

MÜZİK VE GÜZEL SANATLAR ÜNİVERSİTESİ SALONLARI AKUSTİK TASARIMI

Merve Eşmebaşı¹, Mehmet Çalışkan², Zühre Sü Gül³

¹MEZZO Stüdyo Ltd, Ankara, Türkiye

Tel: 312 210 18 25 e-posta: merve@mezzostudio.com

²MEZZO Stüdyo Ltd, İstanbul, Türkiye

Tel: 216 330 11 88 e-posta: mehmet@mezzostudio.com

³Bilkent Üniversitesi, Ankara, Türkiye

Tel: 312 290 18 17, e-posta: zuhre@bilkent.edu.tr

ÖZET

Ankara’da müzik ve güzel sanatlar üzerine eğitim verecek yeni bir üniversite inşa edilmektedir. Üniversite içinde yer alan kültür ve kongre merkezinin şehrin kültürel ve sosyal yaşantısına katkı sunması amaçlanmaktadır. Bu rapor kapsamında, kültür ve kongre merkezi içinde yer alan üç ana salonun akustik tasarım süreçleri sunulmaktadır. 903 seyirci kapasitesine sahip büyük salonda orkestra çukuru ve yan sahneler bulunmaktadır. 382 koltuk bulunan diğer iki eş salondan biri oda müziği koşulları için yeniden düzenlenmiştir. Üçüncü ve son salonun aktif akustik sistem ile konferans ve müzikal performans etkinlikleri için kullanılması amaçlanmıştır. Bu üç salon için istenen fonksiyonlara ve uygulanacak elektro-akustik sistemlere uygun akustik koşulların sağlanması hedeflenmiştir. Farklı akustik tasarım problemlerinin çözümü için kullanılan; mimari analizler ile hacim akustiği benzetim çalışmaları bu bildiri kapsamında sunulmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Çok amaçlı salon, oda müziği salonu, konferans salonu, hacim akustiği

ACOUSTICAL DESIGN OF THE HALLS IN THE MUSIC AND FINE ARTS UNIVERSITY

ABSTRACT

Ankara has a new university specialized on music and fine-arts education. Construction process of the university is underway. The university houses a culture and congress center to contribute the cultural and social life of the city. This paper is about the acoustical design process of the three main halls in this center. The bigger hall with 903 seats has an orchestra pit and side stages. One of the other two identical halls with 382 seats, was altered to perform chamber music. The third and last hall is to be used for conference and musical performances with an active acoustic system. Acoustical conditions of these three halls were adapted to proposed functions and electro-acoustic systems. Acoustical design problems are investigated in terms of architectural analysis and room-acoustics simulations in the scope of this study.

Keywords: Multi-purpose hall, chamber music hall, conference halls, room acoustics design

1. GİRİŞ

Bu bildiri kapsamında Ankara Müzik ve Güzel sanatlar Üniversitesi içinde yer alan üç farklı salon için hacim akustiği çalışmaları sunulmaktadır. Salonların yer aldığı kültür ve kongre merkezinin (Şekil 1) inşa sürecinde, salonlar için ön görülen fonksiyonlar değişmiştir. Bu sebeple mevcut salon strüktürlerinin değerlendirilmesi ve istenen yeni işlevler için adapte edilmesi istenmiştir. Kültür ve kongre merkezi içinde planlanan büyük salon için aktif akustik sistemler ile desteklenmiş müzikal performans ve konferans fonksiyonları öngörülmektedir. Büyük salonda sahne kulesi ve orkestra çukuru bulunmaktadır. Diğer iki eş salondan biri doğal akustik koşullarda konser fonksiyonu için yeniden düzenlenirken diğer salonun çok amaçlı salon olarak kullanılması planlanmaktadır.

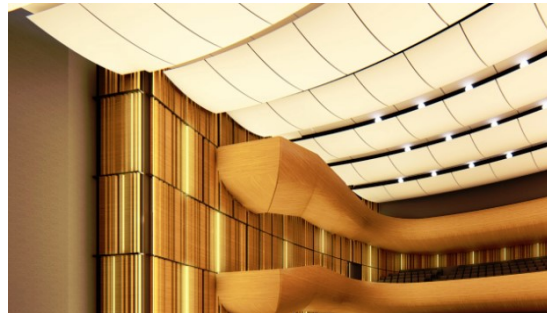
Salonların mevcut mimari koşulları incelenmiş ve istenen işlevlere yönelik düzenlemeler önerilmiştir. Mimari projesi A-Tasarım mimarlık ofisi tarafından hazırlanan salonların üç boyutlu akustik modeli oluşturularak Odeon 14.03 akustik yazılımında [1] benzetimi yürütülmüş ve akustik özellikleri analiz edilmiştir.



Şekil 1. Ankara Müzik ve Güzel Sanatlar Üniversitesi içinde Kültür ve Kongre Merkezi (kaynak: A Tasarım)

2. BÜYÜK SALON

Büyük salonun mevcut mimari incelemeleri üzerine salon içinde düzenli ses dağılımının sağlanması ve gölge alanların oluşmaması yönünde iyileştirmeler önerilmiştir. Tavanda yer alan yansıtıcı panellerin yükseklikleri ve açıları düzenlenerek seyirci alanında eko ve benzeri akustik maraz oluşumunun önüne geçilmiştir. Duvarlarda kullanılan saçıcı yüzeylerin derinlik ve sıklığı ayarlanarak salon içindeki sesin renklenmesi önlenmiştir. Balkon altı mesafelerin kısaltılması ile balkon altında kalan seyircinin işitsel koşullarının iyileştirilmesi amaçlanmıştır. Öneri durumda balkon derinliği (5,15 m), balkon yüksekliğinin (3,28 m) iki katından küçüktür. Balkon parapetlerinin dış bükey formda tasarlanması önerilerek sahnede oluşan sesin sahneye geri yansımaları engellenmek istenmiştir (Şekil 2).



Şekil 2. Büyük salon iç mekan görünüşü (kaynak: A Tasarım görselleştirme çalışmaları)

Büyük salon içinde yapılan mimari düzenlemeler ile son durumda elde edilen seyirci kapasitesi 903 kişidir. Salon içi akustik etkileşimli hacim yaklaşık 10.500 m³'tür. Salonun içinde çınlama süresini kontrol etmek üzere mekân içinde belirli alanlarda ses yutucu malzeme uygulaması önerilmektedir. Salon içinde düzenlenecek etkinlikler için gerekli akustik ortamın nitelikleri fonksiyona bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Salon içinde planlanan müzikal performans ve konferans etkinlikleri için incelenen akustik parametreler ve bu parametrelerin değerlendirmesinde yararlanılan referans değerler Tablo 1'de özetlenmiştir [2,3,4,5].

Tablo 1. Müzikal tiyatro ve konferans fonksiyonları için incelenecek akustik parametreler ve ideal değerleri

Parametre	Optimum Değer
Müzikal tiyatro	
İdeal çınlama süresi, T30 (500Hz - 1000Hz ortalaması)	1,1 s -1,3 s
Berraklık, C80	>-1 < + 9
Yan yansıma oranı, LF80	>0,2
Konuşmanın anlaşılabilirliği indisi, STI	>0,6
Salon içi ses düzeyi, SPLA	Salon içi farklılık <10dBA
Konferans	
İdeal çınlama süresi, T30 (500Hz - 1000Hz ortalaması)	<1,2 s
Konuşmanın anlaşılabilirliği indisi, STI	>0,6
Salon içi ses düzeyi, SPLA	Salon içi farklılık <10dBA

2.1 Malzeme bilgisi

Ses yutucu malzeme uygulaması için önerilen yüzeyler ve uygulama sonucu salonda oluşacak akustik ortamın kalitesi, bilgisayar benzetimi yoluyla sorgulanmıştır. Müzikal performanslar için:

- Sahne perdesi açık konumdadır: kule ve yan sahne hacimleri sahne ve salon ile etkileşimdedir
- Orkestra çukuru açık konumdadır.

Konferans fonksiyonu için sahne perdelerinin ve orkestra çukurunun kapatılacağı öngörülmüştür. Bu sayede salon ve sahne arkası hacimlerin etkileşimi engellenmiştir.

Orkestra çukuru içindeki enstrümanlardan çıkan sesin çukur içinde yerden ve düşük kotlardaki duvar yüzeylerinden yansıyarak sahnedeki performansı olumsuz etkilememesi için, orkestra çukurunun salon tarafındaki duvarında (yerden 80cm yükseklikte) (iç bükey yüzeylerde) delikli ahşap paneller önerilmiştir. Orkestra çukuru arka duvarında çukur içerisindeki müziğin akort edilebilmesi (müzik aletlerinin frekans aralıklarına göre hacim içinde birbirlerine göre ses düzeylerinin belirlenmesi) için ses yutuculuk performansı yüksek perdeler, 300 gr/m² yoğunlukta pamuklu kumaş (molton perde veya muadili), tanımlanmıştır. Bu perdeler arka duvar yüzeyinde hareket ettirilebilir özelliktedir. Bu şekilde müzisyenler ihtiyaç duydukları ses alanını düzenleme opsiyonuna sahip olur. Müzikal ve konferans fonksiyonları için salon içinde kullanılan ses yutucu malzemeler Tablo 2'de belirtilmiştir.

Tablo 2. Büyük salon içinde yer alan ses yutucu malzemelerin listesi

Malzeme konumu	Malzeme tanımı	Fonksiyon	
		Müzikal	Konferans
Salon arka duvar yüzeylerinde ve salon girişlerinde yer alan salon ile etkileşimli giriş alanlarının tavan yüzeylerinde	Çizgisel perfore ahşap panel: 4mm perforasyon genişliği, 28mm perforasyonlar arası uzaklık 16mm kalınlığında ahşap panel arkasında 20cm boşluk ve 50mm 48-52 kg/m ³ mineral yünü	✓	✓
Salon tavanında ahşap yansıtıcılar arkasında, kiriş aralarında kalan çatı altı yüzeyler	10cm 48-52 kg/m ³ taş yünü /mineral yünü	✓	✓
Sahne kulesi ve yan sahne tavan yüzeyleri	10cm 48-52 kg/m ³ taş yünü /mineral yünü	✓	Sahne perdesi kapalı
10 adet (1,3m x 8,4m) kulis perdesi, sema perdesi (140 m ²), 2 adet friz perdesi (1,3m x12 m) Orkestra çukuru arka duvar perdesi	Molton (300g/m ²) kumaş, perde veya eşdeğeri	✓	Sahne perdesi kapalı - Orkestra çukuru kapalı
Orkestra çukuru salon tarafında (orquestra şefinin arkasında kalan duvar yüzeyinde, yerden 80cm yüksekliğe kadar)	Dairesel perfore 18mm ahşap panel: 8mm delik çapı 16 mm merkezler arası uzaklık %8 perforasyon oranı arkası 63 mm boşluk ve 45mm 48-52 kg/m ³ mineral yünü	✓	Orkestra çukuru kapalı
Sahne Perdesi	Kadife perde (520 g/m ²)	Sahne perdesi açık	✓

2.1 Hacim akustiği benzetim çalışmaları ve sonuçları

Benzetim çalışmasında kullanılan modele ait olan iç görseller müzikal ve konferans fonksiyonu için Şekil 3'te karşılaştırmalı olarak sunulmuştur. Görsellerde yer alan koyu renkler, ses yutucu malzeme uygulama alanlarını işaret etmektedir. Modelde kullanılan ses kaynağı konumu ile orkestra çukuru plan ve kesit düzleminde Şekil 4'te gösterilmiştir. Elektro-akustik sistemler kullanılması planlanan müzikal performanslar ve konferans fonksiyonu için büyük salonda elde edilen çınlama süreleri Şekil 5'te sunulmaktadır. Salon için önerilen müzikal performans ve konferans fonksiyonlarında aktif akustik sistemler kullanılması planlanmaktadır. Bu sebeple salon koşullarının elektro-akustik sistemler için elverişli hale getirilmesi hedeflenmiştir. Müzikal performanslar ve konferans fonksiyonu için düşük frekanslarda oluşan çınlama sürelerinin 1,4 s ve 1,3 s seviyelerinin altında kalması sağlanmıştır. Hacim akustiği benzetim çalışmaları ile elde edilen sonuçlar göstermektedir ki, salon içinde önerilen mimari düzenlemeler ve malzemeler ile farklı fonksiyonlar için amaçlanan uygun akustik koşullar sağlanmaktadır (Tablo 3).

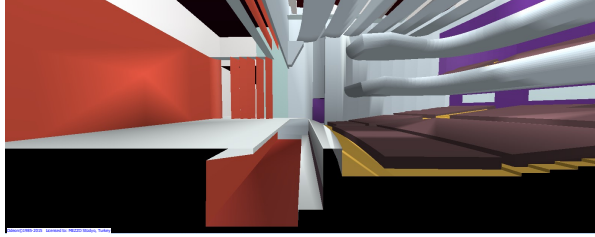
a1



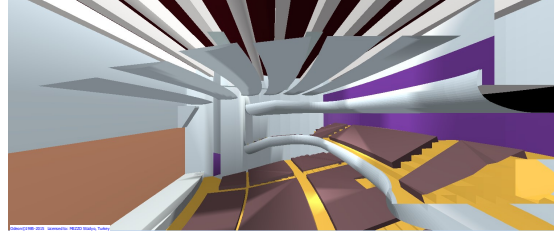
b1



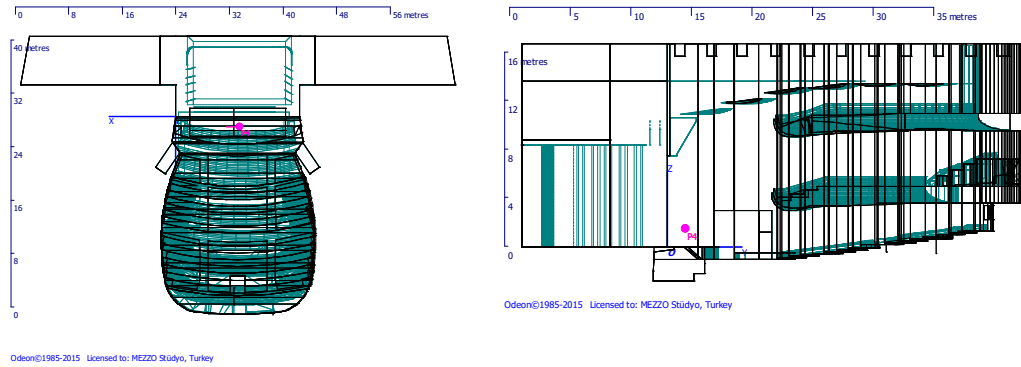
a2



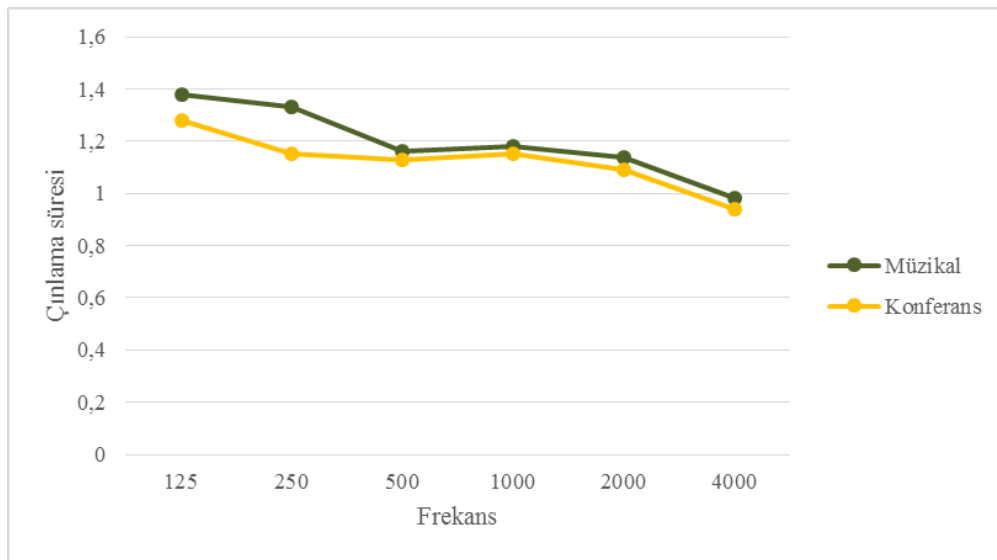
b2



Şekil 3. Müzikal fonksiyonu için sahneden salon görünüşü (a1) ve orkestra çukuru (a2), konferans fonksiyonu için sahneden salon görünüşü (b1) ve salon kesit görünüşü (b2)



Şekil 4. Büyük salon ODEON grafik modeli (plan, kesit) ve ses kaynağı gösterimi



Şekil 5. Büyük salon, müzikal ve konferans fonksiyonları için oktav bantlarda ortalama çınlama süreleri (s)

Tablo 3. Müzikal tiyatro ve konferans fonksiyonları için incelenen akustik parametreler ve salon içinde elde edilen değerler

Parametre	Kriter	Öneri durum
Müzikal tiyatro		
İdeal çınlama süresi, T30 (500Hz - 1000Hz ortalaması)	1,1 -1,3 s	1,17
Berraklık, C80	>-1, < + 9	>+3, <+9
Yan yansıma oranı, LF80	>0,2	0,15-0,55
Konuşmanın anlaşılabilirliği indisi, STI	>0,6	0,58-0,74
Salon içi ses düzeyi, SPLA	Salon içi farklılık <10dBA	< 6
Konferans		
İdeal çınlama süresi, T30 (500Hz - 1000Hz ortalaması)	<1,2 s	1,14
Konuşmanın anlaşılabilirliği indisi, STI	>0,6	0,56-0,70
Salon içi ses düzeyi, SPLA	Salon içi farklılık <10dBA	<8

3. MÜZİK SALONU

Doğal akustik koşullarda konser için kullanılmak istenen salonun hacmi mevcut durumda ~1725 m³, kişi başına düşen hacim 6 m³'tür. Salonun hacmi mevcut mimari elemanların kırılması ile genişletilmiş ve ~3500 m³'e yükseltilmiştir. Salonun seyirci kapasitesi 375 kişidir. Kişi başına düşen hacmin 9 m³'e ulaşması ile doğal akustik koşullarda oda müziği için uygun koşullar sağlanmıştır. Doğal akustik koşullarda konser fonksiyonu için salon içinde kişi başına düşen hacim minimum 8m³ ve üzeri olmalıdır [6]. MGU Müzik Salonu içindeki durum konser fonksiyonunun alt limitini sağlamaktadır. Salon içinde düzenlenecek etkinlikler için gerekli akustik ortamın nitelikleri fonksiyona bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Salon içinde planlanan oda müziği etkinliklerini için incelenen akustik parametreler ve bu parametrelerin değerlendirmesinde yararlanılan referans değerler Tablo 4'te özetlenmiştir [2,3,4,5,7].

Tablo 4. Oda müziği için incelenecek akustik parametreler ve ideal değerleri

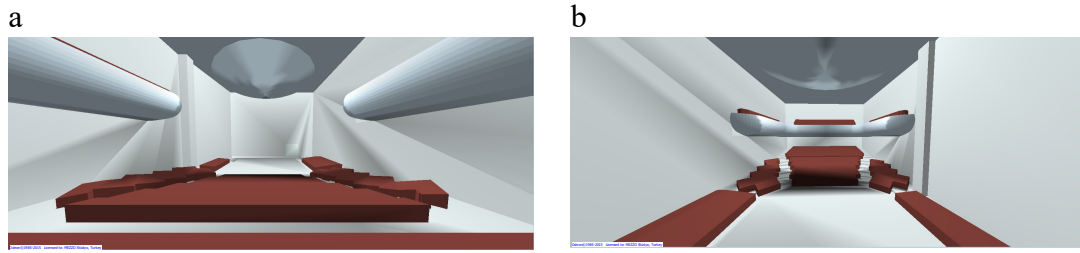
Parametre	Optimum Değer
İdeal çınlama süresi, T30 (500Hz - 1000Hz ortalaması)	1,5 -1,7 s
Berraklık, C80	>-1 < +5
Yan yansıma oranı, LF80	>0,2
Salon içi ses düzeyi, SPLA	Salon içi farklılık <10dBA

3.1 Malzeme bilgisi

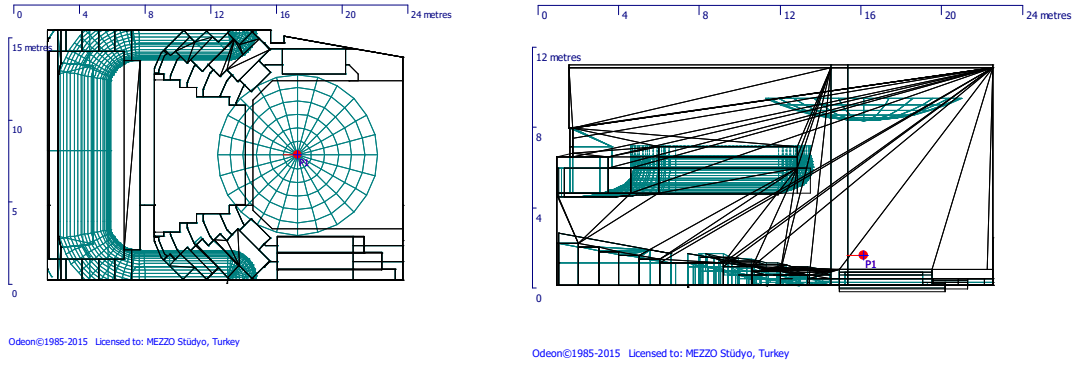
Müzik salonu içinde sahne üstünde sahnedeki sesi seyirci alanına etkin bir şekilde yönlendirmek ve sahne içi müzisyenlerin birlikteliğini (ensemble) sağlayabilmek üzere dış bükey sahne üstü kanopisi (reflektör) tasarlanmıştır (Şekil 6). Kanopinin arkasında 25mm 50 - 70 kg/m³ yoğunluğunda taş yünü serilidir. Kanopi arkasında yer alan taş yünü haricinde salon içinde ses yutucu malzeme kullanılmamıştır. Salon içinde oluşabilecek olası akustik marazları (geç yansıma, akustik parlama vb.) önlemek amacıyla salon arka duvarı ve sahne arka duvarında saçıcı yüzeyler önerilmiş, parapet ve balkon kaplamaları dış bükey formda tasarlanmıştır.

3.2 Hacim akustiği benzetim çalışmaları ve sonuçları

Benzetim çalışmasında kullanılan modele ait iç görseller Şekil 6’da sunulmaktadır. Modelde kullanılan ses kaynağı konumu plan ve kesit düzleminde gösterilmiştir (Şekil 7).Müzik salonu içinde yapılan mimari düzenlemeler ve hacim akustiği benzetim çalışmaları sonucunda, salon içinde elde edilen 500 Hz ve 1000 Hz’deki çınlama sürelerinin ortalaması 1,67 s’dir (Şekil 8). Bu durum doğal akustik koşullarda oda müziği konserleri için uygundur. Salon içinde berraklık (C80) parametresinin aldığı değerler -0,5 ile +2 arasında değişmektedir. Bu değerler hedef berraklık kriteri ile uyumludur. Salon içinde yan yansımalar (LF80) salon oturma alanlarının %90’ı için 0,20 değerinin üzerindedir. Son durumda ilgili salon için doğal akustik koşullarda oda müziği konserleri için uygun akustik koşulların sağlandığı anlaşılmaktadır (Tablo 5).



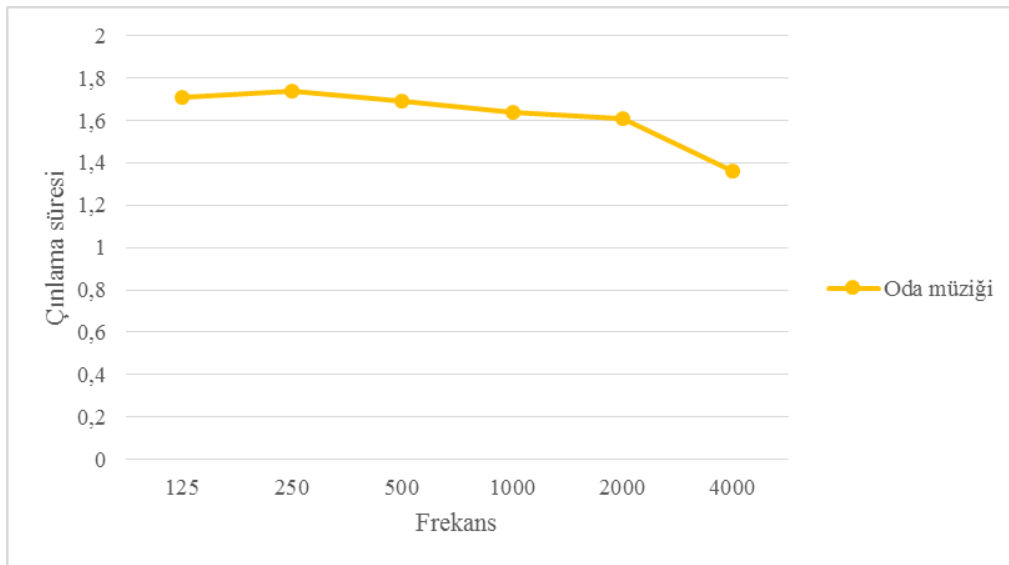
Şekil 6. Müzik salonu sahneye (a) ve sahneden (b) bakış



Odeon©1985-2015 Licensed to: MEZZO Stüdyo, Turkey

Odeon©1985-2015 Licensed to: MEZZO Stüdyo, Turkey

Şekil 7. Müzik salonu ODEON grafik modeli (plan, kesit) ve ses kaynağı gösterimi



Şekil 8. Müzik salonu için oktav bantlarda ortalama çınlama süreleri (s)

Tablo 5. Müzik salonu için incelenen akustik parametreler ve salon içinde elde edilen değerler

Parametre	Kriter	Öneri durum
İdeal çınlama süresi, T30 (500Hz - 1000Hz ortalaması)	1,6 -1,8 s	1,67
Berraklık, C80	>-1 < +5	>-0,5, <2
Yan yansıma oranı, LF80	>0,2	0,15-0,35
Salon içi ses düzeyi, SPLA	Salon içi farklılık <10dBA	< 4

4. ÇOK AMAÇLI SALON

Çok amaçlı salon için yapılan mimari düzenlemeler ile son durumda sahne perdesi kapalıyken, 2500 m³ akustik etkileşimli hacim ve 382 seyirci kapasitesi sağlanmıştır. Salon içinde kişi başı hacim 6,5 m³'tür. Kişi başına düşen hacim çok amaçlı salon tasarımı için uygundur [6]. Çok amaçlı salon için planlanan müzikal performans ve konferans etkinlikleri için elektro-akustik sistem kullanılması planlanmaktadır. Salonun içerisinde eşdeğer ses alanı ve uygun çınlama süreleri elde etmek üzere mekân içinde belirli alanlarda ses yutucu ve saçıcı malzeme uygulamaları önerilmiştir. Çok amaçlı salon için incelenen akustik parametreler ve bu parametrelerin değerlendirilmesinde yararlanılan referans değerler Tablo 6'da özetlenmiştir [2,3,4,5].

Tablo 6. Çok amaçlı salon için incelenecek akustik parametreler ve ideal değerleri

Parametre	Optimum değer
İdeal çınlama süresi, T30 (500Hz - 1000Hz ortalaması)	0,95 s - 1,15 s
Berraklık, C80	>0 < +9
Yan yansıma oranı, LF80	>0,15
Konuşmanın anlaşılabilirliği indisi, STI	>0,6
Salon içi ses düzeyi, SPLA	Salon içi farklılık <10dBA

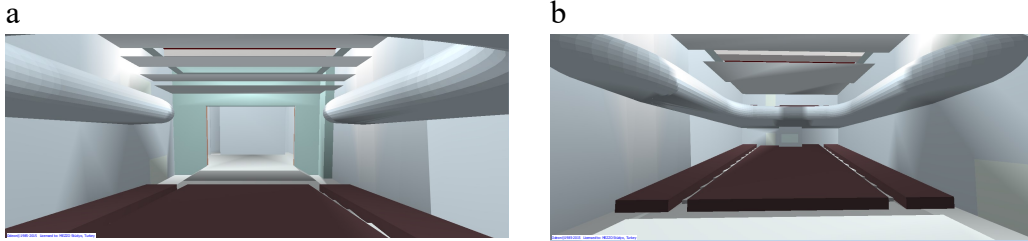
4.1 Malzeme bilgisi

Çok amaçlı salon iç mekan tasarımında ahşap yüzeyler ağırlıktadır. İç mekan tasarımı ile uyumlu olarak, seyircilerin arkasında kalan duvarda saçıcı yüzeyler tasarlanarak salon içinde oluşabilecek yankı, geç yansıma vb. akustik marazlar engellenmiştir. Tavanda yer alan yansıtıcı panellerin yükseklikleri ve açıları salon içinde yer alan her bir seyirci pozisyonunun tavandan gelen ilk yansımayı 0,50 s'den kısa sürede alacağı şekilde düzenlenmiştir [8]. Tavan panelleri ışık sistemini ve elektrik aksamı gizleyecek şekilde yerleştirilmiştir. Panellerin arası açıktır ve salon hacmi, tavan arası hacmi ile etkileşimdedir. Bu sebeple yansıtıcı tavan panellerinin arkasında kalan betonarme tavan yüzeyinde 50mm 70 kg/m³ taş yünü uygulanmıştır. Bu sayede istenmeyen yansımaların ve tavan arkasında oluşabilecek uğultunun önüne geçilmiştir. Balkon parapetleri ve kaplamaları dış bükey formda şekillendirilerek sesin direk yansıma ile sahneye dönmesi engellenmiştir.

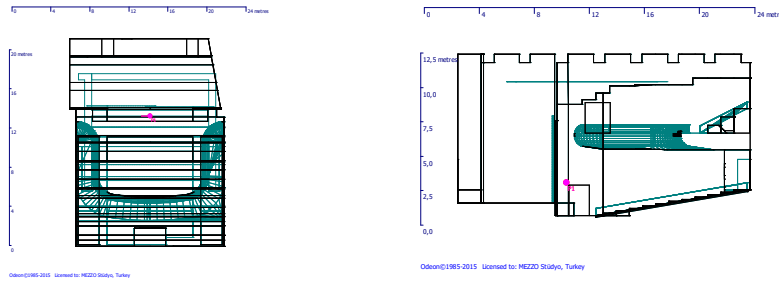
4.2 Hacim akustiği benzetim çalışmaları ve sonuçları

Benzetim çalışmasında kullanılan modele ait iç görseller Şekil 9'da sunulmaktadır. Modelde kullanılan ses kaynağı konumu plan ve kesit düzleminde gösterilmiştir (Şekil 10). Çok amaçlı salon içinde elde edilen 500 Hz ve 1000 Hz'deki çınlama sürelerinin ortalaması 0,96 s'dir. Salon içinde elde edilen çınlama süreleri (Şekil 11) konuşma fonksiyonu ve salon içinde kullanılması planlanan aktif akustik sistemlerin gereklilikleri ile uyumludur. Salon içinde

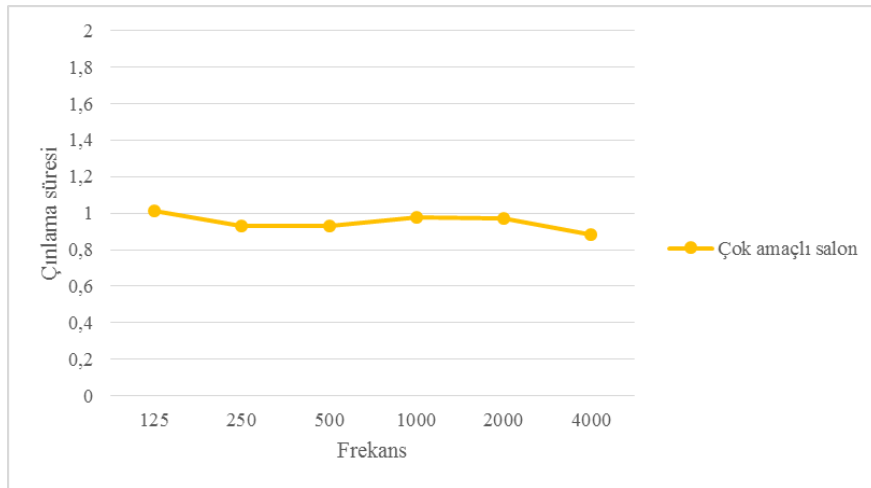
berraklık (C80) parametresinin aldığı değerler +3 ile +6 arasında değişmektedir. Salon içindeki çınlama süreleri ile birlikte değerlendirildiğinde berraklık düzeyleri beklenen seviyelerdedir ve hedef değerler ile uyumludur. Salon içinde yan yansımalar (LF80) salon oturma alanlarının %90'ı için 0,15 değerinin üzerindedir. Çok amaçlı salon içinde yapılan mimari düzenlemeler ve hacim akustiği benzetim çalışmaları sonucunda elde edilen akustik koşullar tasarım hedef değerleri ile uyumludur (Tablo 7).



Şekil 9. Çok amaçlı salon sahneye (a) ve sahneden (b) bakış



Şekil 10. Çok amaçlı salon ODEON grafik modeli (plan, kesit) ve ses kaynağı gösterimi



Şekil 11. Çok amaçlı salon için oktav bantlarda ortalama çınlama süreleri (s)

Tablo 7. Çok amaçlı salonda için incelenen akustik parametreler ve salon içinde elde edilen değerler

Parametre	Kriter	Öneri durum
İdeal çınlama süresi, T30 (500Hz - 1000Hz ortalaması)	0,95 s - 1,15 s	0,96
Berraklık, C80	>0 < +9	>3, <6
Yan yansıma oranı, LF80	>0,15	0,15-0,40
Konuşmanın anlaşılabilirliği indisi, STI	>0,6	>0,6
Salon içi ses düzeyi, SPLA	Salon içi farklılık <10dBA	< 6

5. SONUÇ

Bu çalışmada Ankara Müzik ve Güzel Sanatlar Üniversitesinde yer alan üç farklı salonun akustik tasarım süreçleri tartışılmıştır. Üç ayrı salon için öngörülen fonksiyonlar salonların inşa sürecinde değişikliğe uğramıştır. Mevcut salon strüktürlerinin yeni yapılan düzenlemeler ile istenen fonksiyonlara uygun hale getirilmesi istenmiştir. Bu kapsamda ele alınan salonlar; büyük salon, müzik salonu ve çok amaçlı salon olarak sıralanmıştır. Büyük salon, aktif akustik sistemlerle, müzikal performans ve konferanslara yönelik tasarlanmıştır. Müzik salonunda doğal akustik koşullarda konser fonksiyonu için uygun akustik koşulların sağlanması istenmiştir. Çok amaçlı salonun elektro-akustik sistemle desteklenmiş müzikal tiyatro ve konferanslar için kullanılması planlanmıştır.

İlgili salonlar için sesin salon içinde düzenli dağılımını sağlamaya yönelik saçıcı duvar yüzeyleri ile dış bükey formda balkon parapet kaplamaları önerilmiştir. Tavan panellerinin yüksekliği ve açıları düzenlenerek salon içindeki her bir seyirci pozisyonunun tavandan gelen ilk yansımayı uygun gecikmelerle alması sağlanmıştır. Müzik salonu için bu amaçla, sahne üzerinde dış bükey formda kanopi tasarlanmıştır.

Üç ayrı salon için ilgili hacim akustiği tasarım parametreleri ve hedef değerler belirtilmiştir. Hacim akustiği benzetim çalışmaları, akustik tasarım parametreleri için istenen değerler sağlanana kadar tekrar edilmiştir. Salon içinde yer alan malzemeler ile mimari yüzeylerin form ve geometrileri bu doğrultuda revize edilmiştir. Hacim akustiği tasarım süreci büyük salon, müzik salonu ve çok amaçlı salon için uygun akustik koşullar sağlanana kadar sürdürülmüştür. Geliştirilen önerilerin sonucuna ulaşması ancak akustik ve mimari tasarım sürecinde oluşturulan detayların doğru ve birebir uygulaması ile mümkün olacaktır.

TEŞEKKÜR

Bildiri kapsamında sunulan salonların akustik tasarım sürecine katkılarından dolayı Ankara Müzik ve Güzel Sanatlar Üniversitesi Rektörlüğüne ve A Tasarım ekibine teşekkür ederiz.

6. KAYNAKLAR

- [1] C.L. Christensen, ODEON Room Acoustics Program Version 12.15 User Manual, Lyngby, 2013.
- [2] Çalışkan, M., Mimari Akustik (Ses-C) Ders Notları, İYEM (İZOCAM Yalıtım Eğitim Merkezi), Gebze, 2004.
- [3] Egan M. D., Architectural Acoustics, McGraw-Hill INC., NewYork, 1988.
- [4] Beranek, L. L., Acoustical Measurements. 3rd ed. New York. ASA, 1988.
- [5] Makrinenko, L. I., Acoustics of Auditoriums in Public Buildings. Trans. R. S. Ratner. Ed. J. S. Bradley. Trans R. S. Ratner. New York: ASA , 1994.
- [6] Templeton, D., ed. Acoustics in the Built Environment: Advice for the Design Team. London: Butterworth, 1993.
- [7] Barron, M., Auditorium Acoustics and Architectural Design. London: E & FN Spon, 1993
- [8] Dorris, V. K. Wired for Sound. Architecture 8 (1192): 85-88.