



**MEVCUT TİP KÜLTÜR MERKEZLERİNDE YER ALAN ÇOK AMAÇLI
SALONLARIN DEĞİŞKEN AKUSTİK KONFOR KOŞULLARININ
İYİLEŞTİRİLMESİNE YÖNELİK BİR YÖNTEM ÖNERİSİ,
UYGULANMASI VE SINANMASI**

Yusuf SEVEN

**DOKTORA TEZİ
MİMARLIK ANA BİLİM DALI**

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

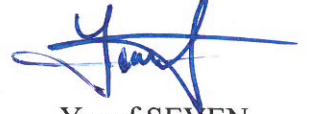
OCAK 2020

ETİK BEYAN

Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tez Yazım Kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

- Tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- Tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- Tez çalışmada yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi,
- Kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı,
- Bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu,

bildirir, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.



Yusuf SEVEN

15/01/2020

MEVCUT TİP KÜLTÜR MERKEZLERİNDE YER ALAN ÇOK AMAÇLI
SALONLARIN DEĞİŞKEN AKUSTİK KONFOR KOŞULLARININ
İYİLEŞTİRİLMESİNE YÖNELİK BİR YÖNTEM ÖNERİSİ, UYGULANMASI VE
SINANMASI

(Doktora Tezi)

Yusuf SEVEN

GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Ocak 2020

ÖZET

1990'lı yıllardan itibaren Türkiye'de ve Dünyada, birbirinden farklı akustik özellikler gerektiren konuşma, tiyatro, opera ve konser gibi işlevlerin her biri için ayrı bir salon yapmanın oldukça maliyetli olması nedeniyle, gerektiğinde bu işlevlerin tamamına hizmet veren "çok amaçlı salon" kullanımı oldukça yaygın olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu bağlamda tezin amacı; mevcut çok amaçlı bir salonun değişken akustik konfor koşullarının iyileştirilmesine yönelik bir yöntem geliştirilmesidir. Bu çalışmanın yöntemi; öncelikle Türkiye'deki mevcut çok amaçlı salon stoğunun araştırılması ve bu çok amaçlı salonların akustik konfor koşullarının bilgisayar destekli simülasyon programlarıyla ve yerinde ölçüm tekniği ile belirlenmesi daha sonra ise, Türkiye ve Dünya literatüründeki çok amaçlı salon kullanımlarının incelenmesi, ortak noktalarının belirlenmesi ve Türkiye'deki mevcut çok amaçlı salon stokunun değişken akustik konfor koşullarının iyileştirilmesine yönelik bir yöntem önerilerek, bu yöntemin, tip kültür merkezleri çok amaçlı salonlarında, bilgisayar destekli simülasyon tekniğiyle test edilmesidir. Tez çalışması sürecinde, Kültür ve Turizm Bakanlığı tarafından yaptırılmış üç farklı kültür merkezi çok amaçlı salonu yerinde ölçüm ve bilgisayar destekli simülasyon teknikleriyle incelenmiş ve farklı işlevler için gerekli akustik konfor koşullarının sağlanamadığı görülmüştür. Türkiye ve Dünya literatüründe yapılan araştırma sonucu çok amaçlı salonlarla ilgili genellemeler ortaya konulmuş ve bu genellemeler ışığında oluşturulan yöntem, bilgisayar destekli simülasyon tekniğiyle tip projelere uygulanmıştır. Aynı zamanda, tip kültür merkezi çok amaçlı salonlarında kullanılan ahşap paneller atölye ortamında üretilmiş ve malzemenin ses yutma katsayısı testleri TSE Tuzla Akustik Laboratuvarında yaptırılmıştır. Alınan sonuçlar doğrultusunda simülasyonlar yenilenmiş ve oluşturulan yöntem Tip Kültür Merkezi çok amaçlı salonlarının ikisinde de sinanmıştır. Bilgisayar destekli simülasyon sonuçları doğrultusunda, her iki tip salonda da uygulanan yöntemin, farklı işlevler için gerekli akustik konfor koşullarının oluşmasına imkan sağladığı görülmüştür. Bu bağlamda, tez çalışması sonucunda, bir yöntem önerisi geliştirilmiş ve sunulmuştur.

Bilim Kodu : 80101
Anahtar Kelimeler : Çok Amaçlı Salon, Değişken Akustik Tasarım
Sayfa Adedi : 167
Danışman : Prof. Dr. Füsün DEMİREL

RECOMMENDATION, APPLICATION AND TESTING OF A METHOD FOR
IMPROVING VARIABLE ACOUSTIC COMFORT CONDITIONS OF MULTI-
PURPOSE HALLS IN EXISTING TYPE CULTURAL CENTERS

(Ph. D. Thesis)

Yusuf SEVEN

GAZİ UNIVERSITY

GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES

January 2020

ABSTRACT

Since 1990's, instead of building separate halls for speech, theater, opera and concert activities which is quite costly and require different acoustical characteristics, usage of multi-purpose halls that serve for all the functions at the same time has been encountered quite commonly. In this context, the purpose of this thesis is to develop a method for improving the variable acoustical comfort conditions of an existing multi-purpose hall. The procedure for this study is as follows; first of all, the multi-purpose hall stock in Turkey will be researched and acoustical comfort conditions of these halls will be determined with computer aided simulation programs and/or on site measurement techniques, after that, multi-purpose hall usage in Turkey and among the World will be examined, common points will be determined and finally a new method will be proposed for improving the variable acoustical comfort conditions of the existing multi-purpose hall stock in Turkey, which will be tested for the type multi-purpose hall cultural centers using computer aided simulation programs. In the process of this thesis study, three different cultural centers with multi-purpose halls which have been built by Ministry of Culture and Tourism were examined with computer aided simulation techniques and it is observed that they do not provide the acoustical comfort conditions required for different functions. Following the research that has been conducted in Turkish and World literature, generalizations about the multi-purpose halls were presented and the method that has been developed in the light of these generalizations was applied to type projects using computer aided simulation techniques. At the same time, the wooden panels that are used at the multi-purpose halls of type cultural centers were manufactured at workshop environment and sound absorption coefficient tests of these materials have been conducted at TSE Tuzla Acoustical Laboratory. In accordance with the results of these tests, simulations have been updated and the method developed was applied to both of the multi-purpose halls. According to the computer aided simulation results, it was observed that the method that was applied to both type halls provides opportunity to the occurrence of acoustical comfort conditions required for different functions. In this context, a method proposal was developed and presented as a result of the thesis.

Science Code : 80101
Key Words : Multi-purpose hall, variable acoustics
Page Number : 167
Supervisor : Prof. Dr. Füsün DEMİREL

TEŞEKKÜR

Bu doktora tezi çalışması sürecinde, çok değerli bilgi ve tecrübelerini aktararak her zaman yanımda olan ve bana yol gösteren saygıdeğer tez danışmanım Prof. Dr. Füsun DEMİREL'e, engin birikimleriyle çalışmamın şekillenmesini sağlayan tez izleme komitesi üyelerim Prof. Dr. Nizami AKTÜRK ve Prof. Dr. Metin ARSLAN'a, değerli jüri üyelerim Prof. Dr. Müfit GÜLGEÇ ve Prof. Dr. Ali İhsan ÜNAY'a teşekkürü borç bilirim. Değerli danışmanımın akustik ekibinde yer alan ve tez çalışmam süresince her zaman destek olan Merve GÖRKEM, Zuhâl ÖZÇETİN ve Gül İLİSULU'ya, farklı şehirlerde yaptığım ölçümlerde yardımlarını esirgemeyen Selcen Selva MERAL, Seniha SOYAL, Ezgi DADAŞ ve Sümeyra ARSLAN'a teşekkürlerimi sunarım. Aramızdan çok erken ayrılan, tertemiz kalbiyle ve engin bilgisiyle bize çok şey katan Rıza TÜRKMEN'e özlemle teşekkür ederim. Ayrıca, yaptığım çalışmaların ileride fayda sağlayacağına inandığım Kültür ve Turizm Bakanlığında görevli olan ve bana çalışma süresince anlayışla destek veren yöneticilerime, mesai arkadaşlarıma ve son olarak her zaman yanımda olan aileme teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET	iv
ABSTRACT.....	v
TEŞEKKÜR.....	vi
İÇİNDEKİLER	vii
ÇİZELGELERİN LİSTESİ.....	x
ŞEKİLLERİN LİSTESİ	xiii
RESİMLERİN LİSTESİ	xvi
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	xix
1. GİRİŞ	1
2. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI.....	5
2.1. Hacim Akustiği Çalışmaları.....	5
2.2. Çok Amaçlı Salonlarda Değişken Akustik Tasarım Çalışmaları.....	7
2.2.1. Değiştirilebilir salon hacmine yönelik uygulamalar	8
2.2.2. Salon kaplama malzemeleri özelliklerinin değiştirilmesine yönelik uygulamalar.....	13
2.2.3. Sahnenin akustik konfor koşullarının değiştirilmesine yönelik uygulamalar.....	16
3. KÜLTÜR MERKEZLERİ VE ÇOK AMAÇLI SALONLAR.....	23
3.1. Kültür Merkezi Kavramı	23
3.2. Kültür Merkezleri Çok Amaçlı Salonlarının Akustik Konfor Koşullarının Belirlenmesine Yönelik Yapılan Ölçümler	25
3.2.1. Tarsus 75. Yıl Kültür Merkezi çok amaçlı salonunda yapılan akustik ölçüm ve sonuçları	25
3.2.2. Gülnar Kültür Merkezi (Tip A-1) çok amaçlı salonunda yapılan akustik ölçüm ve sonuçları.....	30
3.2.3. Yozgat Yerköy Kültür Merkezi (Tip A-1) çok amaçlı salonunda yapılan akustik ölçüm ve sonuçları.....	33

Sayfa

3.3. Kültür Merkezleri �ok Amaçlı Salonlarının Akustik Konfor Koşullarının Belirlenmesine Yönelik Yapılan Laboratuvar Testi Ve Sonuçları.....	36
3.4. Kültür Merkezleri �ok Amaçlı Salonlarının Akustik Konfor Koşullarının Belirlenmesine Yönelik Yapılan Simülasyonlar ve Sonuçları	38
3.4.1. Tarsus 75. Yıl Kültür Merkezi akustik simülasyon ve sonuçları	38
3.4.2. Tip-1 kültür merkezi akustik simülasyon ve sonuçları	41
3.4.3. Tip-A1 (Gülnar) kültür merkezi akustik simülasyon ve sonuçları	44
3.5. Sonuçların Değerlendirilmesi	47
4. DEĞİŞKEN AKUSTİK KONFOR KOŞULLARININ İYİLEŞTİRİLMESİNE YÖNELİK YÖNTEM ÖNERİSİ VE SINANMASI	51
4.1. Yöntemin Oluşturulması	51
4.2. Tip-1 Kültür Merkezi �ok Amaçlı Salonunda Yöntemin Sınanması	62
4.3. Tip-A1 Kültür Merkezi �ok Amaçlı Salonunda Yöntemin Sınanması	75
5. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	89
KAYNAKLAR	93
EKLER.....	97
EK-1. Tarsus KM çok amaçlı salonu konferans, tiyatro ve konser işlevi odeon analiz �ıktıları	98
EK-2. Tarsus KM çok amaçlı salonu opera işlevi odeon analiz �ıktıları.....	102
EK-3. Tip-1 KM mevcut durum odeon analiz �ıktıları.....	106
EK-4. Tip-A1 KM mevcut durum odeon analiz �ıktıları.....	110
EK-5. Tip-1 KM iyileştirme sonucu tiyatro işlevi odeon analiz �ıktıları	114
EK-6. Tip-1 KM iyileştirme sonucu konser işlevi odeon analiz �ıktıları	121
EK-7. Tip-1 KM iyileştirme sonucu konferans işlevi odeon analiz �ıktıları	129
EK-8. Tip-A1 KM iyileştirme sonucu tiyatro işlevi odeon analiz �ıktıları	136
EK-9. Tip-A1 KM iyileştirme sonucu konser işlevi odeon analiz �ıktıları	143
EK-10. Tip-A1 KM iyileştirme sonucu konferans işlevi odeon analiz �ıktıları	151

	Sayfa
EK-11. Tip Kùltür Merkezleri çok amaçlı salonlarında kullanılan duvar ve tavan panellerin laboratuvar test sonuçları.....	158
ÖZGEÇMİŞ	166

ÇİZELGELERİN LİSTESİ

Çizelge	Sayfa
Çizelge 3.1. Konferans, tiyatro ve konser kullanımı ölçüm sonuçları.....	28
Çizelge 3.2. Opera kullanımı ölçüm sonuçları.....	29
Çizelge 3.3. Konferans, tiyatro ve konser kullanımı ölçüm sonuçları.....	32
Çizelge 3.4. Konferans, tiyatro ve konser kullanımı ölçüm sonuçları.....	35
Çizelge 3.5. Test sonuçlarının simülasyonlarda kullanılan ilk değerlerle karşılaştırılması	38
Çizelge 3.6. Simülasyonlarda kullanılan malzemelerin yutuculuk değerleri	39
Çizelge 3.7. Frekans bazında reverberasyon süresi değerleri (konferans, tiyatro ve konser işlevi).....	40
Çizelge 3.8. Frekans bazında reverberasyon süresi değerleri (opera işlevi).....	41
Çizelge 3.9. Simülasyonlarda kullanılan malzemelerin yutuculuk değerleri	43
Çizelge 3.10. Frekans bazında reverberasyon süresi değerleri	44
Çizelge 3.11. Simülasyonlarda kullanılan malzemelerin yutuculuk özellikleri	46
Çizelge 3.12. Alıcı noktalarına göre farklı frekanslardaki reverberasyon süresi dağılımı	47
Çizelge 3.13. Ölçüm ve simülasyon sonuçlarının konferans işlevi için değerlendirilmesi	47
Çizelge 3.14. Ölçüm ve simülasyon sonuçlarının tiyatro işlevi için değerlendirilmesi..	48
Çizelge 3.15. Ölçüm ve simülasyon sonuçlarının opera işlevi için değerlendirilmesi ...	48
Çizelge 3.16. Ölçüm ve simülasyon sonuçlarının konser işlevi için değerlendirilmesi .	48
Çizelge 4.1. Önerilen kabin kaplama malzemesinin frekanslara göre ses yutma katsayısı	54
Çizelge 4.2. Kabin tasarımının hacme ve reverberasyon süresine etkisi	55
Çizelge 4.3. Önerilen ahşapyünü kaplama malzemesinin frekanslara göre ses yutma katsayısı	57
Çizelge 4.4. Önerilen kadife perdenin ses yutma katsayısı değerleri	59
Çizelge 4.5. Oluşturulan yöntemin adımları	61

Çizelge	Sayfa
Çizelge 4.6. Tiyatro, konser ve konferans işlevlerinde salon kullanım şekli	63
Çizelge 4.7. T30 - Reverberasyon süresi sonuçları (Tip1-tiyatro).....	64
Çizelge 4.8. EDT-Erken sönümlenme süresi sonuçları (Tip1-tiyatro)	65
Çizelge 4.9. D50 – Konuşmanın belirginliği parametresi sonuçları (Tip1-tiyatro).....	65
Çizelge 4.10. SPL(A)- Ağırlıklı ses basınç seviyesi sonuçları (Tip1-tiyatro)	65
Çizelge 4.11. STI – Konuşmanın iletim indeksi sonuçları (Tip1-tiyatro)	66
Çizelge 4.12. Tip-1 çok amaçlı salonu tiyatro işlevi ($V=2275 \text{ m}^3$) simülasyon sonuçlarının değerlendirilmesi	67
Çizelge 4.13. T30 - Reverberasyon süresi sonuçları (Tip1-konser)	69
Çizelge 4.14. EDT-Erken sönümlenme süresi sonuçları (Tip1-konser)	69
Çizelge 4.15. C80 – Sesin berraklığı parametresi sonuçları (Tip1-konser).....	69
Çizelge 4.16. LF80 - Erken yan yansıma oranı sonuçları (Tip1-konser).....	70
Çizelge 4.17. SPL(A) – Ağırlıklı ses basınç seviyesi sonuçları (Tip1-konser)	70
Çizelge 4.18. Tip-1 çok amaçlı salonu konser işlevi ($V=2070 \text{ m}^3$) simülasyon sonuçlarının değerlendirilmesi	71
Çizelge 4.19. T30 - Reverberasyon süresi sonuçları (Tip1-konferans)	73
Çizelge 4.20. EDT-Erken sönümlenme süresi sonuçları (Tip1-konferans).....	73
Çizelge 4.21. D50 – Konuşmanın belirginliği parametresi sonuçları (Tip1-konferans).	73
Çizelge 4.22. SPL(A)- Ağırlıklı ses basınç seviyesi sonuçları (Tip1-konferans).....	74
Çizelge 4.23. STI – Konuşmanın iletim indeksi sonuçları (Tip1-konferans).....	74
Çizelge 4.24. Tip 1 çok amaçlı salonu konferans işlevi ($V=1320 \text{ m}^3$) simülasyon sonuçlarının değerlendirilmesi	75
Çizelge 4.25. Tiyatro, konser ve konferans işlevlerinde salon kullanım şekli	77
Çizelge 4.26. T30 - Reverberasyon süresi sonuçları (TipA1-tiyatro).....	78
Çizelge 4.27. EDT-Erken sönümlenme süresi sonuçları (TipA1-tiyatro)	78
Çizelge 4.28. D50 – Konuşmanın belirginliği parametresi sonuçları (TipA1-tiyatro)...	79
Çizelge 4.29. SPL(A)- Ağırlıklı ses basınç seviyesi sonuçları (TipA1-tiyatro)	79
Çizelge 4.30. STI – Konuşmanın iletim indeksi sonuçları (TipA1-tiyatro)	79

Çizelge	Sayfa
Çizelge 4.31. Tip A-1 çok amaçlı salonu tiyatro işlevi ($V=4449 \text{ m}^3$) simülasyon sonuçlarının değerlendirilmesi	80
Çizelge 4.32. T30 - Reverberasyon süresi sonuçları (TipA1-konser)	81
Çizelge 4.33. EDT-Erken sönümlenme süresi sonuçları (TipA1-konser)	82
Çizelge 4.34. C80 – Sesin berraklığı parametresi sonuçları (TipA1-konser)	82
Çizelge 4.35. LF80 - Erken yan yansıma oranı sonuçları (TipA1-konser).....	83
Çizelge 4.36. SPL(A) - Ağırlıklı ses basınç seviyesi sonuçları (TipA1-konser)	83
Çizelge 4.37. Tip A-1 çok amaçlı salonu konser işlevi ($V=3319 \text{ m}^3$) simülasyon sonuçlarının değerlendirilmesi	84
Çizelge 4.38. T30 - Reverberasyon süresi sonuçları (TipA1-konferans)	85
Çizelge 4.39. EDT-Erken sönümlenme süresi sonuçları (TipA1-konferans)	86
Çizelge 4.40. D50 – Konuşmanın belirginliği parametresi sonuçları (TipA1-konferans)	86
Çizelge 4.41. SPL(A)- Ağırlıklı ses basınç seviyesi sonuçları (TipA1-konferans).....	87
Çizelge 4.42. STI – Konuşmanın iletim indeksi sonuçları (TipA1-konferans)	87
Çizelge 4.43. Tip A-1 çok amaçlı salonu konferans işlevi ($V=2409 \text{ m}^3$) simülasyon sonuçlarının değerlendirilmesi	88

ŞEKİLLERİN LİSTESİ

Şekil	Sayfa
Şekil 2.1. Farklı işlevler için hacme bağlı reverberasyon süreleri	6
Şekil 2.2. Bir salonun tiyatro ve konser işlevleri için kullanım şekilleri	7
Şekil 2.3. 3000 kişi kapasiteli konser işlevi kullanımı	9
Şekil 2.4. 2300 kişi kapasiteli opera işlevi kullanımı	9
Şekil 2.5. 900 kişi kapasiteli tiyatro işlevi kullanımı	10
Şekil 2.6. Tiyatro kullanımı plan (a) ve kesiti (b).....	10
Şekil 2.7. Konser kullanımı plan (a) ve kesiti (b)	10
Şekil 2.8. Yüksek tavan, alçak tavan ve alçak tavan+perde kullanımları için reverberasyon süreleri grafiği.....	11
Şekil 2.9. Milton Keynes Tiyatrosu kesitinde farklı kotlardaki asma tavan görünümü	12
Şekil 2.10. Üç farklı kullanım için hacim ve reverberasyon süreleri	12
Şekil 2.11. Scene II Oditoryumunda tavanda bulunan perde sistemi	15
Şekil 2.12. Uihlein Salonu kesitinde orkestra kabuğu yerleşimi	16
Şekil 2.13. Çok amaçlı salon konser kullanımı	17
Şekil 2.14. Çok amaçlı salon tiyatro kullanımında panellerin depolanması	17
Şekil 2.15. Sinema kullanımı kesiti	18
Şekil 2.16. Konferans kullanımı kesiti.....	18
Şekil 2.17. Orkestra kabuğu planı.....	19
Şekil 2.18. Orkestra kabuğu kesiti	19
Şekil 2.19. Soldan sağa opera, tiyatro, konser ve konferans senaryoları.....	20
Şekil 3.1. Kaynak ve alıcı noktalarının yerleşimi	27
Şekil 3.2. Kaynak ve alıcı nokta yerleşimi	30
Şekil 3.3. Kaynak ve alıcı nokta yerleşimi	34
Şekil 3.4. Test odası boyutları ve numune yerleşimi	37
Şekil 3.5. Test sonuçlarının frekans bazında ve grafik olarak gösterimi	38

Şekil	Sayfa
Şekil 3.6. Odeon kaynak ve alıcı noktaları görünümü (konferans, tiyatro ve konser işlevi)	39
Şekil 3.7. Odeon kaynak ve alıcı noktaları görünümü (opera işlevi).....	40
Şekil 3.8. Odeon kaynak ve alıcı noktaları görünümü.....	42
Şekil 3.9. Kaynak ve alıcı nokta yerleşimi	42
Şekil 3.10. Kaynak ve alıcı nokta yerleşimi	45
Şekil 4.1. Samandağ kültür merkezi çok amaçlı salon kesitinde tesisat boşluğu gösterimi	51
Şekil 4.2. Salon kesitinde ışık köprüsü	53
Şekil 4.3. Önerilen ışık köprüsü kabini detayı	54
Şekil 4.4. Önerilen perde sistemi	59
Şekil 4.5. Önerilen orkestra kabuğu plan (a) ve kesiti (b)	60
Şekil 4.6. Kabin kapıları kapalıyken salonda sesin yayılması (Tip1-tiyatro).....	63
Şekil 4.7. 500 ve 1000 Hz T30 parametresinin dağılım grafiği (Tip1-tiyatro).....	64
Şekil 4.8. 500 ve 1000 Hz EDT parametresinin dağılım grafiği (Tip1-tiyatro)	65
Şekil 4.9. 500 ve 1000 Hz D50 parametresinin dağılım grafiği (Tip1-tiyatro)	65
Şekil 4.10. SPL(A) parametresinin dağılım grafiği (Tip1-tiyatro)	66
Şekil 4.11. STI parametresinin dağılım grafiği (Tip1-tiyatro).....	66
Şekil 4.12. Kabin kapıları açık ve orkestra kabuğu kuruluyken sesin yayılması (Tip1-konser).....	68
Şekil 4.13. 500 ve 1000 Hz T30 parametresinin dağılım grafiği (Tip1-konser).....	69
Şekil 4.14. 500 ve 1000 Hz EDT parametresinin dağılım grafiği (Tip1-konser)	69
Şekil 4.15. 500 ve 1000 Hz C80 parametresinin dağılım grafiği (Tip1-konser)	70
Şekil 4.16. 500 ve 1000 Hz LF80 parametresinin dağılım grafiği (Tip1-konser)	70
Şekil 4.17. SPL(A) parametresinin dağılım grafiği (Tip1-konser).....	70
Şekil 4.18. Konferans işlevinde salonda sesin yayılması (Tip1-konferans)	72
Şekil 4.19. 500 ve 1000 Hz T30 parametresinin dağılım grafiği (Tip1-konferans)	73
Şekil 4.20. 500 ve 1000 Hz EDT parametresinin dağılım grafiği (Tip1-konferans)	73

Şekil	Sayfa
Şekil 4.21. 500 ve 1000 Hz D50 parametresinin dağılım grafiği (Tip1-konferans)	74
Şekil 4.22. SPL(A) parametresinin dağılım grafiği (Tip1-konferans)	74
Şekil 4.23. STI parametresinin dağılım grafiği (Tip1-konferans)	74
Şekil 4.24. Kabin kapıları kapalıyken sesin yayılması (TipA1-tiyatro)	77
Şekil 4.25. 500 ve 1000 Hz T30 parametresinin dağılım grafiği (TipA1-tiyatro)	78
Şekil 4.26. 500 ve 1000 Hz EDT parametresinin dağılım grafiği (TipA1-tiyatro)	78
Şekil 4.27. 500 ve 1000 Hz D50 parametresinin dağılım grafiği (TipA1-tiyatro)	79
Şekil 4.28. SPL(A) parametresinin dağılım grafiği (TipA1-tiyatro)	79
Şekil 4.29. STI parametresinin dağılım grafiği (TipA1-tiyatro)	80
Şekil 4.30. Kabin kapıları açık ve orkestra kabuğu kuruluyken sesin yayılması (TipA1-konser)	81
Şekil 4.31. 500 ve 1000 Hz T30 parametresinin dağılım grafiği (TipA1-konser)	82
Şekil 4.32. 500 ve 1000 Hz EDT parametresinin dağılım grafiği (TipA1-konser)	82
Şekil 4.33. 500 ve 1000 Hz C80 parametresinin dağılım grafiği (TipA1-konser)	82
Şekil 4.34. 500 ve 1000 Hz LF80 parametresinin dağılım grafiği (TipA1-konser)	83
Şekil 4.35. SPL(A) parametresinin dağılım grafiği (TipA1-konser)	83
Şekil 4.36. Konferans işlevinde salonda sesin yayılması (TipA1-konferans)	85
Şekil 4.37. 500 ve 1000 Hz T30 parametresinin dağılım grafiği (TipA1-konferans)	86
Şekil 4.38. 500 ve 1000 Hz EDT parametresinin dağılım grafiği (TipA1-konferans) ...	86
Şekil 4.39. 500 ve 1000 Hz D50 parametresinin dağılım grafiği (TipA1-konferans)	86
Şekil 4.40. SPL(A) parametresinin dağılım grafiği (TipA1-konferans)	87
Şekil 4.41. STI parametresinin dağılım grafiği (TipA1-konferans)	87
Şekil 5.1. Oluşturulan yöntemin adımları	90

RESİMLERİN LİSTESİ

Resim	Sayfa
Resim 2.1. Sakıp Sabancı Müzesi çok amaçlı salonu konferans düzeni	8
Resim 2.2. Sakıp Sabancı Müzesi çok amaçlı salonu konser düzeni	9
Resim 2.3. Soldan sağa yüksek tavan, alçak tavan ve alçak tavan + duvarda perde sistemi kullanımı	11
Resim 2.4. Viyana devlet operası salon görünümü.....	13
Resim 2.5. Viyana devlet operası yılbaşı balosu görünümü.....	13
Resim 2.6. Raoul jobin konser salonu	14
Resim 2.7. Raoul jobin konser salonu sahne görünümü.....	14
Resim 2.8. Kursaal Oditoryumu duvarlarında bulunan hareketli perde sistemleri.....	15
Resim 2.9. Toppan Oditoryumu hareketli duvar panelleri ve salon genel görünümü	16
Resim 2.10. Madrid opera binası sahne görünümü.....	20
Resim 2.11. Madrid opera binası konser işlevi sahne görünümü	21
Resim 2.12. Madrid opera binası orkestra kabuğunun toplanmış ve depolanmış görünümü	21
Resim 3.1. İstanbul Atatürk kültür merkezi.....	23
Resim 3.2. Bitlis Tatvan kültür merkezi	24
Resim 3.3. Uşak Eşme kültür merkezi.....	25
Resim 3.4. Tarsus 75. yıl kültür merkezi genel görünüm.....	25
Resim 3.5. Tarsus 75. yıl kültür merkezi sahneden salona bakış	26
Resim 3.6. Tarsus 75. yıl kültür merkezi salondan sahneye bakış	27
Resim 3.7. Orkestra çukurunda ses kaynağı görünümü.....	29
Resim 3.8. Gülnar kültür merkezi sahneden salona bakış	30
Resim 3.9. Gülnar kültür merkezi projeksiyon odasından sahneye bakış	31
Resim 3.10. Sahnede yer alan ses kaynağı görünümü	31
Resim 3.11. Yozgat Yerköy kültür merkezi çok amaçlı salonu salon görünümü.....	33

Resim	Sayfa
Resim 3.12. Yozgat Yerköy kültür merkezi çok amaçlı salonu salondan sahneye bakış	33
Resim 3.13. Sahneye yerleştirilen ses kaynağı (a) ve salonda mikrofon görünümü (b)	34
Resim 3.14. Atölye ortamında üretilen panellerin görünümü.....	36
Resim 3.15. Atölye ortamında üretilen panellerin son kat vernik sonrası görünümü.....	36
Resim 3.16. Panellerin test odasındaki yerleşimi	37
Resim 3.17. Test odası genel görünümü.....	37
Resim 3.18. Odeon salondan sahneye bakış (konferans, tiyatro ve konser işlevi)	40
Resim 3.19. Odeon sahneden salona bakış (konferans, tiyatro ve konser işlevi)	40
Resim 3.20. Odeon salondan sahneye bakış (opera işlevi).....	41
Resim 3.21. Odeon sahneden salona bakış (opera işlevi).....	41
Resim 3.22. Odeon salondan sahneye bakış	43
Resim 3.23. Odeon sahneden salona bakış	43
Resim 3.24. 3D model görünümü	44
Resim 3.25. Odeon salondan sahneye bakış	45
Resim 3.26. Odeon sahneden salona bakış	45
Resim 3.27. 3D model görünümü	46
Resim 4.1. Salon üzerinde asma tavan arası tesisat boşluğu	52
Resim 4.2. Işık köprüsü (a) ve ışık köprüsünden sahneye bakış (b).....	52
Resim 4.3. Önerilen kabin kaplama malzemesi.....	54
Resim 4.4. Tosya kültür merkezi çok amaçlı salonu duvar ve tavan kaplamaları.....	56
Resim 4.5. Salon duvarlarındaki sunta üzeri ahşap kaplama paneller	56
Resim 4.6. Sahne tavan görünümü	57
Resim 4.7. Önerilen ahşapyünü kaplama malzemesi.....	58
Resim 4.8. Sahne içi duvar yüzeylerinde köprü bağlantıları	58
Resim 4.9. Salon arka duvarı (a) ve akustik perde önerilen yüzeyler (b).....	59

Resim	Sayfa
Resim 4.10. Önerilen orkestra kabuğu 3D görünümü	60
Resim 4.11. Tip-1 kültür merkezine bir örnek kastamonu tosyas kültür merkezi	62
Resim 4.12. Odeon sahne ve salon görünümü (Tip1-tiyatro).....	64
Resim 4.13. Odeon sahneden salona bakış (Tip1-tiyatro).....	64
Resim 4.14. Odeon salondan sahneye bakış (Tip1-konser).....	68
Resim 4.15. Odeon sahneden salona bakış (Tip1-konser).....	68
Resim 4.16. Odeon salondan sahneye bakış (Tip1-konferans).....	72
Resim 4.17. Odeon sahneden salona bakış (Tip1-konferans).....	72
Resim 4.18. Tip-A1 kültür merkezine bir örnek (Gümüşhane Kültür Merkezi)	76
Resim 4.19. Odeon sahne ve salon görünümü (TipA1-tiyatro).....	78
Resim 4.20. Odeon sahne ve salon görünümü (TipA1-konser).....	81
Resim 4.21. Odeon salondan sahneye bakış (TipA1-konferans).....	85
Resim 4.22. Odeon sahneden salona bakış (TipA1-konferans).....	85

SİMGELER VE KISALTMALAR

Bu çalışmada kullanılmış simgeler ve kısaltmalar, açıklamaları ile birlikte aşağıda sunulmuştur.

Simgeler

Açıklamalar

C₈₀	Sesin berraklığı
D₅₀	Konuşmanın belirginliği
dB	Desibel
EDT	Erken sönümlenme süresi
Hz	Hertz
LF₈₀	Erken yan yansıma oranı
SPL(A)	Ağırlıklı ses basınç seviyesi
T₃₀	Reverberasyon süresi

Kısaltmalar

Açıklamalar

Bakanlık	Kültür ve Turizm Bakanlığı
KM	Kültür Merkezi
KMDB	Kültür Merkezleri Daire Başkanlığı

1. GİRİŞ

1990'lı yıllardan itibaren Türkiye'de, hacim akustiği tasarımına ihtiyaç duyulan dinleyici salonlarının yapımı artış göstermeye başlamıştır. Başta Kültür ve Turizm Bakanlığı olmak üzere, yerel yönetimler ve özel sektör tarafından görsel ve işitsel sanatlara yönelik salonlar yaptırılmıştır. Ancak, birbirinden farklı akustik özellikler gerektiren konferans, tiyatro, opera ve konser gibi işlevlerin her biri için ayrı bir salon inşaa etmenin oldukça yüksek maliyetler ortaya çıkaracağı bir gerçektir. Ayrıca, tek bir işleve hizmet veren salonların özellikle ilçelerde yeterli seyirci sayısına ulaşamaması halinde, işletme maliyetlerini karşılamakta zorlanacağı da öngörülmektedir. Bu noktada, aynı mekan içerisinde birden çok işleve hizmet vermeyi amaçlayan “çok amaçlı salon” kavramı oldukça yaygın bir çözüm olarak karşımıza çıkmaktadır.

Türk (2011)' ün İstanbul'daki 140 salonu kapsayan envanter çalışması sonucunda, Türkiye'nin salon sayısı ve kullanımında öncü şehri olan İstanbul'daki dinleyici salonların büyük çoğunluğunun çok amaçlı salon olduğu görülmüştür. Araştırmada, tek bir işlev için tasarlanmış salonların da gerekli olduğu koşullarda çok amaçlı olarak kullanıldığı belirtilmiştir.

Türk ve Can (2013), “İstanbul Salonları ve Avrupa Kentleri İle Karşılaştırma” başlıklı çalışmalarında İstanbul ve 3 Avrupa kenti arasında salon kullanımlarını karşılaştırmıştır. İstanbul'da bulunan 121 salonun 61'inin, Berlin'de bulunan 143 salonun 15'inin, Londra'da bulunan 176 salonun 7'sinin ve Paris'te bulunan 215 salonun 2'sinin çok amaçlı salon olduğunu belirlemişlerdir.

Çalışmanın amacı

Türkiye'nin sosyal ve ekonomik koşulları nedeniyle yaygın bir şekilde kullandığımız çok amaçlı salonların her bir işlev için uygun akustik konfor koşullarını sağlaması, çözülmesi gereken ana problem olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu çalışmada; ana problemin çözülmesi için desteklenmeye çalışılacak hipotezler şu şekildedir:

Hipotez-1: Türkiye'de sosyal ve ekonomik nedenlerle yaygın olarak kullanılan çok amaçlı salonlarda, her bir işlev için uygun akustik konfor koşulları sağlanamamaktadır.

Hipotez-2: Salonun hacmine, sahneye ve salon kaplama malzemelerinin özelliklerine yapılacak müdahaleleri belirleyen bir yöntem önerisi ile aynı salonda icra edilen farklı performanslara uygun akustik şartlar oluşturulabilir.

Türkiye’deki çok amaçlı salon stoğu araştırıldığında, bu salonların büyük çoğunluğunun “Kültür Merkezleri”nde bulunduğunu görebiliriz. Günümüzde “Kültür Merkezi” olarak tanımladığımız mekanların ülkemizdeki oluşumu Cumhuriyet sonrası döneme dayanmaktadır. Yılmaz (2006), Halkevleri ve Halk Eğitim Merkezleri’ni Kültür Merkezlerine altyapı oluşturan kültür yapıları olarak belirtmiştir. Cumhuriyet sonrası dönemde, kültürün devamlılığını sağlamak amacını taşıyan bu yapılardan sonra, ülkemizde “kültür merkezi” adını taşıyan ilk yapı, 1969 yılında açılan İstanbul Atatürk Kültür Merkezi’dir. Özellikle 1990’ lı yıllardan sonra birçok il ve ilçede içerisinde çok amaçlı salon bulunduran Kültür Merkezleri yapılmaya başlanmıştır.

Türkiye genelinde; Kültür ve Turizm Bakanlığı, Yatırım ve İşletmeler Genel Müdürlüğü, Kültür Merkezleri Daire Başkanlığınca yapımı tamamlanan 116 adet Kültür Merkezi bulunmaktadır. Bu Kültür Merkezlerinin neredeyse tamamında konferans, tiyatro, konser ve opera gibi birden fazla işleve hizmet veren çok amaçlı salonlar bulunmaktadır.

Literatürde yapılan araştırmalarda, yeni yapılacak çok amaçlı salonlar için klavuz sayılabilecek nitelikte çalışmalara ulaşılmıştır. Ancak, aynı fiziksel özelliklerle birden çok işleve hizmet veren mevcut çok amaçlı salonların akustik konfor koşullarının belirlenmesi, bir gereklilik olarak karşımıza çıkmaktadır.

Bütün bu veriler doğrultusunda; bu çalışmanın amacı; mevcut çok amaçlı bir salonun değişken akustik konfor koşullarının iyileştirilmesine yönelik bir yöntem geliştirilmesidir.

Çalışmanın yöntemi

Bu araştırmada yöntem olarak; öncelikle Ülkemizdeki mevcut çok amaçlı salon stoğunun araştırılması ve bu çok amaçlı salonların akustik konfor koşullarının, bilgisayar destekli simülasyon programlarıyla ve yerinde ölçüm tekniği ile belirlenmesi, daha sonra Türkiye ve Dünya literatüründeki çok amaçlı salon kullanımlarının incelenmesi, ortak noktalarının belirlenmesi ve Ülkemizdeki mevcut çok amaçlı salon stokunun değişken akustik konfor

koşullarının iyileştirilmesine yönelik bir yöntem önerilerek, bu yöntemin tip kültür merkezleri çok amaçlı salonları üzerinde, bilgisayar destekli simülasyon tekniğiyle test edilmesi seçilmiştir. Elde edilen sonuçlar doğrultusunda; çalışmanın başında ortaya konan hipotezler desteklenerek, öneriler getirilmiştir.

Çalışmanın sınırlılıkları

Ülkemizde Kültür ve Turizm Bakanlığı başta olmak üzere, yerel yönetimler ve özel sektör tarafından salonlar yaptırılmaktadır. Bu çalışma kapsamında Kültür ve Turizm Bakanlığı tarafından yaptırılan Kültür Merkezleri çok amaçlı salonları incelenmiştir. İyileştirme önerileri ise; Bakanlık tarafından birçok İl ve İlçede inşaa edilmiş olan Tip Kültür Merkezleri çok amaçlı salonları üzerinde sınanmıştır. Bakanlık tarafından yaptırılan özgün projeler ve yarışma projelerinde bulunan salonlar için öneri getirilmeyecektir.

2. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

Tip Kültür Merkezi çok amaçlı salonlarının akustik konfor koşullarının farklı işlevler için uygun hale getirilmesine ilişkin yürütülen çalışmada, öncelikle hacim akustiği ve değişken akustik tasarım konularında literatür araştırması yapılmıştır.

2.1. Hacim Akustiği  alı maları

İşitsel etkinliğin önem kazandığı konser, opera, tiyatro ve konferans gibi işlevlere ev sahipliği yapan mek nlarda, iletilmek istenen seslerin dinleyicilere konfor koşulları içerisinde aktarılmasını sağlamak amacıyla, hacim içerisinde kullanılan elemanların ve malzemelerin akustik açıdan doğru bir şekilde değerlendirilmesi, hacim akustiği çalışmalarının başlıca hedefidir (Aknesil, 1997).

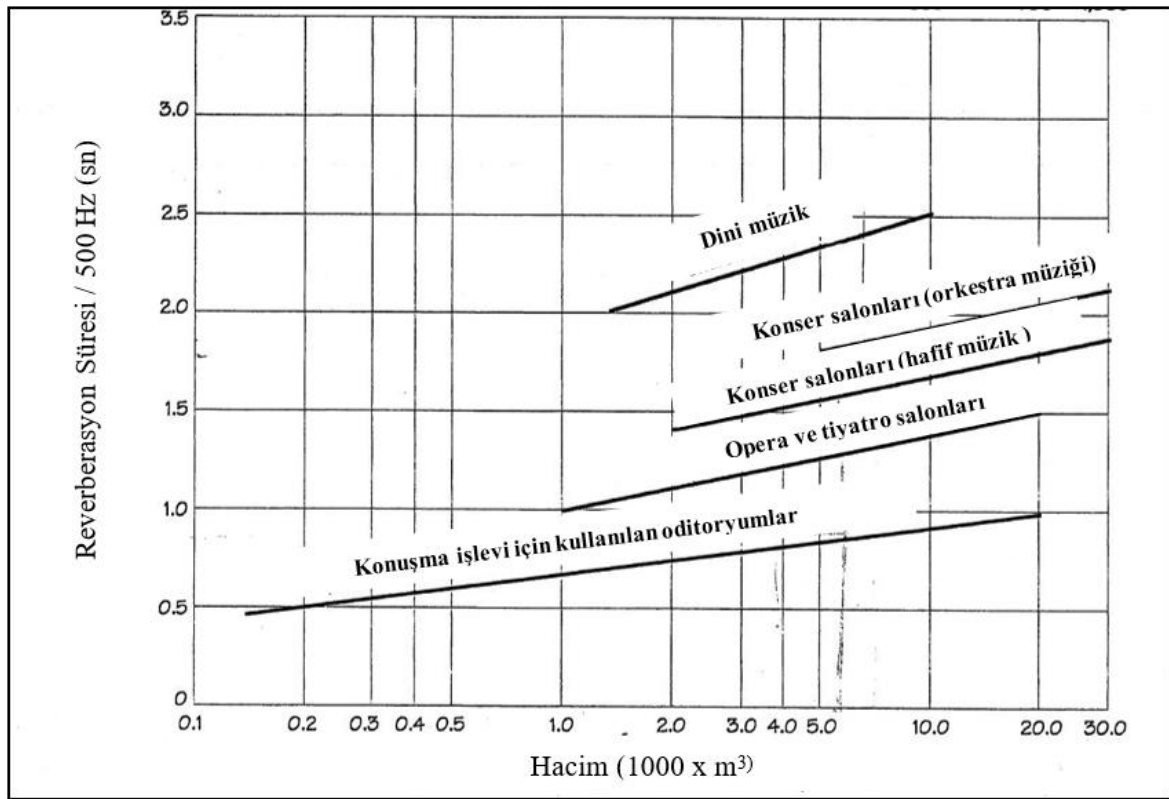
Akustik konfor koşulları açısından önemli hacimlerin, olumlu akustik özellikler ta ıyabilmesi için, gerek tasarım gerekse değerlendirme aşamasında dikkate alınması gereken akustik ölçütler konusunda yıllardır süregelen oldukça kapsamlı çalışmalar bulunmaktadır. Bilimsel ve teknolojik gelişmeler ilerledikçe, akustik konfor koşullarını geliştirebilecek parametreler üzerine daha geniş kapsamlı araştırmalar yapılmaya y nelinmi tir (Aknesil, 1997).

Bir hacmin akustik konfor koşullarının değerlendirilmesinde, salonların akustik özelliğini belirten hesaplanabilir nesnel parametreler ile salonların akustiğinin dinleyiciler üzerinde bıraktığı izlenimleri tanımlayan öznel akustik parametrelerin dikkate alınması gerekmektedir (Vural, 2009). Bir dinleyicinin içinde bulunduğu hacimdeki icradan memnun olup olmadığına ilişkin düşünceleri, öznel yorumların temelini oluşturur. Ancak, bu öznel yorumların akustik bilimiyle ilgilenenler için kullanılabilir olması için hesaplanabilir ve ölçülebilir nesnel parametrelere dönüştürülmesi gereklidir. Bu doğrultuda yapılan çalışmalar ve deneyler sonucunda, öznel değerlendirmelerle uyum gösteren ve bir hacmin akustik konfor koşullarını tanımlamamızı ve değerlendirmemizi sağlayan nesnel parametreler geliştirilmiştir (Konuk, 2010).

Hacim akustiği çalışmalarında birçok parametre kullanılmakla beraber, bu parametreler arasından en yaygın kullanılanı reverberasyon s residir. 19. yüzyılda süregelen

tartışmalardan sonra 20. yüzyılın başlarında Sabine, sadece iki özelliğin reverberasyon süresini etkilediğini belirlemiştir: toplam hava hacmi ve toplam akustik yutuculuk (Barron, 2010). Bu doğrultuda, bu iki özelliğin kontrollü bir şekilde değiştirilebilir olması, salonun farklı işlevler için uygun akustik konfor koşullarını sağlaması açısından oldukça önemlidir.

Şekil 2.1’ de farklı işlevler için 500 Hz frekansındaki reverberasyon süreleri hacme bağlı olarak verilmektedir. Grafikten elde edilen değerler, bir hacmin herhangi bir işlev için uygunluğunu belirleyen kesin değerler olarak alınmamalıdır. Grafikten alınan değer $\pm\%20$ ’ si kabul edilebilir aralıktadır. Örneğin grafikteki değer 1,00 sn ise, 0,80 sn ve 1,20 sn arası uygun olarak değerlendirilmektedir (Mehta ve diğerleri, 1999).



Şekil 2.1. Farklı işlevler için hacme bağlı reverberasyon süreleri (Mehda ve diğerleri, 1999)

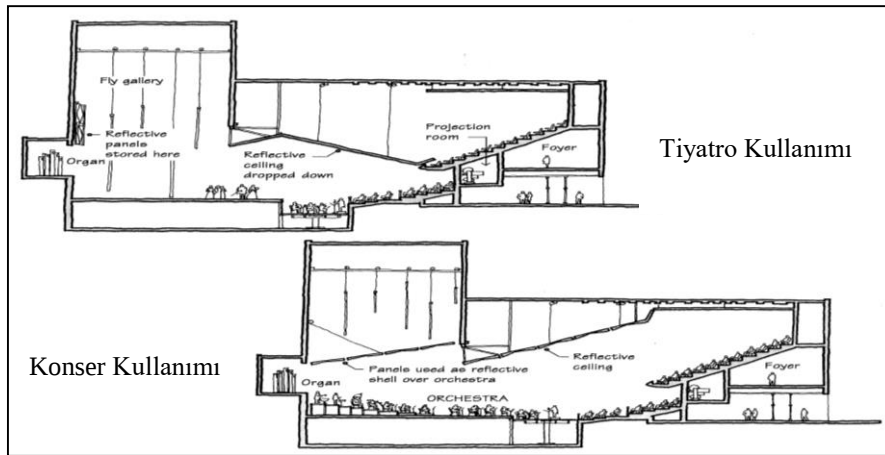
Çalışmanın bundan sonraki sürecinde, çok amaçlı salonların hacmine bağlı olarak, 500 Hz frekansındaki ortalama reverberasyon süresi değerlerinin uygunluğu, Şekil 2.1’ de verilen grafikten elde edilen değerlere $\pm\%20$ tolerans aralığı uygulanarak değerlendirilecektir.

2.2. Çok Amaçlı Salonlarda Değişken Akustik Tasarım Çalışmaları

Bir salonun farklı işlevlerde kullanılması çok karşılaşılan bir durumdur ve çok da yeni bir uygulama değildir. Ancak, farklı işlevlere hizmet verecek salonların tasarlanması yeni bir durumdur. Ekonomik nedenlerden ötürü, salonların tek bir işleve hizmet vermesinin, özellikle büyükşehirlerde salonun konferans, konser, tiyatro ve opera performanslarına ev sahipliği yapması gerektiği düşünüldüğünde, gerçekçi olmadığı ortaya çıkmıştır. Artık, geniş bir aralıktaki değişken akustiği kontrol etmek için mimari çözümler bulmak önem kazanmıştır (Cairolı, 2018).

Ekonomik sebeplerle birçok çağdaş dinleyici salonu birden fazla işlevin ihtiyacını karşılayacak şekilde tasarlanmaktadır. Örneğin, bir salon, farklı durumlarda konser, tiyatro veya konferans salonu olarak kullanılabilir. Aynı salonun tiyatro ve konser işlevlerine uygun akustik koşullar sağlaması için tasarlanmış hareketli asma tavan ve orkestra kabuğu sistemleri Şekil 2.2’ de gösterilmektedir (Mehda ve diğerleri, 1999).

Bir salonu konuşma işlevi için iyi yapan akustik özellikler, aynı salonu müzik işlevi için zayıf hale getirir. Konuşmanın anlaşılabilirliğinin iyi olması için salon hacmi ve reverberasyon süresi düşük olmalıdır. Tam tersi olarak, müzik işlevi için tasarlanmış salonların daha uzun reverberasyon süresine ve daha yüksek hacimlere sahip olması gerekmektedir (Long, 2006).



Şekil 2.2. Bir salonun tiyatro ve konser işlevleri için kullanım şekilleri (Mehda ve diğerleri, 1999)

Türkmen (2013), çok amaçlı salonlara birden fazla işleve uygun akustik konfor koşullarının sağlanması için “değişken akustik tasarım” olarak adlandırılan uygulamaların tarihini son 25 yıla dayandırmaktadır. Çalışmasında bilgisayar ortamında çok amaçlı bir salon tasarlamış, birleşen hacimler sistemi, orkestra kabuğu, orkestra çukuru ve akustik perde sistemi kullanarak, konser, opera, tiyatro ve konferans işlevleri için uygun akustik konfor koşullarının sağlanabildiğini göstermiştir.

Literatürde yapılan araştırmalar sonucu “değişken akustik tasarım” başlığı altında tasarlanan sistemleri ve uygulanan müdahaleleri 3 ana başlık altında toplamak mümkündür (Türkmen, 2013):

- Salonun hacmine yapılan müdahaleler,
- Salondaki kaplama malzemelerine yapılan müdahaleler,
- Sahnenin akustik koşullarına yapılan müdahaleler.

Çalışmanın devamında bu üç başlık altında uygulanmış sistemlere ilişkin literatürde yer alan örnekler incelenecektir.

2.2.1. Değiştirilebilir salon hacmine yönelik uygulamalar

Sakıp Sabancı Müzesi Çok Amaçlı Salonu üzerine yapılan çalışmada, farklı işlevlere uygun salon hacmi elde edilebilmesi için seyirci oturma alanı hareketli platformlar kullanılarak tasarlanmıştır. Basamaklar halinde yükselen seyirci platformu konferans işlevi için kullanılmakta, konser işlevi içinse basamaklar indirilerek düz bir zemin elde edilmekte ve hacim arttırılmaktadır (Talayman, 2011).

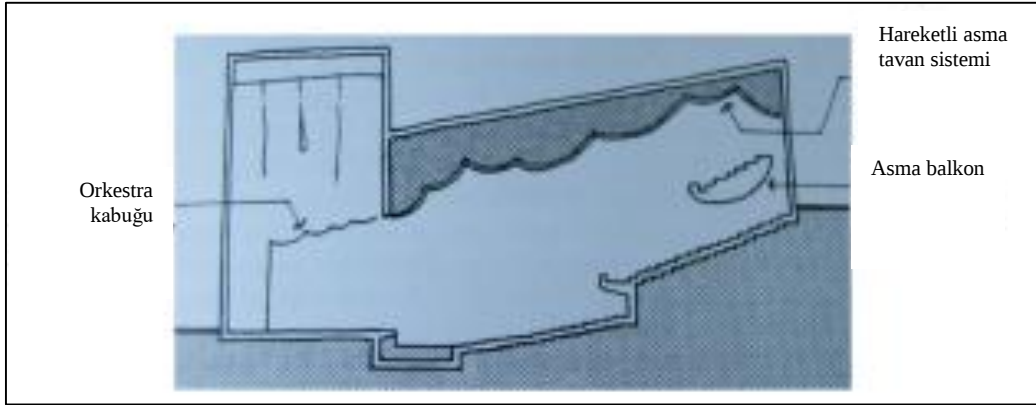


Resim 2.1. Sakıp Sabancı Müzesi çok amaçlı salonu konferans düzeni (Talayman, 2011)

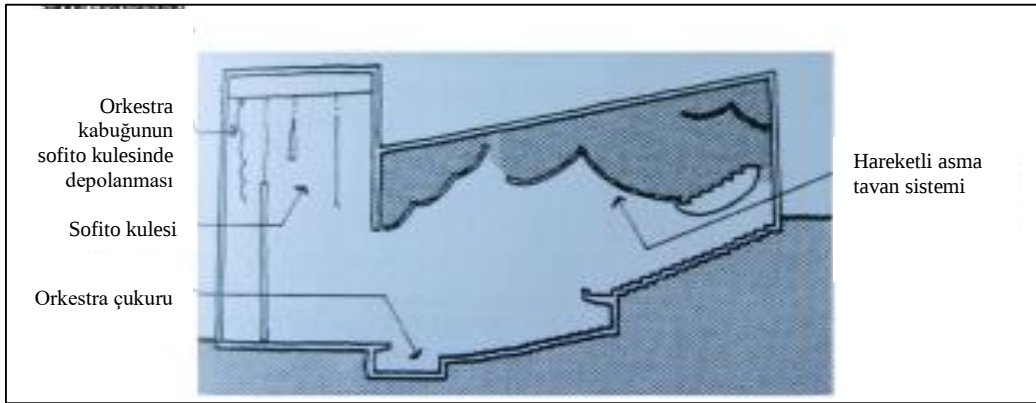


Resim 2.2. Sakıp Sabancı Müzesi çok amaçlı salonu konser düzeni (Talayman, 2011)

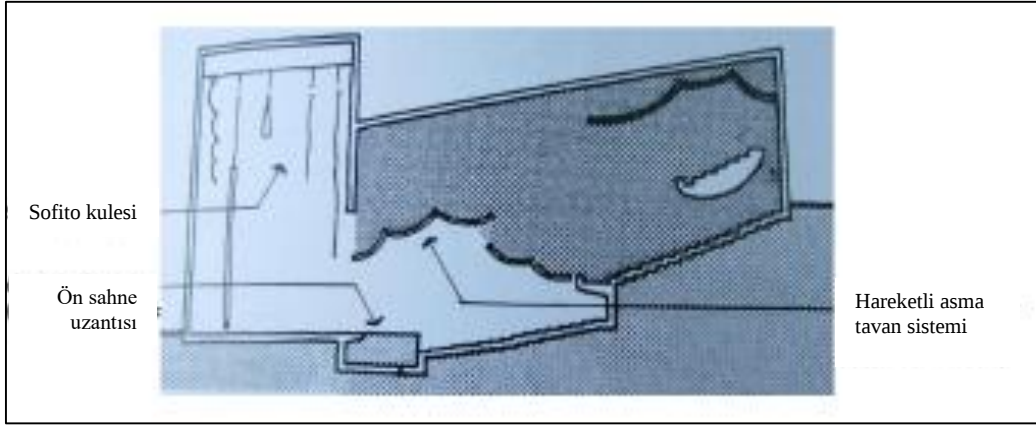
Ohio Akron Üniversitesi'nde bulunan Edwin Salonu'nda hareketli asma tavan sistemi kullanılarak, salon hacmi kontrol edilebilir hale getirilmiştir. Salon seyirci kapasitesi konser işlevi için 3000, opera işlevi için 2300 ve tiyatro işlevi için de 900 olarak değiştirilebilmektedir (Egan, 2007).



Şekil 2.3. 3000 kişi kapasiteli konser işlevi kullanımı (Egan, 2007)

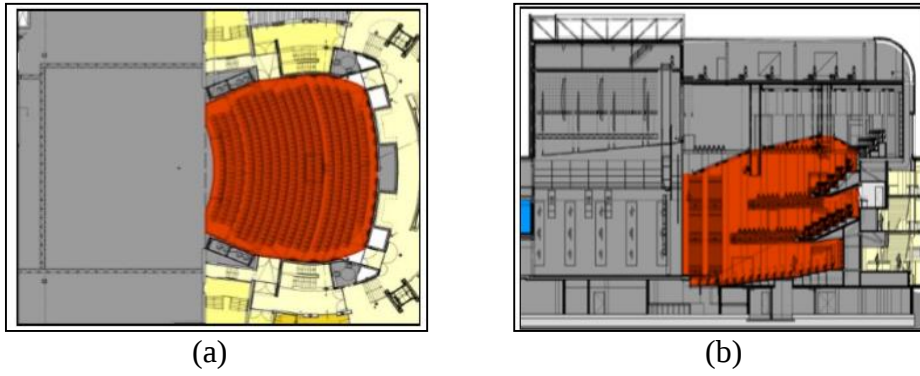


Şekil 2.4. 2300 kişi kapasiteli opera işlevi kullanımı (Egan, 2007)

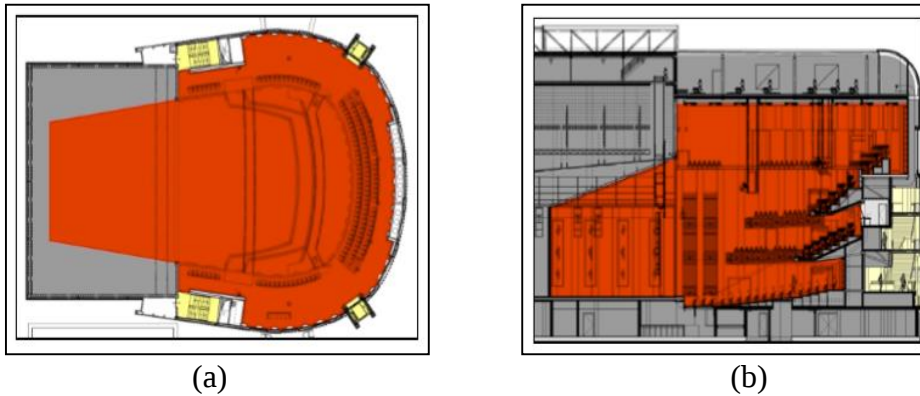


Şekil 2.5. 900 kişi kapasiteli tiyatro işlevi kullanımı (Egan, 2007)

Luykx ve diğerleri (2007), Zwolle De Spiegel Tiyatrosu'nda hareketli asma tavan ve hareketli orkestra kabuğu sistemleri kullanarak, salon hacmini 4100 m^3 ve 11000 m^3 , seyirci sayısını 850 kişi ve 1000 kişi arasında değiştirebilir hale getirerek, tiyatro işlevi için 0,9 saniye ve konser işlevi için 2,1 saniye reverberasyon süreleri elde etmişlerdir (Şekil 2.7, Şekil 2.8).



Şekil 2.6. Tiyatro kullanımı plan (a) ve kesiti (b) (Luykx ve diğerleri, 2007)

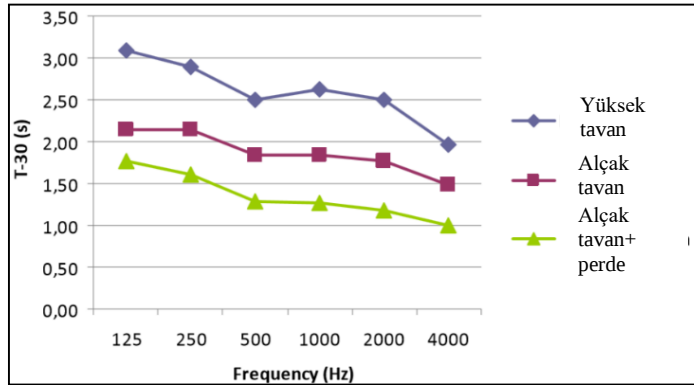


Şekil 2.7. Konser kullanımı plan (a) ve kesiti (b) (Luykx ve diğerleri, 2007)

İsveç'te bulunan Studio Acusticum Konser Salonu'nun asma tavan sistemi 5 m aşağı ve yukarı hareket edebilecek şekilde tasarlanmıştır. Bu sayede salonun hacmi %30 oranında değiştirilebilmektedir. Ayrıca duvar yüzeylerinde de hareketli perde sistemi kullanılmaktadır. Bu sayede farklı müzik türleri için farklı reverberasyon süreleri elde edilebilmektedir (Ökvist ve diğerleri, 2008).



Resim 2.3. Soldan sağa yüksek tavan, alçak tavan ve alçak tavan + duvarda perde sistemi kullanımı (Ökvist ve diğerleri, 2008)



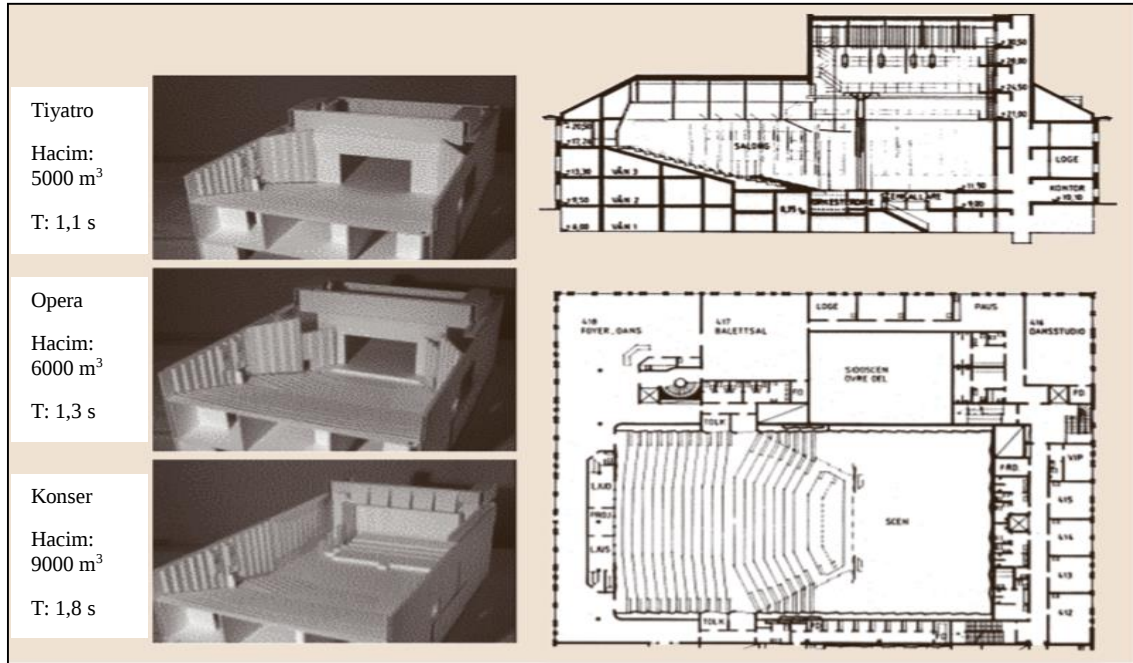
Şekil 2.8. Yüksek tavan, alçak tavan ve alçak tavan+perde kullanımları için reverberasyon süreleri grafiği (Ökvist ve diğerleri, 2008)

İngiltere'deki Milton Keynes Tiyatrosunda hareketli asma tavan ve orkestra kabuğu sistemleri kullanılarak konser işlevi için 1250 seyirci kapasitesi ve 1,50 saniye reverberasyon süresi, tiyatro işlevi için ise 850 seyirci kapasitesi ve 1,10 saniye reverberasyon süresi sağlanmıştır (Barron, 2010).



Şekil 2.9. Milton Keynes Tiyatrosu kesitinde farklı kotlardaki asma tavan görünümü (Barron, 2010)

Gade (2007), İsveç'te The Idun Çok Amaçlı Salonu tasarımı sahne ağzı duvarının öne ve arkaya hareketi ile salon hacmini kontrol edilebilir hale getirerek, tiyatro işlevi için 5000 m³ hacim ve 1,10 saniye reverberasyon süresi, opera işlevi için 6000 m³ hacim ve 1,30 saniye reverberasyon süresi, konser işlevi için ise 9000 m³ hacim ve 1,8 saniye reverberasyon süresi elde etmiştir (Şekil 2.10).



Şekil 2.10. Üç farklı kullanım için hacim ve reverberasyon süreleri (Gade, 2007)

Viyana Devlet Operası opera işlevine hizmet veren bir salondur (Resim 2.4). Ancak, sadece yılbaşı balosu için, zemin kattaki koltuklar sökülerek balo işlevine uygun koşullar da oluşturulmaktadır (Resim 2.5).



Resim 2.4. Viyana devlet operası salon görünümü



Resim 2.5. Viyana devlet operası yılbaşı balosu görünümü (www.cnnturk.com, 2020)

2.2.2. Salon kaplama malzemeleri özelliklerinin değiştirilmesine yönelik uygulamalar

J. P. Migneron ve diğerleri (2008) tarafından yapılmış olan çalışma birbirinden farklı akustik koşullar gerektiren işlevler için kullanılan salonlara bir başka örnektir. Bu araştırma kapsamında; Raoul Jobin Konser Salonu'nda, farklı müzik tarzlarını kapsayan konser işlevlerinin gerektirdiği değişken akustik konfor düzeyinin sağlanması amacıyla salonun duvarlarında, kapladığı alan değiştirilebilen bir perde sistemi ve sahne üzerinde, yüksekliği

değiştirilebilen bir hareketli yansıtıcı yüzey sisteminin tasarlandığını görmekteyiz (Resim 2.6, Resim 2.7).



Resim 2.6. Raoul jobin konser salonu (Mignerone ve diğerleri, 2008)



Resim 2.7. Raoul jobin konser salonu sahne görünümü (Mignerone ve diğerleri, 2008)

İspanyada bulunan Kursaal Oditoryumunda duvarlarda bulunan hareketli perde sistemleri kullanılarak, farklı işlevler için 1,86 saniye ve 1,30 saniye arasında değişen reverberasyon süreleri sağlanabilmektedir (Purchades, 2010).



Resim 2.8. Kursaal Oditoryumu duvarlarında bulunan hareketli perde sistemleri (Purchades, 2010)

Norveç, Oslo'da bulunan Scene II Oditoryumunda tavanda bulunan perde sistemi kullanılarak farklı işlevler için 1,50 saniye ve 0,80 saniye arasında değişen reverberasyon süreleri elde edilmiştir (Buen ve Strand, 2008).



Şekil 2.11. Scene II Oditoryumunda tavanda bulunan perde sistemi (Buen ve Strand, 2008).

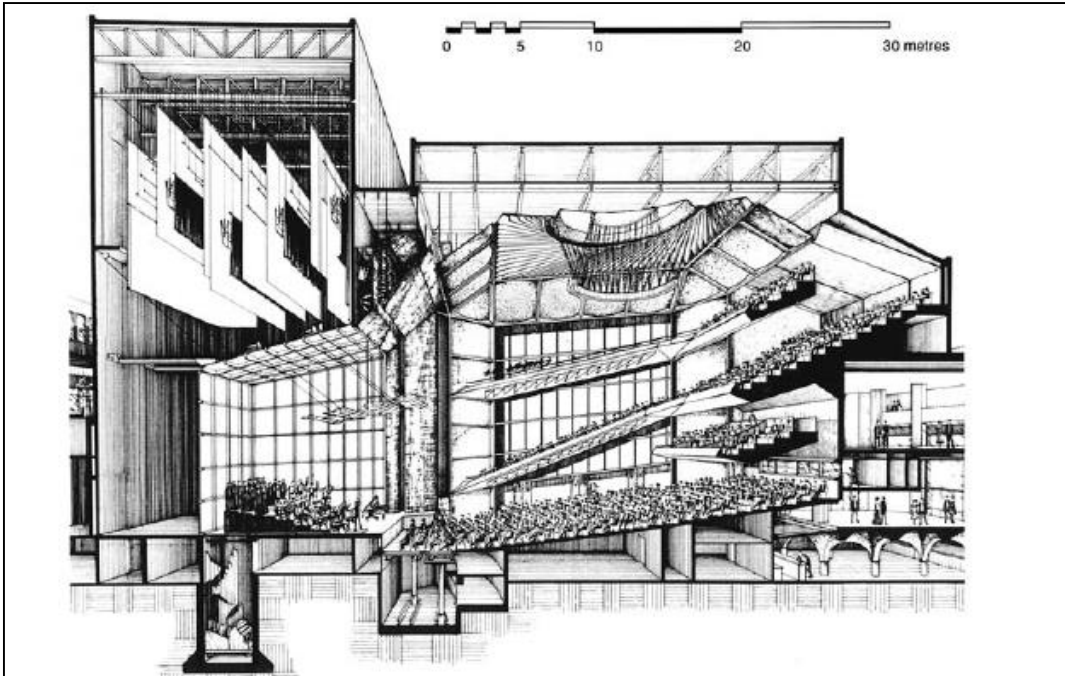
Japonyada bulunan Toppan Oditoryumunda hareketli duvar panelleri kullanılarak salondaki toplam yutuculuk değeri kontrol edilebilir hale getirilmiştir (Resim 2.9). Reverberasyon süresi 1,1 saniye ve 1,4 saniye arasında değiştirilebilen salonda konuşma ve müzik işlevleri için uygun akustik konfor koşulları sağlanmıştır (Türkmen, 2013).



Resim 2.9. Toppan Oditoryumu hareketli duvar panelleri ve salon genel görünümü (Türkmen, 2013)

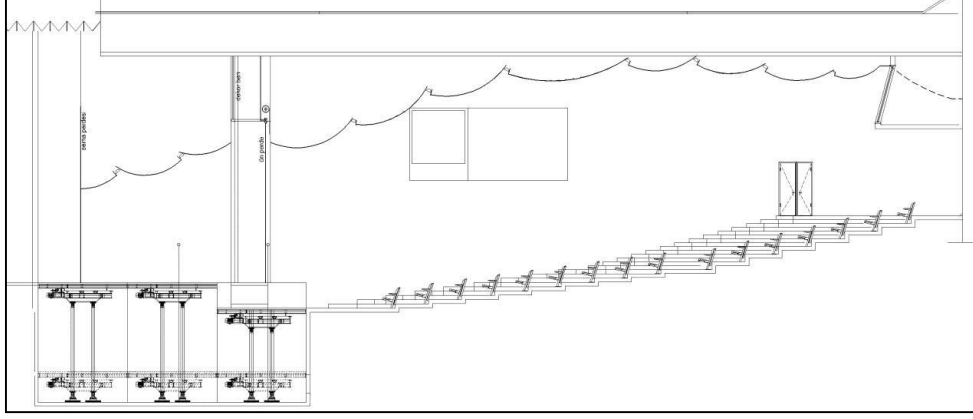
2.2.3. Sahnenin akustik konfor koşullarının değiştirilmesine yönelik uygulamalar

Milwaukee Performans Sanatları Merkezinde yer alan Uihlein Salonu, 2327 kişilik bir kapasiteye sahiptir. Opera işlevine hizmet veren salon, orkestra kabuğu sistemi kurularak konser işlevine de uygun hale getirilmektedir. (Barron, 2010)

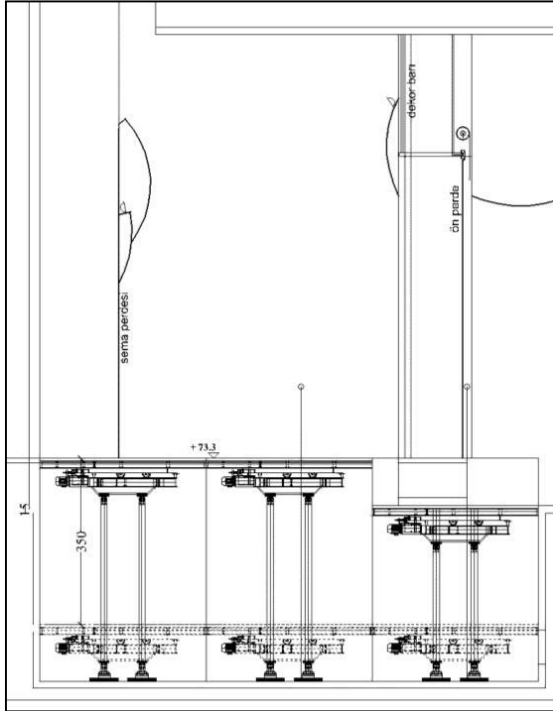


Şekil 2.12. Uihlein Salonu kesitinde orkestra kabuğu yerleşimi (Barron, 2010)

İski 2. Genel Müdürlük Çok Amaçlı Salonu'nun Akustik Projelendirilmesi üzerine yapılan çalışmada, salonun konser ve tiyatro kullanımına uygun reverberasyon süreleri elde etmek amacıyla sahne üzerinde hareketli paneller önerilmiştir (Yılmaz ve Çelebi, 2011).



Şekil 2.13. Çok amaçlı salon konser kullanımı (Yılmaz ve Çelebi, 2011)



Şekil 2.14. Çok amaçlı salon tiyatro kullanımında panellerin depolanması (Yılmaz ve Çelebi, 2011)

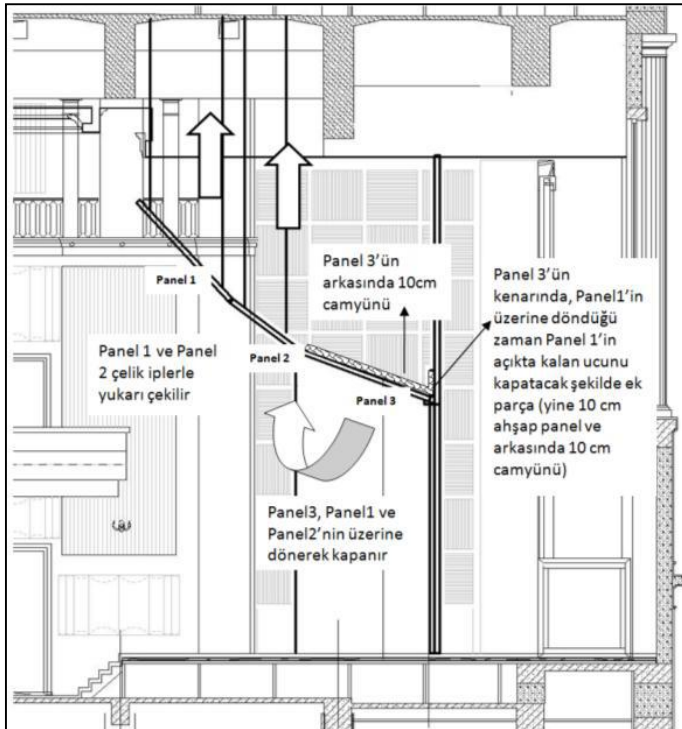
Azerbaycan Bakü Nizami Büyük Sinema Salonu'nun Akustik Projelendirilmesi üzerine yapılan çalışmada hedef, mekânın sinema ve konferans salonu olarak kullanılmasıdır. Salon tarihi bir binada olduğu için salon hacmine müdahale edilememiştir. Bu nedenle, toplam

emicilik değeri artırılarak, reverberasyon süresi ortalamanın altına indirilmiş ve sinema fonksiyonu için mekanda akustik açıdan ölü bir ortam oluşturulmuştur (Yılmaz ve Dinçer, 2011).



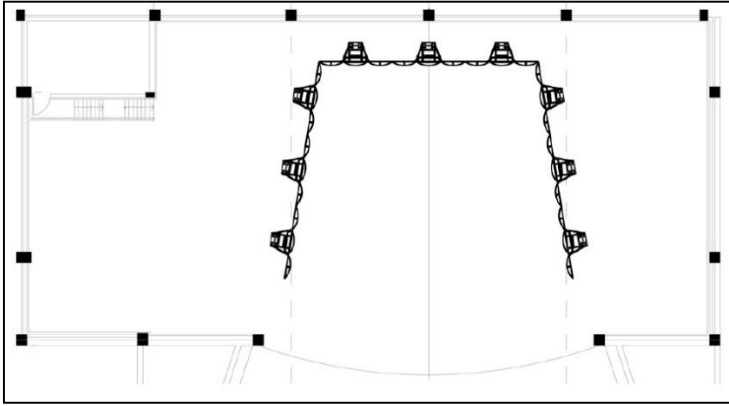
Şekil 2.15. Sinema kullanımı kesiti (Yılmaz ve Dinçer, 2011)

Sinema salonunun konferans salonu olarak da kullanılabilmesi için sahne üzerinde Şekil 2.16’da ayrıntıları verilen bir kabuk tasarımı yapılmıştır. Reverberasyon süresi konferans salonu kullanımına uygun olacak şekilde tasarlanmıştır (Yılmaz ve Dinçer, 2011).

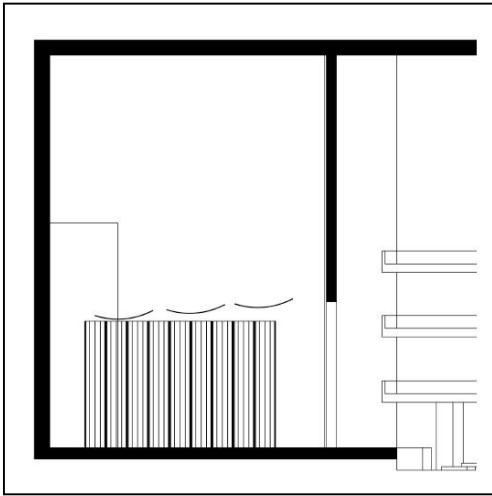


Şekil 2.16. Konferans kullanımı kesiti (Yılmaz ve Dinçer, 2011)

Maiorino ve Bertoli (2012), çok amaçlı bir salonda tasarladıkları saçıcı yüzeye sahip orkestra kabuğunun, dinleyicilerin akustik konforunu artırmanın yanında, sahnedeki sanatçıların kendilerini ve birbirlerini daha iyi duymalarını sağlayarak, orkestranın dengesi üzerinde olumlu etki yaptığını ortaya koymuşlardır.

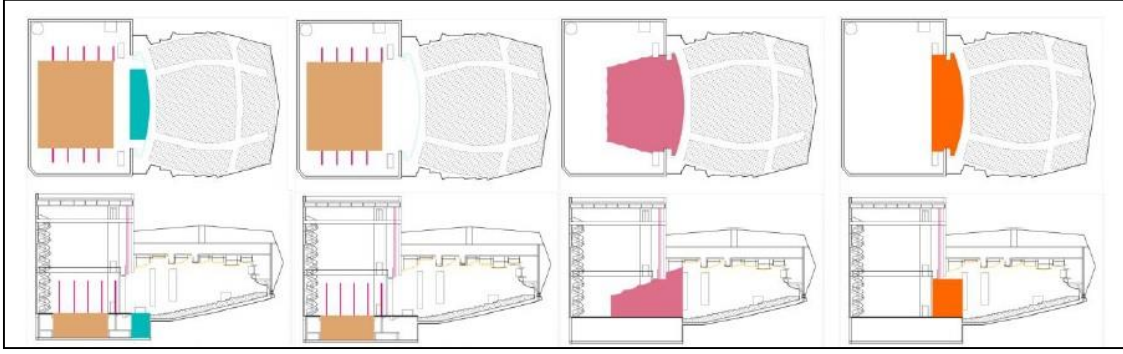


Şekil 2.17. Orkestra kabuğu planı (Maiorino ve Bertoli, 2012)



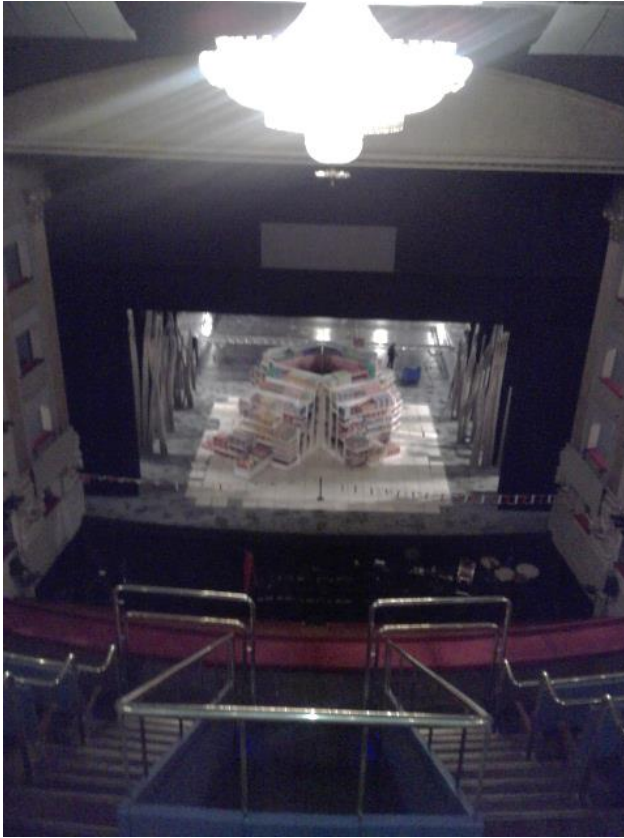
Şekil 2.18. Orkestra kabuğu kesiti (Maiorino ve Bertoli, 2012)

Ergin ve Can (2013), Tıldız Teknik Üniversitesi Merkez Kampüs Kongre Merkezi Çok Amaçlı Salonu'na ilişkin çalışmalarında, hareketli orkestra çukuru ve hareketli orkestra kabuğu sistemlerini kullanarak opera, tiyatro, konser ve konferans işlevleri için uygun akustik konfor koşullarını sağlamışlardır.



Şekil 2.19. Soldan sağa opera, tiyatro, konser ve konferans senaryoları (Ergin ve Can, 2013)

19. yüzyılın ortalarında yapımı tamamlanan Madrid Opera Binasında (Teatro Real), yaklaşık 1800 kişilik seyirci kapasitesiyle opera işlevine hizmet veren bir salon bulunmaktadır (Resim 2.10). Salon, opera işlevinin yanında, sahneye kurulup kaldırılabilen bir orkestra kabuğu sistemiyle konser işlevine de uygun hale getirilmektedir (Resim 2.11).

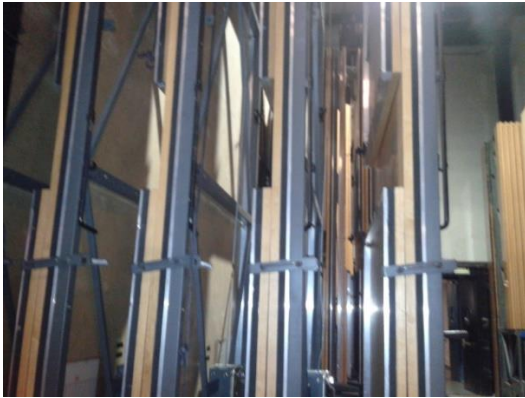


Resim 2.10. Madrid opera binası sahne görünümü



Resim 2.11. Madrid opera binası konser işlevi sahne görünümü (www.esmadrid.com, 2020)

Madrid Opera Binasında, konser işlevi için kullanılan orkestra kabuğu, diğer zamanlarda toplanıp depolarda muhafaza edilmektedir (Resim 2.12).



Resim 2.12. Madrid opera binası orkestra kabuğunun toplanmış ve depolanmış görünümü

Araştırma sürecinde, salon hacmine müdahale için hareketli asma tavan ve hareketli oturma alanı sistemlerinin kullanıldığı görülmüştür. Salon kaplama malzemelerinin ses yutucu özelliklerinin değiştirilmesi amacıyla akustik perde sistemlerinin ve hareketli duvar panellerinin kullanıldığı yine yapılan literatür araştırmasıyla ortaya konulmuştur. Sahneye yapılan müdahalelerin ise; orkestra çukuru kullanımı ve orkestra kabuğu tasarımı olduğunu söyleyebiliriz. Tasarlanan bu sistemler, maliyetin yüksek olması ve uygulanabilirlik imkanları düşünülerek, genellikle tasarım aşamasındaki projelerde kullanılmışlardır.

Tezin bundan sonraki bölümlerinde; bahse konu müdahalelerden hangilerinin ve ne şekilde mevcut çok amaçlı salonlara uygulanabileceği tartışılmış ve farklı işlevler için akustik konfor koşullarının sağlanıp sağlanamadığı belirlenmeye çalışılmıştır.

3. KÜLTÜR MERKEZLERİ VE ÇOK AMAÇLI SALONLAR

Ülkemizde Kültür Merkezi adı ile açılan ilk binanın İstanbul Atatürk Kültür Merkezi olduğu daha önce çalışma kapsamında belirtilmiştir. Bina 1969’ da İstanbul Kültür Sarayı adı ile hizmete açılmış ancak 1970 yılında bir oyun sırasında çıkan yangında büyük zarar görmüştür. 1977 yılına kadar süren onarımlar sonucu İstanbul Atatürk Kültür Merkezi adı ile yeniden açılmıştır.



Resim 3.1. İstanbul Atatürk kültür merkezi (KMDB Arşivi, 2019)

Ülkemiz genelinde; Kültür ve Turizm Bakanlığı, Yatırım ve İşletmeler Genel Müdürlüğü, Kültür Merkezleri Daire Başkanlığı tarafından yapımı tamamlanmış olan 116 adet Kültür Merkezi bulunmakta ve 17’sinin inşasına devam edilmektedir. Bu Kültür Merkezlerinin neredeyse tamamında konferans, tiyatro, konser ve opera gibi birden fazla işleve hizmet veren çok amaçlı salonlar bulunmaktadır.

3.1. Kültür Merkezi Kavramı

Kültür merkezleri toplumlarda etkileşim ortamı yaratan mekânlardır. Sanat ve insan, sanat ve sosyal refah, sanat ve toplum arasında ilişki kurmaya ve etkileşim yolları aramaya çalışırlar (Lane,1978).

2009 yılında Resmi Gazetede yayımlanarak yürürlüğe giren “Kültür Yatırımlarının ve Girişimlerinin Belgelendirilmesine Ve Niteliklerine İlişkin Yönetmelik” in 18. maddesinde Kültür Merkezleri, “kültürel araştırma, üretim, koruma, sergileme, sanat ve kültür dallarında eğitim ve öğretim faaliyetlerine uygun üniteleri bünyesinde barındıran kompleksler” olarak tanımlanmaktadır. Aynı yönetmeliğin 19. maddesinde ise çok amaçlı salonlar, “uygun donanımına sahip bir sahne ile seyircilerin sahneyi kolaylıkla izlemesine olanak sağlayan seyirci salonu düzenlemesinden oluşan; tiyatro, sinema, dans, konferans gibi kültürel, sanatsal ve bilimsel faaliyetlerin gerçekleştirilebileceği bir salon ile buraya hizmet veren yan mahallerden oluşan tesisler” olarak tanımlanmıştır.

İhtiyaç programlarının hazırlanmasında, Kültür Merkezleri’nin yapılacağı İl ya da İlçenin nüfusu, kültürel, sosyal ve tarihi yapısı ve buna bağlı olarak ihtiyaç duyulan aktivitelerin nitelikleri belirleyici kriterler olmaktadır. Kültür Merkezi tasarımında öncelikli fonksiyon salondur. Binanın merkezinde yer alan salonun büyüklüğü, ona bağlı olan diğer mekanları da etkiler. Bu nedenle kültür merkezi ihtiyaç programı belirlenirken İl ya da İlçenin ne büyüklükte bir salona ihtiyacı olduğunun çok iyi belirlenmesi gerekir (KMDB Arşivi).

Kültür Merkezleri Daire Başkanlığı arşivlerinde yapılan araştırmalarda, Kültür Merkezi projelerinin elde edilme yöntemlerinin 3 başlık altında toplandığı görülmektedir. Bunlar, tip proje uygulamaları, özgün proje uygulamaları ve proje yarışmaları olarak sıralanabilir. Aşağıda farklı ilçelerde uygulanmış Tip-1 Kültür Merkezi fotoğrafları yer almaktadır (Resim 3.2, Resim 3.3).



Resim 3.2. Bitlis Tatvan kültür merkezi (KMDB Arşivi, 2019)



Resim 3.3. Uşak Eşme kültür merkezi (KMDB Arşivi, 2019)

3.2. Kültür Merkezleri Çok Amaçlı Salonlarının Akustik Konfor Koşullarının Belirlenmesine Yönelik Yapılan Ölçümler

Çalışmanın başında ortaya koyulan hipotezlerden ilki; bir salonda aynı fiziksel koşullarla farklı işlevlere ait akustik konfor koşullarının sağlanmasının mümkün olmayacağı şeklindeydi. Bu hipotezi desteklemek amacıyla farklı şehirlerde yer alan 3 adet kültür merkezinde (Tarsus 75. Yıl Kültür Merkezi, Gülnar Kültür Merkezi ve Yozgat Yerköy Kültür Merkezi), yerinde ölçüm tekniğiyle akustik konfor koşullarının belirlenmesine yönelik çalışma yapılmıştır.

3.2.1. Tarsus 75. Yıl Kültür Merkezi çok amaçlı salonunda yapılan akustik ölçüm ve sonuçları



Resim 3.4. Tarsus 75. yıl kültür merkezi genel görünüm (KMDB Arşivi, 2019)

Kültür ve Turizm Bakanlığı'na tamamlanarak 1998 yılında hizmete açılan Tarsus 75. Yıl Kültür Merkezi'nde 475 kişilik ve 189 kişilik olmak üzere, 2 adet çok amaçlı salon bulunmaktadır. Binada ayrıca sergi salonu, okuma salonları, atölyeler, kafeterya, idari birimler ile teknik hacimler yer almaktadır.

Ölçümler, 11.05.2014 tarihinde binaya gidilerek 475 kişilik çok amaçlı salonda gerçekleştirilmiştir. Salondaki ölçümler, salon boşken yapılmıştır. Ölçüm düzeneği aşağıda verilen Brüel&Kjaer marka cihazlar kullanılarak ve standartlara uygun şekilde kurulmuştur.

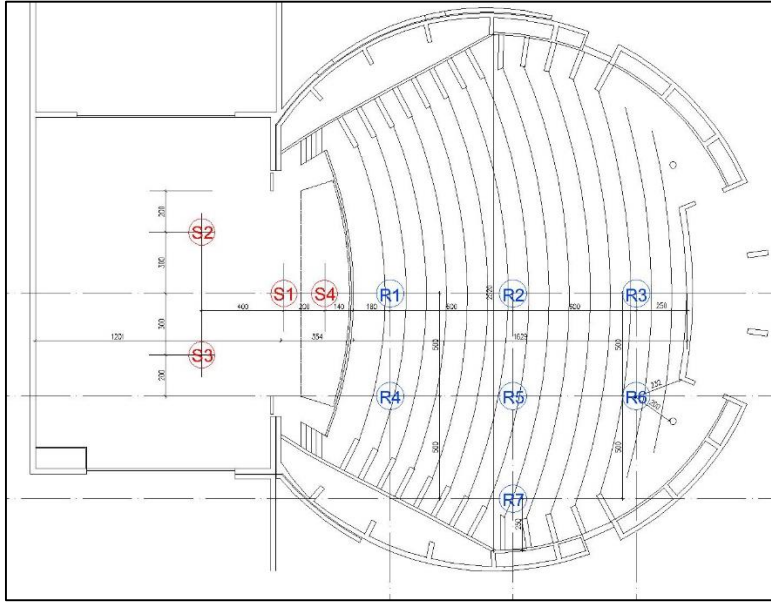
- Ses Kaynağı (122dB-re:1pW)
- 2734-A : Güç yükselticisi (500W)
- 4192 1½ inç Mikrofon
- 2669-B Mikrofon önyükselticisi



Resim 3.5. Tarsus 75. yıl kültür merkezi sahneden salona bakış

Salon 475 kişilik olduğundan, ISO 3382-1'e göre; 6 mikrofon ve 1 ses kaynağı yeterli olmaktadır. Ancak, daha sağlıklı ve detaylı bir ölçüm yapılabilmesi için, 7 tane mikrofon simetrik dinleyici alanının tek tarafına salonu temsil edecek şekilde yerleştirilmiştir.

ISO 3382-1'e göre; büyük salonlar için en az üç, küçük salonlar için bir kaynak yeterli olmaktadır. Salonun opera kullanımındaki akustik koşullarını da belirleyebilmek amacıyla bir tanesi (S4) orkestra çukurunun içerisinde yer alacak şekilde, 4 adet kaynak noktası belirlenmiştir.



Şekil 3.1. Kaynak ve alıcı noktalarının yerleşimi



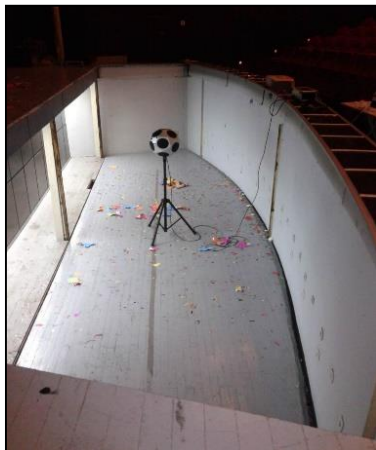
Resim 3.6. Tarsus 75. yıl kültür merkezi salondan sahneye bakış

Sahne de orkestra çukuru açıkken, opera kullanımına ilişkin yapılan ölçümler sonucunda elde edilen frekans bazındaki reverberasyon süreleri izelge 3.2 ' de verilmiştir. 7 alıcı noktası için, S4 kaynağı aktif durumdayken elde edilen değerler kullanılarak 500 Hz ortalaması $T_{30(500)} = 1,92$ sn, 1000 Hz ortalaması $T_{30(1000)} = 1,73$ sn ve $T_{30mid} = 1,82$ sn olarak hesaplanmıştır.

Çizelge 3.2. Opera kullanımını ölçüm sonuçları

TARSUS KM	Frekans Bazında Elde Edilen Reverberasyon Süresi Değerleri (sn)							
Kaynak ve Alıcı Noktaları	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz
S4-R1	-	1,89	2,14	2,03	1,72	1,43	1,24	0,86
S4-R2	-	1,96	2,10	1,95	1,72	1,48	1,24	1,03
S4-R3	-	2,35	2,08	1,88	1,73	1,58	1,27	0,93
S4-R4	-	2,13	2,13	1,79	1,78	1,45	1,22	0,91
S4-R5	-	1,89	2,45	2,02	1,76	1,47	1,25	0,94
S4-R6	-	1,50	2,26	1,88	1,68	1,54	1,34	0,93
S4-R7	-	2,25	2,44	1,89	1,72	1,48	1,32	0,94
Ortalama				1,92	1,73			
T _{30mid}	1,82							

Orkestra ukuru açıkken, salon hacminin artmış olmasına rağmen reverberasyon süresinin düşmesinin çukurun rezonatör etkisinden kaynaklandığı değerlendirilmektedir.



Resim 3.7. Orkestra çukurunda ses kaynağı görünümü

3.2.2. Gülnar Kültür Merkezi (Tip A-1) çok amaçlı salonunda yapılan akustik ölçüm ve sonuçları

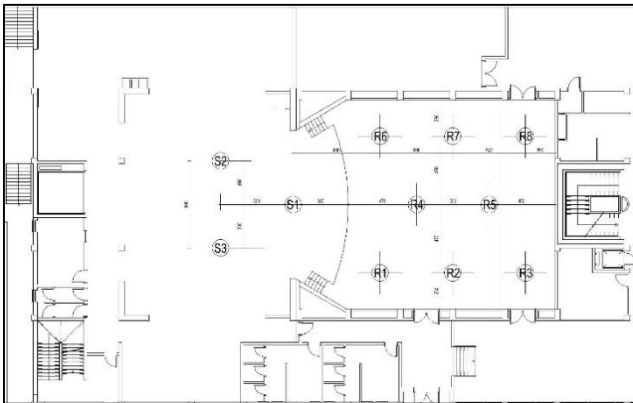
Ölçümler 28.10.2017 tarihinde gerçekleştirilmiştir. Salondaki ölçümler, salon boşken yapılmıştır. Ölçüm düzeneği aşağıda verilen Brüel&Kjaer marka cihazlar kullanılarak ve standartlara uygun şekilde kurulmuştur.

- Ses Kaynağı (122dB-re:1pW)
- 2734-A : Güç yükselticisi (500W)
- 4192 1½ inç Mikrofon
- 2669-B Mikrofon önyükselticisi



Resim 3.8. Gülnar kültür merkezi sahneden salona bakış

Binada bulunan 300 kişilik çok amaçlı salonda akustik konfor koşullarını belirlemek amacıyla yerleri ve sayıları ISO 3382-1'e uygun olarak belirlenen 8 mikrofon ve 3 ses kaynağı salona ve sahneye yerleştirilmiştir.



Şekil 3.2. Kaynak ve alıcı nokta yerleşimi



Resim 3.9. Gülnar kültür merkezi projeksiyon odasından sahneye bakış

Gülnar Kültür Merkezi çok amaçlı salonunda yapılan ölçümler sonucunda, konferans, tiyatro ve konser kullanımına ilişkin elde edilen frekans bazındaki reverberasyon süreleri Çizelge 3.3’de verilmiştir. 8 alıcı noktası için, S1, S2 ve S3 kaynakları aktif durumdayken elde edilen değerler kullanılarak 500 Hz ortalaması $T_{30(500)} = 2,59$ sn, 1000 Hz ortalaması $T_{30(1000)} = 2,40$ sn ve $T_{30mid} = 2,49$ sn olarak hesaplanmıştır.



Resim 3.10. Sahnede yer alan ses kaynağı görünümü

3.2.3. Yozgat Yerköy Kültür Merkezi (Tip A-1) çok amaçlı salonunda yapılan akustik ölçüm ve sonuçları

Bakanlığın salon tamamlanmadan önce Yozgat Bozok Üniversitesi'ne devrettiği Yozgat Yerköy Kültür Merkezi, Üniversite tarafından tamamlanmıştır. Salon boyutlarında değişiklik olmamasına rağmen kaplama malzemeleri tamamen yutucu malzemelerden seçilmiştir. Bu uygulamanın nasıl sonuçlar verdiğinin tespit edilmesi amacıyla 19.05.2017 tarihinde binaya gidilerek ölçüm gerçekleştirilmiştir. Salondaki ölçümler, salon boşken yapılmıştır. Ölçüm düzeneği aşağıda verilen Brüel&Kjaer marka cihazlar kullanılarak ve standartlara uygun şekilde kurulmuştur.

- Ses Kaynağı (122dB-re:1pW)
- 2734-A: Güç yükselticisi (500W)
- 4192 1½ inç Mikrofon
- 2669-B Mikrofon önyükselticisi

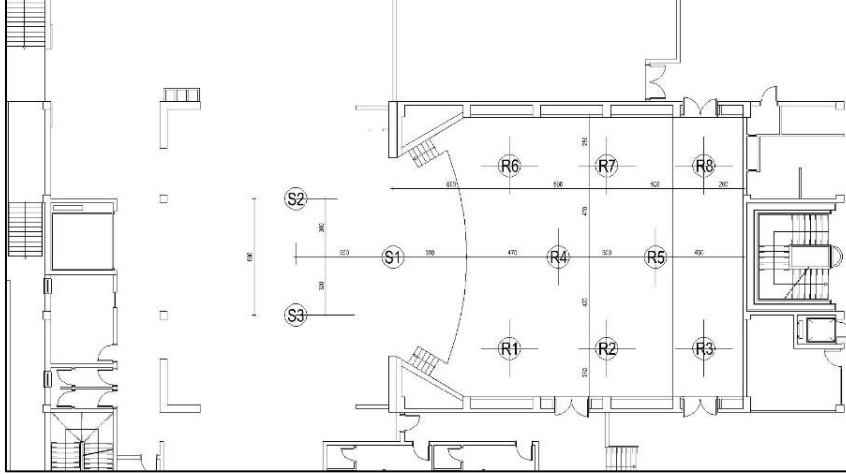


Resim 3.11. Yozgat Yerköy kültür merkezi çok amaçlı salonu salon görünümü



Resim 3.12. Yozgat Yerköy kültür merkezi çok amaçlı salonu salondan sahneye bakış

Binada bulunan 300 kişilik çok amaçlı salonda akustik konfor koşullarını belirlemek amacıyla yerleri ve sayıları ISO 3382-1'e uygun olarak belirlenen 8 mikrofon ve 3 ses kaynağı salona ve sahneye yerleştirilmiştir.



Şekil 3.3. Kaynak ve alıcı nokta yerleşimi



(a)



(b)

Resim 3.13. Sahneye yerleştirilen ses kaynağı (a) ve salonda mikrofon görünümü (b)

Yozgat Yerköy Kültür Merkezi çok amaçlı salonunda yapılan ölçümler sonucunda, konferans, tiyatro ve konser kullanımına ilişkin elde edilen frekans bazındaki reverberasyon süreleri Çizelge 3.4' de verilmiştir. 8 alıcı noktası için, S1, S2 ve S3 kaynakları aktif

3.3. Kültür Merkezleri  ok Amaçlı Salonlarının Akustik Konfor Koşullarının Belirlenmesine Yönelik Yapılan Laboratuvar Testi Ve Sonuçları

 l  m sonuçlarında reverberasyon süresinin literatürde önerilen değerlerin üzerinde çıkmasının en önemli sebebinin, yüksek oranda yansıtıcı olan salon kaplama malzemeleri olduğu değerlendirilmektedir. Çalışma sürecinde simülasyon çalışmaları öncelikle Odeon kütüphanesinde yer alan materyallerle yapılmış, ancak ilerleyen süreçte salonda kullanılan kaplama malzemesinin ses yutma değerlerinin belirlenmesi gerekliliği ortaya çıkmıştır.

Bu doğrultuda öncelikle, bakım ve onarımı planlanan bir Kültür Merkezi çok amaçlı salonundan sökülecek duvar kaplama malzemelerin TSE Tuzla Akustik Laboratuvarı'nda ölçümlerinin yapılması planlanmıştır. Ancak  alı ma sürecinde Bakanlık tarafından onarımına ba lanılan bir Kültür Merkezi olmadığından “18 mm sunta üzeri doğal ahşap kaplama” paneller ilgili ölçüm standartlarına uygun boyutlarda atölye ortamında üretilmiştir.



Resim 3.14. Atölye ortamında üretilen panellerin görünümü

69x130 cm boyutlarında hazırlanan sunta panellerin doğal ahşap kaplaması kayın ağacı ile yapılmıştır. Daha sonra 2 kat dolgu verni i ve son kat vernik uygulaması yapılmıştır.



Resim 3.15. Atölye ortamında üretilen panellerin son kat vernik sonrası görünümü

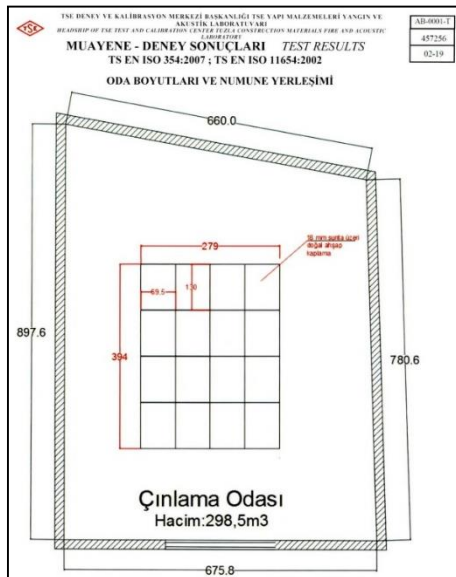
Panellerin ses yutma katsayısı testleri, 15.02.2019 tarihinde TSE Tuzla Akustik Laboratuvarında TS EN ISO 354:2007 ve TS EN ISO 11654:2002 standartlarına uygun şekilde yapılmıştır.



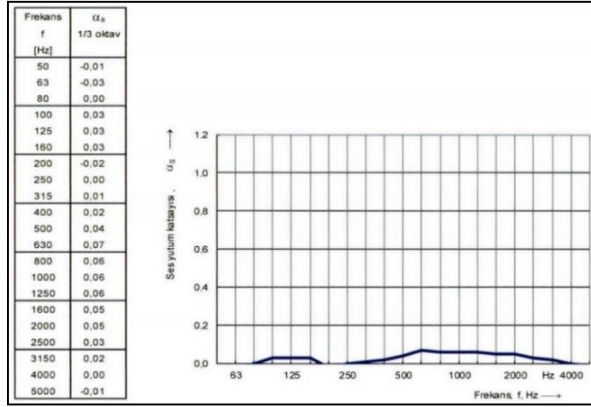
Resim 3.16. Panellerin test odasındaki yerleşimi



Resim 3.17. Test odası genel görünümü



Şekil 3.4. Test odası boyutları ve numune yerleşimi



Şekil 3.5. Test sonuçlarının frekans bazında ve grafik olarak gösterimi

Yapılan test sonucu elde edilen veriler simülasyonlarda ilk kullanılan değerlerle karşılaştırmalı olarak Çizelge 3.5’ te verilmiştir.

Çizelge 3.5. Test sonuçlarının simülasyonlarda kullanılan ilk değerlerle karşılaştırılması

	Malzeme	Yutuculuk Değeri (Hz)							
		63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Simulasyonda İlk Kullanılan Değerler	Sunta Üzeri Doğal Ahşap Kaplama	0,18	0,18	0,12	0,10	0,09	0,08	0,07	0,07
Laboratuvar Test Sonuçları	Sunta Üzeri Kayın Kaplama	0,00	0,03	0,00	0,04	0,06	0,05	0,00	0,00

3.4. Kültür Merkezleri Çok Amaçlı Salonlarının Akustik Konfor Koşullarının Belirlenmesine Yönelik Yapılan Simülasyonlar ve Sonuçları

Kültür ve Turizm Bakanlığı’na bağlı çok amaçlı salonlarda yapılan ölçümler sonucu elde edilen veriler, hacimlerin olması gerekenden yüksek reverberasyon sürelerine sahip olduğunu ortaya koymuştur. Çalışmanın devamında önerilecek yöntemin sınanması amacıyla ölçüm yapılan salonların simülasyon ortamına aktararak mevcut duruma ait verilerin sayısallaştırılması sağlanmıştır.

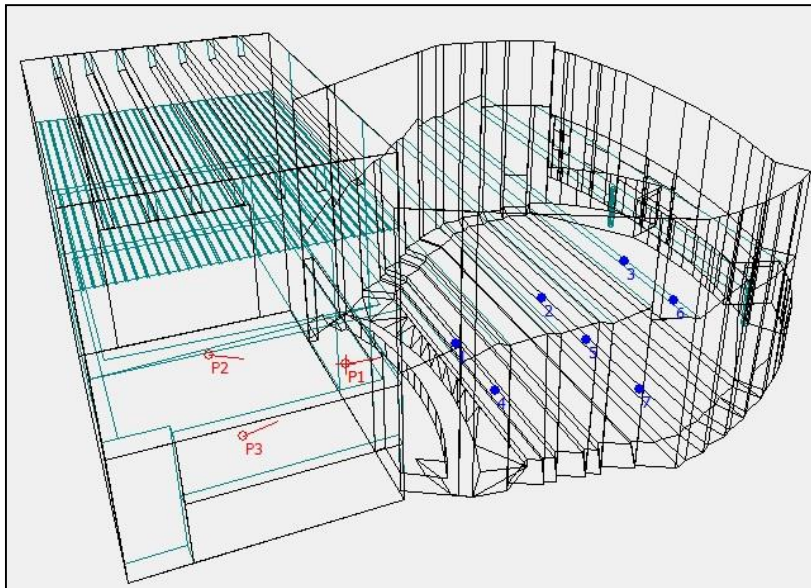
3.4.1. Tarsus 75. Yıl Kültür Merkezi akustik simülasyon ve sonuçları

Çok amaçlı salonun akustik koşullarını belirlemek ve ölçüm sonuçlarıyla karşılaştırmak amacıyla, simulasyon programı olarak ODEON 10.02 Combined versiyonu seçilmiştir. Salonun konferans, tiyatro ve konser kullanımı ile opera kullanımı olmak üzere iki farklı analiz yapılmıştır. Kullanılan malzemeler ve yutuculuk değerleri Çizelge 3.6’da verilmiştir.

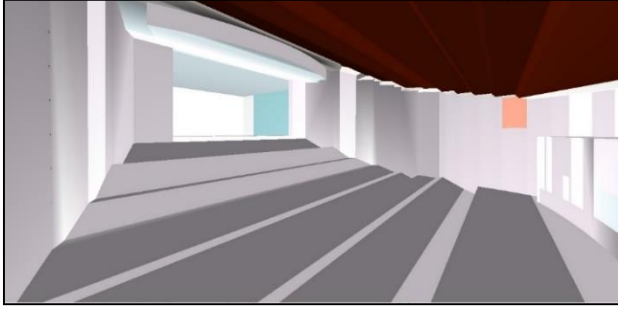
Çizelge 3.6. Simülasyonlarda kullanılan malzemelerin yutuculuk değerleri

Yüzey	Malzeme	Saçıcılık Değeri	Frekans Bazında Yutuculuk Değerleri							
			63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz
Salon Tavanı	Sunta Üzeri Kayın Kaplama	0,05	0,00	0,03	0,00	0,04	0,06	0,05	0,00	0,00
Salon Yan ve arka duvarları	Sunta Üzeri Kayın Kaplama	0,05	0,00	0,03	0,00	0,04	0,06	0,05	0,00	0,00
Salon asma tavan üstü yan-ön ve arka duvar	Kaba sıva (kireç-çimento)	0,05	0,01	0,01	0,05	0,06	0,07	0,09	0,08	0,08
Dinleyici koltukları	Orta yutuculukta kumaş kaplı koltuk	0,05	0,62	0,62	0,72	0,80	0,83	0,84	0,85	0,85
Salon Zemin	Beton üzerine pvc kaplama	0,05	0,02	0,02	0,02	0,03	0,04	0,04	0,05	0,05
Sahne ve orkestra çukuru zemini	Yüzer döşeme üzeri ahşap kaplama	0,05	0,10	0,10	0,07	0,05	0,06	0,06	0,06	0,06
Sahne arka duvarı ve yan sahne duvarları	Alçı sıva+boya	0,05	0,01	0,01	0,05	0,06	0,07	0,09	0,08	0,08
Sahne ve salon üstü nervür döşeme	Kaba beton(boyalı ya da sıvalı)	0,05	0,01	0,01	0,05	0,06	0,07	0,09	0,08	0,08
Projeksiyon odası penceresi	Aralarında 10 mm boşluk olan 2-3 mm kalınlığında çift cam	0,05	0,10	0,10	0,07	0,05	0,03	0,02	0,02	0,02
Tüm metal yüzeyler	Metal profil	0,05	0,40	0,30	0,25	0,20	0,10	0,10	0,15	0,15
Kapı önlerinde ve sahne içinde perde	Kalın kumaş perde 0,33 kg/m2	0,05	0,03	0,03	0,12	0,15	0,27	0,37	0,42	0,42

Salonun konferans, tiyatro ve konser kullanımındaki akustik konfor koşullarını belirlemek amacıyla S1, S2 ve S3 kaynakları aktifken yapılan analiz sonucunda 500 Hz ortalaması $T_{30(500)} = 2,16$ sn, 1000 Hz ortalaması $T_{30(1000)} = 2,28$ sn ve $T_{30mid} = 2,22$ sn olarak elde edilmiştir (Çizelge 3.7).



Şekil 3.6. Odeon kaynak ve alıcı noktaları görünümü (konferans, tiyatro ve konser işlevi)



Resim 3.18. Odeon salondan sahneye bakış (konferans, tiyatro ve konser işlevi)

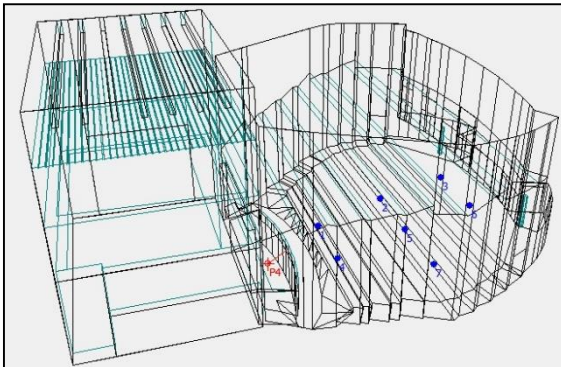


Resim 3.19. Odeon sahneden salona bakış (konferans, tiyatro ve konser işlevi)

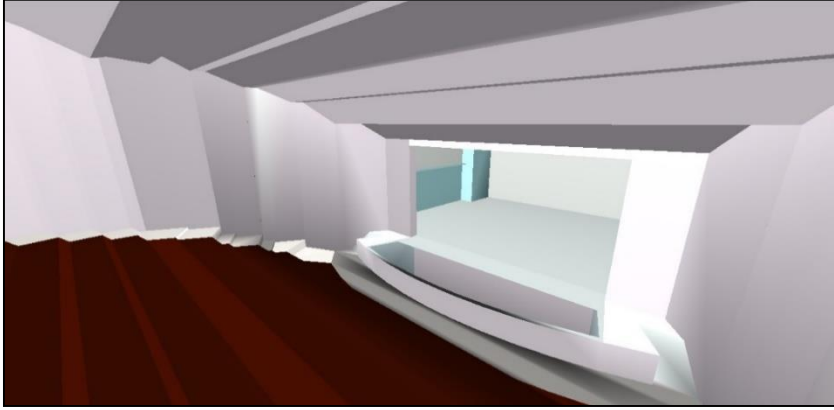
Çizelge 3.7. Frekans bazında reverberasyon süresi değerleri (konferans, tiyatro ve konser işlevi)

T30 (s)	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz
Min	1,67	1,86	1,87	2,13	2,21	2,06	1,52	0,85
Max	1,79	2,00	1,97	2,21	2,32	2,15	1,57	0,89
Aver.	1,74	1,92	1,91	2,16	2,28	2,11	1,54	0,88

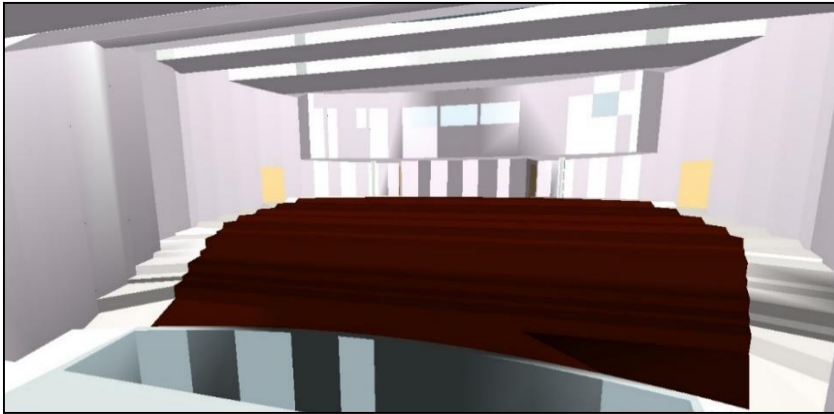
Salonun opera kullanımındaki akustik konfor koşullarını belirlemek amacıyla S4 kaynağı aktifken yapılan analiz sonucunda 500 Hz ortalaması $T_{30(500)} = 1,74$ sn, 1000 Hz ortalaması $T_{30(1000)} = 1,94$ sn ve $T_{30mid} = 1,84$ sn olarak elde edilmiştir (Çizelge 3.8).



Şekil 3.7. Odeon kaynak ve alıcı noktaları görünümü (opera işlevi)



Resim 3.20. Odeon salondan sahneye bakış (opera işlevi)



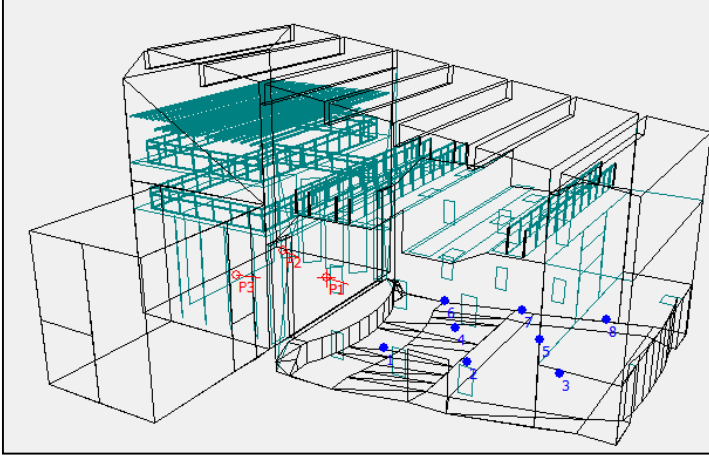
Resim 3.21. Odeon sahneden salona bakış (opera işlevi)

Çizelge 3.8. Frekans bazında reverberasyon süresi değerleri (opera işlevi)

T30 (s)	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz
Min	1,30	1,40	1,65	1,65	1,83	1,55	1,26	0,71
Max	1,39	1,48	1,77	1,81	2,01	1,71	1,36	0,78
Aver.	1,36	1,43	1,71	1,74	1,94	1,66	1,30	0,76

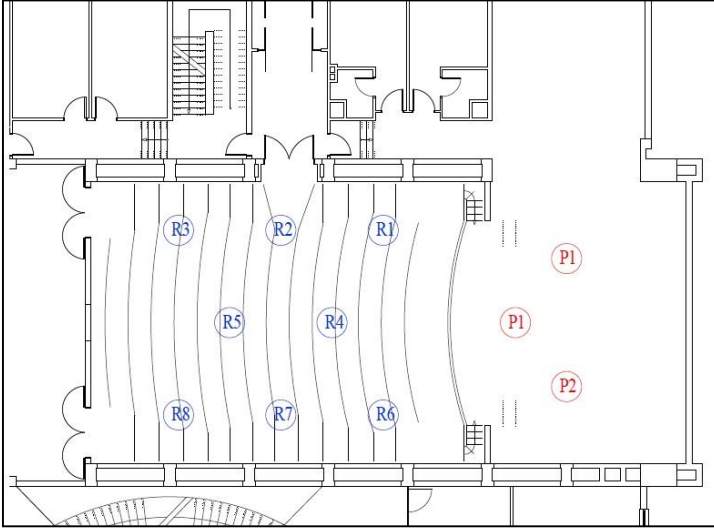
3.4.2. Tip-1 kültür merkezi akustik simülasyon ve sonuçları

Konferans, tiyatro ve konser işlevleri için aynı fiziksel şartlarda kullanılan Tip-1 Kültür Merkezi çok amaçlı salonunun akustik koşullarını belirlemek ve ölçüm sonuçlarıyla karşılaştırmak amacıyla, simülasyon programı olarak ODEON 10.02 Combined versiyonu seçilmiştir. Yapılan analizde kullanılan malzemeler ve yutuculuk değerleri Çizelge 3.9’ da verilmiştir.

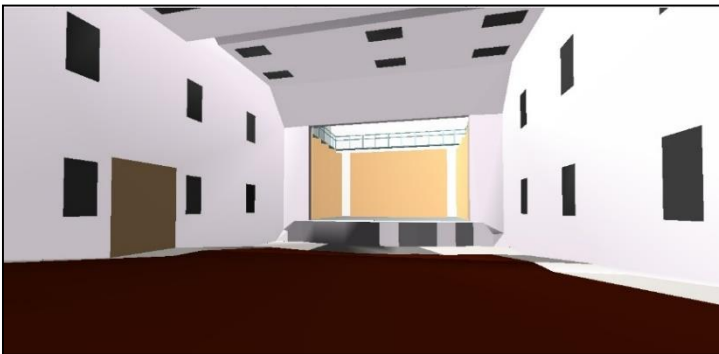


Şekil 3.8. Odeon kaynak ve alıcı noktaları görünümü

200 kişilik çok amaçlı salonda akustik konfor koşullarını belirlemek amacıyla yerleri ve sayıları ISO 3382-1'e uygun olarak belirlenen 8 mikrofon ve 3 ses kaynağı salona ve sahneye yerleştirilmiştir.



Şekil 3.9. Kaynak ve alıcı nokta yerleşimi



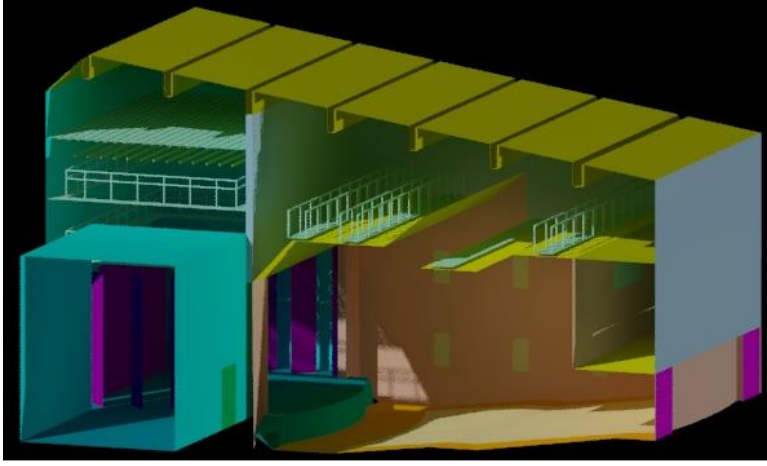
Resim 3.22. Odeon salondan sahneye bakış



Resim 3.23. Odeon sahneden salona bakış

Çizelge 3.9. Simülasyonlarda kullanılan malzemelerin yutuculuk değerleri

Yüzey	Malzeme	Saçıcılık Değeri	Frekans Bazında Yutuculuk Değerleri							
			63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz
Salon Tavanı	Sunta Üzeri Kayın Kaplama	0,05	0,00	0,03	0,00	0,04	0,06	0,05	0,00	0,00
Salon Yan ve arka duvarları	Sunta Üzeri Kayın Kaplama	0,05	0,00	0,03	0,00	0,04	0,06	0,05	0,00	0,00
Salon asma tavan üstü yan-ön ve arka duvar	Kaba sıva (kireç-çimento)	0,05	0,01	0,01	0,05	0,06	0,07	0,09	0,08	0,08
Dinleyici koltukları	Orta yutuculukta kumaş kaplı koltuk	0,05	0,62	0,62	0,72	0,80	0,83	0,84	0,85	0,85
Salon Zemin	Beton üzerine pvc kaplama	0,05	0,02	0,02	0,02	0,03	0,04	0,04	0,05	0,05
Sahne zemini	Yüzer döşeme üzeri ahşap kaplama	0,05	0,10	0,10	0,07	0,05	0,06	0,06	0,06	0,06
Sahne arka duvarı ve yan sahne duvarları	Alçı sıva+boya	0,05	0,01	0,01	0,05	0,06	0,07	0,09	0,08	0,08
Sahne ve salon üstü nervür döşeme	Kaba beton(boyalı ya da sıvalı)	0,05	0,01	0,01	0,05	0,06	0,07	0,09	0,08	0,08
Projeksiyon odası penceresi	Aralarında 10 mm boşluk olan 2-3 mm kalınlığında çift cam	0,05	0,10	0,10	0,07	0,05	0,03	0,02	0,02	0,02
Tüm metal yüzeyler	Metal profil	0,05	0,40	0,30	0,25	0,20	0,10	0,10	0,15	0,15
Kapı önlerinde ve sahne içinde perde	Kalın kumaş perde 0,33 kg/m2	0,05	0,03	0,03	0,12	0,15	0,27	0,37	0,42	0,42



Resim 3.24. 3D model görünümü

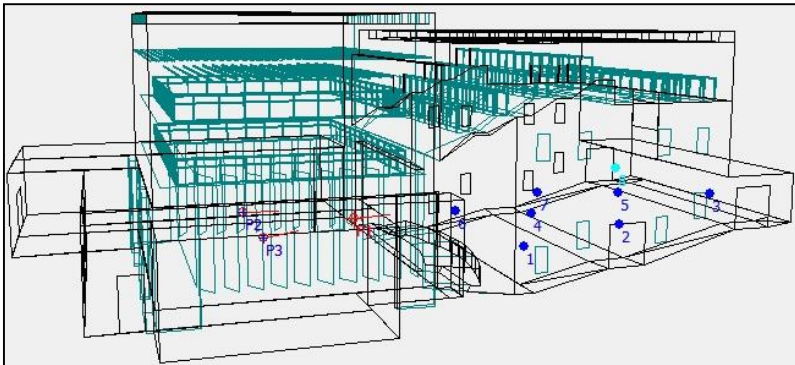
Yapılan simülasyon sonucunda 500 Hz ortalaması $T_{30(500)} = 2,16$ sn, 1000 Hz ortalaması $T_{30(1000)} = 2,11$ sn ve $T_{30mid} = 2,13$ sn olarak elde edilmiştir. Reverberasyon süresi değerlerinin frekans bazındaki dağılımı Çizelge 3.10’da verilmiştir.

Çizelge 3.10. Frekans bazında reverberasyon süresi değerleri

T30 (s)	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz
Min	1,79	1,90	2,16	2,10	2,06	1,79	1,28	0,75
Max	2,00	2,05	2,28	2,23	2,14	1,88	1,36	0,80
Aver.	1,89	1,95	2,24	2,16	2,11	1,83	1,33	0,77

3.4.3. Tip-A1 (Gülner) kültür merkezi akustik simülasyon ve sonuçları

Tip-A1 Kültür Merkezi çok amaçlı salonunun akustik koşullarını belirlemek ve ölçüm sonuçlarıyla karşılaştırmak amacıyla, simülasyon programı olarak ODEON 10.02 Combined versiyonu seçilmiştir.



Şekil 3.10. Odeon kaynak ve alıcı noktaları görünümü

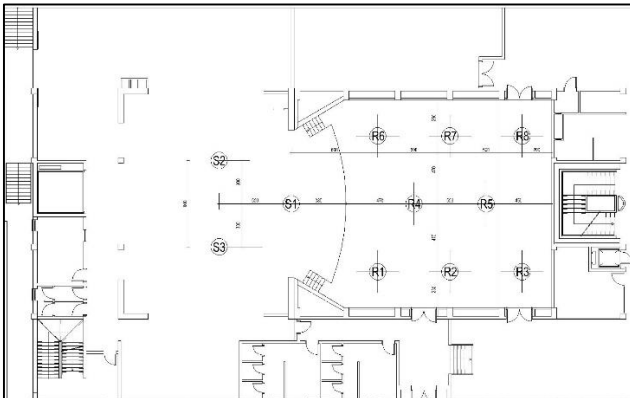


Resim 3.25. Odeon salondan sahneye bakış

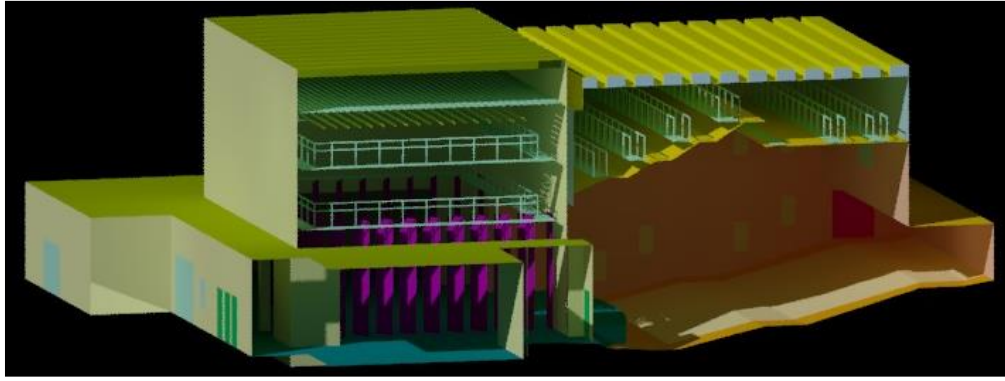


Resim 3.26. Odeon sahneden salona bakış

Konferans, tiyatro ve konser işlevleri için aynı fiziksel şartlarda kullanılan 300 kişilik çok amaçlı salonda akustik konfor koşullarını belirlemek amacıyla yerleri ve sayıları ISO 3382-1'e uygun olarak, 8 adet mikrofona ve 3 adet ses kaynağı sahneye yerleştirilmiştir.



Şekil 3.10. Kaynak ve alıcı nokta yerleşimi



Resim 3.27. 3D model görünümü

Bina aynı fiziksel şartlarda konferans, tiyatro ve konser işlevlerine hizmet verdiği için tek bir analiz yapılmıştır. Kullanılan malzemeler ve yutuculuk değerleri Çizelge 3.11’de verilmiştir.

Çizelge 3.11. Simülasyonlarda kullanılan malzemelerin yutuculuk özellikleri

Yüzey	Malzeme	Saçıcılık Değeri	Frekans Bazında Yutuculuk Değerleri							
			63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz
Salon Tavanı	Sunta Üzeri Kayın Kaplama	0,05	0,00	0,03	0,00	0,04	0,06	0,05	0,00	0,00
Salon Yan ve arka duvarları	Sunta Üzeri Kayın Kaplama	0,05	0,00	0,03	0,00	0,04	0,06	0,05	0,00	0,00
Salon asma tavan üstü yan-ön ve arka duvar	Kaba sıva (kireç-çimento)	0,05	0,01	0,01	0,05	0,06	0,07	0,09	0,08	0,08
Dinleyici koltukları	Orta yutuculukta kumaş kaplı koltuk	0,05	0,62	0,62	0,72	0,80	0,83	0,84	0,85	0,85
Salon Zemin	Beton üzerine pvc kaplama	0,05	0,02	0,02	0,02	0,03	0,04	0,04	0,05	0,05
Sahne zemini	Yüzer döşeme üzeri ahşap kaplama	0,05	0,10	0,10	0,07	0,05	0,06	0,06	0,06	0,06
Sahne arka duvarı ve yan sahne duvarları	Alçı sıva+boya	0,05	0,01	0,01	0,05	0,06	0,07	0,09	0,08	0,08
Sahne ve salon üstü nervür döşeme	Kaba beton(boyalı ya da sıvalı)	0,05	0,01	0,01	0,05	0,06	0,07	0,09	0,08	0,08
Projeksiyon odası penceresi	Aralarında 10 mm boşluk olan 2-3 mm kalınlığında çift cam	0,05	0,10	0,10	0,07	0,05	0,03	0,02	0,02	0,02
Tüm metal yüzeyler	Metal profil	0,05	0,40	0,30	0,25	0,20	0,10	0,10	0,15	0,15
Kapı önlerinde ve sahne içinde perde	Kalın kumaş perde 0,33 kg/m2	0,05	0,03	0,03	0,12	0,15	0,27	0,37	0,42	0,42

Simülasyon sonucunda konferans, tiyatro ve konser işlevleri için aynı fiziksel şartlarda kullanılan salonda reverberasyon süresi değerleri, 500 Hz ortalaması $T_{30(500)} = 2,47$ sn, 1000 Hz ortalaması $T_{30(1000)} = 2,20$ sn ve $T_{30mid} = 2,33$ sn olarak elde edilmiştir. Frekans bazında reverberasyon süresi değerleri Çizelge 3.12’de verilmiştir.

Çizelge 3.12. Alıcı noktalarına göre farklı frekanslardaki reverberasyon süresi dağılımı

T30 (s)	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz
Min	1,89	1,96	2,30	2,42	2,17	1,87	1,34	0,79
Max	2,00	2,04	2,38	2,52	2,23	1,89	1,41	0,84
Aver.	1,95	2,00	2,34	2,47	2,20	1,88	1,38	0,82

3.5. Sonuçların Değerlendirilmesi

Mevcut kültür merkezleri çok amaçlı salonlarının akustik konfor koşullarının belirlenmesi amacıyla öncelikle üç farklı salonda reverberasyon süresi ölçümü yapılmıştır. Daha sonra salonlarda kullanılan duvar panellerinin yutuculuk değerlerinin tespiti için laboratuvar ortamında test yaptırılmıştır. Elde edilen test sonuçları kullanılarak simülasyon çalışmaları yenilenmiş ve kültür merkezleri çok amaçlı salonlarının mevcut akustik konfor koşullarını belirlemek adına yapılan çalışmalar tamamlanmıştır.

Literatürde önerilen hacme bağlı reverberasyon süresi değerleri ile karşılaştırıldığında, elde edilen veriler, salonların tiyatro, konser, opera ve konferans işlevleri için uygun akustik konfor koşullarını sağlayamadığını göstermiştir. (Çizelge 3.13, 3.14, 3.15, 3.16).

Çizelge 3.13. Ölçüm ve simülasyon sonuçlarının konferans işlevi için değerlendirilmesi

Konferans İşlevi	Hacim (m ³)	Önerilen Değerler T30(500) (sn) (Mehta ve diğerleri, 1999)	Ölçüm Sonucu T30(500) (sn)	Değerlendirme	Simülasyon Sonucu T30(500) (sn)	Değerlendirme
Tarsus KM	7350	0,68 - 1,02	2,37	UYGUN DEĞİL	2,16	UYGUN DEĞİL
Tip-1 KM	2877	0,60 - 0,90	-	-	2,16	UYGUN DEĞİL
Tip-A1 Gülnar KM	5549	0,65 - 0,98	2,59	UYGUN DEĞİL	2,47	UYGUN DEĞİL
Tip-A1 Yerköy KM	5549	0,65 - 0,98	2,11	UYGUN DEĞİL	-	-

Çizelge 3.14. Ölçüm ve simülasyon sonuçlarının tiyatro işlevi için değerlendirilmesi

Tiyatro İşlevi	Hacim (m³)	Önerilen Değerler T30(500) (sn) (Mehta ve diğerleri, 1999)	Ölçüm Sonucu T30(500) (sn)	Değerlendirme	Simülasyon Sonucu T30(500) (sn)	Değerlendirme
Tarsus KM	7350	1,04 - 1,56	2,37	UYGUN DEĞİL	2,16	UYGUN DEĞİL
Tip-1 KM	2877	0,91 - 1,36	-	-	2,16	UYGUN DEĞİL
Tip-A1 Gülnar KM	5549	1,00 - 1,50	2,59	UYGUN DEĞİL	2,47	UYGUN DEĞİL
Tip-A1 Yerköy KM	5549	1,00 - 1,50	2,11	UYGUN DEĞİL	-	-

Çizelge 3.15. Ölçüm ve simülasyon sonuçlarının opera işlevi için değerlendirilmesi

Opera İşlevi	Hacim (m³)	Önerilen Değerler T30(500) (sn) (Mehta ve diğerleri, 1999)	Ölçüm Sonucu T30(500) (sn)	Değerlendirme	Simülasyon Sonucu T30(500) (sn)	Değerlendirme
Tarsus KM	7350	1,04 - 1,56	1,92	UYGUN DEĞİL	1,74	UYGUN DEĞİL

Çizelge 3.16. Ölçüm ve simülasyon sonuçlarının konser işlevi için değerlendirilmesi

Konser İşlevi	Hacim (m³)	Önerilen Değerler T30(500) (sn) (Mehta ve diğerleri, 1999)	Ölçüm Sonucu T30(500) (sn)	Değerlendirme	Simülasyon Sonucu T30(500) (sn)	Değerlendirme
Tarsus KM	7350	1,27 - 1,90	2,37	UYGUN DEĞİL	2,16	UYGUN DEĞİL
Tip-1 KM	2877	1,16 - 1,74	-	-	2,16	UYGUN DEĞİL
Tip-A1 Gülnar KM	5549	1,24 - 1,86	2,59	UYGUN DEĞİL	2,47	UYGUN DEĞİL
Tip-A1 Yerköy KM	5549	1,24 - 1,86	2,11	UYGUN DEĞİL	-	-

Ölçüm ve simülasyon sonucu elde edilen tüm değerler literatürde önerilen değerlerin üzerindedir. Çalışmanın başında ortaya konulan Hipotez-1'i destekleyen bu durumun başlıca sebebinin, salon duvar ve tavan kaplama malzemesi olarak kullanılan panellerin yüksek oranda yansıtıcı olmasından kaynaklandığı değerlendirilmektedir.

Bakanlık tarafından 1990'lı yıllarda birçok il ve ilçede uygulanan tip projelerde aynı zamanda tip detayların da kullanılması benzer problemlerin tüm salonlara karşımıza çıkmasına sebep olmaktadır. Salon uygulamaları Bakanlık tarafından yapılmamış olan Yerköy Kültür Merkezi'nde bulunan 5554 m³ hacimli çok amaçlı salonda, tüm duvar ve tavan kaplama malzemelerinin yutucu olarak kullanılmasının dahi uygun akustik koşullar sağlamak için tek başına yeterli olmadığı görülmüş ve uygun koşulların sağlanmasının sistematik bir çalışma gerektirdiği ortaya çıkmıştır.

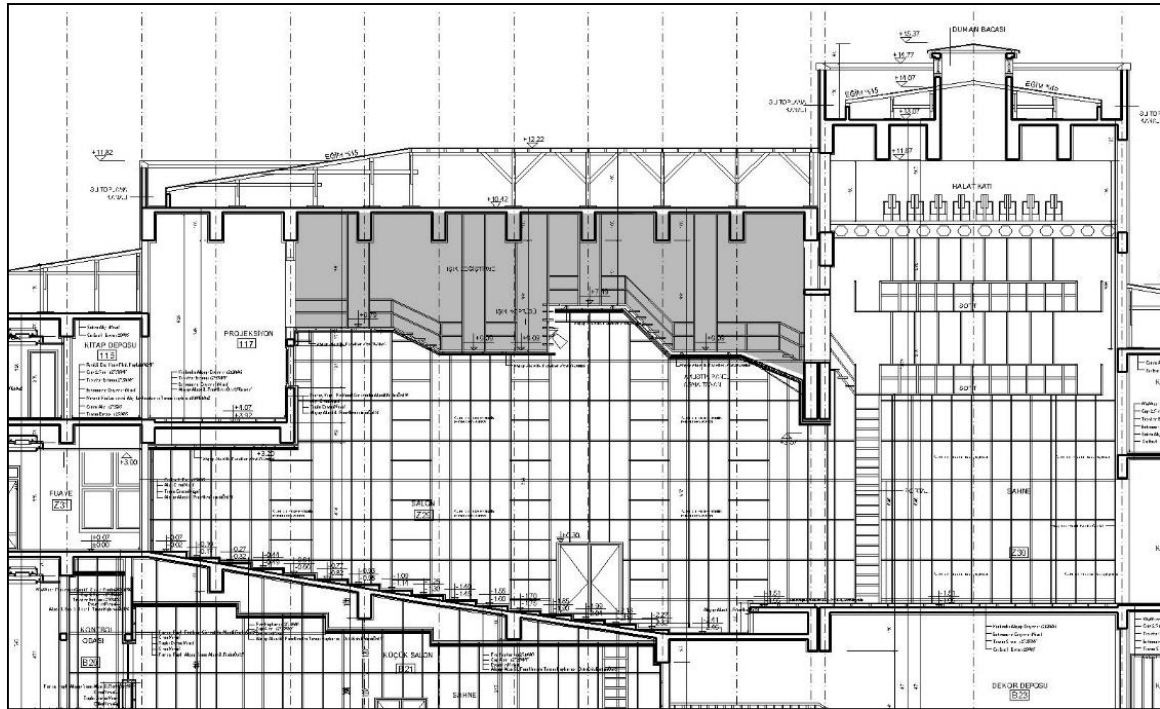
Çalışmanın bundan sonraki bölümünde, 'değişken akustik tasarım' müdahalelerinin hangilerinin mevcut kültür merkezi çok amaçlı salonlarına uygulanabileceği irdelenecek ve çok amaçlı salonların akustik konfor koşullarının iyileştirilmesine yönelik yöntem oluşturulacaktır.

4. DEĞİŞKEN AKUSTİK KONFOR KOŞULLARININ İYİLEŞTİRİLMESİNE YÖNELİK YÖNTEM ÖNERİSİ VE SINANMASI

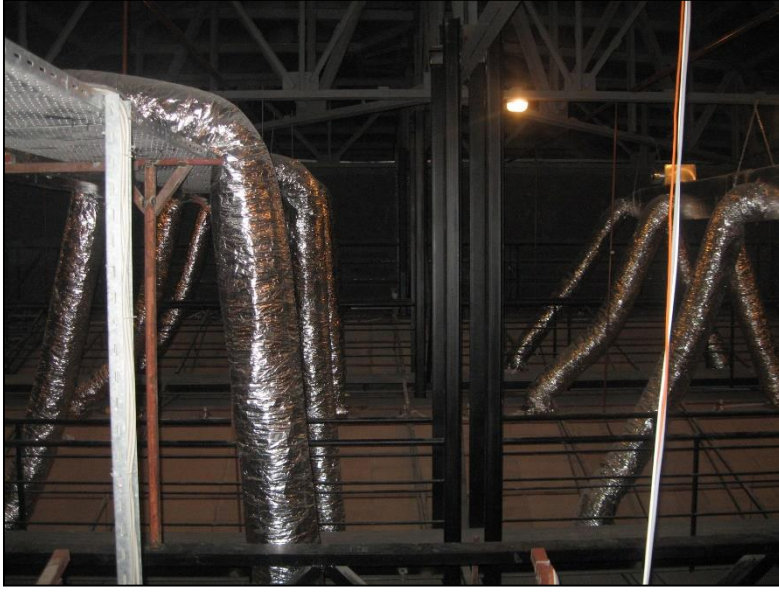
4.1. Yöntemin Oluşturulması

Kültür Merkezleri çok amaçlı salonlarının akustik konfor koşullarının iyileştirilmesine yönelik oluşturulacak yöntem, salonlarda bulunan ortak noktalar ışık tutacaktır. Yöntemin oluşturulmasını sağlayacak ortak noktalar, aynı zamanda iyileştirme önerilerinin de birden fazla salon için geçerli olmasını sağlayacaktır.

Kültür Merkezleri çok amaçlı salonlarının ortak noktalarından birisi salon asma tavanının üzerindeki tesisat boşluğudur (Şekil 4.1, Resim 4.1). Bu boşluk tüm kültür merkezi çok amaçlı salonlarında değişen hacimlerle mevcuttur.



Şekil 4.1. Samandağ kültür merkezi çok amaçlı salon kesitinde tesisat boşluğu gösterimi

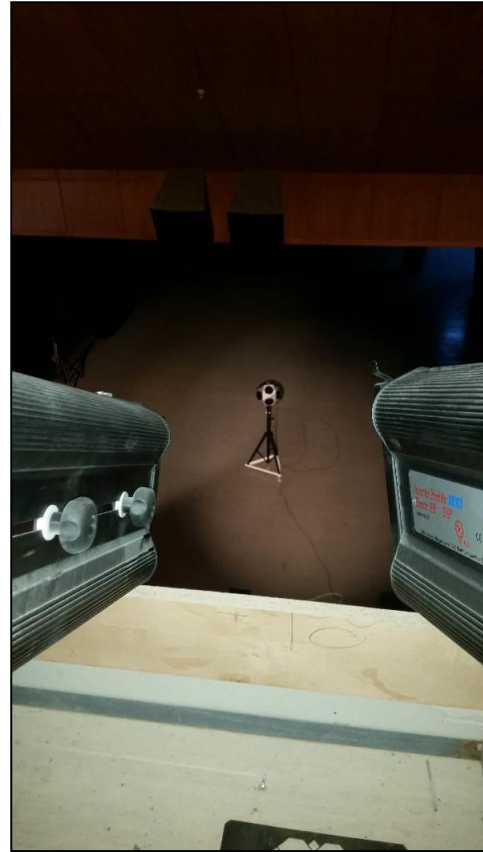


Resim 4.1. Salon üzerinde asma tavan arası tesisat boşluğu

Tesisat boşluğunun salonla birleşim noktası ışık köprüsü üzerinde, sahneye ışık veren projektörlerin asıldığı alındadır (Resim 4.2, Şekil 4.2).

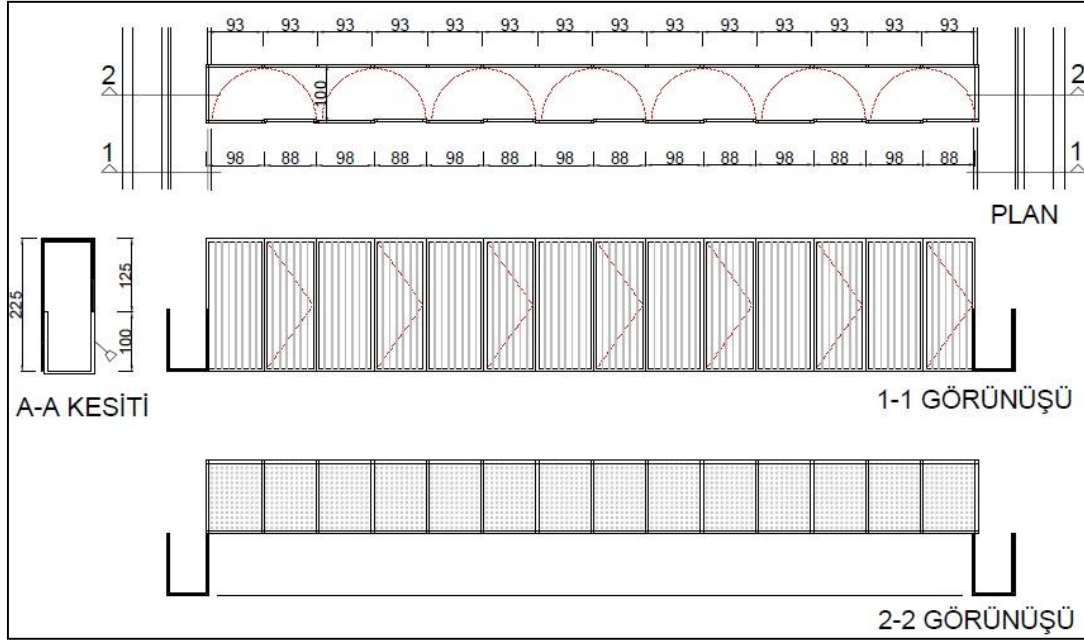


(a)

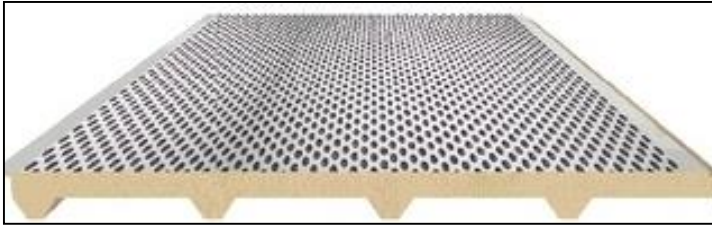


(b)

Resim 4.2. Işık köprüsü (a) ve ışık köprüsünden sahneye bakış (b)



Şekil 4.3. Önerilen ışık köprüsü kabini detayı



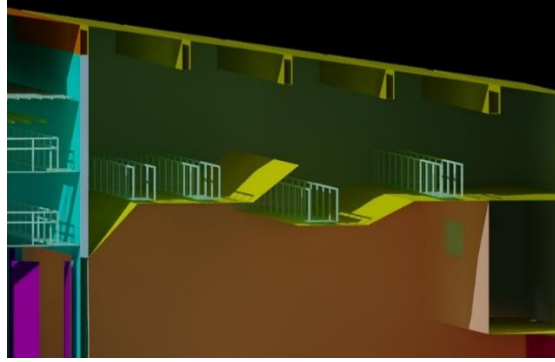
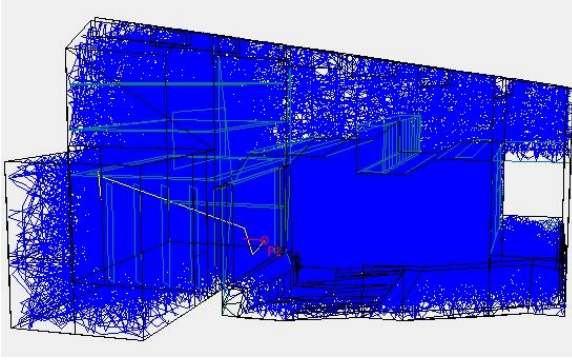
Resim 4.3. Önerilen kabin kaplama malzemesi

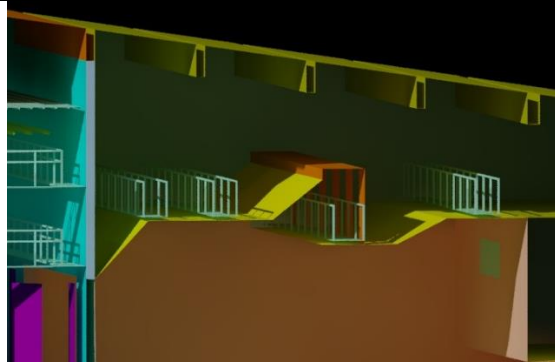
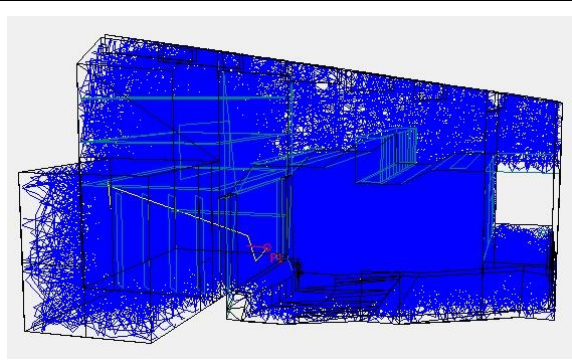
Çizelge 4.1. Önerilen kabin kaplama malzemesinin frekanslara göre ses yutma katsayısı

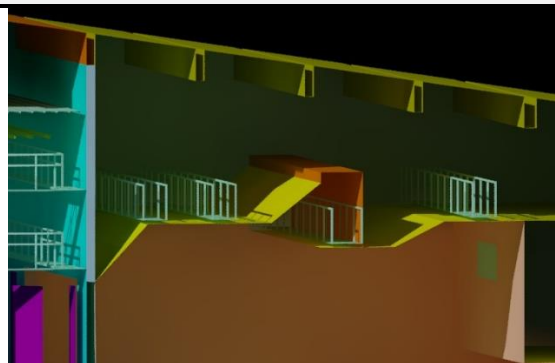
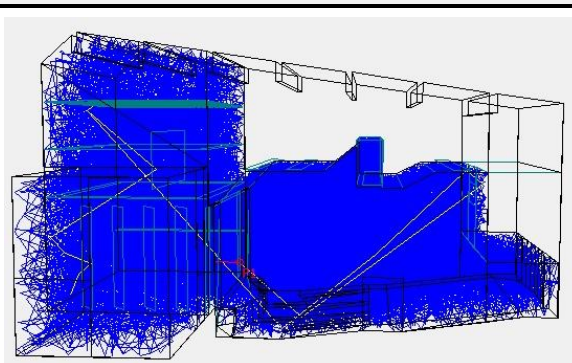
Frekans (Hz)	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz
Ses Yutma Katsayısı	0,69	0,69	0,95	0,87	0,76	0,65	0,57	0,57

Tip 1 Kültür merkezi çok amaçlı salonunda yapılan simülasyon çalışmasında mevcut durumda hacim 2877 m^3 ve reverberasyon süresi 2,10 saniye olarak hesaplanmıştır. Salon ve asma tavan üzerindeki tesisat boşluğunun birleşim noktası olan ışık köprüsünün hareketli bir kabin ile kapatılması sonucu kapaklar açık durumda iken yapılan simülasyon sonucunda hacim değişmemekle birlikte, kabin malzemesi olarak yutucu malzeme seçildiği için reverberasyon süresi 1,90 saniyeye düşmüştür. Kabin kapakları tamamen kapatılarak tekrarlanan simülasyonda ise hacmin 2275 m^3 e ve reverberasyon süresinin ise 1,80 saniyeye düştüğü belirlenmiştir (Çizelge 4.2).

Çizelge 4.2. Kabin tasarımının hacme ve reverberasyon süresine etkisi

MEVCUT DURUM (KABİN YOK)	HACİM: 2877 m ³	T _{30mid} = 2,10 sn
		
3 Boyutlu Görsel	Sesin Salonda Dağılımı	

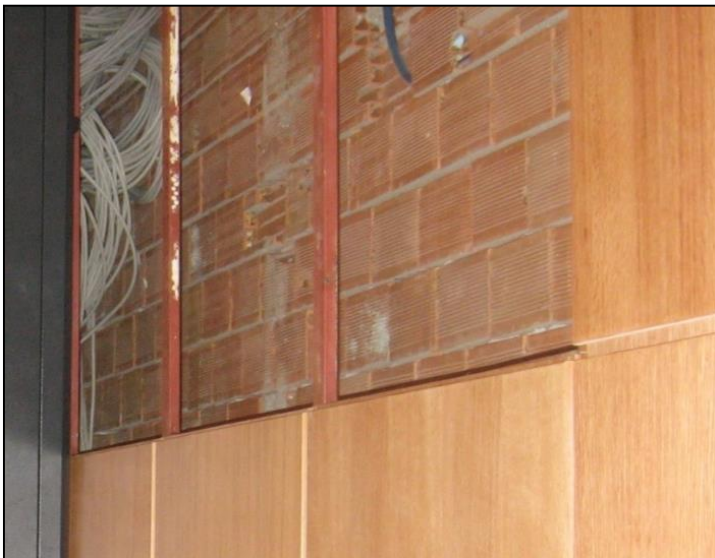
KABİN KAPILARI AÇIK	HACİM: 2877 m ³	T _{30mid} = 1,90 sn
		
3 Boyutlu Görsel	Sesin Salonda Dağılımı	

KABİN KAPILARI KAPALI	HACİM: 2275 m ³	T _{30mid} = 1,80 sn
		
3 Boyutlu Görsel	Sesin Salonda Dağılımı	

Bakanlık tarafından 1990'lı yıllarda yaptırılan kültür merkezlerinin çok amaçlı salonlarındaki bir başka ortak nokta, salon ve sahnede yer alan kaplama malzemeleridir (Resim 4.4). Bunun sebebi imalat aşamalarında tip detayların kullanılmış olmasıdır (Resim 4.5). Salon zeminlerinde kullanılan pvc kaplama malzemesi, salon duvar ve tavanlarında kullanılan sunta üzeri ahşap kaplamalar, sahne duvarlarının ve tavanının kaba sıva üzeri siyah boya ile kaplanması, tip detaylardan gelen özelliklerdir. Oluşturulacak yöntemin ikinci aşamasında, bahsi geçen kaplama malzemelerine müdahale edilmesi gerekmektedir.



Resim 4.4. Tosya kültür merkezi çok amaçlı salonu duvar ve tavan kaplamaları (KMDB Arşivi,2019)



Resim 4.5. Salon duvarlarındaki sunta üzeri ahşap kaplama paneller (KMDB Arşivi,2019)

Oluşturulacak yöntemin en önemli iki unsuru ekonomik ve kolay uygulanabilir olmasıdır. Bu nedenle salon kaplama malzemelerinin sökülmesi ve yenilenmesi bu çalışma kapsamında önerilmemiştir. Bunun yerine sabit veya hareketli kaplama sistemleri eklenerek hedeflenen akustik konfor koşullarına ulaşılmaya çalışılmıştır.

Yapılan ölçüm ve simülasyonlarda reverberasyon süresinin tüm işlevler için literatürde önerilen değerlerden yüksek olduğu ortaya konulmuştur. Reverberasyon süresini etkileyen faktörlerden biri olan salonun toplam yutuculuğunu arttırmak için ana sahne ve yan sahne tavanlarına yutucu malzeme kaplanması önerilmektedir (Resim 4.6).



Resim 4.6. Sahne tavan görünümü

Önerilen malzeme maliyet ve uygulanabilirlik açısından ahşapyünü olarak seçilmiştir (Resim 4.7). Malzemenin yutuculuk değerleri Çizelge 4.3’ de verilmiştir.

Çizelge 4.3. Önerilen ahşapyünü kaplama malzemesinin frekanslara göre ses yutma katsayısı

Frekans (Hz)	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz
Ses Yutma Katsayısı	0,25	0,25	0,67	1,08	0,86	0,81	1,04	1,04



Resim 4.7. Önerilen ahşapyünü kaplama malzemesi

Sahne duvarları için kaplama malzemesi önerilmemesinin sebebi ise, sahneden salona yansımaların tamamen yok edilerek akustik açıdan ölü bir alan yaratılmaması ve yan duvarlarda yer alan tesisatlar ile sofita köprüleri bağlantılarının kaplama imalatını zorlaştırmasıdır (Resim 4.8).



(a)



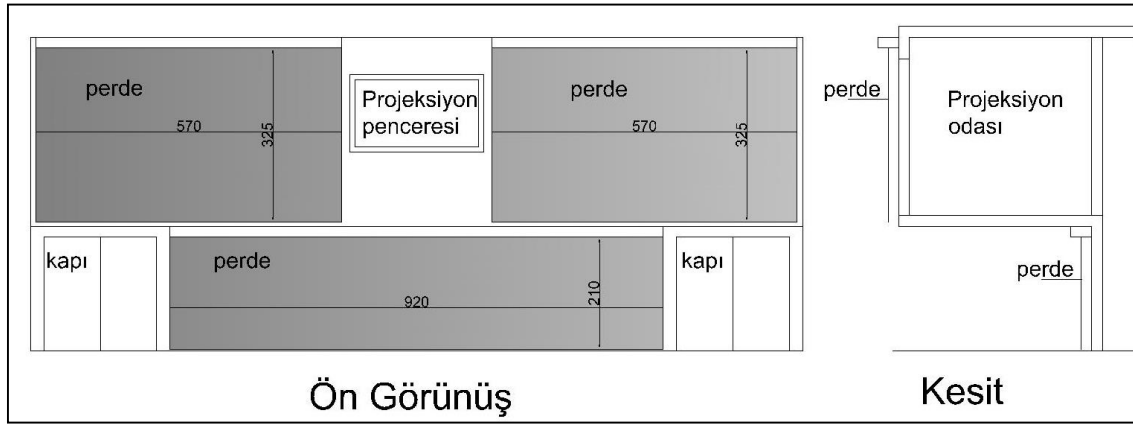
(b)

Resim 4.8. Sahne içi duvar yüzeylerinde köprü bağlantıları

Duvar kaplama malzemelerine yapılan ikinci müdahale, salon arka duvarında ve projeksiyon odası duvarında projeksiyon penceresinin her iki tarafında hareketli perde sistemi kullanılmasıdır (Resim 4.9, Şekil 4.4). Bu uygulama için arka duvarın seçilmiş olmasının sebebi hem salon arka duvarından gelen istenmeyen yansımaların önüne geçmek hem de yan duvarlarda yer alan havalandırma ve hoparlör sistemlerinin önünü kapatmamaktır.



Resim 4.9. Salon arka duvarı (a) ve akustik perde önerilen yüzeyler (b)



Şekil 4.4. Önerilen perde sistemi

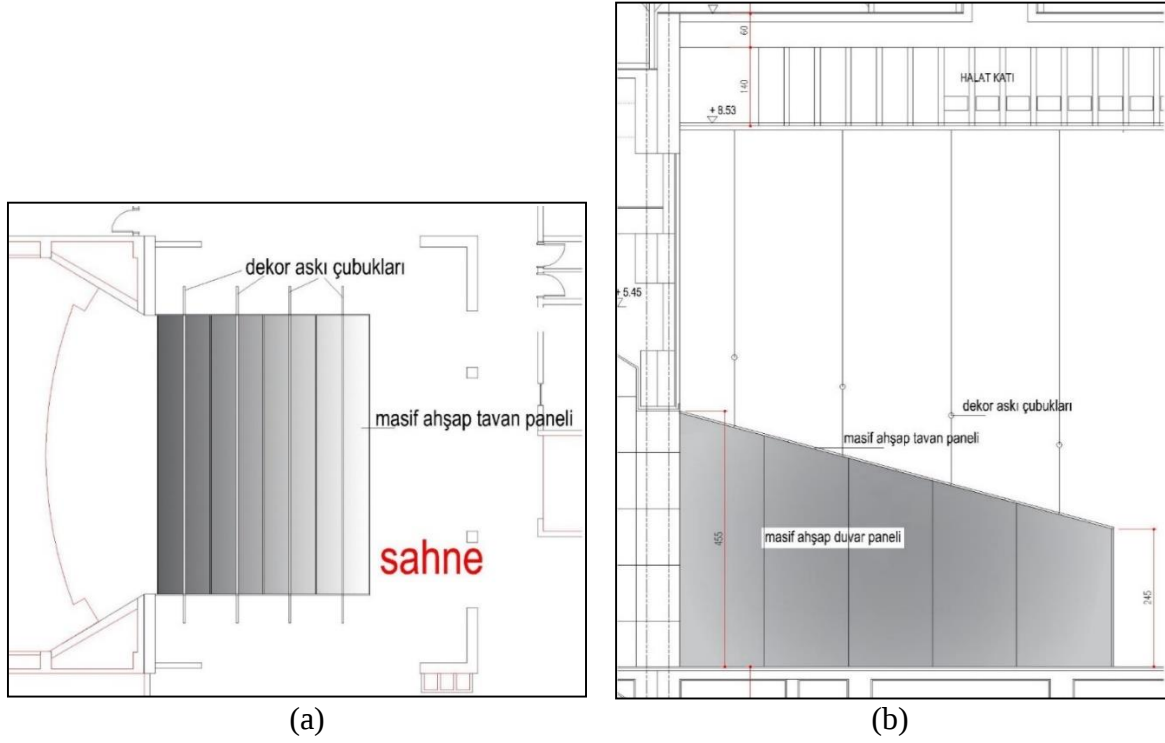
Çizelge 4.4. Önerilen kadife perdenin ses yutma katsayısı değerleri

Frekans (Hz)	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz
Ses Yutma Katsayısı	0,21	0,21	0,61	0,95	1,00	1,00	1,00	1,00

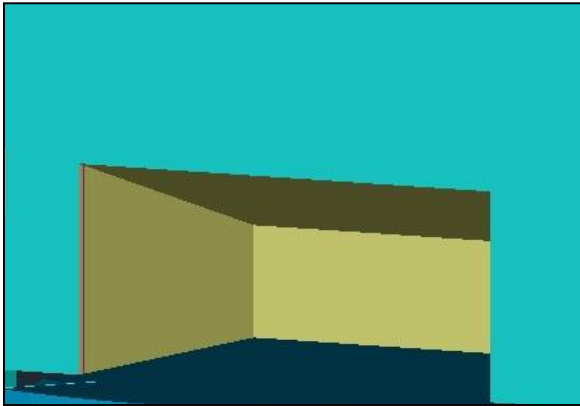
Bir dinleyici salonunda, sahnede yer alan müzisyenlerin kendilerini duyabilme yeteneği akustik tasarımlarda genelde göz ardı edilmiş bir durumdur. Orkestra kabuğu duvarlarının sağladığı güçlü yansımalar müzisyenlerin hem kendilerini hem de birbirlerini duymalarını sağlar (Long, 2006).

Bu doğrultuda, konser işlevi için, hem orkestra elemanlarının kendilerini ve orkestrayı duymasını sağlamak hem de sofita kulesinin etkisinden kurtulmak amacıyla orkestra kabuğu

önerilmektedir (Şekil 4.6, Resim 4.10). Masif ahşaptan oluşan sistemin dekor askı çubuklarına bağlanarak kullanılması ve kullanılmadığı zaman çıkarılarak Madrid Opera Binası'nda olduğu gibi depolarda saklanması önerilmektedir.



Şekil 4.5. Önerilen orkestra kabuğu plan (a) ve kesiti (b)

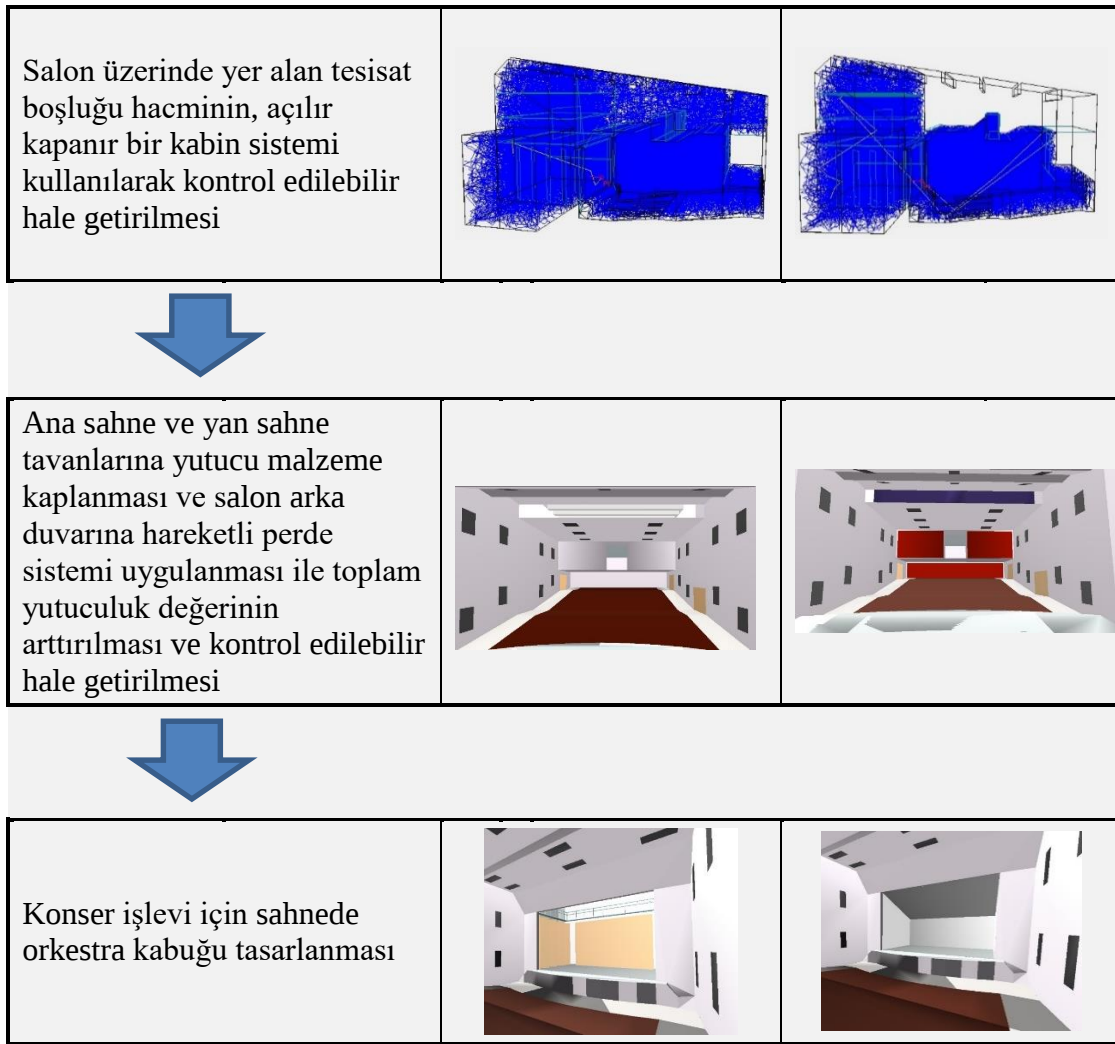


Resim 4.10. Önerilen orkestra kabuğu 3D görünümü

Tip Kültür Merkezleri çok amaçlı salonlarında konferans işlevi için önerilen kullanım şekli; kabin kapılarının ve sahne perdesinin kapatılarak hacmin düşürülmesi ve salon arka duvarındaki perdelerin indirilerek toplam yutuculuğun artırılması şeklindedir.

Literatürde yapılan araştırmalar, kültür merkezleri çok amaçlı salonlarında yapılan incelemeler ve bilgisayar ortamında yapılan simülasyonlar sonucunda, mevcut tip kültür merkezleri çok amaçlı salonların akustik konfor koşullarının iyileştirilmesine yönelik öneriler getirilmiştir. Bu öneriler getirilirken literatürde yer alan uygulamaların mevcut bir salona ekonomik olarak ne şekilde uygulanabileceği göz önüne alınmıştır. Bu önerilerin biraraya gelmesiyle oluşan yöntemin uygulanmasındaki adımlar Çizelge 4.5’ te verilmiştir.

Çizelge 4.5. Oluşturulan yöntemin adımları



Bahsi geçen adımlar arasında, ışık köprüsünün hareketli bir kabin ile kapatılarak toplam hava hacminin kontrol edilebilir hale getirilmesi, yöntemin özgünlüğünü sağlamaktadır. Diğer uygulamalar literatürde rastlanan uygulamaların mevcut bir salon özelinde yeniden kurgulanmış şekilleridir. Çalışmanın bundan sonraki sürecinde, yöntem Tip Kültür Merkezleri çok amaçlı salonlarına uygulanarak sınanmıştır.

4.2. Tip-1 Kültür Merkezi  ok Amaçlı Salonunda Yöntemin Sınanması

Yöntemin oluşturulmasına ilişkin çalışmalar tamamladıktan sonra, Tip Kültür Merkezi çok amaçlı salonlarında yöntemin sınanması aşamasına geçilmiştir. Tip-1 Kültür Merkezi Bakanlık tarafından toplam 12  l ve  l ede uygulanmış bir projedir (Resim 4.11). Tip Kültür Merkezi çok amaçlı salonlarında orkestra çukuru bulunmadığından bu salonlar opera işlevi için kullanılamamaktadır. Bu nedenle akustik konfor koşullarının iyileştirilmesine yönelik çalışmalar, tiyatro ve konser ve konferans işlevleri üzerinden devam edecektir.



Resim 4.11. Tip-1 kültür merkezine bir örnek kastamonu tosy  kültür merkezi

Tip-1 Kültür Merkezinin bulunduğu  l ve  l eler aşağıda belirtilmiştir:

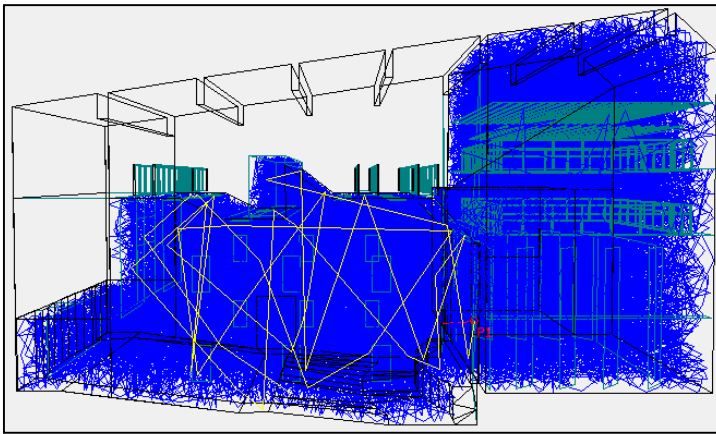
- Ağrı Doğubeyazıt
- Bitlis Hizan
- Bitlis Merkez
- Erzurum Hınıs
- Hakkari Yüksekova
- Kastamonu Tosya
- Kırşehir Mucur
- Muş Merkez
- Muş Varto
- Siirt Merkez
- şırnak Merkez
- Uşak Eşme

Yöntemin uygulanma aşamasında ve sonrasında, salonun farklı işlevlere göre kullanımını gösteren veriler Çizelge 4.6' da sunulmuştur.

Çizelge 4.6. Tiyatro, konser ve konferans işlevlerinde salon kullanım şekli (Demirel ve diğerleri, 2018)

İşlevler	Birleşen Hacimler Sistemi	Orkestra Kabuğu	Akustik Perde Sistemi	Sahne Perdesi
Tiyatro	KAPALI (Kabin kapıları kapalı)	YOK	VAR (Salon arka duvarında)	AÇIK
Konser	AÇIK (Kabin kapıları açık)	VAR (Sahnede kurulu)	YOK	AÇIK
Konferans	KAPALI (Kabin kapıları kapalı)	YOK	VAR (Salon arka duvarında)	KAPALI

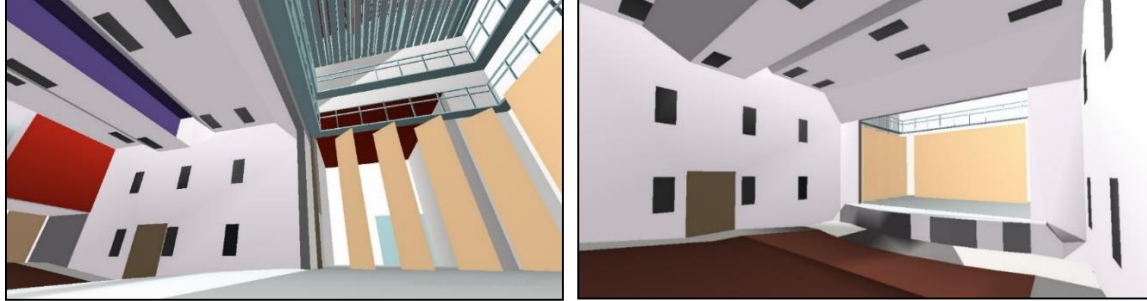
Yöntemin ilk adımı olarak ışık köprüsü kabininin kapatılması sonucu; hacim 2877 m³' den 2275 m³' e düşmüştür. Bu hacimdeki bir salonda tiyatro işlevi için önerilen reverberasyon süresi Mehta ve diğerleri (1999)' nin grafiğine göre 1,12 saniyedir. Bu süreye $\pm$ %20 tolerans uygulandığında 0,89-1,34 sn aralığı elde edilmektedir.



Şekil 4.6. Kabin kapıları kapalıyken salonda sesin yayılması (Tip1-tiyatro)

Yöntemin ikinci adımı olarak sahne tavanlarında ahşapyünü paneller uygulanmış ve salon arka duvarındaki perdeler aktif hale getirilmiştir. Tasarımın bu şekliyle yapılan simülasyon sonucunda, tiyatro işlevi için akustik konfor koşullarının değerlendirilmesine ilişkin

parametrelere ait veriler Çizelge 4.7, Çizelge 4.8, Çizelge 4.9, Çizelge 4.10 ve Çizelge 4.11’de sunulmuştur.



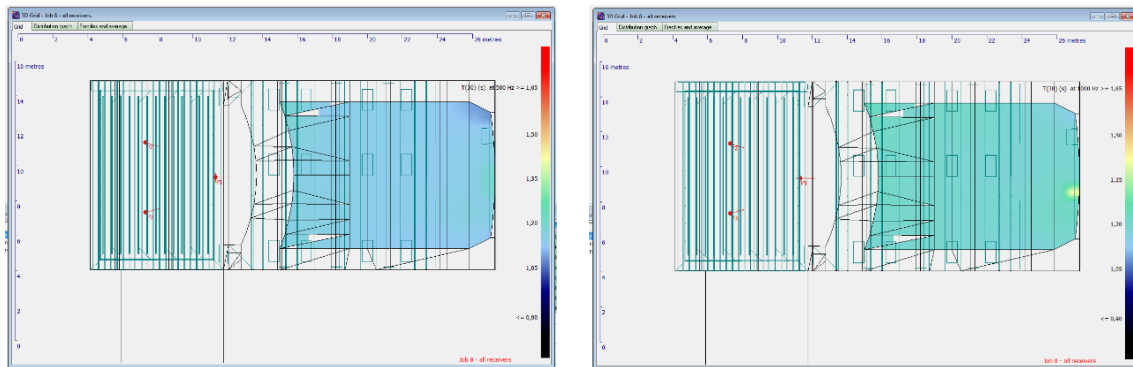
Resim 4.12. Odeon sahne ve salon görünümü (Tip1-tiyatro)



Resim 4.13. Odeon sahneden salona bakış (Tip1-tiyatro)

Çizelge 4.7. T30 - Reverberasyon süresi sonuçları (Tip1-tiyatro)

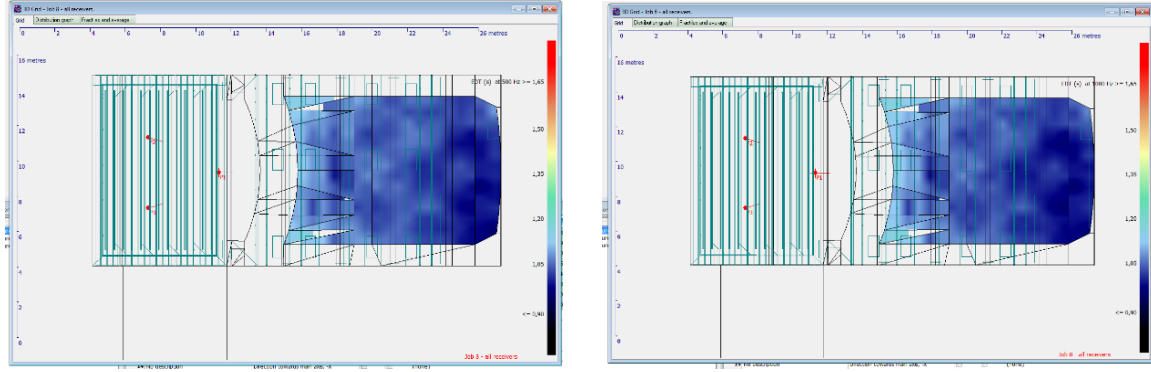
T30 (sn)	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz
Min	1,34	1,39	1,28	1,11	1,16	1,04	0,85	0,57
Max	1,44	1,44	1,37	1,28	1,29	1,18	0,89	0,64
Aver.	1,40	1,42	1,31	1,16	1,21	1,11	0,87	0,61



Şekil 4.7. 500 ve 1000 Hz T30 parametresinin dağılım grafiği (Tip1-tiyatro)

Çizelge 4.8. EDT-Erken sönümlenme süresi sonuçları (Tip1-tiyatro)

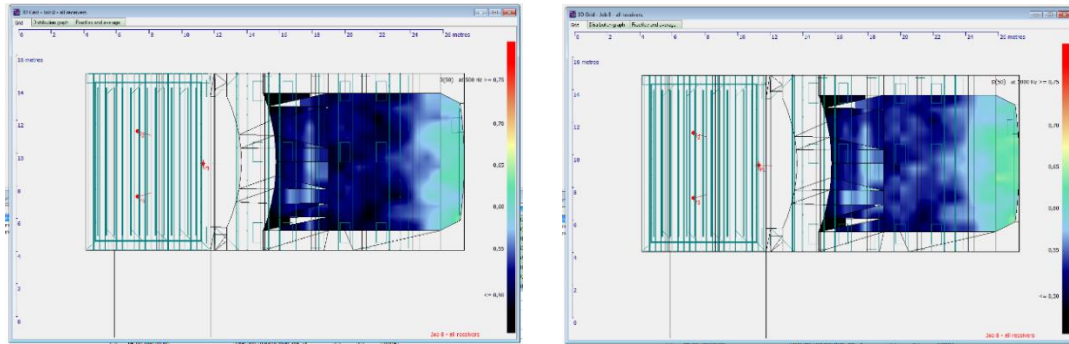
EDT (sn)	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz
Min	1,19	1,27	1,16	0,98	0,97	0,88	0,71	0,48
Max	1,35	1,40	1,25	1,06	1,07	1,01	0,89	0,62
Aver.	1,26	1,32	1,22	1,04	1,03	0,96	0,80	0,57



Şekil 4.8. 500 ve 1000 Hz EDT parametresinin dağılım grafiği (Tip1-tiyatro)

Çizelge 4.9. D50 – Konuşmanın belirginliği parametresi sonuçları (Tip1-tiyatro)

D50	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz
Min	0,39	0,37	0,41	0,52	0,53	0,56	0,61	0,72
Max	0,48	0,45	0,49	0,56	0,57	0,60	0,65	0,76
Aver.	0,43	0,40	0,46	0,54	0,56	0,59	0,63	0,74



Şekil 4.9. 500 ve 1000 Hz D50 parametresinin dağılım grafiği (Tip1-tiyatro)

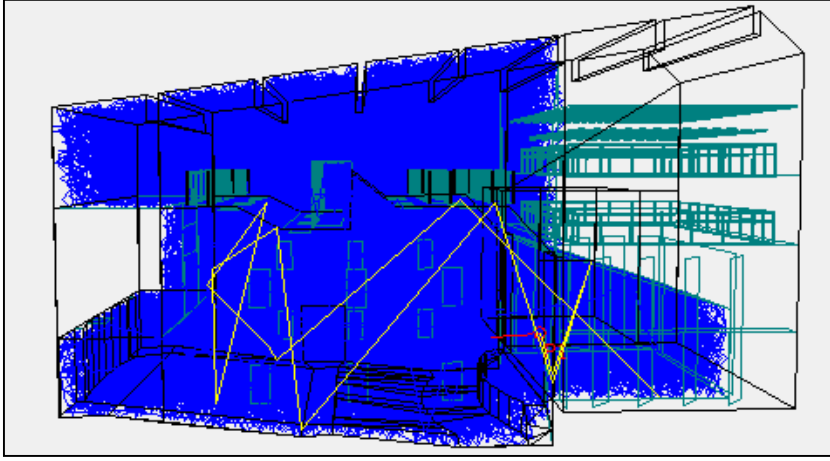
Çizelge 4.10. SPL(A)- Ağırlıklı ses basınç seviyesi sonuçları (Tip1-tiyatro)

SPL(A) (dB)	
Min	71,4
Max	74,4
Aver.	72,8

Çizelge 4.12. Tip-1 çok amaçlı salonu tiyatro işlevi ($V=2275 \text{ m}^3$) simülasyon sonuçlarının değerlendirilmesi (Demirel ve diğerleri, 2018)

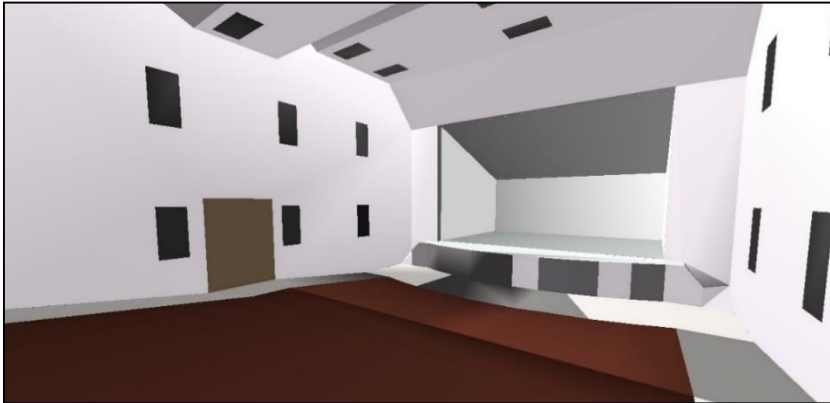
Hacim Akustiği Parametreleri	Önerilen Değerler	Tiyatro İşlevi Simülasyon Sonuçları	Algılanabilir Fark (JND)	Değerlendirme
$T_{30(500)}$ Reverberasyon Süresi, sn	$0,89 \leq T_{30(500)} \leq 1,34$ (Mehta ve diğerleri, 1999)	1,16	-	UYGUN
EDT Erken Sönümlenme Süresi, sn	$EDT < T_{30, \text{mid}} (1,18 \text{ sn})$ (500 Hz - 1000 Hz) (Mehta ve diğerleri, 1999)	1,03	%5	UYGUN
SPL(A) Ses Basınç Seviyesi Farkı, dB	$\Delta \text{SPL} < 10 \text{ dB}$ (Tachibana ve diğerleri, 2003)	3,0	-	UYGUN
STI Konuşmanın İletim İndeksi	$0,75 < \text{Çok iyi} < 1,00$ $0,60 < \text{İyi} < 0,75$ $0,45 < \text{Orta} < 0,60$ $0,30 < \text{Zayıf} < 0,45$ $0,00 < \text{Kötü} < 0,30$ (TS EN 60268-16)	0,61 (iyi)	-	UYGUN
D_{50} Konuşmanın Belirginliği	$D_{50} > 0,50$ (500 Hz-1000 Hz) (TS EN ISO 3382-1)	0,55	%5	UYGUN

Konser işlevi için orkestra kabuğu önerilmektedir. Dekor askı çubuklarına bağlanan paneller kullanılmadığı zaman çıkarılarak depolarda saklanmalıdır. Işık köprüsü kabini kapıları açık ve orkestra kabuğu kurulu durumdayken hacim 2070 m^3 olmuştur. Bu hacimdeki bir salonda konser işlevi için önerilen reverberasyon süresi Mehta ve diğerleri (1999)' nin grafiğine göre 1,42 saniyedir. Bu süreye $\pm \%20$ tolerans uygulandığında 1,13-1,70 sn aralığı elde edilmektedir.



Şekil 4.12. Kabin kapıları açık ve orkestra kabuğu kuruluyken sesin yayılması (Tip1-konser)

Tasarımın bu şekliyle yapılan simülasyon sonucunda, konser işlevi için akustik konfor koşullarının değerlendirilmesine ilişkin parametrelere ait veriler Çizelge 4.13, Çizelge 4.14, Çizelge 4.15, Çizelge 4.16 ve Çizelge 4.17’ de sunulmuştur.



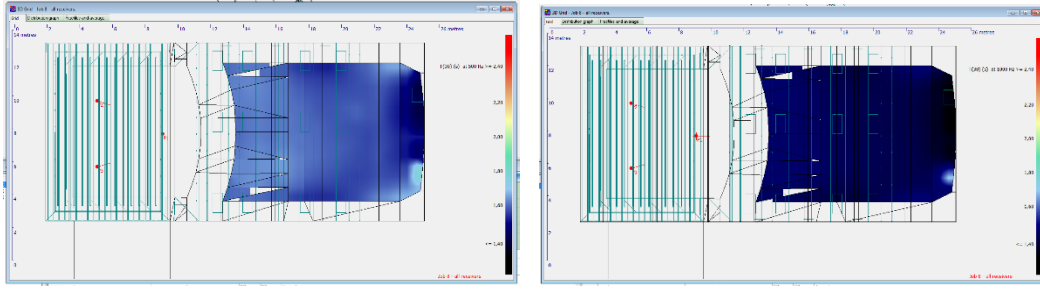
Resim 4.14. Odeon salondan sahneye bakış (Tip1-konser)



Resim 4.15. Odeon sahneden salona bakış (Tip1-konser)

Çizelge 4.13. T30 - Reverberasyon süresi sonuçları (Tip1-konser)

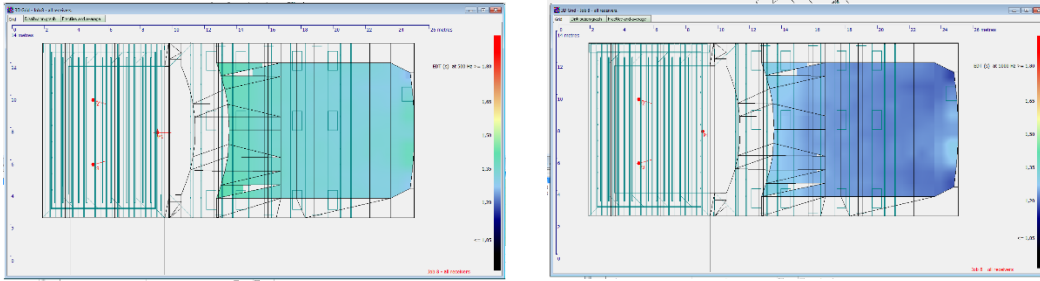
T30 (sn)	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz
Min	1,87	1,71	1,89	1,61	1,43	1,40	1,28	0,75
Max	2,78	2,10	2,78	1,82	1,53	1,48	1,33	0,78
Aver.	2,17	1,82	2,18	1,68	1,49	1,44	1,30	0,77



Şekil 4.13. 500 ve 1000 Hz T30 parametresinin dağılım grafiği (Tip1-konser)

Çizelge 4.14. EDT-Erken sönümlenme süresi sonuçları (Tip1-konser)

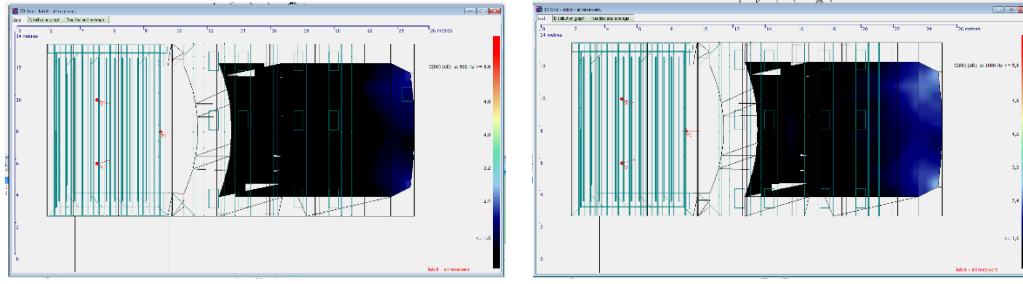
EDT (sn)	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz
Min	1,46	1,47	1,50	1,29	1,21	1,21	1,12	0,71
Max	1,53	1,54	1,57	1,39	1,33	1,31	1,20	0,82
Aver.	1,50	1,50	1,53	1,33	1,26	1,25	1,16	0,76



Şekil 4.14. 500 ve 1000 Hz EDT parametresinin dağılım grafiği (Tip1-konser)

Çizelge 4.15. C80 – Sesin berraklığı parametresi sonuçları (Tip1-konser)

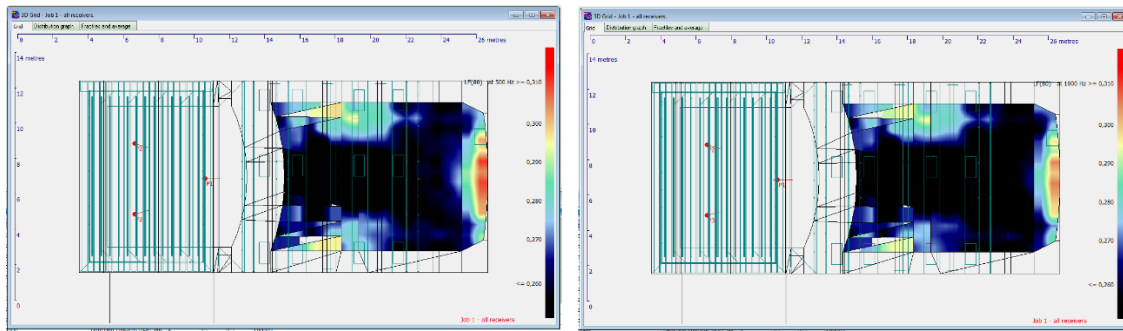
C80 (dB)	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz
Min	-0,2	-0,3	-0,5	0,4	0,8	0,8	1,0	4,1
Max	0,5	0,5	0,5	1,5	2,0	2,0	2,3	5,4
Aver.	0,0	-0,1	-0,1	0,7	1,2	1,2	1,5	4,6



Şekil 4.15. 500 ve 1000 Hz C80 parametresinin dağılım grafiği (Tip1-konser)

Çizelge 4.16. LF80 - Erken yansımaya oranı sonuçları (Tip1-konser)

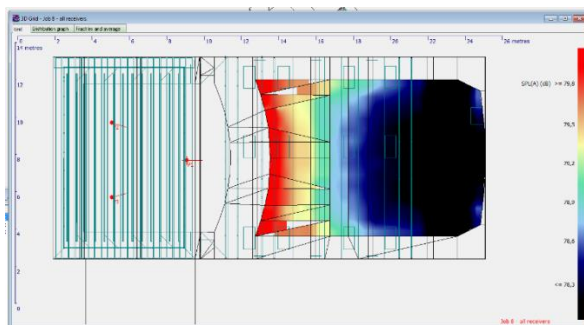
LF80	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz
Min	0,228	0,220	0,225	0,221	0,221	0,231	0,235	0,223
Max	0,298	0,291	0,294	0,288	0,287	0,292	0,296	0,289
Aver.	0,271	0,266	0,269	0,263	0,261	0,266	0,269	0,259



Şekil 4.16. 500 ve 1000 Hz LF80 parametresinin dağılım grafiği (Tip1-konser)

Çizelge 4.17. SPL(A) – Ağırlıklı ses basınç seviyesi sonuçları (Tip1-konser)

SPL(A) (dB)	
Min	77,8
Max	79,8
Aver.	78,7



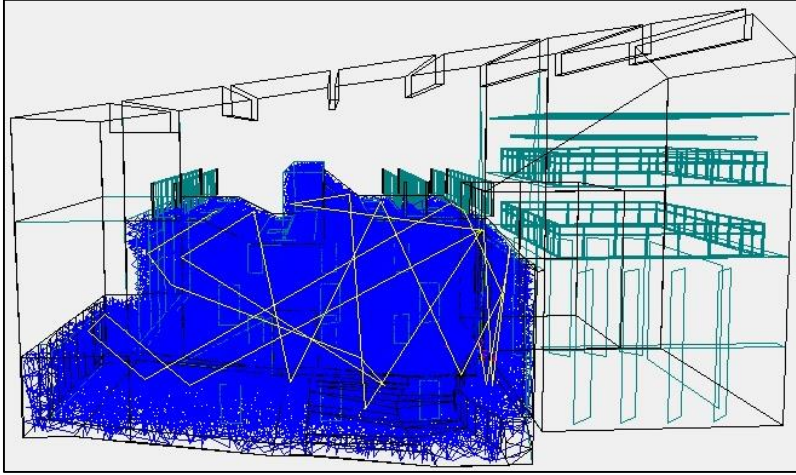
Şekil 4.17. SPL(A) parametresinin dağılım grafiği (Tip1-konser)

Önerilen yöntemin Tip-1 kültür merkezi çok amaçlı salonunda uygulanması sonucunda elde edilen veriler, literatürde önerilen değerler ile karşılaştırılmış ve yöntemin konser işlevi için akustik konfor koşullarını sağladığı görülmüştür (Çizelge 4.18).

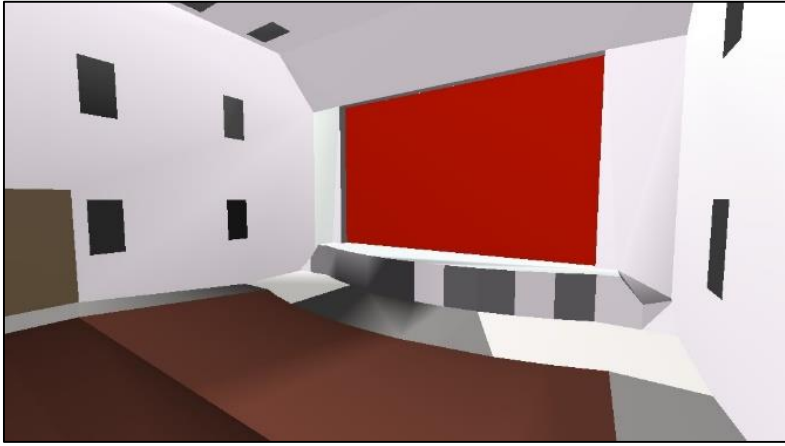
Çizelge 4.18. Tip-1 çok amaçlı salonu konser işlevi ($V=2070 \text{ m}^3$) simülasyon sonuçlarının değerlendirilmesi (Demirel ve diğerleri, 2018)

Hacim Akustiği Parametreleri	Önerilen Değerler	Konser İşlevi Simülasyon Sonuçları	Algılanabilir Fark (JND)	Değerlendirme
$T_{30(500)}$ Reverberasyon Süresi, sn	$1,13 \leq T_{30(500)} \leq 1,70$ (500 Hz) (Mehta ve diğerleri, 1999)	1,68	-	UYGUN
EDT Erken Sönümlenme Süresi, sn	$EDT < T_{30, \text{mid}}$ (1,58 sn) (500 Hz - 1000 Hz) (Mehta ve diğerleri, 1999)	1,30	%5	UYGUN
SPL(A) Ses Basınç Seviyesi Farkı, dB	$\Delta \text{SPL} < 10 \text{ dB}$ (Tachibana ve diğerleri, 2003)	2,0	-	UYGUN
C_{80} Sesin Berraklığı veya Netliği	-5dB ; +5dB (500 Hz - 1000 Hz) (TS EN ISO 3382-1)	0,9	1 dB	UYGUN
LF_{80} Erken Yan Yansıma Oranı	0,05; 0,35 (125 Hz - 1000 Hz) (TS EN ISO 3382-1)	0,26	%5	UYGUN

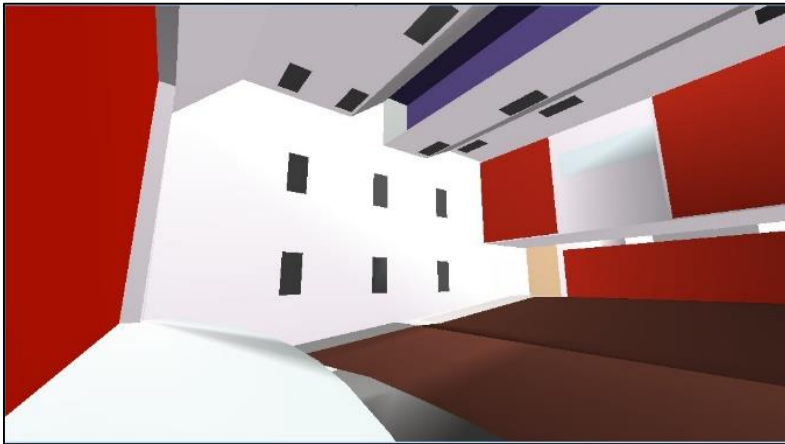
Salonun akustik konfor koşullarının konferans işlevine uygun hale getirilmesi için sahne perdesinin kapalı olduğu haliyle sadece ön sahnenin kullanılması önerilmektedir. Bu kullanım şeklinde salon hacmi 1320 m^3 olarak hesaplanmıştır. Bu hacimdeki bir salonda konferans işlevi için önerilen reverberasyon süresi Mehta ve diğerleri (1999)' nin grafiğine göre 0,69 saniyedir. Bu süreye $\pm \%20$ tolerans uygulandığında 0,55-0,82 sn aralığı elde edilmektedir.



Şekil 4.18. Konferans işlevinde salonda sesin yayılması (Tip1-konferans)



Resim 4.16. Odeon salondan sahneye bakış (Tip1-konferans)

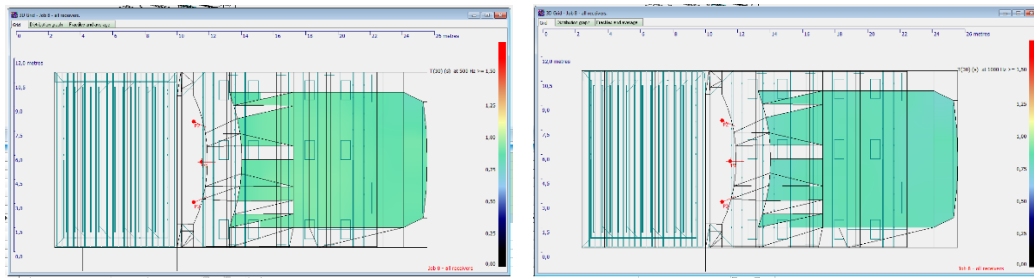


Resim 4.17. Odeon sahneden salona bakış (Tip1-konferans)

Tasarımın bu şekliyle yapılan simülasyon sonucunda, konferans işlevi için akustik konfor koşullarının değerlendirilmesine ilişkin parametrelere ait veriler Çizelge 4.19, Çizelge 4.20, Çizelge 4.21, Çizelge 4.22 ve Çizelge 4.23’ de sunulmuştur.

Çizelge 4.19. T30 - Reverberasyon süresi sonuçları (Tip1-konferans)

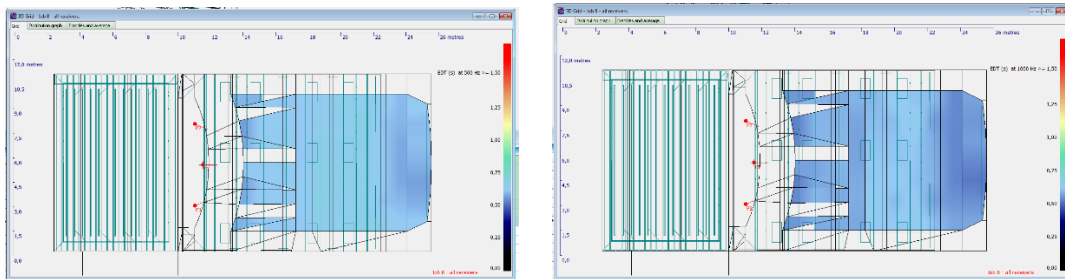
T30 (sn)	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz
Min	1,08	1,04	0,88	0,77	0,73	0,73	0,72	0,52
Max	1,25	1,14	1,03	0,84	0,81	0,80	0,84	0,63
Aver.	1,15	1,10	0,95	0,80	0,76	0,76	0,78	0,55



Şekil 4.19. 500 ve 1000 Hz T30 parametresinin dağılım grafiği (Tip1-konferans)

Çizelge 4.20. EDT-Erken sönümlenme süresi sonuçları (Tip1-konferans)

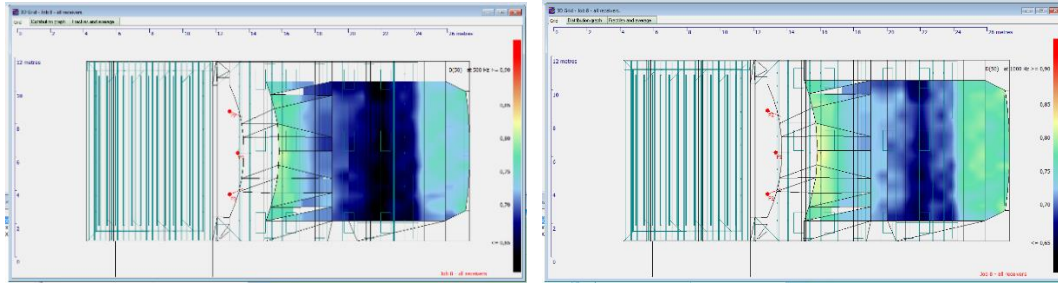
EDT (sn)	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz
Min	0,96	0,94	0,74	0,57	0,54	0,54	0,60	0,28
Max	1,14	1,04	0,91	0,74	0,66	0,68	0,75	0,39
Aver.	1,02	1,01	0,82	0,64	0,61	0,61	0,65	0,47



Şekil 4.20. 500 ve 1000 Hz EDT parametresinin dağılım grafiği (Tip1-konferans)

Çizelge 4.21. D50 – Konuşmanın belirginliği parametresi sonuçları (Tip1-konferans)

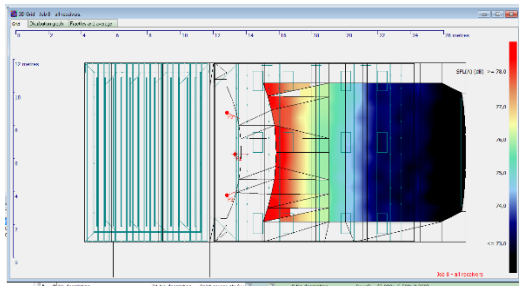
D50	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz
Min	0,50	0,49	0,55	0,63	0,66	0,64	0,63	0,74
Max	0,60	0,59	0,69	0,78	0,80	0,79	0,78	0,85
Aver.	0,55	0,54	0,62	0,71	0,74	0,73	0,72	0,81



Şekil 4.21. 500 ve 1000 Hz D50 parametresinin dağılım grafiği (Tip1-konferans)

Çizelge 4.22. SPL(A)- Ağırlıklı ses basınç seviyesi sonuçları (Tip1-konferans)

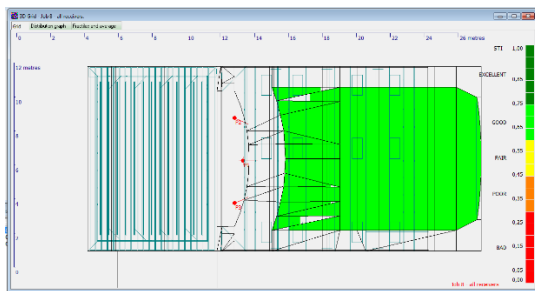
SPL(A) (dB)	
Min	72,7
Max	78,0
Aver.	75,1



Şekil 4.22. SPL(A) parametresinin dağılım grafiği (Tip1-konferans)

Çizelge 4.23. STI – Konuşmanın iletim indeksi sonuçları (Tip1-konferans)

STI	
Min	0,65
Max	0,71
Aver.	0,68



Şekil 4.23. STI parametresinin dağılım grafiği (Tip1-konferans)

Yöntemin Tip-1 kültür merkezi çok amaçlı salonunda uygulanması sonucunda elde edilen veriler, literatürdeki önerilen değerler ile karşılaştırılmış ve yöntemin konferans işlevi için akustik konfor koşullarını sağladığı görülmüştür (Çizelge 4.24).

Çizelge 4.24. Tip 1 çok amaçlı salonu konferans işlevi ($V=1320 \text{ m}^3$) simülasyon sonuçlarının değerlendirilmesi (Demirel ve diğerleri, 2018)

Hacim Akustiği Parametreleri	Önerilen Değerler	Konferans İşlevi Simülasyon Sonuçları	Algılanabilir Fark (JND)	Değerlendirme
$T30_{(500)}$ Reverberasyon Süresi, sn	$0,55 \leq T30_{(500)} \leq 0,82$ (500 Hz) (Mehta ve diğerleri, 1999)	0,80	-	UYGUN
EDT Erken Sönümlenme Süresi, sn	$EDT < T30_{mid}$ (0,78 sn) (500 Hz - 1000 Hz) (Mehta ve diğerleri, 1999)	0,62	%5	UYGUN
SPL(A) Ses Basınç Seviyesi Farkı, dB	$\Delta SPL < 10 \text{ dB}$ (Tachibana ve diğerleri, 2003)	5,3	-	UYGUN
STI Konuşmanın İletim İndeksi	0,75 Çok iyi < 1,00 0,60 İyi < 0,75 0,45 Orta < 0,60 0,30 Zayıf < 0,45 0,00 Kötü < 0,30 (TS EN 60268-16)	0,68 (iyi)	-	UYGUN
D_{50} Konuşmanın Belirginliği	$D_{50} > 0,50$ (500 Hz-1000 Hz) (TS EN ISO 3382-1)	0,72	%5	UYGUN

4.3. Tip-A1 Kültür Merkezi Çok Amaçlı Salonunda Yöntemin Sınanması

Tip-A1 Kültür Merkezi Bakanlık tarafından toplam 11 İl ve İlçede uygulanmış bir projedir (Resim 4.18). Bodrum, zemin, birinci ve ikinci kattan oluşan binanın oturum alanı 1270 m^2 , kullanım alanı ise 4520 m^2 'dir. Binada yaklaşık 300 kişilik çok amaçlı salon, 80 kişilik

toplantı salonu, sergi salonu, halk oyunları çalışma salonu, atölyeler, okuma salonları, bilgisayar odası, TV odası, kafeterya, bürolar ve teknik mekanlar yer almaktadır. (KMDB Arşivi, 2009)

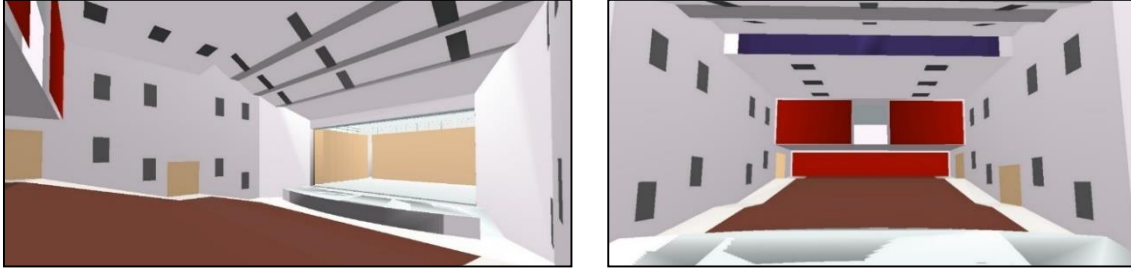


Resim 4.18. Tip-A1 kültür merkezine bir örnek (Gümüşhane Kültür Merkezi)

Tip-A1 Kültür Merkezinin bulunduğu İl ve İlçeler aşağıda verilmiştir;

- Adıyaman Merkez
- Bayburt Merkez
- Gümüşhane Merkez
- Hakkâri Merkez
- İzmir Ödemiş
- Karaman Merkez
- Konya Akşehir
- Mersin Gülnar
- Tekirdağ Şarköy
- Tunceli Merkez
- Yozgat Yerköy

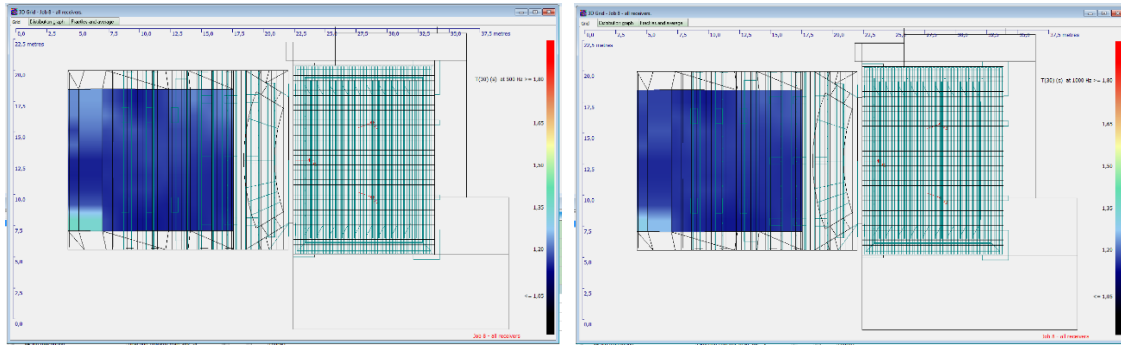
Yöntemin uygulanması ve sonrasında salonun hangi işlev için ne şekilde kullanılması gerektiğine ilişkin bir çizelge oluşturulmuştur (Çizelge 4.25).



Resim 4.19. Odeon sahne ve salon görünümü (TipA1-tiyatro)

Çizelge 4.26. T30 - Reverberasyon süresi sonuçları (TipA1-tiyatro)

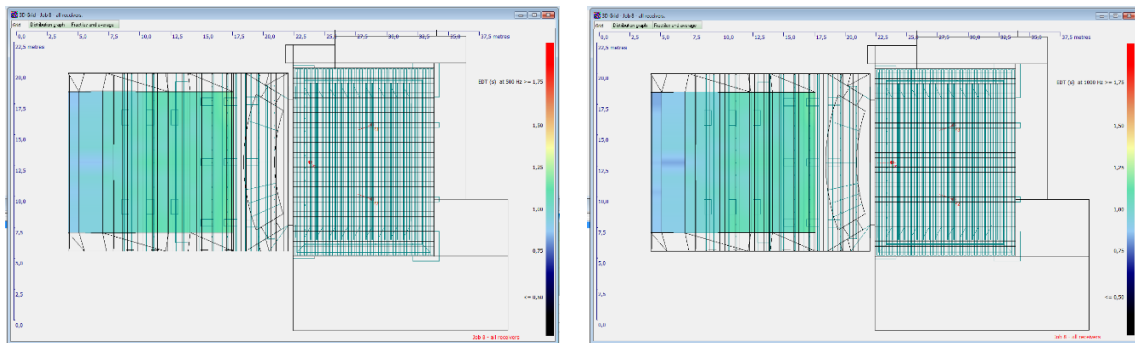
T30 (sn)	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz
Min	1,47	1,43	1,30	1,15	1,20	1,03	0,84	0,58
Max	1,84	1,69	1,42	1,32	1,29	1,15	0,92	0,63
Aver.	1,62	1,53	1,35	1,21	1,23	1,08	0,88	0,61



Şekil 4.25. 500 ve 1000 Hz T30 parametresinin dağılım grafiği (TipA1-tiyatro)

Çizelge 4.27. EDT-Erken sönümlenme süresi sonuçları (TipA1-tiyatro)

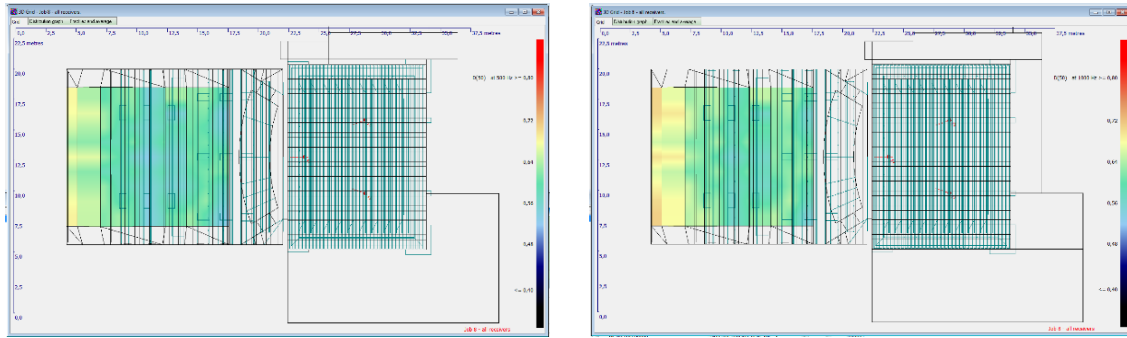
EDT (sn)	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz
Min	1,45	1,43	1,21	0,91	0,95	0,83	0,70	0,43
Max	1,77	1,75	1,44	1,16	1,15	1,11	0,90	0,58
Aver.	1,60	1,61	1,35	1,06	1,05	0,96	0,81	0,50



Şekil 4.26. 500 ve 1000 Hz EDT parametresinin dağılım grafiği (TipA1-tiyatro)

Çizelge 4.28. D50 – Konuşmanın belirginliği parametresi sonuçları (TipA1-tiyatro)

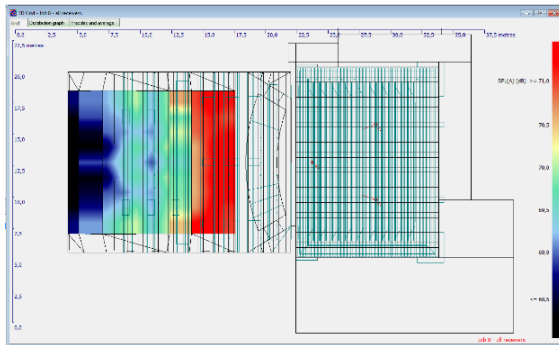
D50	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz
Min	0,34	0,34	0,42	0,54	0,56	0,59	0,64	0,76
Max	0,48	0,48	0,54	0,65	0,67	0,70	0,75	0,84
Aver.	0,40	0,40	0,48	0,59	0,61	0,64	0,70	0,80



Şekil 4.27. 500 ve 1000 Hz D50 parametresinin dağılım grafiği (TipA1-tiyatro)

Çizelge 4.29. SPL(A)- Ağırlıklı ses basınç seviyesi sonuçları (TipA1-tiyatro)

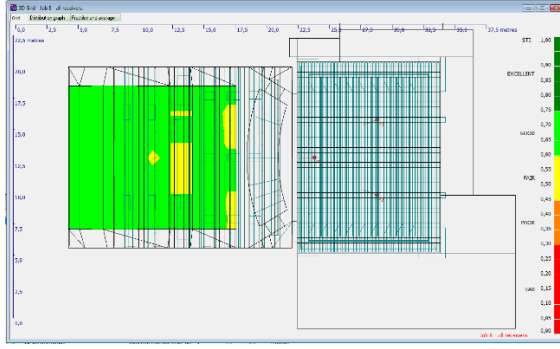
SPL(A) (dB)	
Min	69,2
Max	71,5
Aver.	70,0



Şekil 4.28. SPL(A) parametresinin dağılım grafiği (TipA1-tiyatro)

Çizelge 4.30. STI – Konuşmanın iletim indeksi sonuçları (TipA1-tiyatro)

STI	
Min	0,60
Max	0,66
Aver.	0,63



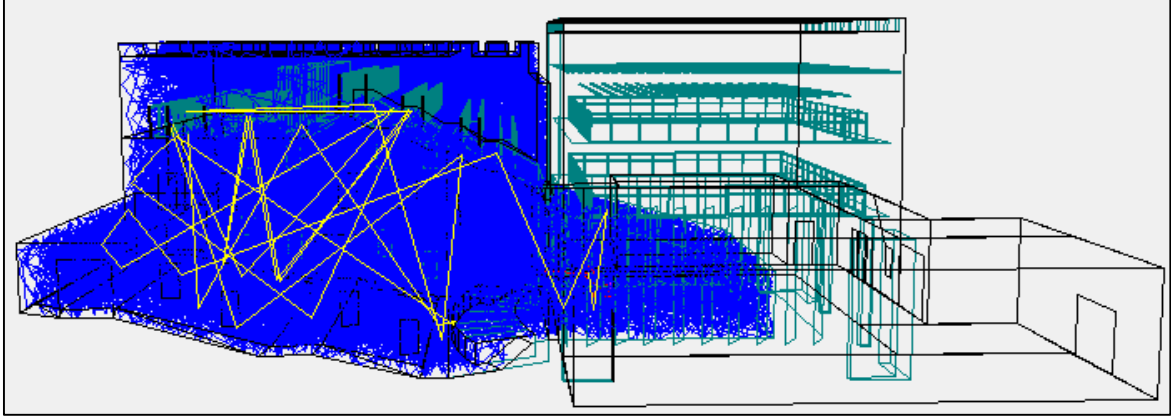
Şekil 4.29. STI parametresinin dağılım grafiği (TipA1-tiyatro)

Önerilen yöntemin Tip-A1 kültür merkezi çok amaçlı salonunda uygulanması sonucunda elde edilen veriler, literatürde önerilen değerler ile karşılaştırılmış ve yöntemin tiyatro işlevi için akustik konfor koşullarını sağladığı görülmüştür (Çizelge 4.31).

Çizelge 4.31. Tip A-1 çok amaçlı salonu tiyatro işlevi ($V=4449 \text{ m}^3$) simülasyon sonuçlarının değerlendirilmesi (Demirel ve diğerleri, 2018)

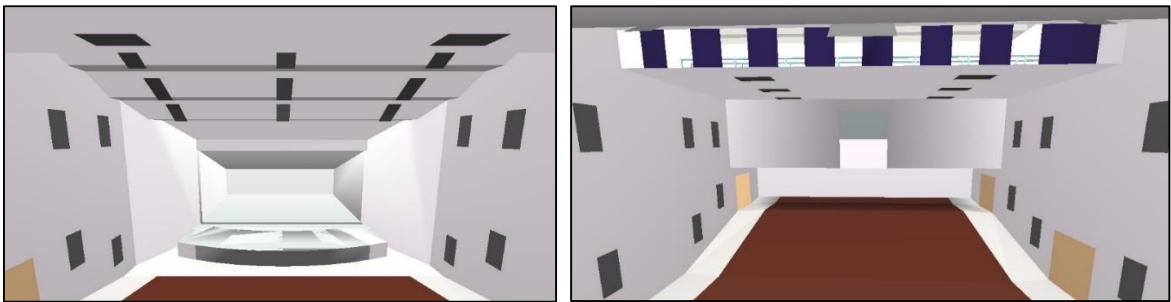
Hacim Akustiği Parametreleri	Önerilen Değerler	Tiyatro İşlevi Simülasyon Sonuçları	Algılanabilir Fark (JND)	Değerlendirme
$T_{30(500)}$ Reverberasyon Süresi, sn	$0,98 \leq T_{30(500)} \leq 1,47$ (Mehta ve diğerleri, 1999)	1,21	-	UYGUN
EDT Erken Sönümlenme Süresi, sn	$EDT < T_{30,mid} (1,22 \text{ sn})$ (500 Hz - 1000 Hz) (Mehta ve diğerleri, 1999)	1,05	%5	UYGUN
SPL(A) Ses Basınç Seviyesi Farkı, dB	$\Delta SPL < 10 \text{ dB}$ (Tachibana ve diğerleri, 2003)	2,3	-	UYGUN
STI Konuşmanın İletim İndeksi	0,75 Çok iyi < 1,00 0,60 İyi < 0,75 0,45 Orta < 0,60 0,30 Zayıf < 0,45 0,00 Kötü < 0,30 (TS EN 60268-16)	0,63 (iyi)	-	UYGUN
D_{50} Konuşmanın Belirginliği	$D_{50} > 0,50$ (500 Hz-1000 Hz) (TS EN ISO 3382-1)	0,60	%5	UYGUN

Konser işlevi için sahnenin yutuculuğundan kurtulmak amacıyla orkestra kabuğu önerilmektedir. Işık köprüsü kabini kapıları açık ve orkestra kabuğu kurulu durumdayken hacim 3319 m³ olmuştur. Bu hacimdeki bir salonda tiyatro işlevi için önerilen reverberasyon süresi Mehta ve diğerleri (1999)' nin grafiğine göre 1,48 saniyedir. Bu süreye $\pm$ %20 tolerans uygulandığında 1,18-1,77 sn aralığı elde edilmektedir.



Şekil 4.30. Kabin kapıları açık ve orkestra kabuğu kuruluyken sesin yayılması (TipA1-konser)

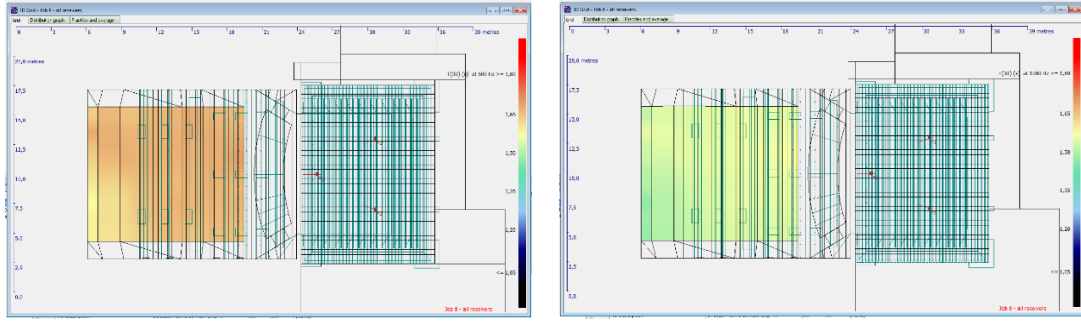
Tasarımın bu şekliyle yapılan simülasyon sonucunda, konser işlevi için akustik konfor koşullarının değerlendirilmesine ilişkin parametrelere ait veriler Çizelge 4.32, Çizelge 4.33, Çizelge 4.34, Çizelge 4.35 ve Çizelge 4.36' da sunulmuştur.



Resim 4.20. Odeon sahne ve salon görünümü (TipA1-konser)

Çizelge 4.32. T30 - Reverberasyon süresi sonuçları (TipA1-konser)

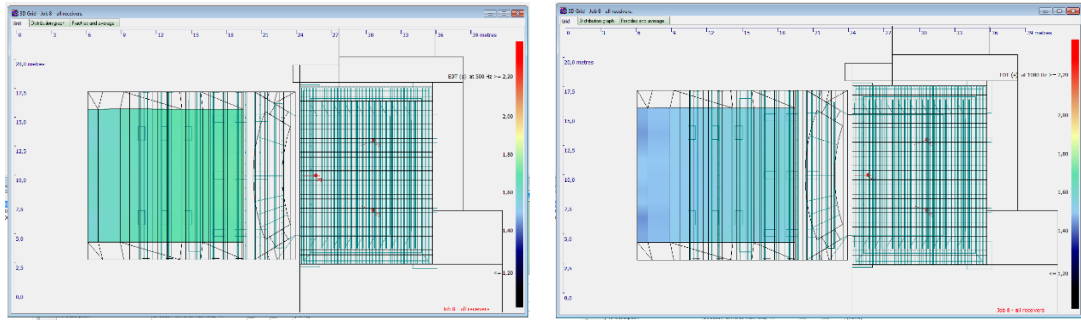
T30 (sn)	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz
Min	1,84	1,78	1,86	1,60	1,52	1,47	1,33	0,83
Max	2,68	2,69	2,62	1,92	1,60	1,51	1,41	0,89
Aver.	2,02	1,95	2,01	1,71	1,56	1,49	1,37	0,86



Şekil 4.31. 500 ve 1000 Hz T30 parametresinin dağılım grafiği (TipA1-konser)

Çizelge 4.33. EDT-Erken sönümlenme süresi sonuçları (TipA1-konser)

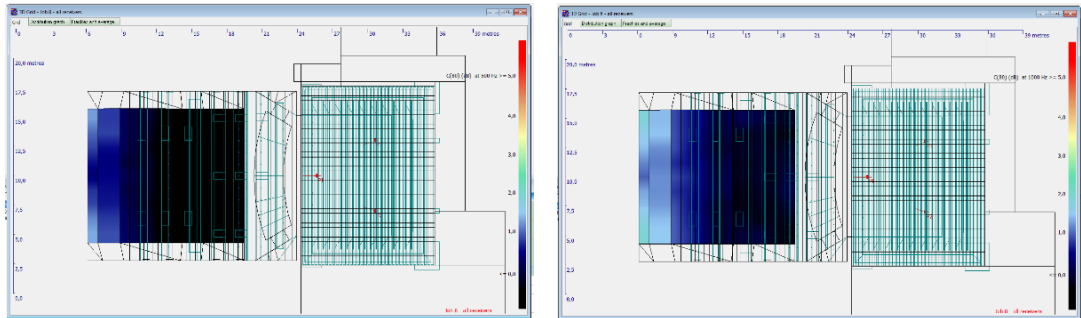
EDT (sn)	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz
Min	1,78	1,83	1,87	1,63	1,44	1,47	1,34	0,75
Max	1,94	1,92	1,97	1,74	1,61	1,58	1,46	0,90
Aver.	1,88	1,89	1,91	1,68	1,55	1,52	1,40	0,81



Şekil 4.32. 500 ve 1000 Hz EDT parametresinin dağılım grafiği (TipA1-konser)

Çizelge 4.34. C80 – Sesin berraklığı parametresi sonuçları (TipA1-konser)

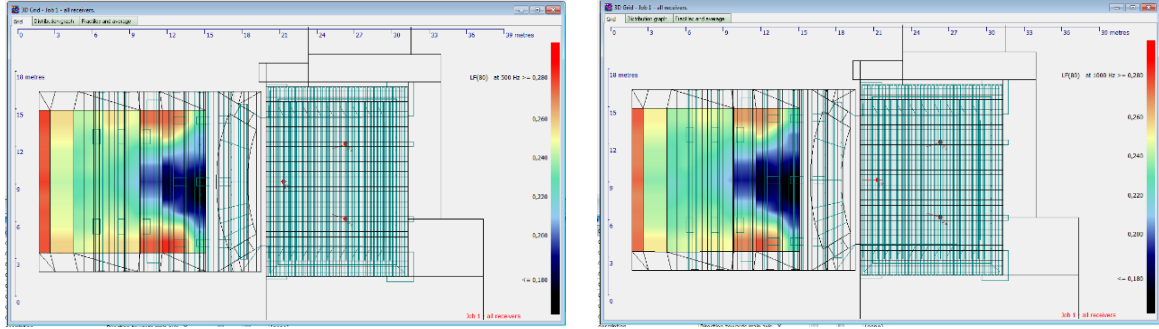
C80 (dB)	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz
Min	-1,8	-2,0	-1,9	-0,9	-0,3	-0,2	0,2	3,7
Max	-0,3	-0,4	-0,3	0,7	1,3	1,4	1,9	5,4
Aver.	-1,3	-1,4	-1,4	-0,4	0,3	0,4	0,9	4,3



Şekil 4.33. 500 ve 1000 Hz C80 parametresinin dağılım grafiği (TipA1-konser)

Çizelge 4.35. LF80 - Erken yansımaya oranı sonuçları (TipA1-konser)

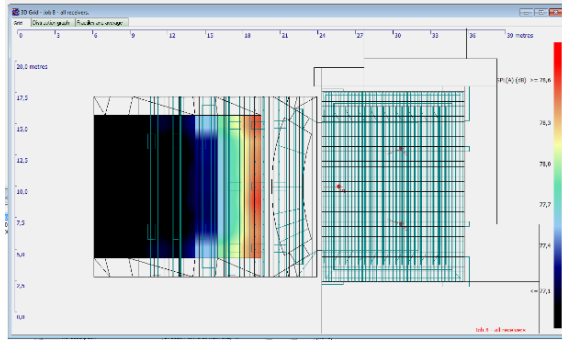
LF80	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz
Min	0,186	0,187	0,187	0,181	0,175	0,177	0,171	0,153
Max	0,270	0,259	0,258	0,253	0,250	0,250	0,253	0,244
Aver.	0,242	0,236	0,236	0,231	0,227	0,228	0,228	0,217



Şekil 4.34. 500 ve 1000 Hz LF80 parametresinin dağılım grafiği (TipA1-konser)

Çizelge 4.36. SPL(A) - Ağırlıklı ses basınç seviyesi sonuçları (TipA1-konser)

SPL(A) (dB)	
Min	77,8
Max	79,8
Aver.	78,7



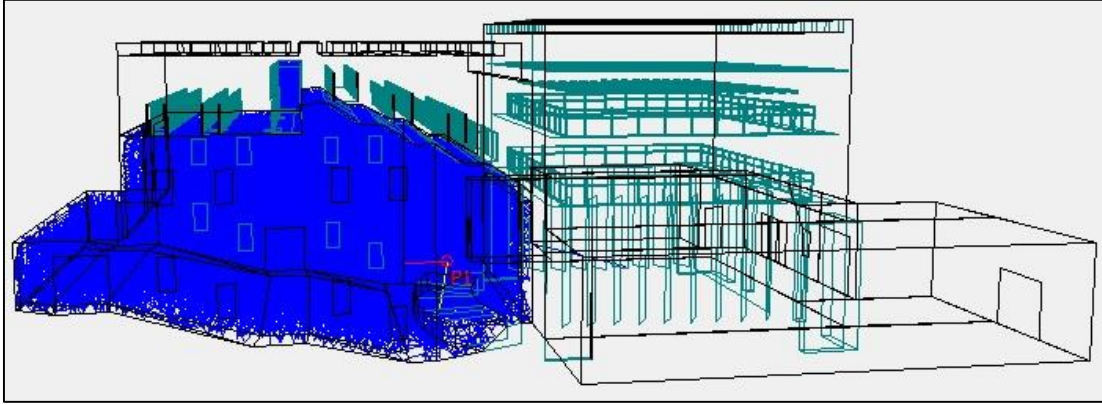
Şekil 4.35. SPL(A) parametresinin dağılım grafiği (TipA1-konser)

Önerilen yöntemin Tip-A1 kültür merkezi çok amaçlı salonunda uygulanması sonucunda elde edilen veriler, literatürde önerilen değerler ile karşılaştırılmış ve Tip A1 Kültür Merkezi çok amaçlı salonunun, bu fiziksel şartlarda konser işlevi için akustik konfor koşullarını sağladığı görülmüştür. Elde edilen veriler Çizelge 4.37' de verilmiştir.

Çizelge 4.37. Tip A-1 çok amaçlı salonu konser işlevi ($V=3319 \text{ m}^3$) simülasyon sonuçlarının değerlendirilmesi (Demirel ve diğerleri, 2018)

Hacim Akustiği Parametreleri	Önerilen Değerler	Konser İşlevi Simülasyon Sonuçları	Algılanabilir Fark (JND)	Değerlendirme
$T_{30(500)}$ Reverberasyon Süresi, sn	$1,18 \leq T_{30(500)} \leq 1,77$ (Mehta ve diğerleri, 1999)	1,71	-	UYGUN
EDT Erken Sönümlenme Süresi, sn	$EDT < T_{30,mid}$ (1,63 sn) (500 Hz - 1000 Hz) (Mehta ve diğerleri, 1999)	1,61	%5	UYGUN
SPL(A) Ses Basınç Seviyesi Farkı, dB	$\Delta SPL < 10 \text{ dB}$ (Tachibana ve diğerleri, 2003)	2,0	-	UYGUN
C_{80} Sesin Berraklığı veya Netliği	-5dB ; +5dB (500 Hz - 1000 Hz) (TS EN ISO 3382-1)	-0,05	1 dB	UYGUN
LF_{80} Erken Yan Yansıma Oranı	0,05; 0,35 (125 Hz - 1000 Hz) (TS EN ISO 3382-1)	0,23	%5	UYGUN

Salonun akustik konfor koşullarının konferans işlevine uygun hale getirilmesi için sahne perdesinin kapalı olduğu haliyle sadece ön sahnenin kullanılması, salon arka duvarındaki kumaş perdelerin aktif hale getirilmesi ve kabin kapılarının kapatılması önerilmektedir. Bu kullanım şeklinde salon hacmi 2409 m^3 olarak hesaplanmıştır. Bu hacimdeki bir salonda konferans işlevi için önerilen reverberasyon süresi Mehta ve diğerleri (1999)' nin grafiğine göre 0,74 saniyedir. Bu süreye $\pm \%20$ tolerans uygulandığında 0,59-0,88 sn aralığı elde edilmektedir.



Şekil 4.36. Konferans işlevinde salonda sesin yayılması (TipA1-konferans)



Resim 4.21. Odeon salondan sahneye bakış (TipA1-konferans)

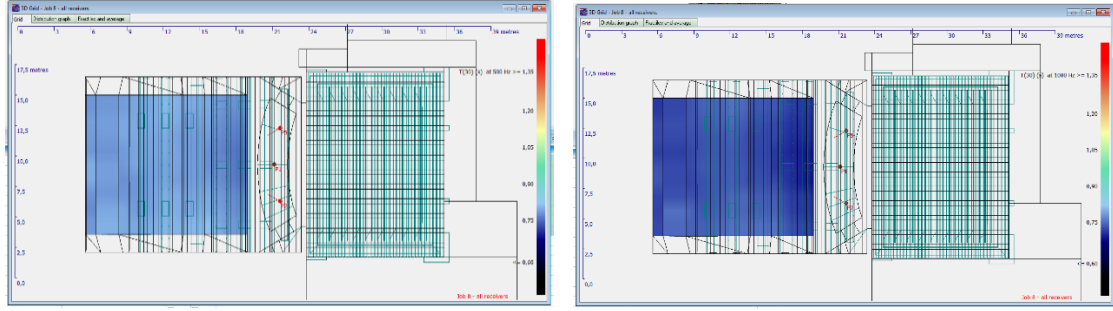


Resim 4.22. Odeon sahneden salona bakış (TipA1-konferans)

Tasarımın bu şekliyle yapılan simülasyon sonucunda, konser işlevi için akustik konfor koşullarının değerlendirilmesine ilişkin parametrelere ait veriler Çizelge 4.38, Çizelge 4.39, Çizelge 4.40, Çizelge 4.41 ve Çizelge 4.42’ de sunulmuştur.

Çizelge 4.38. T30 - Reverberasyon süresi sonuçları (TipA1-konferans)

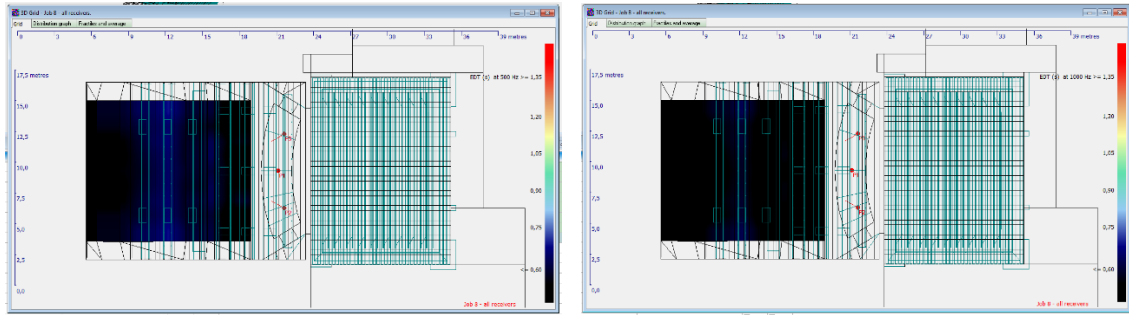
T30 (sn)	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz
Min	1,28	1,27	0,98	0,73	0,64	0,62	0,59	0,49
Max	1,44	1,42	1,10	0,94	0,78	0,83	0,77	0,55
Aver.	1,35	1,31	1,05	0,79	0,72	0,69	0,67	0,52



Şekil 4.37. 500 ve 1000 Hz T30 parametresinin dağılım grafiği (TipA1-konferans)

Çizelge 4.39. EDT-Erken sönümlenme süresi sonuçları (TipA1-konferans)

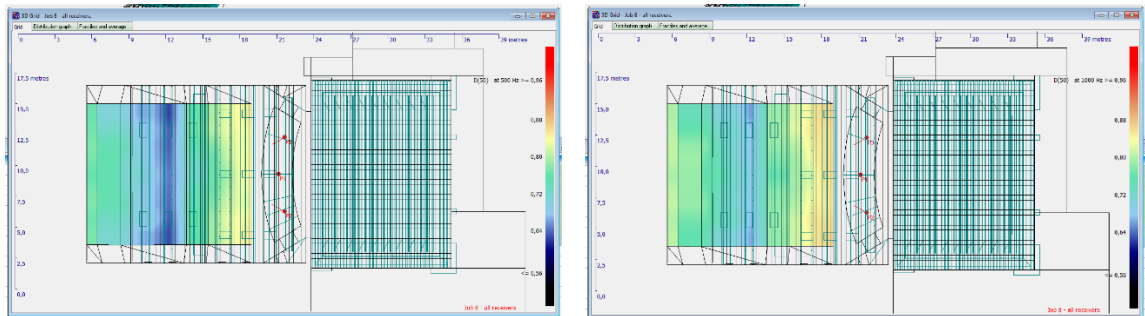
EDT (sn)	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz
Min	1,25	1,26	0,91	0,49	0,39	0,43	0,41	0,28
Max	1,40	1,42	1,04	0,69	0,62	0,56	0,60	0,44
Aver.	1,31	1,34	0,98	0,58	0,49	0,50	0,51	0,37



Şekil 4.38. 500 ve 1000 Hz EDT parametresinin dağılım grafiği (TipA1-konferans)

Çizelge 4.40. D50 – Konuşmanın belirginliği parametresi sonuçları (TipA1-konferans)

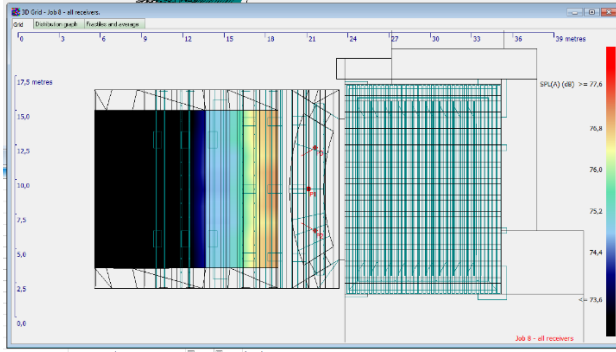
D50	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz
Min	0,41	0,39	0,52	0,67	0,71	0,70	0,71	0,80
Max	0,59	0,57	0,71	0,84	0,86	0,85	0,85	0,91
Aver.	0,49	0,48	0,60	0,74	0,77	0,77	0,77	0,84



Şekil 4.39. 500 ve 1000 Hz D50 parametresinin dağılım grafiği (TipA1-konferans)

Çizelge 4.41. SPL(A)- Ağırlıklı ses basınç seviyesi sonuçları (TipA1-konferans)

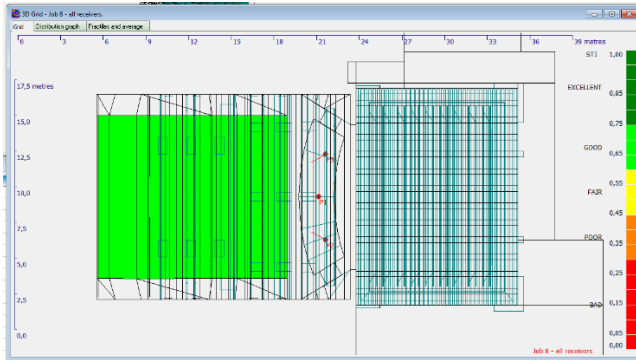
SPL(A) (dB)	
Min	72,6
Max	77,0
Aver.	74,3



Şekil 4.40. SPL(A) parametresinin dağılım grafiği (TipA1-konferans)

Çizelge 4.42. STI – Konuşmanın iletim indeksi sonuçları (TipA1-konferans)

STI	
Min	0,67
Max	0,73
Aver.	0,70



Şekil 4.41. STI parametresinin dağılım grafiği (TipA1-konferans)

Yöntemin Tip-A1 kültür merkezi çok amaçlı salonunda uygulanması sonucunda elde edilen veriler, literatürde önerilen değerler ile karşılaştırılmış ve Tip A1 Kültür Merkezi çok amaçlı salonunun, bu fiziksel şartlarda konferans işlevi için akustik konfor koşullarını sağladığı görülmüştür. Elde edilen veriler Çizelge 4.43'de verilmiştir.

Çizelge 4.43. Tip A-1 çok amaçlı salonu konferans işlevi ($V=2409 \text{ m}^3$) simülasyon sonuçlarının değerlendirilmesi (Demirel ve diğerleri, 2018)

Hacim Akustiği Parametreleri	Önerilen Değerler	Konferans İşlevi Simülasyon Sonuçları	Algılanabilir Fark (JND)	Değerlendirme
$T30_{(500)}$ Reverberasyon Süresi, sn	$0,59 \leq T30_{(500)} \leq 0,88$ (500 Hz) (Mehta ve diğerleri, 1999)	0,79	-	UYGUN
EDT Erken Sönümlenme Süresi, sn	$EDT < T30_{mid}$ (0,75 sn) (500 Hz - 1000 Hz) (Mehta ve diğerleri, 1999)	0,53	%5	UYGUN
SPL(A) Ses Basınç Seviyesi Farkı, dB	$\Delta SPL < 10 \text{ dB}$ (Tachibana ve diğerleri, 2003)	4,4	-	UYGUN
STI Konuşmanın İletim İndeksi	$0,75 < \text{Çok iyi} < 1,00$ $0,60 < \text{İyi} < 0,75$ $0,45 < \text{Orta} < 0,60$ $0,30 < \text{Zayıf} < 0,45$ $0,00 < \text{Kötü} < 0,30$ (TS EN 60268-16)	0,70 (iyi)	-	UYGUN
D_{50} Konuşmanın Belirginliği	$D_{50} > 0,50$ (500 Hz-1000 Hz) (TS EN ISO 3382-1)	0,75	%5	UYGUN

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu tez kapsamında; öncelikle Türkiye’de ve Dünyada çok amaçlı salon kullanımlarının anlaşılabilmesi amacıyla hacim akustiği ve değişken akustik tasarım üzerine literatür araştırması yapılmıştır. Daha sonra, Kültür Merkezleri çok amaçlı salonlarının mevcut akustik konfor koşullarını belirlemek amacıyla, Tarsus 75. Yıl Kültür Merkezi, Gülnar Kültür Merkezi ve Yerköy Kültür Merkezi çok amaçlı salonlarında reverberasyon süresi ölçümleri yapılmıştır. Yapılan ölçümlerde elde edilen değerlerin literatürde önerilen değerlerin üzerinde olduğu görülmüştür. Bu durumun en önemli sebebinin salonların duvar ve tavan kaplamalarında kullanılan panellerin yüksek oranda yansıtıcı olmasından kaynaklandığı değerlendirilmiştir. Bu değerlendirme ışığında, net veriler elde edip simülasyon çalışmalarında kullanmak amacıyla, tip kültür merkezi çok amaçlı salonlarında bulunan duvar ve tavan panelleri atölye ortamında üretilerek, TSE Tuzla Laboratuvarında ses yutma katsayısı testi yaptırılmıştır. Test sonucunda malzemenin ses yutma katsayısının çok düşük olduğu belirlenmiş ve çalışma sürecinde yapılan tüm simülasyonlar elde edilen yeni veriler kullanılarak tekrarlanmıştır.

Yapılan ölçüm ve simülasyon çalışmalarının sonucunda, Hipotez-1 desteklenerek, mevcut tip kültür merkezleri çok amaçlı salonlarında, aynı fiziksel şartlarla farklı işlevler için uygun akustik konfor koşullarının sağlanamadığı tespit edilmiştir.

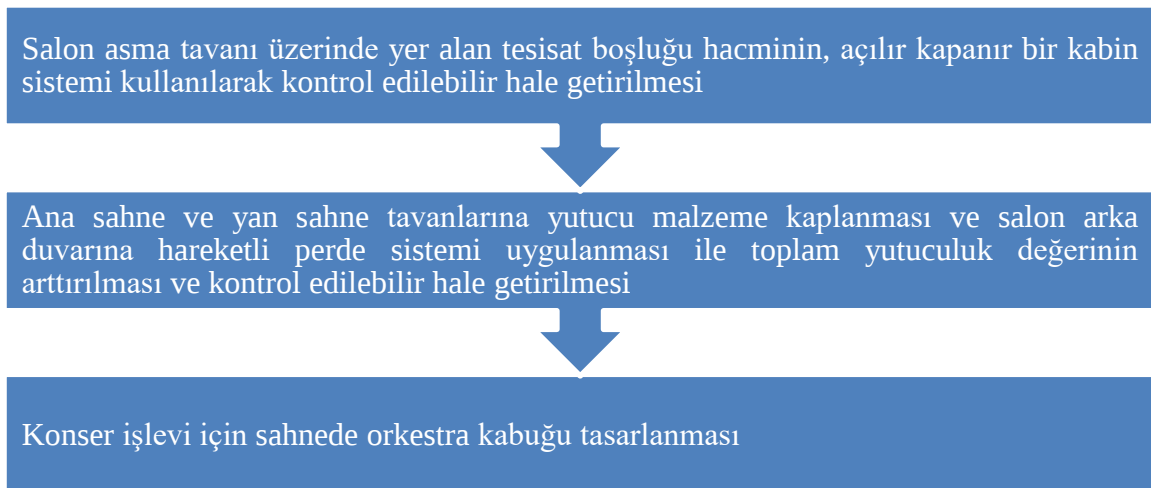
Literatürde incelenen çok amaçlı salonların akustik konfor koşullarının iyileştirilmesi üzerine yapılmış çalışmalarda, toplam hava hacmine müdahale, kaplama malzemelerinin yutuculuk değerlerine müdahale ve sahneye müdahale olmak üzere 3 ana başlıkta uygulama yapıldığı görülmüştür. Tasarım aşamasındaki projeler için rahatlıkla önerilebilecek bu sistemlerin, mevcut salonlara ekonomik ve kolay uygulanabilir şekilde entegre edilmesi üzerine çalışmalar yapılmıştır. Bu süreçte kaplama malzemelerinin sökülüp yerlerine yeni malzemelerin önerilmesi yerine, mevcut durum üzerine hareketli ve sabit sistemler eklenerek uygun değişken akustik konfor koşullarının sağlanması amaçlanmıştır.

Bilindiği üzere yeni yapılacak çok amaçlı salonlar için, birçok değişken akustik tasarım sisteminin projelendirme aşamasında değerlendirilmesi mümkündür. Ancak bu sistemlerin mevcut bir salona uygulanması sürecinde bazı sınırlılıklarla karşılaşmıştır. Toplam hava hacmine müdahale etmek için literatürde yer alan hareketli asma tavan ve hareketli zemin

sistemleri mevcut salonlarda kolay uygulanabilir olmadığından, salon üzerindeki tesisat boşluğu hareketli bir kabin sistemiyle kapatılarak hacim kontrol edilebilir hale getirilmiştir. Sahnedeki toplam yutuculuğu arttırmak için yapılan incelemelerde sahne yan duvarlarında yer alan köprü, elektrik ve tesisat bağlantıları nedeniyle, sadece ana sahne ve yan sahne tavanlarına ahşap yünü kaplama önerilmiştir. Salonda kullanılması öngörülen hareketli kumaş perde sistemi için yapılan incelemede, yan duvarlarda ve tavanda yer alan havalandırma menfezleri, aydınlatma elemanları ve ses ekipmanları nedeniyle sadece salonun arka duvarlarında perde sistemi kurgulanmıştır.

Literatürde yer alan uygulamaların mevcut salonların sınırlılıklarıyla birleşmesi ile salonun toplam hava hacmine, yüzey kaplama malzemelerine ve sahneye yapılan müdahalelerin mevcut salonlara uygulanabilirliği doğrultusunda geliştirilen yöntem, TİP-1 ve Tip-A1 Kültür Merkezleri çok amaçlı salonlarına uygulanarak sınanmış ve Hipotez-2 desteklenerek, salonların tiyatro, konser ve konferans işlevleri için uygun akustik konfor koşullarını sağlayabildiği görülmüştür.

Yapılan çalışmalar ışığında sonuç olarak; mevcut tip kültür merkezlerinde yer alan çok amaçlı salonların farklı işlevler için gerekli akustik konfor koşullarını sağlaması amacıyla yapılacak çalışmalarda, öncelik düşük maliyet ve kısa sürede uygulanabilirlik ise, izlenmesi gereken yol Şekil 5.1’ de verilmiştir.



Şekil 5.1. Oluşturulan yöntemin adımları

Bu işlemler sonucu reverberasyon süresininin bağlı olduğu 2 etken (toplam hava hacmi ve toplam yutuculuk değerleri) kontrol edilebilir hale getirilerek farklı işlevler için değişken akustik konfor koşulları sağlanabilmektedir.

Yapılan tez çalışması sonucunda, tip kültür merkezi çok amaçlı salonlarında değişken akustik konfor koşullarının sağlanmasına ilişkin bir yöntem oluşturulmuştur. Bu yöntemin uygulanması halinde birçok mevcut salondaki problem çözülebilecektir. Ülkemizdeki sosyo-ekonomik koşullar nedeniyle tip proje kullanımı kültür merkezi binaları dışındaki birçok yapı çeşitinde de görülmektedir. Tip proje olarak üretilen okul, konut, hastane, cami vb. yapılardaki iyileştirme çalışmalarının, büyük bir yapı stoğunu olumlu yönde etkileyeceği değerlendirilmektedir. Bu doğrultuda, bundan sonra yapılacak akustik konfor koşullarının iyileştirilmesine yönelik çalışmalarda, örnek olarak mevcut tip projelerin seçilmesi önerilmektedir.

KAYNAKLAR

- Ahnert, W. and Tennhardt, H. P. (2008). *Acoustics for Auditoriums and Concert Halls Handbook for Sound Engineers* (Fourth edition). Amsterdam: Elsevier Focal Press, 147-150.
- Aknesil, A., E. (1997). *Salonların Hacim Akustiği Yönünden Değerlendirilmesinde Akustik Koşul Dağılımlarının Öneminin Ortaya Konması Ve İrdelenmesine Yönelik Bir Yaklaşım*. Doktora Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Barron, M. (2010). *Auditorium Acoustics and Architectural Design* (Second edition). London and New York: Spon Press, 28-35, 410-448.
- Beranek, L. (1996). *Concert and Opera Halls: How They Sound*. New York: Acoustical Society of America.
- Buen, A. and Strand, L. (2008). Room Acoustics in The Scene II in The New Oslo Opera and The Ridehuset - Two Variable Acoustics Coupled Space Venues. *Proceedings of the Institute of Acoustics*, 30(3), 240-260.
- Cairolı, M. (2018). Architectural customized design for variable acoustics in a Multipurpose Auditorium. *Applied Acoustics*, 140, 167-177.
- Demirel, F. (2019). *Mimari Akustik Yayınlanmamış Ders Notları*. Gazi Üniversitesi Mimarlık Fakültesi, Ankara.
- Demirel, F., İlisulu, G. and Görkem, M. (2018). Acoustic Design of Sivas Cultural Center Multipurpose Hall. *Journal of Polytechnic*, 21(3), 535-542.
- Demirel, F., Özçetin, Z. and Eminel, M. (2018). Multi-Purpose Hall Accounting Examination For Congress And Cultural Center. *Social Science Development Journal*, 3(13), 543-554.
- Demirel, F., Özçetin, Z., Arslan, S., Görkem, M. ve İlisulu, S.G. (2018). Ankara’da Bir Entegre Sağlık Kampüsü Hasta Yatak Odalarının Akustik Performans Değerlendirmesi. *International Refereed & Indexed Journal on Mathematic, Engineering and Natural Sciences*, 3(1), 54-57.
- Egan, M. D. (2007). *Architectural Acoustics* (First edition) A.B.D: J. Ross Publishing Inc, 81-170.
- Ergin, D. (2014). *Gelişen Teknoloji Işığında Performans Mekânlarında İşitsel Konfor Gereksinimleri ve Akustik Tasarım Yaklaşımları*. Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Ergin, D. ve Can, Y. Z. (2013). *YTÜ Merkez Kampüs Kültür ve Kongre Merkezi Çok Amaçlı Salonu Hacim Akustiği Tasarımı*. 10.Ulusal Akustik Kongresi, Ankara.
- Gade, A. C. (2007). *Acoustics in Halls for Speech and Music*. *Springer Handbook of Acoustics*. New York: Rossing, T. D., Springer Science + Business Media, 344.

İnternet: “Kültür yatırımlarının ve girişimlerinin belgelendirilmesine ve niteliklerine ilişkin yönetmelik” URL: <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2009/04/20090424-5.htm>, Son Erişim Tarihi: 11/01/2020.

İnternet: “Viyana devlet operası yılbaşı balosu görünümü” URL: <https://www.cnnturk.com/fotogaleri/yasam/diger/2011/03/04/butun.gorkemiyle.vi.yana.opera.balosu/10605/index.html?page=1>, Son Erişim Tarihi: 08/02/2020.

İnternet: “Madrid opera binası konser işlevi sahne görünümü” URL: <https://www.esmadrid.com/informacion-turistica/teatro-real>, Son Erişim Tarihi: 24/01/2020.

Konuk, G.G. (2010). *Hacim Akustiği Parametrelerinin Türk Makam Müziği İcra Edilen Kapalı Mekânlar Açısından İncelenmesi Ve Değerlendirilmesi*. Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Kültür Merkezleri Daire Başkanlığı Arşivi. (2005-2020). Ankara.

Lane, J. (1978). *Arts Centres: Every Town Should Have One*. London: Paul Elek Ltd, 7-8.

Long, M. (2006). *Architectural Acoustics*. Amsterdam: Elsevier Academic Press, 697.

Luykx, M., Metkemeijer, R. and Vercammen, M. (2007). *Variable Acoustics of Theatre “de Spiegel” in Zwolle (NL)*. International Symposium on Room Acoustics, Satellite Symposium of the 19th International Congress on Acoustics, Seville.

Maekawa, Z., Rindel, J. H. and Lord, P. (2011). *Environmental and Architectural Acoustics* (Second edition). Oxon: Spon Press, 85.

Maiorino, V. A. and Bertoli, R. S. (2012). *Influence of a Lightweight Acoustic Shell with Diffusive Surface in a Multiple Use Theater at Audience Area*. Internoise Congress, New York City, USA.

Mehta, M., Johnson, J. and Rocafort, J. (1999). *Architectural Acoustics: Principles and Design*, New Jersey: Prentice Hall Inc, 218, 294.

Migneron, J. P., Migneron, J. G. and Hardy, J. F. (2008). *Objective and Subjective Analysis of Acoustical Response in Newly Renovated Palais Moncalm, Quebec City, Canada*. European Conference on Noise Control, Paris, France.

Odeon A. S. (2010). *Odeon Room Acoustics Program, Version 10.02 Combined Edition: User Manual & Global Material Library*. Odeon A/S Report, Denmark.

Ökvist, R., Ågren, A. and Tunemalm, B. (2008). *Studio Acusticum – A Concert Hall With Variable Volume*. *Proceedings of the Institute of Acoustics*, 30(3), 158-162.

Özçetin, Z. (2015). *Gürültü Kontrolü Açısından Konservatuvar Binalarının Analizi*. Almanya: Türkiye Alim Kitapları.

Puchades, H. A. (2010). *The Acoustic Design of The Kursaal Center*. *Estudi Acustic H. Arau*, 1-6, Spain.

- Seven, Y. (2010). *Kültür ve Turizm Bakanlığınca Kültür Merkezine Dönüştürülen Tarihi Yapılarda Önem-Başarı Değerlendirmesi*. Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Tachibana, H. (2003). *Visualization / Auralization of Sound Fields for Room Acoustics*. The Eighth Western Pacific Acoustics Conference, Australia, 1-10.
- Talayman, T. (2011). *Sakıp Sabancı Müzesi Çok Amaçlı Salonu*. 9.Ulusal Akustik Kongresi, Ankara.
- Thiele, R. (1956). Directional Distribution And Time Sequence of Sound Reflections In Rooms. *Acustica*, 1, 1-32.
- Türk Standardları Enstitüsü, TS EN 60268-16. (2012). *Ses sistem cihazları - Bölüm 16: Konuşma iletim indeksi ile konuşma anlaşılabilirliğinin tarafsız sınıflandırılması*. 1-71, Türkiye.
- Türk Standardları Enstitüsü, TS EN ISO 3382-1. (2010). *Akustik, Odaların Akustik Parametrelerinin Ölçülmesi- Bölüm 1: Performans Boşlukları*. 1-38, Türkiye.
- Türk, E. (2011). *İstanbul'daki Salonların Akustik Kalitesinin İncelenmesi ve Değerlendirilmesi*. Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Türk, E. ve Yüksel Can Z. (2013). *İstanbul Salonları ve Avrupa Kentleri ile Karşılaştırma*", 10. Ulusal Akustik Kongresi, İstanbul.
- Türkmen, R. (2013). *Oditoryumlarda Akustik Performansın İyileştirilmesine Yönelik Tasarım Parametrelerinin Geliştirilmesi ve Bir Örneklem*. Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Vural, A. (2009). *İstanbul'da Bulunan Dört Konser Salonunun Akustik Açısından Değerlendirilmesi*. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Yılmaz Demirkale, S. (2007). *Çevre ve Yapı Akustiği*. İstanbul: Birsen Yayınevi, 130, 131.
- Yılmaz Karaman, Ö. (2009). *Salonların Akustik Tasarımında Optimum Oturma Düzenini Sağlayacak Bir Modelleme Yöntemi Geliştirilmesi*. Doktora Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Yılmaz, S. ve Aşçıgil Dinçer, M. (2011). *Azerbaycan Bakü Nizami Büyük Sinema Salonunun Akustik Projelendirilmesi*. 9.Ulusal Akustik Kongresi, Ankara.
- Yılmaz, S. ve Çelebi, Ş. N. N. (2011). *İski 2. Genel Müdürlük Çok Amaçlı Salonunun Akustik Projelendirilmesi*. 9.Ulusal Akustik Kongresi, Ankara.
- Yılmaz, U. T. (2006). *Kültür Merkezlerinin Tasarımını Etkileyen Kriterler: Türkiye Örneği*. Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

EKLER

EK-1. Tarsus KM çok amaçlı salonu konferans, tiyatro ve konser işlevi odeon analiz çıktıları

Çizelge E1.1. Hacim akutüğü parametrelerine ilişkin sonuçlar

ODEON

ODEON 10.02Combined
Licensed to: Gazi University, Turkey
User id: 2192, dongle no:102402

Printed: 9.01.2020 13:52:00
Room: C:\...Tarsus3dkonser8haz
Geometry/Material/Source version: 3/13/7
Job number: 1 No description

Restricted version - research and teaching only!

Receiver Number: 1 No description (x,y,z) = (38,00, -3,60, -1,38)

Band (Hz)	83	125	250	500	1000	2000	4000	8000
EDT (s)	1,51	1,51	1,81	1,93	1,90	1,80	1,50	0,93
T30 (s)	1,79	1,97	1,90	2,16	2,29	2,13	1,52	0,89
SPL (dB)	70,7	71,0	71,7	71,7	71,6	71,4	70,6	68,5
C80 (dB)	2,9	2,0	1,0	0,8	0,9	1,1	2,2	6,3
D60 (dB)	0,58	0,53	0,47	0,46	0,46	0,48	0,54	0,73
Tc (ms)	76	88	104	112	110	105	82	40
LF80	0,050	0,050	0,050	0,050	0,052	0,055	0,055	0,049

SPL(A) = 77,9(dB)
LG80* = 62,1(dB)
STI = 0,65 (Theoretical based on T30, STI = 0,47)

Receiver Number: 2 No description (x,y,z) = (41,00, -3,60, 0,18)

Band (Hz)	83	125	250	500	1000	2000	4000	8000
EDT (s)	1,50	1,70	1,82	1,95	1,91	1,84	1,56	0,93
T30 (s)	1,72	2,00	1,97	2,21	2,31	2,15	1,56	0,88
SPL (dB)	68,2	68,8	69,2	69,0	68,8	68,6	67,7	64,5
C80 (dB)	0,7	-0,4	-1,1	-1,0	-0,9	-0,7	0,3	4,0
D60 (dB)	0,36	0,32	0,29	0,30	0,30	0,31	0,36	0,54
Tc (ms)	104	119	133	137	136	130	107	60
LF80	0,085	0,081	0,076	0,073	0,075	0,077	0,079	0,067

SPL(A) = 76,0(dB)
LG80* = 61,3(dB)
STI = 0,48 (Theoretical based on T30, STI = 0,48)

Receiver Number: 3 No description (x,y,z) = (48,00, -3,60, 1,20)

Band (Hz)	83	125	250	500	1000	2000	4000	8000
EDT (s)	1,18	1,35	1,49	1,60	1,57	1,47	1,15	0,60
T30 (s)	1,67	1,90	1,87	2,14	2,21	2,06	1,53	0,85
SPL (dB)	69,9	70,2	70,3	69,9	69,6	69,4	68,7	65,5
C80 (dB)	3,4	2,2	1,8	1,8	2,0	2,2	3,2	6,7
D60 (dB)	0,47	0,42	0,41	0,42	0,43	0,44	0,48	0,61
Tc (ms)	86	99	108	110	108	103	86	56
LF80	0,395	0,384	0,378	0,368	0,350	0,347	0,354	0,331

SPL(A) = 76,9(dB)
LG80* = 61,8(dB)
STI = 0,58 (Theoretical based on T30, STI = 0,47)

Receiver Number: 4 No description (x,y,z) = (38,00, -8,00, -1,38)

Band (Hz)	83	125	250	500	1000	2000	4000	8000
EDT (s)	1,57	1,57	1,82	1,93	1,95	1,86	1,51	0,91
T30 (s)	1,79	1,97	1,90	2,15	2,30	2,14	1,54	0,87
SPL (dB)	69,7	70,1	70,7	70,7	70,6	70,4	69,6	67,1
C80 (dB)	2,1	1,2	0,3	0,1	0,2	0,4	1,6	5,5
D60 (dB)	0,53	0,48	0,43	0,42	0,43	0,44	0,50	0,69
Tc (ms)	88	100	116	123	121	115	91	48
LF80	0,174	0,173	0,174	0,173	0,175	0,180	0,183	0,180

SPL(A) = 76,8(dB)
LG80* = 62,0(dB)
STI = 0,63 (Theoretical based on T30, STI = 0,47)

Receiver Number: 5 No description (x,y,z) = (41,00, -8,00, 0,18)

Band (Hz)	83	125	250	500	1000	2000	4000	8000
EDT (s)	1,47	1,71	1,88	1,92	1,82	1,83	1,49	0,90
T30 (s)	1,73	1,87	1,93	2,14	2,32	2,12	1,55	0,86
SPL (dB)	68,3	68,8	69,2	69,0	68,8	68,6	67,7	64,5
C80 (dB)	0,8	-0,4	-1,0	-0,9	-0,7	-0,5	0,4	4,2
D60 (dB)	0,40	0,34	0,31	0,31	0,32	0,33	0,38	0,56
Tc (ms)	101	117	131	135	132	127	104	59
LF80	0,144	0,136	0,131	0,123	0,124	0,126	0,129	0,119

SPL(A) = 76,1(dB)
LG80* = 61,4(dB)
STI = 0,48 (Theoretical based on T30, STI = 0,47)

Odeon A/S, Denmark, ©1998-2008

Restricted version - research and teaching only!

Page 1

EK-1. (devam) Tarsus KM çok amaçlı salonu konferans, tiyatro ve konser işlevi odeon analiz çıktıları

Çizelge E1.1. (devam) Hacim akutuği parametrelerine ilişkin sonuçlar

ODEON 10.02Combined
Licensed to: Gazi University, Turkey
User id: 2192, dongle no:103402

Printed: 9.01.2020 13:52:03
Room: C:\...Tarsus3dkonser8haz
Geometry/Material/Source version: 3/13/7
Job number: 1 No description

Restricted version - research and teaching only!

T ₆ (ms)								
Band (Hz)	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Minimum	75	88	104	110	108	103	82	40
Maximum	105	120	133	137	135	130	107	61
Average	93	107	120	125	122	118	96	54

LF80								
Band (Hz)	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Minimum	0,050	0,050	0,050	0,050	0,052	0,055	0,055	0,049
Maximum	0,419	0,411	0,408	0,410	0,396	0,400	0,415	0,409
Average	0,215	0,210	0,208	0,204	0,200	0,202	0,207	0,197

3PL(A), minimum = 74,8(dB)
3PL(A), maximum = 77,8(dB)
3PL(A), Average = 75,8(dB)

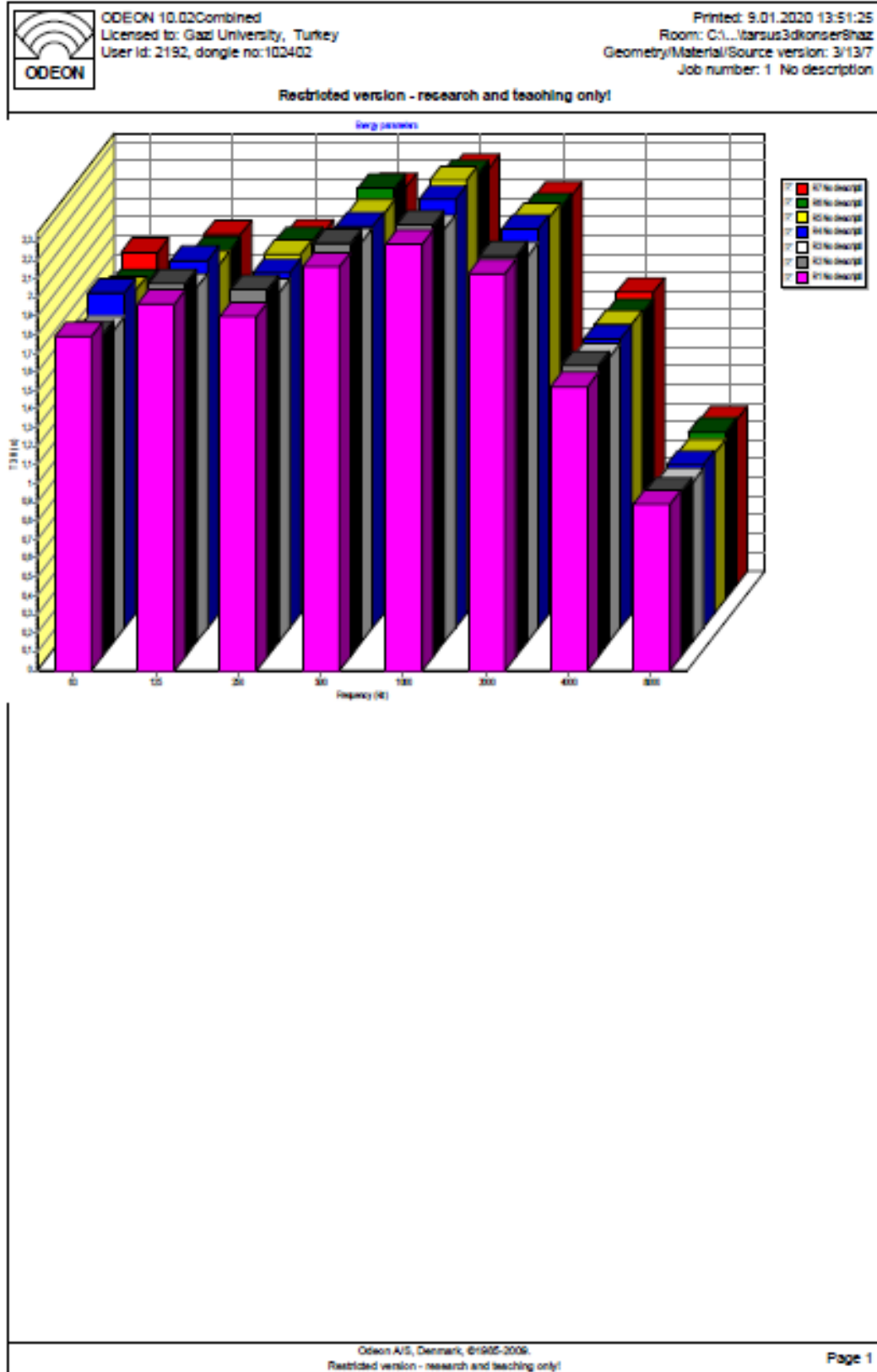
LG80*, minimum = 81,3(dB)
LG80*, maximum = 82,1(dB)
LG80*, Average = 81,8(dB)

3Tl, minimum = 0,48
3Tl, maximum = 0,68
3Tl, Average = 0,62

Odeon A/S, Denmark, ©1995-2009
Restricted version - research and teaching only!

Page 3

EK-1. (devam) Tarsus KM çok amaçlı salonu konferans, tiyatro ve konser işlevi odeon analiz çıktıları



Şekil E1.1. Frekans bazında reverberasyon süresi dağılımları

EK-2. Tarsus KM çok amaçlı salonu opera işlevi odeon analiz çıktıları

Çizelge E2.1. Hacim akutüğü parametrelerine ilişkin sonuçlar



ODEON 10.02Combined

Licensed to: Gazi University, Turkey

User id: 2192, dongle no:102402

Printed: 9.01.2020 13:40:59

Room: C:\...tarsus3d_opera8haz

Geometry/Material/Source version: 3/8/9

Job number: 1 No description

Restricted version - research and teaching only!

Receiver Number: 1 No description

(x,y,z) = (38,00, -3,60, -1,38)

Band (Hz)	83	125	250	500	1000	2000	4000	8000
EDT (s)	1,32	1,38	1,49	1,39	1,38	1,31	1,27	0,81
T30 (s)	1,30	1,40	1,75	1,79	1,99	1,68	1,31	0,71
SPL (dB)	68,6	68,2	68,5	68,6	68,0	67,9	67,5	65,0
C80 (dB)	2,5	2,2	1,3	1,1	1,2	1,1	1,6	4,8
D60	0,54	0,52	0,47	0,44	0,45	0,44	0,46	0,61
Tc (ms)	78	84	97	98	98	96	88	57
LF80	0,084	0,084	0,083	0,095	0,097	0,105	0,103	0,093

SPL(A) = 74,6(dB)

LG80* = 68,0(dB)

STI = 0,68 (Theoretical based on T30, STI = 0,61)

Warning: Reflection density is less than 60 reflections per millisecond

Warning: Direct sound not found, C, D, LF....may not be reliable

Receiver Number: 2 No description

(x,y,z) = (41,00, -3,60, 0,13)

Band (Hz)	83	125	250	500	1000	2000	4000	8000
EDT (s)	1,40	1,41	1,51	1,45	1,45	1,38	1,27	0,97
T30 (s)	1,39	1,41	1,72	1,77	1,98	1,68	1,30	0,77
SPL (dB)	66,1	66,1	66,4	66,2	65,7	65,5	65,0	61,6
C80 (dB)	-0,6	-1,2	-1,4	-1,3	-1,2	-1,3	-1,0	1,9
D60	0,34	0,31	0,29	0,30	0,30	0,28	0,29	0,43
Tc (ms)	105	113	120	118	117	115	108	74
LF80	0,149	0,153	0,153	0,154	0,155	0,155	0,155	0,140

SPL(A) = 72,1(dB)

LG80* = 68,7(dB)

STI = 0,60 (Theoretical based on T30, STI = 0,61)

Warning: Reflection density is less than 60 reflections per millisecond

Warning: Direct sound not found, C, D, LF....may not be reliable

Receiver Number: 3 No description

(x,y,z) = (48,00, -3,60, 1,20)

Band (Hz)	83	125	250	500	1000	2000	4000	8000
EDT (s)	1,12	1,21	1,35	1,23	1,20	1,19	1,11	0,70
T30 (s)	1,36	1,44	1,67	1,69	1,87	1,55	1,26	0,77
SPL (dB)	67,3	67,4	67,5	67,0	66,4	66,1	65,6	62,3
C80 (dB)	2,0	1,5	1,4	1,5	1,7	1,4	1,9	4,8
D60	0,31	0,30	0,29	0,31	0,32	0,32	0,33	0,45
Tc (ms)	95	100	104	100	98	97	90	63
LF80	0,320	0,319	0,314	0,295	0,280	0,249	0,252	0,228

SPL(A) = 72,8(dB)

LG80* = 68,8(dB)

STI = 0,65 (Theoretical based on T30, STI = 0,61)

Warning: Direct sound not found, C, D, LF....may not be reliable

Receiver Number: 4 No description

(x,y,z) = (38,00, -8,00, -1,38)

Band (Hz)	83	125	250	500	1000	2000	4000	8000
EDT (s)	1,32	1,38	1,51	1,48	1,38	1,36	1,25	0,85
T30 (s)	1,38	1,41	1,77	1,81	2,01	1,71	1,29	0,77
SPL (dB)	67,9	67,6	67,9	68,0	67,5	67,3	66,9	64,3
C80 (dB)	2,4	2,1	1,2	1,1	1,3	1,3	1,7	5,0
D60	0,53	0,52	0,47	0,45	0,46	0,45	0,47	0,63
Tc (ms)	81	86	98	98	97	94	87	55
LF80	0,167	0,171	0,177	0,186	0,187	0,193	0,192	0,185

SPL(A) = 74,0(dB)

LG80* = 68,2(dB)

STI = 0,67 (Theoretical based on T30, STI = 0,60)

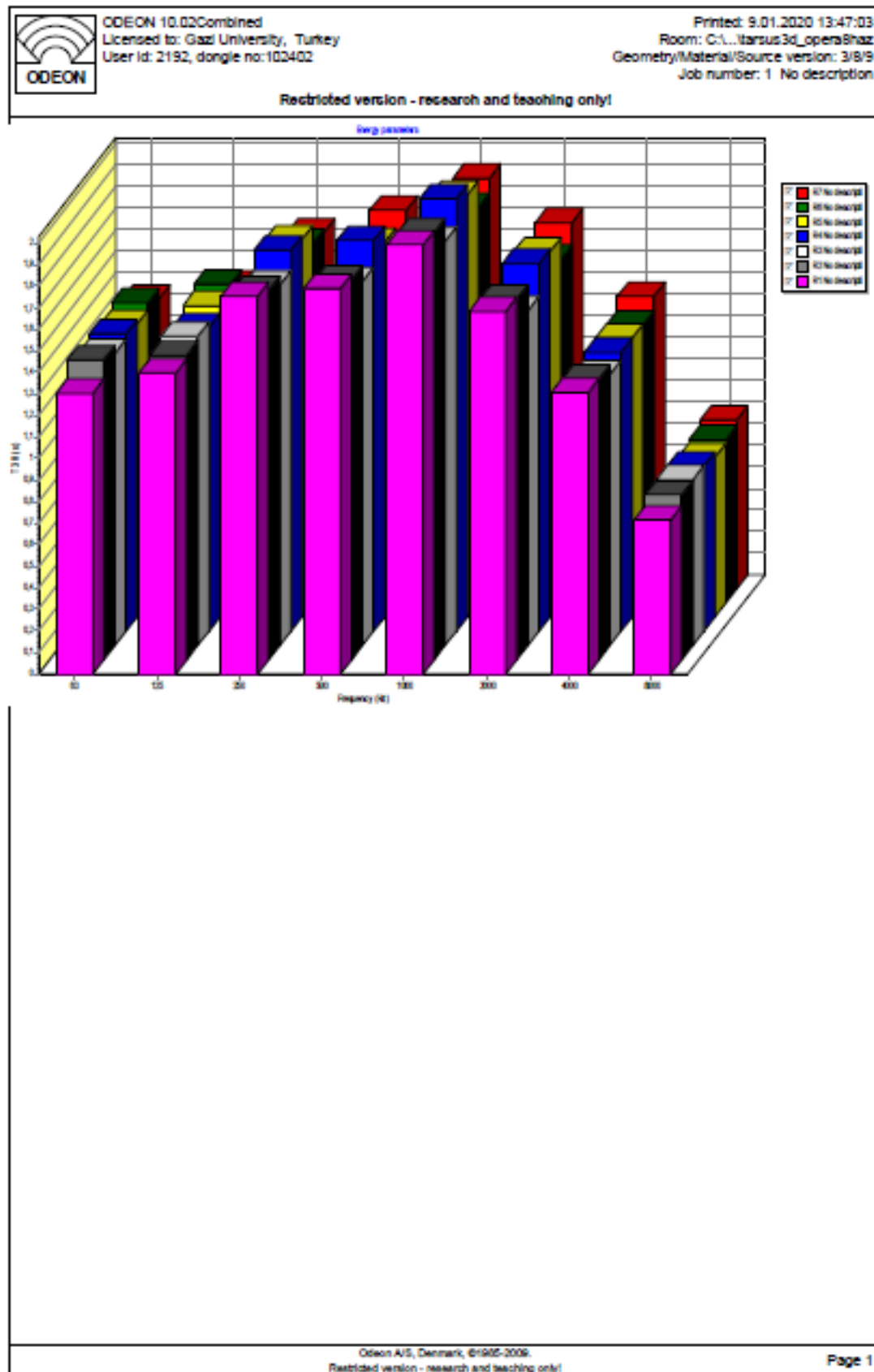
Warning: Direct sound not found, C, D, LF....may not be reliable

Odeon A/S, Denmark, ©1985-2008

Restricted version - research and teaching only!

Page 1

EK-2. (devam) Tarsus KM çok amaçlı salonu opera işlevi odeon analiz çıktıları



Şekil E2.1. Frekans bazında T30 dağılımları

EK-3. Tip-1 KM mevcut durum odeon analiz çıktıları

Çizelge E3.1. Hacim akutüğü parametrelerine ilişkin sonuçlar

ODEON 10.02Combined
Licensed to: Gazi University, Turkey
User id: 2192, dongle no:102402

Printed: 8.01.2020 21:42:09
Room: C:\L\TIP138_mevcut_mayıs2019
Geometry/Material/Source version: 1/1/7
Job number: 1 No description

ODEON

Restricted version - research and teaching only!

Receiver Number: 1 No description (x,y,z) = (11,00, -0,60, 1,32)

Band (Hz)	83	125	250	500	1000	2000	4000	8000
EDT (s)	1,53	1,60	1,76	1,60	1,55	1,37	1,13	0,79
T30 (s)	1,96	1,97	2,28	2,19	2,14	1,88	1,36	0,76
8PL (dB)	70,5	70,5	70,9	70,5	69,9	66,2	68,5	66,3
C80 (dB)	0,6	0,4	-0,2	0,3	0,8	1,4	2,4	5,6
D60	0,41	0,39	0,36	0,39	0,41	0,44	0,49	0,64
Tc (ms)	105	109	121	112	105	93	76	48
LF80	0,310	0,308	0,310	0,306	0,300	0,297	0,299	0,286

8PL(A) = 76,0(dB)
LG80* = 62,4(dB)
STI = 0,64 (Theoretical based on T30, STI = 0,48)

Receiver Number: 2 No description (x,y,z) = (7,00, -0,60, 1,88)

Band (Hz)	83	125	250	500	1000	2000	4000	8000
EDT (s)	1,52	1,61	1,77	1,64	1,53	1,32	1,09	0,68
T30 (s)	2,00	1,95	2,21	2,14	2,08	1,84	1,34	0,80
8PL (dB)	69,5	69,8	69,9	69,2	68,5	67,7	67,0	64,5
C80 (dB)	0,7	0,4	-0,1	0,5	1,1	1,9	3,0	6,2
D60	0,38	0,36	0,34	0,37	0,40	0,44	0,49	0,64
Tc (ms)	112	116	126	116	108	93	77	50
LF80	0,284	0,278	0,280	0,277	0,276	0,275	0,277	0,268

8PL(A) = 74,8(dB)
LG80* = 61,4(dB)
STI = 0,64 (Theoretical based on T30, STI = 0,48)

Receiver Number: 3 No description (x,y,z) = (3,00, -0,60, 2,20)

Band (Hz)	83	125	250	500	1000	2000	4000	8000
EDT (s)	1,59	1,59	1,74	1,62	1,54	1,31	1,05	0,70
T30 (s)	1,79	1,90	2,16	2,10	2,06	1,79	1,31	0,76
8PL (dB)	69,3	69,6	69,5	68,6	67,8	66,9	66,1	63,3
C80 (dB)	1,0	0,7	0,4	1,1	1,7	2,5	3,6	6,9
D60	0,40	0,39	0,38	0,42	0,46	0,51	0,55	0,69
Tc (ms)	110	114	121	110	102	88	73	47
LF80	0,257	0,250	0,250	0,241	0,237	0,241	0,247	0,233

8PL(A) = 73,8(dB)
LG80* = 60,8(dB)
STI = 0,66 (Theoretical based on T30, STI = 0,48)

Receiver Number: 4 No description (x,y,z) = (8,00, -3,50, 1,66)

Band (Hz)	83	125	250	500	1000	2000	4000	8000
EDT (s)	1,51	1,56	1,73	1,63	1,50	1,30	1,03	0,74
T30 (s)	1,82	1,92	2,24	2,14	2,12	1,82	1,34	0,77
8PL (dB)	69,7	70,0	70,2	69,7	69,1	68,4	67,7	65,5
C80 (dB)	0,7	0,1	-0,3	0,3	0,9	1,8	2,9	6,2
D60	0,37	0,34	0,32	0,35	0,38	0,42	0,47	0,63
Tc (ms)	107	115	126	115	107	92	75	47
LF80	0,222	0,209	0,212	0,206	0,204	0,212	0,222	0,212

8PL(A) = 76,3(dB)
LG80* = 61,6(dB)
STI = 0,62 (Theoretical based on T30, STI = 0,48)

Receiver Number: 5 No description (x,y,z) = (5,00, -3,50, 1,86)

Band (Hz)	83	125	250	500	1000	2000	4000	8000
EDT (s)	1,45	1,54	1,66	1,55	1,49	1,30	1,05	0,61
T30 (s)	1,88	1,93	2,21	2,14	2,08	1,82	1,34	0,75
8PL (dB)	69,4	69,6	69,7	68,9	68,2	67,4	66,7	64,0
C80 (dB)	0,9	0,5	0,1	0,7	1,4	2,3	3,3	6,5
D60	0,37	0,35	0,34	0,37	0,42	0,47	0,52	0,66
Tc (ms)	112	117	126	116	107	92	76	51
LF80	0,259	0,253	0,252	0,246	0,242	0,246	0,250	0,241

8PL(A) = 74,3(dB)
LG80* = 60,8(dB)
STI = 0,66 (Theoretical based on T30, STI = 0,48)

ODEON A/S, Denmark, 6100-2006.
Restricted version - research and teaching only!

Page

EK-3. (devam) Tip-1 KM mevcut durum odeon analiz çıktıları

Çizelge E3.1. (devam) Hacim akutığı parametrelerine ilişkin sonuçlar

ODEON

ODEON 10.02Combined
Licensed to: Gazd University, Turkey
User id: 2192, dongle no:102402

Printed: 8.01.2020 21:42:13
Room: C:\L\TIP13B_mevcut_mayıs2019
Geometry/Material/Source version: 1/1/7
Job number: 1 No description

Restricted version - research and teaching only!

Continued....Energy parameters

Receiver Number: 8 No description
(x,y,z) = (11,00, -8,60, 1,31)

Band (Hz)	83	125	250	500	1000	2000	4000	8000
EDT (s)	1,54	1,56	1,81	1,63	1,59	1,40	1,17	0,76
T30 (s)	1,94	2,05	2,25	2,17	2,13	1,86	1,35	0,78
8PL (dB)	70,5	70,6	70,9	70,5	69,9	68,1	68,4	66,2
C80 (dB)	0,4	0,0	-0,5	0,0	0,5	1,2	2,2	5,4
D60	0,42	0,40	0,36	0,39	0,42	0,45	0,49	0,66
Tc (ms)	106	112	125	116	108	94	77	48
LF80	0,290	0,294	0,298	0,294	0,286	0,280	0,278	0,264

8PL(A) = 78,0(dB)
LG80* = 62,6(dB)
8TI = 0,64 (Theoretical based on T30, 8TI = 0,48)

Receiver Number: 7 No description
(x,y,z) = (7,00, -8,60, 1,88)

Band (Hz)	83	125	250	500	1000	2000	4000	8000
EDT (s)	1,44	1,55	1,66	1,55	1,50	1,30	0,98	0,71
T30 (s)	1,87	1,93	2,25	2,18	2,11	1,82	1,35	0,78
8PL (dB)	69,7	69,9	70,1	69,4	68,8	68,0	67,4	64,9
C80 (dB)	1,0	0,5	0,1	0,7	1,3	2,2	3,3	6,5
D60	0,39	0,37	0,35	0,38	0,42	0,47	0,52	0,66
Tc (ms)	107	112	123	113	104	89	74	48
LF80	0,306	0,297	0,303	0,300	0,297	0,299	0,305	0,297

8PL(A) = 74,9(dB)
LG80* = 61,4(dB)
8TI = 0,66 (Theoretical based on T30, 8TI = 0,48)

Receiver Number: 8 No description
(x,y,z) = (3,00, -8,60, 2,20)

Band (Hz)	83	125	250	500	1000	2000	4000	8000
EDT (s)	1,52	1,56	1,65	1,59	1,44	1,29	0,97	0,62
T30 (s)	1,87	1,99	2,28	2,23	2,13	1,84	1,28	0,77
8PL (dB)	69,2	69,6	69,5	68,7	67,9	67,0	66,3	63,6
C80 (dB)	1,4	1,0	0,7	1,3	2,1	3,0	4,1	7,4
D60	0,43	0,41	0,40	0,44	0,48	0,53	0,58	0,72
Tc (ms)	105	110	118	108	98	84	69	45
LF80	0,268	0,263	0,264	0,258	0,252	0,251	0,252	0,242

8PL(A) = 74,0(dB)
LG80* = 60,8(dB)
8TI = 0,68 (Theoretical based on T30, 8TI = 0,48)

EDT (s)

Band (Hz)	83	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Minimum	1,44	1,54	1,65	1,55	1,44	1,29	0,97	0,61
Maximum	1,59	1,61	1,81	1,64	1,59	1,40	1,17	0,79
Average	1,51	1,57	1,72	1,60	1,52	1,32	1,06	0,70

T30 (s)

Band (Hz)	83	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Minimum	1,79	1,90	2,16	2,10	2,06	1,79	1,28	0,75
Maximum	2,00	2,05	2,28	2,23	2,14	1,88	1,36	0,80
Average	1,89	1,95	2,24	2,16	2,11	1,83	1,33	0,77

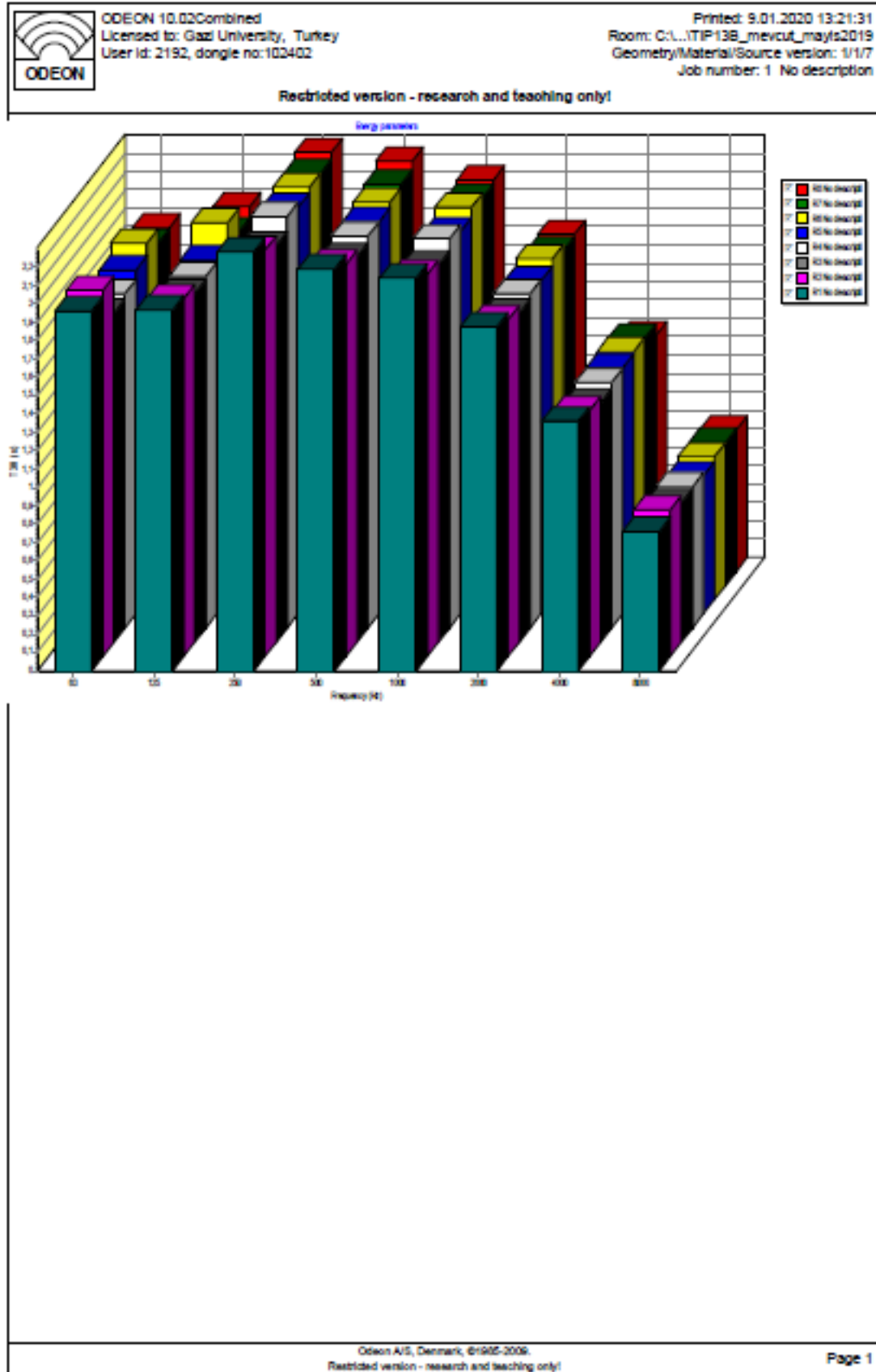
8PL (dB)

Band (Hz)	83	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Minimum	69,2	69,6	69,5	68,6	67,8	66,9	66,1	63,3
Maximum	70,5	70,6	70,9	70,5	69,9	69,2	68,5	66,3
Average	69,7	69,9	70,1	69,4	68,7	68,0	67,3	64,8

Odeon A/S, Denmark, ©1985-2009.
Restricted version - research and teaching only!

Page 2

EK-3. (devam) Tip-1 KM mevcut durum odeon analiz çıktıları



Şekil E3.1. Frekans bazında reverberasyon süresi dağılımları

EK-4. Tip-A1 KM mevcut durum odeon analiz çıktıları

Çizelge E4.1. Hacim akutüğü parametrelerine ilişkin sonuçlar



ODEON 10.02Combined

Licensed to: Gazı University, Turkey

User id: 2192, dongle no:102402

Printed: 8.01.2020 21:40:54

Room: C:\...3B_mevcutdurum_mayıs2019

Geometry/Material/Source version: 1/14/16

Job number: 1 No description

Restricted version - research and teaching only!

Receiver Number: 1 No description

(x,y,z) = (23,00, -4,60, 1,38)

Band (Hz)	83	125	250	500	1000	2000	4000	8000
EDT (s)	2,01	1,99	2,04	2,00	1,91	1,64	1,33	0,93
T30 (s)	1,96	1,99	2,35	2,44	2,18	1,87	1,34	0,79
8PL (dB)	67,8	67,7	68,1	67,6	67,0	66,4	65,6	63,3
C80 (dB)	-1,1	-1,0	-1,6	-0,9	-0,2	0,7	1,8	5,4
D60	0,38	0,38	0,34	0,38	0,42	0,46	0,52	0,70
Tc (ms)	131	130	144	133	120	100	79	43
LF80	0,247	0,230	0,218	0,211	0,205	0,199	0,197	0,188

8PL(A) = 73,2(dB)

LG80* = 60,2(dB)

STI = 0,63 (Theoretical based on T30, 8TI = 0,47)

Receiver Number: 2 No description

(x,y,z) = (28,00, -4,60, 2,16)

Band (Hz)	83	125	250	500	1000	2000	4000	8000
EDT (s)	1,98	1,96	2,12	2,01	1,91	1,60	1,34	0,87
T30 (s)	1,99	2,04	2,38	2,50	2,20	1,88	1,39	0,83
8PL (dB)	66,8	66,8	67,0	66,2	65,5	64,7	63,8	60,7
C80 (dB)	-1,2	-1,2	-1,6	-0,8	-0,1	0,7	1,9	5,4
D60	0,30	0,30	0,28	0,32	0,36	0,40	0,45	0,61
Tc (ms)	142	142	155	143	128	110	89	54
LF80	0,217	0,211	0,212	0,210	0,214	0,224	0,227	0,210

8PL(A) = 71,6(dB)

LG80* = 68,2(dB)

STI = 0,60 (Theoretical based on T30, 8TI = 0,47)

Receiver Number: 3 No description

(x,y,z) = (33,00, -4,60, 3,37)

Band (Hz)	83	125	250	500	1000	2000	4000	8000
EDT (s)	1,76	1,72	1,92	1,84	1,68	1,39	1,09	0,51
T30 (s)	1,92	2,00	2,38	2,52	2,23	1,87	1,36	0,82
8PL (dB)	66,8	67,0	67,1	66,3	65,5	64,7	63,8	60,7
C80 (dB)	1,0	1,1	0,6	1,4	2,2	3,0	4,3	7,9
D60	0,43	0,43	0,42	0,46	0,50	0,55	0,61	0,75
Tc (ms)	119	117	129	118	106	90	72	45
LF80	0,250	0,237	0,231	0,221	0,224	0,242	0,250	0,242

8PL(A) = 71,6(dB)

LG80* = 68,2(dB)

STI = 0,68 (Theoretical based on T30, 8TI = 0,47)

Receiver Number: 4 No description

(x,y,z) = (25,60, 0,00, 1,98)

Band (Hz)	83	125	250	500	1000	2000	4000	8000
EDT (s)	1,93	1,87	2,00	1,93	1,77	1,58	1,29	0,82
T30 (s)	1,98	1,96	2,32	2,46	2,17	1,88	1,39	0,81
8PL (dB)	67,0	67,2	67,4	66,8	66,1	65,3	64,5	61,8
C80 (dB)	-1,4	-1,4	-1,7	-0,8	-0,1	0,5	1,6	5,1
D60	0,33	0,33	0,31	0,36	0,39	0,42	0,47	0,65
Tc (ms)	135	137	145	137	124	107	86	50
LF80	0,128	0,127	0,127	0,119	0,112	0,110	0,103	0,086

8PL(A) = 72,2(dB)

LG80* = 68,6(dB)

STI = 0,60 (Theoretical based on T30, 8TI = 0,47)

Receiver Number: 6 No description

(x,y,z) = (30,60, 0,00, 2,78)

Band (Hz)	83	125	250	500	1000	2000	4000	8000
EDT (s)	1,96	1,94	2,01	1,97	1,74	1,53	1,14	0,75
T30 (s)	2,00	1,99	2,30	2,43	2,20	1,87	1,41	0,80
8PL (dB)	66,9	67,1	67,2	66,4	65,6	64,9	64,0	61,0
C80 (dB)	-0,6	-0,6	-0,8	0,1	1,0	2,0	3,2	6,7
D60	0,32	0,33	0,33	0,37	0,42	0,47	0,52	0,67
Tc (ms)	135	138	146	134	119	100	82	51
LF80	0,225	0,222	0,225	0,221	0,229	0,247	0,255	0,244

8PL(A) = 71,7(dB)

LG80* = 68,8(dB)

STI = 0,64 (Theoretical based on T30, 8TI = 0,47)

Odeon A15, Denmark, ©1992-2006.

Restricted version - research and teaching only!

Page 1

EK-4. (devam) Tip-A1 KM mevcut durum odeon analiz çıktıları

Çizelge E4.1. (devam) Hacim akutiği parametrelerine ilişkin sonuçlar

ODEON 10.02Combined
Licensed to: Gazi University, Turkey
User id: 2192, dongle no:102402

Printed: 8.01.2020 21:40:57
Room: C:\...3B_mevcutdurum_mayıs2019
Geometry/Material/Source version: 1/14/6
Job number: 1 No description

ODEON

Restricted version - research and teaching only!

Continued....Energy parameters

Receiver Number: 8 No description (x,y,z) = (23,00, 4,60, 1,38)

Band (Hz)	83	125	250	500	1000	2000	4000	8000
EDT (s)	1,98	1,92	2,14	2,03	1,84	1,59	1,35	0,89
T30 (s)	1,89	2,02	2,37	2,49	2,20	1,89	1,37	0,83
SPL (dB)	67,7	67,6	68,0	67,5	66,9	66,4	65,7	63,4
C80 (dB)	-1,5	-1,5	-2,1	-1,4	-0,6	0,4	1,6	5,4
D60	0,33	0,33	0,30	0,34	0,38	0,43	0,50	0,69
Tc (ms)	136	136	151	139	125	104	81	44
LF80	0,235	0,216	0,201	0,195	0,193	0,193	0,196	0,191

SPL(A) = 73,2(dB)
LG80* = 60,2(dB)
STI = 0,61 (Theoretical based on T30, STI = 0,47)

Receiver Number: 7 No description (x,y,z) = (28,00, 4,60, 2,16)

Band (Hz)	83	125	250	500	1000	2000	4000	8000
EDT (s)	1,96	2,02	2,16	2,03	1,85	1,59	1,34	0,78
T30 (s)	1,92	2,02	2,34	2,50	2,21	1,87	1,37	0,84
SPL (dB)	66,8	66,9	67,0	66,2	65,5	64,7	63,8	60,7
C80 (dB)	-1,3	-1,3	-1,7	-0,9	-0,1	0,7	1,8	5,4
D60	0,30	0,30	0,28	0,32	0,36	0,39	0,44	0,61
Tc (ms)	145	144	156	143	129	111	90	54
LF80	0,223	0,215	0,217	0,214	0,216	0,223	0,225	0,212

SPL(A) = 71,6(dB)
LG80* = 68,3(dB)
STI = 0,60 (Theoretical based on T30, STI = 0,47)

Receiver Number: 8 No description (x,y,z) = (33,00, 4,60, 3,37)

Band (Hz)	83	125	250	500	1000	2000	4000	8000
EDT (s)	1,90	1,85	2,04	1,93	1,80	1,48	1,10	0,61
T30 (s)	1,95	2,02	2,31	2,42	2,19	1,87	1,37	0,83
SPL (dB)	66,9	67,1	67,2	66,4	65,6	64,7	63,9	60,8
C80 (dB)	0,9	1,0	0,6	1,5	2,3	3,2	4,4	8,1
D60	0,44	0,44	0,43	0,48	0,53	0,58	0,63	0,77
Tc (ms)	122	121	131	119	104	88	70	43
LF80	0,266	0,253	0,249	0,240	0,240	0,252	0,259	0,253

SPL(A) = 71,8(dB)
LG80* = 68,1(dB)
STI = 0,68 (Theoretical based on T30, STI = 0,47)

EDT (s)

Band (Hz)	83	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Minimum	1,76	1,72	1,92	1,84	1,68	1,39	1,09	0,51
Maximum	2,01	2,02	2,16	2,03	1,91	1,64	1,35	0,93
Average	1,94	1,91	2,05	1,97	1,81	1,55	1,25	0,77

T30 (s)

Band (Hz)	83	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Minimum	1,89	1,96	2,30	2,42	2,17	1,87	1,34	0,79
Maximum	2,00	2,04	2,38	2,52	2,23	1,89	1,41	0,84
Average	1,95	2,00	2,34	2,47	2,20	1,88	1,38	0,82

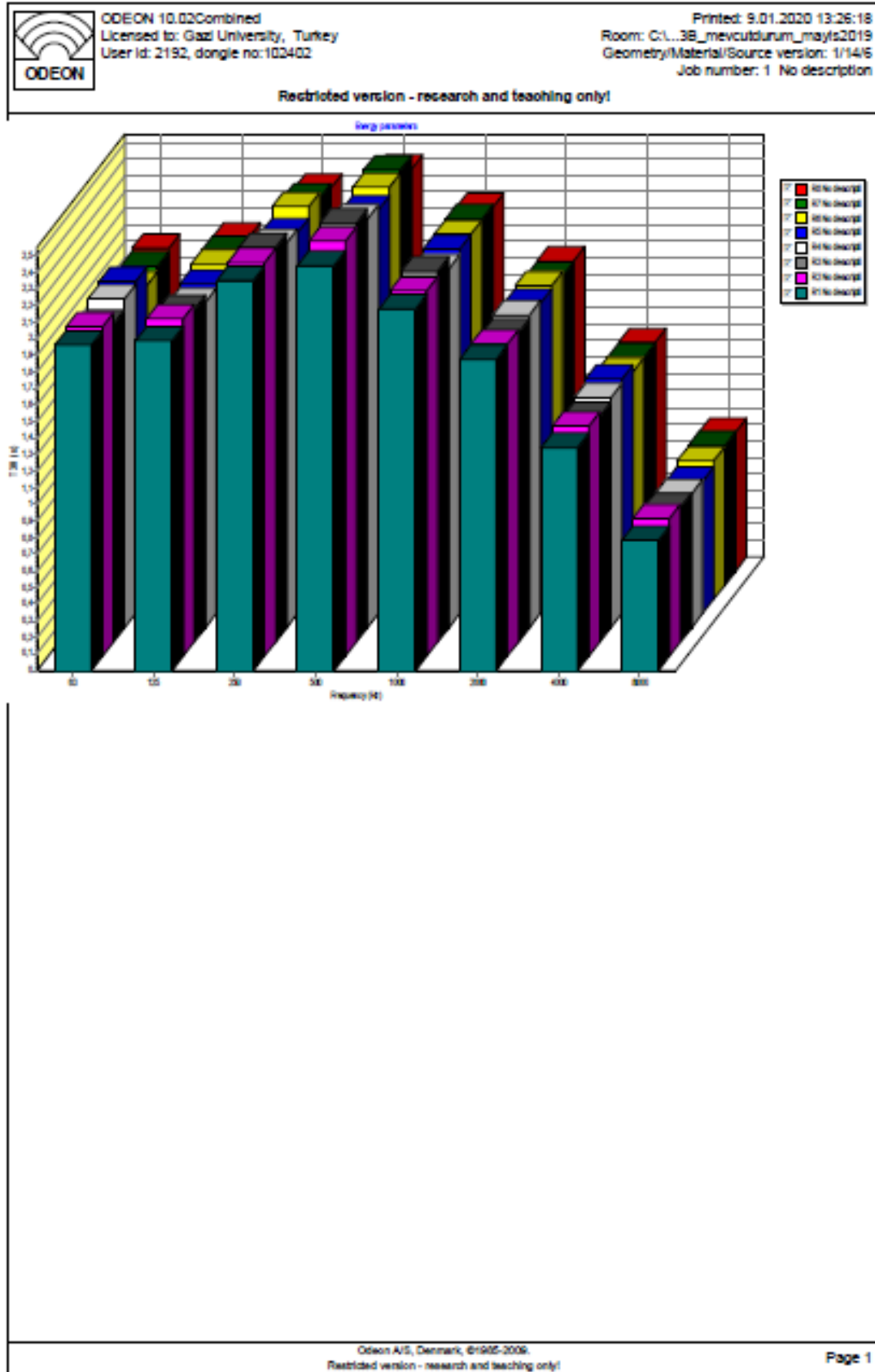
SPL (dB)

Band (Hz)	83	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Minimum	66,8	66,8	67,0	66,2	65,5	64,7	63,8	60,7
Maximum	67,8	67,7	68,1	67,6	67,0	66,4	65,7	63,4
Average	67,1	67,2	67,4	66,7	66,0	65,2	64,4	61,6

Odeon A/S, Denmark, ©1985-2006.
Restricted version - research and teaching only!

Page 2

EK-4. (devam) Tip-A1 KM mevcut durum odeon analiz çıktıları



Şekil E4.1. Frekans bazında reverberasyon süresi dağılımları

EK-5. Tip-1 KM iyileştirme sonucu tiyatro işlevi odeon analiz çıktıları

Çizelge E5.1. Hacim akutüğü parametrelerine ilişkin sonuçlar



ODEON 10.02Combined

Licensed to: Gazl University, Turkey

User id: 2192, dongle no:102402

Printed: 8.01.2020 21:14:45

Room: C:\...abinil+perdel_mayıs2019

Geometry/Material/Source version: 1/9/8

Job number: 1 No description

Restricted version - research and teaching only!

Receiver Number: 1 No description

(x,y,z) = (11,00, -0,60, 1,32)

Band (Hz)	83	125	250	500	1000	2000	4000	8000
EDT (s)	1,29	1,31	1,23	1,02	1,06	1,01	0,89	0,59
T30 (s)	1,42	1,41	1,29	1,17	1,21	1,04	0,85	0,64
8PL (dB)	70,0	70,1	68,6	68,5	68,1	67,6	67,0	65,2
C80 (dB)	1,6	1,2	1,9	3,4	3,5	3,9	4,9	7,9
D60	0,45	0,42	0,46	0,54	0,55	0,57	0,61	0,73
Tc (ms)	88	93	85	70	70	65	56	39
LF80	0,315	0,310	0,293	0,245	0,231	0,227	0,227	0,214

8PL(A) = 74,4(dB)

LG80* = 60,0(dB)

8TI = 0,80 (Theoretical based on T30, 8TI = 0,68)

Receiver Number: 2 No description

(x,y,z) = (7,00, -0,60, 1,88)

Band (Hz)	83	125	250	500	1000	2000	4000	8000
EDT (s)	1,19	1,29	1,21	0,98	1,02	0,97	0,79	0,52
T30 (s)	1,41	1,43	1,30	1,13	1,23	1,08	0,86	0,61
8PL (dB)	69,3	69,6	68,5	66,8	66,3	65,7	65,0	62,9
C80 (dB)	1,7	1,3	1,8	3,3	3,4	3,9	4,9	7,9
D60	0,40	0,38	0,43	0,52	0,53	0,56	0,61	0,72
Tc (ms)	92	97	88	73	73	67	57	41
LF80	0,295	0,284	0,272	0,248	0,235	0,226	0,225	0,211

8PL(A) = 72,8(dB)

LG80* = 68,2(dB)

8TI = 0,81 (Theoretical based on T30, 8TI = 0,68)

Receiver Number: 3 No description

(x,y,z) = (3,00, -0,60, 2,20)

Band (Hz)	83	125	250	500	1000	2000	4000	8000
EDT (s)	1,21	1,27	1,19	1,04	0,97	0,97	0,80	0,49
T30 (s)	1,42	1,41	1,37	1,28	1,29	1,18	0,89	0,57
8PL (dB)	68,9	68,2	67,8	66,0	65,3	64,5	63,8	61,4
C80 (dB)	1,2	1,7	2,5	4,0	4,1	4,6	5,6	8,5
D60	0,46	0,44	0,49	0,56	0,57	0,60	0,63	0,74
Tc (ms)	88	93	83	69	68	63	55	40
LF80	0,269	0,257	0,240	0,231	0,232	0,238	0,244	0,233

8PL(A) = 71,6(dB)

LG80* = 68,0(dB)

8TI = 0,83 (Theoretical based on T30, 8TI = 0,67)

Receiver Number: 4 No description

(x,y,z) = (8,00, -3,60, 1,66)

Band (Hz)	83	125	250	500	1000	2000	4000	8000
EDT (s)	1,27	1,32	1,22	1,05	1,04	0,97	0,85	0,60
T30 (s)	1,40	1,43	1,28	1,15	1,18	1,09	0,87	0,61
8PL (dB)	69,3	69,6	68,8	67,6	67,3	66,7	66,2	64,4
C80 (dB)	1,6	1,1	1,9	3,8	3,9	4,5	5,5	8,5
D60	0,41	0,38	0,44	0,56	0,57	0,60	0,65	0,76
Tc (ms)	91	97	86	67	66	60	51	35
LF80	0,223	0,209	0,217	0,222	0,226	0,234	0,241	0,221

8PL(A) = 73,8(dB)

LG80* = 68,4(dB)

8TI = 0,80 (Theoretical based on T30, 8TI = 0,68)

Receiver Number: 5 No description

(x,y,z) = (5,00, -3,60, 1,86)

Band (Hz)	83	125	250	500	1000	2000	4000	8000
EDT (s)	1,21	1,36	1,23	1,06	1,01	0,89	0,74	0,54
T30 (s)	1,36	1,42	1,31	1,15	1,22	1,11	0,87	0,60
8PL (dB)	68,9	68,2	67,9	66,1	65,6	65,0	64,4	62,1
C80 (dB)	1,3	0,8	1,5	3,3	3,7	4,3	5,4	8,2
D60	0,39	0,37	0,41	0,52	0,55	0,58	0,63	0,74
Tc (ms)	97	102	93	74	72	66	57	41
LF80	0,271	0,263	0,271	0,273	0,268	0,269	0,273	0,261

8PL(A) = 71,8(dB)

LG80* = 68,7(dB)

8TI = 0,82 (Theoretical based on T30, 8TI = 0,68)

Odeon A7.5, Denmark, ©1982-2009.

Restricted version - research and teaching only!

Page 1

EK-5. (devam) Tip-1 KM iyileştirme sonucu tiyatro işlevi odeon analiz çıktıları

Çizelge E5.1. (devam) Hacim akutığı parametrelerine ilişkin sonuçlar

ODEON 10.02 Combined
Licensed to: Gazi University, Turkey
User Id: 2192, dongle no: 102402

Printed: 8.01.2020 21:14:50
Room: C:\...abinli+perdeli_mayis2019
Geometry/Material/Source version: 1/9/8
Job number: 1 No description

ODEON

Restricted version - research and teaching only!

Continued....Energy parameters

Receiver Number: 8 No description
(x,y,z) = (11,00, -8,60, 1,31)

Band (Hz)	83	126	250	500	1000	2000	4000	8000
EDT (s)	1,35	1,40	1,25	1,06	1,07	1,00	0,81	0,60
T30 (s)	1,44	1,44	1,28	1,16	1,18	1,10	0,89	0,64
3PL (dB)	70,0	70,1	68,5	68,5	68,1	67,5	66,9	65,1
C80 (dB)	1,6	1,2	1,9	3,4	3,4	3,9	5,0	7,9
D60	0,48	0,45	0,49	0,56	0,57	0,59	0,64	0,76
Tc (ms)	88	93	84	69	69	64	54	37
LF80	0,305	0,302	0,296	0,242	0,227	0,221	0,220	0,207

3PL(A) = 74,4(dB)
LG80* = 68,8(dB)
STI = 0,81 (Theoretical based on T30, STI = 0,68)

Receiver Number: 7 No description
(x,y,z) = (7,00, -8,60, 1,88)

Band (Hz)	83	126	250	500	1000	2000	4000	8000
EDT (s)	1,24	1,31	1,23	1,06	1,06	0,99	0,79	0,60
T30 (s)	1,34	1,39	1,28	1,14	1,23	1,13	0,89	0,63
3PL (dB)	68,3	68,5	68,4	66,8	66,4	65,8	65,2	63,1
C80 (dB)	1,4	1,0	1,6	3,3	3,6	4,1	5,2	8,1
D60	0,40	0,38	0,43	0,53	0,56	0,58	0,63	0,74
Tc (ms)	95	100	90	72	70	65	55	39
LF80	0,316	0,302	0,291	0,258	0,251	0,251	0,257	0,256

3PL(A) = 72,7(dB)
LG80* = 68,1(dB)
STI = 0,81 (Theoretical based on T30, STI = 0,68)

Receiver Number: 8 No description
(x,y,z) = (3,00, -8,60, 2,20)

Band (Hz)	83	126	250	500	1000	2000	4000	8000
EDT (s)	1,29	1,28	1,16	1,02	1,04	0,88	0,71	0,48
T30 (s)	1,37	1,41	1,37	1,11	1,16	1,12	0,86	0,61
3PL (dB)	68,8	68,1	67,7	65,8	65,2	64,5	63,8	61,4
C80 (dB)	2,1	1,7	2,5	4,0	4,0	4,5	5,6	8,4
D60	0,45	0,43	0,48	0,56	0,57	0,60	0,64	0,75
Tc (ms)	90	95	84	69	68	63	54	40
LF80	0,299	0,280	0,260	0,244	0,238	0,239	0,242	0,231

3PL(A) = 71,4(dB)
LG80* = 67,8(dB)
STI = 0,83 (Theoretical based on T30, STI = 0,68)

EDT (s)

Band (Hz)	83	126	250	500	1000	2000	4000	8000
Minimum	1,19	1,27	1,16	0,98	0,97	0,88	0,71	0,48
Maximum	1,35	1,40	1,25	1,06	1,07	1,01	0,89	0,62
Average	1,26	1,32	1,22	1,04	1,03	0,96	0,80	0,57

T30 (s)

Band (Hz)	83	126	250	500	1000	2000	4000	8000
Minimum	1,34	1,39	1,28	1,11	1,16	1,04	0,85	0,57
Maximum	1,44	1,44	1,37	1,28	1,29	1,18	0,89	0,64
Average	1,40	1,42	1,31	1,16	1,21	1,11	0,87	0,61

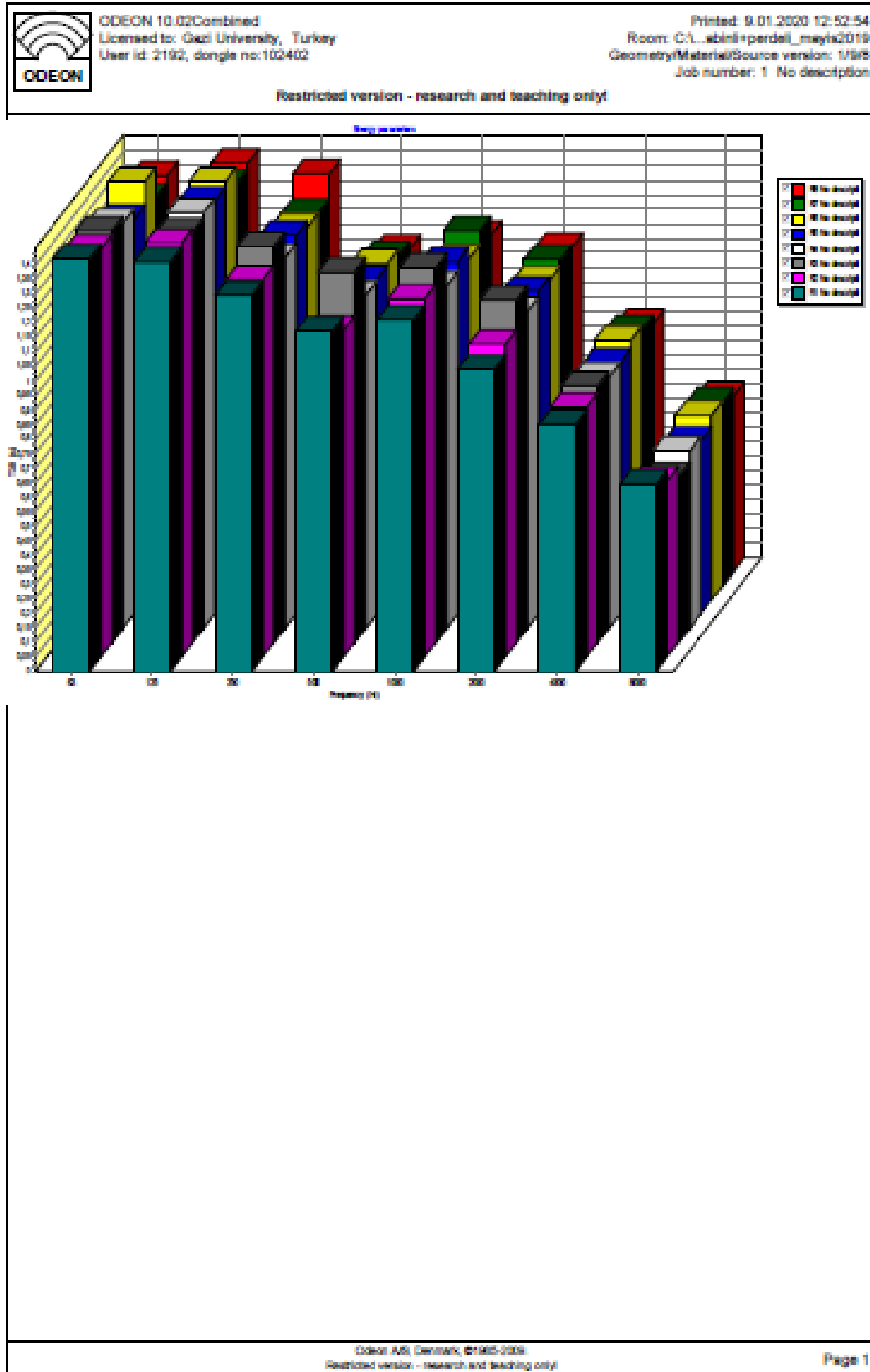
3PL (dB)

Band (Hz)	83	126	250	500	1000	2000	4000	8000
Minimum	68,8	69,1	67,7	65,8	65,2	64,5	63,8	61,4
Maximum	70,0	70,1	69,6	68,5	68,1	67,6	67,0	65,2
Average	69,3	69,5	68,5	67,0	66,5	65,9	65,3	63,2

Odeon A/S, Denmark, ©1995-2008.
Restricted version - research and teaching only!

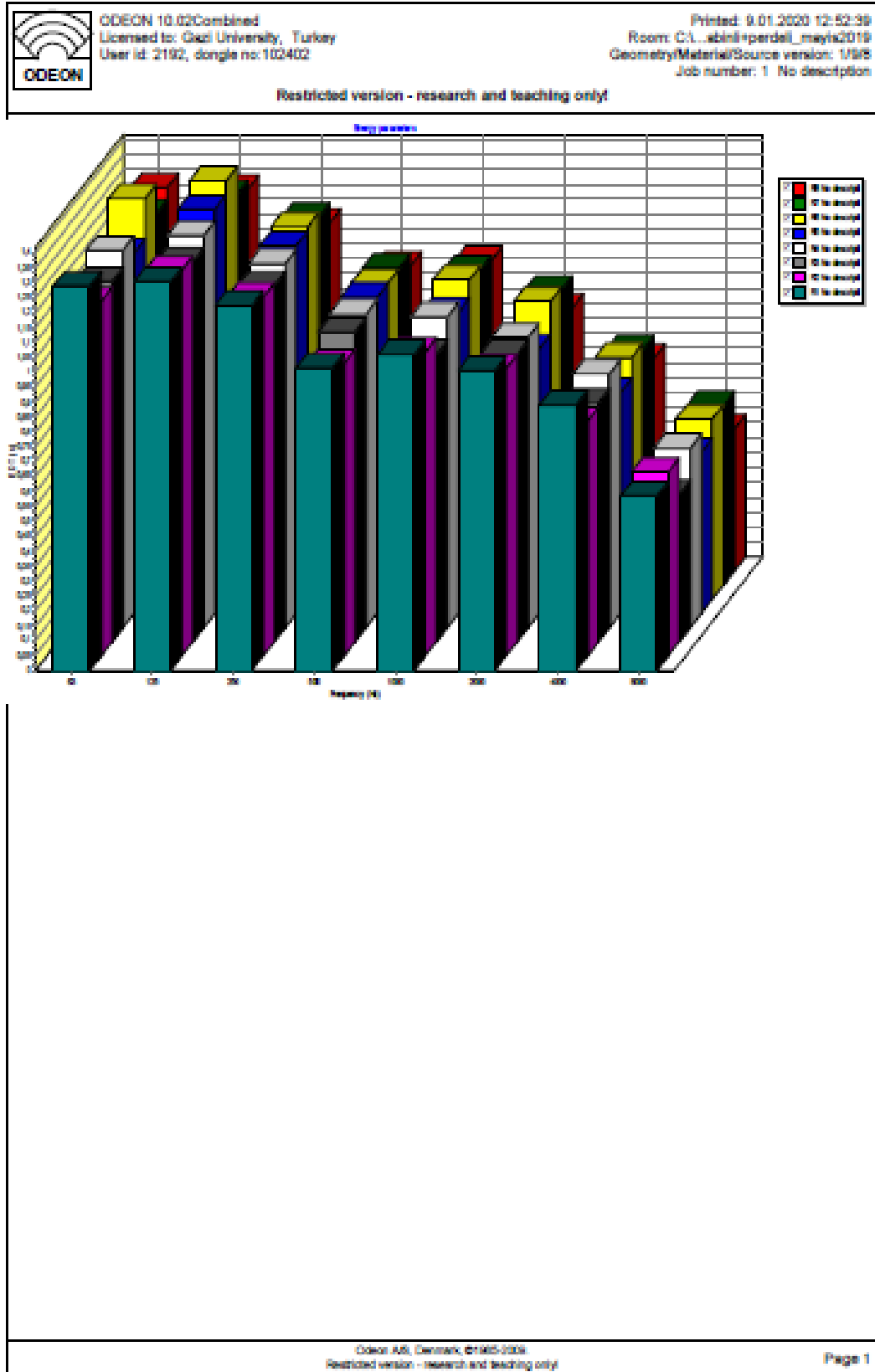
Page 2

EK-5. (devam) Tip-1 KM iyileştirme sonucu tiyatro işlevi odeon analiz çıktıları



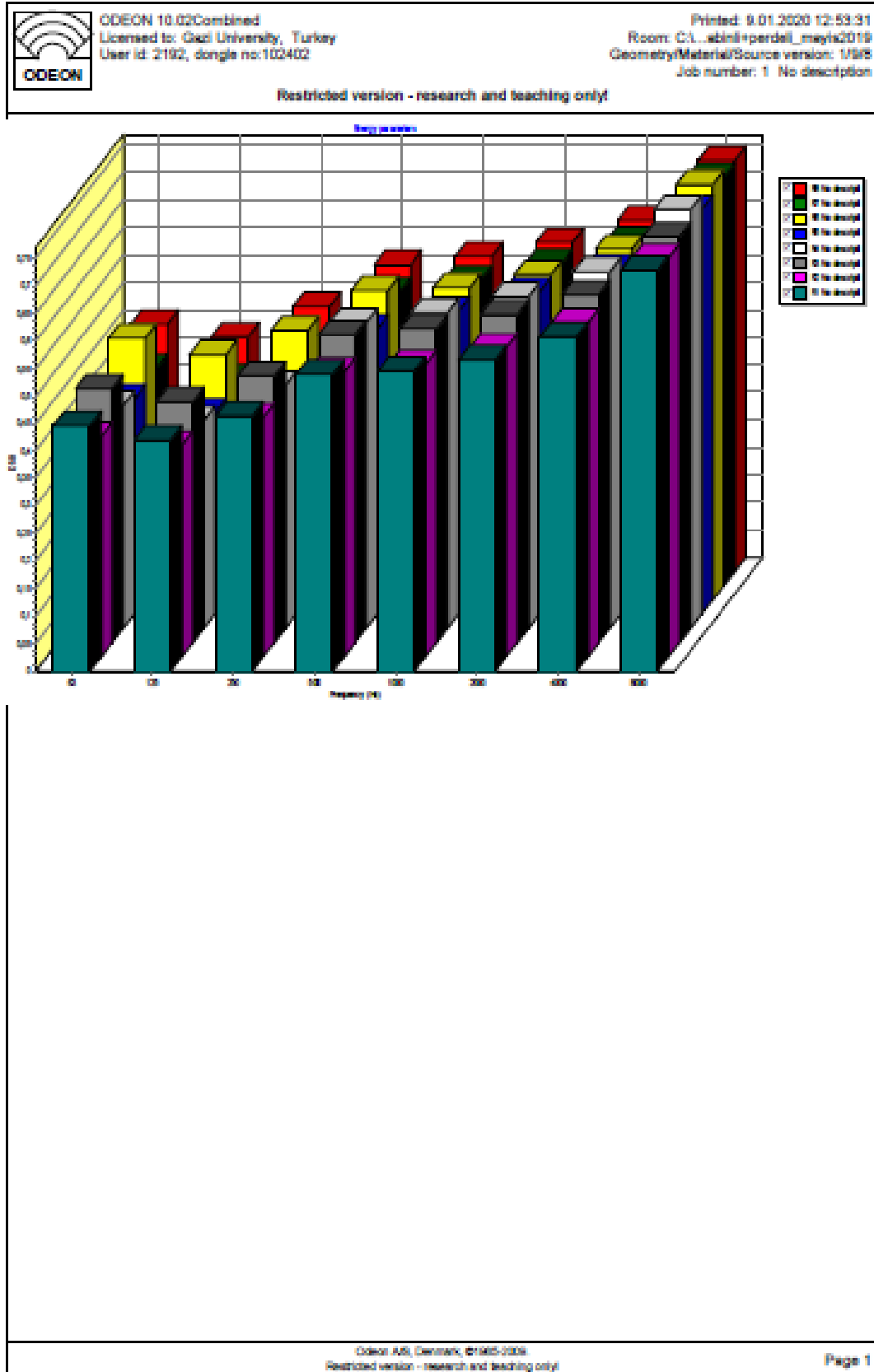
Şekil E5.1. Frekans bazında reverberasyon süresi dağılımları

EK-5. (devam) Tip-1 KM iyileştirme sonucu tiyatro işlevi odeon analiz çıktıları



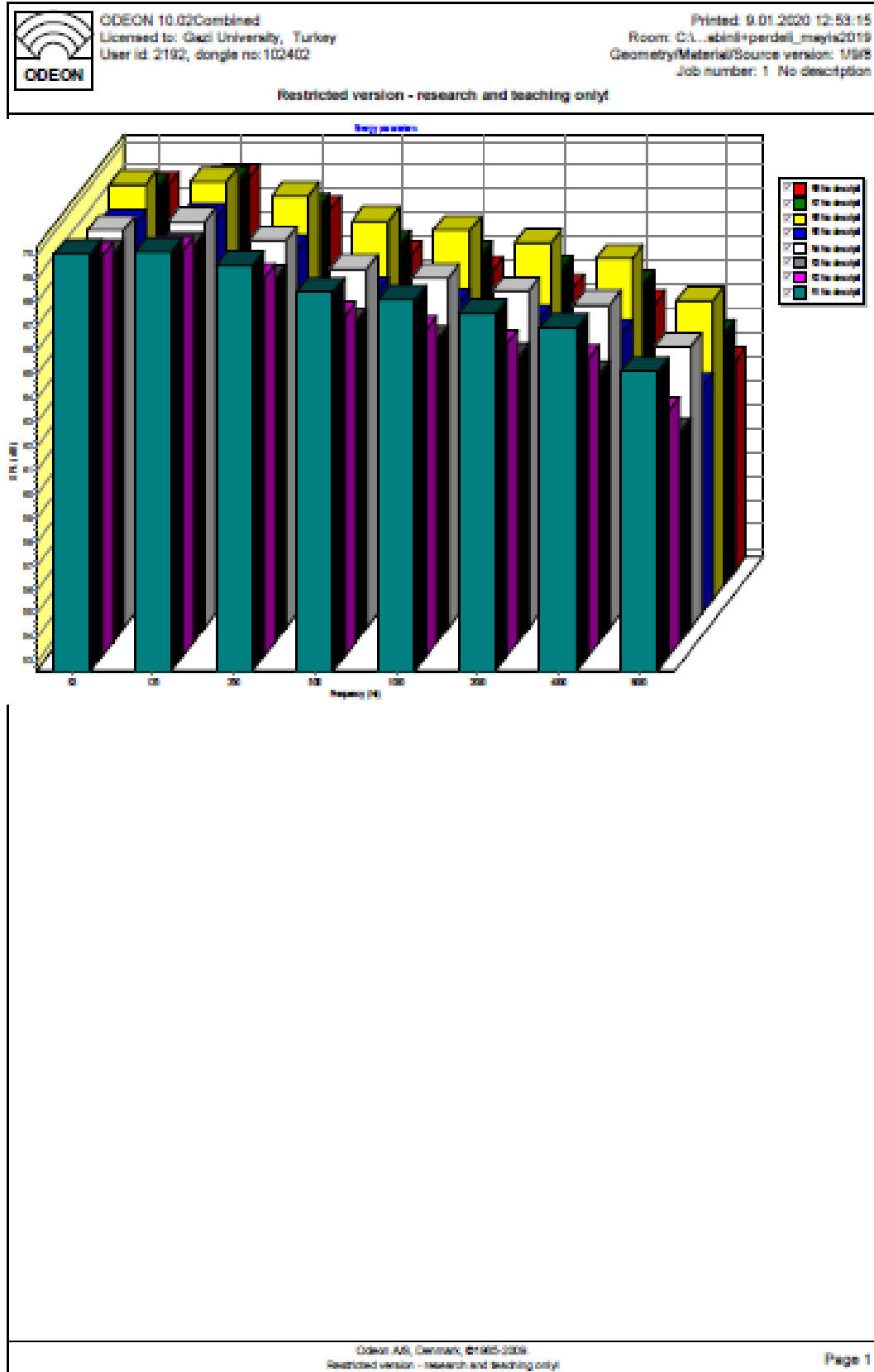
Şekil E5.2. Frekans bazında EDT dağılımları

EK-5. (devam) Tip-1 KM iyileştirme sonucu tiyatro işlevi odeon analiz çıktıları



Şekil E5.3. Frekans bazında D50 dağılımları

EK-5. (devam) Tip-1 KM iyileştirme sonucu tiyatro işlevi odeon analiz çıktıları



Şekil E5.4. Frekans bazında SPL dağılımları

EK-6. Tip-1 KM iyileştirme sonucu konser işlevi odeon analiz çıktıları

Çizelge E6.1. Hacim akutüğü parametrelerine ilişkin sonuçlar

ODEON 10.02Combined
Licensed to: Gazl University, Turkey
User id: 2192, dongle no:102402

Printed: 8.01.2020 21:16:16
Room: C:_it_sahne\kuleli_mayis2019
Geometry/Material/Source version: 1/19/8
Job number: 1 No description

ODEON

Restricted version - research and teaching only!

Receiver Number: 1 No description (x,y,z) = (11,00, -0,60, 1,32)

Band (Hz)	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
EDT (s)	1,53	1,50	1,53	1,38	1,24	1,24	1,19	0,82
T30 (s)	2,17	1,85	2,18	1,69	1,49	1,43	1,33	0,78
SPL (dB)	73,9	73,8	74,0	73,5	73,2	73,1	72,7	70,1
C80 (dB)	-0,2	-0,2	-0,4	0,4	0,8	0,8	1,0	4,1
D60	0,34	0,34	0,33	0,36	0,38	0,37	0,39	0,54
Tc (ms)	114	114	118	105	99	98	94	62
LF80	0,289	0,291	0,294	0,288	0,286	0,289	0,293	0,286

SPL(A) = 79,8(dB)
LG80* = 86,8(dB)
STI = 0,63 (Theoretical based on T30, STI = 0,61)

Receiver Number: 2 No description (x,y,z) = (7,00, -0,60, 1,89)

Band (Hz)	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
EDT (s)	1,51	1,51	1,50	1,35	1,29	1,27	1,14	0,80
T30 (s)	2,01	1,74	2,01	1,61	1,47	1,43	1,28	0,78
SPL (dB)	73,2	73,3	73,3	72,6	72,1	72,0	71,6	68,6
C80 (dB)	-0,2	-0,3	-0,3	0,6	1,1	1,1	1,4	4,4
D60	0,29	0,29	0,29	0,32	0,35	0,35	0,36	0,50
Tc (ms)	119	118	121	107	100	99	94	64
LF80	0,283	0,276	0,278	0,274	0,271	0,270	0,270	0,263

SPL(A) = 78,8(dB)
LG80* = 86,1(dB)
STI = 0,64 (Theoretical based on T30, STI = 0,61)

Receiver Number: 3 No description (x,y,z) = (3,00, -0,60, 2,20)

Band (Hz)	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
EDT (s)	1,50	1,47	1,54	1,31	1,21	1,26	1,20	0,72
T30 (s)	2,11	1,80	2,14	1,79	1,53	1,46	1,30	0,76
SPL (dB)	72,9	73,0	72,9	72,0	71,4	71,2	70,6	67,4
C80 (dB)	0,2	0,2	0,1	1,1	1,5	1,5	1,8	4,9
D60	0,32	0,32	0,32	0,37	0,40	0,40	0,41	0,55
Tc (ms)	117	115	117	103	96	96	92	62
LF80	0,261	0,256	0,258	0,252	0,251	0,258	0,263	0,251

SPL(A) = 77,8(dB)
LG80* = 84,4(dB)
STI = 0,66 (Theoretical based on T30, STI = 0,61)

Receiver Number: 4 No description (x,y,z) = (8,00, -3,60, 1,66)

Band (Hz)	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
EDT (s)	1,46	1,48	1,51	1,35	1,25	1,21	1,15	0,73
T30 (s)	2,12	1,84	2,13	1,68	1,53	1,47	1,31	0,78
SPL (dB)	73,2	73,4	73,5	72,9	72,6	72,5	72,0	69,4
C80 (dB)	0,0	-0,1	-0,2	0,6	1,1	1,2	1,4	4,6
D60	0,32	0,31	0,30	0,34	0,36	0,36	0,38	0,52
Tc (ms)	114	115	118	104	97	96	92	61
LF80	0,228	0,220	0,225	0,221	0,221	0,231	0,235	0,223

SPL(A) = 79,1(dB)
LG80* = 86,1(dB)
STI = 0,62 (Theoretical based on T30, STI = 0,61)

Receiver Number: 5 No description (x,y,z) = (5,00, -3,60, 1,86)

Band (Hz)	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
EDT (s)	1,50	1,50	1,52	1,31	1,24	1,21	1,12	0,71
T30 (s)	2,22	1,78	2,21	1,62	1,43	1,40	1,28	0,75
SPL (dB)	73,0	73,1	73,0	72,3	71,8	71,6	71,2	68,1
C80 (dB)	0,0	-0,1	-0,1	0,8	1,4	1,4	1,7	4,8
D60	0,29	0,29	0,29	0,33	0,36	0,37	0,38	0,51
Tc (ms)	119	118	121	106	99	98	94	64
LF80	0,263	0,251	0,251	0,244	0,240	0,245	0,246	0,234

SPL(A) = 78,3(dB)
LG80* = 84,7(dB)
STI = 0,68 (Theoretical based on T30, STI = 0,61)

Odeon A15, Denmark, ©1995-2006.
Restricted version - research and teaching only!

Page 1

EK-6. (devam) Tip-1 KM iyileştirme sonucu konser işlevi odeon analiz çıktıları

Çizelge E6.1. (devam) Hacim akutığı parametrelerine ilişkin sonuçlar

ODEON 10.02 Combined

Licensed to: Gazi University, Turkey

User Id: 2192, dongle no:102402

Printed: 8.01.2020 21:16:19

Room: C:_lk_sahnekuilei_mayis2019

Geometry/Material/Source version: 1/19/8

Job number: 1 No description

ODEON

Restricted version - research and teaching only!

Continued....Energy parameters

Receiver Number: 8 No description		(x,y,z) = (11,00, -8,60, 1,31)						
Band (Hz)	83	126	250	500	1000	2000	4000	8000
EDT (s)	1,53	1,54	1,57	1,39	1,33	1,31	1,20	0,79
T30 (s)	1,87	1,71	1,89	1,62	1,47	1,45	1,30	0,76
8PL (dB)	73,9	73,8	74,0	73,5	73,2	73,1	72,7	70,0
C80 (dB)	-0,2	-0,3	-0,5	0,4	0,8	0,8	1,0	4,2
D60	0,34	0,34	0,33	0,36	0,38	0,38	0,39	0,55
Tc (ms)	117	116	120	106	99	98	96	62
LF80	0,278	0,281	0,284	0,279	0,277	0,281	0,282	0,274
8PL(A) = 78,7(dB)								
LG80* = 85,7(dB)								
8TI = 0,63 (Theoretical based on T30, 8TI = 0,61)								

Receiver Number: 7 No description		(x,y,z) = (7,00, -8,60, 1,88)						
Band (Hz)	83	126	250	500	1000	2000	4000	8000
EDT (s)	1,47	1,48	1,56	1,30	1,25	1,24	1,16	0,76
T30 (s)	2,11	1,73	2,11	1,65	1,53	1,48	1,31	0,75
8PL (dB)	73,3	73,4	73,4	72,7	72,3	72,1	71,7	68,8
C80 (dB)	-0,1	-0,2	-0,2	0,7	1,2	1,2	1,5	4,6
D60	0,30	0,30	0,29	0,33	0,36	0,36	0,37	0,51
Tc (ms)	118	117	120	106	99	98	94	63
LF80	0,298	0,288	0,293	0,288	0,287	0,292	0,296	0,289
8PL(A) = 78,8(dB)								
LG80* = 85,2(dB)								
8TI = 0,64 (Theoretical based on T30, 8TI = 0,61)								

Receiver Number: 8 No description		(x,y,z) = (3,00, -8,60, 2,20)						
Band (Hz)	83	126	250	500	1000	2000	4000	8000
EDT (s)	1,53	1,51	1,52	1,29	1,23	1,24	1,15	0,72
T30 (s)	2,78	2,10	2,78	1,82	1,51	1,44	1,30	0,78
8PL (dB)	72,8	73,0	72,9	72,0	71,5	71,2	70,8	67,6
C80 (dB)	0,5	0,5	0,5	1,5	2,0	2,0	2,3	5,4
D60	0,34	0,34	0,35	0,39	0,42	0,42	0,43	0,57
Tc (ms)	114	113	114	100	93	92	88	59
LF80	0,269	0,265	0,267	0,261	0,258	0,264	0,266	0,256
8PL(A) = 77,8(dB)								
LG80* = 84,3(dB)								
8TI = 0,67 (Theoretical based on T30, 8TI = 0,48)								

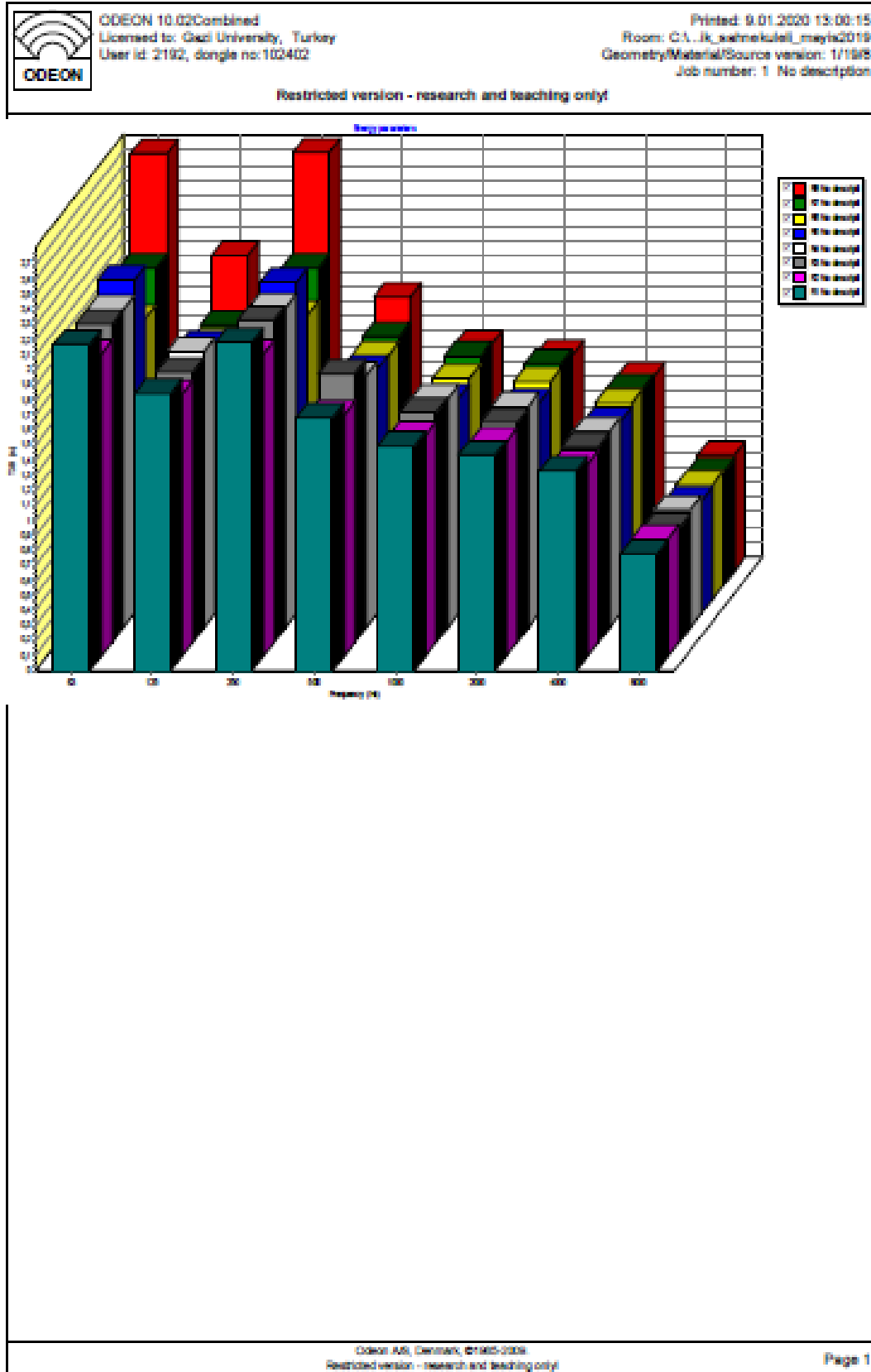
EDT (s)								
Band (Hz)	83	126	250	500	1000	2000	4000	8000
Minimum	1,46	1,47	1,50	1,29	1,21	1,21	1,12	0,71
Maximum	1,53	1,54	1,57	1,39	1,33	1,31	1,20	0,82
Average	1,50	1,50	1,53	1,33	1,26	1,25	1,16	0,76
T30 (s)								
Band (Hz)	83	126	250	500	1000	2000	4000	8000
Minimum	1,87	1,71	1,89	1,61	1,43	1,40	1,28	0,75
Maximum	2,78	2,10	2,78	1,82	1,53	1,48	1,33	0,78
Average	2,17	1,82	2,18	1,68	1,49	1,44	1,30	0,77
8PL (dB)								
Band (Hz)	83	126	250	500	1000	2000	4000	8000
Minimum	72,8	73,0	72,9	72,0	71,4	71,2	70,6	67,4
Maximum	73,9	73,8	74,0	73,5	73,2	73,1	72,7	70,1
Average	73,3	73,3	73,4	72,7	72,3	72,1	71,7	68,7

Odeon A/S, Denmark, ©1995-2009.

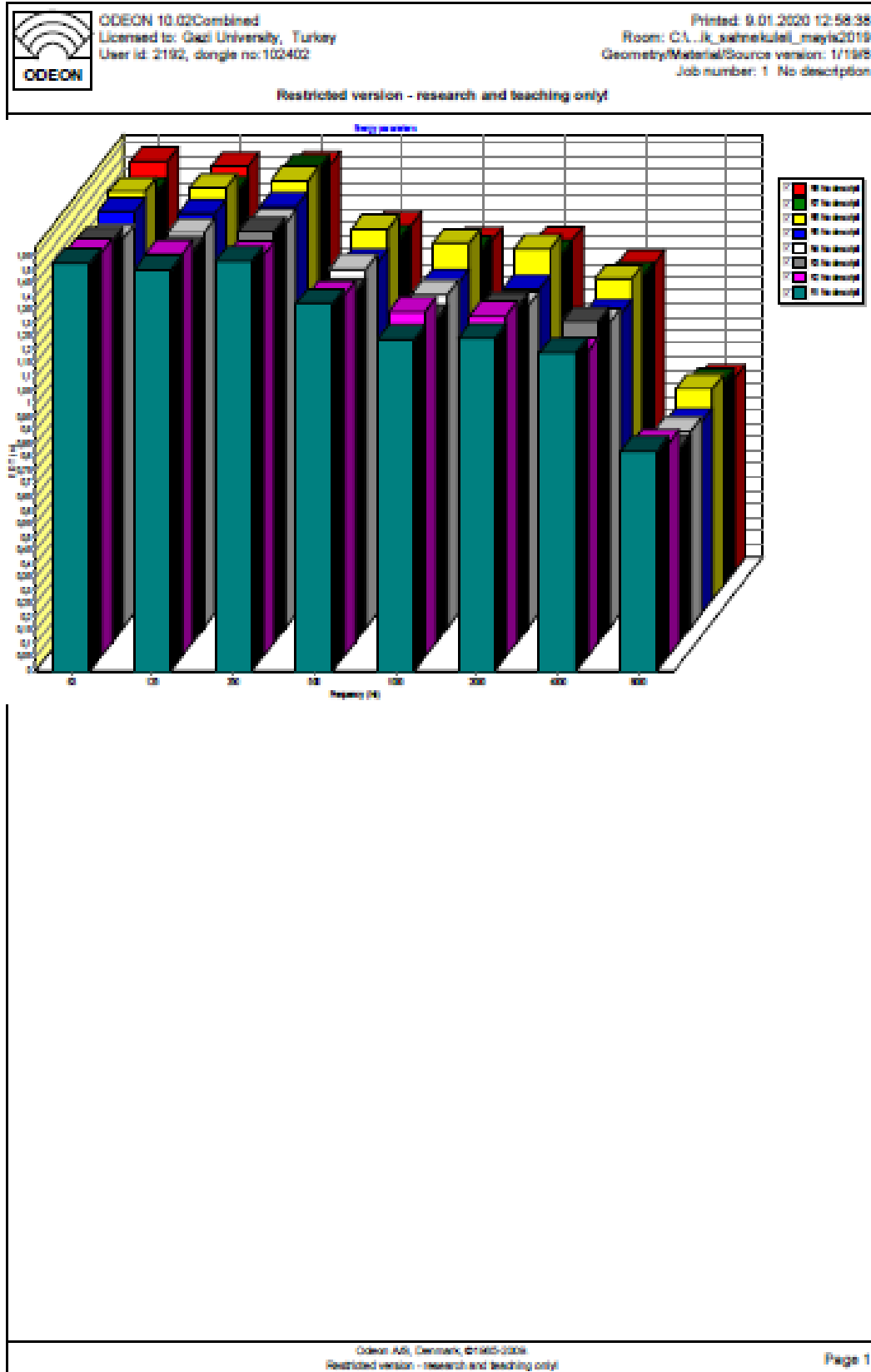
Restricted version - research and teaching only!

Page 2

EK-6. (devam) Tip-1 KM iyileştirme sonucu konser işlevi odeon analiz çıktıları

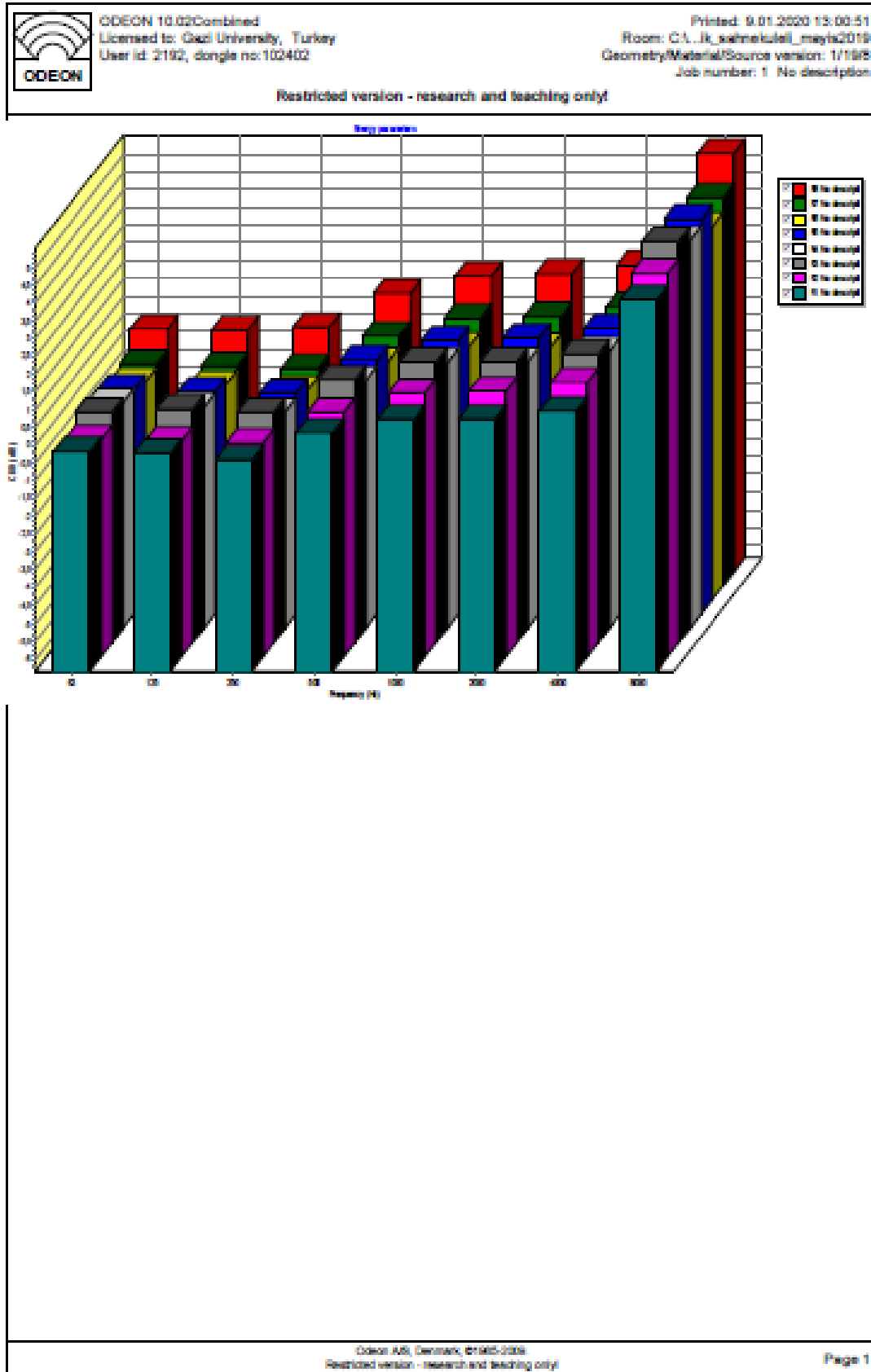


EK-6. (devam) Tip-1 KM iyileştirme sonucu konser işlevi odeon analiz çıktıları



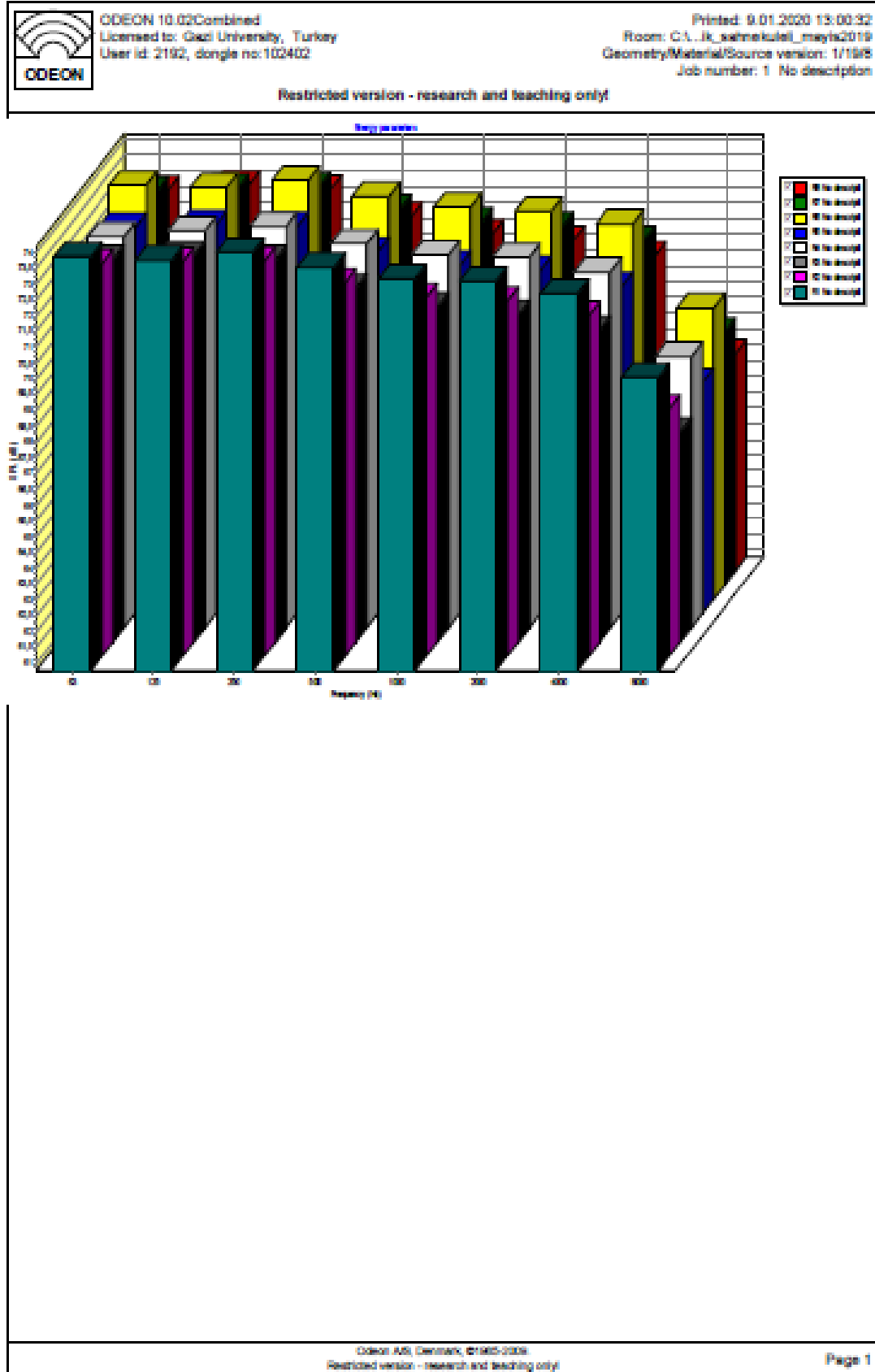
Şekil E6.2. Frekans bazında EDT dağılımları

EK-6. (devam) Tip-1 KM iyileştirme sonucu konser işlevi odeon analiz çıktıları



Şekil E6.3. Frekans bazında C80 dağılımları

EK-6. (devam) Tip-1 KM iyileştirme sonucu konser işlevi odeon analiz çıktıları



Şekil E6.5. Frekans bazında SPL dağılımları

EK-7. Tip-1 KM iyileştirme sonucu konferans işlevi odeon analiz çıktıları

Çizelge E7.1. Hacim akutığı parametrelerine ilişkin sonuçlar

ODEON 10.02Combined
License information /dongle unavailable at start up!

Printed: 6.02.2020 21:50:09
Room: C:\L_TIP1_konferans_subal2020
Geometry/Material/Source version: 1/8/9
Job number: 1 No description

Receiver Number: 1 No description		(x,y,z) = (11,00, -0,60, 1,32)							
Band (Hz)		83	125	250	500	1000	2000	4000	8000
EDT	(s)	1,04	1,04	0,82	0,61	0,63	0,64	0,61	0,48
T30	(s)	1,10	1,14	1,01	0,79	0,73	0,74	0,72	0,54
8PL	(dB)	73,4	73,3	72,4	71,3	71,0	71,1	71,1	70,0
C80	(dB)	4,1	4,0	5,8	8,1	8,8	8,4	8,1	11,0
D60		0,59	0,59	0,68	0,76	0,78	0,77	0,76	0,84
Tc	(ms)	60	60	47	34	32	33	34	24
LF80		0,259	0,256	0,237	0,210	0,201	0,197	0,198	0,183

3PL(A) = 78,0(dB)

LG80* = 60,3(dB)

3TI = 0,71 (Theoretical based on T30, 3TI = 0,84)

Receiver Number: 2 No description		(x,y,z) = (7,00, -0,60, 1,88)							
Band (Hz)		83	125	250	500	1000	2000	4000	8000
EDT	(s)	1,04	1,04	0,91	0,69	0,65	0,68	0,71	0,45
T30	(s)	1,12	1,07	0,89	0,77	0,74	0,74	0,77	0,52
8PL	(dB)	71,6	71,7	70,0	68,0	67,6	67,8	67,8	66,1
C80	(dB)	3,2	3,2	4,7	6,7	7,5	7,2	7,0	9,9
D60		0,52	0,51	0,59	0,67	0,71	0,70	0,69	0,79
Tc	(ms)	73	73	59	46	41	43	44	31
LF80		0,295	0,288	0,279	0,266	0,267	0,270	0,270	0,257

3PL(A) = 74,7(dB)

LG80* = 68,3(dB)

3TI = 0,87 (Theoretical based on T30, 3TI = 0,86)

Receiver Number: 3 No description		(x,y,z) = (3,00, -0,60, 2,20)							
Band (Hz)		83	125	250	500	1000	2000	4000	8000
EDT	(s)	1,14	1,03	0,82	0,60	0,66	0,68	0,62	0,48
T30	(s)	1,08	1,04	0,89	0,84	0,76	0,80	0,77	0,63
8PL	(dB)	70,8	71,0	68,7	66,2	65,7	65,9	65,8	63,8
C80	(dB)	2,8	2,8	4,7	7,1	7,9	7,5	7,2	10,2
D60		0,52	0,52	0,60	0,70	0,74	0,73	0,72	0,81
Tc	(ms)	77	76	60	44	39	41	42	30
LF80		0,315	0,299	0,296	0,277	0,268	0,267	0,272	0,255

3PL(A) = 72,7(dB)

LG80* = 68,2(dB)

3TI = 0,88 (Theoretical based on T30, 3TI = 0,84)

Receiver Number: 4 No description		(x,y,z) = (8,00, -3,60, 1,66)							
Band (Hz)		83	125	250	500	1000	2000	4000	8000
EDT	(s)	0,96	1,02	0,85	0,64	0,54	0,63	0,60	0,51
T30	(s)	1,21	1,14	0,99	0,82	0,77	0,79	0,78	0,54
8PL	(dB)	72,1	72,3	70,9	69,3	69,0	69,1	69,1	67,8
C80	(dB)	3,7	3,5	5,3	7,5	8,2	8,0	7,8	10,6
D60		0,54	0,53	0,62	0,72	0,74	0,73	0,72	0,81
Tc	(ms)	67	68	53	40	37	38	39	29
LF80		0,291	0,277	0,299	0,299	0,296	0,302	0,310	0,290

3PL(A) = 78,0(dB)

LG80* = 60,0(dB)

3TI = 0,88 (Theoretical based on T30, 3TI = 0,83)

Receiver Number: 5 No description		(x,y,z) = (5,00, -3,60, 1,86)							
Band (Hz)		83	125	250	500	1000	2000	4000	8000
EDT	(s)	1,06	1,03	0,85	0,74	0,61	0,62	0,75	0,57
T30	(s)	1,11	1,11	0,93	0,84	0,78	0,79	0,79	0,54
8PL	(dB)	71,0	71,2	69,1	66,6	66,1	66,2	66,1	64,1
C80	(dB)	2,9	2,8	4,2	6,0	6,6	6,3	6,1	8,7
D60		0,50	0,49	0,55	0,63	0,66	0,64	0,63	0,74
Tc	(ms)	77	77	64	50	46	48	49	36
LF80		0,286	0,279	0,285	0,273	0,271	0,279	0,282	0,269

3PL(A) = 73,1(dB)

LG80* = 68,8(dB)

3TI = 0,85 (Theoretical based on T30, 3TI = 0,84)

Odeon A/S, Denmark, ©1985-2009.

Page 1

EK-7. (devam) Tip-1 KM iyileştirme sonucu konferans işlevi odeon analiz çıktıları

Çizelge E7.1. (devam) Hacim akutığı parametrelerine ilişkin sonuçlar

ODEON 10.02Combined
License Information /dongle unavailable at start up!

Printed: 6.02.2020 21:50:13
Room: C:\...TIP1_konferans_suba2020
Geometry/Material/Source version: 1/8/9
Job number: 1 No description

ODEON

Continued....Energy parameters

Receiver Number: 6 No description
(x,y,z) = (11,00, -8,60, 1,31)

Band (Hz)	83	126	250	500	1000	2000	4000	8000
EDT (s)	0,99	1,01	0,81	0,60	0,57	0,54	0,62	0,39
T30 (s)	1,25	1,12	1,03	0,80	0,81	0,78	0,84	0,53
SPL (dB)	73,4	73,4	72,5	71,3	71,0	71,1	71,1	70,0
C80 (dB)	4,1	4,0	6,1	8,8	9,5	9,0	8,8	11,7
D60	0,60	0,59	0,69	0,78	0,80	0,79	0,78	0,85
Tc (ms)	60	60	46	32	30	31	33	23
LF80	0,250	0,250	0,235	0,213	0,205	0,200	0,201	0,185

SPL(A) = 78,0(dB)
LQ80* = 80,3(dB)
STI = 0,71 (Theoretical based on T30, STI = 0,83)

Receiver Number: 7 No description
(x,y,z) = (7,00, -8,60, 1,88)

Band (Hz)	83	126	250	500	1000	2000	4000	8000
EDT (s)	0,99	0,99	0,79	0,57	0,57	0,56	0,66	0,41
T30 (s)	1,20	1,14	0,97	0,78	0,75	0,73	0,78	0,53
SPL (dB)	71,9	72,0	70,4	68,5	68,1	68,1	68,1	66,4
C80 (dB)	3,5	3,4	5,1	7,3	7,9	7,7	7,4	10,0
D60	0,53	0,52	0,60	0,70	0,73	0,71	0,70	0,79
Tc (ms)	70	71	56	42	38	40	41	31
LF80	0,331	0,319	0,334	0,337	0,328	0,325	0,326	0,311

SPL(A) = 76,0(dB)
LQ80* = 68,6(dB)
STI = 0,88 (Theoretical based on T30, STI = 0,84)

Receiver Number: 8 No description
(x,y,z) = (3,00, -8,60, 2,20)

Band (Hz)	83	126	250	500	1000	2000	4000	8000
EDT (s)	0,97	0,94	0,74	0,57	0,53	0,54	0,65	0,47
T30 (s)	1,15	1,07	0,88	0,78	0,74	0,74	0,75	0,56
SPL (dB)	70,9	71,1	69,2	67,0	66,5	66,5	66,4	64,5
C80 (dB)	3,8	3,6	5,6	7,8	8,4	8,2	8,0	10,8
D60	0,56	0,56	0,64	0,72	0,76	0,75	0,73	0,82
Tc (ms)	68	68	54	41	37	38	39	29
LF80	0,320	0,300	0,305	0,298	0,284	0,280	0,281	0,263

SPL(A) = 73,4(dB)
LQ80* = 68,2(dB)
STI = 0,89 (Theoretical based on T30, STI = 0,86)

EDT (s)

Band (Hz)	83	126	250	500	1000	2000	4000	8000
Minimum	0,96	0,94	0,74	0,57	0,54	0,54	0,60	0,39
Maximum	1,14	1,04	0,91	0,74	0,66	0,68	0,75	0,57
Average	1,02	1,01	0,82	0,64	0,61	0,61	0,65	0,47

T30 (s)

Band (Hz)	83	126	250	500	1000	2000	4000	8000
Minimum	1,08	1,04	0,88	0,77	0,73	0,73	0,72	0,52
Maximum	1,25	1,14	1,03	0,84	0,81	0,80	0,84	0,63
Average	1,15	1,10	0,95	0,80	0,76	0,76	0,78	0,55

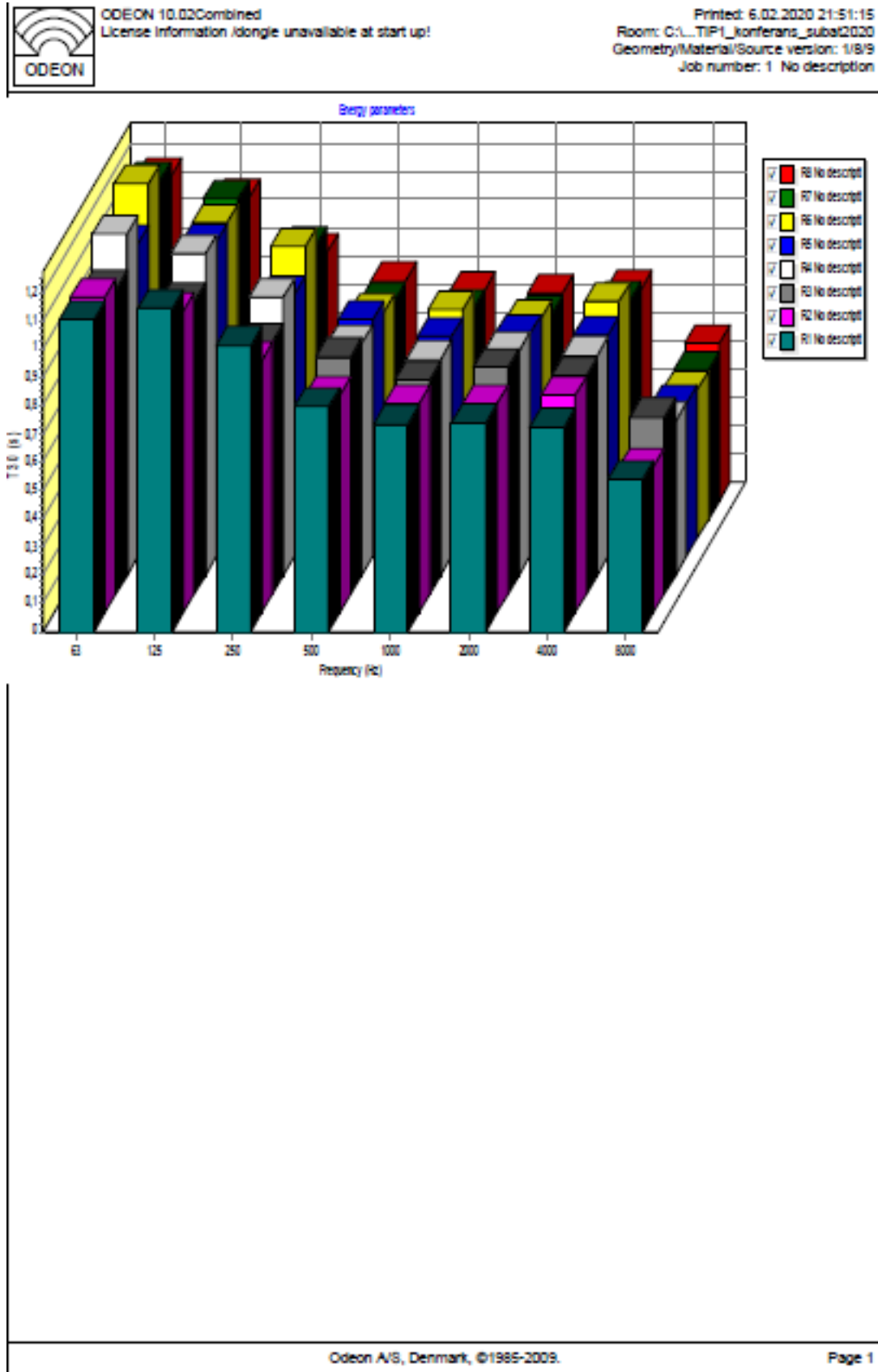
SPL (dB)

Band (Hz)	83	126	250	500	1000	2000	4000	8000
Minimum	70,8	71,0	68,7	66,2	65,7	65,9	65,8	63,8
Maximum	73,4	73,4	72,5	71,3	71,0	71,1	71,1	70,0
Average	71,9	72,0	70,4	68,5	68,1	68,2	68,2	66,6

Odeon A/S, Denmark, ©1985-2009.

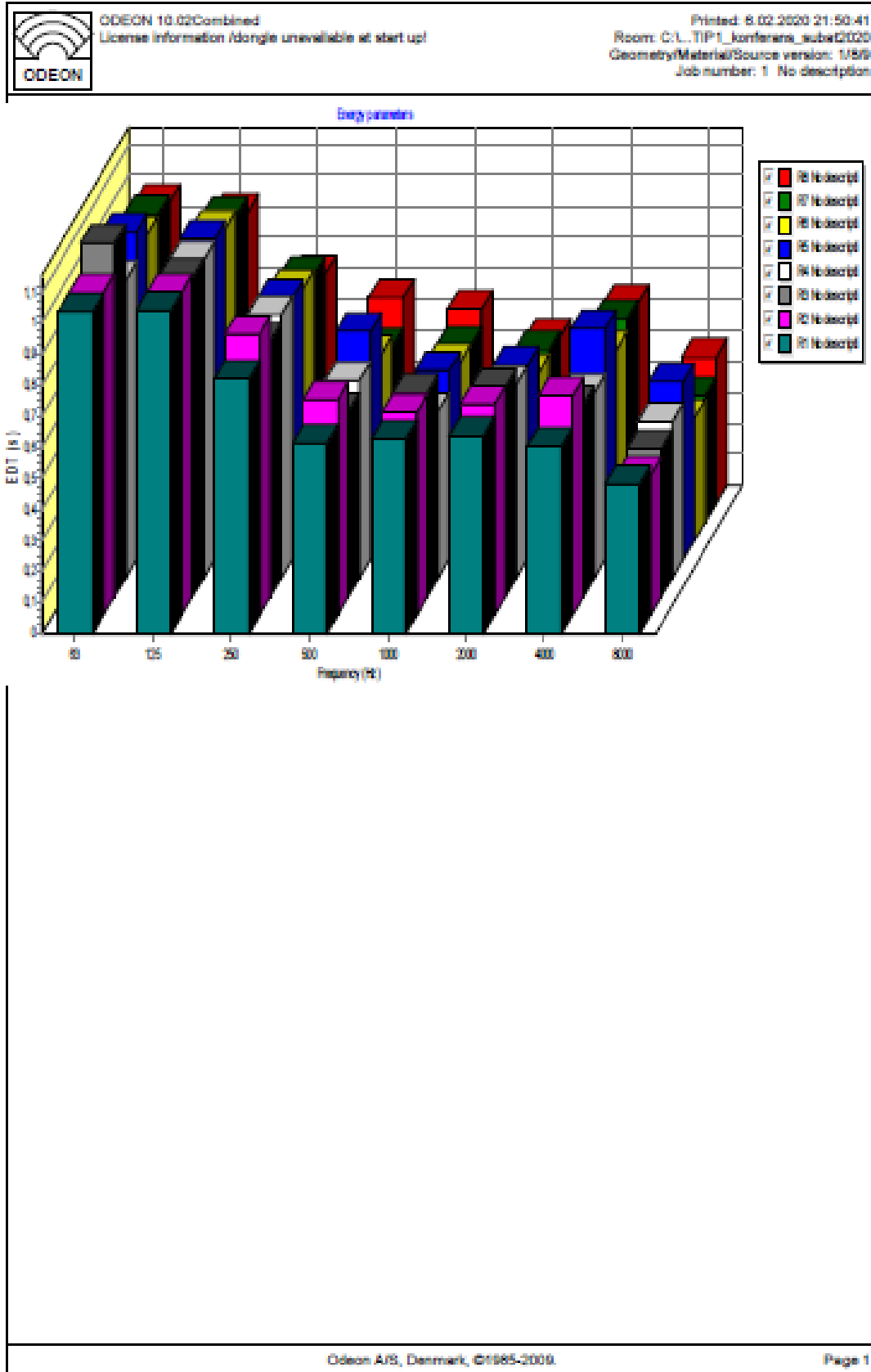
Page 6

EK-7. (devam) Tip-1 KM iyileştirme sonucu konferans işlevi odeon analiz çıktıları



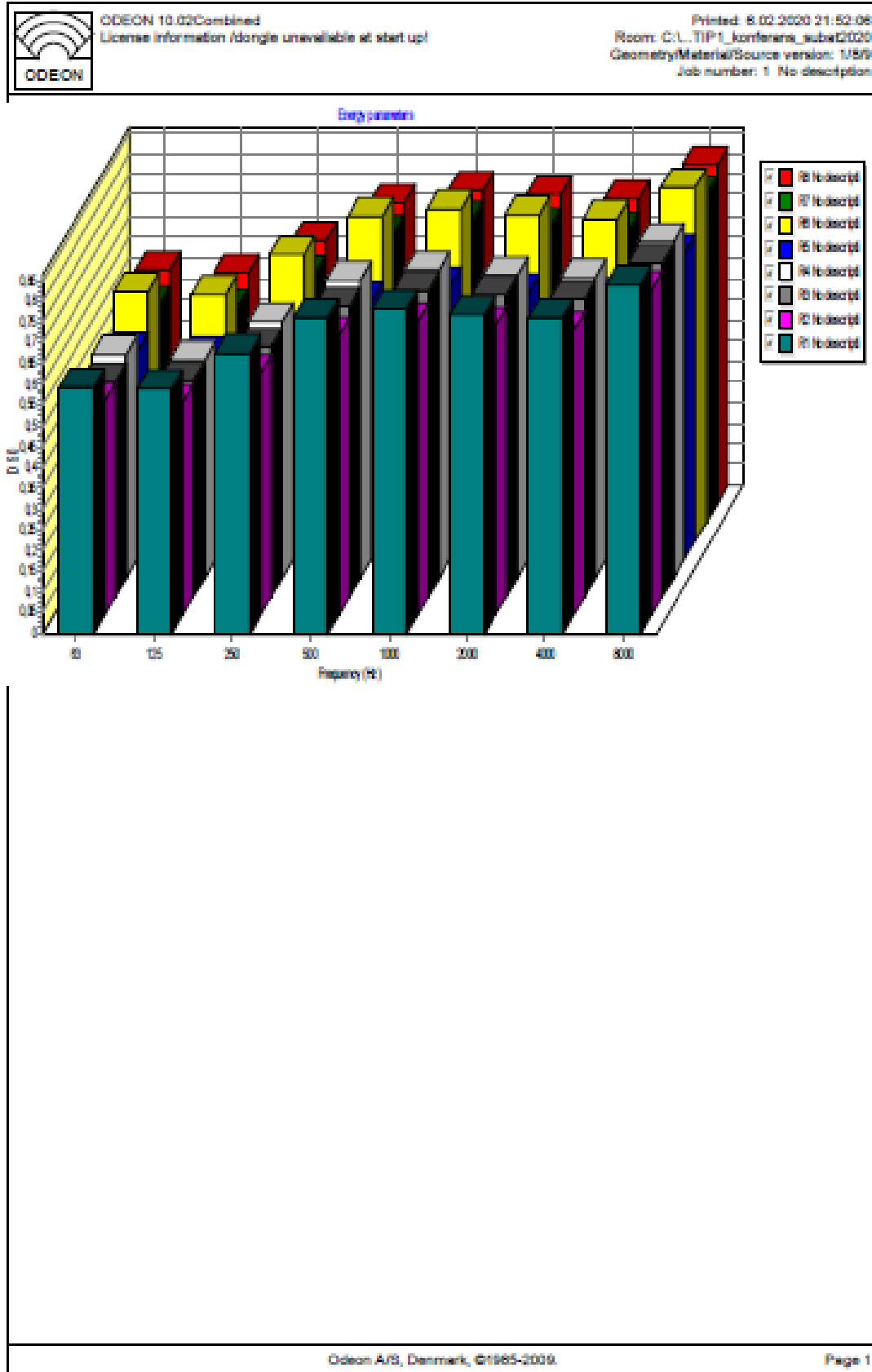
Şekil E7.1. Frekans bazında reverberasyon süresi dağılımları

EK-7. (devam) Tip-1 KM iyileştirme sonucu konferans işlevi odeon analiz çıktıları



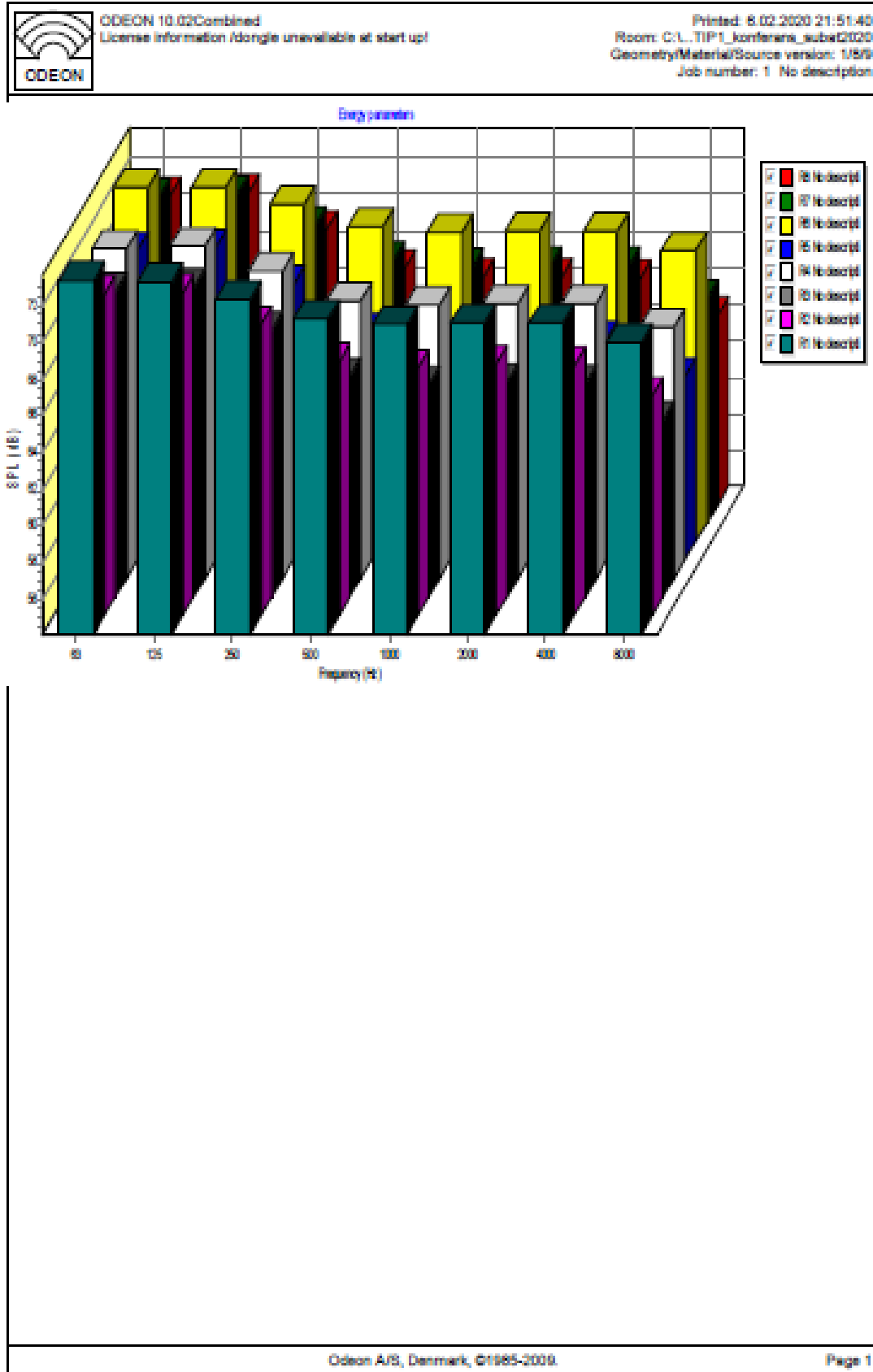
Şekil E7.2. Frekans bazında EDT dağılımları

EK-7. (devam) Tip-1 KM iyileştirme sonucu konferans işlevi odeon analiz çıktıları



Şekil E7.3. Frekans bazında D50 dağılımları

EK-7. (devam) Tip-1 KM iyileştirme sonucu konferans işlevi odeon analiz çıktıları



Şekil E7.4. Frekans bazında SPL dağılımları

EK-8. Tip-A1 KM iyileştirme sonucu tiyatro işlevi odeon analiz çıktıları

Çizelge E8.1. Hacim akutığı parametrelerine ilişkin sonuçlar

ODEON 10.02Combined
Licensed to: Gazi University, Turkey
User id: 2192, dongle no:102402

Printed: 8.01.2020 21:17:36
Room: C:\...rdeli+merfezi_mayis2019
Geometry(Material)/Source version: 4/34/7
Job number: 1 No description

ODEON

Restricted version - research and teaching only!

Receiver Number: 1 No description (x,y,z) = (23,00, -4,60, 1,38)

Band (Hz)	83	125	250	500	1000	2000	4000	8000
EDT (s)	1,64	1,58	1,36	1,14	1,15	1,11	0,89	0,54
T30 (s)	1,84	1,55	1,41	1,15	1,21	1,08	0,89	0,58
8PL (dB)	67,3	67,2	66,4	65,4	65,1	64,7	64,1	62,5
C80 (dB)	-0,4	-0,3	1,3	3,8	4,1	4,8	6,2	9,5
D60	0,41	0,41	0,49	0,62	0,63	0,66	0,72	0,83
Tc (ms)	110	108	86	62	60	52	42	26
LF80	0,248	0,231	0,216	0,207	0,200	0,194	0,193	0,185

8PL(A) = 71,6(dB)
LG80* = 67,1(dB)
8TI = 0,83 (Theoretical based on T30, 8TI = 0,67)

Receiver Number: 2 No description (x,y,z) = (28,00, -4,60, 2,16)

Band (Hz)	83	125	250	500	1000	2000	4000	8000
EDT (s)	1,62	1,70	1,35	1,11	1,11	1,00	0,82	0,58
T30 (s)	1,59	1,49	1,34	1,15	1,24	1,08	0,91	0,62
8PL (dB)	66,1	66,2	65,0	63,7	63,2	62,5	61,7	59,4
C80 (dB)	-0,3	-0,2	1,1	3,2	3,6	4,2	5,4	8,4
D60	0,35	0,35	0,42	0,54	0,57	0,60	0,66	0,77
Tc (ms)	120	118	96	72	69	63	52	36
LF80	0,231	0,225	0,221	0,215	0,216	0,224	0,223	0,206

8PL(A) = 68,4(dB)
LG80* = 68,2(dB)
8TI = 0,81 (Theoretical based on T30, 8TI = 0,67)

Receiver Number: 3 No description (x,y,z) = (33,00, -4,60, 3,37)

Band (Hz)	83	125	250	500	1000	2000	4000	8000
EDT (s)	1,45	1,53	1,21	0,91	0,95	0,83	0,71	0,43
T30 (s)	1,58	1,51	1,34	1,27	1,23	1,03	0,86	0,61
8PL (dB)	66,2	66,4	65,1	63,5	63,0	62,3	61,6	59,0
C80 (dB)	1,7	1,9	3,0	4,8	5,2	5,9	7,1	10,2
D60	0,48	0,48	0,54	0,63	0,66	0,69	0,73	0,82
Tc (ms)	101	99	81	61	59	54	46	33
LF80	0,253	0,237	0,229	0,212	0,209	0,220	0,227	0,220

8PL(A) = 68,2(dB)
LG80* = 64,9(dB)
8TI = 0,88 (Theoretical based on T30, 8TI = 0,68)

Receiver Number: 4 No description (x,y,z) = (25,60, 0,00, 1,88)

Band (Hz)	83	125	250	500	1000	2000	4000	8000
EDT (s)	1,60	1,59	1,40	1,06	1,09	1,04	0,85	0,54
T30 (s)	1,73	1,57	1,31	1,17	1,20	1,08	0,86	0,63
8PL (dB)	66,5	66,6	65,6	64,5	64,1	63,5	62,8	60,9
C80 (dB)	-0,5	-0,4	1,2	3,5	3,8	4,3	5,5	8,6
D60	0,38	0,38	0,47	0,60	0,61	0,64	0,68	0,80
Tc (ms)	117	115	92	68	66	59	49	32
LF80	0,128	0,127	0,120	0,107	0,100	0,096	0,086	0,072

8PL(A) = 70,4(dB)
LG80* = 68,6(dB)
8TI = 0,81 (Theoretical based on T30, 8TI = 0,67)

Receiver Number: 5 No description (x,y,z) = (30,60, 0,00, 2,78)

Band (Hz)	83	125	250	500	1000	2000	4000	8000
EDT (s)	1,65	1,66	1,40	0,98	0,97	0,88	0,70	0,43
T30 (s)	1,47	1,43	1,36	1,26	1,20	1,09	0,88	0,63
8PL (dB)	66,3	66,4	65,1	63,6	63,2	62,6	61,8	59,4
C80 (dB)	0,3	0,4	1,9	4,0	4,4	5,1	6,5	9,5
D60	0,37	0,38	0,47	0,58	0,61	0,64	0,69	0,79
Tc (ms)	118	115	92	68	66	60	50	36
LF80	0,217	0,214	0,208	0,193	0,202	0,221	0,227	0,219

8PL(A) = 68,4(dB)
LG80* = 66,7(dB)
8TI = 0,83 (Theoretical based on T30, 8TI = 0,67)

Odeon A/S, Denmark, ©1998-2008
Restricted version - research and teaching only!

Page 1

EK-8. (devam) Tip-A1 KM iyileştirme sonucu tiyatro işlevi odeon analiz çıktıları

Çizelge E8.1. (devam) Hacim akutığı parametrelerine ilişkin sonuçlar

ODEON 10.02Combined
Licensed to: Gazl University, Turkey
User Id: 2192, dongle no:102402

Printed: 8.01.2020 21:17:39
Room: C:\...rdeli+menfezi_mayis2019
Geometry/Material/Source version: 4/34/7
Job number: 1 No description

ODEON

Restricted version - research and teaching only!

C80 (dB)								
Band (Hz)	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Minimum	-0,7	-0,6	0,9	3,1	3,4	4,0	5,1	6,2
Maximum	1,7	1,9	3,0	4,8	5,3	6,0	7,2	10,4
Average	0,2	0,3	1,7	3,8	4,2	4,8	6,1	9,2

D50								
Band (Hz)	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Minimum	0,34	0,34	0,42	0,54	0,56	0,59	0,64	0,76
Maximum	0,48	0,48	0,54	0,65	0,67	0,70	0,75	0,84
Average	0,40	0,40	0,48	0,59	0,61	0,64	0,70	0,80

Tc (ms)								
Band (Hz)	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Minimum	100	97	80	61	58	52	42	26
Maximum	127	123	99	73	70	64	54	36
Average	113	111	89	67	64	57	48	32

LF80								
Band (Hz)	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Minimum	0,128	0,127	0,120	0,107	0,100	0,096	0,086	0,072
Maximum	0,258	0,245	0,239	0,225	0,220	0,231	0,237	0,231
Average	0,224	0,214	0,206	0,195	0,193	0,199	0,201	0,191

SPL(A), minimum = 68,2(dB)
SPL(A), maximum = 71,5(dB)
SPL(A), Average = 70,0(dB)

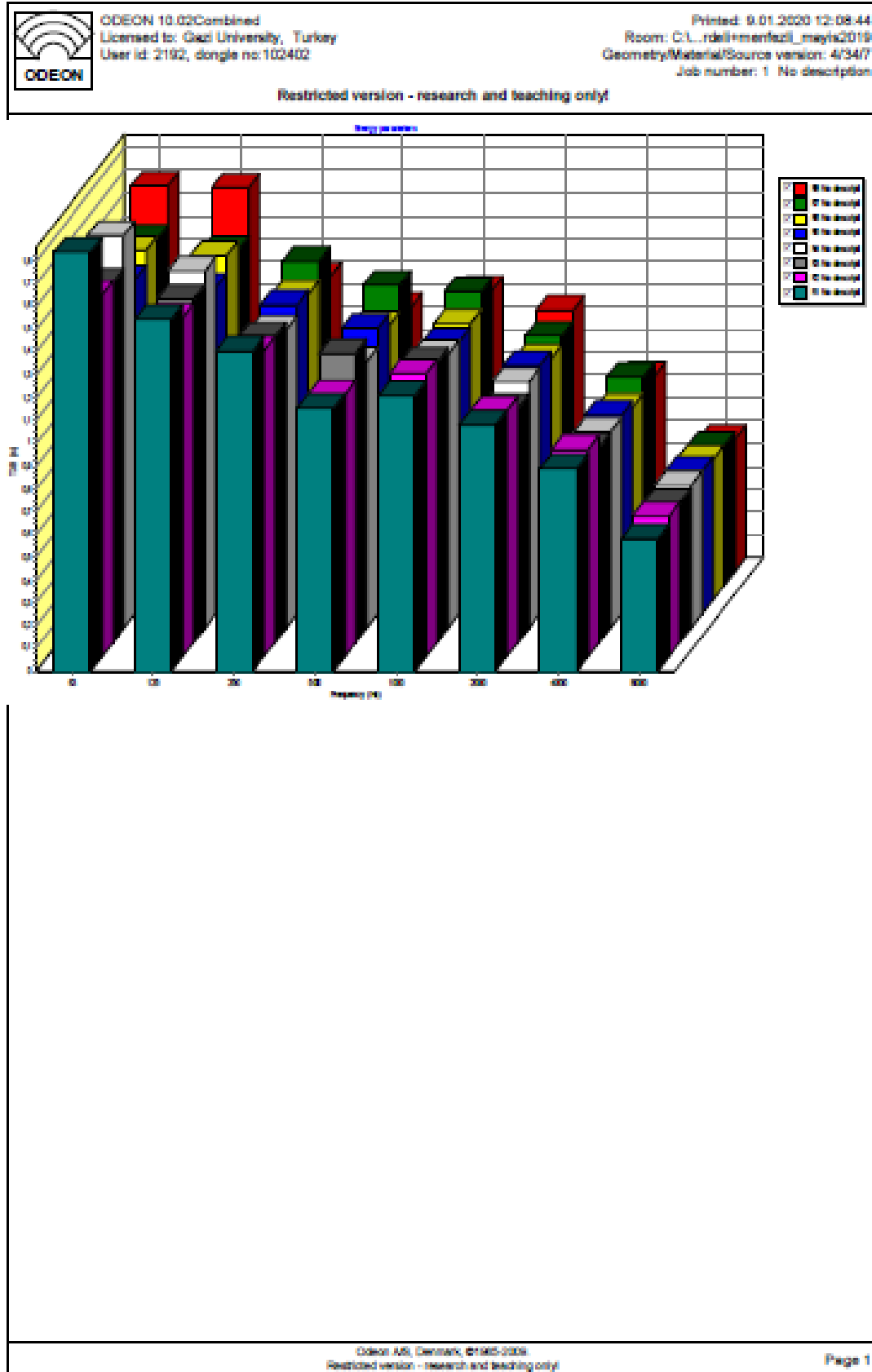
LG80*, minimum = 64,8(dB)
LG80*, maximum = 67,1(dB)
LG80*, Average = 66,1(dB)

STI, minimum = 0,60
STI, maximum = 0,66
STI, Average = 0,63

Odeon A/S, Denmark, ©1985-2006.
Restricted version - research and teaching only!

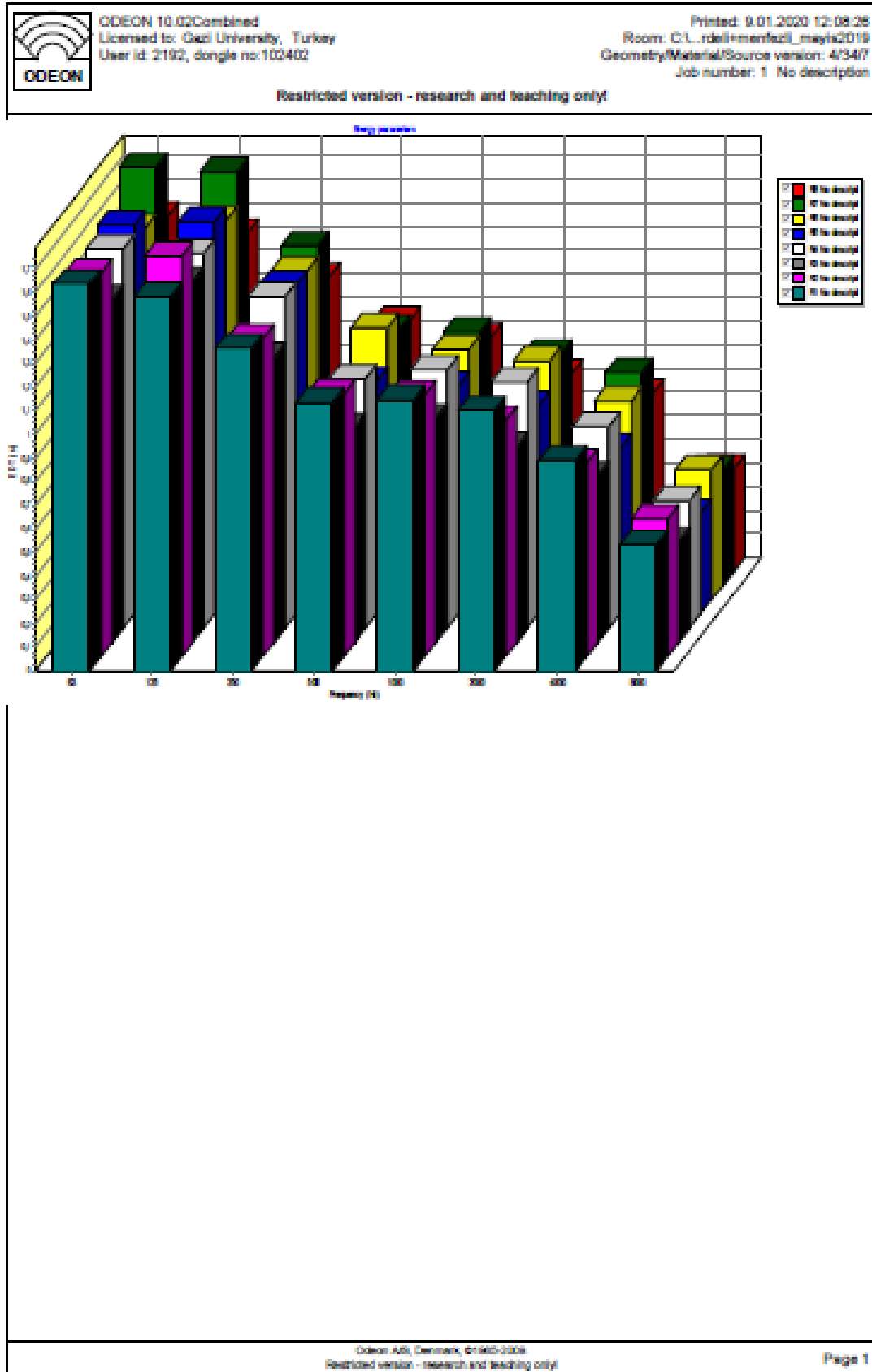
Page 3

EK-8. (devam) Tip-A1 KM iyileştirme sonucu tiyatro işlevi odeon analiz çıktıları



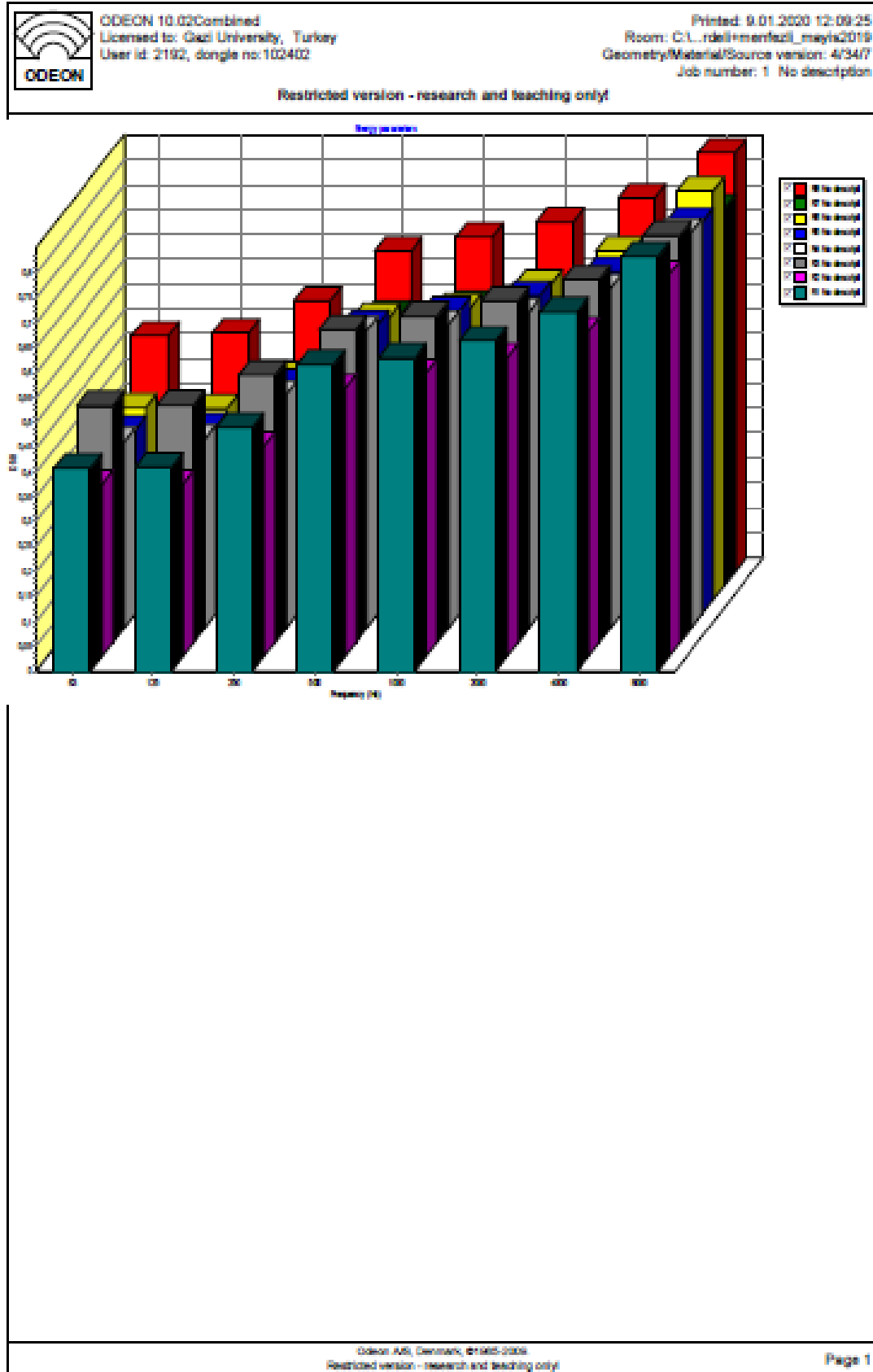
Şekil E8.1. Frekans bazında T30 dağılımları

EK-8. (devam) Tip-A1 KM iyileştirme sonucu tiyatro işlevi odeon analiz çıktıları



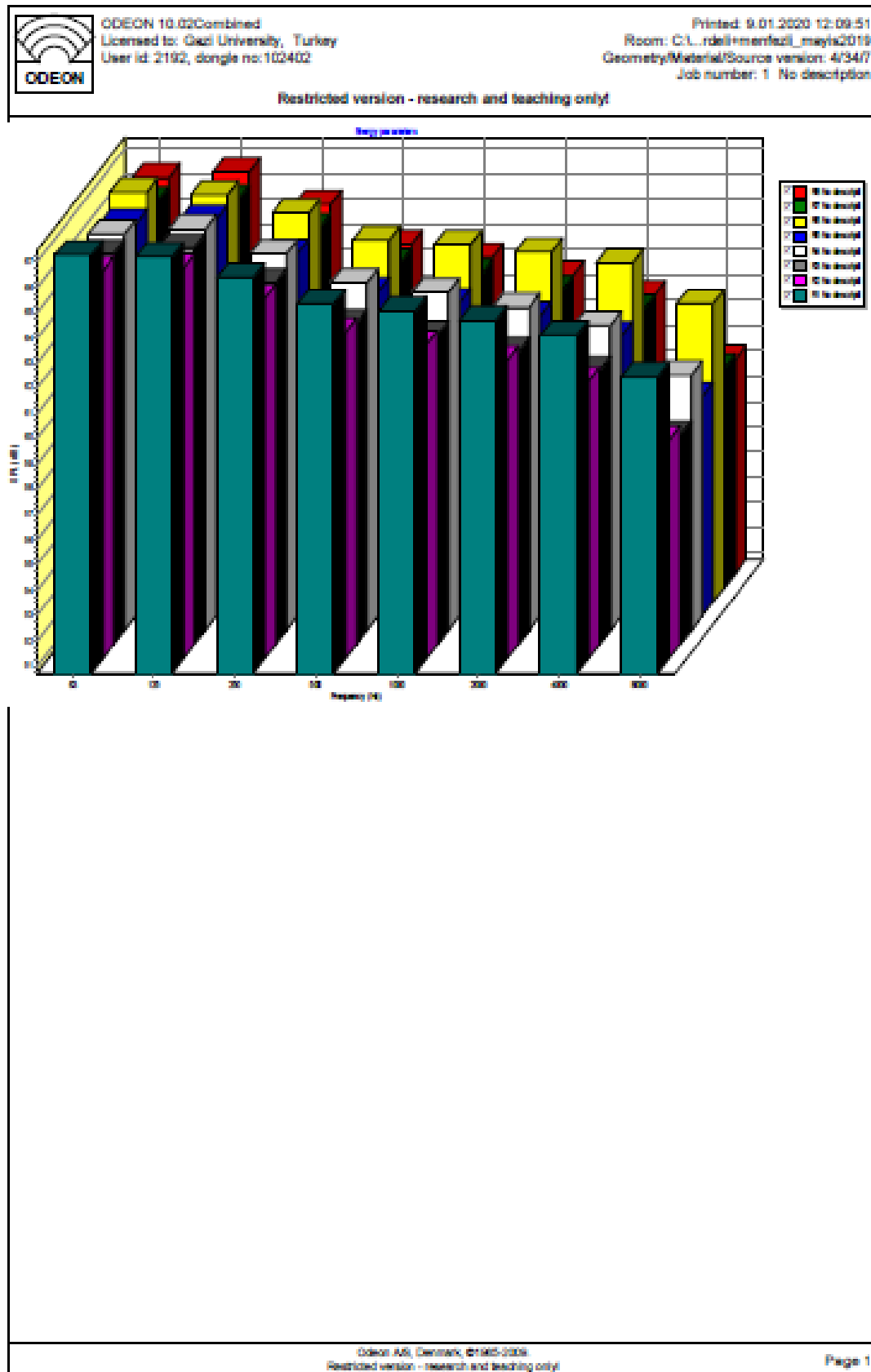
Şekil E8.2. Frekans bazında EDT dağılımları

EK-8. (devam) Tip-A1 KM iyileştirme sonucu tiyatro işlevi odeon analiz çıktıları



Şekil E8.3. Frekans bazında D50 dağılımları

EK-8. (devam) Tip-A1 KM iyileştirme sonucu tiyatro işlevi odeon analiz çıktıları



Şekil E8.4. Frekans bazında SPL dağılımları

EK-9. Tip-A1 KM iyileştirme sonucu konser işlevi odeon analiz çıktıları

Çizelge E9.1. Hacim akutüğü parametrelerine ilişkin sonuçlar

ODEON 10.02Combined
Licensed to: Gazı University, Turkey
User id: 2192, dongle no:102402

Printed: 8.01.2020 21:18:57
Room: C:\...I_sahnekapali_mayıs2019
Geometry/Material/Source version: 1/5/5
Job number: 1 No description

ODEON

Restricted version - research and teaching only!

Receiver Number: 1 No description (x,y,z) = (23,00, -4,60, 1,38)

Band (Hz)	83	125	250	500	1000	2000	4000	8000
EDT (s)	1,90	1,92	1,90	1,67	1,61	1,58	1,42	0,83
T30 (s)	2,09	1,96	2,05	1,72	1,58	1,51	1,39	0,84
8PL (dB)	73,3	73,2	73,4	72,8	72,3	72,1	71,5	68,4
C80 (dB)	-1,4	-1,5	-1,7	-0,8	-0,2	0,0	0,4	4,0
D60	0,30	0,30	0,29	0,32	0,35	0,36	0,38	0,55
Tc (ms)	141	141	145	127	117	113	105	64
LF80	0,225	0,223	0,227	0,224	0,219	0,216	0,215	0,204

3PL(A) = 78,7(dB)
LG80* = 65,8(dB)
3TI = 0,60 (Theoretical based on T30, 3TI = 0,60)

Receiver Number: 2 No description (x,y,z) = (28,00, -4,60, 2,16)

Band (Hz)	83	125	250	500	1000	2000	4000	8000
EDT (s)	1,90	1,92	1,97	1,70	1,59	1,53	1,46	0,78
T30 (s)	1,88	1,79	1,86	1,64	1,52	1,49	1,33	0,88
8PL (dB)	72,2	72,3	72,3	71,5	70,8	70,6	69,9	66,3
C80 (dB)	-1,7	-1,8	-1,8	-0,8	-0,1	0,0	0,4	3,7
D60	0,23	0,23	0,23	0,27	0,30	0,31	0,32	0,47
Tc (ms)	148	149	150	131	120	117	109	70
LF80	0,252	0,247	0,247	0,245	0,240	0,237	0,236	0,224

3PL(A) = 77,2(dB)
LG80* = 64,6(dB)
3TI = 0,60 (Theoretical based on T30, 3TI = 0,61)

Receiver Number: 3 No description (x,y,z) = (33,00, -4,60, 3,37)

Band (Hz)	83	125	250	500	1000	2000	4000	8000
EDT (s)	1,85	1,85	1,95	1,68	1,49	1,49	1,39	0,75
T30 (s)	2,68	2,69	2,62	1,92	1,56	1,49	1,42	0,89
8PL (dB)	71,6	71,9	71,7	70,8	70,1	69,8	69,1	65,5
C80 (dB)	-0,3	-0,4	-0,3	0,7	1,3	1,4	1,9	5,4
D60	0,31	0,30	0,31	0,36	0,39	0,39	0,42	0,57
Tc (ms)	135	135	137	118	108	106	98	62
LF80	0,270	0,259	0,255	0,248	0,245	0,249	0,253	0,244

3PL(A) = 76,6(dB)
LG80* = 63,2(dB)
3TI = 0,64 (Theoretical based on T30, 3TI = 0,48)

Receiver Number: 4 No description (x,y,z) = (25,60, 0,00, 1,86)

Band (Hz)	83	125	250	500	1000	2000	4000	8000
EDT (s)	1,94	1,90	1,94	1,70	1,56	1,55	1,43	0,90
T30 (s)	1,95	1,83	1,93	1,66	1,55	1,47	1,37	0,85
8PL (dB)	72,3	72,5	72,5	71,8	71,3	71,1	70,4	67,2
C80 (dB)	-1,8	-1,9	-1,9	-0,9	-0,3	-0,2	0,2	3,7
D60	0,26	0,26	0,26	0,30	0,33	0,33	0,35	0,51
Tc (ms)	147	148	149	129	119	116	108	67
LF80	0,186	0,187	0,187	0,181	0,175	0,177	0,171	0,153

3PL(A) = 77,7(dB)
LG80* = 64,7(dB)
3TI = 0,60 (Theoretical based on T30, 3TI = 0,60)

Receiver Number: 5 No description (x,y,z) = (30,60, 0,00, 2,78)

Band (Hz)	83	125	250	500	1000	2000	4000	8000
EDT (s)	1,87	1,89	1,87	1,67	1,57	1,49	1,38	0,78
T30 (s)	1,87	1,78	1,86	1,60	1,56	1,51	1,35	0,85
8PL (dB)	72,1	72,3	72,2	71,3	70,7	70,4	69,7	66,2
C80 (dB)	-1,3	-1,4	-1,2	-0,1	0,5	0,7	1,2	4,5
D60	0,24	0,24	0,25	0,29	0,33	0,33	0,35	0,50
Tc (ms)	144	145	144	125	114	112	104	67
LF80	0,250	0,240	0,236	0,230	0,228	0,234	0,236	0,225

3PL(A) = 77,0(dB)
LG80* = 64,1(dB)
3TI = 0,62 (Theoretical based on T30, 3TI = 0,61)

ODEON A/S, Denmark, ©1998-2006.
Restricted version - research and teaching only!

Page 1

EK-9. (devam) Tip-A1 KM iyileştirme sonucu konser işlevi odeon analiz çıktıları

Çizelge E9.1. (devam) Hacim akutuği parametrelerine ilişkin sonuçlar

ODEON 10.02Combined
Licensed to: Gazi University, Turkey
User id: 2192, dongle no:102402

Printed: 8.01.2020 21:19:01
Room: C:\..._sahnekapali_mayıs2019
Geometry/Material/Source version: 1/5/5
Job number: 1 No description

ODEON

Restricted version - research and teaching only!

Continued....Energy parameters

Receiver Number: 6 No description (x,y,z) = (23,00, 4,60, 1,38)

Band (Hz)	83	125	250	500	1000	2000	4000	8000
EDT (s)	1,88	1,89	1,88	1,66	1,55	1,50	1,40	0,89
T30 (s)	1,84	1,78	1,86	1,66	1,54	1,49	1,35	0,83
SPL (dB)	73,2	73,2	73,3	72,7	72,2	72,0	71,4	68,4
C80 (dB)	-1,5	-1,6	-1,8	-0,9	-0,2	-0,1	0,4	4,0
D60	0,29	0,28	0,27	0,31	0,34	0,35	0,38	0,55
Tc (ms)	141	142	145	127	117	114	105	64
LF80	0,227	0,222	0,227	0,224	0,220	0,218	0,219	0,208

SPL(A) = 78,8(dB)
LG80* = 66,6(dB)
STI = 0,60 (Theoretical based on T30, STI = 0,61)

Receiver Number: 7 No description (x,y,z) = (28,00, 4,60, 2,16)

Band (Hz)	83	125	250	500	1000	2000	4000	8000
EDT (s)	1,87	1,91	1,91	1,74	1,57	1,55	1,40	0,77
T30 (s)	1,91	1,85	1,92	1,67	1,60	1,50	1,38	0,86
SPL (dB)	72,1	72,2	72,2	71,4	70,8	70,6	69,9	66,3
C80 (dB)	-1,8	-2,0	-1,9	-0,8	-0,2	-0,1	0,4	3,7
D60	0,23	0,23	0,23	0,27	0,29	0,30	0,32	0,47
Tc (ms)	149	150	151	131	120	118	110	70
LF80	0,260	0,256	0,258	0,253	0,250	0,250	0,249	0,237

SPL(A) = 77,2(dB)
LG80* = 64,6(dB)
STI = 0,60 (Theoretical based on T30, STI = 0,60)

Receiver Number: 8 No description (x,y,z) = (33,00, 4,60, 3,37)

Band (Hz)	83	125	250	500	1000	2000	4000	8000
EDT (s)	1,78	1,83	1,88	1,63	1,44	1,47	1,34	0,77
T30 (s)	1,97	1,89	2,00	1,77	1,56	1,49	1,39	0,84
SPL (dB)	71,7	71,9	71,8	70,9	70,2	69,9	69,2	65,6
C80 (dB)	-0,3	-0,4	-0,3	0,7	1,3	1,4	1,9	5,3
D60	0,32	0,31	0,32	0,37	0,40	0,40	0,43	0,58
Tc (ms)	132	133	134	116	106	104	96	61
LF80	0,263	0,256	0,251	0,244	0,241	0,243	0,245	0,238

SPL(A) = 78,8(dB)
LG80* = 63,3(dB)
STI = 0,65 (Theoretical based on T30, STI = 0,60)

EDT (s)

Band (Hz)	83	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Minimum	1,78	1,83	1,87	1,63	1,44	1,47	1,34	0,75
Maximum	1,94	1,92	1,97	1,74	1,61	1,58	1,46	0,90
Average	1,88	1,89	1,91	1,68	1,55	1,52	1,40	0,81

T30 (s)

Band (Hz)	83	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Minimum	1,84	1,78	1,86	1,60	1,52	1,47	1,33	0,83
Maximum	2,68	2,69	2,62	1,92	1,60	1,51	1,42	0,89
Average	2,02	1,95	2,01	1,71	1,56	1,49	1,37	0,86

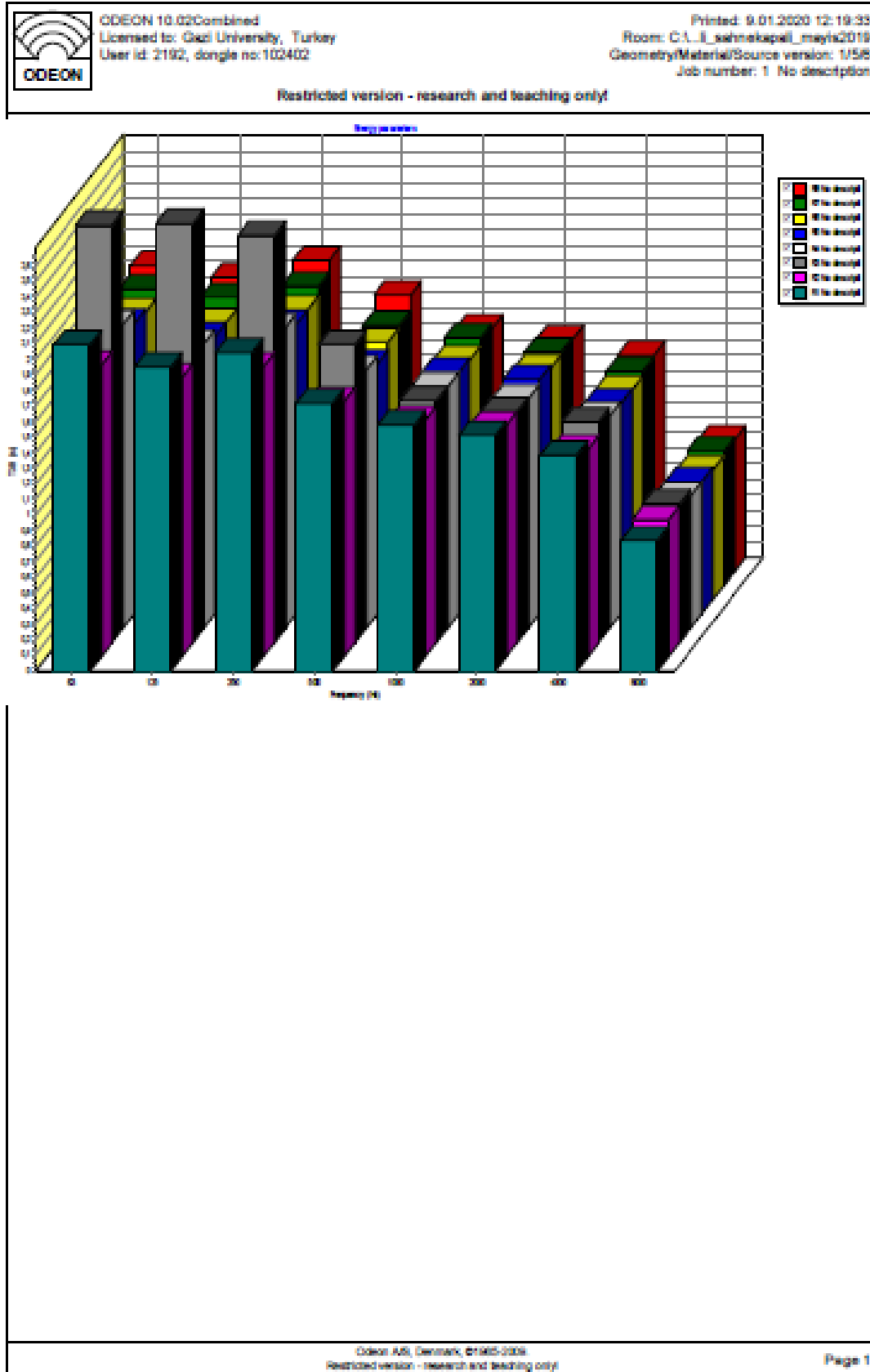
SPL (dB)

Band (Hz)	83	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Minimum	71,6	71,9	71,7	70,8	70,1	69,8	69,1	65,5
Maximum	73,3	73,2	73,4	72,8	72,3	72,1	71,5	68,4
Average	72,3	72,5	72,4	71,7	71,1	70,8	70,1	66,8

Odeon A/S, Denmark, ©1995-2009.
Restricted version - research and teaching only!

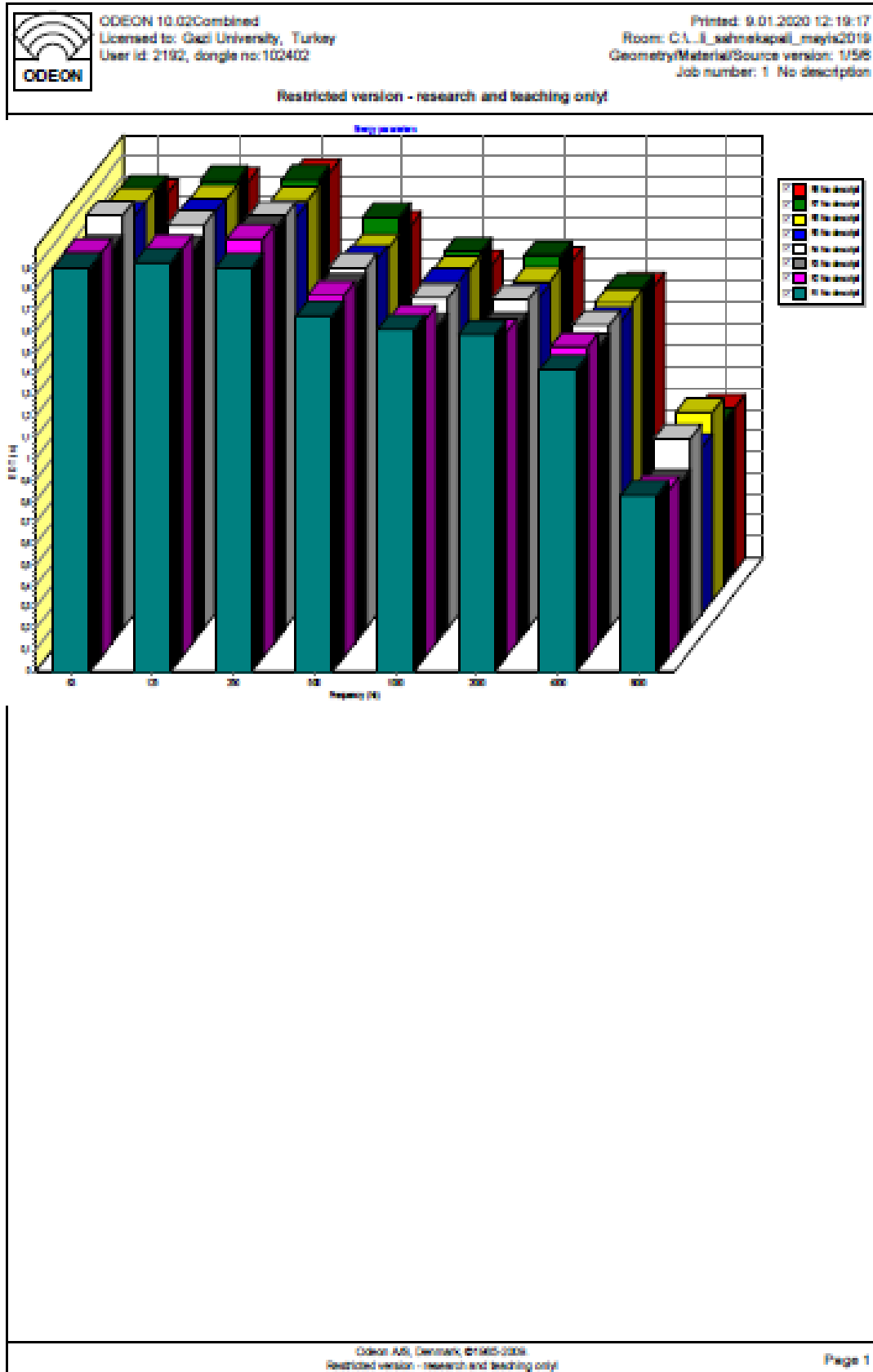
Page 2

EK-9. (devam) Tip-A1 KM iyileştirme sonucu konser işlevi odeon analiz çıktıları



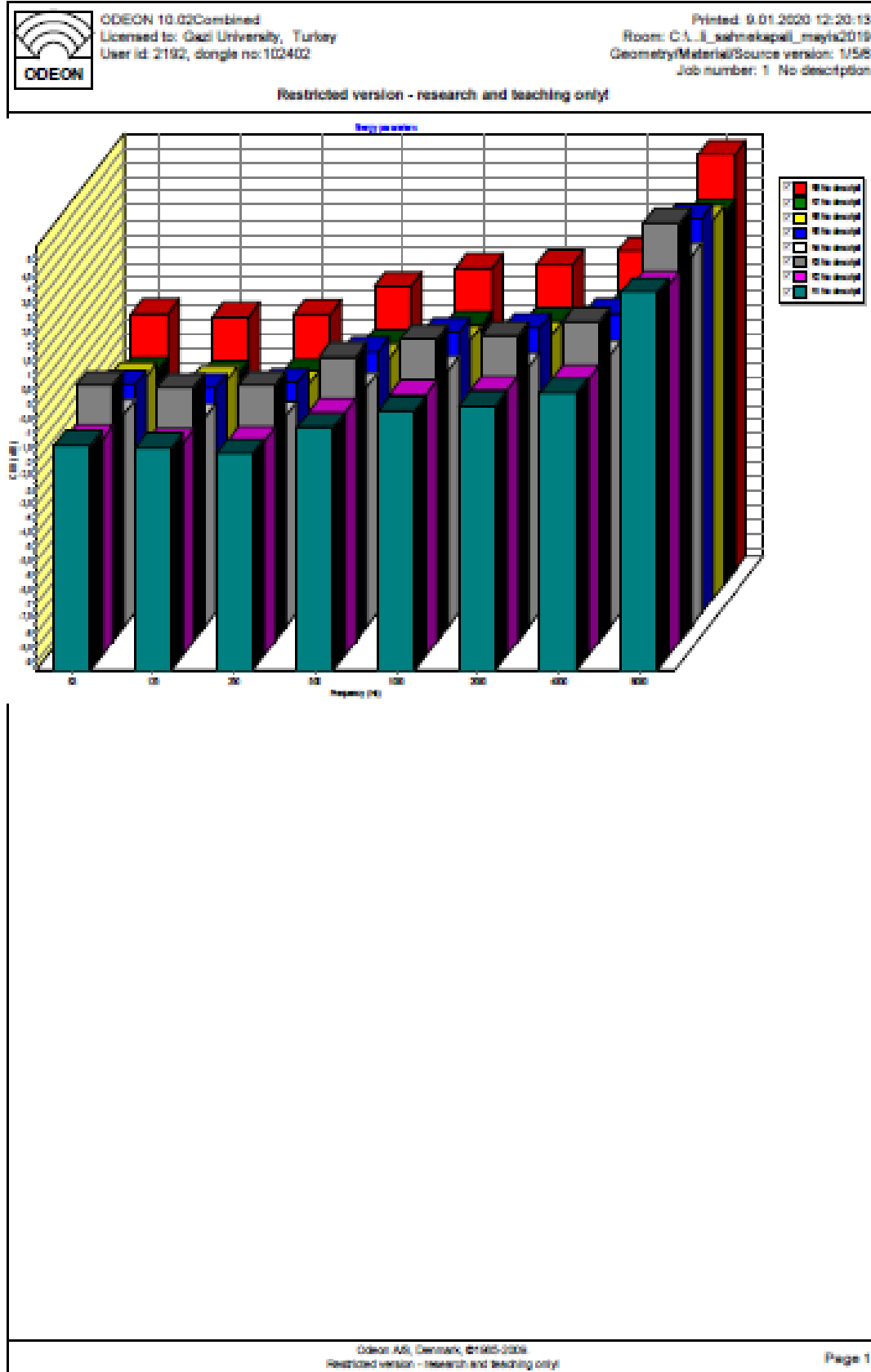
Şekil E9.1. Frekans bazında T30 dağılımları

EK-9. (devam) Tip-A1 KM iyileştirme sonucu konser işlevi odeon analiz çıktıları



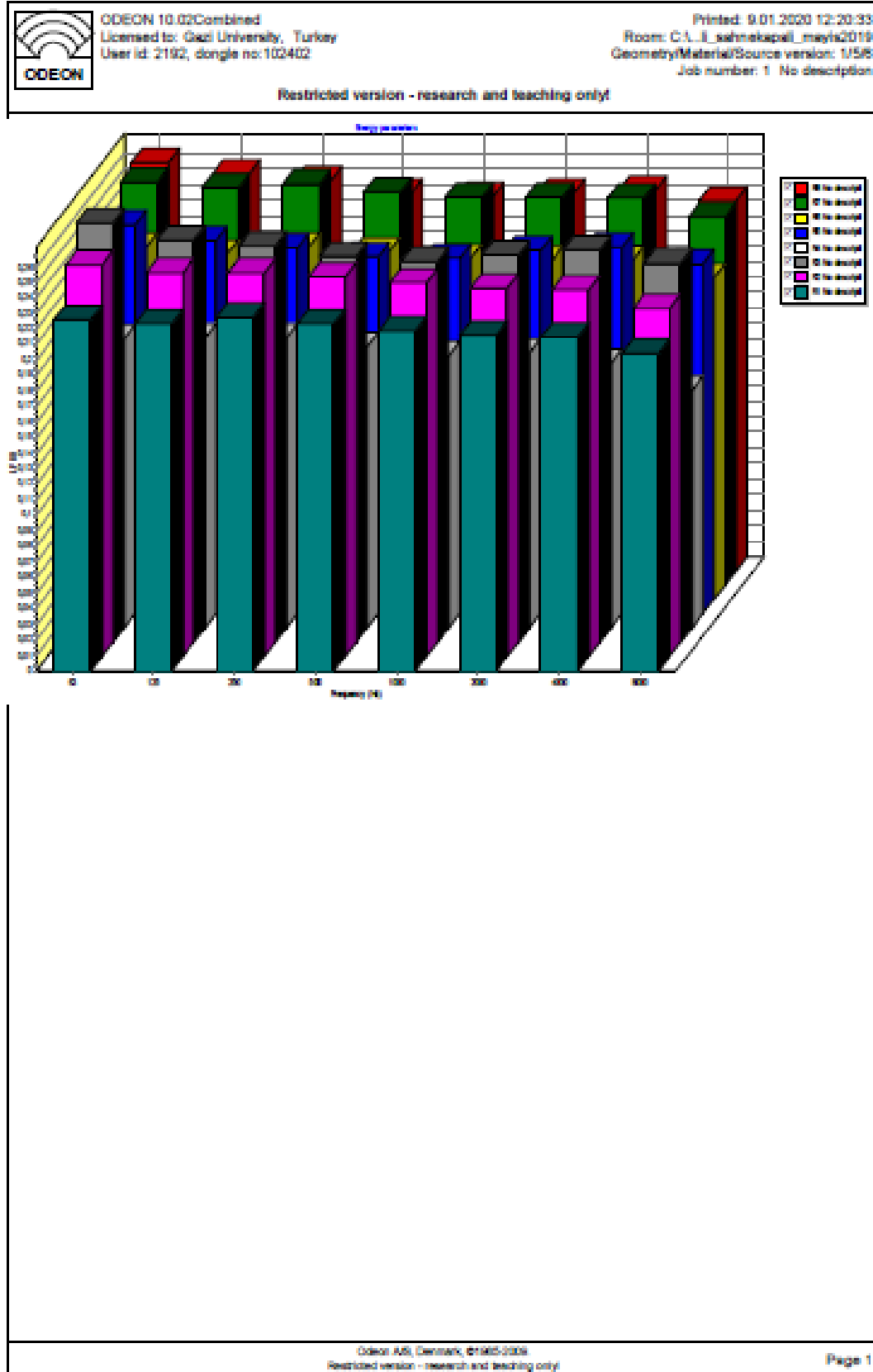
Şekil E9.2. Frekans bazında EDT dağılımları

EK-9. (devam) Tip-A1 KM iyileştirme sonucu konser işlevi odeon analiz çıktıları



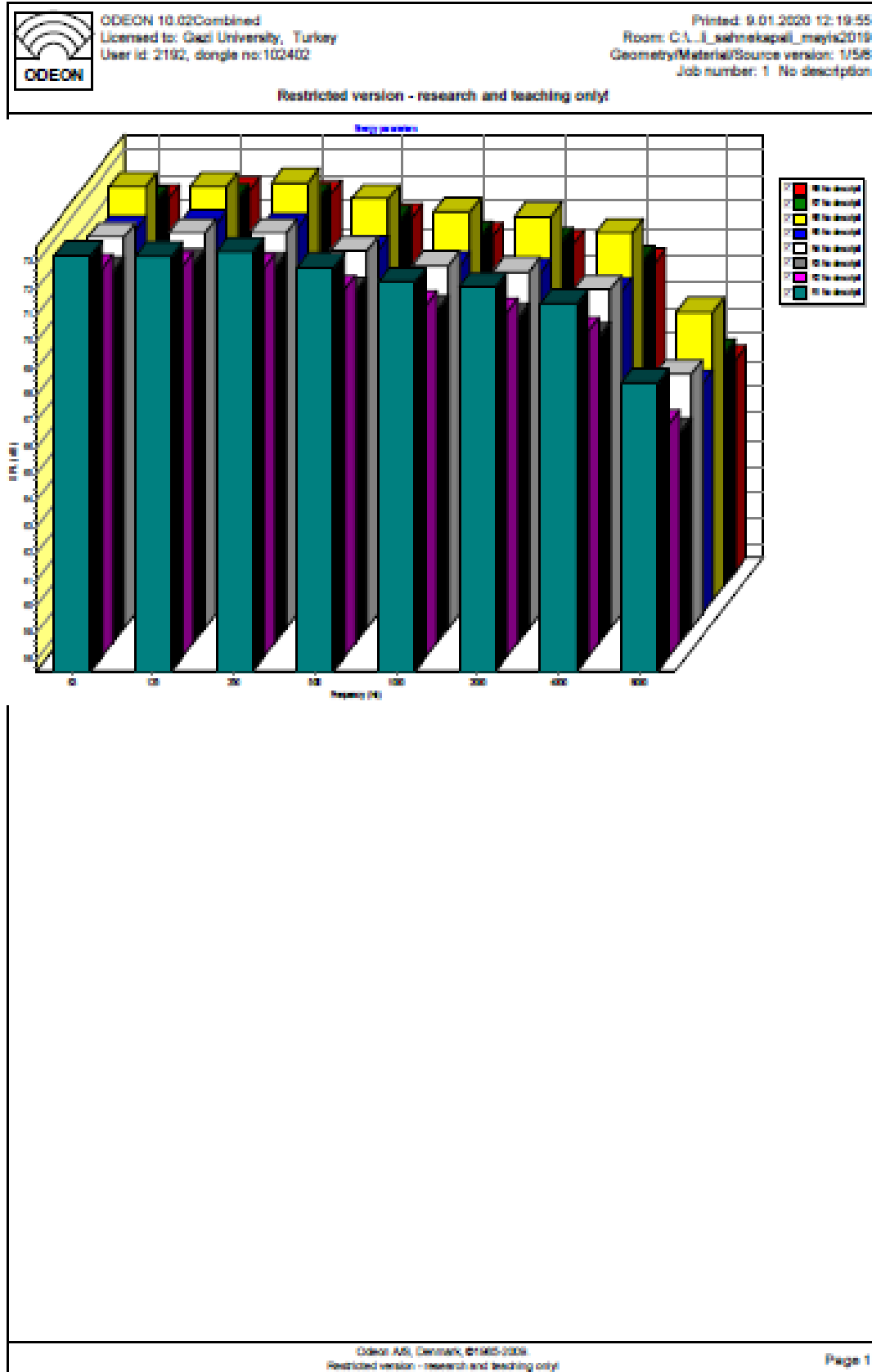
Şekil E9.3. Frekans bazında C80 dağılımları

EK-9. (devam) Tip-A1 KM iyileştirme sonucu konser işlevi odeon analiz çıktıları



Şekil E9.4. Frekans bazında LF80 dağılımları

EK-9. (devam) Tip-A1 KM iyileştirme sonucu konser işlevi odeon analiz çıktıları



Şekil E9.5. Frekans bazında SPL dağılımları

EK-10. Tip-A1 KM iyileştirme sonucu konferans işlevi odeon analiz çıktıları

Çizelge E10.1. Hacim akutüğü parametrelerine ilişkin sonuçlar

ODEON 10.02Combined
Licensed to: Gazi University, Turkey
User id: 2192, dongle no:102402

Printed: 31.01.2020 17:36:22
Room: C:\...IPA1_konferans_subat2020
Geometry/Material/Source version: 2/3/5
Job number: 8 No description

ODEON

Restricted version - research and teaching only!

Receiver Number: 1 No description (x,y,z) = (23,00, -4,60, 1,38)

Band (Hz)	83	125	250	500	1000	2000	4000	8000
EDT (s)	1,31	1,29	0,91	0,53	0,42	0,43	0,41	0,29
T30 (s)	1,28	1,29	0,98	0,84	0,78	0,83	0,77	0,52
8PL (dB)	73,3	73,3	72,0	70,6	70,2	70,1	69,9	68,8
C80 (dB)	2,8	2,5	5,3	9,2	10,1	9,9	9,9	13,0
D50	0,59	0,57	0,71	0,84	0,86	0,85	0,85	0,91
Tc (ms)	75	78	51	32	29	30	29	22
LF80	0,325	0,316	0,322	0,321	0,316	0,311	0,313	0,303

8PL(A) = 77,0(dB)
LG80* = 80,7(dB)
8TI = 0,73 (Theoretical based on T30, 8TI = 0,83)

Receiver Number: 2 No description (x,y,z) = (28,00, -4,60, 2,15)

Band (Hz)	83	125	250	500	1000	2000	4000	8000
EDT (s)	1,31	1,41	1,04	0,69	0,62	0,66	0,54	0,41
T30 (s)	1,31	1,27	1,01	0,74	0,73	0,68	0,70	0,53
8PL (dB)	71,3	71,4	69,4	67,2	66,6	66,5	66,3	64,5
C80 (dB)	1,5	1,1	3,4	6,5	7,5	7,4	7,6	10,3
D50	0,42	0,40	0,52	0,67	0,71	0,70	0,71	0,80
Tc (ms)	95	99	72	49	44	44	43	33
LF80	0,331	0,332	0,340	0,349	0,349	0,346	0,343	0,330

8PL(A) = 73,4(dB)
LG80* = 69,8(dB)
8TI = 0,87 (Theoretical based on T30, 8TI = 0,86)

Receiver Number: 3 No description (x,y,z) = (33,00, -4,60, 3,37)

Band (Hz)	83	125	250	500	1000	2000	4000	8000
EDT (s)	1,33	1,26	1,02	0,60	0,48	0,52	0,47	0,43
T30 (s)	1,44	1,42	1,01	0,74	0,70	0,65	0,64	0,50
8PL (dB)	70,6	70,9	68,8	66,5	65,9	65,7	65,4	63,2
C80 (dB)	2,4	2,1	4,5	7,4	8,4	8,6	8,7	11,5
D50	0,50	0,48	0,59	0,71	0,75	0,75	0,75	0,82
Tc (ms)	88	90	65	45	40	40	39	31
LF80	0,314	0,309	0,307	0,292	0,285	0,283	0,282	0,265

8PL(A) = 72,8(dB)
LG80* = 68,6(dB)
8TI = 0,89 (Theoretical based on T30, 8TI = 0,86)

Receiver Number: 4 No description (x,y,z) = (25,60, 0,00, 1,86)

Band (Hz)	83	125	250	500	1000	2000	4000	8000
EDT (s)	1,26	1,37	0,95	0,56	0,49	0,53	0,48	0,41
T30 (s)	1,31	1,28	1,02	0,78	0,70	0,68	0,68	0,55
8PL (dB)	72,0	72,2	70,5	68,8	68,5	68,4	68,3	67,0
C80 (dB)	2,3	1,8	4,6	8,4	9,4	9,3	9,5	12,3
D50	0,50	0,49	0,62	0,76	0,79	0,79	0,79	0,86
Tc (ms)	83	86	59	38	34	35	34	27
LF80	0,266	0,259	0,272	0,280	0,279	0,284	0,286	0,264

8PL(A) = 75,4(dB)
LG80* = 80,0(dB)
8TI = 0,70 (Theoretical based on T30, 8TI = 0,86)

Receiver Number: 5 No description (x,y,z) = (30,60, 0,00, 2,78)

Band (Hz)	83	125	250	500	1000	2000	4000	8000
EDT (s)	1,25	1,26	0,91	0,63	0,49	0,46	0,53	0,36
T30 (s)	1,30	1,30	1,09	0,75	0,64	0,62	0,62	0,49
8PL (dB)	71,4	71,6	69,4	67,1	66,5	66,4	66,1	64,2
C80 (dB)	2,6	2,2	4,6	7,7	8,6	8,5	8,6	11,4
D50	0,45	0,44	0,55	0,69	0,73	0,72	0,73	0,80
Tc (ms)	89	93	67	46	42	42	42	33
LF80	0,295	0,289	0,296	0,295	0,295	0,298	0,299	0,286

8PL(A) = 73,3(dB)
LG80* = 69,0(dB)
8TI = 0,89 (Theoretical based on T30, 8TI = 0,86)

Odeon A/S, Denmark, ©1995-2009.
Restricted version - research and teaching only!

Page 1

EK-10. (devam) Tip-A1 KM iyileştirme sonucu konferans işlevi odeon analiz çıktıları

Çizelge E10.1. (devam) Hacim akutiği parametrelerine ilişkin sonuçlar

ODEON 10.02Combined
Licensed to: Gazi University, Turkey
User id: 2192, dongle no:102402

Printed: 31.01.2020 17:36:25
Room: C:\...IPA1_konferans_suba2020
Geometry/Material/Source version: 2/3/5
Job number: 8 No description

Restricted version - research and teaching only!

Continued....Energy parameters

Receiver Number: 8 No description
(x,y,z) = (23,00, 4,60, 1,38)

Band (Hz)	83	126	260	500	1000	2000	4000	8000
EDT (s)	1,28	1,36	0,99	0,54	0,39	0,48	0,46	0,28
T30 (s)	1,44	1,33	1,09	0,80	0,72	0,69	0,68	0,51
3PL (dB)	71,1	71,2	71,9	70,5	70,1	70,0	69,8	68,7
C80 (dB)	2,6	2,4	5,3	9,1	10,0	5,8	9,8	12,9
D60	0,58	0,57	0,71	0,84	0,86	0,85	0,85	0,91
Tc (ms)	77	79	51	32	29	30	29	22
LF80	0,319	0,309	0,319	0,322	0,316	0,309	0,308	0,300

3PL(A) = 76,8(dB)
LG80* = 60,8(dB)
3TI = 0,73 (Theoretical based on T30, 3TI = 0,84)

Receiver Number: 7 No description
(x,y,z) = (28,00, 4,60, 2,16)

Band (Hz)	83	126	260	500	1000	2000	4000	8000
EDT (s)	1,31	1,34	1,04	0,62	0,58	0,54	0,60	0,36
T30 (s)	1,42	1,32	1,10	0,73	0,74	0,70	0,68	0,55
3PL (dB)	71,1	71,2	69,3	67,0	66,5	66,5	66,3	64,5
C80 (dB)	1,4	0,9	3,5	6,7	7,7	7,5	7,8	10,6
D60	0,41	0,39	0,52	0,68	0,71	0,71	0,72	0,80
Tc (ms)	97	101	72	48	44	44	43	32
LF80	0,339	0,337	0,350	0,359	0,358	0,357	0,358	0,344

3PL(A) = 73,4(dB)
LG80* = 68,3(dB)
3TI = 0,87 (Theoretical based on T30, 3TI = 0,84)

Receiver Number: 8 No description
(x,y,z) = (33,00, 4,60, 3,37)

Band (Hz)	83	126	260	500	1000	2000	4000	8000
EDT (s)	1,40	1,42	0,96	0,49	0,47	0,46	0,56	0,44
T30 (s)	1,29	1,28	1,06	0,94	0,74	0,67	0,59	0,51
3PL (dB)	70,7	71,0	68,8	66,5	65,9	65,7	65,4	63,2
C80 (dB)	2,2	1,9	4,6	7,7	8,5	8,5	8,6	11,4
D60	0,49	0,47	0,59	0,72	0,76	0,76	0,76	0,83
Tc (ms)	90	93	65	43	39	39	39	30
LF80	0,321	0,311	0,311	0,299	0,294	0,292	0,295	0,280

3PL(A) = 72,8(dB)
LG80* = 68,3(dB)
3TI = 0,89 (Theoretical based on T30, 3TI = 0,86)

EDT (s)

Band (Hz)	83	126	260	500	1000	2000	4000	8000
Minimum	1,25	1,26	0,91	0,49	0,39	0,43	0,41	0,28
Maximum	1,40	1,42	1,04	0,69	0,62	0,56	0,60	0,44
Average	1,31	1,34	0,98	0,58	0,49	0,50	0,51	0,37

T30 (s)

Band (Hz)	83	126	260	500	1000	2000	4000	8000
Minimum	1,28	1,27	0,98	0,73	0,64	0,62	0,59	0,49
Maximum	1,44	1,42	1,10	0,94	0,78	0,83	0,77	0,55
Average	1,35	1,31	1,05	0,79	0,72	0,69	0,67	0,52

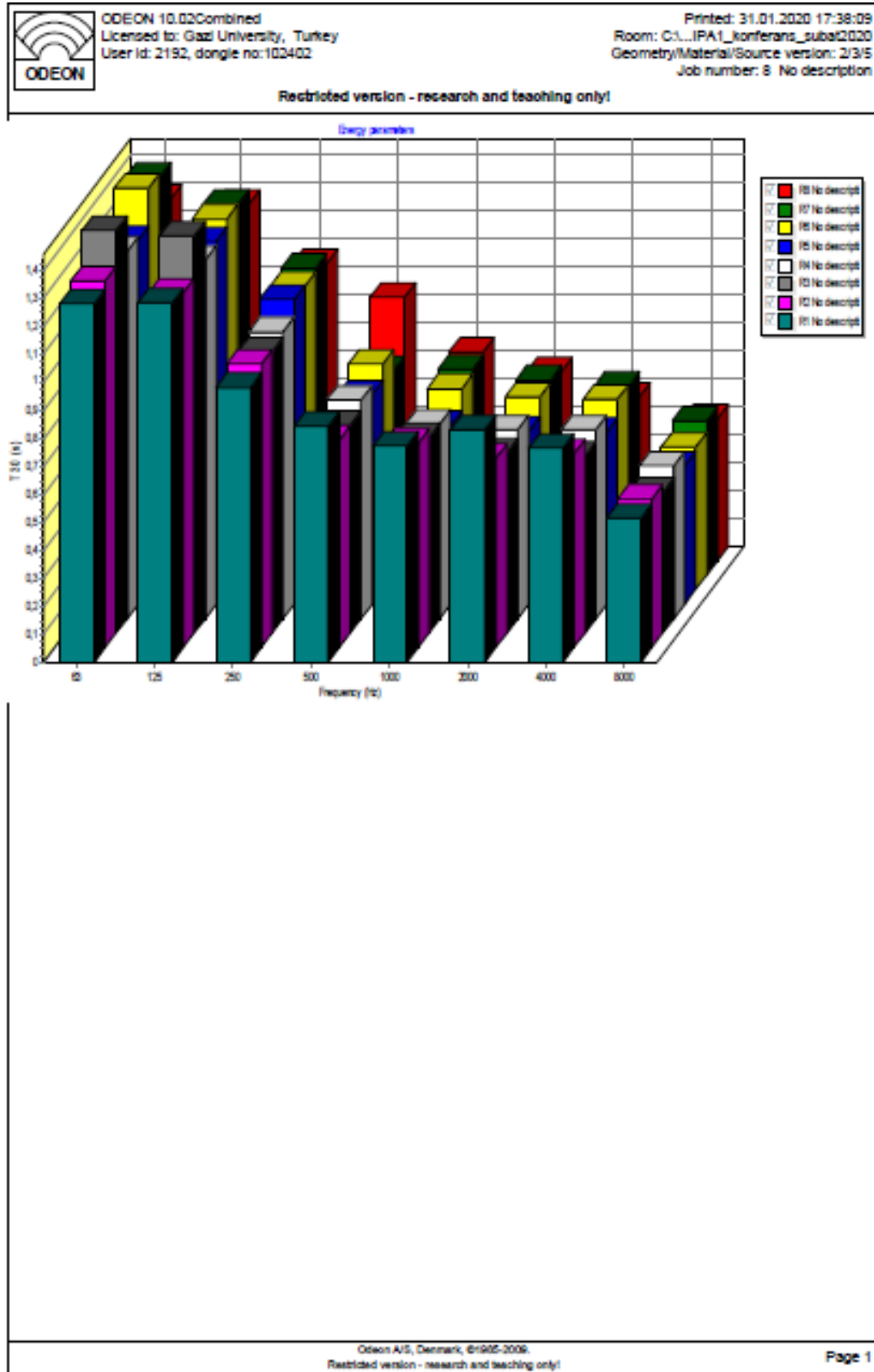
3PL (dB)

Band (Hz)	83	126	260	500	1000	2000	4000	8000
Minimum	70,6	70,9	68,8	66,5	65,9	65,7	65,4	63,2
Maximum	73,3	73,3	72,0	70,6	70,2	70,1	69,9	68,8
Average	71,7	71,8	70,0	68,0	67,5	67,4	67,2	65,5

Odeon A/S, Denmark, ©1985-2008.

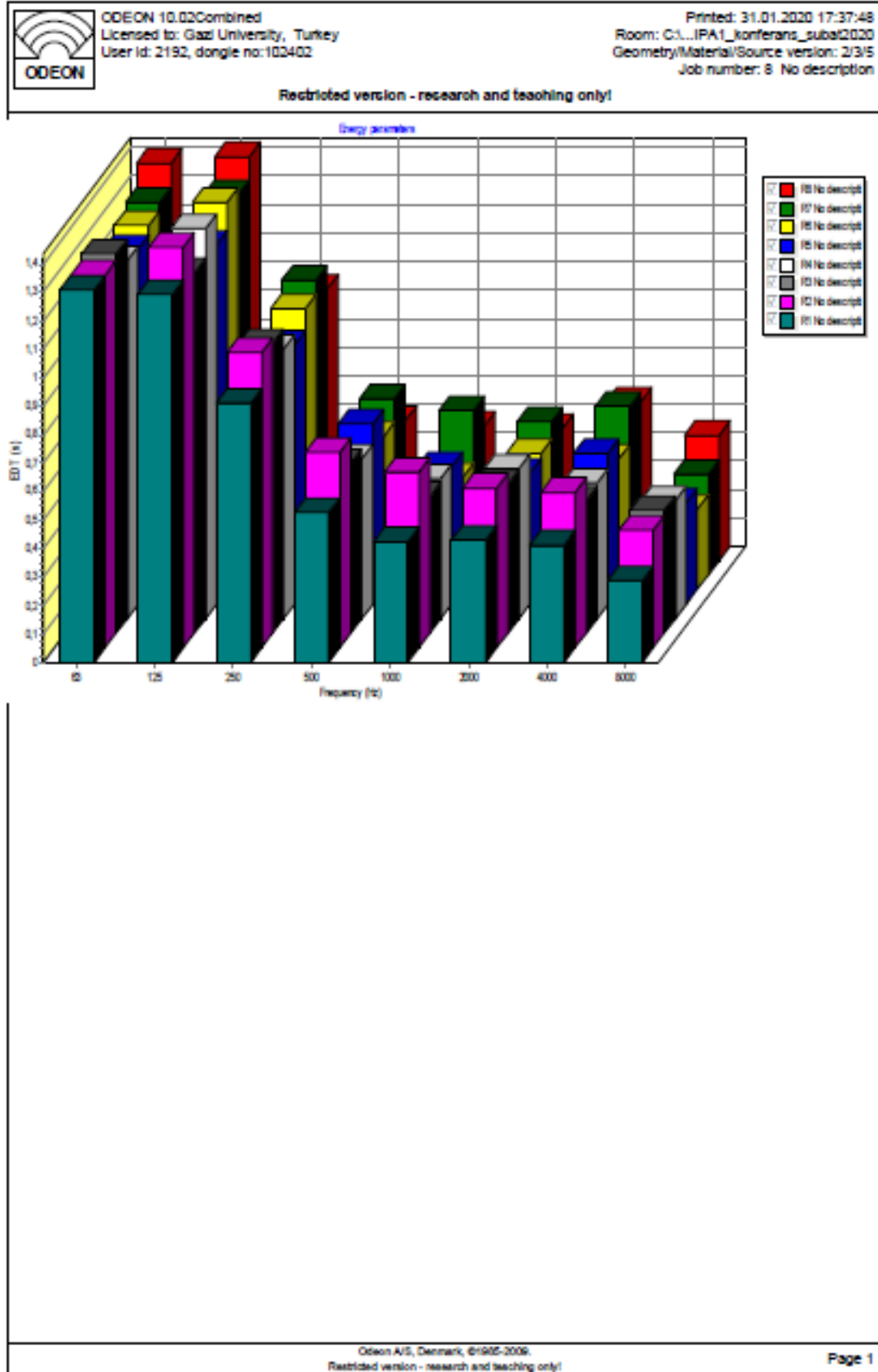
Page

EK-10. (devam) Tip-A1 KM iyileştirme sonucu konferans işlevi odeon analiz çıktıları



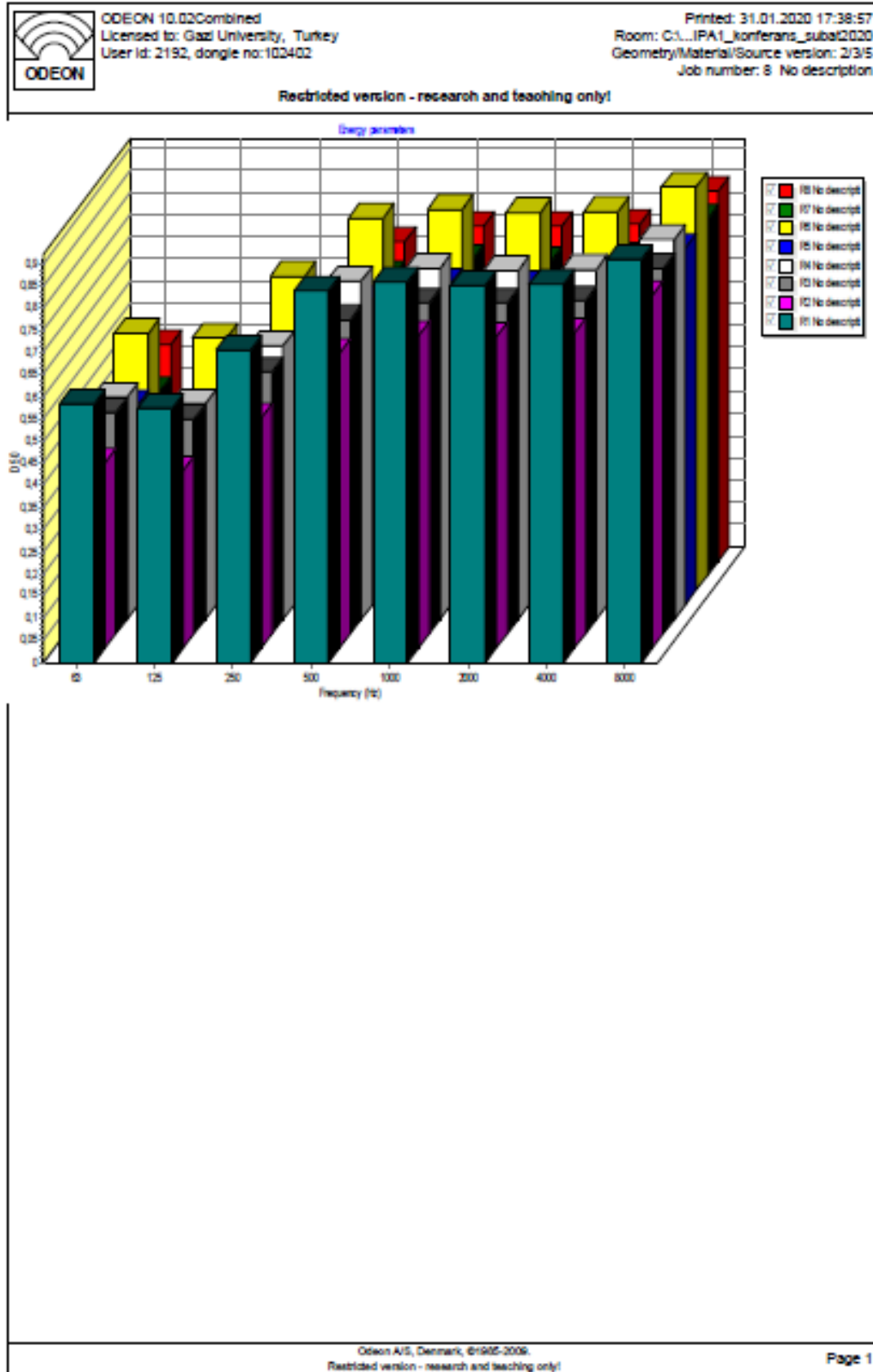
Şekil E10.1. Frekans bazında T30 dağılımları

EK-10. (devam) Tip-A1 KM iyileştirme sonucu konferans işlevi odeon analiz çıktıları



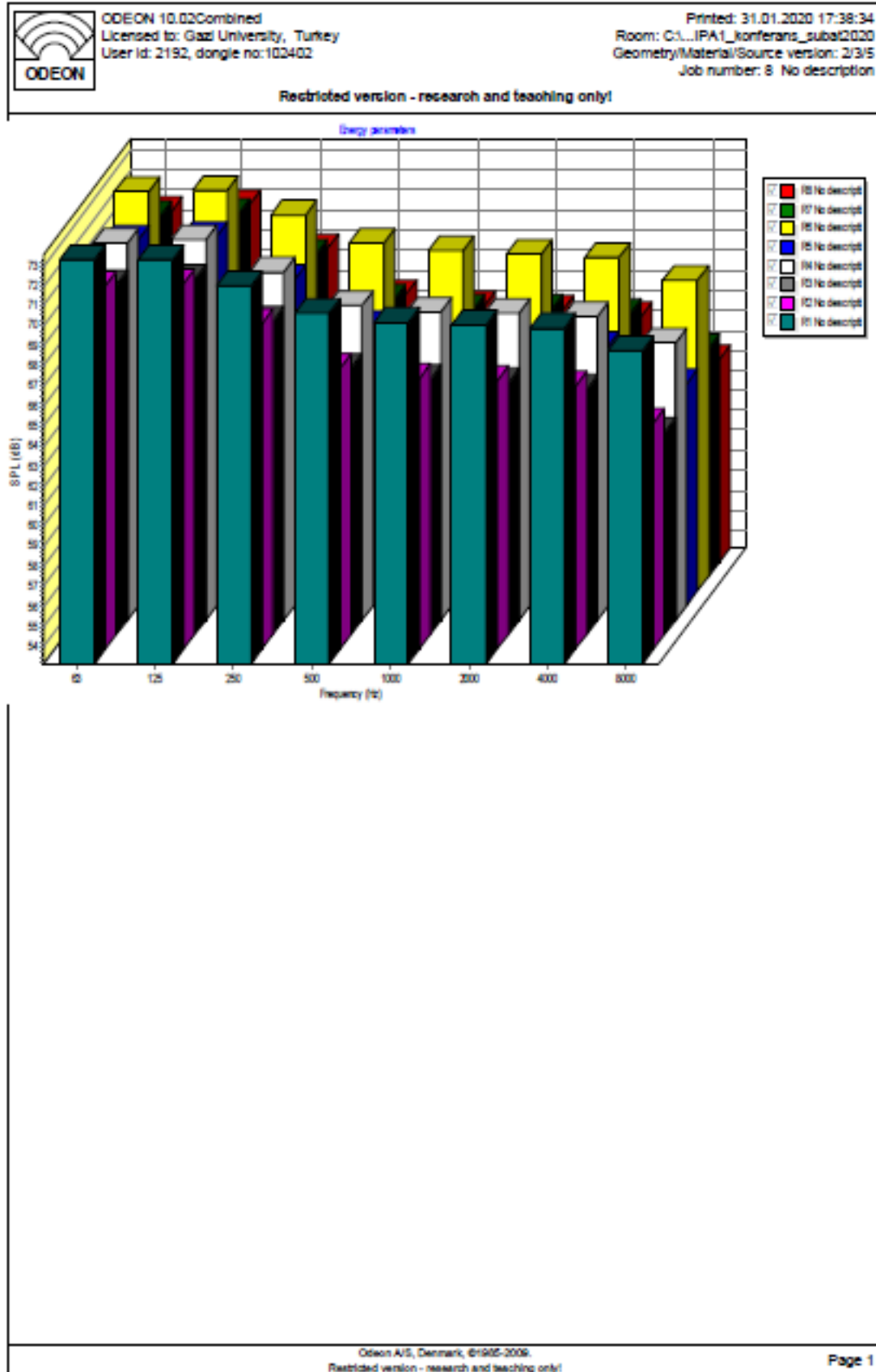
Şekil E10.2. Frekans bazında EDT dağılımları

EK-10. (devam) Tip-A1 KM iyileştirme sonucu konferans işlevi odeon analiz çıktıları



Şekil E10.3. Frekans bazında D50 dağılımları

EK-10. (devam) Tip-A1 KM iyileştirme sonucu konferans işlevi odeon analiz çıktıları



Şekil E10.4. Frekans bazında SPL dağılımları

EK-11. Tip Kültür Merkezleri çok amaçlı salonlarında kullanılan duvar ve tavan panellerin laboratuvar test sonuçları

TSE DENEY VE KALİBRASYON MERKEZİ BAŞKANLIĞI TSE YAPI MALZEMELERİ YANGIN VE AKUSTİK LABORATUVARI HEADSHIP OF TSE TEST AND CALIBRATION CENTER TUZLA CONSTRUCTION MATERIALS FIRE AND ACOUSTIC LABORATORY MUAYENE - DENEY SONUÇLARI <i>TEST RESULTS</i> TS EN ISO 354:2007 ; TS EN ISO 11654:2002		AB-0001-T 457256 02-19
Deney Laboratuvarının Adı ve Adresi	TSE Yapı Malzemeleri Yangın ve Akustik Laboratuvarı Aydınlı Mah. Ulus Sokak No:7/1 Tuzla/İSTANBUL Tel: 0(216)560-0-500	
Deneyi Talep Eden Kuruluşun Adı ve Adresi	KÜLTÜR VE TURİZM BAKANLIĞI YATIRIM VE İŞLETMELER GENEL MÜDÜRLÜĞÜ İsmet İnönü Bulvarı No:32 Emek-�ankaya / ANKARA	
Numune Tipi	18mm sunta üzeri doğal ahşap kaplama	

1. Giriş

KÜLTÜR VE TURİZM BAKANLIĞI YATIRIM VE İŞLETMELER GENEL MÜD.ünün talebi üzerine "18mm sunta üzeri doğal ahşap kaplama"  r n n n ses absorpsiyon katsayısının belirlenmesi amacıyla "TS EN ISO 354:2007 Akustik-çınlama odasında ses absorpsiyonunun ölçülmesi" standardına göre 15.02.2019 tarihinde TSE Yapı Malzemeleri Yangın ve Akustik Laboratuvarında deneyi yapılmıştır.

2. Deney tesisi

Deney tesisi TS EN ISO 354 standardının gereklerini tam olarak karşılamaktadır. Çınlama odasının şeklini, boyutlarını ve numunenin montaj şeklini içeren çizim rapor ekinde sunulmuştur.

Çınlama odası hacmi	:298,5 m ³
Çınlama odası yüzey alanı	:273,0 m ²
Saçıcı sayısı	:9 adet
Saçıcı yüzey alanı	:69,5 m ²
Mikrofon konum sayısı	:10
Kaynak konum sayısı	:2
Tekrar sayısı (Her bir kaynak konumu için)	:6

3. Deney numunesi

Deney numunesi firma tarafından seçilmiş ve laboratuvarımıza ulaştırılmıştır. Numunenin laboratuvara ulaşma tarihi: 02/2019



LAB-D-FR-36 / 16.10.2018 - 4

EK-11. (devam) Tip Kültür Merkezleri çok amaçlı salonlarında kullanılan duvar ve tavan panellerin laboratuvar test sonuçları

	TSE DENEY VE KALİBRASYON MERKEZİ BAŞKANLIĞI TSE YAPI MALZEMELERİ YANGIN VE AKUSTİK LABORATUVARI HEADSHIP OF TSE TEST AND CALIBRATION CENTER TSE/IA CONSTRUCTION MATERIALS FIRE AND ACOUSTIC LABORATORY	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="padding: 2px;">A11-0001-T</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">457256</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">02-19</td> </tr> </table>	A11-0001-T	457256	02-19					
A11-0001-T										
457256										
02-19										
MUAYENE - DENEY SONUÇLARI TEST RESULTS TS EN ISO 354:2007 ; TS EN ISO 11654:2002										
3.1 Deney numunesinin tanımlanması										
�r�n tanımı: 18mm sunta �zeri do�al ah�ap kaplama Deney numunesi yüzey alanı: 10,99 m ²										
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <tr> <th style="width: 20%;">Boyutlar</th> <th style="width: 20%;">Genişlik (mm)</th> <th style="width: 20%;">Uzunluk (mm)</th> <th style="width: 20%;">Kalınlık (mm)</th> </tr> <tr> <td></td> <td>2790</td> <td>3940</td> <td>≈18</td> </tr> </table>			Boyutlar	Genişlik (mm)	Uzunluk (mm)	Kalınlık (mm)		2790	3940	≈18
Boyutlar	Genişlik (mm)	Uzunluk (mm)	Kalınlık (mm)							
	2790	3940	≈18							
*�r�n tanımlamalarında deneyi talep edenin beyanı esas alınmıştır.										
3.2 Deney numunesinin montajı										
Deney numunesi çınlama odasına TS EN ISO 354 standardının Ek B sinde belirtilen montaj şekillerinden A tipi montaj şekline uygun olarak deney odasına yerleştirilmiştir. Buna göre; Numune çınlama odasının zeminine eninin boyuna oranı =0,70 olacak şekilde, 279cm*394cm ebatlarında ve oda yan duvarlarıyla paralel olmayacak şekilde doğrudan yerleştirilmiştir. *Deney numunesinin montajı deneyi talep eden tarafından yapılmıştır.										
4. Yöntem										
Çınlama odasında ses absorpsiyon katsayısı ölçülecek numune olmadan ve numune varken olmak üzere iki farklı durumda çınlama süreleri ölçülmüştür. Elde edilen veriler NOR 850 yazılımı aracılığı ile işlenerek ses yutum katsayıları belirlenmiştir. Ses yutum katsayısının belirlenmesinde yöntem aşağıda açıklanmıştır.										
� Boş çınlama odasının eř değer ses absorpsiyon alanı, A ₁ , metrekare cinsinden, aşağıdaki formül kullanılarak hesaplanmıştır.										
$A_1 = \frac{55,3V}{cT_1} - 4Vm_1$										
Burada; V: Boş çınlama odasının metreküp cinsinden hacmi, c: Sesin metre/saniye cinsinden havada yayılma hızı, T ₁ : Boş çınlama odasının saniye cinsinden çınlama süresi,										
										
LAB-D-FR-36 / 16.10.2018 - 4										

EK-11. (devam) Tip Kültür Merkezleri çok amaçlı salonlarında kullanılan duvar ve tavan panellerin laboratuvar test sonuçları

	TSE DENEY VE KALİBRASYON MERKEZİ BAŞKANLIĞI TSE YAPI MALZEMELERİ YANGIN VE AKUSTİK LABORATUVARI HEADSHIP OF THE TEST AND CALIBRATION CENTER FOR CONSTRUCTION MATERIALS FIRE AND ACOUSTIC LABORATORY	AB-0001-T 457256 02-19
MUAYENE - DENEY SONUÇLARI TEST RESULTS TS EN ISO 354:2007 ; TS EN ISO 11654:2002		
m₁: �l�me boyunca boş �nlama odasında mevcut olan iklim şartları kullanılarak ISO 9613-1'e göre hesaplanan l/metre cinsinden g�c azalma kat sayısıdır. m 'nin değeri ISO 9613-1'de kullanılan azalma kat sayısından, α , aşağıdaki formüle göre hesaplanır.		
$m = \frac{\alpha}{10 \lg(e)}$		
c, 15 �C ile 30 �C aralığındaki sıcaklıklar için aşağıdaki formül kullanılarak hesaplanır.		
$c = (331 + 0,6t / ^\circ\text{C}) \text{ m/s}$		
Burada t Celsius cinsinden hava sıcaklığıdır.		
➤ Bir deney numunesi içeren �nlama odasının e� değer ses absorpsiyon alanı, A₂, metrekare cinsinden, aşağıdaki formül kullanılarak hesaplanmıştır.		
$A_2 = \frac{55,3V}{cT_2} - 4Vm_2$		
Burada; V: Boş �nlama odasının metreküp cinsinden hacmi, e: Sesi metre/saniye cinsinden havada yayılma hızı, T₂: Deney numunesi yerleştirildikten sonra �nlama odasının saniye cinsinden �nlama süresi,		
m₂: �l�me boyunca boş �nlama odasında mevcut olan iklim şartları kullanılarak ISO 9613-1'e göre hesaplanan l/metre cinsinden g�c azalma kat sayısıdır. m 'nin değeri ISO 9613-1'de kullanılan azalma kat sayısından, α , aşağıdaki formüle göre hesaplanır.		
$m = \frac{\alpha}{10 \lg(e)}$		
➤ Deney numunesinin e� değer ses absorpsiyon alanı, A_T, metrekare cinsinden, aşağıdaki formül kullanılarak hesaplanmıştır.		
$A_T = A_2 - A_1 = 55,3V \left(\frac{1}{c_2T_2} - \frac{1}{c_1T_1} \right) - 4V(m_2 - m_1)$		
		
4/9		
LAB-D-FR-36 / 16.10.2018 - 4		

EK-11. (devam) Tip Kültür Merkezleri çok amaçlı salonlarında kullanılan duvar ve tavan panellerin laboratuvar test sonuçları

 TSE DENEY VE KALİBRASYON MERKEZİ BAŞKANLIĞI TSE YAPI MALZEMELERİ YANGIN VE AKUSTİK LABORATUVARI HEADSHIP OF THE TEST AND CALIBRATION CENTER TUSLA CONSTRUCTION MATERIALS FIRE AND ACOUSTIC LABORATORY		AB-0001-T 457256 02-19	
MUAYENE - DENEY SONUÇLARI TEST RESULTS TS EN ISO 354:2007 ; TS EN ISO 11654:2002			
➤ Bir düzlem absorplat�cı veya belirli bir düzendeki deney nesnelerinin ses absorpsiyon kat sayısı aşağıdaki formül kullanılarak hesaplanmıştır			
$\alpha_n = \frac{A_T}{S}$			
A _T : Deney numunesinin e� değer ses absorplama alanı S : Deney numunesinin kapladığı metrekaresi cinsinden alandır.			
5. Ortam �artları			
ÇINLAMA ODASI	Sıcaklık [�C]	Basınç [kPa]	Bağıl nem [%]
Oda boş	23,0	101,3	44,0
Odad� numune var	22,7	101,3	42,2
6. Sonuçlar Aşağıdaki tabloda 1/3 oktav bantlardaki ses yutum katsayıları verilmiştir. TS EN ISO 11654 standardına göre ağırlıklı ses yutum katsayısı $\alpha_w = 0,05$ olarak bulunmuştur.			
 5/9 LAB-D-FR-36 / 16.10.2018 - 4			

EK-11. (devam) Tip Kültür Merkezleri çok amaçlı salonlarında kullanılan duvar ve tavan panellerin laboratuvar test sonuçları

TSE DENEY VE KALİBRASYON MERKEZİ BAŞKANLIĞI TSE YAPI MALZEMELERİ YANGIN VE AKUSTİK LABORATUVARI		MEMBERSHIP OF THE TEST AND CALIBRATION CENTER FOR A CONSTRUCTION MATERIALS FIRE AND ACOUSTIC LABORATORY																																													
MUAYENE - DENEY SONUÇLARI <i>TEST RESULTS</i> TS EN ISO 354:2007 ; TS EN ISO 11654:2002		AB-0001-T																																													
		457256																																													
		02-19																																													
TS EN ISO 354 E GÖRE SES YUTUM KATSAYISI �nlama odasında ses yutum katsayısının �l�lmesi																																															
Müşteri	KÜLTÜR VE TURİZM BAKANLIĞI YATIRIM VE İ�LETİMLER GENEL MÜDÜRLÜĞÜ		Deneysel tarihi																																												
Numune	18mm a�nla üzeri doğal ah�p kaplama		15.02.2019																																												
ap �laması	Deney Odası: �nlama odası birbirine paralel olmayan çift katmanlı duvarlarla oluşturulmuş olup 298,5m� hacme sahiptir. Oda içerisine da�ırmak �es alanının sağlanması amacıyla se�ri ve yutucular yerleştirilmiştir. �nlama odası TS EN ISO 354 standardının tüm gerekliliklerini karşılayacak niteliktedir. �nlama odasının şeklini, boyutlarını ve numunenin montaj şeklini içeren çizim raporunda sunulmuştur.																																														
�nlama odası boy�len:	�nlama odasında numune varken:																																														
Ba�lı nem:	44,0 %	Ba�lı nem:	42,2 %																																												
Sıcaklık:	23,0 �C	Sıcaklık:	22,7 �C																																												
Basınç:	101,3 kPa	Basınç:	101,3 kPa																																												
Numune yüzey alanı:	10,98 m�																																														
Oda hacmi:	298,5 m�																																														
Oda toplam yüzey alanı S ₀ :	273 m�																																														
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Frekans f [Hz]</th> <th>�_s 1/3 oktav</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>50</td><td>-0,01</td></tr> <tr><td>63</td><td>-0,03</td></tr> <tr><td>80</td><td>0,00</td></tr> <tr><td>100</td><td>0,03</td></tr> <tr><td>125</td><td>0,03</td></tr> <tr><td>160</td><td>0,03</td></tr> <tr><td>200</td><td>-0,02</td></tr> <tr><td>250</td><td>0,00</td></tr> <tr><td>315</td><td>0,01</td></tr> <tr><td>400</td><td>0,02</td></tr> <tr><td>500</td><td>0,04</td></tr> <tr><td>630</td><td>0,07</td></tr> <tr><td>800</td><td>0,06</td></tr> <tr><td>1000</td><td>0,05</td></tr> <tr><td>1250</td><td>0,06</td></tr> <tr><td>1600</td><td>0,05</td></tr> <tr><td>2000</td><td>0,05</td></tr> <tr><td>2500</td><td>0,03</td></tr> <tr><td>3150</td><td>0,02</td></tr> <tr><td>4000</td><td>0,00</td></tr> <tr><td>5000</td><td>-0,01</td></tr> </tbody> </table>	Frekans f [Hz]	� _s 1/3 oktav	50	-0,01	63	-0,03	80	0,00	100	0,03	125	0,03	160	0,03	200	-0,02	250	0,00	315	0,01	400	0,02	500	0,04	630	0,07	800	0,06	1000	0,05	1250	0,06	1600	0,05	2000	0,05	2500	0,03	3150	0,02	4000	0,00	5000	-0,01			
Frekans f [Hz]	� _s 1/3 oktav																																														
50	-0,01																																														
63	-0,03																																														
80	0,00																																														
100	0,03																																														
125	0,03																																														
160	0,03																																														
200	-0,02																																														
250	0,00																																														
315	0,01																																														
400	0,02																																														
500	0,04																																														
630	0,07																																														
800	0,06																																														
1000	0,05																																														
1250	0,06																																														
1600	0,05																																														
2000	0,05																																														
2500	0,03																																														
3150	0,02																																														
4000	0,00																																														
5000	-0,01																																														
ISO 11654 e göre a�rık� ses yutum katsayısı: $\alpha_w = 0,05$																																															

EK-11. (devam) Tip Kültür Merkezleri çok amaçlı salonlarında kullanılan duvar ve tavan panellerin laboratuvar test sonuçları

	TSE DENEY VE KALİBRASYON MERKEZİ BAŞKANLIĞI TSE YAPI MALZEMELERİ YANGIN VE AKUSTİK LABORATUVARI HEADSHIP OF TSE TEST AND CALIBRATION CENTER TSCA CONSTRUCTION MATERIALS FIRE AND ACOUSTIC LABORATORY	AB-0001-T
MUAYENE - DENEY SONUÇLARI TEST RESULTS		457256
TS EN ISO 354:2007 ; TS EN ISO 11654:2002		02-19

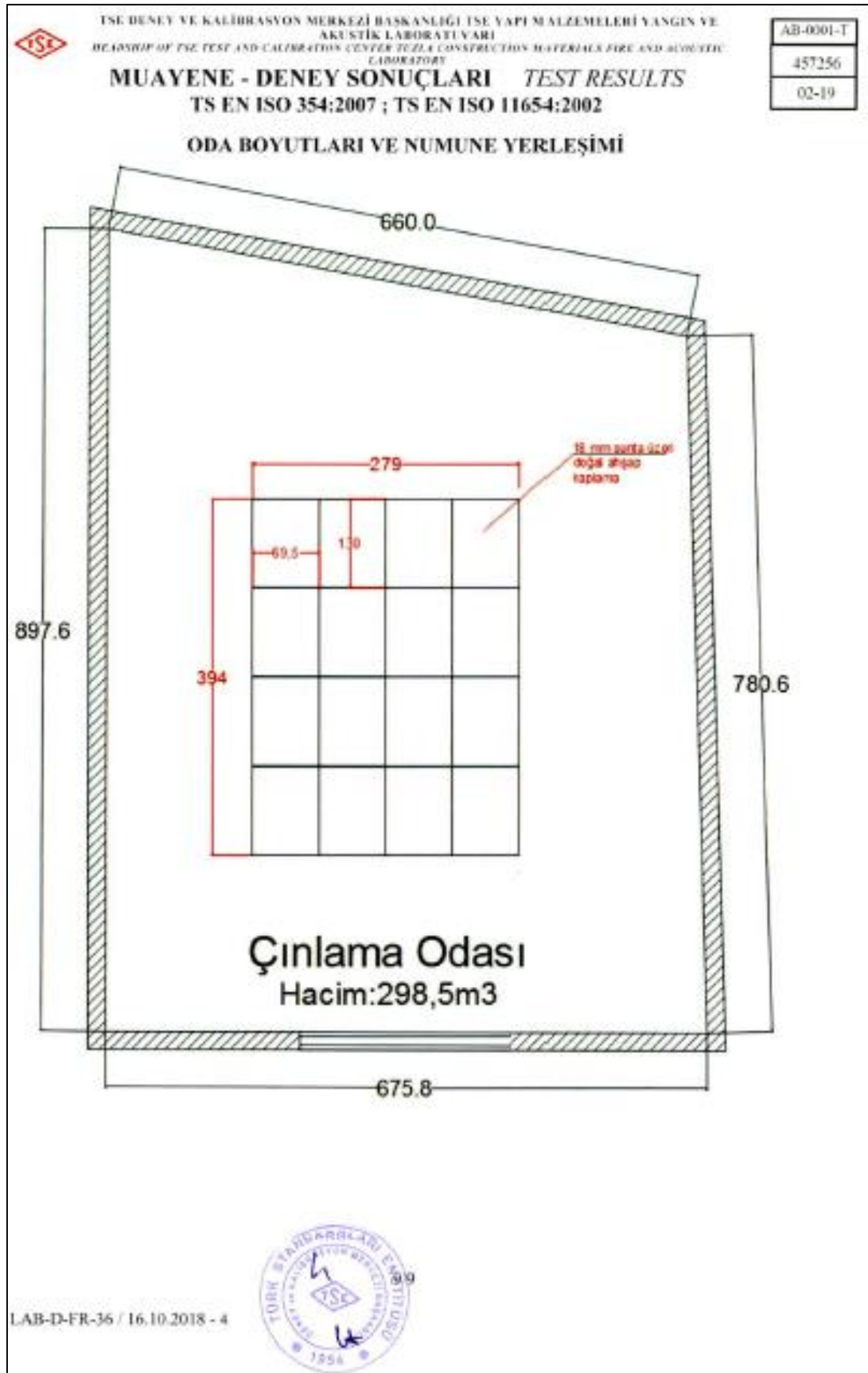
ÖLÇÜME AIT FOTOĞRAF





LAB-D-FR-36 / 16.10.2018 - 4

EK-11. (devam) Tip Kültür Merkezleri çok amaçlı salonlarında kullanılan duvar ve tavan panellerin laboratuvar test sonuçları



ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Soyadı, adı : SEVEN, Yusuf
 Uyuğu : T.C.
 Doğum tarihi ve yeri : 01.01.1980, Mersin
 Medeni hali : Evli
 Telefon : 0 (532) 727 97 33
 e-mail : ysfsvn@hotmail.com



Eğitim

Derece	Eğitim Birimi	Mezuniyet Tarihi
Doktora	Gazi Üniversitesi / Mimarlık Bölümü	Devam Ediyor
Yüksek lisans	Gazi Üniversitesi / Mimarlık Bölümü	2010
Lisans	Gazi Üniversitesi / Mimarlık Bölümü	2004
Lise	İçel Anadolu Lisesi	1998

İş Deneyimi

Yıl	Yer	Görev
2004-Halen	Kültür ve Turizm Bakanlığı	Kültür ve Turizm Uzmanı
2004	Korucuoğlu Mimarlık	Mimar
2003-2004	Armaris Mimarlık	Mimar

Yabancı Dil

İngilizce

Yayınlar

Uluslararası Kongre ve Sempozyum Bildiriler

Demirel, F., Ilıslu, S. G., Özçetin, Z., Pektaş, S., **Seven, Y.** ve Uysal, E. (2016). *The Evaluation Of Acoustical Performance Of The Ahi Şerafettin (Aslanhane) Hermitage And Mosque*, 23. International Congress On Sound & Vibration, Athens, Greece.

Ulusal Kongre ve Sempozyum Bildirileri

Seven, Y., Demirel, F., Özçetin, Z., Ilıslu, S. ve Meral, S.S. (2017). *Kültür ve Turizm Bakanlığı Kültür Merkezleri Çok Amaçlı Salonlarının Akustik Konfor Koşullarının Belirlenmesine Yönelik Bir Çalışma*, 12. Ulusal Akustik Kongre ve Sergisi, İzmir.

Meral, S. S., Demirel, F., Özçetin, Z., Görkem, M., **Seven, Y.** (2019). *Çok Amaçlı Kullanım Kapsamında Bir Spor Salonunun Akustik Değerlendirmesi*, 13. Ulusal Akustik Kongresi Ve Sergisi, Diyarbakır.

Hobiler

Spor, Müzik, Gezi



GAZİ GELECEKTİR..