



POLİTEKNİK DERGİSİ

JOURNAL of POLYTECHNIC

ISSN: 1302-0900 (PRINT), ISSN: 2147-9429 (ONLINE)

URL: <http://dergipark.gov.tr/politeknik>

Sivas Kültür Merkezi çok amaçlı salonu akustik tasarımı

Acoustic design of Sivas Cultural Center multipurpose hall

Yazar(lar) (Author(s)): Füsun DEMİREL¹, Sebahat Gül İLİSULU², Merve GÖRKEM³

ORCID¹: 0000-0002-8217-4797

ORCID²: 0000-0002-9381-5908

ORCID³: 0000-0002-1077-5614

Bu makaleye şu şekilde atıfta bulunabilirsiniz(To cite to this article): Demirel F., İlisulu S. G. ve Görkem M., “Sivas Kültür Merkezi çok amaçlı salonu akustik tasarımı”, *Politeknik Dergisi*, 21(3): 535-542, (2018).

Erişim linki (To link to this article): <http://dergipark.gov.tr/politeknik/archive>

DOI: 10.2339/politeknik.450610

Sivas Kültür Merkezi Çok Amaçlı Salonu Akustik Tasarımı

Araştırma Makalesi / Research Article

*Bu çalışma Gazi Üniversitesi Mimarlık Fakültesi Döner Sermaye Projesi çerçevesinde yapılmıştır.

Fusun DEMİREL^{1*}, Sebahat Gül İLİSULU², Merve GÖRKEM³

¹Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü, Gazi Üniversitesi, Türkiye

²Güzel Sanatlar Tasarım ve Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü, Başkent Üniversitesi, Türkiye

³ Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü, Gazi Üniversitesi, Türkiye

(Geliş/Received : ; Kabul/Accepted :)

ÖZ

Bu çalışma kapsamında, Sivas Kültür Merkezi Çok Amaçlı Salonu* için; konferans işlevi, konser işlevi, opera/tiyatro işlevini barındıran farklı işlevlere yönelik akustik koşulların, aynı hacim içerisinde sağlanması amacı ile geliştirilen akustik tasarımların analiz ve değerlendirilmeleri yapılmıştır. Sivas Kültür Merkezi Çok Amaçlı Salonun, hacim akustiğine yönelik olarak yapılan analizleri ışığında; ülkemizde yürürlükte olan yönetmeliklerin, uluslararası standartların ve literatürün önerdiği, akustik konfor koşullarının sağlanmasına ilişkin öneriler getirilmiştir. Geliştirilen bu öneriler sonucunda; Sivas Kültür Merkezi Çok Amaçlı Salonu'nda; 3 farklı kullanım senaryosuna (konferans / konser / opera-tiyatro işlevlerine) yönelik ulusal/uluslararası mevzuatlarda önerilen akustik koşullar sağlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Mimari akustik, hacim akustiği, çok amaçlı salon akustiği.

Acoustic Design of Sivas Cultural Center Multipurpose Hall

*This study has been made within the framework of the Gazi University Faculty of Architecture Revolving Funds Project.

ABSTRACT

Within the scope of this work, the analysis and evaluation of the acoustic designs which are developed to be provided within the same volume regarding the acoustic conditions intended for different functions including the conference function, the concert function and the opera/theatre function was carried out for the Sivas Cultural Center Multipurpose Hall*. In the light of the analyses, proposals concerning the meeting the requirements of acoustic comfort recommended by the regulations in effect in our country, international standards and the literature have been submitted. As a result of these proposals that are developed for Sivas Cultural Center Multipurpose Hall, acoustic conditions which are recommended by national / international legislations are fulfilled for 3 different utilization scenarios (conference / concert / opera – theatre functions).

Keywords: Architectural acoustics, room acoustics, acoustic design of multipurpose hall.

1. GİRİŞ (INTRODUCTION)

Konferans, konser ve opera/tiyatro gibi farklı işlevlere hizmet veren çok amaçlı salonlarda; birbiri ile çelişen ve birbirinden çok farklı akustik koşulların, aynı hacim içerisinde sağlanması gerekmektedir. Bu çalışmada; Sivas Kültür Merkezi Çok Amaçlı Salonun, konferans, konser ve opera/tiyatro işlevleri için sağlanması gereken akustik koşullar; hacim akustiğine yönelik olarak analiz edilmiş, uluslararası standartlarda ve literatürde önerilen akustik parametrelere göre değerlendirilmiştir.

2. MATERYAL VE METOD (MATERIAL and METHOD)

Sivas Kültür Merkezi Çok Amaçlı Salonunda; farklı işlevler ve farklı salon kullanımı, hacim akustiği

parametrelerinin de farklı olmasını gerektirmektedir. Değişken akustik koşullar, mimari uygulama projesi üzerinde geliştirilen akustik tasarımlar ile sağlanarak, her işleve yönelik (konferans, konser ve opera/tiyatro) optimum akustik konfor koşulları elde edilmiştir. Hacim akustiğine yönelik analizler ile amaçlanan;

- Mekânın değişik işlevlerine yönelik için ihtiyaç duyulan reverberasyon süresinin sağlanması,
- Mekân içerisinde konuşmanın anlaşılabilirliğinin yükseltilmesi,
- Yankı (eko), tekrarlanan eko ve odaklanma gibi önemli akustik problemlerin önlenmesidir.

Bu amaçlar doğrultusunda; mimari uygulama projesindeki salon formu ve hacmi korunup, kullanılan malzemeler ve uygulanacak yüzeyler belirlenerek, analizleri ve değerlendirmeleri yapılmıştır.

*Sorumlu Yazar (Corresponding Author)
e-posta : islekg@baskent.edu.tr

Bu çalışmada yöntem olarak, Sivas Kültür Merkezi Çok Amaçlı Salonu'nda; farklı işlevler için ihtiyaç duyulan akustik koşulların, hacim akustiğine yönelik analizleri için, ODEON (V 10.02 Combined) hacim akustiği simülasyon programı kullanılmıştır [1]. Hacim akustiğine yönelik analizler için Çok Amaçlı Salon; öncelikle üç boyutlu olarak modellenerek mevcut durum ortaya konmuştur. Ardından, konferans, konser ve opera/tiyatro işlevlerine yönelik akustik koşulların sağlanması amacı ile geliştirilen akustik tasarımlar, ODEON programına aktarılmıştır. Bunu takiben sözü edilen program aracılığıyla geliştirilen akustik tasarımların analizleri yapılmış ve geliştirilen öneriler sonucunda elde edilen verilerin ulusal/uluslararası mevzuat ile karşılaştırmaları yapılarak, tasarımların doğruluğu kanıtlanmıştır.

3. SİVAS ÇOK AMAÇLI SALONU'NUN SİMULASYON YÖNTEMİ İLE AKUSTİK ANALİZİ (ACOUSTICAL ANALYSIS OF SIVAS MULTIPURPOSE HALL BY SIMULATION METHOD)

Sivas Kültür Merkezi Çok Amaçlı Salonu; 716 kişilik izleyici kapasitesine sahip olup içerisinde konferans, konser ve opera/tiyatro işlevlerini barındırması

Çizelge 1. Çok Amaçlı Salon-mevcut durumun hacim akustiği açısından analiz sonuçlarının değerlendirilmesi (Multipurpose Hall-Evaluation of analysis results in terms of room acoustic for current state) [2]

Hacim Akustiği Parametreleri	Optimum Değerler	Mevcut Durum Analizi	Hissedilen Fark (JND)	Değerlendirme
T_{30mid} Reverberasyon Süresi, sn	1,2 sn - 1,4 sn [2]	3,69	%5	UYGUN DEĞİL
EDT Erken Sönümlenme Süresi, sn	EDT = 1,1 x T_{30mid} veya EDT = T_{30mid} [3]	1,87	%5	UYGUN DEĞİL
$\Delta SPL(A)$ Ses Basınç Seviyesi Farkı, dBA	$\Delta SPL(A) < 10$ [2]	6,3	-	UYGUN
STI Konuşmanın İletim İndeksi	STI > 0,60 (iyi) [4]	0,56 (orta)	-	UYGUN DEĞİL
D_{50} Konuşmanın Belirginliği	$D_{50} > 0,50$ (tüm frekanslarda) [5]	125 Hz	0,41	UYGUN DEĞİL
		250 Hz	0,46	UYGUN DEĞİL
		500 Hz	0,56	UYGUN
		1000 Hz	0,67	UYGUN
		2000 Hz	0,53	UYGUN
		4000 Hz	0,53	UYGUN

Bu bulgular ışığında yapılan değerlendirmelerde; mimari uygulama projesinde kullanılan malzemelerin, aynı hacim içerisinde farklı işlevlere yönelik akustik koşulların sağlanması açısından uygun olmadığı görülmüştür. Bu durum sonucunda konferans, konser ve opera/tiyatro işlevleri için ihtiyaç duyulan akustik koşullar, ayrı ayrı ele alınıp, Sivas Kültür Merkezi Çok Amaçlı Salonunda uygun akustik konfor koşullarının sağlanmasına yönelik öneriler geliştirilmiştir.

planlanmıştır. Salonun toplam hamı yaklaşık 13.650 m³, yaklaşık taban alanı ise 1065.2 m²'dir.

3.1. Sivas Çok Amaçlı Salonu "Mevcut Durum" Akustik Analizi Ve Değerlendirilmesi (Acoustic Analysis And Evaluation Of Sivas Multipurpose Hall)

Sivas Kültür Merkezi Çok Amaçlı Salonu için tasarım aşamasında;

- salon yan ve arka duvarlarında yansıtıcı-yutucu özellik aranmaksızın gaz beton üzerine akustik ahşap kaplama,
- salon döşemesinde betonarme döşeme üzerine pvc kaplama,
- salon tavanında çelik çatı konstrüksiyonu üzerine alçı panel akustik asma tavan,
- yan ve arka sahne duvarlarında gaz beton üzerine taşıyıcı ve alçı panel kaplama,
- sahne döşemesinde betonarme döşeme üzerine ahşap kaplama,
- yaklaşık 20 m yüksekliğe sahip sofita tavanında betonarme döşeme üzerine sıva ve boya kullanımı öngörülmüştür.
- Sivas Kültür Merkezi Çok Amaçlı Salonunun mevcut durumunu ortaya koymak için yapılan analiz çalışmaları sonucunda elde edilen bulgular; aşağıdaki Çizelge 1'de verilmiştir.

3.2. Sivas Çok Amaçlı Salonu İşlevlerine Yönelik Akustik Tasarım Önerileri (Acoustic Design Proposals Of Function For Sivas Multipurpose Hall)

Önerilen akustik tasarım, Sivas Kültür Merkezi Çok Amaçlı Salonu'nun içerisinde barındırdığı 3 farklı işlev için ortak bir düzenleme olarak geliştirilmiş olup, her bir kullanım senaryosu için değişken akustik koşulları sağlamak adına, salon tasarımı sabit tutulup sahne ağız

ve sofitada uygulanacak hareketli sistemler ve düzenlemelere gidilmiştir (Şekil 1). Farklı işlevlere yönelik olarak, ihtiyaç duyulan akustik koşulların, aynı hacim içerisinde sağlanması amacıyla geliştirilen önerilerin birbirleri ile entegre edilmesiyle tasarlanmış olan, Sivas Kültür Merkezi Çok Amaçlı Salonunda;

- sahne ve sofitada oluşturulan birleşen hacimler sisteminin (coupled volumes system) opera/tiyatro ve konser işlevlerinde,
- sahne çevresinde tasarlanan, sahnenin hareketli (manuel) ses saçıcı yüzey sisteminin (movable orchestra shell) konser, konferans işlevlerinde,
- hareketli orkestra çukuru sisteminin (movable orchestra pit) opera ve müzikal tiyatro işlevlerinde,
- perde sisteminin (acoustical curtains) opera ve tiyatro işlevlerinde ihtiyaç duyulan akustik koşulların sağlanmasında etkili olacağı öngörülmüştür.

Bu bağlamda, Sivas Kültür Merkezi Çok Amaçlı Salonu, hacim içerisinde sağlanması gereken akustik konfor düzeyinin analizleri ve değerlendirmesi; aşağıda özetlenmekte olan akustik parametreler doğrultusunda yapılmıştır.

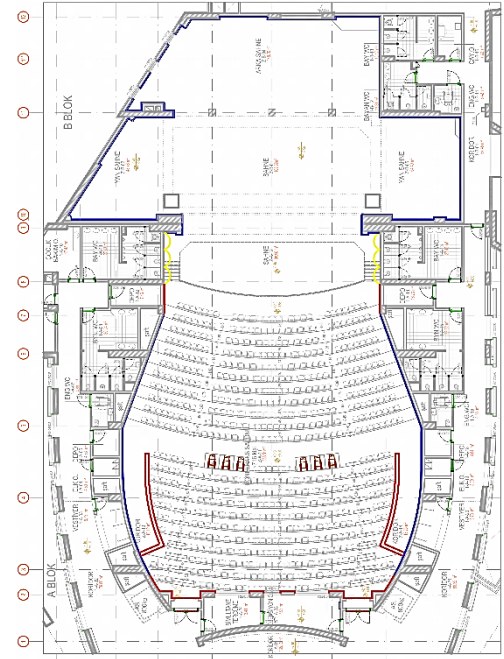
- T_{30mid} : Reverberasyon süresi (sn), (Reverberation Time)
- EDT: Erken sönmülme süresi (sn), (Early Decay Time)
- STI: Konuşmanın iletim indeksi (Konuşmanın anlaşılabilirliği), (Speech Transmission Index)
- D_{50} : Konuşmanın belirginliği, (Definition)
- C_{80} : Sesin Berraklığı veya Netliği, (Clarity)
- $\Delta SPL(A)$: Ses basınç seviyesi farkı (dB), (Sound Pressure Level)
- LF_{80} : Erken yan yansıma oranı, (Early Lateral Energy Fraction)

3.2.1. “Konferans işlevi” analizleri ve değerlendirmeleri (Analysis and evaluations of conference function)

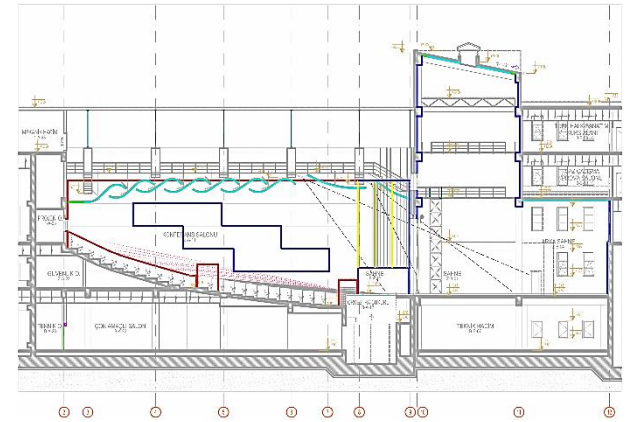
Sivas Kültür Merkezi Çok Amaçlı Salonu’nda yansıtıcı duvarlara sahip yüksek hacim dolayısıyla reverberasyon süresi konuşma amaçlı hacimlerde beklenen sürenin üzerindedir. Konferans işlevinde konuşmanın anlaşılabilirliği önem kazanması gereken parametre olarak karşımıza çıkmaktadır. Reverberasyon süresinin istenilen sınırların üstünde çıkması konuşmanın anlaşılabilirliği parametresini olumsuz yönde etkilemiştir.

Sivas Kültür Merkezi Çok Amaçlı Salonu’nda konferans işlevine yönelik ihtiyaç duyulan akustik koşulların sağlanması amacı ile;

- sofitanın hava hacmi nedeniyle reverberasyon süresinin yükselmemesi için, konuşmacı kürsüsü arkasındaki sahne ağızı; yangın perdesi ile kapatılarak, önünde tekerlekler üzerinde hareket eden ve birbirlerine bitişik olarak dizilmiş ses



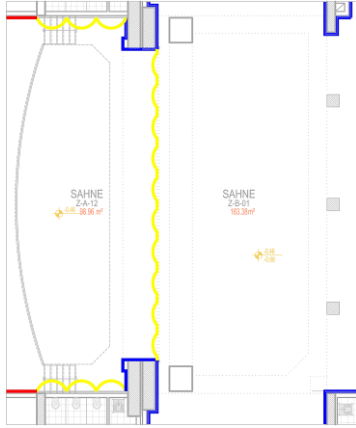
Şekil 1. Salon içerisinde kullanılması önerilen malzemelerin yerleşimi, plan (Recommended materials placement in the hall, plan)



Şekil 2. Salon içerisinde kullanılması önerilen malzemelerin yerleşimi, kesit (Recommended materials placement in the hall, section)

yansıtıcı/saçıcı dış bükey yüzey (Şekil 3, Şekil 4) tasarlanmış olup, aynı yüzeylerin konser işlevinde de kullanımı öngörülerek, salon tasarımı sabit tutulmuştur (Şekil 1, Şekil 2).

- ses yansıtıcı/saçıcı dışbükey hareketli paneller, konuşmacılara ait direkt sesi destekleyen ses yansımalarını sağlayacak boyut ve biçimde tasarlanmıştır (Şekil 3, Şekil 4).



Şekil 3. Konferans işlevi için sahnede önerilen akustik tasarım, plan (Recommended acoustic design on stage for conference function, plan)

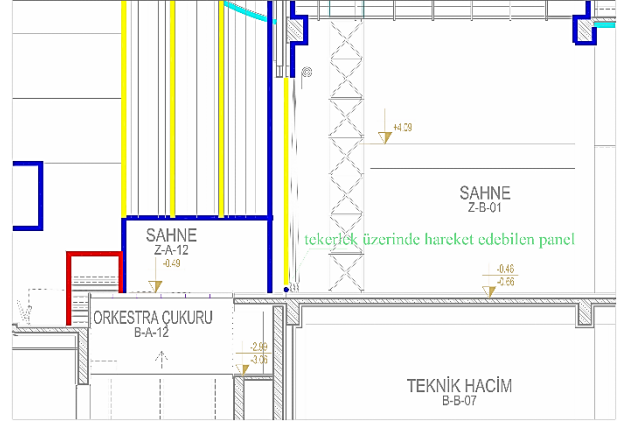
Sivas Kültür Merkezi Çok Amaçlı Salonu'nda konferans işlevine yönelik uygun olan akustik koşulların sağlanabilmesi amacıyla hacmin duvar, döşeme ve asma tavan malzemelerini kapsayan iyileştirmelerle (Şekil 1 ve Şekil 2) birlikte Şekil 3 ve Şekil 4'te verilen akustik tasarım önerisi geliştirilmiştir.

Çizelge 2. Çok Amaçlı Salon-konferans işlevi için geliştirilen önerinin hacim akustiği açısından sonuçlarının değerlendirilmesi (Multipurpose Hall-Evaluation of analysis results in terms of room acoustic for conference function)

Hacim Akustiği Parametreleri	Optimum Değerler	Konferans Öneri Analiz Sonuçları	Hissedilen Fark (JND)	Değerlendirme
T_{30mid} Reverberasyon Süresi, sn	$0,88 \leq T_{30mid} \leq 1,00$ (500 Hz - 1000 Hz) [2]	0,89	%5	UYGUN
EDT Erken Sönümlenme Süresi, sn	$EDT < T_{30mid}$ (500 Hz - 1000 Hz) [3]	0,78	%5	UYGUN
$\Delta SPL(A)$ Ses Basınç Seviyesi Farkı, dBA	$\Delta SPL(A) < 10$ dBA [2]	7,4	-	UYGUN
STI Konuşmanın İletim İndeksi	$0,75 < \text{Çok iyi} < 1,00$ $0,60 < \text{İyi} < 0,75$ $0,45 < \text{Orta} < 0,60$ $0,30 < Z_{savaf} < 0,45$ $0,00 < K_{kütü} < 0,30$ [4]	0,64 (iyi)	-	UYGUN
D_{50} Konuşmanın Belirginliği	$D_{50} > 0,50$ tüm frekanslarda [5]	125 Hz 0,69 250 Hz 0,59 500 Hz 0,60 1000 Hz 0,58 2000 Hz 0,58 4000 Hz 0,61	%5	UYGUN

3.2.2. Konser işlevi analizleri ve değerlendirmeleri (Analysis and evaluations of concert function)

Bu çalışma kapsamında, Sivas Kültür Merkezi Çok Amaçlı Salonu'nda konser işlevine yönelik olarak ihtiyaç duyulan akustik koşullar;



Şekil 4. Konferans işlevi için sahnede önerilen akustik tasarım, kesit (Recommended acoustic design on stage for conference function, section)

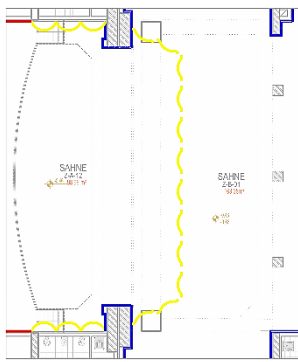
Konferans işlevi için; Şekil 3 ve Şekil 4'te verildiği şekilde, ses yutucu ve saçıcı yüzeylerin tasarlanması ile ulusal/uluslararası mevzuata uygun koşullar sağlanarak, tasarımın doğruluğu kanıtlanmıştır (Çizelge 2).

- Konferans işlevine göre daha yüksek reverberasyon süresine olan ihtiyaç; salon tasarımı sabit tutularak (Şekil 1 ve Şekil 2), sahnede; birleşen hacimler sistemi (coupled volumes system) tasarlanması ile

hava hacmi artırılarak sağlanabilmektedir (Şekil 5, Şekil 6, Çizelge 3).

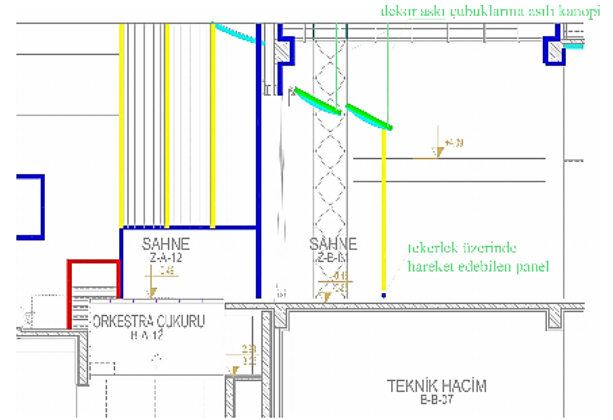
- Birleşen hacimler sistemi (coupled volumes system) ve sahnenin hareketli ses saçıcı yüzey sistemi (movable orchestra shell), entegre olarak tasarlanarak, birleşen hacimler sistemi ile sahne arasında ses enerjisi transferi sağlanabilmektedir (Şekil 5, Şekil 6).

Bunun için konferans işlevinde; yangın perdesi önünde yer alan ve tekerlekler üzerinde hareket ettirilerek birbirine bitişik olarak yerleştirilen dış bükey saçıcı ahşap paneller (Şekil 5, Şekil 6); bu kez sahne ağzından sahne içine doğru çekilerek ve aralıklı olarak yerleştirilmişlerdir (Şekil 5, Şekil 6). Buna ilave olarak manuel olarak sofita çubuklarına çelik halatlarla asılan ahşap kanopiler tasarlanmıştır (Şekil 6).



- Ses Yutucu Yüzeyler
- Ses Yansıtıcı Yüzeyler
- Ses Saçıcı Yüzeyler

Şekil 5. Konser işlevi için sahnede önerilen akustik tasarım (plan) (Recommended acoustic design on stage for concert function, plan)



- Ses Yutucu Yüzeyler
- Ses Saçıcı Yüzeyler
- Ses Yansıtıcı Yüzeyler
- Ses Yansıtıcı Yüzeyler
- Ses Yutucu Yüzeyler

Şekil 6. Konser işlevi için sahnede önerilen akustik tasarım (kesit) (Recommended acoustic design on stage for concert function, section)

Sivas Kültür Merkezi Çok Amaçlı Salonu'nda konser işlevine uygun olan akustik koşulların sağlanabilmesi amacıyla hacmin duvar, döşeme ve asma tavan malzemelerini kapsayan iyileştirmelerle (Şekil 1, Şekil 2) birlikte, Şekil 5 ve Şekil 6'da verilen akustik tasarım önerisi geliştirilmiştir. Konser işlevi için; birleşen hacimler sistemi (coupled volumes system) ve sahnenin hareketli ses saçıcı yüzey sisteminin (movable orchestra shell), entegre olarak tasarlanması (Şekil 5, Şekil 6) ile ulusal/uluslararası mevzuata uygun koşullar sağlanarak, tasarımın doğruluğu kanıtlanmıştır (Çizelge 3).

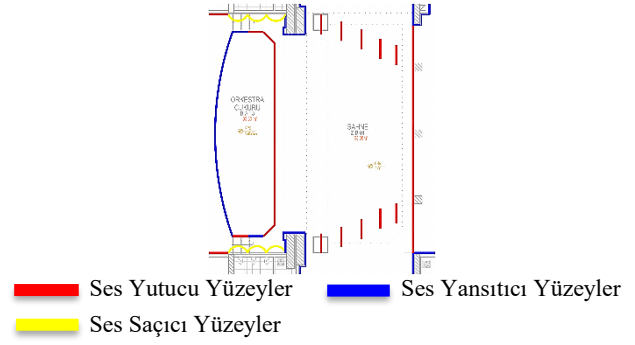
Çizelge 3. Çok Amaçlı Salon-konser işlevi için geliştirilen önerinin hacim akustiği açısından sonuçlarının değerlendirilmesi (Multipurpose Hall-Evaluation of analysis results in terms of room acoustic for concert function)

Hacim Akustiği Parametreleri	Optimum Değerler	Konser Öneri Analiz Sonuçları	Hissedilen Fark (JND)	Değerlendirme
T_{30mid} Reverberasyon Süresi, sn	$1,87 \leq T_{30mid} \leq 2,24$ (500 Hz - 1000 Hz) [2]	1,97	%5	UYGUN
EDT Erken Sönümlenme Süresi, sn	$EDT < T_{30mid}$ (500 Hz - 1000 Hz) (Birleşen hacimler için) [3]	0,89	%5	UYGUN
$\Delta SPL(A)$ Ses Basınç Seviyesi Farkı, dBA	$\Delta SPL(A) < 10$ dBA [2]	7,5	-	UYGUN
C_{80} Sesin Berraklığı veya Netliği	-5 dB; +5 dB (500 Hz - 1000 Hz) [6]	4,1	1 dB	UYGUN
LF_{80} Erken Yan Yansıma Oranı	0,05; 0,35 (125 Hz - 1000 Hz) [6]	0,13	%5	UYGUN

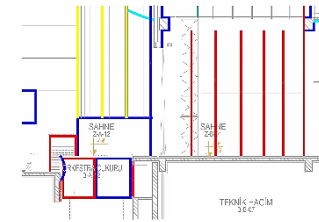
3.2.3. Opera/tiyatro işlevi analizleri ve değerlendirmeleri (Analysis and evaluations of opera/theatre function)

Sivas Kültür Merkezi Çok Amaçlı Salonu'nun opera/tiyatro işlevi için konferans işlevinden daha yüksek; konser işlevinden ise daha düşük bir çınlama süresine ihtiyaç bulunmaktadır. Bu durum için konferans ve konser durumları için oluşturulan kabuk toplanarak sofita alanının dekor, ışık vb. teçhizat değişimlerine olanak sağlayacak şekilde kullanılması sağlanmıştır. Sivas Kültür Merkezi Çok Amaçlı Salonu'nda opera/tiyatro işlevine yönelik ihtiyaç duyulan akustik koşulların sağlanması amacıyla;

- Birleşen hacimler sistemi (coupled volumes system) ve sofita arka duvarına asılan akustik perde sistemi (acoustic curtains) aracılığıyla arka sahne; sofittan kopartılmış ve sahneye yan perdeler de eklenerek, konsere göre daha düşük, konferansa göre daha yüksek olan, ihtiyaç duyulan reverberasyon süresi sağlanabilmiştir (Şekil 7, Şekil 8, Çizelge 4).
- Birleşen hacimler sistemi (coupled volumes system) ve orkestra çukuru (orchestra pit), entegre olarak tasarlanarak, birleşen hacimler sistemi ile orkestra çukuru arasında ses enerjisi transferi sağlanmıştır (Şekil 7, Şekil 8).



Şekil 7. Opera/tiyatro işlevi için sahnede önerilen akustik tasarımın yerleşimi (plan) (Recommended acoustic design on stage for opera/theatre function, plan)



Şekil 8. Opera/tiyatro işlevi için sahnede önerilen akustik tasarımın yerleşimi (kesit) (Recommended acoustic design on stage for opera/theatre function, section)

Çizelge 4. Çok Amaçlı Salon-opera/tiyatro işlevi için geliştirilen önerinin hacim akustiği açısından sonuçlarının değerlendirilmesi (Multipurpose Hall-Evaluation of analysis results in terms of room acoustic for opera/theatre function)

Hacim Akustiği Parametreleri	Optimum Değerler	Opera/ tiyatro Öneri Analiz Sonuçları	Hissedilen Fark (JND)	Değerlendirme	
T_{30mid} Reverberasyon Süresi, sn	$1,37 \leq T_{30mid} \leq 1,64$ (500 Hz - 1000 Hz) [2]	1,50	%5	UYGUN	
EDT Erken Sönümlenme Süresi, sn	$EDT < T_{30mid}$ (500 Hz - 1000 Hz) (Birleşen hacimler için) [3]	0,79	%5	UYGUN	
$\Delta SPL(A)$ Ses Basınç Seviyesi Farkı, dBA	$\Delta SPL(A) < 10$ dBA [2]	7,1	-	UYGUN	
C_{80} Sesin Berraklığı veya Netliği	$C_{80} > +4$ dB (500 Hz - 1000 Hz) [2]	5,8	1 dB	UYGUN	
LF_{80} Erken Yan Yansıma Oranı	0,05; 0,35 (125 Hz - 1000 Hz) [6]	0,13	%5	UYGUN	
STI Konuşmanın İletim İndeksi	0,75 < Çok iyi < 1,00	0,63 (iyi)	-	UYGUN	
	0,60 < İyi < 0,75				
	0,45 < Orta < 0,60				
	0,30 < Zayıf < 0,45				
	0,00 < Kötü < 0,30 [4]				
D_{50} Konuşmanın Belirginliği	$D_{50} > 0,50$ tüm frekanslarda [5]	125 Hz	0,55	%5	UYGUN
		250 Hz	0,57		
		500 Hz	0,62		
		1000 Hz	0,63		
		2000 Hz	0,63		
	4000 Hz	0,66			

4. SONUÇ (RESULTS)

Sivas Kültür Merkezi Çok Amaçlı Salonu mimari uygulama projesi kapsamında mevcut durumun, yapılan simülasyon çalışması sonucunda ihtiyaç duyulan akustik koşulları sağlayamadığı tespit edilmiştir. Uygun olan akustik koşulların sağlanabilmesi amacıyla salonda; duvar, döşeme ve asma tavan malzemelerini kapsayan iyileştirmeler yapılarak salon tasarımı sabit tutulmuş (Şekil 1, Şekil 2), konferans, konser ve opera/tiyatro işlevlerine yönelik uygun akustik tasarım parametreleri, sahnede; birleşen hacimler sistemi (coupled volumes system) - akustik perde sistemi (acoustic curtains) tasarımı aracılığı ile sağlanma yoluna gidilmiş ve aşağıdaki sahne kullanım kılavuzu verilmiştir (Çizelge 5).

Genel olarak, salon arka duvarı, geç gelen yansımalara engel olmak üzere ses yutucu yüzeylerden oluşturulmuştur. Salon yan duvarlarında ise salon içerisinde homojen ses alanını sağlamak amacı ile ses

ulusal/uluslararası mevzuat ile karşılaştırıldığında; elde edilen “uygun” kriterler ile önerilen tasarımın doğruluğu kanıtlanmıştır (Çizelge 2, Çizelge 3, Çizelge 4).

Bilgisayar benzetim programları aracılığı ile hacim içerisinde çeşitli noktalarda oluşacak akustik konfor koşulları tasarım aşamasında belirlenmekte, gerekli değişiklikler yapılarak, olumsuz koşullar düzeltilebilmekte; böylece zaman ve maliyet zararlarının önüne geçilebilmektedir. Bu bağlamda; çalışma proje aşamasında olduğu için simülasyon yapılarak değerlendirme yoluna gidilmiştir. Binanın yapımının tamamlanmasından sonra ölçüm çalışmalarının yapılması planlanmaktadır.

KAYNAKLAR (REFERENCES)

1. Odeon A/S, “Room Acoustics Modelling Software, V 10.02 Combined”, Denmark, (2009).
2. Demirel, F., “Mimari Akustik Yayınlanmamış Ders

Çizelge 5. Konferans, konser, opera ve tiyatro işlevi için sahne kullanım kılavuzu (Scenery manual for conference, concert, opera and theatre function)

İşlevler	Birleşen Hacimler Sistemi (Coupled Volumes System)	Sahnenin Hareketli Ses Saçıcı Yüzey Sistemi (Movable Orchestra Shell)	Hareketli Orkestra Çukuru (Movable Orchestra Pit)	Akustik Perde Sistemi (Acoustical Curtains)
Konferans İşlevi	KAPALI (Sofita + Yan/Arka Sahneler)	SAHNE AĞZINDA (Yangın Perdesi Önünde)	KAPALI (Orkestra yok)	YOK
Konser İşlevi	AÇIK (Sofita + Yan/Arka Sahneler)	SAHNEDE (Orkestranın çevresinde)	KAPALI (Orkestra ve koro sahnede)	YOK
Opera/ Müzikal Tiyatro İşlevi	AÇIK (Sofita+Yan Sahneler Açık, Arka Sahne Kapalı)	İPTAL (Arka sahnede depolanmakta)	AÇIK (Orkestra; çukur içerisinde)	SAHNEDE PERDE SİSTEMİ VAR
Drama Tiyatro İşlevi	AÇIK (Sofita+Yan Sahneler Açık, Arka Sahne Kapalı)	İPTAL (Arka sahnede depolanmakta)	KAPALI (Orkestra yok)	SAHNEDE PERDE SİSTEMİ VAR

yutucu ve yansıtıcı yüzeyler, birlikte kullanılmıştır (Şekil 1, Şekil 2). Salonun sahne kısmı ve sahne çevresi yan duvarlarında, sesin ilk yansımalarını kuvvetlendirmek amacı ile ses saçıcı yüzeyler tasarlanmıştır. Bu bağlamda geliştirilen akustik tasarıma (Şekil 3, Şekil 4, Şekil 5, Şekil 6, Şekil 7, Şekil 8) ilişkin ODEON Simülasyon Programı analizleri ve değerlendirilmeleri her işleve yönelik olarak ayrı ayrı yapılmıştır. Yapılan bu analiz ve değerlendirmeler ışığında; Sivas Kültür Merkezi Çok Amaçlı Salonu’nda gerçekleştirilecek olan farklı işlevler (konferans, konser ve opera/tiyatro) için geliştirilen tasarıma ilişkin elde edilen parametreler,

Notları”, *Gazi Üniversitesi Mimarlık Fakültesi*, Ankara (2016).

3. Mehta, M., Johnson, J., Rocafort, J., “Architectural Acoustics Principles and Design”, Prentice Hall, Inc., Upper Saddle River, USA, (1999).
4. EN 60268-16: 2012-01, “Sound System Equipment – Part 16: Objective Rating Of Speech IntelligibilityBy Speech Transmission Index”.
5. Thiele, R., “Die Richtungsverteilung und Zeitfolge der Schallrückwürfe inRäumen – Directional distribution and time sequence of sound reflections in rooms”, *Acustica*, 1: 31-32, (1956).

6. EN ISO 3382-1: 2009; “Acoustics - Measurement of Room Acoustic Parameters-Part 1: Performance Spaces”.
7. İLİSULU, G., (Tez yürütücüsü: Prof. Dr. Füsun Demirel), “Tiyatro Salonlarının Akustik Açısından Değerlendirilmesi Ve Bir Örnek Çalışma: İstanbul Büyükşehir Belediyesi Beyoğlu Sahnesi” **Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü**, Ankara, (2010).
8. DOĞAN M., (Tez yürütücüsü: Prof. Dr. Füsun Demirel), “Televizyon Stüdyolarında Mimari Akustik Tasarım Kriterleri ve Bir Örnek Çalışma: Eğitim Teknolojileri Genel Müdürlüğü Binası Televizyon Stüdyosu” **Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü**, Ankara (2012).
9. Türkmen, R., (Tez yürütücüsü: Prof. Dr. Füsun Demirel), “Oditoryumlarda Akustik Performansın İyileştirilmesine Yönelik Tasarım Parametrelerinin Geliştirilmesi ve Bir Örneklem” **Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü**, Ankara (2013).