



POLİTEKNİK DERGİSİ

JOURNAL of POLYTECHNIC

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

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

Çevre ve şehircilik bakanlığı hizmet binası konferans salonuna yönelik akustik performans çalışması

Acoustic performance study for the conference hall of ministry of environment and urbanization service

Yazar(lar) (Author(s)): Füsun DEMİREL¹, Sebahat Gül İLİSULU², Zuhâl ÖZÇETİN³

ORCID¹: 0000-0002-8217-4797

ORCID²: 0000-0002-9381-5908

ORCID³: 0000-0003-4441-9471

Bu makaleye şu şekilde atıfta bulunabilirsiniz (To cite to this article): Demirel F., İlisulu S. G. ve Özçetin Z., “Çevre ve şehircilik bakanlığı hizmet binası konferans salonuna yönelik akustik performans çalışması”, *Politeknik Dergisi*, 21(1): 47-53, (2018).

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

DOI: 10.2339/politeknik.389582

Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Hizmet Binası Konferans Salonuna Yönelik Akustik Performans Çalışması

Araştırma Makalesi / Research Article

Füsun DEMİREL¹, Sebahat Gül İLİSULU², Zuhale ÖZÇETİN^{3*}

¹Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü, Gazi Üniversitesi, Türkiye

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

³Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü, Siirt Üniversitesi, Türkiye

(Geliş/Received : 16.12.2016 ; Kabul/Accepted : 26.02.2017)

ÖZ

Bu çalışmada, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Hizmet Binası Konferans Salonu'nun*; konuşma işlevine yönelik akustik koşulların sağlanabilmesi için geliştirilen akustik tasarım analizleri ve değerlendirilmeleri yapılmıştır. Hacim akustiğine yönelik olarak yapılan analizler ışığında; konferans salonuna ülkemizde yürürlükte olan yönetmelikler ve uluslararası standartlara uygun akustik konfor koşullarının sağlanmasına ilişkin öneriler geliştirilmiştir. Getirilen bu öneriler sonucunda; Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Hizmet Binası Konferans Salonu'nda konferans işlevine yönelik, ulusal/uluslararası mevzuatlarda önerilen akustik koşullar sağlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Konferans salonu, mimari akustik, hacim akustiği, hizmet binası.

Acoustic Performance Study For The Conference Hall of Ministry of Environment and Urbanization Service

ABSTRACT

Solar air collectors (SAC) are usually used for space heating and drying of agricultural products. In this study, acoustic design analyzes and evaluations were carried out in order to improve acoustical conditions of the Ministry of Environment and Urbanization Service Building Conference Hall* for speech function. In the light of the analysis on the room acoustics, recommendations have been developed for the conference hall to provide acoustic comfort conditions in accordance with the regulations in force in our country and international standards. As a result of these suggestions, the acoustic conditions for conference function recommended in national/international legislation have been provided in the Conference Hall of the Ministry of Environment and Urbanization Service Building.

Keywords: Conference hall, architectural acoustics, room acoustics, service building

1. GİRİŞ (INTRODUCTION)

Konferans salonlarının akustik tasarımında; konuşmanın anlaşılabilirliği (STI), belirginliği (D50), reverberasyon süresi (T30), erken sönümlenme süresi (EDT), ses basınç seviyesi farkı (Δ SPL) gibi önemli akustik parametrelerin değerlendirilmesi ve uygun değerlere getirilmesi hedeflenmelidir. Bu bağlamda çalışmada; 600 kişilik izleyici kapasiteli Çevre ve Şehircilik Bakanlığı (Ç.Ş.B.) Hizmet Binası Konferans Salonu'nun; konuşma işlevine yönelik olarak, geliştirilen akustik tasarımların, analiz ve değerlendirmeleri yapılmıştır. Söz konusu konferans salonunun analizleri için; Türkiye'de yürürlükte olan yönetmeliklerin, uluslararası standartların önerdiği akustik konfor koşullarının sağlanmasına ilişkin öneriler geliştirilmiştir. Bu öneriler sonucunda; Çevre ve Şehircilik Bakanlığı (Ç.Ş.B.) Hizmet Binası Konferans

Salonu'nda; konferans işlevine yönelik, ulusal/uluslararası mevzuatlarda önerilen akustik koşullar sağlanabilmiştir.

2. AMAÇ VE YÖNTEM (AIM AND METHOD)

Konferans işlevi için hacim akustiğine yönelik olarak çalışmanın amacı;

- mekân içerisinde konuşmanın anlaşılabilirliğinin sağlanması,
- yankı (eko) gibi önemli akustik problemlerin önlenmesidir.

Bu çalışmada yöntem olarak; Ç.Ş.B Hizmet Binası Konferans Salonu'nda ihtiyaç duyulan akustik koşulların hacim akustiğine yönelik analizleri için, ODEON (V 10.02 Combined) hacim akustiği simülasyon programı kullanılmıştır [1]. Bu bağlamda;

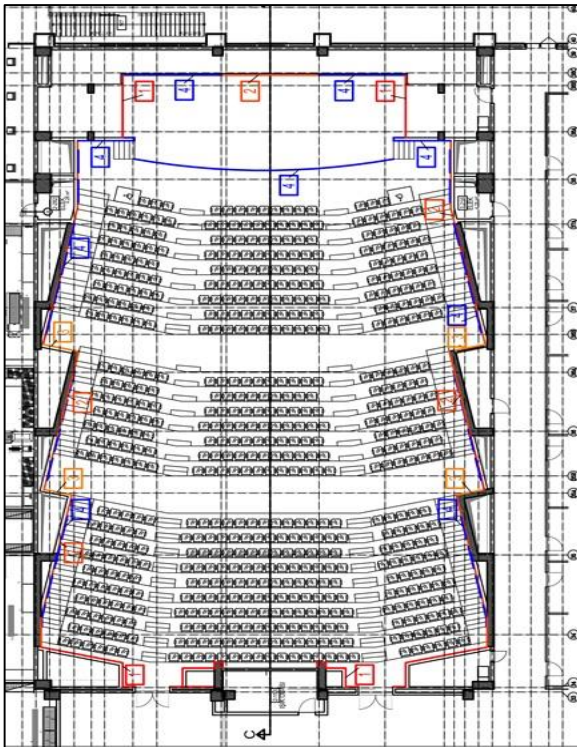
* Zuhale Özçetin (Corresponding Author)
e-posta : zuhalozcetin@gmail.com

3. Ç.Ş.B. HİZMET BİNASI KONFERANS SALONU'NUN AKUSTİK TASARIMI, ANALİZİ VE DEĞERLENDİRİLMESİ (ACOUSTIC DESIGN, ANALYSIS AND EVALUATION FOR THE CONFERENCE HALL OF MINISTRY OF ENVIRONMENT AND URBANIZATION SERVICE)

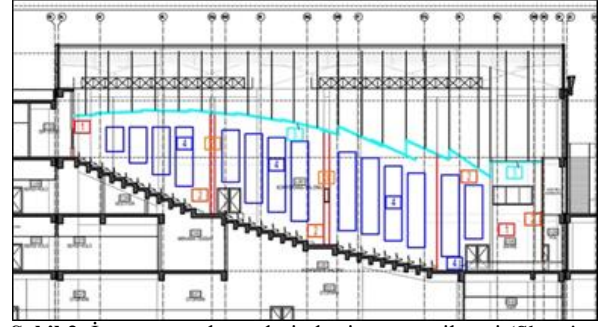
Ç.Ş.B Hizmet Binası Konferans Salonu, hacim içindeki akustik konfor düzeyine yönelik olarak geliştirilen tasarım kararlarının, hacmin akustik performansı üzerindeki etkileri incelenmiştir. Geliştirilen tasarım kararlarının, salondaki ses düzeyinin kalitesini ve konuşmanın anlaşılabilirliğini olumsuz yönde etkileyen yankı / eko ve tekrarlanan eko gibi akustik problemlere yol açmamasına, yansıtıcı duvar ve asma tavan yüzeylerinin; direkt sesi destekleyen ses yansımalarını sağlamaya yönelik olarak tasarlanmasına dikkat edilmiştir.

3.1. Ç.Ş.B. Tarafından Kullanılması İstenilen İç Yüzey Malzemeleri ile Akustik Simülasyon Sonuçları ve Değerlendirilmesi (Results and Evaluation of Acoustic Simulation with Interior Materials Required to be Used Ç.Ş.B.)

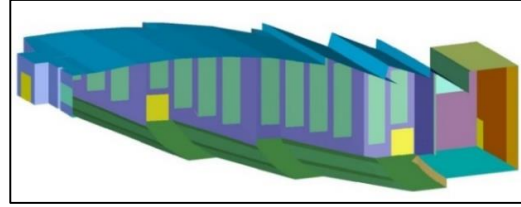
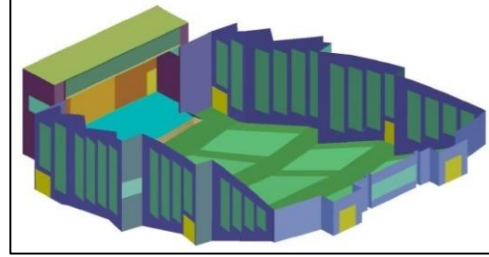
Ç.Ş.B Hizmet Binası Konferans Salonu; Bakanlık tarafından konuşma amaçlı ve seslendirme sistemi ile birlikte kullanılması planlanmıştır. Bu bağlamda, konuşma işlevinin akustik açıdan uygun koşullarda yerine getirilebilmesi amacıyla salon tasarımının, Ç.Ş.B. tarafından istenilen iç yüzey malzemeler doğrultusunda, akustik açıdan yeterliliğinin irdelenmesi için, ODEON hacim akustiği simülasyon programı ile analizi ve değerlendirmeleri yapılmıştır (Şekil 3.1, 3.2, 3.3, 3.4, 3.5, 3.6, 3.7, 3.8, 3.9, 3.10 ve Çizelge 3.1).



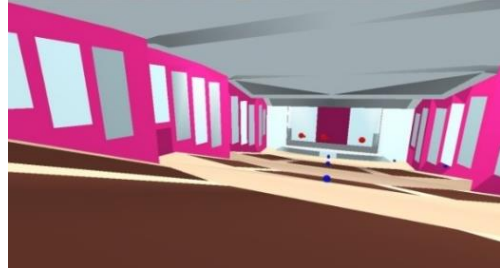
Şekil 1. Konferans salonu yüzeylerinde kullanılması istenilen iç yüzey malzemelerin planda gösterilmesi (Showing of the interior surface materials desired to be used on the conference hall surfaces)



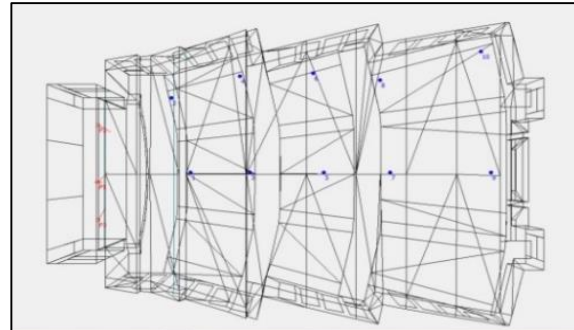
Şekil 2. İç yüzey malzemelerin kesitte gösterilmesi (Showing the cross section of the inner surface material)

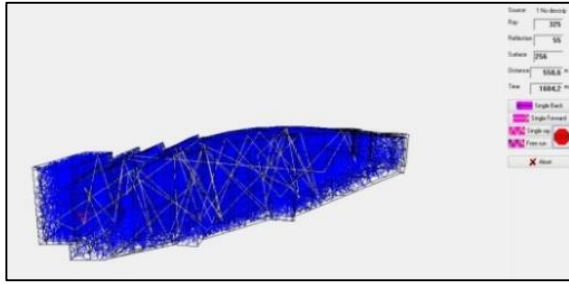


Şekil 3. 3 boyutlu görseller (3D images)

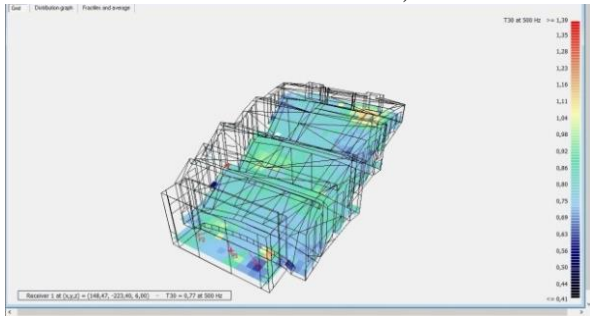


Şekil 4. Salondan sahneye, sahneden salona bakış (The hall from the stage, the stage of the hall overview)

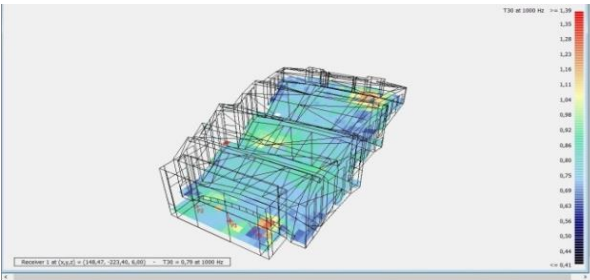




Şekil 5. Hacim içi yansıyan seslerin ışın analizi (Ray analysis of the reflected sound in volume)

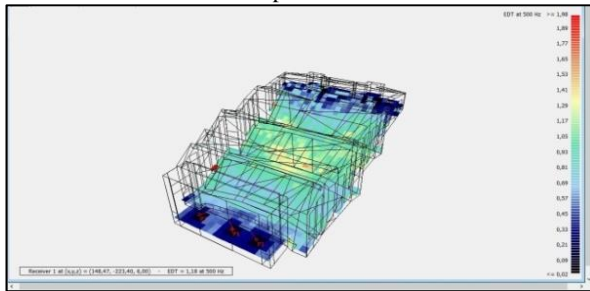


500 Hz

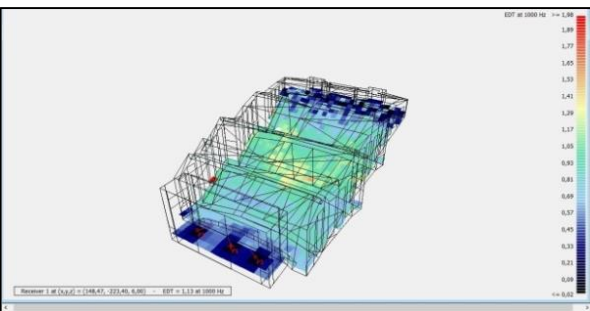


1000 Hz

Şekil 6. Konferans salonunda reverberasyon süresi (T30) parametresinin dağılımı (Distribution of the reverberation time parameter in the conference room)

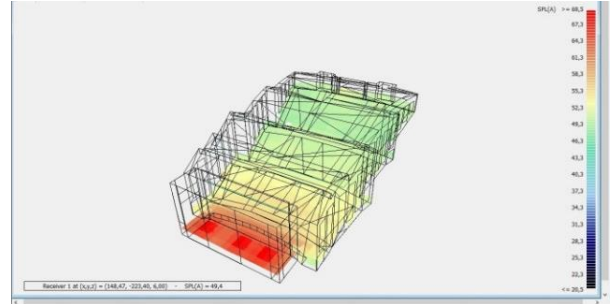


500 Hz

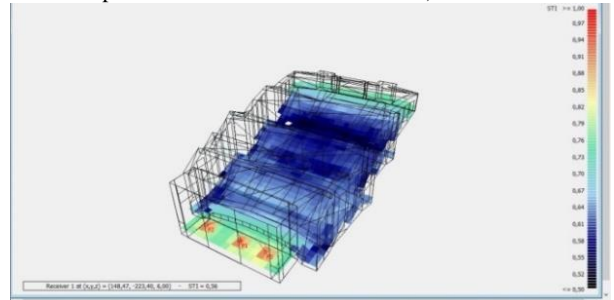


1000 Hz

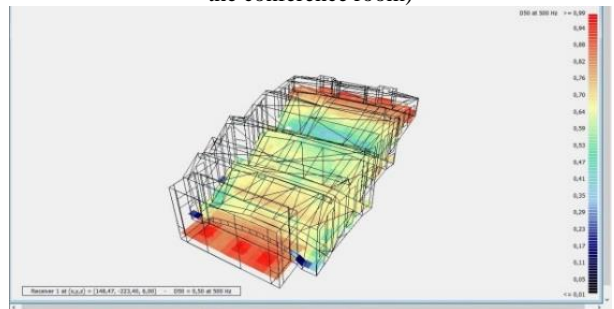
Şekil 7. Konferans salonunda erken sönümlenme süresi (EDT) parametresinin dağılımı (Distribution of the EDT parameter in the conference room)



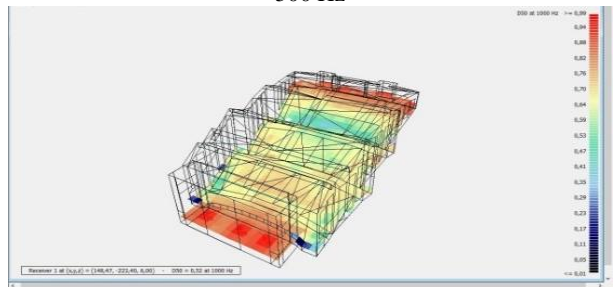
Şekil 8. Konferans salonunda ses basınç seviyesi SPL(A) parametresinin dağılımı (Distribution of the SPL(A) parameter in the conference room)



Şekil 9. Konferans salonunda konuşmanın iletim indeksi (STI) parametresinin dağılımı (Distribution of the STI parameter in the conference room)



500 Hz



1000 Hz

Şekil 10. Konferans salonunda konuşmanın belirginliği (D50) parametresinin dağılımı (Distribution of the D50 parameter in the conference room)

- Salonun üç boyutlu “simülasyon modeli” oluşturulmuş, ODEON programına aktarılarak, geliştirilen akustik tasarımların analizleri yapılmıştır.
- Geliştirilen öneriler sonucunda elde edilen verilerin, ülkemiz yönetmelik ve ulusal/uluslararası mevzuatlar ile karşılaştırmaları yapılarak, tasarımların doğruluğu kanıtlanmıştır.

Çizelge 1. ÇŞB Hizmet Binası Konferans Salonu'nda kullanılması istenilen iç yüzey malzemelerin ses yutma katsayıları
(Moisture absorption coefficients of inner surface materials desired to be used in the Ç.Ş.B. the conference hall)

Ses Yutma Katsayıları (Sound Absorption Coefficients) [1]							
63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz
SALON DÖŞEME							
0.09000	0.09000	0.08000	0.21000	0.26000	0.27000	0.37000	0.37000
SALON İZLEYİCİ							
0.62000	0.62000	0.72000	0.80000	0.83000	0.84000	0.85000	0.85000
SALON ASMA TAVAN (5)							
0.18000	0.18000	0.12000	0.10000	0.09000	0.08000	0.07000	0.07000
SALON ARKA DUVAR (1)							
0.48000	0.48000	0.84000	0.96000	0.97000	1.01000	1.04000	1.04000
SALON KISA DUVAR (3)							
0.53000	0.53000	0.68000	0.84000	0.87000	0.82000	0.74000	0.53000
SALON YAN - ÖN DUVAR (4)							
0.25000	0.25000	0.15000	0.10000	0.09000	0.08000	0.07000	0.07000
SALON YAN DUVAR (2)							
0.10000	0.10000	0.44000	0.96000	1.00000	0.60000	0.48000	0.48000
SAHNE ALIN (4)							
0.25000	0.25000	0.15000	0.10000	0.09000	0.08000	0.07000	0.07000
SAHNE DÖŞEME							
0.15000	0.15000	0.11000	0.10000	0.07000	0.06000	0.07000	0.07000
SAHNE ASMA TAVAN (5)							
0.18000	0.18000	0.12000	0.10000	0.09000	0.08000	0.07000	0.07000
YAN SAHNE DUVAR (1)							
0.48000	0.48000	0.84000	0.96000	0.97000	1.01000	1.04000	1.04000
ARKA SAHNE DUVAR (2)							
0.10000	0.10000	0.44000	0.96000	1.00000	0.60000	0.48000	0.48000
ARKA SAHNE DUVAR (4)							
0.25000	0.25000	0.15000	0.10000	0.09000	0.08000	0.07000	0.07000
SALON CAM YÜZEYLER							
0.10000	0.10000	0.44000	0.96000	1.00000	0.60000	0.48000	0.48000

Çizelge 2. ÇŞB Hizmet Binası Konferans Salonu'nda kullanılması istenilen iç yüzey malzemeleri ile geliştirilen tasarımın hacim akustiği açısından analiz sonuçları ve değerlendirilmesi (Analysis results and evaluation in terms of volume acoustics of the design developed with desired interior materials desired to be used in the Ç.Ş.B. the conference hall)

Hacim Akustiği Parametreleri	Optimum Değerler	Kullanılması İstenilen Malzemelerle Analiz Sonuçları	Hissedilen Fark (JND)	Değerlendirme
$T_{30,mid}$ Reverberasyon Süresi, sn (Reverberation Time)	$0,71 \leq T_{30,mid} \leq 1,05$ (500 Hz - 1000 Hz) [2]	0.82	%5	UYGUN
EDT Erken Sönümlenme Süresi, sn (Early Decay Time)	$EDT < T_{30,mid}$ (500 Hz - 1000 Hz) [2]	0.80	%5	UYGUN
ΔSPL Ses Basınç Seviyesi Farkı, dB (Sound Pressure Level)	$\Delta SPL < 10$ dB [2]	5.7	2 dB	UYGUN
STI Konuşmanın İletim İndeksi (Speech Transmission Index)	$0,60 < Y < 0,75$ [3]	0.63	-	UYGUN
D_{50} Konuşmanın Belirginliği (Definition)	$D_{50} > 0,50$ tüm frekanslarda [2]	125 Hz 0.43	%5	UYGUN DEĞİL
		250 Hz 0.55		UYGUN
		500 Hz 0.66		UYGUN
		1000 Hz 0.68		UYGUN
		2000 Hz 0.61		UYGUN
		4000 Hz 0.65		UYGUN

4. SONUÇ VE DEĞERLENDİRME (CONCLUSION AND EVALUATION)

Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Hizmet Binası Konferans Salonu'nda; konuşma işlevi için sağlanması gereken akustik koşullar, hacim akustiğine yönelik olarak analiz edilmiş, ülkemizde yürürlükte olan yönetmelik, ulusal/uluslararası standartlarda ve literatürde önerilen hacim akustiği parametrelerine göre değerlendirilmiştir.

Konuşma işlevinin akustik açıdan uygun koşullarda yerine getirebilmesi için Ç.Ş.B. Hizmet Binası Konferans Salonu'nun tasarımı; öncelikle Bakanlık tarafından kullanılması istenen iç yüzey malzemeleri doğrultusunda akustik açıdan yeterliliği irdelenmiştir. Ancak, "Teknik Şartname" de yer alan iç yüzey malzemeleri, konuşmanın anlaşılabilirliğini etkileyen bas seslerde (125 Hz), "konuşmanın belirginliği (D_{50})" parametresini yerine

getirmede yetersiz kalmış ve salonun, akustik açıdan tüm "uygun akustik parametrelerini" bir arada sağlayamadığı tespit edilmiştir. Bu bağlamda, Ç.Ş.B. Hizmet Binası Konferans Salonu, önerilen yeni iç yüzey malzemeleri kullanılarak, akustik açıdan tekrar tasarlanmış ve konferans işlevine yönelik "uygun akustik tasarım parametrelerinin" tümü, bir arada sağlanabilmiştir. Her iki durumu gösteren tablo; Çizelge 4.'de yer almaktadır.

Yapılan bu analizler ve değerlendirmeler ışığında; Ç.Ş.B. Hizmet Binası Konferans Salonu'nda gerçekleştirilecek olan konuşma işlevine yönelik olarak geliştirilen tasarıma ilişkin elde edilen parametreler, ulusal/uluslararası mevzuat ile karşılaştırıldığında, elde edilen "uygun" kriterler ile önerilen tasarımın doğruluğu kanıtlanmıştır (Çizelge 4).

Çizelge 3. Ç.Ş.B. Hizmet Binası Konferans Salonu'nda kullanılması istenilen ve önerilen iç yüzey malzemeleriyle geliştirilen tasarımların hacim akustiği açısından analizi ve sonuçlarının değerlendirilmesi (Analysis results and evaluation in terms of volume acoustics of the design developed with desired interior materials desired to be used in the Ç.Ş.B. the conference hall)

Hacim Akustiği Parametreleri	Optimum Değerleri	Hissedilen Fark (JND)	SEÇENEK-1 (Kullanılması İstenilen Malzemelerle Analiz Sonuçları)	Değerlendirme	SEÇENEK-2 (ÖNERİLEN) (Kullanılması Önerilen Malzemelerle Analiz Sonuçları)	Değerlendirme
T_{30mid} Reverberasyon Süresi, sn (Reverberation Time)	$0,71 \leq T_{30mid} \leq 1,05$ (500 Hz – 1000 Hz) [2]	%5	0,82	UYGUN	0,83	UYGUN
EDT Erken Sönümlenme Süresi, sn (Early Decay Time)	$EDT < T_{30mid}$ (500 Hz – 1000 Hz) [2]	%5	0,80	UYGUN	0,81	UYGUN
Δ SPL Ses Basınç Seviyesi Farkı, dB (Sound Pressure Level)	Δ SPL < 10 dB [2]	2 dB	5,7	UYGUN	6,1	UYGUN
STI Konuşmanın İletim İndeksi (Speech Transmission Index)	$0,60 < iYI < 0,75$ [3]	-	0,63	UYGUN	0,65	UYGUN
D_{50} Konuşmanın Belirginliği (Definition)	$D_{50} > 0,50$ Tüm frekanslarda [2]	%5	125 Hz 0,43	UYGUN DEĞİL	125 Hz 0,58	UYGUN
			250 Hz 0,55	UYGUN	250 Hz 0,61	UYGUN
			500 Hz 0,66	UYGUN	500 Hz 0,65	UYGUN
			1000 Hz 0,68	UYGUN	1000 Hz 0,66	UYGUN
			2000 Hz 0,61	UYGUN	2000 Hz 0,67	UYGUN
			4000 Hz 0,65	UYGUN	4000 Hz 0,70	UYGUN

KAYNAKLAR (REFERENCES)

- [1] Odeon A/S, “Room Acoustics Modelling Software, V 10.02 Combined”, Denmark, (2009).
- [2] Demirel, F., “Mimari Akustik Yayınlanmamış Ders Notları”, Gazi Üniversitesi Mimarlık Fakültesi, Ankara, (2016).
- [3] TS EN 60268-16: 2012-01, “Ses sistem cihazları -Bölüm 16: Konuşma iletim indeksi ile konuşma anlaşılabilirliğinin tarafsız sınıflandırılması”, *Türk Standartları Enstitüsü*, Ankara, (2012).
- [4] Çevre ve Orman Bakanlığı, “Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliği”, *Çevre ve Orman Bakanlığı Raporu*, 2002/49/EC, Ankara, 1-27, (2012).
- [5] İLİSULU, G., (Tez yürütücüsü: Prof. Dr. Füsün 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).
- [6] ÖZÇETİN Z., (Tez yürütücüsü: Prof. Dr. Füsün Demirel), “Konservatuvar Binalarının Gürültü Kontrolü Açısından Analizi ve Bir Örnek Çalışma: Ankara Musiki Muallim Mektebi Konservatuvar Binası”, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, (2011).
- [7] Beranek, L., “Concert Halls and Opera Houses Music Acoustics and Architecture, 2nd ed.”, Springer Verlag Inc., New York, (2004).
- [8] TS EN ISO 3382-1, “Akustik, Odaların Akustik Parametrelerinin Ölçülmesi, Bölüm 1: Performans Boşlukları”, *Türk Standartları Enstitüsü*, Türkiye, 1-26 (2010).
- [9] Thiele, R., (1956). “Die Richtungsverteilung und Zeitfolge der Schallrückwürfe in Räumen - Directional distribution and time sequence of sound reflections in rooms”, *Acustica*, 1: 31-32.
- [10] Türkmen, R., (Tez yürütücüsü: Prof. Dr. Füsün Demirel), “Oditoryumlarda Akustik Performansın İyileştirilmesine Yönelik Tasarım Parametrelerinin Geliştirilmesi ve Bir Örneklem”, Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, (2013).

Ek 1: Tanımlar

Reverberasyon süresi (T30): Kapalı bir hacim içerisinde, ses kaynağı kapatıldıktan sonra, ses basınç seviyesinin, 60 dB azalması ya da sönümlenmesi için geçen süre olarak tanımlanan reverberasyon süresi; hacim akustiği için en önemli parametrelerden biridir [2,7,8,10].

Erken Sönümlenme Süresi (EDT): Kapalı bir hacim içerisinde, ses kaynağı kapatıldıktan sonra, ses basınç seviyesinin, 10 dB azalması ya da sönümlenmesi için geçen sürenin, 6 ile çarpılması sonucunda elde edilen, ses basınç seviyesindeki sönümlenmenin ilk evresini ifade etmektedir [2,7,10].

Konuşmanın Belirginliği (D50): Konuşmanın belirginliği (D50); konuşmanın anlaşılabilirliğine (intelligibility quality of speech performances) yönelik olarak geliştirilen hacim akustiği parametresidir. [2,9].

Konuşmanın iletim indeksi (STI): konuşmanın iletim kanalı ile, konuşmanın iletim niteliğine dayalı olarak, konuşmanın anlaşılabilirliğinin ölçülmesine yönelik geliştirilmiş olan akustik parametredir [7]