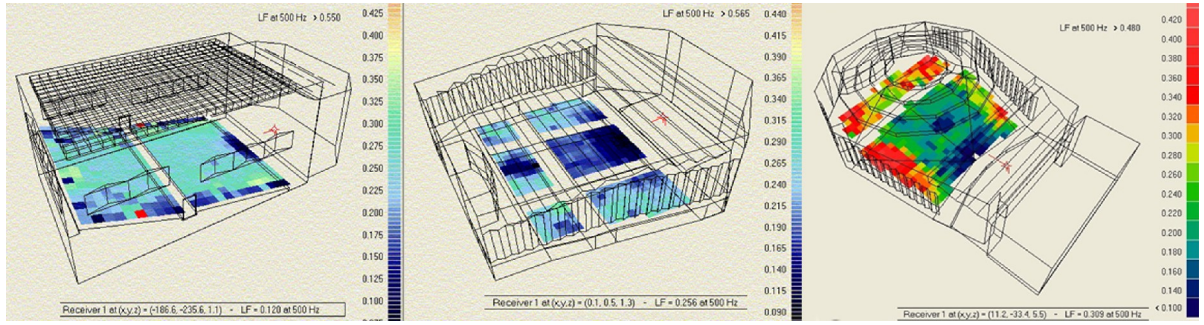
Kapalı hacimler içinde sesin yüzeylerden erken yansımaları salonun akustik özellikleri için belirleyici olmaktadır. Doğrudan sesin alıcıya ulaşmasındaki 80ms içinde ulaşan yansımalar hacimdeki ses berraklığı ve müzik performansının tanımlanması ile ilintilidir. Berraklık, müzikle ilgili salonlarda en çok müzikteki en ince detayları algılamak isteyen müzisyenler için önem taşımaktadır. Çalışmaların 500 Hz deki berraklık değerleri Şekil 3.4 de gösterilmiştir



Şekil 3.4. 500Hz de berraklık dağılım haritaları

Yan yansıma oranları (LF)

Alıcıya gelen yan yansımaların enerjisinin doğrudan ses ve erken yansımaların enerjilerine göre değeri oda izlenimi diğer bir deyişle dinleyicinin müzik tarafından kucaklanması ve çevrenenmesi açısından önemlidir. Bu arada yansılardan iki kulağa ulaşan seslerin birbirlerinden farklı olması özellikle kaynak konumlama yada lokalizasyon açısından çok gereklidir.



Şekil3.5.500Hz de yan yansıma oranları

Tablo3.4 Örnek salonların benzetim sonuçlarının tavsiye edilen akustik parametre aralıklarıyla karşılaştırılması

Model	T30 1.5s -2.2s	EDT 1.8s-2.2 s	C80 -2 dB +4dB	LF 0,3 den büyük
Dikdörtgen	2.46	3.91s	-1.8dB	0,12
Fan	2.21	2.09s	-0,9dB	0.25
Atnalı	2.02	2.17s	-1.4dB	0,32

Sonuç olarak toplu bir değerlendirme yapıldığında görülmüştür ki; çınlama süresinde en yüksek değerler dikdörtgen yada ayakkabı kutusu modelinde elde edilmektedir. Bu tip salonlarda hacmin geometrik oranlara bağlı olarak yüksekliğinin de fazla olmasıyla artış göstermesi, çınlama süresinin de diğer salonlara oranla yüksek olmasına sebep olmaktadır. Diğer yandan, bu örnekte düşük frekansların orta frekanslara oranla artış göstermesinden dolayı diğer salonlara oranla sıcaklık öznel kriterinde daha avantajlıdır. Öte yandan yan yansımada en iyi sonuçlar atnalı tipli salonda elde edilirken, dikdörtgen modelinde düşük değerler gözlemlenmiştir. Bunun sebebi ise bu tipte gerekli olan yan duvar modülasyonlarının ve mekanı bölüp gerekli ses dağılımını sağlayacak balkonların seyirci kapasitesinin azlığı nedeniyle tasarımda yer almamasıdır. Atnalı modelinde ise formun arka taraflarda içe doğru kırılarak kenarlardan gelen yansımaları orta sıralara daha rahat taşımalarının getirisi olarak değerler iyileşmiştir. Berraklıkta optimum değerler fan tipi salonda gözlemlenmiştir, bu ise fan tipinde seyircilere doğrudan yada erken seslerin daha rahat ulaşması olarak açıklanabilir. Son olarak, erken sönümlenme süresinin çınlama süresinden belirli bir oranda yüksek olması müzikle ilgili salonlarda istenilen bir özelliktir. Bu konu göz önüne alındığında atnalı tipi salonun diğer salonlara göre avantajının olduğu söylenebilir. Özet olarak, farklı kriterlerde atnalı ve dikdörtgen tipli salonlar akustik açıdan daha uygun bulunmuştur.

5. SONUÇ

Günümüzde bir hacim akustiğinin geleneksel yöntemlerle belirlenebilmesi, hesaplanabilmesi yada hacimlerin oluşturulan ölçekli modellerinin üzerinde akustik olayların uygulamada nasıl olacağının görülebilmesi amacıyla yapılan çalışmalar, artık yerini benzetim programlarına bırakmaya başlamıştır. Bir benzetim programı, küçük mikrofonlarla oluşturulan ölçekli model içindeki bir ölçme sisteminin yaptığından çok daha fazla bilgiyi üretebilmektedir. Algoritmalar kullanılarak oluşturulan bu programlarda, hacmin bire bir görüntüsü elde edilebilmekte ve ses ile ilgili olayların uygulamada nasıl olabileceği oldukça iyi bir hassasiyetle gözlenebilmektedir. Eğitimde bu benzetim programlarının kullanılmasının geleneksel yöntemlere göre ki bu yöntemlerin eğitimde yer alması oldukça zordur, üstünlükleri şöyle sıralanabilir;

- Öğrencilerin bu yöntemle ayrıntılı ve tekrarlanabilir incelemeler yapabilmeleri
- Bu incelemeleri kısa sürede sonuçlandırıp değerlendirebilmeleri
- Sonuçların 3 boyutlu olarak görebilmeleri
- Henüz tasarım aşamasında iken, tüm olasılıkları inceleyerek daha en başta akustik kararları alabilmeleri ve salonun geometrisine müdahale edebilmeleri
- Teorik bilgilerin ve formüllerin kolaylıkla unutulabilirliği de göz önünde bulundurulduğunda akustik ile profesyonel olarak ilgilenmeyen mimarlık öğrencileri için pratik ve kolay bir öğrenme yöntemi olması

Mimari akustik eğitiminde bilgisayar benzetiminin tasarıma katkısı irdelendiğinde görülmüştür ki; temel akustik bilgileri verildiğinde üç boyutlu düşünme ve çalışma sistemine alışık olan mimarlık öğrencileri için bir salonun akustik kalitesi kontrol edilebilir parametrelere dönüşmüştür. Kuşkusuz bu da akustik gibi formüller ve hesaplamalarla ifadelendirilebilecek bir disiplinin görselleştirilerek anlatılması mimarlık öğrencileri çok daha eğitici ve iz bırakıcıdır. Ders yılı içerisinde karşılıklı iletişimle çalışan ve yıl sonunda çıkan projelerin sunuşlarında öğrencilerin, salonun geometrisiyle akustiği arasındaki bağlantıyı kurabilmeleri beklenmektedir. Öğrencilerin, meslek hayatlarında bir salon tasarlayacakları zaman bu pratiği hatırlamaları bu projenin amacına ulaşmasını sağlayacaktır.

KAYNAKLAR

1. Abdülrahimov, R.; Salonların Akustiği ve Tasarımı, Kitap, Trabzon, pp. 39-41, 1998.
2. Cavanaugh W. C., Wilkes, J. A.; Architectural Acoustics Principles and Practice, John Wiley&Sons, New York, pp. 160-161,1999.
3. Templeton, D.; The Architecture of Sound Designing Places of Assembly, Architectural Press, New York, pp. 61-62,1986.
4. Lawrence, A.; Acoustics and the Built Environment, Elseiver, London, pp. 215-221, 1989.
5. Barron, M.; Auditorium Acoustics and Architectural Design, E&FN Spon, London, pp. 70-85, 1993.
6. Çalışkan, M.; İYEM Mimari Akustik SES-C Ders Notları, Gebze, 2002.
7. Bayazıt, Nurgün; Dikdörtgen Kesitli Konser Salonlarının Akustik Değerlendirilmesi için bir Tasarım Yöntemi, Doktora Tezi, 34-371999.
8. Sü, Z; Acoustical Performance Analysis of Bilkent University Amphitheater "ODEON" Yüksek Lisans Tezi,İç Mimarlık ve Çevre Tasarımı, Bilkent Üniversitesi, Ankara, pp. 5-27, 2004.

This document was created with Win2PDF available at <http://www.daneprairie.com>.
The unregistered version of Win2PDF is for evaluation or non-commercial use only.