

**ESKİŞEHİR'DEKİ SALONLARIN
AKUSTİK ENVANTER ÇALIŞMASI VE
A.Ü. AKM OPERA VE BALE
SALONU'NUN AKUSTİK KONFOR
DEĞERLENDİRMESİ**

Yüksek Lisans Tezi

Hilal KUL

Eskişehir, 2018

**ESKİŞEHİR'DEKİ SALONLARIN AKUSTİK ENVANTER ÇALIŞMASI VE
A.Ü. AKM OPERA VE BALE SALONU'NUN AKUSTİK KONFOR
DEĞERLENDİRMESİ**

Hilal KUL

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
Mimarlık Anabilim Dalı
Danışman: Doç. Dr. Aşlı ÖZÇEVİK BİLEN**

**Eskişehir
Anadolu Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Nisan, 2018**

JÜRİ VE ENSTİTÜ ONAYI

Hilal Kul'un "Eskişehir'deki Salonların Akustik Envanter Çalışması ve A.Ü. AKM Opera ve Bale Salonu'nun Akustik Konfor Değerlendirmesi" başlıklı tezi 02/04/2018 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından değerlendirilerek "Anadolu Üniversitesi Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliği"nin ilgili maddeleri uyarınca, Mimarlık Anabilim dalında Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

	<u>Unvanı-Adı Soyadı</u>	<u>İmza</u>
Üye (Tez Danışmanı)	: Doç. Dr. Aslı Özçevik Bilen	
Üye	: Doç. Dr. Nuri İlgürel	
Üye	: Doç. Dr. Özgül Yılmaz Karaman	

.....

Enstitü Müdürü

ÖZET

ESKİŞEHİR'DEKİ SALONLARIN AKUSTİK ENVANTER ÇALIŞMASI VE A.Ü. AKM OPERA VE BALE SALONU'NUN AKUSTİK KONFOR DEĞERLENDİRMESİ

Hilal KUL

Mimarlık Anabilim Dalı

Anadolu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Nisan, 2018

Danışman: Doç. Dr. Aslı ÖZÇEVİK BİLEN

Dinlemeye yönelik işlevlerin gerçekleştirildiği salonlar olan oditoryumların tasarımında, bu salonlarda gerçekleştirilen etkinliklerin istenilen başarıda sergilenebilmesi açısından, akustik kriterler de işlevsel ve estetik kriterler kadar öncelikli olmalıdır. Ülkemizde, özellikle büyükşehirlerde, hacim akustiği tasarımına ihtiyaç duyulan salonların yapımı artış göstermeye başlamıştır. Şüphesiz ki bu salonların mevcut akustik kalitesi, etkinlikler sırasında sanatçı ve dinleyici konforunu etkilemektedir. Bu yüzden, bu salonların tasarım sürecine akustik kriterlerin dahil edilip edilmediğinin tespit edilmesi, salonların mevcut akustik kalitesinin belgelenmesi ve gerekirse bu salonlar için iyileştirme önerilerinin geliştirilmesi önemlidir. Bu bağlamda tez kapsamında öncelikle bir büyükşehirimiz olan Eskişehir ilindeki mevcut salonlar saptanmış ve bu salonların işitsel kalitesi hakkında temel bilgiler verir nitelikte bir envanter oluşturulmuştur. Elde edilen bilgiler doğrultusunda akustik kriterlerin tasarım sürecine yeterince dahil edilmediği sonucu ortaya çıkmıştır.

Hacim akustiği açısından incelemek ve iyileştirme önerileri geliştirmek üzere Anadolu Üniversitesi Atatürk Kültür Merkezi Opera ve Bale Salonu seçilmiştir. Seçilen salon, hacim akustiği açısından alanda ölçüm yöntemi ile nesnel olarak, anket uygulaması yöntemi ile öznel olarak incelenmiş ve değerlendirilmiştir. Akustik modelleme yöntemi ile Odeon programında salonun kalibrasyon modeli oluşturulduktan sonra salonun akustik iyileştirmesi için öneri bir tasarım geliştirilmiş ve bu tasarım Odeon programında değerlendirilmiştir.

Anahtar Sözcükler: Mimari akustik, Çok amaçlı oditoryumlar, Akustik performans,
Hacim akustiği, Anadolu Üniversitesi Atatürk Kültür Merkezi

ABSTRACT

ACOUSTIC INVENTORY STUDY OF HALLS IN ESKİŞEHİR AND ACOUSTICAL COMFORT EVALUATION OF A.Ü. AKM OPERA AND BALLET HALL

Hilal KUL

Department of Architecture

Anadolu University, Graduate School of Sciences, April, 2018

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Aslı ÖZÇEVİK BİLEN

In the design of the auditoriums, where the functions for listening are performed, in view of the desired performance of the activities of these halls, acoustical criteria should be prioritized as functional and aesthetic criteria. In our country, especially in big cities, construction of halls needed for volume acoustics design begin to increase. Undoubtedly the current acoustic qualities of these halls is influencing the comfort of the artist and audience during events. That's why determining whether these rooms include acoustic criteria in the design process, documentation of available acoustic qualities of halls and development of improvement proposals for these halls if necessary is important. In this context, in the scope of the thesis, firstly the existing halls in Eskişehir, which is a metropolis, were identified and an inventory was prepared giving basic information about the auditory quality of these halls. As a result of the information obtained, the result is that acoustic criteria are not sufficiently included in the design process.

Anadolu University Atatürk Cultural Center Opera and Ballet Hall was chosen to investigate volume acoustics and develop improvement recommendations. Selected hall was examined objectively by using the field measurement method and subjectively by using survey application method in terms of volume acoustics and it was evaluated. After establishing the calibration model of the room in the Odeon program with the acoustic modeling method, a suggestion design for the acoustic improvement of the room was developed and it was evaluated by the program.

Keywords: Architectural acoustics, Auditoriums for multipurpose use, Acoustic performance, Volume acoustics, Anadolu University Atatürk Cultural Center

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans eğitimim ve tez sürecim boyunca değerli bilgileri ile bana yol gösteren ve desteğini her zaman hissettiğim tez danışmanım Doç. Dr. Aslı Özçevik Bilen'e teşekkürü bir borç bilirim.

Alan ölçmelerindeki destekleri için değerli hocam Yrd. Doç. Dr. Özlem Kandemir ve Akın Bilen'e, Odeon yazılımını öğrenmemdeki yardımları için Yüksek Mimar Ezgi Türk'e, rölöve alınması ve salon modelinin oluşturulmasındaki yardımları için Anadolu Üniversitesi Yer ve Uzay Bilimleri Enstitüsü'ne, özellikle bu aşamada çok büyük katkıları olan ve bu konudaki bütün sorularıma sabırla cevap vererek bilgilerini benimle paylaşan Sanat Tarihçisi Serhan Tuncer ve Harita Mühendisi Resul Çömert'e ve anket uygulamasında çok büyük emekleri olan, aynı bilim dalında yüksek lisans yaptığımız tüm arkadaşlarıma teşekkürlerimi sunarım.

Hayatım boyunca benden maddi ve manevi hiçbir desteğini esirgemeyen sevgili annem Makine Mühendisi Fehiman Kul ve sevgili babam Makine Mühendisi Faruk Kul'a sonsuz teşekkürler.

Hep yanımda olan ve beni hep destekleyen, karamsarlığa kapıldığım dönemlerde bile beni güldürmeyi başaran, tez çalışmamda da manevi desteğini benden hiç esirgemeyen değerli ruh ikizim Cihan Poşluk'a sevgilerimle.

Hilal KUL

Şınışka'ya,

ETİK İLKE VE KURALLARA UYGUNLUK BEYANNAMESİ

Bu tezin bana ait, özgün bir çalışma olduğunu; çalışmamın hazırlık, veri toplama, analiz ve bilgilerin sunumu olmak üzere tüm aşamalarında bilimsel etik ilke ve kurallara uygun davrandığımı; bu çalışma kapsamında elde edilen tüm veri ve bilgiler için kaynak gösterdiğimi ve bu kaynaklara kaynakçada yer verdiğimi; bu çalışmanın Anadolu Üniversitesi tarafından kullanılan “bilimsel intihal tespit programı”yla tarandığını ve hiçbir şekilde “intihal içermediğini” beyan ederim. Herhangi bir zamanda, çalışmamla ilgili yaptığım bu beyana aykırı bir durumun saptanması durumunda, ortaya çıkacak tüm ahlaki ve hukuki sonuçları kabul ettiğimi bildiririm.

.....

Hilal Kul

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
BAŞLIK SAYFASI	i
JÜRİ VE ENSTİTÜ ONAYI.....	ii
ÖZET	iii
ABSTRACT.....	iv
TEŞEKKÜR.....	v
ETİK İLKE VE KURALLARA UYGUNLUK BEYANNAMESİ	vii
İÇİNDEKİLER.....	viii
TABLOLAR DİZİNİ	xi
ŞEKİLLER DİZİNİ	xiii
SİMGE VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	xx
1. GİRİŞ.....	1
1.1. Literatür Özeti.....	1
1.2. Amaç Kapsam ve Yöntem.....	8
2. MİMARİ AKUSTİK VE ODİTORYUMLAR.....	11
2.1. Konuşma ve Müzik Sesinin Özellikleri	11
2.2. Mimari Akustiğin Tarihsel Gelişimi ve Oditoryumlar.....	14
2.3. Oditoryumlarda Yer Alan İşlevler.....	19
2.4. Oditoryumların Akustik Gereksinimleri.....	20
2.4.1. İşleve göre hacim tasarımı, gürültü denetimi ve akustik kusurlar..	21
2.4.2. Oditoryumlarda akustik tasarım.....	32
2.4.2.1. Doğal akustik tasarım.....	32
2.4.2.2. Değiştirilebilir akustik tasarım.....	39
2.4.2.3. Elektroakustik tasarım ve ses güçlendirici sistemler.....	44
2.4.2.4. Bütünleşik akustik tasarım.....	49
2.4.3. Nesnel hacim akustiği parametreleri.....	50
2.4.3.1. Yansıma süresi (RT) (T_{60} , T_{30} , T_{20}) (Reverberation time).....	52
2.4.3.2. Erken düşme süresi (EDT) (Early decay time).....	56
2.4.3.3. Bas oranı (BR) (Bass ratio).....	57
2.4.3.4. Ses yüksekliği (SPL) (G) (Sound power level, Strength, Loudness).....	57
2.4.3.5. Erken yanal enerji oranı (LF_{80}).....	58

2.4.3.6. Sesin yayılımı (Diffusivity).....	59
2.4.3.7. Müzik için netlik (C ₈₀) (Clarity).....	59
2.4.3.8. Direktlik (C ₇).....	60
2.4.3.9. Merkez zaman (T _s).....	60
2.4.3.10. Eko (Echo).....	61
2.4.3.11 Ayırt edilebilirlik (D ₅₀) (Distinctness).....	62
2.4.3.12. Konuşma için netlik (C ₅₀).....	63
2.4.4. Öznel hacim akustiği parametreleri.....	63
2.4.4.1. Belirlilik ve açıklık (Definition and clarity)	65
2.4.4.2. Yansışım (Reverberation)	66
2.4.4.3. Mekânsal algılama (Spatial impression)	66
2.4.4.4. Samimiyet (Intimacy)	68
2.4.4.5. Sıcaklık (Warmth)	68
2.4.4.6. Denge (Balance)	69
2.4.4.7. Destek (Support)	69
2.4.4.8. Birlik (Ensemble)	70
2.4.4.9. Gürültüden bağımsızlık (Freedom from noise)	70
2.4.4.10. Yankıdan bağımsızlık (Freedom from echo)	70
3. AKUSTİK DEĞERLENDİRME YÖNTEMLERİ.....	71
3.1. Öznel Değerlendirme.....	71
3.1.1. Alanda değerlendirme.....	71
3.1.2. Laboratuvar ortamında değerlendirme.....	74
3.2. Nesnel Değerlendirme.....	75
3.2.1. Akustik ölçme.....	75
3.2.2. Akustik modelleme.....	76
4. ESKİŞEHİR SALONLARI ENVANTER ÇALIŞMASI.....	80
4.1. Envanter Çalışması Yöntemi.....	80
4.2. Eskişehir'deki Mevcut Salonlar.....	81
5. ANADOLU ÜNİVERSİTESİ ATATÜRK KÜLTÜR MERKEZİ OPERA VE BALE SALONU'NUN AKUSTİK DEĞERLENDİRMESİ VE İYİLEŞTİRME TASARIMI.....	89
5.1. Salona İlişkin Genel Bilgiler.....	89

5.2. Salon Akustiğinin Alan Ölçümü Yöntemi ile Analizi ve Nesnel	
Değerlendirmesi.....	89
5.2.1. Arka plan gürültü düzeyi ölçmeleri ve değerlendirme.....	90
5.2.2. Hacim akustiği ölçmeleri ve değerlendirme.....	94
5.2.2.1. Yansıma süresi (T_{30}).....	99
5.2.2.2. Erken düşme süresi (EDT).....	102
5.2.2.3. Netlik (C_{80}).....	103
5.2.2.4. Açıklık (D_{50}).....	105
5.2.2.5. Ses yüksekliği (G).....	106
5.2.2.6. Bas oranı (BR).....	108
5.2.3. Salon mevcut durumu genel değerlendirme.....	109
5.3. Salon Akustiğinin Alanda Değerlendirme Yöntemi (Anket	
Uygulaması) ile Öznel Değerlendirme.....	110
5.3.1. Dinleyiciler için anket uygulaması ve değerlendirme.....	110
5.3.2. İcracılar için anket uygulaması ve değerlendirme.....	126
5.3.3. Genel değerlendirme.....	138
5.4. Salon Kalibrasyon Modelinin Akustik Simülasyon Programında	
Oluşturulması.....	139
5.5. Salon İyileştirme Tasarımı ve Tasarımın Akustik Simülasyon	
Programında Değerlendirme.....	146
5.5.1. Salonun akustik tasarımı.....	147
5.5.2. Simülasyon değerlendirme.....	151
6. SONUÇ.....	166
KAYNAKÇA	
EKLER	
ÖZGEÇMİŞ	

TABLÖLAR DİZİNİ

	<u>Sayfa</u>
Tablo 2.1. Kültürel tesis alanlarında kabul edilebilir gürültü düzeyleri.....	28
Tablo 2.2. Salon işlevine göre koltuk başına düşen hacim oranları (m ³).....	33
Tablo 2.3. Çok amaçlı oditoryumlarda işleve göre akustik tasarım yaklaşımı.....	50
Tablo 2.4. Farklı işlevler için RT değerleri.....	55
Tablo 2.5. Müzik için G değerleri.....	58
Tablo 2.6. Müzik için LF ₈₀ değerleri.....	58
Tablo 2.7. Müzik işlevli hacimler için C ₈₀ değerleri.....	60
Tablo 2.8. Optimum T _s değerleri.....	61
Tablo 2.9. Konuşma ve müzik işlevli hacimler için Eko değerleri.....	62
Tablo 2.10. Konuşma işlevli hacimler için D ₅₀ değerleri.....	63
Tablo 3.1. Alan çalışmaları ve laboratuvar çalışmalarının karşılaştırılması.....	74
Tablo 5.1. Belirlenen ölçme noktalarında frekansa göre ölçülen dış ortam gürültü düzeyleri (LAeq).....	90
Tablo 5.2. ÇGDYY'ye göre karayolu çevresel gürültü sınır değerleri.....	91
Tablo 5.3. Arka plan gürültüsü ölçme değerleri.....	93
Tablo 5.4. Salonda alıcı noktalarında ölçülen yansıma süresi (T ₃₀) değerleri.....	95
Tablo 5.5. Salonda alıcı noktalarında ölçülen erken düşme süresi (EDT) değerleri.....	96
Tablo 5.6. Salonda alıcı noktalarında ölçülen açıklık (C ₈₀) değerleri.....	97
Tablo 5.7. Salonda alıcı noktalarında ölçülen netlik (D ₅₀) değerleri.....	98
Tablo 5.8. Salonda ölçülen yansıma süresi (T ₃₀) değerleri ile konuşma ve müzik için kabul edilen maksimum ve minimum değerler.....	100
Tablo 5.9. Salonda alıcı noktalarında yansıma süresine (T ₃₀) bağlı olarak hesaplanan ses yüksekliği (G) parametre değerleri.....	106
Tablo 5.10. Salonda alıcı noktalarında yansıma süresi (T ₃₀) bağlı olarak hesaplanan bas oranı (BR) parametre değerleri.....	108

Tablo 5.11. Dinleyici ve icracı yanıtları karşılaştırması.....	138
Tablo 5.12. Salonun mevcut iç yüzey malzemeleri.....	143
Tablo 5.13. Ölçüm sonucu elde edilen T_{30} değerleri ile kalibrasyon modelde elde edilen T_{30} değerlerinin karşılaştırılması.....	146
Tablo 5.14. salonun farklı kullanım amaçlarına göre dikkate alınan optimum yansıma süresi değerleri.....	155
Tablo 5.15. Salonda kullanılması önerilen iç yüzey malzemeleri ve ses yutma çarpanı değerleri.....	157
Tablo 5.16. Odeon programında hesaplanan hacim akustiği parametreleri değerleri.....	158
Tablo 5.17. Salonun Odeon programı kullanılarak hesaplanan yansıma süresi değerleri.....	159
Tablo 6.1. Salon tasarımında yapılan değişiklikler özet tablosu.....	168

ŞEKİLLER DİZİNİ

	<u>Sayfa</u>
Şekil 2.1. Temel ses ve uyumluları (a) temel ses (b) ikinci uyumlu (c) üçüncü uyumlu (d) dördüncü uyumlu.....	13
Şekil 2.2. İşitme bölgesi içinde yer alan konuşma ve müzik sesleri.....	14
Şekil 2.3. Performans tipine bağlı olarak seyircinin organik yerleşimi.....	15
Şekil 2.4. Temel salon şekilleri.....	16
Şekil 2.5. Epidauros Tiyatrosu.....	16
Şekil 2.6. Aspendos Tiyatrosu.....	17
Şekil 2.7. Oditoryumların açık mekândan kapalı mekâna geçişi.....	18
Şekil 2.8. Yapı dışı gürültü kaynakları.....	26
Şekil 2.9. Yapı içi gürültü kaynakları.....	27
Şekil 2.10. Çeşitli frekanslardaki NR değerleri.....	29
Şekil 2.11. Vurgusal yankı oluşumu.....	30
Şekil 2.12. Çeşitli hacimlerde görülen odaklanmalar.....	31
Şekil 2.13. (1) Eko, (2) Uzun gecikmeli yansıma, (3) Ses gölgesi, (4) Ses odaklanması	31
Şekil 2.14. Plan tipleri (a) dikdörtgen tipi plan (b) yelpaze tipi plan (c) at nalı tipi plan (d) gelişigüzel plan.....	34
Şekil 2.15. Sahne ve dinleyici göz hizası yükseklikleri.....	34
Şekil 2.16. Önerilen kaynak – dinleyici konumlandırılması.....	35
Şekil 2.17. Sabit (a) ve artan eğimli (b) dinleyici alanında işitme açıları ($\alpha < \beta$).....	35
Şekil 2.18. Yansıtıcı yüzey boyutları ($L > \frac{1}{2}\lambda$, $L > 1,5 \lambda$).....	36
Şekil 2.19. Tavan parçalarının salondaki belirli oturma alanlarına sesi yansıtmak için açılı tasarlanması.....	36
Şekil 2.20. Balkon çözümleri ($D1 < D2$, $H1 > H2$) (a) açıklığı büyük, derinliği az balkon (b) açıklığı küçük, derinliği fazla balkon.....	37
Şekil 2.21. Uçan balkon.....	38

Şekil 2.22	Çift eğimli yansıma süresi grafiği.....	40
Şekil 2.23.	İşleve göre yutuculukları değiştirilebilen elemanlar.....	41
Şekil 2.24. (a)	Hong Kong Academy for Performing Arts (b) Alice Tully Hall, Juilliard School of Music, New York.....	42
Şekil 2.25. (a)	Triffusors®, Acoustic GRG Products Ltd, RPG (b) Danish Radio Concert Hall Studio 4.....	42
Şekil 2.26.	Mc Dermott Konser Salonunda dışbükey hareketli kanopi (sahne üstü yansıtıcı).....	42
Şekil 2.27.	Hareketli orkestra kabuğu örneği; Wenger Corporation, Diva® Full- Stage Acoustical Shells.....	43
Şekil 2.28. a)	Matasub Seating b) Muta-flex Seating c) Telescopic Tribune, Figueras Figueras International Seating, Seats.....	44
Şekil 2.29.	Basit seslendirme sistemi.....	45
Şekil 2.30.	Merkezi hoparlör yerleşimi.....	47
Şekil 2.31.	Dağıtılmış hoparlör yerleşimi.....	48
Şekil 2.32.	Akustik geri besleme şematik gösterimi.....	49
Şekil 2.33.	Yansıma süresi.....	53
Şekil 2.34.	Farklı işlevler için optimum RT değerleri.....	54
Şekil 2.35.	500 Hz'den düşük frekanslarda yansıma süresi.....	55
Şekil 2.36.	Aynı yansıma süresine sahip salonlarda farklı sönme grafikleri.....	56
Şekil 2.37.	Yansıma süresi ile netlik arasındaki ilişki.....	60
Şekil 2.38.	Merkez zaman.....	61
Şekil 2.39.	Ayrt edilebilirlik – anlaşılabilirlik ilişkisi.....	62
Şekil 2.40.	Yanal ses yönünün tanımı.....	67
Şekil 2.41.	ASW - kaynak genişliği, LEV - alıcının sarmalanması	68
Şekil 3.1.	Marshall'ın araştırmasında kullandığı müzisyen anketi.....	72
Şekil 3.2.	Barron'un İngiltere'deki konser salonlarının akustik kalitesini belirlemede kullandığı öznel parametreler anketi.....	73
Şekil 4.1.	Örnek envanter fişi.....	81

Şekil 4.2.	Yapım yıllarına göre salon oranları.....	82
Şekil 4.3.	Bulundukları yerlere göre salon oranları.....	83
Şekil 4.4.	Ait oldukları kurum ve kuruluşlara göre salon oranları.....	83
Şekil 4.5.	Akustik tasarım bilgisine göre salon oranları.....	84
Şekil 4.6.	Seslendirme sistemi bilgisine göre salon oranları.....	84
Şekil 4.7.	Hacimlerine göre salon oranları.....	85
Şekil 4.8.	Kapasitelerine göre salon oranları.....	85
Şekil 4.9.	İşlevlerine göre salon oranları.....	86
Şekil 4.10.	İşleve uygunluğuna göre salon oranları.....	87
Şekil 5.1.	Anadolu Üniversitesi, Atatürk Kültür ve Sanat Merkezi yapı dışı gürültü ölçmeleri için belirlenen ölçme noktaları ve ölçme resimleri (A1 solda, A2 sağda).....	90
Şekil 5.2.	Salonda ölçüm yapılan noktalar.....	92
Şekil 5.3.	Ölçüm sırasında hoparlörün konumu.....	93
Şekil 5.4.	Salonda ölçülen arka plan gürültüsü değerlerinin NR 25 ve NR 30 eğrileri ile ilişkisi.....	94
Şekil 5.5.	Salonda ölçülen yansıma süresi (T_{30}) değerlerinin konuşma ve müzik için kabul edilen maksimum ve minimum değerlerle karşılaştırması....	100
Şekil 5.6.	Alıcı noktalarında ölçülen yansıma süresi (T_{30}) değerlerinin oktav bant frekans ortalamaları.....	102
Şekil 5.7.	Salonda ölçülen yansıma süresi (T_{30}) ve erken düşme süresi (EDT) değerleri.....	103
Şekil 5.8.	Salonda ölçülen erken düşme süresinin (EDT) alıcı noktalarına göre ortalama değerlerinin kabul edilebilir değerlerle karşılaştırılması.....	103
Şekil 5.9.	Salonda ölçülen netlik - C_{80} alıcı noktalarına göre ortalama değerlerinin (500 – 1000 - 2000 Hz İçin) kabul edilebilir değerlerle karşılaştırılması.....	104
Şekil 5.10.	Salonda ölçülen C_{80} değerleri ortalamasının kabul edilebilir değerlerle karşılaştırılması.....	104
Şekil 5.11.	Salonda ölçülen açıklık – D_{50} alıcı noktalarına göre ortalama değerlerinin kabul edilebilir minimum değerle (0,5) karşılaştırılması...	105

Şekil 5.12. Salonda ölçülen D ₅₀ değerleri ortalamasının kabul edilebilir değerle karşılaştırılması.....	106
Şekil 5.13. Salonda yapılan ölçüm verilerinden hesaplanan alıcı noktalarına göre ortalama G değerlerinin literatürde verilen değerlerle karşılaştırılması..	107
Şekil 5.14. Salonda yapılan ölçüm verilerinden hesaplanan G değerleri ortalamasının literatürde verilen değerlerle karşılaştırılması.....	107
Şekil 5.15. Salonda yapılan ölçüm verilerinden hesaplanan alıcı noktalarına göre ortalama BR değerlerinin literatürde verilen değerlerle karşılaştırılması.....	108
Şekil 5.16. Dinleyicilerin yaş dağılımları.....	111
Şekil 5.17. Dinleyicilerin cinsiyet dağılımları.....	111
Şekil 5.18. Dinleyicilerin işitsel problemlerinin olup olmadığı.....	111
Şekil 5.19. Dinleyicilerin oturduğu alanlar dağılımı.....	112
Şekil 5.20. Dinleyicilerin favori oturma alanı dağılımları.....	112
Şekil 5.21. Dinleyicilerin sahne görüşünün oturdukları alanlara göre dağılımları...	113
Şekil 5.22. Dinleyicilerin sahne görüşünün genel dağılımı.....	113
Şekil 5.23. Dinleyicilerin salon iç tasarımı değerlendirmesi dağılımı.....	114
Şekil 5.24. Dinleyicilerin geçen yıl AÜ AKM Opera ve Bale Salonu'nda katıldığı etkinlik sayısı.....	114
Şekil 5.25. Dinleyicilerin geçen yıl katıldığı toplam etkinlik sayısı.....	114
Şekil 5.26. Dinleyicilerin müzik bilgisi durumları.....	115
Şekil 5.27. Dinleyicilerin orkestranın sesinin ne kadar yüksek olduğuna dair değerlendirmesi.....	116
Şekil 5.28. Dinleyicilerin orkestranın sesine oranla solistin sesinin ne kadar yüksek olduğuna dair değerlendirmesi.....	116
Şekil 5.29. Dinleyicilerin ses düzeyinin yeterli olup olmadığına dair değerlendirmesi.....	117
Şekil 5.30. Dinleyicilerin konuşma anlaşılabilirliğine dair değerlendirmesi.....	117
Şekil 5.31. Dinleyicilerin seslendirme sisteminin kalitesine dair değerlendirmesi...	118
Şekil 5.32. Dinleyicilerin “açıklık” öznel parametresine dair değerlendirmeleri....	118

Şekil 5.33. Dinleyicilerin “yansışım” öznel parametresine dair değerlendirmeleri..	119
Şekil 5.34. Dinleyicilerin “kuşatılmışlık” öznel parametresine dair değerlendirmeleri.....	120
Şekil 5.35. Dinleyicilerin “samimilik” öznel parametresine dair değerlendirmeleri	120
Şekil 5.36. Dinleyicilerin “sıcaklık” öznel parametresine dair değerlendirmeleri...	121
Şekil 5.37. Dinleyicilerin “denge” öznel parametresine dair değerlendirmeleri (a) tiz – orta frekanslarda denge (b) bas – orta frekanslarda denge (c) solist – orkestra dengesi.....	122
Şekil 5.38. Dinleyicilerin işitsel konforsuzluk hissetme durumu dağılımı.....	123
Şekil 5.39. Dinleyicilerin gürültüden rahatsız olma durumları dağılımı.....	124
Şekil 5.40. Dinleyicilerin en çok rahatsız oldukları gürültü kaynaklarının dağılımı	124
Şekil 5.41. Dinleyicilerin salonda akustik kusur olup olmadığına ilişkin değerlendirmesi.....	125
Şekil 5.42. Dinleyicilerin konserden aldıkları işitsel keyif değerlendirmesi.....	125
Şekil 5.43. Dinleyicilerin salon akustiği genel değerlendirmesi.....	126
Şekil 5.44. İracıların yaş dağılımları.....	126
Şekil 5.45. İracıların cinsiyet dağılımları.....	127
Şekil 5.46. İracıların orkestradaki görev dağılımları.....	127
Şekil 5.47. İracıların salon iç tasarımı değerlendirmesi dağılımı.....	128
Şekil 5.48. İracıların sahne tasarımı değerlendirmesi dağılımı.....	128
Şekil 5.49. İracıların ses düzeyinin yeterli olup olmadığına dair değerlendirmesi.	129
Şekil 5.50. İracıların seslendirme sisteminin kalitesine dair değerlendirmesi.....	129
Şekil 5.51. İracıların “açıklık” öznel parametresine dair değerlendirmeleri.....	130
Şekil 5.52. İracıların “yansışım” öznel parametresine dair değerlendirmeleri.....	130
Şekil 5.53. İracıların “kuşatılmışlık” öznel parametresine dair değerlendirmeleri.	131
Şekil 5.54. İracıların “samimilik” öznel parametresine dair değerlendirmeleri.....	131
Şekil 5.55. İracıların “sıcaklık” öznel parametresine dair değerlendirmeleri.....	132

Şekil 5.56. İracıların “denge” öznel parametresine dair değerlendirmeleri (a) tiz – orta frekanslarda denge (b) bas – orta frekanslarda denge (c) solist – orkestra dengesi.....	133
Şekil 5.57. İracıların “destek” öznel parametresine dair değerlendirmeleri.....	134
Şekil 5.58. İracıların “birliktelik” öznel parametresine dair değerlendirmeleri.....	134
Şekil 5.59. İracıların “adaptasyon” öznel parametresine dair değerlendirmeleri....	135
Şekil 5.60. İracıların işitsel konforsuzluk hissetme durumu dağılımı.....	135
Şekil 5.61. İracıların gürültüden rahatsız olma durumları dağılımı.....	136
Şekil 5.62. İracıların en çok rahatsız oldukları gürültü kaynaklarının dağılımı.....	136
Şekil 5.63. İracıların salonda akustik kusur olup olmadığına ilişkin değerlendirmesi.....	137
Şekil 5.64. İracıların konserden aldıkları işitsel keyif değerlendirmesi.....	137
Şekil 5.65. İracıların sahne akustiği genel değerlendirmesi.....	138
Şekil 5.66. İracıların salon akustiği genel değerlendirmesi.....	138
Şekil 5.67 Sadeleştirilmiş salon modeli.....	140
Şekil 5.68. Salon planları ve salon kesiti.....	141
Şekil 5.69. Odeon programından salon içi görseller.....	142
Şekil 5.70. Salon iç yüzeyleri malzeme kodları.....	142
Şekil 5.71. Salon kaynak yerleşimi.....	144
Şekil 5.72. Salon room setup değerleri.....	145
Şekil 5.73. Salonda grid yüzey tanımlanması.....	146
Şekil 5.74. Dinleyici yerleşimi.....	148
Şekil 5.75. Öneri salon planları ve salon kesiti.....	149
Şekil 5.76. (a) Salonun konuşma amaçlı kullanımındaki sahne arka duvarı konumu (b) Salonun müzik amaçlı kullanımındaki sahne kabuğu tasarımı.....	151
Şekil 5.77. (a) Müzik işlevi için yapılan duvar ve tavan etütleri (b) Konuşma işlevi için yapılan duvar ve tavan etütleri	152

Şekil 5.78. Salonun müzik amaçlı kullanımındaki duvar elemanının ilk yansıma görseli.....	153
Şekil 5.79. (a) Salonun konuşma amaçlı kullanımındaki ilk yansıma görseli (b) Salonun müzik amaçlı kullanımındaki ilk yansıma görseli.....	154
Şekil 5.80. Salon yüzeylerinde kullanılması önerilen gereçlerin yerleri ve gereç kodları.....	156
Şekil 5.81. Salonun Odeon programı kullanılarak hesaplanan yansıma süresi değerleri ve optimum değerler.....	159
Şekil 5.82. Odeon programında hesaplanan EDT-T ₃₀ değerleri.....	160
Şekil 5.83. Odeon programında hesaplanan SPL değerleri ve optimum değerler....	161
Şekil 5.84. Odeon programında hesaplanan T _s değerleri ve optimum değerler.....	161
Şekil 5.85. Odeon programında hesaplanan eko değerleri ve optimum değerler....	162
Şekil 5.86. Odeon programında hesaplanan C ₈₀ değerleri ve optimum değerler....	162
Şekil 5.87. Odeon programında hesaplanan C ₇ değerleri ve optimum değerler.....	163
Şekil 5.88. Odeon programında hesaplanan LF ₈₀ değerleri ve optimum değerler....	163
Şekil 5.89. Odeon programında hesaplanan diffusivity değerleri ve optimum değerler.....	164
Şekil 5.90. Odeon programında hesaplanan D ₅₀ değerleri ve optimum değerler....	164
Şekil 5.91. Odeon programında hesaplanan C ₅₀ değerleri ve optimum değerler....	165

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

dB	: Desibel
Hz	: Hertz
kHz	: Kilo-hertz
t	: Periyot
λ	: Dalga Boyu
I	: Yeğınlık
p	: Akustik Basınç
a	: Genlik
Swl	: Ses Gücü Düzeyi
IL	: Yeğınlık Düzeyi
NR	: Noise Ratio
T₆₀, T₃₀, T₂₀, RT	: Yansıım Süresi (Reverberation Time)
EDT	: Erken Düşme Süresi (Early Decay Time)
BR	: Bas Oranı (Bass Ratio)
SPL, G	: Ses Yüksekliğı (Sound Power Level)
LF₈₀	: Erken Yanal Enerji Oranı
C₈₀	: Müzik için Netlik (Clarity)
C7	: Direktlik
T_s	: Merkez Zaman
D₅₀	: Ayırt Edilebilirlik (Distinctness)
C₅₀	: Konuşma için Netlik
AKM	: Atatürk Kültür Merkezi

1. GİRİŞ

Mimari Akustiğin bir alt dalı olan hacim akustiği, hacim içindeki bir ses kaynağından çıkan seslerin, tüm dinleyicilerin kulaklarına en iyi koşullarda ulaşmasını amaçlayan bilim dalıdır. Hacim akustiği konularının tasarım sürecinde göz önünde bulundurulması ile bir hacimde akustik kusurların önlenmesi, konuşmanın rahatça anlaşılabilmesi, müziğin açık ve net bir şekilde algılanabilmesi sağlanabilmektedir. Hacim akustiği bilimi hacmi akustik performans açısından en iyi şekilde tasarlamayı hedeflediği gibi, mevcut salonların akustik değerlendirme ve iyileştirilmesini de kapsamaktadır.

1.1. Literatür Özeti

Dinlemeye yönelik hacimlerde hacim akustiği tasarım prensiplerinin uygulanması uzun bir geçmişe dayanmaktadır. M.Ö. 1. yüzyılda kaleme alındığı düşünülen Vitruvius'un "Mimarlık Üzerine On Kitap" adlı eseri, hacim akustiğinin temel amacı olan “dinleme mekanlarında en iyi akustik koşulların sağlanması”na yönelik “doğal akustik tasarım” bilgileri içermektedir ve bu konudaki ilk kaynaktır (Vitruvius, 1990).

Dinlemeye yönelik hacimlerde “doğal akustik” tasarım ile ilgili bilgi birikimi, seslendirme sistemlerinin kullanılmaya başlanması ile birlikte araştırmacılar tarafından “elektro akustik tasarım” yaklaşımı ile ilgili bilgilerle bir arada aktarılmıştır. Doelle'nin 1965 yılında ve Egan'ın 1988 yılında yayınlanmış olan kitaplarında doğal akustik tasarım yaklaşımına ilişkin bilgilerin yanı sıra elektro akustik tasarım yaklaşımına da yer verilmiştir (Doelle, 1965, Egan, 1988). Davis ve James'in 1990 yılında yayınlanan kitapları elektro akustik tasarım yaklaşımının aktarıldığı önemli bir kaynaktır (Davis ve Jones, 1990). Long'un 2006 yılında yayınlanan kitabı doğal akustik tasarımın yanı sıra özellikle konuşma amaçlı hacimler için elektro akustik tasarımı da kapsamaktadır (Long, 2006). Maekewa, Rindel ve Lord'un 2011 yılında yayınlanan kitabı da hem doğal hem elektro akustik tasarıma yönelik önemli bilgiler içermektedir (Maekewa vd., 2011).

Ekonomik gerekçeler ile bir hacmin birden fazla işlevde kullanılması talebi, “değiştirilebilir akustik tasarım” ve doğal ve elektro akustik tasarımın değiştirilebilir akustik tasarım yaklaşımı ile bir arada kullanılması sonucunu doğurmuştur. Barron, 1993 yılında yayınlanan kitabında doğal akustik, değiştirilebilir akustik ve elektro akustik tasarımla ilgili bilgiler verirken, örnek yapılar sunmuştur (Barron, 1993).

Dinlemeye yönelik hacimler olan oditoryumlar, “konferanslar, konserler ve tiyatro gösterileri için düzenlenmiş salon” olarak tanımlanabilmektedir. Hacim akustiği biliminde, dinlemeye yönelik hacimlerde bahsedilen doğal, elektro ve değiştirilebilir akustik tasarım yaklaşımlarının ortaya konması ile mevcut hacimlerin değerlendirmeleri ve iyileştirmelerinin geliştirilmesi birbirine paralel olarak gelişim göstermiştir. Mimari akustik biliminin temelleri de mevcut hacim iyileştirmesi amacıyla yapılan bir çalışma ile atılmıştır. Söz konusu çalışma Sabine’in 1895 yılında gerçekleştirdiği “Yeni Fogg Sanat Müzesi” oditoryumunun konuşmanın anlaşılabilirliği ile ilgili akustik problemlerini çözmek amacı ile yaptığı çalışmadır. Bu amaçla Sabine, söz konusu oditoryumda çeşitli deneyler gerçekleştirmiş ve mimari akustik için çok önemli bir nesnel parametre olan “yansıma süresi” parametresini ortaya koymuştur. Sabine’in çalışmasından önce salon değerlendirmeleri yalnızca öznel olarak gerçekleştirilirken, Sabine’in yansıma süresi parametresini ortaya koymasından sonra hacimlerin öznel değerlendirmesine ilişkin çalışmalar devam ederken, nesnel değerlendirmelerine ilişkin çalışmalar da başlamıştır. Bu çalışmalar sonucu, yeni nesnel parametreler de ortaya konmuştur. Nesnel değerlendirmeler, nesnel hacim akustiği parametreleri ile sürdürülmüştür. Bunların en önemlisi bahsedilen “yansıma süresi” parametresidir. Nesnel parametrelere ve optimum değerlerine ilişkin Gade’in 1989, Barron’un 1993, Beranek’in 1962-1996, Mehta, Johnson ve Rocafort’un 1999, Hardy’nin 2006, Long’un 2006 ve Rossing’in 2007 yılındaki çalışmaları önemli kaynaklardır (Gade, 1989, Barron, 1993, Beranek, 1962, Beranek, 1996, Mehta vd., 1999, Hardy, 2006, Long, 2006, Rossing, 2007).

Mevcut hacimlerin değerlendirilmesi ve dokümantasyonuna ilişkin çalışmalara ise, Beranek’in 1962 yılında yaptığı çalışma öncü olarak gösterilebilir. Beranek, yayınlamış olduğu kitabında, üzerinde çalışmış olduğu 54 konser salonunun öznel değerlendirmesini yapmıştır. Salonların toplam akustik kalitesini belirleyebilmek için 0-100 arasında kötü’den mükemmel’e giden bir sıralama kategorisi oluşturmuş ve farklı ülkelerde yaptığı araştırmalar sonucunda incelediği salonları sıralamayı amaçlamıştır. Salonları değerlendirebilmek için 8 öznel akustik özellik belirlemiş ve bu özellikleri sayısal olarak sıralayarak max 100 puan değerine ulaşmış, 4 öznel özelliği ise negatif olarak değerlendirmiş ve bu özellikler için belirlediği puanları salonun toplam puanından çıkararak salon puanını belirlemiştir (Beranek, 1962). Literatürde salonların öznel değerlendirilmesine ilişkin başka kaynaklar da bulunmaktadır. Cox ve Shield

1999 yılında yaptıkları araştırmada müzisyen ya da müzik kulağı olan denekler kullanmak yerine, kulağı eğitimsiz rastgele dinleyicilere anketler yaparak salonun akustiğini değerlendirmişlerdir. Anket sorularının arasına enstrüman çalabilme, grup üyeliği, konser kaydına sahip olma, salonda sık olarak konserlere katılma sorularını eklemiş, bu cevapları veren dinleyiciler ve diğer dinleyicileri iki ayrı sınıfa ayırmış ve bu iki sınıf arasında farklılıklar olduğunu ortaya koymuşlardır. Ayrıca dinleyicilerin salonda oturdukları yerlere göre de verdikleri yanıtların değiştiğini gözlemlemişlerdir (Cox ve Shield, 1999). Lokki vd. 2010 yılındaki çalışmalarında, seçtikleri 3 konser salonunda sanal senfoni orkestrası kullanarak kayıtlar almışlar ve bu kayıtları 20 dinleyiciye dinleterek öznel değerlendirmeler yapmışlardır (Lokki vd., 2010). Galiana vd. 2012 yılındaki çalışmalarında İspanya’da 17 oditoryumda uzman ve uzman olmayan dinleyicilere anket uygulamış ve verilen cevaplar doğrultusunda her bir grubun öznel tercihini karakterize eden başlıca faktörleri belirlemişlerdir (Galiana vd., 2012). 2014 yılındaki çalışmalarında ise 17 konser salonunda uzman olmayan dinleyicilere alanda anket uygulamış ve salon mimarisinin dinleyicilerin akustik değerlendirmesinde bir etkisi olup olmadığını araştırmışlardır (Galiana Martinez vd., 2014). Panton vd. 2015 yılındaki çalışmalarında altı Avustralya konser mekanında müzisyenlere anket uygulayarak öznel değerlendirmeler yapmışlardır (Panton vd., 2015). Lokki vd. 2016 yılındaki çalışmalarında boş 6 konser salonunda sanal orkestra ile iki farklı müzik alıntısı dinleterek 28 değerlendiricinin öznel görüşlerini değerlendirmiş ve oturdukları yere göre dinleyici değerlendirmelerinin nasıl değiştiğini araştırmışlardır (Lokki vd., 2016).

Mevcut salonlarda yapılan çalışmalar nesnel değerlendirmeler olan hacim akustiği parametrelerine dayandırılarak da gerçekleştirilmiştir. Jordan 1981 yılında yapmış olduğu çalışmasında konser salonlarının nesnel değerlendirmesi üzerinde durmuştur. Jordan, nesnel bir parametre olan EDT değerini ortaya koymuştur (Jordan, 1981). Cammarata vd. 2001 yılındaki çalışmalarında 11 İtalyan tiyatrosundaki nesnel ölçüm verilerini akustik modelleme yöntemi ile elde ettikleri verilerle karşılaştırmalı olarak değerlendirmişlerdir (Cammarata vd., 2001). Hidaka ve Nishihara 2004 yılındaki çalışmalarında 18 büyük oda müziği salonunda akustik ölçümler yapmışlar ve elde ettikleri verileri değerlendirerek oda müziği salonu tasarımı ile ilgili genel tasarım esaslarını sunmuşlardır (Hidaka ve Nishihara, 2004). Brezilya’daki Sao Paulo Üniversitesinden iki akustikçi olan Figueiredo ve Iazzetta, 2005 yılında kentlerindeki

salonları akustik açıdan değerlendirmeye yönelik bir çalışma yapmıştır. Müzik işlevli salonları değerlendiren akustikçiler, salonlara yönelik nesnel değerlendirmeler yapmışlardır. Ayrıca salonda daha sonraki çalışmalarında öznel değerlendirmeler yapmak adına kayıtlar almışlardır (Figueiredo ve Iazzetta, 2005). Araneo vd. 2006 yılındaki çalışmalarında Santa Cecilia Konser Salonu'nu alanda ölçme yöntemiyle değerlendirmişlerdir (Araneo vd., 2006). Golas ve Suder - Debska 2009 yılındaki çalışmalarında Groteska Tiyatrosu kubbeli salonu akustik modelleme yöntemi ile değerlendirmiş ve salon kubbesinin akustik parametreler üzerindeki etkisini analiz etmişlerdir (Golas ve Suder – Debska, 2009). Cerro ve Ortiz 2013 yılındaki çalışmalarında çok amaçlı Jean Nouvel Oditoryumu'nu alanda ölçüm ve akustik modelleme yöntemleriyle nesnel olarak değerlendirmişlerdir (Cerro ve Ortiz, 2013). Carlsson 2015 yılındaki tezinde yapay yansıma sistemi kullanılan Stockholm Konser Salonu'nu akustik ölçümler ve akustik modelleme yöntemi ile nesnel olarak değerlendirmiştir (Carlsson, 2015). Garai vd. 2015 yılındaki çalışmalarında Kuzey İtalya'daki on bir küçük ve orta boy tarihsel opera evinde ölçümler gerçekleştirmişler ve sonuçları literatürdeki akustik parametre verilerine göre yorumlamışlardır (Garai vd., 2015). Alam ve Rafat 2016 yılındaki çalışmalarında Hindistan'daki Kennedy Oditoryumu'nu akustik modelleme yöntemi ile değerlendirmişlerdir (Alam ve Rafat, 2016). Barre ve Jaeckel 2016 yılındaki çalışmalarında Berlin Konzerthaus'ta bulunan 2 salonda alanda ölçüm yöntemi ile değerlendirmeler yapmışlardır (Barre ve Jaeckel, 2016). Davis ve Coffeen, 2016 yılındaki çalışmalarında Swarthout Resital Salonu'na akustik modelleme yöntemi ile yapılan iç tasarımı ve yenilenen salonun akustik ölçümlerini ele almışlardır (Davis ve Coffeen, 2016).

Nesnel ve öznel değerlendirmelerin bir arada yürütülmesi ve ilişkilendirilmesine de ihtiyaç duyulmuştur. Marshall 1967 yılında yaptığı araştırmasında kullandığı ankette 10 dereceli bir ölçekle değerlendirmeler yapmıştır. Marshall'ın bu çalışmasında özellikle üzerinde durduğu parametre, mekansal algılama olmuştur ve çalışmada mekânsal algılama değerlendirmesi ile ilişkili olarak nitelendirdiği parametreleri açıklamıştır. LEF nesnel parametresini ortaya koymuş ve bu parametreyi mekanı geniş olarak algılamak, sesin varlığı, ton zenginliği ve hacimce kuşatılmışlık öznel parametreleri ile ilişkilendirmiştir (Marshall, 1967). Barron İngiltere'de 1988 yılında, 11 salonda canlı konserler sırasında, 27 kulağı eğitilmiş dinleyiciyi kullanarak yaptığı çalışmada, salonun öznel parametrelerinin belirlenmesi için anketler yapmıştır ve

salonun akustik kalitesiyle doğrudan ilişkili olan toplam akustik etkiyi 7 dereceli bir ölçek kullanarak değerlendirmiştir. Barron bu çalışmasında ilişkili öznel ve nesnel parametreleri de ortaya koymuştur (Baron, 1988). Soloudre ve Bradley, 1994-1995 yıllarında yaptıkları çalışmalarında yansız odada kaydedilmiş bir müzik sinyalinin konser salonlarında deneyimli dinleyicilere dinleterek salonda ölçtükleri nesnel parametre değerleri ile öznel testleri karşılaştırmış ve aralarındaki ilişkiyi ortaya koymuşlardır (Soloudre ve Bradley, 1994, Soloudre ve Bradley, 1995). Hidaka ve Beranek 2000 yılındaki çalışmalarında 23 opera salonunda nesnel verilerin ölçümünü yapmışlar ve elde ettikleri verileri bu salonlarda gerçekleştirilen anketler ile birlikte değerlendirmişlerdir (Hidaka ve Beranek, 2000). Semidor ve Barlet 2000 yılındaki çalışmalarında, Bordeaux'daki tarihi tiyatrodan uzman olmayan dinleyicilere uygulanan anketi nesnel sonuçlarla karşılaştırmalı olarak değerlendirmişlerdir (Semidor ve Barlet, 2000). Migneron ve Hardy 2008 yılındaki çalışmalarında Raoul – Jobin Oditoryumu'nu alanda ölçüm metodu ile nesnel, anket uygulaması metodu ile öznel olarak değerlendirmişlerdir (Migneron ve Hardy, 2008). Möller vd. 2010 yılındaki çalışmalarında Moskova P. I. Çaykovski Konservatuvarı Büyük Salon (Bolshoi Sal)'u alanda anket yöntemi ile öznel olarak ve alan ölçümü yöntemi ile nesnel olarak değerlendirmişlerdir (Möller vd., 2010). Kanev vd. 2016 yılındaki çalışmalarında Moskova, Tula, Ufa ve Penza'daki yenilenen beş salonun akustik ölçüm verilerini objektif olarak değerlendirmişler ve subjektif değerlendirme hakkında fikir vermesi açısından profesyonel müzisyenlere salonlar hakkındaki fikirlerini sormuşlardır (Kanev vd., 2016). Panton vd. 2017 yılındaki çalışmalarında Avustralya'da bulunan 8 konser salonu sahnesinde ölçülen objektif akustik verileri Avustralya Oda Orkestrası müzisyenleri'ne icra sonrası yapılan anketlerle karşılaştırmalı olarak değerlendirmişlerdir (Panton vd., 2017).

Dinlemeye yönelik hacim tasarımına ilişkin yapılmış çalışmaların ülkemizde de örnekleri bulunmaktadır. Yücel, 1987 yılındaki tezinde çok amaçlı salon tasarımı kullanılabilecek yöntemleri açıklamış ve dünya üzerindeki çok amaçlı salonlardan örnekler derlemiştir (Yücel, 1987). Kulualp, 1994 yılındaki tezinde hacim akustiği belli bir amaca göre düzenlenmiş salonların, çok amaçlı olarak kullanılması durumunda ortaya çıkan sorunların neler olduğunun belirlenmesi üzerine çalışmıştır (Kulualp, 1994). Hanzade Yönetmel, 1994 yılındaki tezinde elektro akustik tasarım üzerine çalışmıştır (Hanzade Yönetmel, 1994). Gülhan, 1997 yılındaki tezinde, çok amaçlı bir

salon seçerek bu salonun konuşma ve müzik amaçlı kullanımına yönelik değişken akustiği sağlama amacı ile bir tasarım gerçekleştirmiştir (Gülhan, 1997).

Ülkemizde yapılan çalışmaların çoğunda araştırmacıların, dinlemeye yönelik hacimler için tasarım yaklaşımlarını (doğal, değiştirilebilir, elektro akustik tasarım) mevcut salon değerlendirmeleri veya kendi tasarladıkları salonların değerlendirmeleri üzerinden açıkladıkları görülmektedir. Bu çalışmalar, nesnel değerlendirmelerin gerçekleştirildiği çalışmalar ve nesnel ve öznel değerlendirmelerin birlikte gerçekleştirildiği çalışmalar olarak gruplanabilir.

Nesnel değerlendirmelerin yapıldığı çalışmalar ülkemizde mevcut salon değerlendirmesi adına yapılmış çalışmaların çoğunluğunu oluşturmaktadır. Budak, 1994 yılındaki tezinde, seçtiği salonu teorik yöntemler kullanarak değerlendirmiştir (Budak, 1994). Sü, 2004 yılındaki tezinde Bilkent Üniversitesi Amfi Tiyatrosunda daha önce elde edilen akustik ölçüm sonuçlarını akustik modelleme yöntemi ile elde ettiği sonuçlar ile karşılaştırarak salonun kalibrasyon modelini elde etmiş, daha sonra akustik modelleme programından elde ettiği parametre değerleri doğrultusunda öneri bir tasarım geliştirmiş ve bu tasarımı aynı yöntemle değerlendirmiştir (Sü, 2004). Aknesil, Yüğrük Akdağ ve Karabiber Yüksel'in 2005 yılındaki çalışmaları, hem konuşma hem de müzik ile ilgili parametrelerin ele alındığı bir salon değerlendirilmesi örneğidir (Aknesil vd., 2005). Yılmaz, 2005 yılındaki tezinde çok amaçlı olarak tasarlanan ODTÜ Kuzey Kıbrıs Kampüsü Dörtlü Amfi Salonu'nu akustik modelleme yöntemi ile değerlendirmiş ve salonda mekanik sistemlerin etkisi ile oluşan düşük frekanslı gürültüler için rezonatör tasarımı geliştirmiştir (Yılmaz, 2005). Balcı, 2007 yılındaki tezinde konuşma ve müzik işlevli olarak kullanılan Antalya Cam Piramiti'ni akustik modelleme yöntemiyle değerlendirmiş, öneri bir akustik iyileştirme tasarımı geliştirmiş ve bu tasarımını akustik modelleme yöntemiyle değerlendirmiştir (Balcı, 2007). Kurtulan'ın 2009 yılındaki tezi alan ölçümü metodu ile nesnel salon değerlendirmesinin konuşma ve müzik işlevleri için yapıldığı bir çalışmadır (Kurtulan, 2009). İlisulu 2010 yılındaki tezinde akustik simülasyon programı ile salon nesnel değerlendirmesi yapmıştır (İlisulu, 2010). Örün, 2011 yılındaki tezinde Ankara'da bulunan Resim Heykel Müzesi, Küçük Tiyatro ve Opera Binalarını akustik modelleme yöntemi ile değerlendirmiş ve elde ettiği verileri dünyadaki başarılı salonların akustik parametre verileriyle karşılaştırmıştır (Örün, 2011). Özkartal'ın 2011 yılındaki tezi alanda ölçüm ve akustik modellemenin birlikte yapılarak salonların nesnel değerlendirmesine örnektir (Özkartal, 2011).

Toktaş'ın 2011 yılındaki tezi, teorik yöntemler ile salon değerlendirmesine örnektir (Toktaş, 2011). Kamacı, 2012 yılındaki tezinde akustik simülasyon programı ile nesnel elektro akustik salon değerlendirmesi yapmıştır (Kamacı, 2012). Teke, 2012 yılındaki tezinde tasarladığı bir salonda kabuller üzerine akustik simülasyon programında değerlendirmeler yapmış, daha sonra bazı tasarım parametrelerini değiştirerek elde edilen sonuçları değerlendirmiştir (Teke, 2012). Türkmen, 2013 yılındaki tezinde değiştirilebilir akustik tasarım yaklaşımını denemek adına bir çok amaçlı salon tasarlamış ve bu salonu akustik simülasyon programında değerlendirmiştir (Türkmen, 2013). Aktı, 2014 yılındaki tezinde çok amaçlı salon tasarımı ilkelerini açıklamış ve bir salon tasarlamıştır. Bu salon üzerinden plan tipi varyasyonları geliştirmiş ve salonları akustik simülasyon programında değerlendirerek karşılaştırmıştır (Aktı, 2014). Çelebi Şeker, 2014 yılındaki tezinde, farklı plan tiplerine sahip salonlar tasarlamış ve bu salonlara dair akustik parametreleri akustik simülasyon programında konuşma işlevi için değerlendirmiştir (Çelebi Şeker, 2014). Ergin, 2014 yılındaki tezinde seçtiği salonda doğal akustik ve elektro akustiği akustik simülasyon programı ile değerlendirmiştir (Ergin, 2014). Durmaz, 2016 yılındaki bildirisinde Devlet Tiyatroları İzmir - Konak Sahnesi'nin akustik özelliklerini alanda ölçüm yöntemi ile değerlendirmiş ve literatürdeki değerler ile ölçümleri karşılaştırarak gerçekte tiyatro sahnesi olarak inşa edilmemiş olan salonun tiyatro etkinliklerindeki performansını incelemiştir. Durmaz, 2016 yılındaki bir diğer çalışmasında İzmir'deki 25 konser salonunu alanda ölçüm metodu ile elde ettiği verilere dayanarak değerlendirmiştir (Durmaz, 2016).

Ülkemizde de nesnel değerlendirmeler ile öznel değerlendirmelerin birlikte yapıldığı ve ilişkilendirildiği çalışmalar bulunmaktadır. Vural 2009 yılındaki tezinde, öznel ve nesnel salon değerlendirmesini birlikte gerçekleştirmiş ve öznel ve nesnel parametreleri ilişkilendirmiştir (Vural, 2009). Türk'ün 2011 yılındaki tezi öznel ve nesnel salon değerlendirmesinin birlikte gerçekleştirilmesine örnektir. Ayrıca Türk, İstanbul'daki mevcut salonlara ilişkin bir envanter çalışması başlatmıştır (Türk, 2011). Türk'ün çalışması mevcut salonlarımızın envanterlerinin oluşturulması adına ulusal anlamda öncü bir çalışmadır. Türk'ün çalışmasına referansla bu tez çalışmasında da Eskişehir salonları için bir envanter çalışması başlatılmış ve bu konunun ulusal anlamdaki farkındalığının arttırılması hedeflenmiştir. Bu tür envanter çalışmalarının her ilimiz için yapılması bir gerekliliktir. Özçevik Bilen ve Yüksel Can'ın 2015 yılındaki

alışmaları da öznel ve nesnel değerlendirmenin birlikte yapıldığı bir çalışmadır. alışmalarında, seçtikleri Türk makam müziği icra edilen kapalı mekanlarda akustik ölçümler gerçekleştirmiş, bu mekanların kalibre edilmiş modellerini oluşturmuş, anekoik odada kayıtlar almış ve bu kayıtların akustik modelleme yöntemi ile oralizasyonlarını yapıp deneklere dinleterek, ölçümlerden elde ettikleri nesnel verilerle anketlerden elde ettikleri öznel verileri karşılaştırmalı bir şekilde değerlendirmişlerdir (zevik Bilen ve Yüksel Can, 2015).

Bu tez çalışmasında literatür özetindeki mevcut salon dokümantasyonu çalışmalarına ve mevcut salonların değerlendirmesi çalışmalarına benzer olarak Eskişehir ilindeki mevcut salonlara ilişkin bir envanter oluşturulmuş ve seçilen bir salona ilişkin yapılan nesnel ve öznel değerlendirmeler doğrultusunda akustik tasarım nerisi geliştirilmiştir.

1.2. Amaç Kapsam ve Yöntem

Ülkemizde hacim akustiği tasarımına ihtiyaç duyulan salonların yapımı artış göstermeye başlamıştır. şüphesiz ki bu salonların mevcut akustik kalitesi, etkinlikler sırasında icracı ve dinleyici konforunu etkilemektedir. Bu yüzden salonların mevcut durumunun belgelenmesi önemlidir. Tez çalışmasının amaçlarından ilki, Eskişehir'deki mevcut salonların tespiti ve belgelenmesidir. Bu belgeleme çalışmasının, salon varlığımız ve salonlarımızın mevcut durumlarına dair istenilen farkındalığın oluşturulmasına katkı sağlaması ve Eskişehir ilindeki mevcut salonları iyileştirme çalışmalarının başlayabilmesi için bir altlık oluşturması amaçlanmaktadır.

Daha önceden inşa edilmiş bir salonun akustik performansını inceleyerek, varsa sorunlarını tespit etmek ve bu sorunlara çözümler üreterek hacmi akustik performans açısından başarılı bir duruma getirecek iyileştirme önerilerinde bulunmak hacim akustiği biliminin sorumluluk alanına girmektedir. Bu çalışmanın bir diğer amacı, envanter çalışmasının ardından seçilen Anadolu Üniversitesi Atatürk Kültür Merkezi Opera ve Bale Salonu'nda akustik değerlendirmeler yapmak ve iyileştirme tasarımı geliştirmektir. Böylece mevcut salonların değerlendirilmesine ve bu salonlar için iyileştirme nerileri geliştirilmesine de bir örnek oluşturulmuştur.

Envanter alışması; Eskişehir'deki mevcut salonların belirlenmesi ve belgelemesini kapsamaktadır. Bu bağlamda; Eskişehir ilindeki mevcut salonlar alanda tespit yöntemi ile belirlenmiş, salonlar hakkında yetkili kişilerle görüşülmesi yöntemi

ile bu salonların işitsel kalitesi hakkında temel bilgiler verir nitelikte bir envanter oluşturulmuştur.

Salonun akustik değerlendirmesi; Anadolu Üniversitesi Atatürk Kültür Merkezi Opera ve Bale Salonu'nun öznel ve nesnel olarak mevcut akustik durumunun belirlenmesi ve belirlemelerin değerlendirilerek iyileştirme önerisi geliştirilmesini kapsamaktadır. Bu bağlamda; Anadolu Üniversitesi Atatürk Kültür Merkezi Opera ve Bale Salonu, hacim akustiği açısından alanda ölçme yöntemi ile nesnel, alanda anket uygulaması yöntemi ile öznel olarak incelenmiş, akustik modelleme yöntemi ile salonun kalibrasyon modeli oluşturulmuş ve salon için akustik tasarım önerisi geliştirilerek bu öneri akustik modelleme yöntemi ile değerlendirilmiştir.

Tez çalışması 6 ana bölüm ve 3 ek bölümden oluşmaktadır:

1. bölümde tez konusuna bir giriş yapılmış, konu ile ilgili literatür özeti derlenmiş, tezde gerçekleştirilen çalışmaların amaç, kapsam, yöntemi açıklanmış ve tezin yapısı anlatılmıştır.

2. bölümde, sesin tanımı ve özellikleri açıklanmış, mimari akustiğin tarihsel gelişimi özetlenmiş, oditoryumlar ve oditoryumlarda yer alan işlevler ele alınmış, işleve göre hacim tasarımının nasıl olması gerektiğine değinilmiştir. Bu bölümde oditoryumlarda gürültü denetimi kısaca açıklanmış ve akustik tasarım yaklaşımları doğal akustik tasarım, değiştirilebilir akustik tasarım, elektroakustik tasarım ve bütünleşik akustik tasarım olarak 4 başlık altında incelenmiştir. Ayrıca oditoryumların değerlendirilmesinde kullanılan nesnel hacim akustiği parametreleri, literatürdeki optimum değerleri ve bu parametrelerin ilişkili olduğu öznel hacim akustiği parametrelerine ilişkin bilgiler verilmiştir.

3. bölümde günümüzde salonların akustik kalitesini değerlendirmede kullanılan yöntemler incelenip, akustik değerlendirme yöntemleri öznel ve nesnel değerlendirme başlıkları altında incelenmiştir.

4. bölümde tez kapsamında gerçekleştirilen Eskişehir Salonları Envanter Çalışması anlatılmıştır. Bu bölümde Eskişehir ilindeki salonların mimari akustik ile doğrudan ilişkili olan ve olmayan özelliklerinin araştırılması hedeflenmiştir. Tezde, verilerine ulaşılabilen 114 salon incelemeye alınmıştır. Bu çalışma kapsamında, Eskişehir'deki konuşma ve müzik amaçlı kullanılan kapalı salonlar saptanmış, salonların ulaşılabilen bilgileri ile bir envanter oluşturulmuş, ulaşılabildiği kadarıyla

salonların akustik durumları incelenmiştir. Envanter çalışması, envanterdeki eksik bilgilerin tamamlanması için tez çalışması sonrasında da devam etmesi beklenmektedir.

5. bölümde yapılmış olan bu literatür araştırması sonucunda oluşturulan bilgi altyapısı çerçevesinde, Eskişehir Anadolu Üniversitesi Atatürk Kültür Merkezi Opera ve Bale Salonu'nun, önce alan ölçümleri ile nesnel ve anket uygulaması ile öznel değerlendirmesi yapılmış, daha sonra alan ölçümlerinden elde edilen değerler doğrultusunda Odeon yazılımında kalibrasyon modeli oluşturulmuştur. Salon günümüzde konferans, söyleşi, panel v.b. konuşma etkinlikleri yanında, konser, resital, dans v.b. müzik etkinlikleri için de kullanılmaktadır. Salonun hem konuşma hem de müzik amaçlı kullanılmasından ötürü, salon her iki işlev açısından da değerlendirilmeye alınmıştır. Yapılan değerlendirmeler göz önünde bulundurularak salon için öneri tasarım geliştirilmiş ve bu tasarım Odeon programında nesnel olarak değerlendirilmiştir.

6. bölümde yapılan çalışmanın sonuçları tartışılmıştır.

2. MİMARİ AKUSTİK VE ODİTORYUMLAR

Mimari akustik yapı ve hacim akustiği olarak iki başlıkta incelenebilir. Gürültünün azaltılmasını ya da yapı içine girmemesini sağlamak yapı akustiğinin, hacimlerde işitsel konforu arttıracak koşulları sağlamak ise hacim akustiğinin araştırma alanına girmektedir. Hacim akustiği, işlevi dinlemeye yönelik hacimlerde yalnız tasarım aşamasında kullanılacak yöntemleri değil, mevcut hacimlerin değerlendirmesinde kullanılacak yöntemleri de kapsar. Bu bağlamda, mevcut oditoryumlar hakkında değerlendirmeler yapılabilmesi için hacim akustiğine ilişkin temel bilgilerin bilinmesi gerekmektedir. Bu bölümde öncelikle ses ve özellikleri açıklanmış, mimari akustiğin tarihine değinilmiş, oditoryumlarda yer alan işlevler ve işleve göre hacim tasarımı açıklanmış, gürültü denetimi ve akustik kusurlara değinilmiş ve oditoryumlarda tasarım yaklaşımları doğal, değiştirilebilir, elektro ve bütünleşik akustik tasarım başlıkları altında incelenmiştir. Ayrıca nesnel hacim akustiği parametreleri, literatürdeki optimum değerleri ve bu parametreler ile ilişkili öznel parametreler açıklanmıştır.

2.1. Konuşma ve Müzik Sesinin Özellikleri

Mimari yapıların akustik açıdan doğru tasarlanması ve değerlendirilmesi yapı ve hacim akustiği konularının temel bileşeni olan sesin özelliklerinin bilinmesi ile olanaklıdır. İnsan kulağında işitsel duyulanma uyandıran maddesel ortamdaki basınç değişimlerine ses denir (Karabiber, 1992). Ses, herhangi bir kaynağın yarattığı titreşimden doğmakta, bir taşıyıcı aracılığıyla iletilmekte ve kulak ile beyin tarafından algılanmaktadır (Megep, 2011). Ses sinyalleri hava basıncı yoğunluğu ve seyrekliği sonucu oluşmaktadır. Sesin havadaki yayılım hızı; sesin bir saniyede ne kadar yol aldığı şeklinde tanımlanmaktadır. Sıcaklığın, yayılma hızı üzerinde direkt bir etkisi bulunmaktadır ve bu etki her derecede yaklaşık 0,61 metreye denk gelmektedir. Fakat pratik hesaplamalarda genellikle sesin 15° C de ölçülen değeri olan 340 m/s hızla yol aldığı varsayılmaktadır (Kamacı, 2012). İncelik-kalınlık, azlık- çokluk ve tını sesi tanımlamak için önemli kavramlardır.

Sesin inceliği ve kalınlığı konusu; frekans, periyot ve dalga boyu tanımlamalarını içermektedir. Frekans, bir partikülün bir saniyedeki yer değiştirme ve salınımına verilen addır, “f” harfi ile gösterilir. Frekansı yaklaşık olarak 16 ile 16.000 arasında olan titreşimler insanda işitsel duyulanmayı doğurur. Frekansın birimi “Hertz” Hz’dir. Merkez frekanslar 63, 125, 250, 500, 1000, 2000 ve 4000 Hz arasındadır (Erol, 2006).

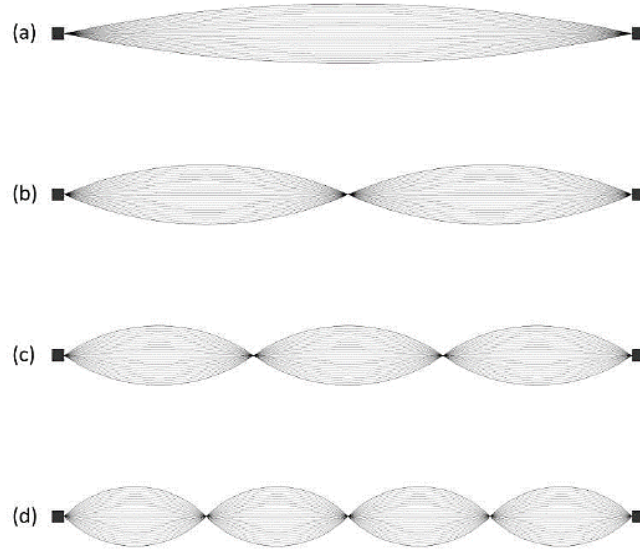
Periyot, bir titreşimin gerçekleşme süresidir. “T” harfi ile gösterilir. Bir sinyalin frekansının artışı ile sinyale ait devirler sıklaşır. Frekans ile periyot çarpma işlemine göre birbirinin tersi olup, frekans arttıkça periyot azalmakta, frekans azaldıkça periyot artmaktadır. Periyodun birimi saniyedir (Kamacı, 2012). Dalga boyu, titreşim hareketinin bir devir süresi boyunca aldığı mesafeye verilen addır, λ harfi ile gösterilir. Birimi metre (m)’dir. Hem titreşim hareketinin özellikleri, hem de ortamın özellikleri ile bağlantılıdır (Erol, 2006). Dalga boyu, devir süresi, titreşimin yayılma hızı ile çarpılarak ya da bu hız frekansa bölünerek bulunur (Doelle,1972).

Sesin azlığı ve çokluğu konusu ise yeğinlik, akustik basınç, ses şiddeti, genlik ve ses düzeyi tanımlarını içerir. Yeğinlik, birim zamanda yayılma doğrultusundaki birim alandan geçen ses enerjisinin ortalama değeridir. Simgesi I, birimi Watt/m²’dir. Ses titreşimlerinin hava basıncı üzerindeki değişimleri, ses basıncını yani akustik basıncı oluşturmaktadır. Akustik basıncın simgesi p, birimi pascal (Pa) ya da mikro bar (µbar)’dır (Erol, 2006). Ses şiddeti, ses dalgasının ses yayılma doğrusuna dik bir düzlem içindeki bir yüzeye 1 sn’de verdiği ses enerjisidir veya ses gücüdür. Birimi Watt’ tır (Budak,1994). Titreşen bir taneciğin, maksimum ayrılmasına, titreşimin genliği denir. Simgesi a, birimi metre (m)’dir (Erol, 2006). Düzey, verilen bir büyüklüğün aynı cinsten bir referans büyüklüğe oranının logaritmasıdır. Mimari akustikte ses düzeyleri, desibel cinsindendir. Desibel (dB) güçle orantılı iki büyüklüğün oranını anlatan düzey birimidir. Bu orana gelen desibel değerleri, bu oranın logaritmasının 10 katıdır. Mimari akustikte ses düzeyleri; ses basınç düzeyi (SPL), ses gücü düzeyi (SWL) ve yeğinlik düzeyidir (IL).

Sesi tanımlamak için önemli kavramlardan sonuncusu ise tınıdır. İşitilen sesin ne sesi olduğu, neye ya da kime ait olduğunu anlamaya yarayan ses bileşenine tını denir. Sesin tınısı, temel sese eşlik eden ve her ses kaynağına göre değişen ve de o ses kaynağına özgü olan uyumlulardır. Bir sese çoğunlukla yedi, sekiz doğal uyumlusu eşlik eder. Bir sese eşlik eden uyumluların sayısı ve yeğinliklerinin oranı, o sesin ne sesi olduğunu tanımamızı sağlar. Yani uyumluları, sese bir ses frekansı ve yeğinliği dışında tını olarak adlandırılan belirli bir karakter verir (Erol, 2006).

Konuşma ve müzik sesleri belli oranda benzer özellikler gösterir. Bu benzerlikler bir hacimde her iki sesin görünen fiziksel tepkisinin aynı olacağı anlamına gelmektedir. Farklılıklar kulağımıza gelen fiziksel ses dalgalarını algılamamızla oluşur. (Barron, 1993).

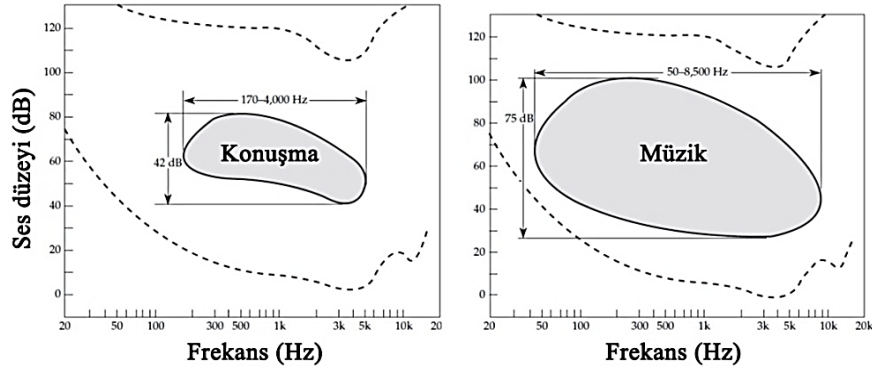
Normal konuşma için temel frekans, 50 Hz ve 350 Hz arasında yer alır ve bu ses telleri titreşimlerinin frekansı ile aynıdır. Konuşma sesinde, yüksek düzeyleri temel frekanstan daha karakteristik olan ve 'biçimlendirici' olarak adlandırılan, 3500 Hz frekansa kadar çıkabilen bir bileşen vardır. Bu sesli harfler ve yumuşak sessiz harfler için de geçerlidir. Sessiz harfler, işlevi dinlemeye yönelik hacimlerde konuşmanın anlaşılabilirliği açısından büyük öneme sahiptirler. Müzik konuşmaya göre daha düzenli seslerden oluşur ve konuşma sesine göre daha geniş bir frekans aralığını kapsar. En geniş aralığına sahip çalgı aleti olan kilise orgları 16 Hz ile 9 kHz frekanslarını kapsamaktadır (Kuttruff, 1991). Bir müzik sesi temel ses ve onun uyumlularından oluşur. Bir sesin uyumluları o frekanstaki sesin tam katı frekansa sahiptir ve her müzik sesinin farklı sayıda uyumlusu olabilir. (Şekil 2.1) Bir müzik sesi temel ses ve sahip olduğu uyumluların toplamı şeklinde algılanır (Türk, 2011).



Şekil 2.1. Temel ses ve uyumluları (a) temel ses (b) ikinci uyumlu (c) üçüncü uyumlu (d) dördüncü uyumlu (Türk, 2011)

Konuşma sesinin hareketli aralığı fazla değildir. En yumuşaktan en güçlü konuşma sesine kadar hareketli aralık 30-40 dB civarındadır. Eğer daha fazla güç harcanırsa yüksek konuşma sesi aralığı 60-70 dB olur. Müzikal seslerin hareketli aralığı oldukça fazladır. Bir konser sırasında büyük bir senfoni orkestrası çok yüksek sesler üretebilmektedir. Ayrıca bu sesler yumuşak ve hassas seslerdir. Salonda oturan izleyiciler, orkestradan gelen sesi, insan kulağının hareketli aralığının yüksekliği sayesinde almaktadır. Bir konserde en yüksek ve alçak pasajlar arasındaki fark 100 dB'e

kadar çıkabilmektedir (Everest ve Pohlmann, 2009). Şekil 2.2’de konuşma ve müzik seslerinin ses düzeyi ve frekans aralığı görülmektedir.



Şekil 2.2. İşitme bölgesi içinde yer alan konuşma ve müzik sesleri (Everest ve Pohlmann, 2009)

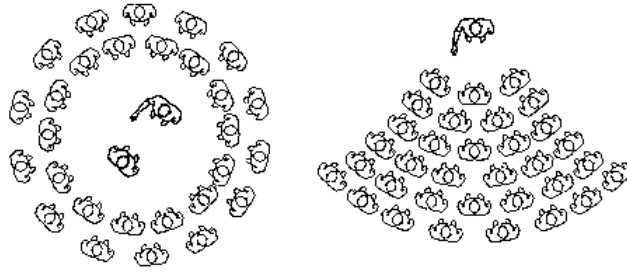
2.2. Mimari Akustiğin Tarihsel Gelişimi ve Oditoryumlar

Mekânların işlevsel ve akustik özellikleri, mekân içinde sergilenen gösteri veya icra edilen sanatın biçimi ile doğrudan bağlantılıdır. İnsanların bir araya gelerek sergilenen gösteriyi icra etmesi veya izlemesi, bugün akla gelen tiyatro, opera, bale gibi müzik ve sahne sanatlarından önce, dini amaçlı törenlere, ayinlere ve benzeri etkinliklere dayanır (Long, 2006). Antik dönemlere ait kültürlerden itibaren insanlar, belli etkinlikleri deneyimlemek amacıyla, ortak bir zaman ve mekân paylaşımı içinde bir araya gelmektedirler (Appleton, 2008). Bu amacı karşılamak üzere yaratılan ve temel olarak sahne – seyirci ilişkisinin kurgulandığı belli formatlar etrafında şekillenen mekânlarda, mimari akustik gereksinimler performans tipine ek olarak, zamanın koşullarına ve gereksinimlerine göre değişiklik göstermiştir (Ergin, 2014).

Mimari akustiğin tarihsel gelişiminin incelenebilmesi için oditoryum tanımının yapılması gerekir. Dilimize Fransızcadan girmiş olan oditoryum kelimesi “Dinleme Salonu” anlamına gelmektedir. Oditoryum daha geniş olarak “konferanslar, konserler ve tiyatro gösterileri için düzenlenmiş salon” olarak da tanımlanabilmektedir (Hasol, 1998). Bir dinleme ve izleme mekânı olan oditoryum, klasik açık hava tiyatrolarından gelişmiştir (Kurtulan, 2009). Antik Yunan döneminde müzik, dans ve konuşmaların yer aldığı sanatsal etkinliklerin sergilendiği, açık hava tiyatroları akustik kaygıların farkındalığında inşa edilmiş, Antik Roma döneminde ise, tarihin en önemli yapılarından olan benzeri mekânlar, bu tarz etkinliklerin yanı sıra, gladyatör oyunlarına ev sahipliği yapmıştır (Long, 2006).

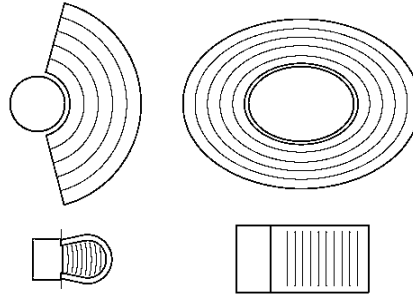
Rossing'e göre; insanlar spontane bir performansı izlemek ya da dinlemek için durduklarında, örneğin şehirdeki açık bir meydanda, bu kişilerin kendilerini ayarlama şekli performansın türüne bağlıdır. Yeni gelen bir kişi performansı iyi göreceği ya da dinleyeceği en uygun yeri arayacaktır. Seçim, göstericilere yakın olmak ve seyircilerin yanında bir yerde veya daha uzakta ancak görüntü ve ses dağılımı için ana merkez hattına yakın olmak arasındaki tercihe bağlı olacaktır. Şekil 2.3'te, bu tür organik seyirci düzeni iki farklı türden performans için gösterilmiştir (Rossing, 2007):

- Görsel ve akustik yönelimin az ya da çok her yöne olduğu, dans, kavg, tartışma, sirk gösterisi gibi hareket ya da diyalog gösterisi
- Daha sınırlı görsel ve/veya akustik yönelime sahip monolog veya sahne tiyatrosu gösterileri ve akustik enstrümanlarla verilen konserler



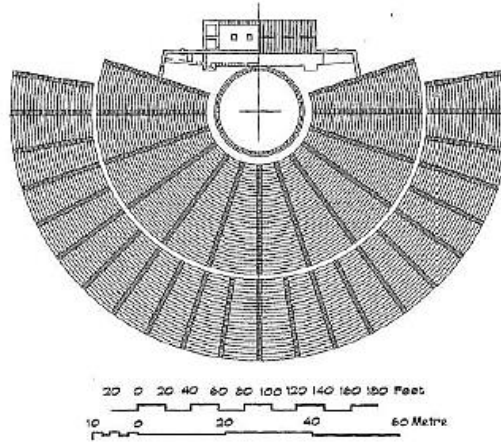
Şekil 2.3. Performans tipine bağlı olarak seyircinin organik yerleşimi (Rossing, 2007)

Bir araya gelmiş insanların çevresine duvar ördüğümüzde, kültürel tarihimizin ilk zamanlarında geliştirilmiş iki klasik plan şekline ulaşırız. Bunlar Şekil 2.4'te gösterilmiştir: fan şeklindeki Grek/Roman tiyatrosu (solda) ve amfi tiyatro, sirk ya da arena (sağda). İkisi de açık hava tiyatrolarıdır; ancak şekiller çatılı binalarda sürdürülmüştür. Şeklin alt bölümünde sonraki temel formlar gösterilmiştir: at nalı, İtalyan opera planı, ve dikdörtgen konser salonu. Sonuncu form aslen geleneksel bina formlarının ve çatıdaki ahşap kirişler arasındaki çatı açıklıklarındaki sınırlamaların sonucudur (Rossing, 2007).



Şekil 2.4. Temel salon şekilleri (Rossing, 2007)

Yunanlılar, demokratik yönetim şekillerinden ötürü ilk açık hava tiyatrolarını inşa etmişlerdir. Bu tiyatroların oturma planı 180 dereceden biraz fazla bir yarım dairedir ve genellikle bir tepenin denize bakan yamacında yer almaktadır. En iyi korunmuş tarihi Yunan Açık hava tiyatrolarından biri kuzeydoğu Peloponnesse, Epidaurus'daki M.Ö. 330 tarihli tiyatrodur. Planı Şekil 2.5'te görülmektedir. Bu yapıların oturma yerleri daha iyi bir görüş açısı sağlamak ve sesin zayıflamasını azaltmak amacıyla dik bir şekilde, tipik olarak 2:1 oranında rampalanmıştır. O günün tekniğine göre yapılmış olan ve 17.000 kişilik kapasiteye sahip olan bu tiyatro dinleyicilere yeterli işitme için gerekli akustik koşulları sunmaktadır (Long, 2006).

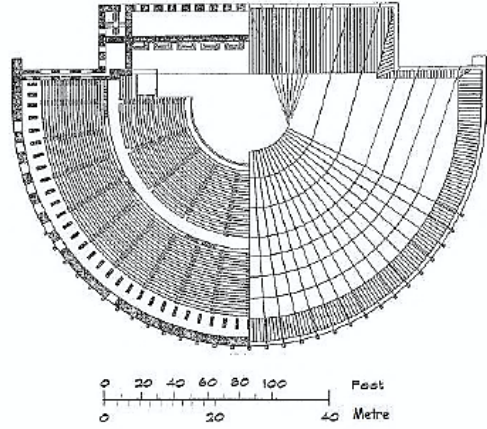


Şekil 2.5. Epidaurus Tiyatrosu (Long, 2006)

Roma ve geç Helenistik dönem tiyatroları erken dönem Yunan tiyatrolarının oturma planını takip etmişlerdir, ancak oturma alanını 180 derece ile sınırlandırmışlardır. Ayrıca tiyatrolarına yükseltilmiş bir sahne, aktörlerin arkasına bir sahne evi ve dinleyicileri gölgelemesi amacıyla üstlerine de tenteler eklemişlerdir (Long, 2006). Roma İmparatorluğunda görülen bu yapılarda, sahne arkasına konulan duvar sahnedekilerin seslerini izleyicilere yansıtması ve izleyicilere ulaşan ses

enerjisinin yükselmesini sağlaması bakımından akustik anlamda atılmış önemli bir adım olarak görülebilir. Bu ilk adım, devamında gelen tavan ve duvarların tasarlanmasına katkıda bulunmuş ve böylece bir mekânın tüm yüzeylerinin bu mekân içindeki dinleyicilerin işitme koşullarına katkıda bulunmasını sağlamıştır (Kurtulan, 2009).

Bu dönemin günümüze kadar gelebilmiş en iyi örneklerinden biri Aspendos tiyatrosudur. (Şekil 2.6) Romalılar Yunanlılardan daha iyi mühendis olduklarından ve tonozu geliştirmiş olmalarından ötürü, bu yapıları yamaçlara yerleştirmek gibi bir zorunluluktan kurtulmuşlardır. Roma tiyatrolarında koro sadece oyun aralarında çıkmaktadır ve bu yüzden de orkestra yarım daire şekline doğru küçülmüştür. Senatörler orkestranın hemen çevresinde oturmaktadırlar (Kurtulan, 2009).

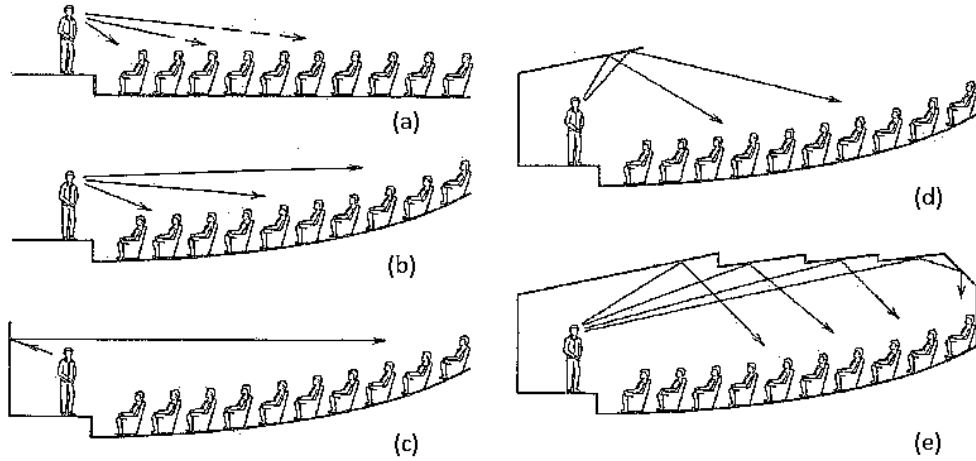


Şekil 2.6. Aspendos Tiyatrosu (Long, 2006)

Vitruvius, “Mimarlık Üzerine On Kitap” isimli kitabında antik dönem tiyatrolarının akustiğinin nasıl düzenlenmesi gerektiği ile ilgili bilgiler aktarmıştır (Vitruvius, 1990). Müzik, Hristiyanlıkla birlikte kilise ve katedrallerde icra edilmeye başlanmış, bu yapıların mekânsal ve ruhsal nitelikleriyle uyumlu formda eserler bestelenmiştir. Gotik dönemde müzik ilahi formunda, dönemin, yüksek yansıtıcı niteliğe sahip ihtişamlı katedrallerinde küçük gruplar tarafından icra edilmiştir. Shakespeare’in piyeslerini yazdığı Rönesans döneminde, müzik icra edilen kiliselerin yanı sıra, oyunların sergilendiği tiyatro binaları inşa edilmiştir. Barok dönemde ise opera binaları yapılandırılmış, opera eserleri bestelenmeye başlanmıştır. Bach, Vivaldi gibi bestecilerin eserler besteledikleri Barok dönemde müzikte çok seslilik gelişmiş, müzik, kiliselerin yanı sıra kabul ve balo salonlarında da icra edilmeye başlanmıştır (Long, 2006). Klasik dönemde Mozart, Beethoven gibi besteciler, müzik işlevli olarak tasarlanan konser salonlarında icra edilmek üzere eserler bestelemişlerdir. Klasik dönem

ve sonrasında gelen, Brahms, Liszt, Chopin gibi bestecilerin yaşadığı Romantik dönemle birlikte konser salonlarında dikdörtgen, opera salonlarında ise at nalı plan tipli tasarım yaklaşımı gelişmiş, dünyadaki en iyi akustiğe sahip olduğu düşünülen konser salonları inşa edilmiştir (Ergin, 2014).

Şekil 2.7’de oditoryumların açık mekândan kapalı mekâna geçiş süreci adım adım izlenebilmektedir (Cavanaugh ve Wilkes, 1999).



Şekil 2.7. Oditoryumların açık mekândan kapalı mekâna geçişi (Cavanaugh ve Wilkes, 1999)

- Şekil a’da düz bir zemin üzerindeki dinleyiciler görünmektedir. Sahneden gelen ses enerjisi arka sıralara doğru mesafenin uzaması ve bir kısmının izleyiciler tarafından yutulmasıyla azalmaktadır.
- Şekil b’de dinleyicilerin oturduğu zeminin eğimlendirilmesiyle dinleyiciler tarafından yutulan enerjinin azaltılması görülmektedir.
- Şekil c’de sahnedeki göstericilerin arkasına konulmuş olan duvarın yansımalarla dolaysız sese katkıda bulunması ve dinleyicilere ulaşan ses enerjisinin artması görülmektedir.
- Şekil d’de sahne arkasındaki duvarın yukarıya da dönerek tam bir sahne kabuğu oluşturmasıyla dinleyicilere hem duvarlardan hem de tavadan sesin yansıması görülmektedir.
- Şekil e’de ise sahne kabuğunu oluşturan tavanın arkaya doğru uzamasıyla hacmin bir iç mekâna dönüşümü ve yansımaların toplam ses enerjisine katkıda bulunması görülmektedir.

Mimari akustiğin teorik başlangıcı 19. yüzyıl sonlarında ve 20. yüzyıl başlarında Harvard Üniversitesinden genç fizik profesörü Walter Sabine’in çalışmalarıyla

başlamıştır. Sabine malzemelerin yutuculukları ile Yansışım Süresi arasında bir ilişki olduğunu anlamış ve bu doğrultuda da pratik bir formül geliştirmiştir (Long, 2006). Bir sesin, kaynağın kapanmasından sonra 60 dB’lik bir düşüşü gösterdiği süre Yansışım Süresi (RT) olarak ifade edilir (Mehta vd., 1999). Yansışım süresi hacmin akustik kalitesini belirleyen en önemli hacim akustiği parametresidir ve “2.4.3.1. Yansışım süresi (RT) (T_{60} , T_{30} , T_{20}) (Reverberation time)” başlığı altında ayrıntılı olarak açıklanmıştır.

2.3. Oditoryumlarda Yer Alan İşlevler

Tarihi süreçte oditoryumlara bakıldığında, farklı etkinlikleri gerçekleştirmek için farklı işlevde salonların tasarlandığı görülür. Bunun sebebi her işlevin gerektirdiği akustik koşulların farklı olmasıdır. Örneğin Boston Senfoni Salonu, romantik senfoniler için görkemli, muhteşem, “mükemmel” olabilir, ama film izlemek için çok iyi değildir (Brooks, 2003). Günümüzde ise farklı işlevleri bir arada barındıran oditoryumlar yapılmaktadır. Bu salonların içerisinde gerçekleştirilecek etkinlikler için optimum akustik koşulların sağlanmasında doğal akustiğin yanı sıra elektroakustik, değiştirilebilir ve bütünleşik akustik yaklaşımlardan faydalanılmaktadır.

Oditoryumlarda yer alan işlevleri şöyle gruplandırabiliriz:

- müzik
- müzik ve dans
- konuşma
- müzik, dans ve konuşma

Müzik işlevli performanslar, performansın icra biçimi, temsil ettiği sanat tarzının ortaya koyduğu yaklaşımlar ve icracı sayıları açısından pek çok farklılık gösterir. Bu farklılıklar performansın sergileneceği mekânın mimari tasarım yaklaşımını ve ortaya çıkan etkinliğin atmosferini büyük ölçüde etkilemektedir. Müziğin farklı formları ve gereklilikleri mekânların mimari akustik kurgusunu da doğrudan etkiler (Ergin, 2014). Batı müziği, caz, pop, rock performansları müziğin farklı formlarına örnektir.

Müzik ve dansın bir arada sergilendiği performanslar, sanatçıların genellikle konuşma olmadan sahneledikleri etkileyici fiziksel hareketlerine müziğin eşlik ettiği performans tipidir. Müzik, canlı icra edilebilir veya elektronik olabilir. Bale ve modern dans müzik ve dansın bir arada sergilendiği performanslara örnektir.

Konuşma işlevli mekânların akustik gereksinimleri ve mimari akustik açısından dikkate alınması gereken tasarım ölçütleri müzik işlevli mekânlara göre farklılıklar gösterir. Tiyatro salonları, konferans salonları, seminer salonları, derslikler ve sınıflar gibi mekânlar konuşmanın anlaşılabilirliğinin sağlanması açısından akustik

düzenlemenin önem kazandığı hacimlerdir (Ergin, 2014). Drama prodüksiyonları yani oyunlar, temel olarak konuşulan kelimelerle ilişkilidir ancak yüz ifadeleri ve beden dilinin de performans içindeki kapsamı büyüktür (Appleton, 2008). Tiyatro ve dramada akustik açıdan temel amaç izleyicilerden her birinin konuşulan bütün kelimeleri net bir biçimde duymasının ve konuşan kişinin sahnedeki yerinin işitsel olarak algılanmasının sağlanmasıdır. Görsel açıdan öne çıkan amaç ise izleyicinin oyuncuların yüzlerindeki ifadeyi ve vücut hareketlerini net bir biçimde görmelerinin sağlanmasıdır. Oyuncular açısından amaç ise, sahne alanı ve dekoru kalabalık da olsa, boş da olsa seyirciye hükmedebilmektir (Ergin, 2014).

Müzik, dans ve konuşmanın bir arada sergilendiği performanslar ise opera ve müzikallerdir. Bu performanslarda izleyicinin hem müziği ve konuşmayı doğru algılayabilmesi açısından işitsel, hem de icracıların fiziksel hareketlerini doğru algılayabilmesi açısından görsel gereksinimlerinin karşılanması gerekmektedir. Bir opera eserinde müzik ve drama işlevleri birbirini tamamlayacak biçimde ele alınır. Diyaloglar dize şeklinde orkestral eşlikle söylenir. Eserlerin temeli sözlerle birlikte müziktir ve bu temeli oluşturan elemanlar; orkestra şefi, orkestra, opera sanatçıları, koro ve kimi zamansa dansçılardır. Sahne alanı dekor tasarımı aracılığıyla belirli bir yere benzetilir ve teatral içeriği destekler. İzleyiciler için, müziğin kalitesi büyük önem taşır ve opera eserleri klasik müzik eşliğinde icra edildiği için salondaki akustik ortam ve görsel etkinin sağlanması açısından doğru görüş çizgileri temel konulardır (Ergin, 2014). Opera için tasarlanan salonlarda tasarlanan sahnelerin hızla değişmesi ihtiyacı, sahne üzerinde yükselen sofita kulesini ve geniş arka ve yan sahnelerin tasarımını gerektirir. Ayrıca orkestra çukuru ihtiyacı duyulur.

Müzikaller de işlevsel açıdan operaya benzer bir formattadır. Solistler, koro, dansçılar ve orkestra bulunur. Sahne-orkestra çukuru-seyirci ilişkisi operadaki ile aynıdır. Daha kapsamlı sahne ve dekor ve abartılı sahne efektleri uygulanmaktadır. Seslendirme sistemleri ve video gösterimleri kullanılmaktadır. Orkestra, sahne alanının uzağında özel olarak tasarlanmış ayrı bir mekânda da konumlandırılabilir. Müzikallerde müzik seyircilere seslendirme sistemi aracılığıyla da ulaştırılır (Ergin, 2014).

2.4. Oditoryumların Akustik Gereksinimleri

Bu başlık altında öncelikle işleve göre hacim tasarımı, gürültü denetimi ve akustik kusurlar ele alınmış; oditoryumlarda akustik tasarım konusu doğal akustik tasarım,

değiştirilebilir akustik tasarım, elektro akustik tasarım ve bütünleşik akustik tasarım başlıkları altında incelenmiş, nesnel hacim akustiği parametreleri, optimum değerleri ve bu parametrelerle ilişkili öznel parametreler açıklanmıştır.

2.4.1. İşleve göre hacim tasarımı, gürültü denetimi ve akustik kusurlar

Konuşma ve müzik sesinin farklılıklar gösterdiği gibi, konuşma ve müzik amaçlı salonların akustik gereksinimleri de farklılıklar göstermektedir. Bu yüzden işleve göre hacim tasarımında göz önünde bulundurulması gereken kriterlerin bilinmesi önemlidir. Gürültü denetimi ve akustik kusurlardan arınmışlık konuları ise, hem konuşma hem de müzik amaçlı salon tasarımında ortak olarak göz önünde bulundurulmalıdır.

Konferanslar, konserler ve tiyatro gösterileri gibi dinlemeye yönelik işlevlerin gerçekleştirildiği salonlar olan oditoryumlar, gerçekleştirilen etkinliklerin istenilen başarıda sergilenebilmesi açısından, akustik kriterlerin işlevsel ve estetik kriterler kadar öncelikli olduğu mekânlardır. Oditoryumları performans tipine bağlı olarak temelde konuşma ve müzik amaçlı olarak iki grupta inceleyebiliriz. Bu iki grup için değişik ses biçimlerinin farklı akustik gereksinimler yarattığı bir gerçektir. Ayrıca bu mekânlarda, mimari akustik gereksinimler performans tipine ek olarak, zamanın koşul ve gereksinimlerine göre değişiklik göstermiştir. Günümüzde toplumsal yapının hızlı değişimi, gösteri sanatlarının çeşitliliği ve yeni boyutlar kazanması sonucu ekonomik gerekçelerle tek amaçlı oditoryumlar yerine birden fazla işlevin gerçekleştirilebildiği çok amaçlı oditoryumlar yapılmaya başlanmıştır.

Temel işlevi konuşma olan mekânlarda birinci zorunluluk konuşmanın anlaşılabilirliğini sağlamaktır. Temel işlevi müzik olan mekânlarda zorunluluklar bu kadar basit ve belirgin değildir. Müzikal sesler, konuşma sesine göre daha karmaşıktır ve bu nedenle müzik için gerekli akustik koşulları sağlamak daha zordur (Ballou, 1987).

Temel işlevi konuşma olan mekânlarda, hacmin başarılı sayılmasının, büyük oranda konuşmanın anlaşılabilirliği ile ilgili olduğu söylenebilir. Tüm dinleyicilerin, zorlanmadan, yorulmadan, konuşmayı eksiksiz ve doğru bir biçimde algılayabilmeleri, o hacimde yeterli anlaşılabilirlik koşullarının sağlandığına işaret etmektedir. Konuşma hızlı tempolu bir ses biçimidir. Konuşmada sesler (İlisulu, 2010);

- Düzenli sesler
- Düzensiz sesler olarak ikiye ayrılmaktadır.

Düzenli sesler, notası belirlenebilen başka bir deyişle belli temel bir frekansı ve uyumları olan seslerden oluşmaktadır. Bu tür seslerde, tayftaki enerji dağılımı ve devirsellik belli kuralları izlemektedir. Düzensiz sesler ise, notası belirlenemeyen, akustik enerji dağılımı gelişigüzel olan, daha çok gürültü niteliğindeki seslerdir. Genelde bu tür bir seste, en inceden en kalına kadar tüm frekanslar yer alabilmekte ve devirsellik bulunmamaktadır. Konuşmada alçak frekanslı sesli harfler düzenli, yüksek frekanslı sessiz harfler düzensiz sesler çıkarmakta ve konuşma süresince bunlar birbirini izlemektedir (Knudsen ve Harris, 1988). Konuşmanın anlaşılabilirliğinin büyük oranda yüksek frekanslı sessiz harflerin yeterli nicelik ve nitelikte algılanabilmesine bağlı olduğu düşünülebilir. Yüksek frekanslı sesler, alçak frekanslı sesler tarafından kolayca maskelenme özelliğine sahiptirler. Hacimde var olan arka plan gürültüsü genelde alçak frekanslı ses özelliği gösterdiğinden, yüksek frekansları rahatlıkla maskeleyerek, anlaşılabilirliğin azalmasına yol açmaktadır. Bu durum, konuşma amaçlı hacimlerde, anlaşılabilirliğin sağlanması için temel gereksinimin yüksek frekanslı (1000 Hz ve üzeri) seslerin tüm dinleyicilere yeterli ses düzeyinde ulaştırılabilmesine bağlı olduğunu göstermektedir (Şirel, 1974, Knudsen ve Harris, 1988).

Konuşmanın anlaşılabilirliği, mekanın aşağıda belirtilen özelliklerine bağlıdır (İlisulu, 2010):

- Şekline
- Boyutlarına
- Hacmine
- Mekanı sınırlandıran yüzeylerin durumuna
- Oturma düzenine
- Akustik açıdan yüzey iyileştirmelerine
- Dinleyici kapasitesine
- İç mekan düzenlenmesinde kullanılan malzemelere

Konuşma amaçlı hacim tasarımında bazı temel gereksinimler vardır (Çelebi Şeker, 2014):

- Yeterli ses yüksekliği olmalıdır,
- Ses seviyesi oldukça tek düze olmalıdır,
- Odanın yansıma özellikleri uygun olmalıdır,
- Sinyal gürültü oranı yüksek olmalıdır,
- Arka plan gürültüsü dinlemeyi engellemeyecek kadar düşük olmalıdır,
- Hacim geciken yansıma, titreyen eko, sinyalin bir yere odaklanması, yankı gibi akustik sorunlardan uzak olmalıdır.

Konuşma işlevli bir salon tasarlanırken, konuşmanın bir başka önemli özelliği olan, ses enerjisinin konuşmacının etrafında eşit olarak yayılmadığı da göz önüne alınmalıdır.

Özellikle yüksek frekanslar konuşmacının ağzı doğrultusunda nispeten dar bir ışın olarak yayılır olma eğilimindeyken, alçak frekanslar daha yaygın dağılır. Bu nedenle konuşmacının arkasında ya da yanında oturan bir dinleyiciye ulaşan sesin yüksek frekanslı bileşenlerin önemli ölçüde eksik kalır, böylece konuşma anlaşılabilirliği zarar görmüş olur. Bu durumun olumsuz etkileri yararlı yansıtıcı yüzey tasarımı ile giderilebilir. Unutulmamalıdır ki; yüksek frekanslı sesler hem salonda kullanılan malzemeler hem de hava tarafından alçak frekanslı seslere göre çok daha kolay yutulur (Türk, 2011).

Bütün dinleyicilerin iyi işitebilmesi için bütün dinleyici koltuklarında sesin yeterli gürlükte olması gerekliliği açıktır. Konuşmacı, hitap ettiği dinleyici kitlesini büyüklüğüne göre gürlüğü ayarlayabilmek için sesini yükseltebilir; ancak bunun belli bir limiti vardır. Bu nedenle gerekli ölçüde akustik güçlendirme yapılması, özellikle büyük salonlarda, sesi maskeleye eğilimi olan trafik veya havalandırma gürültüsü gibi fon gürültüsü değerinin en düşük değerde olması gerekliliği sebebiyle kaçınılmazdır. (Parkin ve Humphreys, 1958). Bir önemli nokta da ses gürlüğünün dolaysız ve ilk yansıyan seslere büyük ölçüde bağlı olmasıdır. Dolaysız ve ilk yansıyan sesler mümkün olduğunca yüksek yoğunlukta sağlanmalı ve yeterli gürlük tüm dinleyici alanında elde edilmelidir (Türk, 2011).

Normal güçteki bir yansımanın dolaysız sesten gecikmesi belirli bir sınırın üstünde olmadığı sürece, öznel olarak ayırt edilemez. En iyi ihtimalle, kaynağın algılanmasını ve dolaysız sesin güçlenmesini sağlar. Dinleyiciye çok kısa bir süre içinde gelen tüm yansımalar, özgün dolaysız sesten ayırt edilemez. Dolaysız ses ile bir bütün halinde birleşerek toplam ses düzeyini arttıracaklardır (Parkin ve Humphreys, 1958). Erken yansımalar, bu nedenle konuşma anlaşılabilirliği bakımından olumlu olarak değerlendirilir. Salon tasarımlarında, ilk yansımaların netliğe ve dolayısıyla da ayırt edilebilirliğe faydalı olduğu unutulmamalıdır (Türk, 2011).

Konuşmanın anlaşılabilirliği, belirleyici ve ölçülebilir bir değerdir. Buna rağmen temel işlevi müzik olan mekânlarda akustik tasarımı sağlamanın ve ölçmenin daha karmaşık bir durum olduğu söylenebilir. Akustik konfor değerlendirmeleri, bu konudaki eğitilmiş kişilerin (müzisyenler, şefler, müzik öğretmenleri, vb.) duygusal hislerine başka bir ifade ile öznel değerlendirmelerine bağlıdır. Konuşmanın anlaşılabilirliğinin bağlı olduğu özellikler gibi müziğin nitelikli duyulanması da mekanın (İlisulu, 2010);

- Şekline
- Hacmine

- Dinleyici kapasitesine
- Akustik açıdan yüzey iyileştirmelerine bağlıdır.

Müzik işlevli hacim tasarımında dikkat edilmesi gereken kriterler ise şunlardır (Yüksel Can, Özçevik Bilen):

- Dinleyici, mekandaki ses tarafından sarılıp – sarmalandığını hissetmelidir. Bu durum, güçlü yanal yansımalar ile sağlanır.

- Mekan, enstrümantal sesi, süresi çalınan müziğin türüne uygun yansımış ses alanı sağlayarak, desteklemelidir. 500 Hz'in altındaki frekanslarda uzayan yansıma süresi değerleri müziğe sıcaklık etkisi kazandırması bakımından yararlıdır.

- Hızlı müzik pasajlarının ayrıntılı olarak algılanabilmesi için netlik (clarity) ve berraklık (definition) sağlanmalıdır. *Netlik ve berraklık kavramları müzikal kalite anlatımında aynı anlama gelen terimlerdir. İkisi de bir müzikal performans sırasında seslerin fark edilebilir olmasını anlatır (Beranek, 2004).* Netlik ve berraklık, kısa ilk ulaşım gecikmesi sağlayan, kaynak ya da alıcıya yakın konumlandırılmış yüzeylerden gelen yansımalarla elde edilir.

- Ses salonda düzgün yayılmış yeterli gürlük (loudness) e sahip olmalıdır. Salonda koltuk sayısı 2600'ün üzerinde bir sayıya çıktığında, gürlük (loudness) ve berraklık (definition) değerleri düşer. Küçük dinleme salonlarında, gürlük (loudness) aşırı yüksek olmamalıdır.

- Geniş bir bant aralığı desteklenmelidir. Müzikal enstrümanlar, konuşma spektrumuna göre oldukça geniş olan 30 Hz ile 12 000 Hz aralığında ses üretirler. Mekan, müziğin bu doğal spektrumunu renklendirmemelidir.

- Dış mekan kaynakları ve mekanik ekipmanlardan kaynaklanan gürültü kontrol altına alınmalı, böylelikle en sessiz enstrümantal sesin bile duyulabilmesi sağlanmalıdır. Fon gürültüsü düzeyi, küçük salonlarda NC 20, büyük salonlarda NC 25 değerlerini aşmamalıdır.

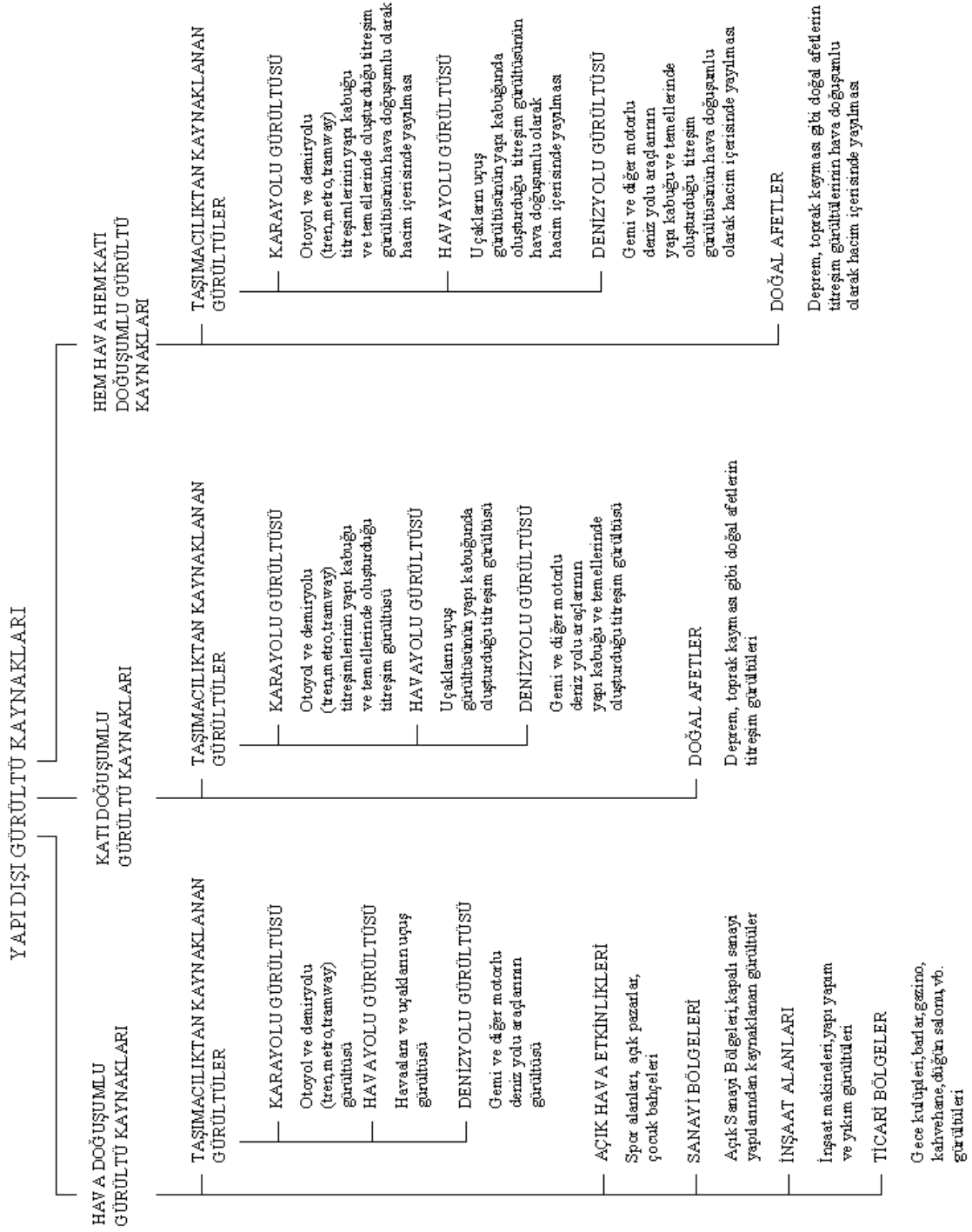
- Mekanın yansıma özellikleri, düzgün yansıma eğrisi elde edilecek ve yankılanma, gölgeleme, renklendirme ve diğer kusurların oluşumu engellenecek biçimde denetlenmelidir.

- İcracılar, birbirlerini net olarak duymalı ve dinleyicinin deneyimlediğine yakın değerlerde yansıma geri dönüşü almalıdır.

Hem konuşma hem de müzik işlevli oditoryum tasarımında gürültü denetimi ve akustik kusurlardan arınmışlık çok önemli kriterlerdir.

Doğadaki sesler çeşitli frekans ve frekans bantlarından oluşur ve eğer bu frekanslar belli bir uyum içerisindeyse bu seslere ‘müzikal sesler’ denir. Sesi oluşturan frekanslar arasında herhangi bir uyum ve bağlantı yok ise bu tip seslerin tanımı da ‘gürültü’ olarak yapılır. Gürültü aynı zamanda ‘kişide rahatsızlık uyandıran sesler’ olarak da tanımlanır (Yavuz, 2007). Sesi, işitme duyumuzla algılarız. Bu algılar öznel ve kişilerin hoşlanıp hoşlanmamasına açıktır. Bu öznellik, müzik ve gürültü arasındaki farkı tanımladığı gibi, bir ortamdaki iletişimin kalitesini de belirlemektedir (Cowan, 2000, Cavanaugh ve Wilkes, 1999).

Mimari akustik başlığı altında incelenen temel kavramlardan biri gürültü denetimidir. Gürültü denetimi; rahatsız edici seslerin önlenmesi ve ses geçirmezlik problemleri ile ilişkilidir. (Sirel, 1974). Akustik konfora engel olan arka plan gürültüsünün etkin kontrolü, tüm dinleyici salonları için sağlanması gereken önemli bir parametredir. Gürültüyü oluşturan gürültü kaynaklarının bilinmesi ve/veya belirlenmesi sorunu çözmede atılacak ilk adımdır. Yapıları etkileyen başlıca gürültü kaynakları Şekil 2.8 ve Şekil 2.9’da ayrıntılı olarak gösterilmiştir.



Şekil 2.8. Yapı dışı gürültü kaynakları (Yavuz, 2007)

YAPI İÇİ GÜRÜLTÜ KAYNAKLARI

HAVA DOĞUŞUMLU GÜRÜLTÜ KAYNAKLARI	KATI DOĞUŞUMLU GÜRÜLTÜ KAYNAKLARI	HEM HAVA HEM KATI DOĞUŞUMLU GÜRÜLTÜ KAYNAKLARI
KULLANICILARDAN KAYNAKLANAN GÜRÜLTÜLER Televizyon, radyo, müzik seti, müzik aletleri, ev sinema sistemleri, enstrüman ses yükselticileri, okstrük, hopşırık gürdayan kapılar, yüksek sesle konuşma, tadilat sırasında kullanılan araç gereçlerin gürültüleri vb.	KULLANICILARDAN KAYNAKLANAN GÜRÜLTÜLER Sandalye ve/veya mobilya sürtürme sesi, yere düşürülen eşyalardan, yürüme ve zıplama sesleri, ev-sinema sistemleri ve çeşitli müzik aletlerinin ses yükselticilerinin, tadilat sırasında kullanılan araç gereçlerin gürültüsünü, yapılar arasında kullanılan araç gereçlerin gürültüsünü yayılan titreşim gürültüsü	KULLANICILARDAN KAYNAKLANAN GÜRÜLTÜLER Sandalye ve/veya mobilya sürtürme sesi, yere düşürülen eşyalardan, yürüme ve zıplama sesleri, ev-sinema sistemleri ve çeşitli müzik aletlerinin ses yükselticilerinin, tadilat sırasında kullanılan araç gereçlerin gürültüsünü, yapılar arasında kullanılan araç gereçlerin gürültüsünü yayılan titreşim gürültüsü
ÇALIŞAN MAKİNELER Çam aşırma makinesi, bulasık makinesi, buzdolabı, elektrik süpürgesi, vb. gürültüsü	ÇALIŞAN MAKİNELER Çam aşırma makinesi, bulasık makinesi, buzdolabı, elektrik süpürgesi, vb. gürültüsü	ÇALIŞAN MAKİNELER Çam aşırma makinesi, bulasık makinesi, buzdolabı, elektrik süpürgesi, vb. gürültüsü
MEKANİK SİSTEMLER Isıtma, havalandırma, hava koşullandırma sistemleri, temiz-pis su tesisatı, hidrofor, pompa, jeneratörler, vb. gürültüsü	MEKANİK SİSTEMLER Isıtma, havalandırma, hava koşullandırma sistemleri, temiz-pis su tesisatı, hidrofor, pompa, jeneratörler, vb. gürültüsü	MEKANİK SİSTEMLER Isıtma, havalandırma, hava koşullandırma sistemleri, temiz-pis su tesisatı, hidrofor, pompa, jeneratörler, vb. gürültüsü
ELEKTRİK GEREÇLERİ Aydınlatma, elektrik gereçleri, vb. gürültüsü	SİRKÜLASYON SİSTEMLERİ Asansör boşluklarından strüktüre yayılan titreşim gürültüsü	SİRKÜLASYON SİSTEMLERİ Asansör boşluklarından strüktüre yayılan titreşim gürültüsünün strüktür yoluyla hava doğuşumlu olarak diğer bir hacimde yayılması
HABERLEŞME SİSTEMLERİ Telefon, fax, vb. gürültüsü	SİRKÜLASYON SİSTEMLERİ Asansör boşluklarından strüktüre yayılan titreşim gürültüsü	SİRKÜLASYON SİSTEMLERİ Asansör boşluklarından strüktüre yayılan titreşim gürültüsünün strüktür yoluyla hava doğuşumlu olarak diğer bir hacimde yayılması

Şekil 2.9. Yapı içi gürültü kaynakları (Yavuz, 2007)

Açık ve kapalı mekânlarda, gerçekleştirilen işlevler doğrultusunda, insanların içinde bulunmaktan rahatsızlık duymayacakları gürültü düzeyleri yani kabul edilebilir gürültü düzeyleri belirlenmiştir. Kabul edilebilir düzeyler, bir yandan; bireysel, toplumsal, psikolojik gibi öznel, öte yandan da; gürültünün düzeyi, süresi, tayfsal yapısı, oluşum zamanı, yinelenme durumu gibi nesnel etkenlere bağlıdır (Karabiber, 1999).

Uluslararası standartlarda kabul edilebilir gürültü düzeylerini tanımlamak için geliştirilmiş olan pek çok ölçüt vardır. Bunlardan en yaygın kullanımı olanlar şunlardır (Yavuz, 2007):

- LeqA değerlendirmesi
- NC Eğrileri (Noise Criteria)
- RC Eğrileri (Room Criteria Curves)
- NCB Eğrileri (Balanced Noise Criteria)
- NR Eğrileri (Noise Rating Number)
- PNC Eğrileri (Preferred Noise Criterion)

Söz konusu eğrilerden NR eğrileri Avrupa ülkelerinde, NC eğrileri ise ABD’ de yaygın olarak kullanılıyor olsalar da aslında her biri temelde birbirlerine yakın değerleri gösterir. Önemli olan bu eğrileri doğru değerlendirip, yapılacak çalışmalarda bu değerleri sağlamak için her frekansta gerekli akustik konfor koşullarını yerine getirebilecek önlemleri almaktır (Yavuz, 2007).

Kabul edilebilir gürültü düzeyleri ulusal yönetmeliklerle belirlenir ve büyük sıklıkla Eşdeğer Gürültü Düzeyi, LeqA olarak verilir. Ülkemizde geçerli olan “Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliği”nde bu işlevde kullanılan salonlar için kabul edilebilir sınır gürültü düzeyleri (kullanım alanlarında herhangi bir faaliyet olmadığı durumlardaki değerler) belirlenmiştir (Türk, 2011). Tablo 2.1’de kültürel tesis alanlarında kabul edilebilir gürültü düzeyleri görülmektedir.

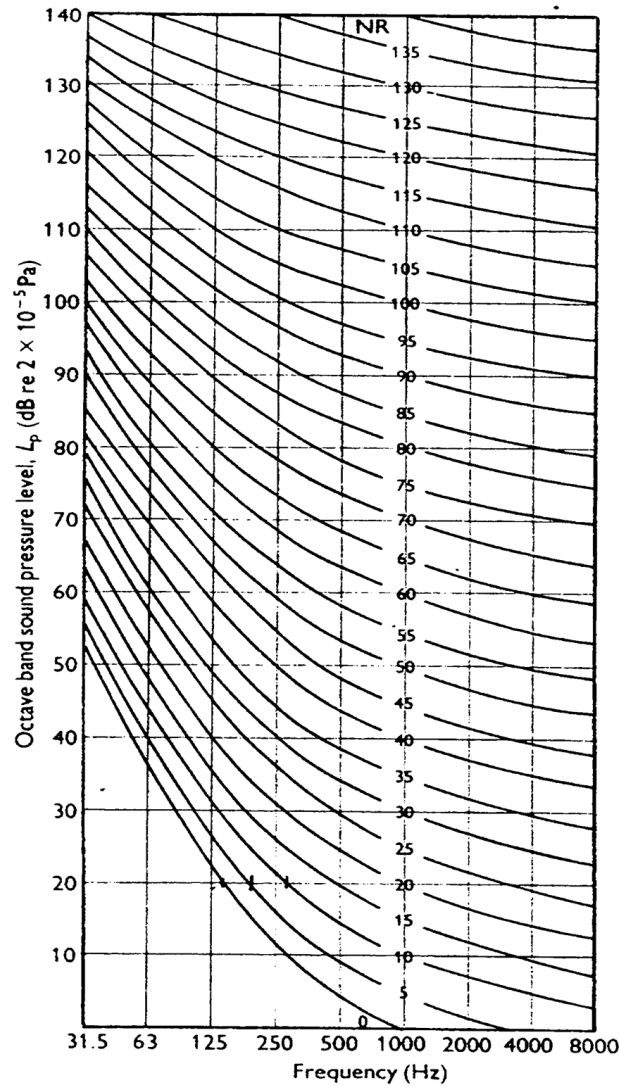
Tablo 2.1. *Kültürel tesis alanlarında kabul edilebilir gürültü düzeyleri (ÇGDYY, 2010)*

Kullanım Alanı		Kapalı Pencere Leq (dBA)	Açık Pencere Leq (dBA)
Kültürel Tesis Alanları	Tiyatro Salonları	30	40
	Sinema Salonları	30	40
	Konser Salonları	25	35
	Konferans Salonları	30	40

Tabloda görülen Leq değeri, örnek zamanlarda gözlenen ses enerjilerinin logaritmik ortalaması biçimine tanımlanmaktadır (Türk, 2011).

İnsan kulağının ses düzeyine karşı duyarlılığı frekanslara göre değişiklik gösterir. Bu nedenle kabul edilebilir gürültü düzeyi de frekanslara göre değişkenlik gösterir. Tüm

frekanslarda eşit düzeydeki mevcut fon gürültüsü kişilerce eşit oranda algılanmamaktadır. İnsan kulağı yüksek frekanstaki seslere daha duyarlıdır (Yüğrük Akdağ, 2008). Yüksek frekanslardaki bir gürültü düzeyinin insan kulağında oluşturduğu uyarıyı, alçak frekanslarda ancak çok daha yüksek bir düzeyle oluşturabilmek mümkün olmaktadır. İnsan kulağının yüksek frekanslı seslere karşı daha duyarlı olmasından dolayı eşdeğer duyumu oluşturan gürültü düzeyleri, frekansın düşmesiyle yükselir. Bir grafik üzerinde 6 oktavda eşdeğer uyarı oluşturan gürültü düzeyi değerleri birleştirildiğinde, bir eğri elde edilir ve bu eğriler “Kabul Edilebilir Gürültü Düzeyi Eğrileri” olarak tanımlanırlar (Kurtulan, 2009). Şekil 2.10’da literatürde kabul edilmiş ve kullanılmakta olan bu eğrilerden bir tanesi olan NR (Noise Ratio) eğrileri görülmektedir. Konferans, tiyatro, konser, opera salonları için NR 25 sınır değeri olarak kabul edilmiştir (Türk, 2011).



Şekil 2.10. Çeşitli frekanslardaki NR değerleri (<http-1>)

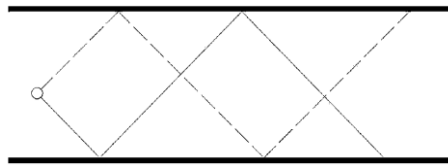
Hacim içerisinde akustik konforu olumsuz yönde etkileyen akustik kusurlar da, gürültü denetimi gibi mimari akustik çalışmalar kapsamında irdelenmesi gereken etkenlerin başında gelir. Oluşturulacak hacimlerde, akustik başarının sağlanabilmesi için öncelikli koşul akustik kusurlardan arınmışlıktır (Ergin, 2014).

Akustik kusurlar şunlardır:

- Yankı
- Vurgusal yankı
- Odaklanma
- Akustik gölge oluşması
- Düzgün yayılmamışlık
- Kaynak yerinin algılanmasında hata
- Distorsiyon
- Maskeleye
- Bileşiklik etkisi

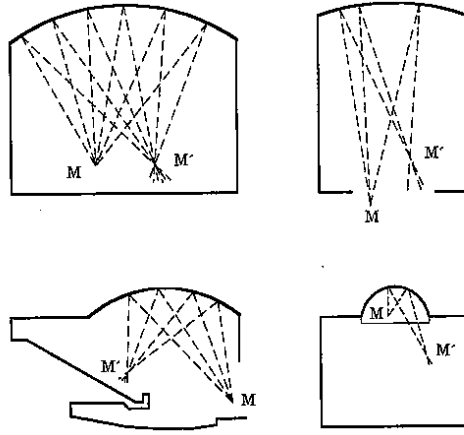
Yankı, dolaysız sese oranla dinleyicileri rahatsız edecek derecede yüksek düzeyli gecikmiş yansımadır (Yüksel Can, 2011). Kapalı bir hacimde yankı oluşmaması için dolaysız ses ile ilk yansıyan sesler arasındaki düzey ve süre farkı belli sınırları aşmamalıdır. Yankı, genelde kaynağa yakın yüksek tavan ve / veya uzak arka duvardan kaynaklanır. Hacimlerde yankının önlenmesi için yansıma mesafesi kısaltılmalı, dinleyiciye yansıma sağlayabilecek uzak mesafeli yüzeyler, özellikle salon arka duvarı, yutucu özellikte olmalıdır (Türk, 2011).

Birbirine paralel yansıtıcı yüzeylerin sebep olduğu, ses düzeyinde sık ya da seyrek tekrarlar olarak algılanan akustik kusur ise *vurgusal yankı* olarak tanımlanır. (Şekil 2.11) Bu kusur yüzeylerin paralellliğini bozmak, karşılıklı yüzeylerden en az birini yutucu gereçlerle kaplamak ya da yüzeyler üzerinde dışbükey elemanlar kullanmakla giderilebilir (Yüksel Can, 2011).



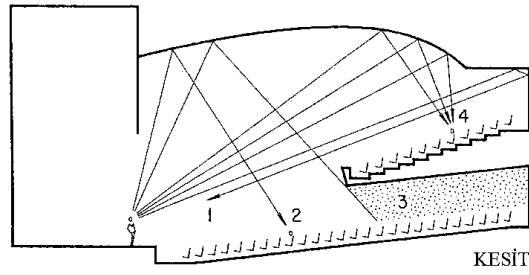
Şekil 2.11. Vurgusal yankı oluşumu (Türk, 2011)

Odaklanma, iç bükey yüzeylerden gelen yansımaların hacmin belli bölgelerinde toplanarak, hacimde ikinci kaynak etkisi oluşturmaktır (Ergin, 2014). (Şekil 2.12) Odaklanmayı önlemek için hacimlerde içbükey yüzeyler kullanmaktan kaçınmak gerekir. Ancak içbükey yüzeylerin yarıçaplarının, hacim yükseklik veya genişliğinin en az iki katı olması durumunda, kullanımında bir sakınca yoktur.



Şekil 2.12. Çeşitli hacimlerde görülen odaklanmalar (Eriç, 1994)

Akustik gölge oluşması, yüzeylerin engel oluşturması sonucu, altlarında kalan alanlara dolaysız sesin veya yararlı yansımaların ulaşımının engellenmesidir (Ergin, 2014). (Şekil 2.13) Akustik gölgeye derin balkon altlarında rastlanır (Erol, 2006).



Şekil 2.13. (1) Eko, (2) Uzun gecikmeli yansıma, (3) Ses gölgesi, (4) Ses odaklanması (Doelle, 1972)

Düzgün yayılmamışlık, mekânsal, zamansal ve spektral olarak ses alanının noktadan noktaya fark göstermesidir (Ergin, 2014).

Kaynak yerinin algılanmasında hata, dolaysız sesin, kaynağın görsel olarak konumlandığı alan haricindeki bölgelerden gelen yansımalarla beslenmesidir (Ergin, 2014).

Bir hacimde yansıma süresi frekanslara göre önemli farklılıklar gösterdiğinde ortaya çıkan akustik kusur *distorsiyon* olarak adlandırılır. Distorsiyon işitilen seste bozulmaya sebep olacağı gibi maskeleye de neden olur. (Türk, 2011).

Maskleme, en genel tabirle, iki sestten birinin, diğerinin duyulmasını engellemesi olayıdır (Yügrük Akdağ, 2008). Maskleme olayında, maskeleyen ve maskelenen seslerin düzeyleri ve frekansları ile yansıma süresi etkilidir. Yansıma süresi uzun olan hacimlerde bu olaya daha sık rastlanır. Hacimdeki fon gürültüsü ya da başka

kaynaklardan çıkan ses ya da gürültüler de esas ses kaynağı üzerinde maskeleyemeye neden olabilir (Türk, 2011).

Merdiven boşluğu, koridor, sahne kulesi gibi yansıma süresi salonunkinden farklı olan bir hacim bir salona bağlanmış ise bu iki hacim arasında “*Bileşiklik etkisi*” oluşur. Salonun yansıma süresi kontrollü olsa da, bağlantı hava boşlukları ile olduğu sürece bitişik hacmin farklı yansıma süresi olması nedeniyle fark edilir. Bu fenomen, özellikle açık geçişlere yakın yerlerde oturanlar tarafından fark edilir (Erol, 2006).

2.4.2. Oditoryumlarda akustik tasarım

Oditoryumlarda akustik tasarım yaklaşımları temelde 4 başlık altında incelenebilir. Bu başlıkta bahsedilen tasarım yaklaşımları incelenmiştir:

- Doğal akustik tasarım
- Değiştirilebilir akustik tasarım
- Elektro akustik tasarım
- Bütünleşik akustik tasarım

Alan çalışmasının doğal akustik tasarım üzerine kurgulanmasından dolayı doğal akustik tasarım diğerlerine göre daha detaylı olarak aktarılmıştır.

2.4.2.1. Doğal akustik tasarım

Mimari akustiğin alt başlıklarından biri olan hacim akustiği kapsamında ele alınan doğal akustik tasarım; kaynaktan çıkan ses dalgalarının, hacim içerisinde ilerleyip, hacim biçimi ve iç yüzey malzemelerinin etkisi ile şekillenmesi sonucu oluşan ses alanının teknik gereksinimler çerçevesinde, hesaplar aracılığıyla kontrol edilmesi sürecidir. Bu süreçte mimari tasarımın, ses alanını etkileyen öğeleri değerlendirilir ve işleve yönelik en uygun ortamın ortaya konabilmesi için tasarım geliştirilir. Tasarım süreci hacim boyutu, oranları ve biçimlenişinden başlar, iç yüzey malzemelerinin akustik özelliklerine, yüzey alanlarına, konumlarına ilişkin verilen kararlarla devam eder. Bu kararlar, işleve göre farklı değerlerin uygun kabul edildiği hacim akustiği parametrelerinin irdelenmesi sonucu oluşturulur. Yapılan çalışmalarda akustik kusurların oluşmaması için gerekli önlemler alınır. Sonuç olarak, insan sesi veya enstrüman sesi olarak kabul edilen doğal ses kaynağından çıkan sesin, hacim içinde ilerlemesi, yansıması, yutulması, dağılması ve ilerledikçe yegînliğini kaybetmesi gibi fiziksel olaylarla şekillenerek en uygun biçimde dinleyiciye ulaşması, doğal akustik tasarım çerçevesinde incelenir ve projelendirilir (Ergin, 2014).

Hacim büyüklüğü tasarımda ilk olarak ele alınması gereken konudur. Salonların hacim büyüklüğü işleve ve dinleyici sayısına bağlı olarak saptanmalıdır. Değişik işlevlerdeki salonların optimum hacim büyüklükleri farklı olacaktır (Türk, 2011).

Hava 1000 Hz ve yüksek frekanslı sesleri yutma eğilimindedir. Bu nedenle hacim büyüklüğü toplam yutuculuğa ve salonun ortalama yansıma süresine etki eder. Yansıma süresi, “2.4.3.1. Yansıma süresi (RT) (T_{60} , T_{30} , T_{20}) (Reverberation time)” başlığında detaylı bir biçimde ele alınmıştır. Bu konuda yapılmış çalışmalar, farklı işleve sahip salonlarda, kişi başına düşen ortalama hacmin farklılık göstermesi gerektiğini ortaya koymuştur. Tablo 2.2’de salon işlevine bağlı olarak koltuk başına düşen hacim oranları görülebilmektedir. Maksimum dinleyici sayısı - hacim büyüklüğü arasındaki oranlar aşağıdaki bağıntı kullanılarak bulunabilir (Türk, 2011):

$$N = 1,54V^{0,75} \quad (2.1)$$

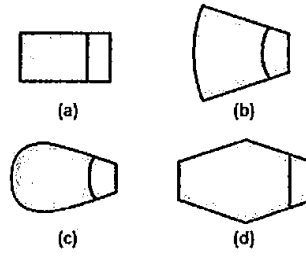
Burada; N Maksimum Dinleyici Sayısı, V hacim büyüklüğüdür. (m^3)

Tablo 2.2. Salon işlevine göre koltuk başına düşen hacim oranları (m^3) (Long, 2006)

Salon İşlevi	Minimum	Ortalama	Maksimum
Konferans Salonu	2,3	3,1	4,3
Konser Salonu	6,2	7,8	10,8
Opera Salonu	4,5	5,7	7,4
Kilise	5,1	7,2	9,1
Çok amaçlı kullanımı olan oditoryumlar	5,1	7,1	8,5
Sinema Salonu	2,8	3,5	5,1

Kapalı bir hacimde, dinleyicilere göre nokta kaynak olarak algılanacak konuşmacının sesi uzaklığın karesiyle ters orantılı olarak azalacağı için, seslendirmeye ihtiyaç duyulmayan hacimlerde, kaynak ve alıcı arasındaki mesafe kontrol edilmelidir (Long, 2006). Tasarımda özel önlemler alınmadığı sürece sesin dışarıdan güçlendirilmediği hacimlerde, anlaşılabilirlik 9 - 12 m kaynak dinleyici uzaklığı ile sınırlıdır. Öte yandan erken yanal yansımalar da hacim etkisi için önemlidir. Bu açıdan salon genişliği 32 m’yi aşmamalıdır (Yüksel Can).

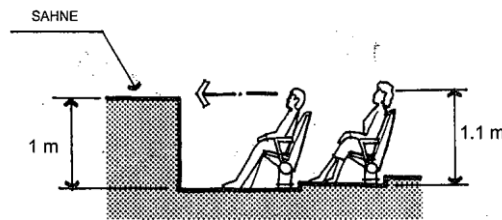
Hacim büyüklüğünün yanı sıra hacmin biçimlenişi de işlevi dinlemeye yönelik hacimlerde önem taşımaktadır. Bu hacimlerde plan tipleri genellikle; dikdörtgen, yelpaze, at nalı, gelişigüzel olarak gruplanabilir (Türk, 2011). Sahne ve dinleyici alanı konumlanması irdelendiğinde, sahne her plan tipi için merkezi konumlanabilir veya klasik olarak hacmin sonunda yer alabilir (Ergin, 2014). (Şekil 2.14)



Şekil 2.14. Plan tipleri (a) dikdörtgen tipi plan (b) yelpaze tipi plan (c) at nalı tipi plan (d) gelişigüzel plan (Türk, 2011)

Dikdörtgen tipi plan müzik işlevli salonlar için uygundur. Salonun yan duvarları dinleyici alanına büyük oranda yanal yansıma sağlar ki bu müzik için istenen bir durumdur. Yelpaze biçimi daha çok dinleyicinin sahneye eşit uzaklıkta konumlandırılmasına olanak tanır. Yelpaze planın akustik performansı genişliğine ve işlevine bağlıdır. Daha fazla dolaysız ses ve daha az yanal yansıma gerektiren konuşma amaçlı işlevler için daha uygundur. At nalı planlı salonlarda daha fazla sayıda dinleyiciyi sahneye eşit uzaklıkta yerleştirme imkânı vardır. Ancak yelpaze tipi plandan farklı olarak bu tip planda dinleyiciler salonda düşey olarak da dağılmış durumdadırlar. Bu da hacimdeki yutuculuğun düşeyde de dağıldığı anlamına gelmektedir. At nalı tipi plana sahip salonlarda toplam yutuculuk arttığından yansıma süresi de göreceli olarak daha kısa olur. Bu tip plan daha çok opera salonları için tercih edilir. Çünkü opera işlevi konuşma ile müzik işlevlerinin bir bileşimi şeklindedir ve bu işlev için gereken yansıma süresi değeri konuşmadan uzun, müzikten kısa olmalıdır. Sahneye daha çok dinleyiciyi yakın konumlandırmak için ortaya çıkan gelişigüzel plan, günümüze yakın dönem salonlarında çoğunlukla tercih edilmektedir. Gelişigüzel planların akustik başarısı yanal yansıtıcıların ve tavan yansıtıcılarının tasarımına bağlıdır (Türk, 2011).

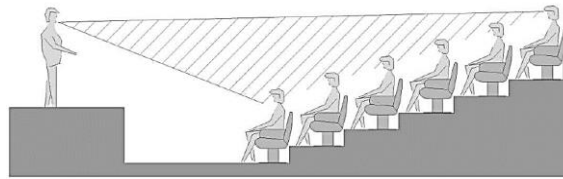
Dinleyici alanı tasarımı da doğal akustik tasarımda önem taşımaktadır. Oturan bir dinleyicinin göz hizası yerden 1,1 m yüksekliktedir. Dinleyicilerin sahnenin tabanını görebilmeleri için sahnenin dinleyicilerin bulunduğu döşemeden yüksekliği yaklaşık 1 m olarak kabul edilir (Şekil 2.15) (Egan, 1988).



Şekil 2.15. Sahne ve dinleyici göz hizası yükseklikleri (Egan, 1988)

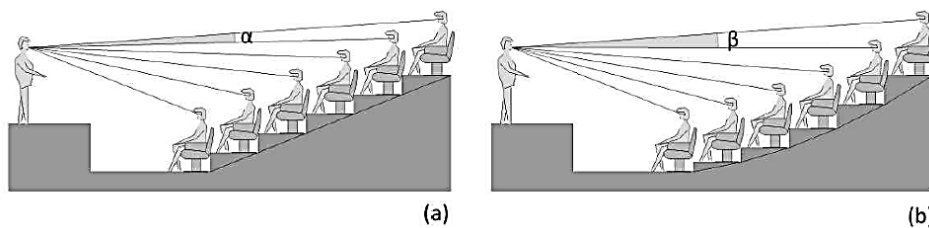
Döşemenin düz olduğu salonlarda dinleyici ile sahne arasındaki uzaklık arttıkça ses düzeyi düşer ve ses dinleyiciler tarafından daha fazla yutulmuş olur. Bunun sonucunda da arka koltuklarda akustik konfor koşulları sağlanamamış olur. Ayrıca seyirciler 12 m'den sonra sahne üzerindeki şahısların mimiklerini, 20 m'den sonra jestlerini ve 30 m'den sonra da beden hareketlerini net seçemezler. Bu yüzden düz döşeme kullanılan salonlarda dinleyici sayısı sınırlı kalır. Bu tip salonlarda konuşmacının dinleyicilerden daha yüksekte bir platforma çıkması, dinleyiciler tarafından sesin yutulmasını azaltarak arka koltuklara ulaşan ses enerjisinin artmasını sağlar (Mehta vd., 1999).

Dinleyici sayısının artırılması gereken durumlarda salon döşemesinde kademelenmeye gidilir. (Şekil 2.16) Bu kademelendirmedeki amaç arkadaki dinleyicilerin öndeki dinleyicilerin kafalarından engellenmeden rahatça sahneyi görebilmeleridir. Dinleyicinin sahneyi doğrudan görmesi, sahneden gelen seslerin yutulmadan doğrudan dinleyiciye gelmesi demektir. Bu bakımdan görsel konfor işitsel konforu da belirlemiş olur (Kurtulan, 2009).



Şekil 2.16. Önerilen kaynak – dinleyici konumlandırılması (Türk, 2011)

Sabit eğimle yükseltilmiş dinleyici alanında arka sıralara doğru işitme açısı küçülecektir. Bu da dolaysız sesin ön sıralarda daha fazla yutulup arka sıralara ulaşması anlamına gelmektedir. Dinleyici alanı artan eğimle yükseltildiğinde bu sorun çözülmüş olur. Bu durumda her sıradaki dinleyici eşit görme ve işitme açısına sahiptir. Şekil 2.17'de sabit ve artan eğimli dinleyici alanlarında işitme açılarındaki değişim görülebilmektedir (Türk, 2011).



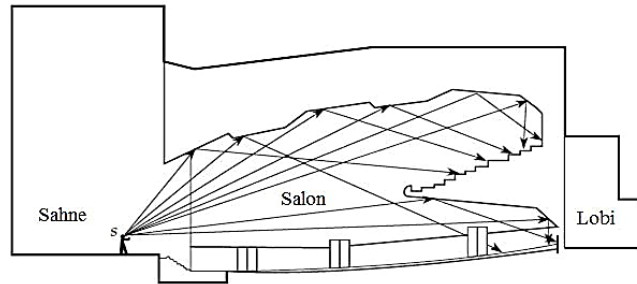
Şekil 2.17. Sabit (a) ve artan eğimli (b) dinleyici alanında işitme açıları ($\alpha < \beta$) (Türk, 2011)

Salon büyüklüğü, plan tipi ve dinleyici yerleşimi belirlendikten sonra ele alınması gereken konu salon yüzeylerinin biçimlenişidir. Salonlarda çeşitli yansıtıcı yüzeyler kullanılarak dinleyici bölgesinde yararlı yansımalar elde edilmelidir. Ses düzeyi, dinleyici alanı hedeflenerek tasarlanan yansıtıcı yüzeylerin kullanılmasıyla artırılabilir (Türk, 2011). Tavan ve duvardan yansıyan ses enerjisi salon plan ve kesiti üzerinde yapılan etütler ile istenen bölgeye rahatlıkla gönderilebilir. Burada dikkat edilmesi gereken nokta, yansıtıcı yüzeylerin boyutlarıdır. Yansıtıcı yüzeyler ilgili frekans aralığındaki tüm sesleri yansıtacak büyüklükte olmalıdır. Yansıtıcı uzunluğu ilgili dalga boyunun en az 1,5 katı olmalıdır ve yansıtıcı kenarlardan en az yarım dalga boyu mesafe bırakılarak sabitlenmelidir (Yüksel Can, 2011). Şekil 2.18’de önerilen yansıtıcı yüzeyi boyutları görülebilmektedir.



Şekil 2.18. Yansıtıcı yüzey boyutları ($l > \frac{1}{2}\lambda$, $L > 1,5 \lambda$) (Türk, 2011)

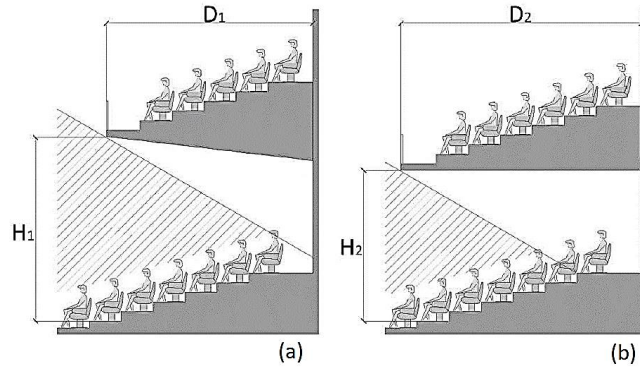
Yararlı yansımaların sağlanabilmesi için konuşmacı ya da icracı üzerinde bulunan tavan malzemesi sert ve düz olmalıdır. Salonlarda tavanın tamamen yansıtıcı olması gereksizdir. Tavanın yararlı yansımaya sağlamayan kısımları yutucu, dağıtıcı ya da girintili olabilir (Türk, 2011). Çoğu salonda tavan geometrisi, sesi salonun arkasına yönlendirecek şekilde ya da bütün salona bir uçtan diğer uca yayacak şekilde tasarlanmıştır. Bir tavan, sesi farklı oturma alanlarına yansıtacak şekilde belirli ebat ve açılarda konulmuş birkaç parçadan oluşabilir. (Şekil 2.19) Bazı salon tasarımlarında tavan, birkaç bağımsız bölüm olarak salon akustiğini çeşitlendirmek için yükseltilir veya alçaltılır. Örneğin tavan alçaltıldığında, salon akustiği daha samimi olur. Kubbe, fiçî şeklinde tavan ve silindirik kemerler gibi içbükey yüzeyler, istenmeyen ses odaklanmaları üretmelerinden dolayı tercih edilmemelidir (Everest ve Pohlmann, 2009).



Şekil 2.19. Tavan parçalarının salondaki belirli oturma alanlarına sesi yansıtmak için açılı tasarlanması (Everest ve Pohlmann, 2009)

Kesit çalışması ve tavan panelleri ile ilgili olarak dikkat edilmesi gereken bir diğer konu ise, kaynaktan gelen dolaysız ses ile tavandan gelen yansıyan ses arasındaki zaman farkıdır. Uzun zaman farkıyla gelen yansımalar dinleyici tarafından yankı olarak algılanabilir (Long, 2006).

Salon tasarımında dikkat edilmesi gereken diğer bir nokta da balkon kullanımıdır. Balkonlar büyük salonlarda asılmış dinleyici alanları olarak kullanılırlar. Açık olarak, balkon altında kalan dinleyiciler görsel ve işitsel olarak dezavantajlı durumdadırlar ve koltuk fiyatları genellikle bunu destekler niteliktedir. Birçok salonda dinleyiciye erken ulaşan ses düzeyi asılı yüzeylerin varlığından etkilenir. Dinleyiciye geç ulaşan ses enerjisi de çoğu durumda balkon altlarında azalır. Geç sesin dinleyiciye ulaşabildiği açı, balkon parapeti sebebiyle küçülür. Buna bağlı olarak balkon altı derinliği az ve ağız açıklığı fazla olmalıdır. Şekil 2.20’de bu ve tersi durum için örnek verilmiştir. Derin balkonun altında yansımış enerji ve dinleyicinin sesle sarmalanma hissi daha azdır, ayrıca yansıma süresi de salonun diğer bölümlerine oranla daha kısadır (Türk, 2011).



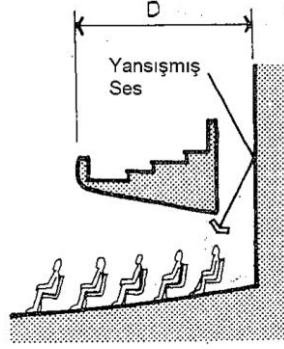
Şekil 2.20. Balkon çözümleri ($D1 < D2$, $H1 > H2$)

(a) açıklığı büyük, derinliği az balkon

(b) açıklığı küçük, derinliği fazla balkon (Türk, 2011)

Derin balkonlar akustik gölgeye yol açar. Beranek konser salonları için D/H oranının 1’den, operalar içinse 2’den küçük olmasını önermiştir (Yüksel Can, 2011).

Balkon altında akustik gölge oluşmasının önlenmesinin ve burada oturanlara yeterli yansıma ulaşmasının bir yolu da balkon altı yüzeyinin eğiminin doğru tasarlanmasının yanında balkonun bağımsız çalışmasıdır. Buna “uçan balkon” uygulaması denir. (Şekil 2.21) Bu sistemde balkon arka duvardan kopartılmakta, balkona ulaşım bir veya birkaç noktadan köprü ile sağlanmaktadır. Uçan balkon uygulamasında D açıklığı balkon altı yüksekliği H ’dan bağımsızdır, çünkü ses arkadan da ulaşmaktadır (Egan, 1988).



Şekil 2.21. Uçan balkon (Egan, 1988)

Sahne tasarımı da doğal akustik tasarımda önemli bir konudur. Özellikle müzik işlevli salonlarda salonun akustik kalitesini belirlemede öncelikli önem taşır. Sahne (Yüksel Can, 2011);

- Çalgılardan çıkan sesleri toplamalıdır.
- Sesleri sahnede harmanlamalıdır.
- Sesleri dinleyici alanına yüksek ses kalitesi ile iletmelidir.
- Ses enerjisinin bir kısmını icracılara geri göndermelidir.

İcracıların akustik açıdan gereksinim duyduğu parametreler sahnenin özelliklerine bağlıdır. Bu gereksinimlerden dolayı sahneye ait tüm yüzeyler yansıtıcı olarak tasarlanmalıdır. Sahneye ait malzeme özelliklerinin yanı sıra sahne boyutları da önemlidir (Türk, 2011). Beranek icracı başına 1,9 m², Barron ise 1,5 m² alan öngörür (Yüksel Can, 2011).

Doğal akustik tasarımda, hacim tasarlandıktan sonra malzeme seçimlerine ilişkin kararlar verilir. Bu çalışmalar, malzemelerin yüzey alanlarına ve hacim içindeki konumlarına karar verilmesi sürecini kapsar. Bu belirlemeler, yansıma süresi parametresi değerleri göz önünde bulundurularak yapılmalıdır.

Uygun malzemelerin ve miktarlarının belirlenmesine yönelik, yansıma süresi değeri hesaplamaları, Sabine ve Eyring formülleri uygulanarak konvansiyonel yöntemlerle veya hacmin üç boyutlu modeli üzerinden akustik simülasyon programları kullanılarak yapılır. Belirlenen malzemelerin konumlarına karar verilirken de temel ilke olarak, kaynaktan çıkan sesi dinleyici alanına yönlendirici, kaynağa yakın konumlanan ve yanal yansıma sağlayan yan duvarların dinleyicilerin ışırtı yüksekliğini kapsayan bölümleri (100-150 cm) gibi yararlı yansıma sağlayacak yüzeyler, tüm frekanslarda yansıtıcı olarak tercih edilir. Kaynaktan uzak, salonun arka bölümlerine gidildikçe yutuculuğun artması, en arka duvarın ve odaklanma veya yankı gibi akustik kusurlara

sebeap olabilecek yüzeylerin tüm frekanslarda yutucu özellik gösteren malzemelerle kaplanması tercih edilebilir (Ergin, 2014).

2.4.2.2. Değiştirilebilir akustik tasarım

Oditoryumların akustik tasarımına ilişkin ikinci yaklaşım, değiştirilebilir akustik kullanılmasına dayanmaktadır. Bu uygulama oditoryumun çok amaçlı kullanımı durumunda yapılmaktadır. Farklı performansların farklı akustik gereksinimlerinin olması ve çok amaçlı kullanımı olan oditoryumlarda birden fazla işlevin aynı salonda sunulması, hacimlerde değiştirilebilir akustik tasarım yaklaşımların geliştirilmesi sonucunu doğurmuştur (Ergin, 2014).

Yansışım süresi parametresinin değiştirilebilir olması, elde edilebilecek en değerli akustik değişikliklerdir (Barron, 2010). Yansışım süresi parametresine “2.4.3.1. Yansışım süresi (*RT*) (*T₆₀*, *T₃₀*, *T₂₀*) (*Reverberation time*)” başlığında değinilmiştir. Sabine denklemine bakıldığında, değiştirilebilir yansışım süresi değerinin salonun hacminde veya salondaki toplam ses yutucu yüzey alanında yapılacak değişikliklere bağlı olduğu görülmektedir (Ergin, 2014).

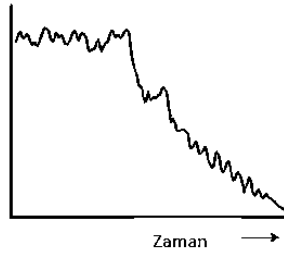
Değiştirilebilir akustik tasarım uygulamalarının farklı yöntemleri vardır. Bu yöntemler şunlardır:

- Değiştirilebilir Salon Hacmi
- Yansışım Odaları
- Yüzeylerde Değiştirilebilir Akustik  zellikler
- Hareketli Yansıtıcılar ve Orkestra Kabuğu
- Değiştirilebilir Dinleyici Sayısı

Değiştirilebilir salon hacmi yaklaşımında salonun işlevi değiştirilirken hacim değişikliği uygulanır. Bu tür değişikliklere, genellikle salonun oturma kapasitesinde de değişiklik yapılması eşlik eder (Makrinenko, 1994). Değiştirilebilir hacim oluşturmanın temel iki yöntemi; hareketli paneller/bölücüler ve hareketli tavan örtüsü sistemleridir. Hareketli bölücü paneller hacimlerin dikey bölünmesi amacıyla sıklıkla uygulanmakta olup, genellikle döşeme alanı ve alana bağlı olarak dinleyici kapasitesini değiştirmek amacıyla kullanılmaktadır (Ergin, 2014). Çok amaçlı kullanımı olan oditoryumlarda ise gereksinim duyulan değişken akustik ortamın yaratılması için yatay hareketli yüzeylerle oluşturulan hareketli tavanlar daha etkin yöntemlerdir. 1960lar ve 1970lerde başlayan

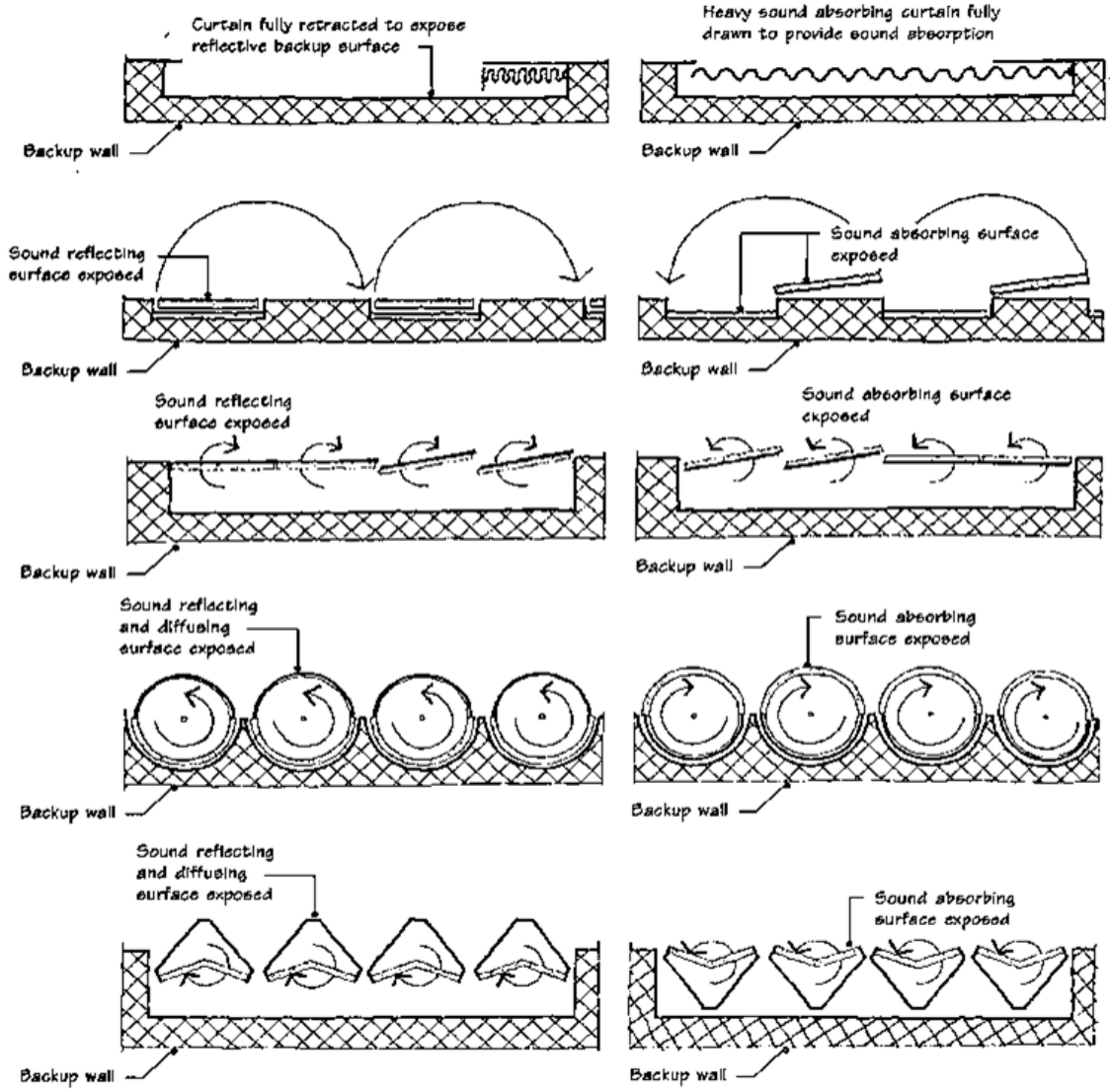
hareketli tavan uygulamalarında, tavan hareketli pek çok parça panelden oluşmakta veya tek bir eleman olarak hareket ettirilmektedir (Barron, 2010).

Yansışım odaları yaklaşımında; salon hacminin etrafında konumlandırılan, kapılarla hacimde değişken bileşiklik etkisi oluşturan hacimler olan yansışım odalarından faydalanılır. Yansışım odaları eklendikleri salon hacmini arttıırırlar ancak, salon hacminin bütünsel olarak artmasından farklı olarak küçük alanlarla salona bağlanırlar ve ortaya çıkan akustik etki de bir önceki paragrafta aktarılandan farklı olur. Salon hacmi ile yansışım odalarının hacmi bileşik hacim olarak çalışır. Salonun yansışım süresi düşüşü çift eğimli olur; birinci eğim salon hacmi tarafından belirlenirken, ikinci eğim yansışım odaları hacimleri tarafından belirlenir. (Şekil 2.22) Yansışım odalarının birleşme alanı ve hacimlerin yansışım oluşturmaı uygulamada önem taşımaktadır. Böylelikle, yeterli ses enerjisi yansışım odasına girebilmeli ve sonrasında yavaş yavaş salon hacmine geri karışmalıdır (Barron, 2010).



Şekil 2.22 Çift eğimli yansışım süresi grafiğı (Barron, 2010)

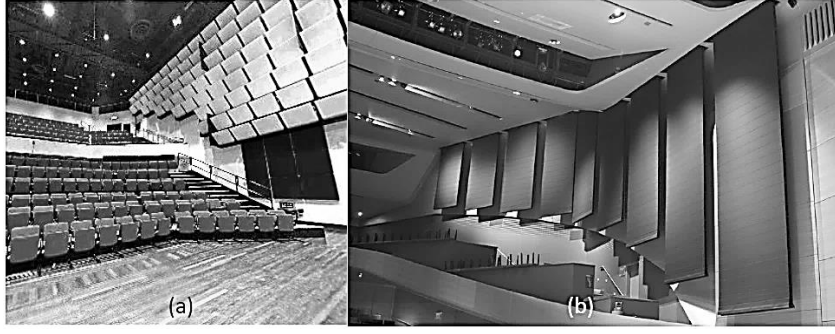
Salon yüzeylerinde değıştirilebilir malzeme uygulamalarının yapılması salonlarda belki de en çok rastlanan değıştirilebilir akustik uygulamasıdır. Aynı yüzeyin farklı kullanımlarda yansıtıcı, yutucu veya dağıtıcı olması farklı uygulamalarla sağlanabilir (Ergin, 2014). (Şekil 2.23)



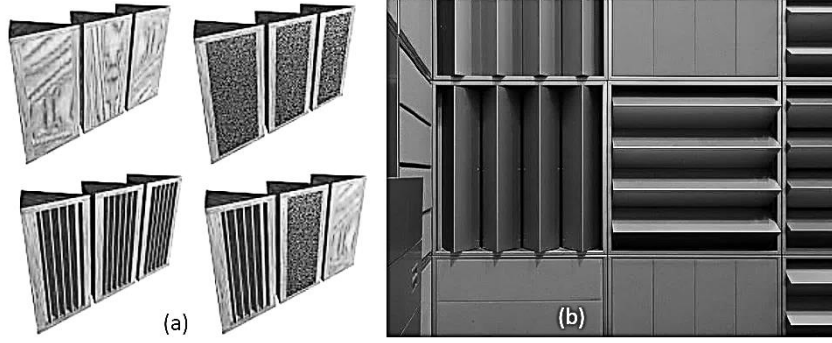
Şekil 2.23. İşleve göre yutuculukları değiştirilebilen elemanlar (http-2)

Yüzeylerde değişebilir uygulamalar aşağıda gruplanmıştır (Ergin, 2014): (Şekil 2.24, 2.25)

- Salon yüzeylerinin üzerine açılıp kapanabilen kanatların konması (1-a)
- Motorlu perde sistemleriyle yüzeyin kaplanması (1-b)
- Yüzey panellerinin döndürülebilir olması (2-a)
- Hareketli panellerin hacim içerisine yerleştirilmesi (2-b)



Şekil 2.24. (a) Hong Kong Academy for Performing Arts (b) Alice Tully Hall, Juilliard School of Music, New York (<http-3>, <http-4>)

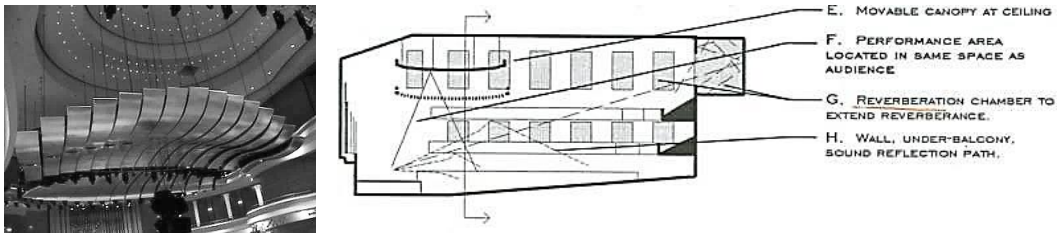


Şekil 2.25. (a) Triffusors®, Acoustic GRG Products Ltd, RPG (b) Danish Radio Concert Hall Studio (<http-5>, <http-6>)

Bazı avantajlarına rağmen, değişken ses emiliminin dezavantajları da vardır. Değişken ses emiliminin kullanımı yetersiz bir yansıma süresi aralığı sunar (Aktı, 2014). Yüzeyle eklenecek yutucu uygulamasıyla salonun yansıma süresinin değiştirilmesinin doğurabileceği iki olumsuz sonuç vardır (Ergin, 2014):

- Kaynaktan yayılan sesin düzeyi düşer.
- Erken yararlı yansımalar sönmülenebilir.

Salonlarda hareketli yansıtıcı yüzey, kanopi (sahne üstü yansıtıcı) uygulamaları da değiştirilebilir akustik tasarım yaklaşımlarındandır. (Şekil 2.26) Uygulamada yüzeylerin yüksekliklerinin ve açılarının ayarlanabilir olması, değişken akustik ortam koşullarını hacimlere getirirken, tercih edilen performanslarda kullanılıp, tercih edilmeyen performanslarda kullanılmaması esnekliğini sağlamaktadır (Barron, 2010).



Şekil 2.26. Mc Dermott Konser Salonunda dışbükey hareketli kanopi (sahne üstü yansıtıcı) (Yüksel Can)

Konser salonlarının yanı sıra, konuşma amaçlı hacimlerde de erken yansımaların önemi sebebiyle sahne üzeri hareketli yansıtıcı paneller önem kazanmakta, konuşmanın anlaşılabilirliğini arttırıcı yönde rol oynamaktadır. Ekstra yansımaların yanı sıra, hareketli paneller, sahneden gelen ses enerjisinin salonun üst hacimlerine ulaşan bölümünü düşürerek, dinleyici alanına geç yansıma olarak dönmesine engel olacaktır. Drama performanslarının sergilendiği, sahnenin salona proscenium (sahne önü) açıklığı ile bağlandığı ve sahne üzerinde dekor kulesinin bulunduğu salonların özellikle seslendirmesiz, orkestral müzik performanslarına uygun akustik şartlara sahip olması için sahne alanına hareketli orkestra kabuğu sistemi tasarlanır (Ergin, 2014). Şekil 2.27’de hareketli orkestra kabuğu uygulaması görülmektedir.

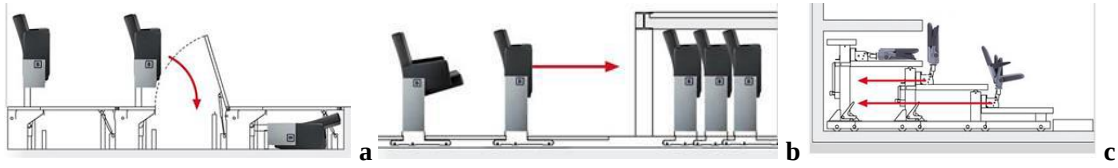


Şekil 2.27. Hareketli orkestra kabuğu örneği; Wenger Corporation, Diva® Full-Stage Acoustical Shells (<http-7>)

Orkestra kabuğu tasarımında amaç sahnede üretilen ses enerjisinin sofita kulesi içerisinde sönümlenmesini engelleyerek, hem orkestra sanatçıları için sahnede uygun akustik ortamın yaratılması hem de ses enerjisinin dinleyici alanına yönlendirilmesinin sağlanmasıdır. Bu amaçla orkestra kabuğu panellerinin oluşturacağı alan ve hacim doğru tasarlanmalı, salon hacmi ile uyumlu geometriye sahip olarak, derinliği, genişliği ve yüksekliği irdelenmelidir (Ergin, 2014). Long’a göre 186 m²’lik alanda konumlanacak büyük orkestra dikkate alındığında, orkestra kabuğu derinliği 9,1 m ile 12,3 m arasında, genişliği, ön ile arka genişliğin orta noktasında 15 m ile 18 m arasında, yüksekliği ise 10,7 m ile 13,7 m arasında olmalıdır (Long, 2006).

Değiştirilebilir dinleyici sayısı da değiştirilebilir akustik tasarım yaklaşımında kullanılan bir yöntemdir. Dinleyici alanı, çok amaçlı kullanımı olan oditoryumlarda en etkin yutucu alanlardan birisidir. Bu nedenle dinleyicilerden gelen yutuculuk, salonun yansıma süresini büyük oranda etkilemektedir. Salonlarda çeşitli konfigürasyonlarla dinleyici alanının değiştirilmesi, orkestra çukurunun kullanılmayacağı performanslarda

dinleyici alanına eklenmesi, koltukların zemin içine gizlenebilir olması gibi yöntemlerle dinleyici sayısında değişiklikler yapılmaktadır (Ergin, 2014). (Şekil 2.28)



Şekil 2.28. a) Matasub Seating b) Mutaflx Seating c) Telescopic Tribune, Figueras Figueras International Seating, Seats (http-8)

2.4.2.3. Elektroakustik tasarım ve ses güçlendirici sistemler

Oditoryumların akustik tasarımına ilişkin bir diğer yaklaşım elektro-akustik kullanımını kapsamaktadır. Bu durumda, salondaki yansıma süresinin, konuşma ve sinemanın gereksinimlerini karşıladığı düşünülmektedir. Konser programları için olan yansıma süresi, elektro-akustik yapay bir yansıma sistemiyle yükseltilmektedir. Böylece yansıma süresini kontrol etmek ve onu geniş aralıkta çabucak değiştirmek mümkün hale gelmektedir. Koltuklara, erken gelen yansımaları sağlamada (ve en uygun yansıma modelinin oluşturulmasının sağlanmasında) yaşanan sorunlar, doğal ses yansımalarının çok geç geldiği noktalara yerleştirilecek yüksek kalite hoparlörler yardımıyla çözülebilir. Gecikmeyi ve doğrudan gelen sese göre hoparlörün ses seviyesini kontrol ederek doğal bir ses elde etmek ve ana ses kaynağını doğru yere yerleştirmek mümkündür. Salonun yan duvarlarına yerleştirilen hoparlörlerin yardımıyla, müzik sesleri için önem arz eden yanal yansımaları canlandırmak mümkündür. Elektro-akustik çözüm, karmaşık ve pahalı cihazlar ve yüksek nitelikli servis elemanları gerektirmekte, salonu doğal akustiğe sahip müzik programlarına elverişsiz hale getirmektedir. Böyle bir çözüm, orkestranın doğal duyulabilirliğinin sağlanmasının zor olduğu, 3,000’den fazla dinleyiciye ev sahipliği yapan salonlarda kaçınılmaz bir seçenektir. 6,000 kişilik Kremlin Kongre Salonu, bu tür bir elektro-akustik sisteme sahip çok amaçlı geniş bir salon örneğidir (Makrinenko, 1994).

Ergin’e göre oditoryumlarda elektro akustik tasarımın kullanım amaçları; sesin güçlendirilmesi, seslendirmeli işlevler için kaydedilmiş sesin yayınlanması, sinyallerinin elektronik olarak düzenlenmesi ve sunulması başlıkları altında gruplanabilir (Ergin, 2014). Önceleri, doğal sesin yetersiz kaldığı durumlarda, sesin niceliğini arttırmak amacıyla uygulanan sistemler, artık, doğru ekipman seçimleri ve

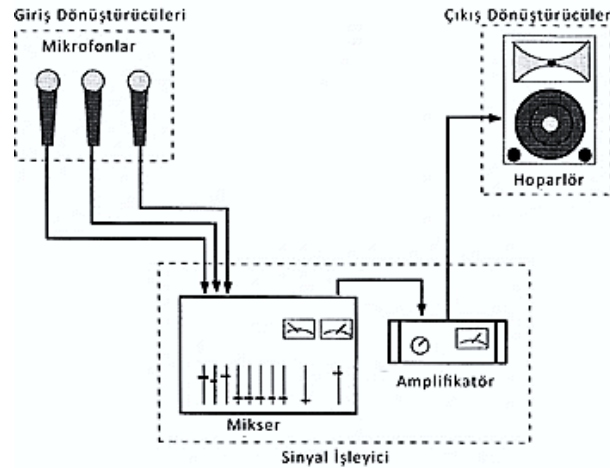
yerleşimleriyle, salonlarda sesin niteliğinin de istenilen biçimde sunulmasına olanak tanımaktadır.

Oditoryumlarda elektro akustik tasarımda dikkat edilmesi gereken konular aşağıdaki şekilde özetlenebilir:

- Yeterli ses düzeyinin bütün dinleyici alanında homojen dağılımı
- Dinleyiciye ulaşacak sinyalin, hatalı teknik donanımdan veya yapaylık ve bozukluklardan uzak olması (Maekewa vd., 2011)

- Sesin hoparlörden geldiği etkisi verilmeden, kaynağın doğal yön algısının sağlanması (Varlık etkisi): *Bir hacimde kulağa dolaysız sesten sonra, ilk 50 msn içinde gelen yansımalar dolaysız sesle birleştirilir ve farklı doğrultulardan da gelseler dolaysız sesin doğrultusunda algılanır, bu sürede entegre edilen sesler aynı zamanda dolaysız sesin düzeyini artırır, bu olay Varlık Etkisi olarak adlandırılır (Yüksel Can, 2011).* Seslendirme sistemi mümkün olduğu kadar doğal olmalı, akustik konumlandırma ile görsel etkinin bire bir örtüşmesi hissi dinleyicide oluşturulmalıdır. İdeal durum, dinleyicinin duyduğu sesin hoparlörden değil, sahnede konumlanan doğal kaynaktan geldiğini hissetmesidir (Doelle, 1965).

Temel olarak, seslendirme sistemi üç bileşenin ilişkisiyle kurulur; mikrofon, amplifikatör, hoparlör. Doğal ses kaynağının yanına yerleştirilen mikrofon kaynaktan yayılan ses enerjisini toplar, onu elektrik enerjisine çevirir ve amplifikatöre doğru iletir. Amplifikatör elektrik sinyalini, genliğini artırarak hoparlöre iletir ve hoparlör elektrik sinyalini, dinleyicilere istenilen düzeyde dağıtılması için, hava doğuşlu ses dalgalarına dönüştürür (Doelle, 1965). Basit seslendirme sistemi şematik olarak Şekil 2.29’da görülmektedir.



Şekil 2.29. Basit seslendirme sistemi (Davis ve Jones, 1990)

Hoparlör, seçimi ve yerleşimi, elektroakustik tasarım yaklaşımında büyük önem taşımaktadır. Bu çalışma kapsamında yalnızca hoparlör özellikleri ve yerleşiminden bahsedilmiş, diğer elektro akustik sistem ekipmanları çalışma kapsamı dışında bırakılmıştır. Hoparlörler; ses sinyali insan kulağının algılayabileceği form olan sese dönüştüren cihazlar olarak tanımlanmaktadır (Kamacı, 2012).

Hoparlörler kullanım amaçlarına bağlı olarak üçe ayrılmaktadır:

- Yüksek band (highband/tweeter) hoparlörler
- Orta band (midband) hoparlörler
- Alçak band (lowband) hoparlörler

Tek-hedef doğrultulu ve dikey-sıralı olmak üzere yaygın olarak kullanımı tercih edilen iki çeşit hoparlör sistemi bulunmaktadır. Tek hedef doğrultulu sistemler adından da anlaşılacağı üzere, salon içerisinde sadece hedef kitleye doğru yayın yapacak şekilde konumlandırılmaktadır (Kamlet, 2005). Dikey sıralı hoparlörler (line arrays) ise ön koltuklardan arka koltuklara kadar eşit seviyede kapsama alanına sahip olduklarından dolayı, büyük salonlarda yaygın olarak tercih edilmektedir. Söz konusu hoparlörlerin dikey kapsama alanları; kabinlerin birbiri üzerine dizilimlerine bağlı olduğundan, salon yüksekliği, dikey-sıralı hoparlörlerin kullanımını sınırlayan etkenlerden biri haline gelmektedir. Ayrıca, salon derinliğinin az olması durumunda, dikey-sıralı hoparlörlerin ürettiği güçlü ses sinyallerinin arka duvara yüksek bir şiddetle çarpması sonucunda istenmeyen yansımalar ortaya çıkmaktadır (Kamacı, 2012).

Kamacı'ya göre hoparlör sistem tasarımına etki eden etmenler şunlardır (Kamacı,2012):

Ses kanalı özellikleri: Sahne performansına göre belirlenen ses kanalları; sadece konuşma performanslarını içeren salonlarda “mono” olarak tercih edilirken hem konuşma hem de müzik performanslarını içeren salonlara “stereo” (sağ ve sol kanal), çok amaçlı kullanımı olan oditoryumlarda ise multi-kanallı (sağ, merkez ve sol kanal) olarak tasarlanmaktadır

Frekans aralığı: Frekans aralığı genel olarak; sadece ses içeren frekans aralığı (80 Hz – 18 kHz) ve hem ses hem de müzik içeren frekans aralığı (40 Hz – 18 kHz) olarak iki kategoriye ayrılmaktadır.

Güç ihtiyaçları: Kapsama alanı ihtiyacının karşılanmasında gerekli olan ses basınç seviye değerleri, kabin ölçülerinin seçiminde öncülük etmektedir. Ses kaynağından yayılan ses sinyalleri, mesafenin artışı ile logaritmik olarak azalmaktadır.

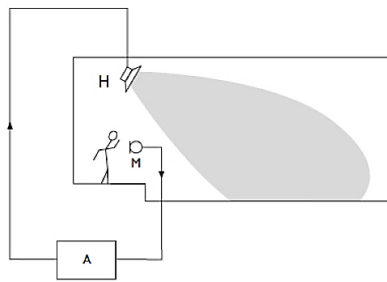
Ters-kare kuralı olarak tanımlanan bu durumda, bir nokta ses kaynağından, küresel olarak yayılan ses, uzaklaşılan mesafenin karesi oranında azalmaktadır.

Hoparlör yerleşimi: Uzun dalga boylarına sahip düşük frekanslı sesler, nesnelerin etrafından geçebilmelerine rağmen, kısa dalga boylarına sahip yüksek frekanslı sesler, güzergâhları üzerindeki nesneler tarafından engellenebilmekte ve bu nesnelerin arkasında oturan dinleyiciler için, söz konusu ses frekans kısımlarının kaybolmasına yol açabilmektedir. Bu nedenle hoparlörler, dinleyicilerin orta ve yüksek frekansları açıkça duyabilmeleri için, tüm dinleyicilerin görüş açısını kapsayacak şekilde konumlandırılmaktadır. Hoparlörden yayılan ses dalgalarını yansıtan veya kıran her yüzey, ses dalgalarının frekans cevaplarının değişmesine yol açmaktadır. Fakat bu etkiler, hoparlör konumlandırılmalarının doğru yapılmasıyla en aza indirilebilmektedir.

Mikrofonların mekânın gönderici tarafına yerleştirildikleri salonlarda, hoparlör sistemlerinde üç yerleşim tipi vardır (Doelle, 1965):

- Merkezi yerleşim (central)
- Dağıtılmış/yayınık (distributed)
- Çok kanallı

Merkezi yerleşim (central) güçlendirilmiş sesin orijinal ses ile aynı doğrultudan gelmesi sebebiyle en gerçekçi olan sistemdir. Bu durum, artmış güç ve netlik etkisi yaratacaktır ve dinleyiciler hoparlörden değil, performansçıdan gelen sesi tanımlayacaktır (Kuttruff, 2000). (Şekil 2.30)

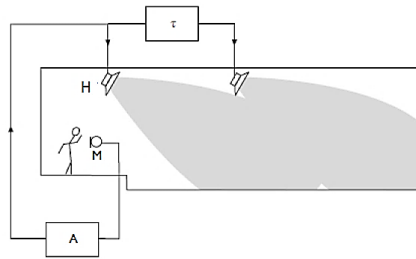


Şekil 2.30. Merkezi hoparlör yerleşimi (Kuttruff, 2007)

Dağıtılmış/yayınık (distributed) sistemde çok fazla gerçekçilik beklenemese de eğer hacimde yansıma süresi çok uzun değilse, konuşmanın anlaşılabilirliği yüksek düzeyde sağlanır. Sistemde pek çok hoparlör tavana yerleştirilir, dinleyici alanına doğru yönelir, göreceli olarak düşük ama konforlu bir düzeyde çalıştırılırlar, yerleştirilen her

bir hoparlör belli bir alanı kapsar ve dinleyici alanında daha eş düzeyli bir ses alanı oluşturulmuş olur. (Şekil 2.31) Şu durumlarda tercih edilmelidir (Kuttruff, 2007):

- Merkezi sistemin yerleştirilmesi için uygun fiziksel ortamın olmadığı düşük tavan yüksekliği olan salonlar
- Dinleyici alanının çoğunluğunun merkezi hoparlör üzerinde uygun görüş açılarının olmaması
- Hacimlerin bölünebilir tasarlanması



Şekil 2.31. Dağıtılmış hoparlör yerleşimi (Kuttruff, 2007)

Dağıtılmış hoparlör yerleşimi sırasında dikkate alınması gereken temel tasarım kriterleri aşağıdaki gibidir (Maekewa vd., 2011):

- Her bir hoparlörün etki edeceği alan, hoparlör yönlülükleri dikkate alınarak sınırlandırılmalı ve her alandaki ses düzeyi, komşu alanları etkilenmemesi amacıyla kontrol edilmelidir. Bu yaklaşım salondaki netliği arttıracaktır.
- Her bir hoparlöre uygun zaman gecikmesi uygulanmalı, böylelikle dinleyicilerin en yakın hoparlörden, orijinal kaynaktan gelen sesteki birkaç milisaniye sonra duyması sağlanmalıdır.

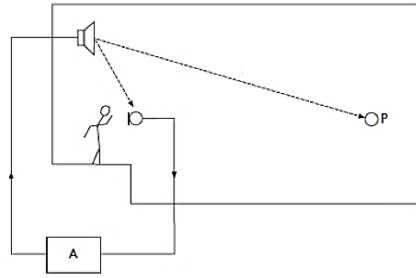
Çok kanallı seslendirme sistemi, ses kaynağının hareket ettiği veya grup olan vokaller ve enstrüman performanslarının ses ürettiği, büyük sahnelerde kullanılmaktadır ve ses kaynaklarının mekânsal dağılımlarının yarattığı sessel illüzyonu korur. Bu sistemler seste kayda değer bir gerçekçilik ve dinleme keyfi sağlar (Ergin, 2014).

Çok amaçlı kullanımı olan oditoryumlarda merkezi, dağıtılmış ve çok kanallı hoparlör sistemlerinin eşzamanlı kullanımı mantıklı ve gerekli olmaktadır. Genel olarak hacim sahne açıklığı etrafına konumlandırılan, sağ, orta (merkez) ve sol hoparlörlerle beslenirken, salonda zayıf kalan noktalar için dağıtılmış hoparlörler eklenir (Ergin, 2014).

Elektro akustik tasarım sürecinde, hoparlör ve mikrofon yerleşimleri ile ilgili, en önemli noktalardan biri, akustik geri beslemenin (acoustical feedback) önlenmesidir.

Akustik geri besleme Şekil 2.32’de görülmektedir. Bunun için hoparlörlere göre mikrofonların konumları doğru ayarlanmalı, hoparlörden yayınlanan sesin mikrofon tarafından yeniden sisteme alınması engellenmelidir. Başarısız tasarlanmış bir seslendirme sisteminde bu durumun gözlemlendiği koşullar (Kuttruff, 2007);

- Hoparlörden yayılan sesin mikrofon tarafından toplanması,
- Hacim içerisindeki yansıtıcı yüzeylerin yansıtmış sesi mikrofona yansıtacak şekilde konumlanması,
- Hacmin yansıma süresinin uzun olmasıdır.



Şekil 2.32. Akustik geri besleme şematik gösterimi (Kuttruff, 2007)

Bu durumun önlenmesi için hoparlörler doğru konumlandırılmalı, gerek mikrofonların gerekse hoparlörlerin yönlülük özellikleri dikkate alınarak sistemler tasarlanmalıdır (Ergin, 2014).

2.4.2.4. Bütünleşik akustik tasarım

Bir diğer akustik tasarım yaklaşımı ise; çok amaçlı hacimlerde tasarım sürecinde hem doğal hem elektro akustik tasarımın irdelenmesiyle, aynı hacimde bu yaklaşımların birleştirilmesidir. Aynı hacmin farklı performanslar değerlendirilerek kullanım şemalarının oluşturulması ve hem doğal hem elektro akustik için simülasyon çalışmaları ile tasarımın analiz edilmesiyle optimum çözüm bulunabilecektir. Doğal ve elektro akustik tasarımın birleştirilmesini içeren bu yaklaşım, bütünleşik akustik tasarım yaklaşımıdır (Ergin, 2014). Bu süreçte de değiştirilebilir akustik tasarım yaklaşımları önemli rol oynar. Çünkü bu yaklaşımda izlenilen yol, salonu doğal ses gereğince tasarlamak, güçlendirilmiş sesin devreye gireceği durumlar için ise istenmeyen yansımaları önleyecek değiştirilebilirliğe olanak tanıyacak ortamı hazırlamaktır.

Çok amaçlı hacimlerde hem doğal hem elektro akustik tasarımın kurgulanması ile tek bir yaklaşımla bir araya gelmesi mümkün olmayan konuşma, tiyatro, müzik, opera/bale ve modern dans/müzikal performansları için kabul edilebilir bir akustik

ortam oluşturulabilir. Burada elde edilecek akustik başarı bütün performanslar için tek amaçlı hacimlerde olacağı kadar yüksek olmayabilir.

Özellikle müzik ve konuşma işlevleri için optimum yansıma süresi değerleri büyük fark gösterdiği için, bu hacimlerde konuşma işlevlerinin seslendirme sistemi ile güçlendirilmesi kaçınılmazdır (Ergin, 2014). Tablo 2.3'te hangi performansın hangi iletim yoluyla sunulabileceği aktarılmıştır.

Tablo 2.3. Çok amaçlı oditoryumlarda işleve göre akustik tasarım yaklaşımı (Ergin, 2014)

Salon İşlevi		Bütünleşik Akustik Tasarım
Konuşma/Tiyatro		Elektro Akustik
Müzik	Batı müziği, oda müziği	Doğal Akustik
	Pop, rock müzik	Elektro Akustik
Opera/Bale		Doğal Akustik
Modern Dans/Müzikal		Doğal veya Elektro Akustik

Bu gruptaki çok amaçlı oditoryumların tasarım sürecinde, performansa göre oluşturulacak doğal veya elektro akustik model dikkatlice irdelenmelidir. Farklı performansların gerekliliklerine göre değiştirilebilir doğal akustik yaklaşımları ortaya konmalıdır. Seslendirme sistemleri aracılığıyla aktarılan performanslar için değiştirilebilir elektro akustik sistemlerin kurgulanması uygun bir çözüm ortaya koyabilecektir. Ancak burada önemli olan, hacimde sadece doğal akustik olarak sergilenecek performanslar için, sistemin kapatılacağı dikkate alınarak doğal akustik açısından optimum şartların sağlanmasıdır (Ergin, 2014).

2.4.3. Nesnel hacim akustiği parametreleri

Hacim akustiği parametreleri; konuşma veya müzik işlevli olarak tasarlanan, işitsel algının önem kazandığı hacimlerde, akustik tasarım kapsamında irdelenmesi beklenen verilerdir. Bir başka deyişle oditoryumlarda akustik başarının belirleyicisi, hacim akustiği parametrelerinin tüm oktav bantlarda optimum değerlere yakın düzeylere getirilmesidir. Hesaplar, testler ve ölçümlerle incelenen bu parametreler; dinleyicinin müziği veya konuşmayı işitsel olarak algılama ve hissetme biçimini anlatmak için belirlenmiş olan öznel hacim akustiği parametrelerinin nesnel değerlerle ilişkilerinin kurulması sonucu ortaya çıkmıştır (Kara, 2009). Nesnel akustik parametrelere yönelik sistematik çalışmalar, 1960 ve 1970'lerde artış göstermiş, bu parametreler ve tasarım değişkenleri arasındaki ilişki 1980 ve 1990'larda pek çok araştırmanın konusu haline gelmiştir (Gade, 2007). Bu kapsamlarda yapılan çalışmalar halen gelişim

göstermektedir. Bu gelişmeler, ölçme yöntemlerinin standardizasyonuna da yol açmıştır ve en çok kabul görmüş olan nesnel hacim akustiği parametrelerinin tanımlarına, formüllerine ve ölçüm yöntemlerine ISO 3382 (Measurements of Room Acoustic Parameters) standardının (ISO 3382-1:2009, 2009) 1. bölümü (Performance Spaces), 2. bölümü (Reverberation Time in Ordinary Rooms) ve 3. bölümü (Open Plan Offices)'nde yer verilmiştir. Bunun yanı sıra, parametrelerin işleve ve hacme göre optimum değerleri, frekansa göre alt-üst sınır değerleri ve tolerans değerleri de farklı standartlarda (DIN 18041:2004-05, 2004) ve çeşitli kaynaklarda belirtilmiştir (Long, 2006) Nesnel hacim akustiği parametreleri şunlardır:

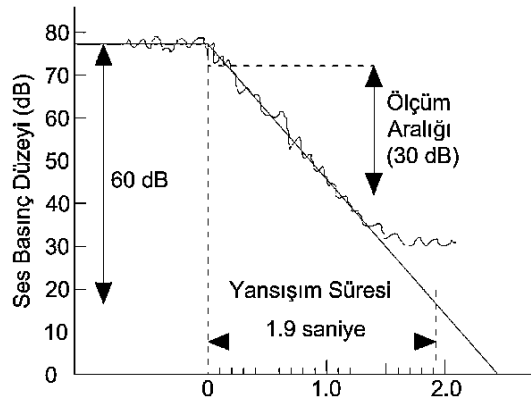
- İlk ulaşım gecikmesi (ITDG) (Initial time delay gap)
- Ayırt edilebilirlik (D_{50}) (Distinctness)
- Konuşma için netlik (C_{50})
- Müzik için netlik (C_{80}) (Clarity)
- Direktlik (C_7)
- Erken destek (ST_{early}) (Support early)
- Geç destek (ST_{late}) (Support late)
- Merkez zaman (T_s)
- Geç ses enerjisi oranı (L_j)
- Eko (Echo)
- Yansıma süresi (RT) (T_{60} , T_{30} , T_{20}) (Reverberation time)
- Yansıma eğrisinin düzgünlüğü ($XI(T_{20}) - XI(T_{30})$)
- Eğrilik (C) (Curvature)
- Erken düşme süresi (EDT) (Early decay time)
- Bas oranı (BR) (Bass ratio)
- Tiz oranı (TR) (Treble ratio)
- Ses yüksekliği (SPL) (G) (Sound power level, Strength, Loudness)
- Bas seslerin ses düzeyi oranı (BR_{SPL})
- Erken yanal enerji oranı (LF_0^{80})
- Yanal enerji oranı (LFC_{80})
- Geç yanal enerji oranı (LF_{80}^{∞}) ve Geç yanal enerji düzeyi (LG_{80}^{∞})
- Kulaklar arası karşılıklı ilişki katsayısı (IACC) (Inter aural cross correlation)
- Çift kulakla kalite indeksi (BQI) (Binaural quality index)
- FBR (Front back ratio)

- Konuşma iletim indeksi (STI) (Speech transmission index)
- Hızlı konuşma sesi iletim indeksi (RASTI) (Rapid speech transmission index)
- Konuşma engelleme düzeyi (SIL) (Speech interference level)
- Telaffuz indeksi (AI) (Articulation index)
- Sessiz harflerin telaffuz kaybı indeksi (Alcons) (Articulation loss of consonants)
- Sesin yayılımı (Diffusivity)
- Yüzey yayılım indeksi (SDI)
- Yansımaların yoğunluğu (Density of reflections)
- Yararlı enerji ($U_{50} - U_{80}$)

Bu çalışma kapsamında yalnızca salon nesnel değerlendirmesinde kullanılan parametreler olan yansıma süresi (T_{30}), erken düşme süresi (EDT), bas oranı (BR), ses yüksekliği (SPL) (G), erken yanal enerji oranı (LF_{80}), sesin yayılımı, müzik için netlik (C_{80}), direktlik ($C7$), merkez zaman (T_s), eko , ayırt edilebilirlik (D_{50}) ve konuşma için netlik (C_{50}) ayrıntılı olarak açıklanmış ve bu parametrelerin literatürdeki optimum değerlerine yer verilmiştir.

2.4.3.1. Yansıma süresi (RT) (T_{60} , T_{30} , T_{20}) (Reverberation time)

Hacimdeki ses kaynağının açılmasıyla dolaysız sesin peşi sıra gelen ilk yansımalar ve yansımış sesler hacmi doldurur. Hacim yüzeylerinden yansıyan ve bu yüzeylerde yutulan seslerin düzeylerinin eşitlenmesiyle bir denge konumuna ulaşılmış olur. Denge konumuna ulaşıldığından itibaren, ses kaynağı açık kaldığı sürece, ses düzeyinde bir değişim gözlenmez. Ses kaynağının kapatılmasıyla ses düzeyi zaman içinde düşmeye başlar. Bu olaya yansıma denir (Mehta vd., 1999). Bir sesin, kaynağın kapanmasından sonra 60 dB'lik bir düşüşü gösterdiği süre Yansıma Süresi (RT) olarak ifade edilir. Şekil 2.33'te yansıma süresi grafiği görülmektedir.



Şekil 2.33. Yansısim süresi (Barron, 2010)

Yansısim süresi ile ilgili ilk araştırma fizik profesörü olan Sabine tarafından 20. yüzyılın başında yapılmıştır. Yapılan çalışmaların sonuçlarını özetlemek gerekirse; yansısim süresi, kuramsal olarak tüm hacimde eşittir, ses kaynağının hacimdeki konumundan bağımsızdır. Yansısim süresinde bir yutucu yüzeyin etkisi kuramsal olarak hacimdeki konumundan bağımsızdır. Bu anlamda yansısim süresi formülü, sadece hacim ve toplam yutuculuğa bağlı olarak şu şekilde geliştirilmiştir (Beranek, 1962);

$$T_{60} = 0.161 \frac{V}{A_y + A_b + A_h}$$

$$A_y = (S_1 \cdot a_1 + S_2 \cdot a_2 + S_3 \cdot a_3 + \dots + S_n \cdot a_n)$$

$$A_b = a_1 \cdot n_1 + a_2 \cdot n_2 + \dots + a_n \cdot n_n$$

$$A_h = 4mV \quad (2.2)$$

Burada; ilk denklemde T_{60} yansısim süresi (s), V hacim (m^3), A_y hacmin toplam yüzey yutuculuğu (m^2), A_b hacimdeki birimlerin toplam yutuculuğu, A_h hacimdeki havanın toplam yutuculuğudur. 2. denklemde S_n n malzemesi ile kaplı yüzeyin alanı (m^2), a_n n malzemesinin ses yutma katsayısıdır. 3. denklemde a_n n nesnesinin ses yutma katsayısı, n_n n nesnesinin adedidir. 4. denklemde m sıcaklığa ve bağıl neme bağlı çarpan, V mekandaki havanın hacmidir.

Yansısimın erken bölümünün daha detaylı incelenmesi için aynı şekilde T_{15} ve T_{20} değerleri de hesaplanarak sonuçlar elde edilebilir. T_{15} için ilk 5-20 dB arasındaki 15 dB'lik düşüş üzerinden hesaplama yapılır ve elde edilen sonuç 4 ile çarpılarak yansısim süresi ile karşılaştırma yapılır. Aynı şekilde T_{20} için de 5-25 dB arasındaki 20 dB'lik düşüş dikkate alınır ve elde edilen sonuç 3 ile çarpılarak 60 dB ile karşılaştırılabilecek düzeye getirilir (Christensen, 2011).

$$T_{60} = 4.T_{15}$$

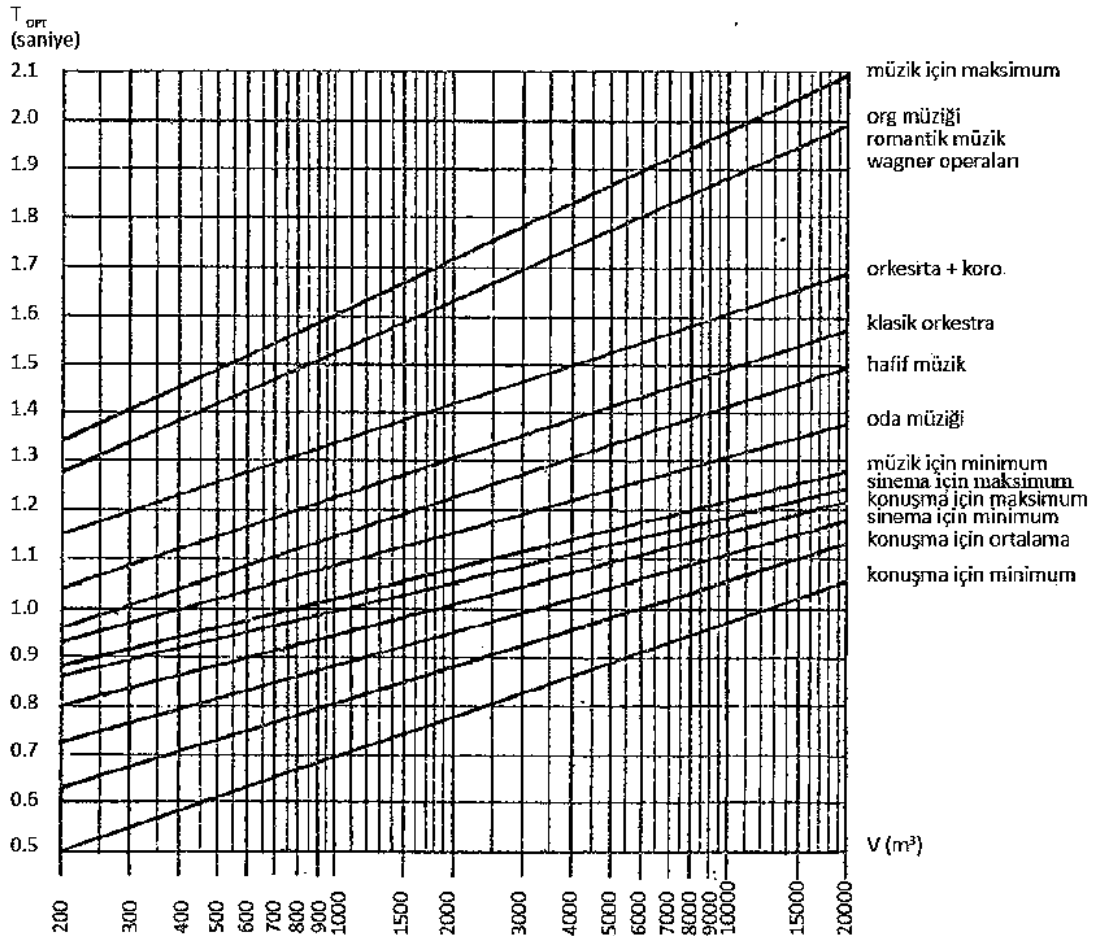
$$T_{60} = 3.T_{20} \quad (2.3)$$

Burada; T_{15} Kaynaktan çıkan sesin ilk 15 dB'lik düşüşü sırasında geçen süre, T_{20} kaynaktan çıkan sesin ilk 20 dB'lik düşüşü sırasında geçen süredir.

Konuşma amaçlı hacimlerde konuşmanın anlaşılabilirliği, optimum yansıma süresinin olabildiğince kısa tutulmasını gerektirmektedir, yani akustik açıdan ölü hacimler istenmektedir (Long, 2006).

Konser ve opera salonlarında ise yansıma istenen bir özelliktir. Bestecinin müzikal etki yaratması için yansıma süresi çok önemli bir parametredir. Yansıma, notalar arasındaki boşlukları doldurarak tonun doluluğunu sağlar. Bu nedenle gerekli yansımayı sağlamak için 16. yüzyıldan itibaren besteciler koro ve dini müzikler için hem uzun yansıma süresine sahip büyük katedralleri hem de kısa yansıma süresine sahip kilise ve şapelleri kullanmışlardır (Beranek, 2004).

Şekil 2.34 ve Tablo 2.4'te farklı işlevler için optimum RT değerleri verilmiştir.

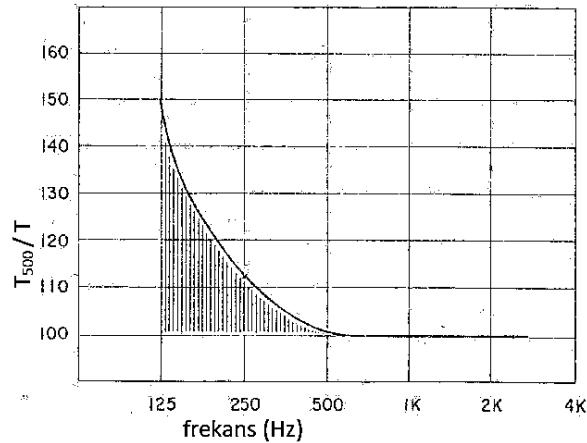


Şekil 2.34. Farklı işlevler için optimum RT değerleri (Long, 2006)

Tablo 2.4. Farklı işlevler için RT değerleri

İşlev		RT		
		Barron, 1993	Hardy, 2006	Long, 2006
Konuşma amaçlı işlevler	Derslikler & konferans salonları	-	0,9 – 1,1	0,4 – 0,8
	Tiyatro salonları	0,7 – 1,0	0,9 – 1,1 1,2 – 1,4	0,8 – 1,2
	Konuşma yapılan salonlar	-	-	1,0 – 1,6
Müzik amaçlı işlevler	Kilise orkestrası ve koro/ org müziği	-	2,0 – 2,4	1,7 – 2,2
	Senfoni müziği	1,8 – 2,2	1,7 – 2,1	1,3 – 1,8
				1,5 – 2,1
	Koro müziği	-	1,7 – 2,05	1,3 – 1,85
	Resital/oda müziği	1,4 – 1,8	1,4 – 1,7	-
	Orkestral pop	-	1,2 – 1,6	-
Opera		1,3 – 1,8	1,5 – 1,8	1,2 – 1,6
Müzikal		-	1,2 – 1,4	-

Konuşma amaçlı salonlarda yansıma süresinin bütün frekans aralıklarında mümkün olduğunca sabit olması gerekmektedir (Mehta vd., 1999). Müzik salonları için 500 Hz'deki eğri 125 Hz'de %50 artış gösterir. Bu ilişki Şekil 2.35'te verilmiştir, konuşma için 125 Hz'de bu eğri düz veya düze yakın olmalıdır. Çok amaçlı kullanımı olan oditoryumlarda ise 500 Hz'in altındaki yansıma süresi – frekans eğrisi bu sınırlar arasında herhangi bir yerde olabilir. Özellikle yüksek derecede yayma (saçma) özelliği olan salonlarda seçilen optimum yansıma süresinden %5-10'luk bir sapma kabul edilebilirdir (Doelle, 1972).

**Şekil 2.35.** 500 Hz'den düşük frekanslarda yansıma süresi (Doelle, 1972)

Düşük frekanslardaki yansımanın hesaplandığı formüller verilmiştir (Aktı, 2014).

$$\text{Optimum } T_{125} = (1,5) \times \text{Optimum } T_{500}$$

$$\text{Optimum } T_{250} = (1,15) \times \text{Optimum } T_{500} \quad (2.3)$$

Burada; T_{125} 125 Hz'de optimum yansıma süresi, T_{250} 250 Hz'de optimum yansıma süresi, T_{500} 500 Hz'de optimum yansıma süresidir.

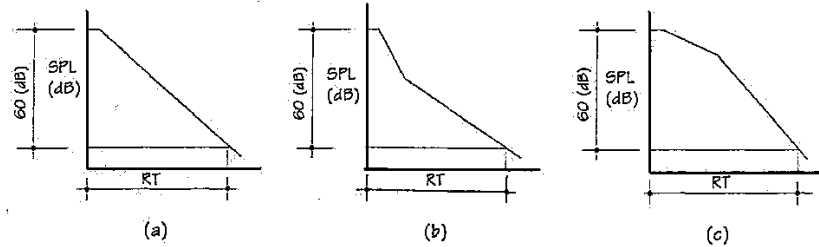
2.4.3.2. Erken düşme süresi (EDT) (Early decay time)

Erken düşme süresi, sesin ilk ses azalma kısmını inceleyip yansıma süresi ile karşılaştırılmasını sağlayan parametredir. Daha teknik olarak tanımlamak gerekirse, erken düşme süresi, ses kaynağı sustuktan sonra sesin 10 dB azalmasına kadar geçen sürenin 6 ile çarpılmasıyla oluşan süredir. Bu sürenin 6 ile çarpılmasının nedeni yansıma süresi ile kıyaslama yapılabilmesinin sağlanmasıdır. Böylece aynı düzeyde güç kaybeden (60 dB) sesin erken bölümündeki düşüşü ile yansıma süresi arasındaki farklılıklar görülebilmektedir (Beranek, 2004). EDT için subjektif farklılık eşiği % 5 civarındadır (Çelebi Şeker, 2013).

$$EDT = 6 \cdot t_{10} \quad (2.4)$$

Burada; t_{10} kaynaktan çıkan sesin ilk 10 dB'lik düşüşü sırasında geçen süredir.

Düzgün ses dağılımının gözlemlendiği salonlarda sesin sönmesi düzgün ve doğrusal olarak gerçekleşmektedir. Ancak düzgün ses dağılımının gözlemlenemediği salonlarda RT değerleri aynı olsa bile sesin sönme grafiğinde kırılmalar oluşur. Şekil 2.36'da aynı yansıma süresine sahip üç salondaki sesin farklı şekillerde sönmesini gösteren 3 grafik bulunmaktadır (Mehta vd., 1999).



Şekil 2.36. Aynı yansıma süresine sahip salonlarda farklı sönme grafikleri (Mehta vd., 1999)

Grafik (a) düzgün ses dağılımının gözlemlendiği bir salondur ve erken ses ve geç sesteki sönme doğrusaldır, EDT ve RT değerleri aynıdır. Konuşma amaçlı salonlarda genellikle EDT ve RT değerlerinin birbirine eşit olması tercih edilmektedir (Balcı, 2007, Mehta vd., 1999) Grafik (b)'de ise EDT'nin RT'den kısa olma durumu görülmektedir. Bu ikinci grafikte erken sesler hızlı düşmekte iken, geç sesler yavaş düşmektedir. EDT'nin RT'den az olması ses maskelenmesinin engellediğini, konuşma anlaşılabilirliğinin ve netliğin arttığını göstermektedir (Demirkale, 2007) Grafik (c)'de ise uzun bir EDT ile kısa bir RT gözlemlenmektedir. EDT'nin RT'den fazla olması, konuşma anlaşılabilirliğinin azalmasına, müzikal çevrenme hissinin artmasına neden

olur (Demirkale, 2007). Mükemmel akustik kalite ile nitelendirilen konser salonlarında EDT'nin RT'den %10 daha yüksek olduğu tespit edilmiştir (Çelebi Şeker, 2013).

2.4.3.3. Bas oranı (BR) (Bass ratio)

Bas oranı (BR), dolu salonlarda, düşük frekanslardaki yansıma süresinin orta frekanslardakine oranıdır. 125 ve 250 Hz' teki yansıma sürelerinin toplamının, 500 ve 1000 Hz' teki yansıma sürelerinin toplamına bölünmesi ile bulunmaktadır (Everest ve Pohlmann, 2009, Beranek, 1993).

$$BR = \frac{T_{125Hz} + T_{250Hz}}{T_{500Hz} + T_{1000Hz}} \quad (2.5)$$

Yüksek yansıma süreli salonlarda, (1.8 s ve üzeri) önerilen BR değeri 1.1 ile 1.25 arasında değişmektedir. Yansıma Süresi 1.8 s'den küçük salonlarda ise önerilen BR değeri 1.1 ile 1.45 arasında değişmektedir. BR değeri 1.0'dan düşük olan salonlarda sıcaklık eksik kalmaktadır. Öte yandan aşırı yüksek BR değerlerinden kaçınılmalıdır (Mehta vd., 1999).

2.4.3.4. Ses yüksekliği (SPL) (G) (Sound power level, Strength, Loudness)

Ses yüksekliği, bir başka deyişle seslilik bir kaynağın bir salonda oluşturduğu ses basınç düzeyinin, aynı kaynağın yansısız bir odada kaynaktan 10 m ötede oluşturduğu ses basınç düzeyine oranlanmasıyla elde edilen bir parametredir. Bir başka deyişle, toplam ses basınç düzeyinin 10 m ötedeki dolaysız ses basınç düzeyine göre ölçülmesi, sesliliğin diğer bir tanımıdır (Baron, 1993).

Ses yüksekliği akustik tasarımcılar ve mühendisler tarafından mikrofona ve kalibre edilmiş ses ölçüm cihazı ile ölçülmekte ve desibel cinsinden değerler elde edilmektedir. Her salonda salonun fiziki özelliklerine bağlı olarak ses yüksekliği değişmektedir (Beranek, 2004). Güç parametresi 3 mimari özellikten etkilenmektedir:

- Dinleyicinin sahneden uzaklığı
- Erken ses enerjisini dinleyicilere yansıtacak olan yüzeylerin varlığı
- Dinleyicilerin kapladığı alan ve orta frekanstaki yansıma süresi

Salon arkasına doğru G azalacaktır. Tavan ve duvarlar dinleyici alanına erken ses enerjisini yansıtacak şekilde düzenlenirse bu azalış engellenir. Ses yüksekliği salon hacmiyle ters orantılıdır, RT veya EDT ile doğru orantılıdır (Balcı, 2007). Bu parametre için verilen sübjektif limen ise 1 dB'dir (Christensen, 2009). Yayılım alan teorisine göre

G' nin beklenen değeri EDT, aynı zamanda da T' nin bir fonksiyonu haline gelir, V salonun hacmi olmak üzere (Rossing, 2007)

$$G_{exp} = 10 \log\left(\frac{EDT}{V}\right) + 45 \text{ dB}$$

$$G_{exp} = 10 \log\left(\frac{T}{V}\right) + 45 \text{ dB} \quad (2.6)$$

Akustik simülasyon programlarında G değerini elde etmek için SPL parametresi kullanılmaktadır. Kaynağın ses düzeyi 31 dB'e getirildiği zaman elde edilen SPL değerleri aynı zamanda G değerini de ifade etmektedir (Beranek, 2004). Tablo 2.5'te müzik için optimum G değerleri verilmiştir.

Tablo 2.5. Müzik için G değerleri

Kaynak	Oda Müziği	Senfonik Müzik
Barron, 2010	-	>0
Gade, 1989	+ 10	+ 3
Hyde ve Möller, 2006	-	+4

2.4.3.5. Erken yanal enerji oranı (LF₈₀)

Erken Yanal Enerji Oranı 1981 yılında Baron ve Marshall tarafından uzaysal etkilенimin doğrusal bir sistemle ölçüldüğü öznel testlerden türetilmiştir. Bu parametre sadece yarlardan gelen ses enerjisine karşı duyarlı olan çift yönlü (bidirectional) “figure of eight” bir mikrofona dolaysız sestен sonraki ilk 80 ms içinde gelen yanal yansımaların ses basınç düzeyinin, aynı yere konulmuş omni bir mikrofona ölçülen ve dolaysız sestен sonraki ilk 80 ms içinde her doğrultudan gelen yansımaların ses basınç düzeyine oranından elde edilmektedir (Kurtulan, 2009).

$$LF_{80} = \frac{\int_{0,005}^{0,08} p^2 L(t) dt}{\int_0^{0,08} p^2(t) dt} \quad (2.7)$$

Burada; “pL(t)” 8 şeklinde mikrofona ile ölçülen anlık ses basınç düzeyi, “p(t)” ölçüm noktasındaki anlık ses basınç düzeyidir.

Tablo 2.6'da müzik için optimum LF₈₀ değerleri verilmiştir.

Tablo 2.6. Müzik için LF₈₀ değerleri

Kaynak	Oda Müziği	Romantik Müzik	Klasik Müzik
Barron, 2010, Long, 2006	-	-	0,10 - 0,35
Rossing, 2007, Gade, 1989	0,15 – 0,20	0,20 – 0,25	-
Christensen, 2011	-	-	> 0,25
ISO 3382-1, 2009, Ahnert ve Schmidt	-	-	0,05 – 0,35

2.4.3.6. Sesin yayılımı (Diffusivity)

Thiele'nin 1953 yılında yaptığı çalışmalarla ortaya koyduğu yönlü yayılım (directional diffusivity) parametresi, toplam enerji ile ses şiddetini karşılaştırır. Ses yayılımı, yüzdesel olarak belirtilir ve d değeri 0 ile 100 arasında yer alır (Christensen ve Rindel, 2011).

$$d = \frac{E-1}{E} \times 100\% \quad (2.8)$$

Burada; E ses enerjisi, I ses şiddetidir.

Klasik müzik için 2 - 7 dB değeri uygundur (Christensen ve Rindel, 2011).

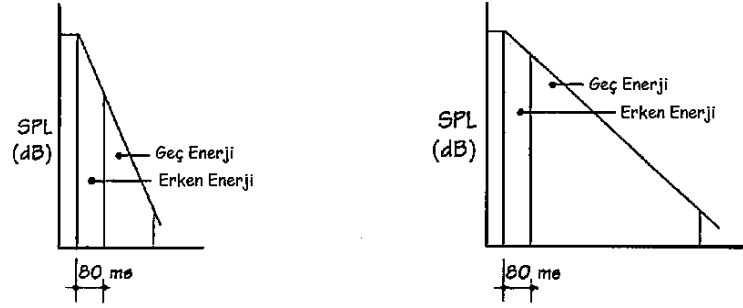
2.4.3.7. Müzik için netlik (C_{80}) (Clarity)

Anlaşılabilirlik için olan erken-geç sinyalin gürültüye olan oranı (the early-to-late signal-to-noise ratio), C_{80} , müzikal akustikte kullanılır. Konser salonu analizinde bahsedilen netlik faktörü, erken ulaşan ses enerjisinin geç ulaşana oranıdır, doğrudan sesin ulaşmasından itibaren ilk 80 milisaniye, bir seviye olarak belirlenmiştir (Barron, 2010, Çelebi Şeker, 2013).

T_{30} , müziğin hızı, erken ses enerji oranı C_{80} parametresini etkiler. C_{80} parametresi T_{30} arttıkça azalır. Bunun nedeni sesin geç bölümdeki enerjisinin artmasıdır (Barron, 2010). Şekil 2.37'de T_{30} - C_{80} ilişkisi görülmektedir. Buradan da görüldüğü üzere bir salondaki netlik, sesin dolgunluğu ile ters orantılıdır. Sesin dolgunluğunun yansıma süresi ile doğru orantılı olmasından ötürü de netlik aynı zamanda yansıma süresi ile de ters orantılıdır (Mehta, 1999). Netlik için subjektif farkındalık limeni 0,5 dB civarındadır (Rossing, 2007). Tablo 2.7'de müzik işlevindeki hacimler için optimum C_{80} değerleri verilmiştir.

$$C_{80} = 10 \log \left[\frac{\int_0^{0,08} p^2(t) dt}{\int_0^{\infty} p^2(t) dt} \right] \text{ dB} \quad (2.9)$$

Burada; $p(t)$ Ölçüm noktasındaki anlık ses basınç düzeyidir.



Şekil 2.37. Yansıma süresi ile netlik arasındaki ilişki (Mehta vd., 1999)

Tablo 2.7. Müzik işlevli hacimler için C_{80} değerleri

Kaynak	Klasik müzik	Romantik müzik	Kilise - dini müzik
Ahnert ve Schmidt	-1,6 dB	-4,6 dB	-5 dB
Beranek, 1996	-4 dB - +4 dB		
Barron, 1993	-2 dB - +2 dB		

2.4.3.8. Direktlik (C_7)

C_7 parametresi sesin direktliğini göstermektedir. Kaynaktan çıkan sesin ilk 7 milisaniyedeki enerjisinin tüm ses enerjisine oranının logaritması ile elde edilir. Kaynağa yakın yansıtıcı yüzeyler, ses kaynağının yönlülüğü ve kaynak-dinleyici arasındaki mesafe direktlik parametresini etkilemektedir (Christensen, 2011).

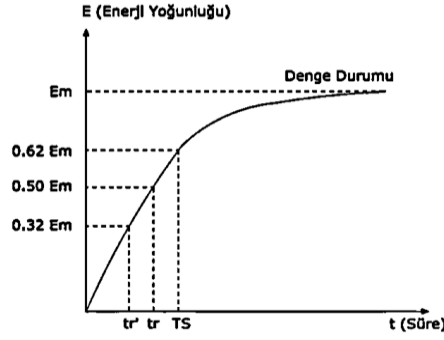
$$C_7 = 10 \log \left[\frac{\int_0^{0,007} p^2(t) dt}{\int_{0,007}^{\infty} p^2(t) dt} \right] \text{ dB} \quad (2.10)$$

Burada; $p(t)$ ölçüm noktasındaki anlık ses basınç düzeyidir.

Doğrudan ses ölçüsü C_7 , ses kaynağından dinleyiciye olan mesafeyle ilişkili, müzik için -10'dan -15 dB'e olan aralığın dışında kalmamalıdır. Frekansa bağlı doğrudan ses seviyesi değerlendirme metodu henüz bilinmemektedir. (Ahnert ve Schmidt).

2.4.3.9. Merkez zaman (T_s)

Sesin gelişmesi bölümünde denge durumuna teorik olarak sonsuzda ulaşılabilir. Gelişme bölümünde denge durumuna ulaşmak için geçen süre açısından pratikte ortaya konulabilecek yaklaşık bir sonuca varabilmek amacı ile değişik kabuller yapılmaktadır. Denge durumu zamanını belirlemeye yönelik parametrelerden en yaygın olarak kullanılanı merkez zaman parametresidir. Merkez Zamanı'ndaki ses enerji yoğunluğu, denge durumundaki ses enerji yoğunluğunun 0.62'si kadardır (Kurtulan, 2009). (Şekil 2.38)



Şekil 2.38. Merkez zaman (Aknesil, 1997)

Ağırlık noktası zamanı olarak da adlandırılan merkez süresi parametresi (T_s), geç ve erken seslerin ağırlık merkezini göstermektedir. Merkez süresi parametresi, konuşma anlaşılabilirliğini, netliği ve müzikal çevrelemeyi etkilemektedir. EDT, D_{50} ve C_{80} parametreleri üzerinde etkileri bulunmaktadır. Merkez süresinin (T_s) düşük olması, erken ses enerjisinin fazla olduğunu göstermektedir ve bu değer düştükçe sesin netliği artmaktadır. T_s 'nin fazla olması durumunda ise geç enerji fazladır ve yansıma artmaktadır (ISO 3382-1, 2009). Subjektif farklılık eşiği T_s için 10 ms civarındadır (Rossing, 2007). Tablo 2.8'de optimum T_s değerleri görülmektedir.

$$T_s = 1000 \cdot \frac{\int_0^\infty t \cdot p^2(t) dt}{\int_0^\infty p^2(t) dt} \text{ ms} \quad (2.11)$$

Burada; $p(t)$ ölçüm noktasındaki anlık ses basınç düzeyidir.

Tablo 2.8. Optimum T_s değerleri

Kaynak	Klasik Müzik	Konuşma
Ahnert ve Schmidt	70-150	60 - 80
ISO 3382-1	60-260	-
Paini vd., 2006	90-160	-

2.4.3.10. Eko (Echo)

Eko, bir salondaki akustik kaliteyi belirleyen önemli parametrelerdendir. Geç yansıyan güçlü sesler ekoya neden olarak salonun akustik kalitesini bozmaktadır. Eko parametresi RT ve T_s parametresi ile doğrudan ilişkilidir ve erken - geç ses oranı eko parametresini belirler (Christensen ve Rindel, 2011). Tablo 2.9'da konuşma ve müzik işlevli hacimler için eko değerleri görülmektedir.

$$EK_{konuşma,müzik} = \frac{\Delta t_s(\tau)}{\Delta \tau_E} \quad (2.12)$$

Burada; t_s merkez süresi parametresi, $\Delta \tau_E$ değerlendirme kriteridir (müzik için 14 ms, konuşma için 9 ms).

$$t_s(\tau) = \frac{\int_0^\tau t(pt)^n dt}{\int_0^\tau (pt)^n dt} \quad (2.13)$$

Burada; n ağırlık katsayısıdır (müzik için 1, konuşma için 2/3).

Tablo 2.9. Konuşma ve müzik işlevli hacimler için eko değerleri (Ahnert ve Schmidt)

İşlev	%10 Rahatsız Edici Eko	%50 Rahatsız Edici Eko	%90 Rahatsız Edici Eko
Konuşma	~0,90	1,00 – 1,50	> 1,50
Müzik	~1,50	1,50 – 1,80	> 1,80

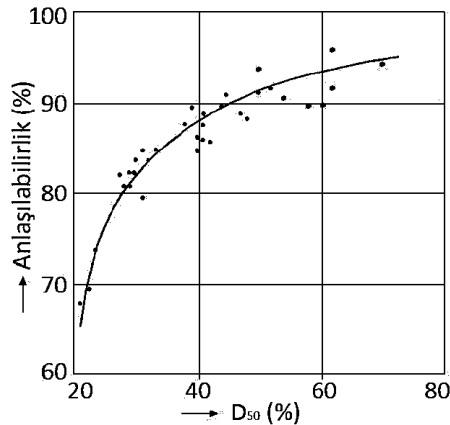
2.4.3.11 Ayırt edilebilirlik (D_{50}) (Distinctness)

Konuşmanın ayırt edilebilirliği, konuşmanın anlaşılabilirliği ile ilgili en eski nesnel parametrelerden biridir. Konuşmanın belirginliği parametresi kısa süren bir ses sinyalinden ölçülen ilk 50 ms'lik zaman diliminde alıcıya ulaşan erken enerjinin toplam ses enerjisine oranı olarak tanımlanmaktadır ve aşağıdaki bağıntı ile ifade edilir (Rossing, 2007):

$$D_{50} = \frac{\int_0^{0,05} p^2(t)dt}{\int_0^\infty p^2(t)dt} \quad (2.14)$$

Burada; $p(t)$ ölçüm noktasındaki anlık ses basınç düzeyidir.

RT, EDT, T_s , C_{80} parametreleri ile yakından ilişkili bir parametredir. Geç enerji oranı arttıkça D_{50} parametresi azalır, bu nedenle RT uzadıkça konuşma anlaşılabilirliği de azalmaktadır. Hacim, yüzey malzemelerinin yutuculuk oranı ve kaynağa yakın yansıtıcı yüzeyler D_{50} parametresini etkiler (Türk, 2011). Şekil 2.39'da D_{50} - anlaşılabilirlik ilişkisi, Tablo 2.10'da konuşma işlevindeki hacimler için optimum D_{50} değerleri verilmiştir.



Şekil 2.39. Ayırt edilebilirlik – anlaşılabilirlik ilişkisi (Kuttruff, 2000)

Tablo 2.10. Konuşma işlevli hacimler için D_{50} değerleri

Kaynak	Uygun D_{50} değerleri
ISO 3382-1	0,3 – 0,7
Ahnert ve Schmidt	>%50

2.4.3.12. Konuşma için netlik (C_{50})

C_{50} parametresi, konuşma için kullanılan netlik parametresidir ve kaynaktan çıkan sesin ilk 50 milisaniyedeki enerjisinin tüm ses enerjisine oranının logaritması ile elde edilir. Konuşma anlaşılabilirliği için yüksek netlik C_{50} değerleri, klasik müzik için düşük C_{50} değerleri tercih edilmektedir. T_{30} uzadıkça netlik değeri C_{50} ve konuşma anlaşılabilirliği azalmaktadır. C_{50} parametresi, ayırt edilebilirlik parametresi (D_{50}) ile yakından ilişkilidir ve bu iki parametreyi birbirine bir formül ile dönüştürmek mümkündür (Ahnert ve Schmidt).

$$C_{50} = 10 \log\left[\frac{D_{50}}{1-D_{50}}\right] \text{ dB} \quad (2.15)$$

Burada; C_{50} konuşma için sesin netliği parametresi, D_{50} Ayırt edilebilirlik parametresidir.

$$C_{50} = 10 \log\left[\frac{\int_0^{0,05} p^2(t)dt}{\int_{0,05}^{\infty} p^2(t)dt}\right] \text{ dB} \quad (2.16)$$

Burada; $p(t)$ ölçüm noktasındaki anlık ses basınç düzeyidir.

C_{50} için örnek oluşturan bir oda-akustik kuralı yoktur. Buna karşın konuşma anlaşılabilirliği ve C_{50} arasındaki nitel ilişkiyle oluşturulan değerlendirme kuralları bilinmektedir. Bu kurallar, hece anlaşılabilirliğinin %80'in altına düşmesinden kaçınmak için C_{50} 'nin ≥ -2 dB olması gerektiğini gösterir. $C_{50} = -2$ dB değeri, iyi bir konuşma veya metin anlaşılabilirliği için “kabul edilebilir” taban sınır değeri olarak belirtilir (Ahnert ve Schmidt).

2.4.4. Öznel hacim akustiği parametreleri

Öznel parametreler, nesnel parametreler gibi ölçülüp hesaplanamamaktadır. Fiziksel olarak ölçülebilen değerler öngörülebilir sonuçlar vermektedir fakat müzik için sadece ölçülebilen değerler üzerinden yorum yapmak kolay değildir. Dinleyicilerden biri akustiği yeterli bulurken diğeri yetersiz bulabilir ve iki akustik durumun karşılaştırıldığı cevaplar farklı akustik karakterlere işaret edebilir. Bu nedenle salon

tasarımında nesnel parametreler kadar öznel parametreler de dikkate alınmalıdır (Barron, 2010).

Literatürde yer alan öznel parametreler listesi aşağıda verilmiştir:

- Yansışım (Reverberation)
- Samimiyet (Intimacy)
- Canlılık ve orta frekanslar (Liveness and mid-frequencies)
- Sıcaklık (Warmth)
- Erken ve yansımış sesin sesliliği (Loudness of direct sound, Loudness of reverberant sound)
- Belirlilik ve Açıklık (Definition and Clarity)
- Parlaklık (Brilliance)
- Yayılım (Diffusion)
- Denge (Balance)
- Harman (Blend)
- Yanıt çabukluğu (Immediacy of response)
- Doku (Texture)
- Yankıdan bağımsızlık (Freedom from echo)
- Gürültüden bağımsızlık (Freedom from noise)
- Dinamik aralık (Dynamic range)
- Tonal kalite (Tonal quality)
- Düzgün yayılmışlık (Uniformity)
- Mekânsal algılama (Spatial impression)
- Tını ve ton rengi (Timbre and tone color)
- Kucaklama (Spaciousness)
- Ses dolgunluğu (Fullness of tone)
- Akustik parıltı (Acoustical glare)
- Rezonans (Resonance)
- Ardışık tonların hızı
- Birlik (Ensemble)

Bu bölümde; yalnızca çalışma kapsamında yapılan ankette kullanılan parametreler olan belirlilik ve açıklık, yansışım, mekânsal algılama, samimiyet, sıcaklık, denge, destek, birlik, gürültüden bağımsızlık ve yankıdan bağımsızlık açıklanmıştır.

2.4.4.1. Belirlilik ve açıklık (Definition and clarity)

Belirlilik ve açıklık kavramları müzikal kalite anlatımında aynı anlama gelen terimlerdir. İkisi de bir müzikal performans sırasında seslerin fark edilebilir olmasını anlatır. Belirlilik iki formda fark edilebilir. Birincisi yatay formdur ve tonların ardışıklığı ile ilişkilidir. İkincisi ise dikey formdur ve çalınan tonun ani olması ile ilgilidir (Beranek, 2004).

Yatay belirlilik, bir sesin takip ettiği diğer ayrı ses ile ilgili bir terimdir. Besteci yatay belirliliğin kararlaştırılması için belirli müzikal faktörler belirleyebilir. Bunlar; tempo, tekrar, bir melodi bölümünde bulunacak ton ve ardışık tonların uygun ses yüksekliği gibi faktörler olabilir. Besteciler bu yatay belirliliği tempo ve melodilerle değiştirebilirler. Yatay belirlilik, yansıma süresinin azalması ve erken ses düzeyinin yansımış sese oranı artışıyla birlikte artar (Beranek, 2004).

Dikey belirlilik, bir sesin diğer seslerden ayrı biçimde aniden duyulması ile ilişkili bir terimdir. Dikey belirlilik, sahnedeki sanatçıya, dinleyicilerin çabuk kavrayışına ve salonun akustiğine bağlıdır. Besteci dikey belirliliği, hangi tonun önce duyulacağını, her enstrümanın tonunu, notaların birbirleriyle ilişkilerini, enstrümanları karşılıklı veya solo kullanarak ve çeşitlilikler oluşturarak belirler. Sanatçı, performans sırasında dikey belirliliği ani sesler oluşturarak değiştirebilir. Sahne şekli, enstrümanların dengesi ve sahne üzerindeki karışımı, bu enstrümanların düşük, orta ve yüksek frekanslardaki özellikleri ve erken sesin yansımış sese oranı dikey belirliliği etkiler (Beranek, 2004).

Seyirci ile müzik arasındaki ilişkiyi sağlayabilmek için, müzisyenlerle orkestra şeflerinin müziği yapan bestecinin belirlilik ile ilgili niyetinin farkında olmaları gerekir. Gregoryan ilahileri gibi yavaş müzikler düşük yatay belirliliğe sahip salonlarda en iyi şekilde sergilenir. Bu salonlar katedral gibi uzun yansıma süresine sahip, yansımış enerjinin erken ses enerjisine göre çok baskın olduğu mekânlardır. Bach'ın org için bestelediği D minör Toccata'sını tam olarak çalabilmek için yaklaşık 3 saniyelik yansıma süresine ihtiyaç duyulur. Diğer yandan Mozart'ın piyano konçertoları hızlı sololara ve hızlı bölümlere sahiptir ve bu nedenle yatay ve dikey belirliliğe ihtiyaç duyar. Mozart'ın eserleri kısa yansıma süresine sahip, erken enerjinin yansıma enerjisine oranı yüksek salonlarda sergilenmelidir. Mozart, Die Zauberflöte isimli operasını seyircisiz bir salonda birçok koltukta dinlemiş ve müzik dinlemek için en iyi yerin sahneye yakın kısımlar olduğunu söylemiştir. Mozart'ın zamanında keşfettiği ve sonradan da doğrulandığı gibi, onun müzik tarzı için en uygun müzik dinlenecek yer

kısa yansıma süresine sahip bir salonda erken enerjinin yansımış enerjiye göre daha baskın olduğu yerlerdir (Beranek, 2004).

2.4.4.2. Yansıma (Reverberation)

Bir ses kaynağı kapalı bir hacimde ses enerjisi üretmeye başlar, ortaya çıkan ses dalgaları ilk olarak serbestçe yayılır durumdadır. Ses kaynağının, ses dalgalarını yansıtan sınır yüzeylere olan uzaklığına bağlı olan bir zaman sonra ses dalgaları yansıyarak birbiri üzerine düşer. Bu olay kendini çokça kez, ta ki hacimde enerji fazlaşmayacak şekilde kararlı bir durum elde edilinceye kadar tekrar eder; sınır yüzeyler birim zamanda kaynak tarafından yayılan enerjinin aynı miktarını yutar. Dolayısıyla hacimde ortalama enerji yoğunluğu sabit kalır (Türk, 2011).

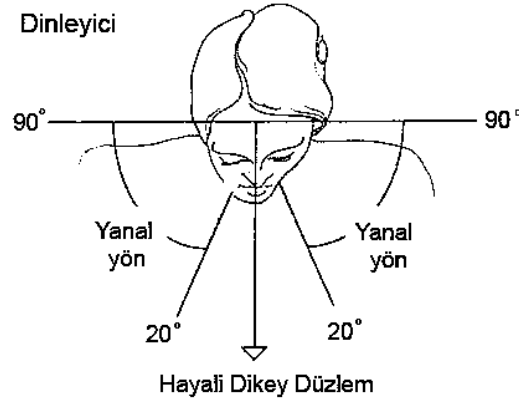
Bu kavrama göre, ses kaynağı kapatılarak ya da susturularak mevcut enerji yoğunluğunun hemen yok edilemeyeceği açıktır; hacmin hava sahasında birikmiş ses enerjisinin duyulamayacak kadar yutulması için belli bir zaman gerekir (Furrer, 1964). Zaman içinde gerçekleşen bu olaya yansıma denir.

Yansıma, iç mekândaki sese özgü bir durumdur ve dış mekânda ses, yansımadan zayıflayarak yoluna devam etmektedir. Bir konser salonu sahnesi üzerinde tek nota çalan bir müzisyen düşünüldüğünde, kemandan çıkan ses dalgası rastladığı tüm çevreleyici yüzeylere (duvarlar, balkon parapetleri, tavan ve izleyici bölgesi) çarparak yansımaktadır. Dinleyici önce sahnedeki kemandan gelen dolaysız sesi almakta, ardından kısa bir boşluktan sonra yansıyarak gelen sesleri işitmektedir. Bu ilk yansımalar başka yüzeylerle karşılaştığında da yansıyarak yeni ses dalgaları oluşturmaktadırlar. Bu hareket çok hızlı olduğu için yüzeylerde oluşan bu ses dalgası yansımaları 1 saniye içinde 20 kere tekrar edebilir. Her çarpışmadan sonra, özellikle dinleyici alanında ses enerjisini kaybeder ve azalarak duyulma özelliğini yitirir (Beranek, 2004). Yansıma öznel parametresinin nesnel karşılığı olan “yansıma süresi” nesnel parametresi “2.4.3.1. Yansıma süresi (RT) (T_{60} , T_{30} , T_{20}) (Reverberation time)” başlığında ele alınmıştır.

2.4.4.3. Mekânsal algılama (Spatial impression)

Dinleyici noktasına güçlü yanal yansımalar ulaştığında, dinleyiciler öznel olarak kendisini müzikle sarılmış olarak görmekte ve mekânın genişliğini algılamaktadır (Bayazıt Tamer, 1999). Mekânsal algılama büyük oranda yayılmış ses alanının

sonucudur. Yayılma alanında ses dinleyiciye bütün yönlerden eşit kuvvette gelir. Yanal yön, seyirci kafasının dikey düzleminde hayal edilen 20° ile 90° arasında uzanan yön olarak tanımlanır (Vural, 2009). (Şekil 2.40)



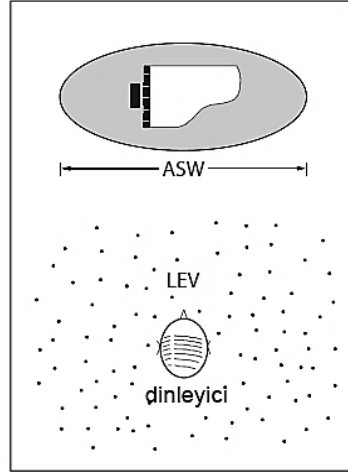
Şekil 2.40. Yanal ses yönünün tanımı (Mehta vd., 1999)

Mekansal algılama etkisinin 2 göstergesi vardır.

- *Algılanan kaynak genişliği (Apparent sound with, ASW)*: Sesin görüldüğünden daha geniş bir kaynaktan geliyormuş gibi algılanmasıdır. Eğer erken yansımalar (müzik için 80 ms'den önce olan yansımalar) fazla ise ASW artar (Teke, 2012). Algılanan kaynak genişliği (ASW) dar salonlarda yapılan gözlemler sonucunda bulunmuş, yan duvarlardan yansıyan erken yansımalar kaynağı genişletip, müziğe dolgunluk kazandırmaktadırlar. (Kurtulan, 2009).

Yan yansıma oranı (LF_{80}) ile ilişkili olduğu laboratuvar ölçümleriyle belirlenmiştir. LF_{80} değeri yüksek olduğunda kaynak olduğundan daha geniş görünecektir, bu da mekansal algılamaya katkı sağlamaktadır (Everest ve Pohlmann, 2009). LF_{80} parametresine “*Erken yanal enerji oranı (LF_{80})*” başlığında değinilmiştir.

- *Dinleyicinin hacimce kuşatılması (Listener envelopment, LEV)*: Dinleyicinin yansımış ses ile sarmalanma izlenimidir. Erken gelen yanal yansımalar kaynağın olduğundan daha geniş ses enerjisi yayma izlenimi ile kaynak genişlemesini sağlarken, geç gelen yanal yansımalar sarmalanma hissini oluşturur (Barron, 1993). Şekil 2.41’de sarmalanma (LEV) ve görünür kaynak genişliğinin (ASW) şekilsel tanımlanması verilmiştir (Teke, 2012).



Şekil 2.41. ASW - kaynak genişliği, LEV - alıcının sarmalanması (Barron, 1993)

2.4.4.4. Samimiyet (Intimacy)

Bir hacimdeki görsel samimiyet, hacimdeki insanların duvarları ve hacimdeki çeşitli nesneleri yakındaymış gibi görebilmeleridir. Aynı durum sesin çok yakındaki bir yüzeyden gelmesiyle de gerçekleşir ve bu durum akustik samimiyet olarak adlandırılır. Görsel ve akustik samimiyet salonların fiziki özellikleri ile yakın ilişkilidir (Beranek, 2004).

Küçük bir salon, görsel samimiyete sahiptir. Eğer bir salonun içinde çalınan müzik küçük bir salonda çalınıyormuş gibi duyulursa, bu salon akustik samimiyete sahip olur. Bir dinleyicinin salonun boyutları hakkındaki izlenimini, dinleyicinin kulağına doğrudan gelen ses ile duvardan veya tavandan gelen ilk yansıma arasındaki süre olan ilk gecikme zaman aralığı (ITDG) belirler (Beranek, 2004).

Ando ve Beranek, samimiyet değerini sadece ITDG değeri ile ilişkilendirirken, Barron salonun hacmi ile de ilişki kurar. Barron'a göre daha küçük salonlarda ITDG'nin düşük çıkmasına bağlı olarak samimiyet hissi artmaktadır. EDT değeri ile doğru orantılıdır. İlk gecikme aralığının kısa olması EDT'nin de düşük çıktığını gösterir. İlk yansımaların alındığı noktaların yakın olması ITDG değerinin düşük çıkmasından anlaşılabilir. Bu noktalara yakın alıcıların EDT'leri de kısa çıkacaktır (Long, 2006).

2.4.4.5. Sıcaklık (Warmth)

Müzikteki sıcaklık basın canlılığı olarak ya da orta frekans tonuna bağlı bas tonunun doluluğu olarak tanımlanır. Bas tonunun tokluğu, düşük frekanslar için olan yansıma süresinin (250 Hz veya daha az), orta frekanslar için olan yansıma süresinden (500-1000 Hz) daha uzun olmasıyla gerçekleşir. Eğer düşük frekanslar için olan

yansıma süresi, orta frekanslar için olandan daha kısaysa, sesin kolay kırılır (brittle) olduğu söylenebilir. Bazen küçük bir odada ya da stüdyoda, düşük frekanslardaki akustik rezonanslar arasında o kadar büyük bir aralık olur ki, farklı müzikal tonların artışı farkına varılabilecek şekilde düzensiz olur. Eğer bazı düşük frekanslı tonlar abartılırsa, sonuç olarak ortaya çıkan düzensiz ses “uğultulu” olarak adlandırılabilir. Eğer sadece yüksek frekanslarda etkili olan ses emici materyaller duvarlarda ve tavanda aşırı miktarda kullanılmamışsa, uğultu akustik konser salonlarında ya da opera salonlarında nadiren görülür. Beğenilen konser salonlarının çoğu, sıcak sese – zengin, tam basa sahiptirler (Beranek, 1962).

Teknik olarak açıklamak gerekirse sıcaklık, bas seslerin gücüyle ilişkilidir ve sahne üzerindeki standart bir hoparlörden 125 Hz ses gönderilerek ses düzeyi ölçme cihazı ile salonun farklı oturma alanlarında ölçülür (Beranek, 2004). Sıcaklığı belirlemede Bass Ratio “BR” (Bas Oranı) parametresi kullanılmaktadır (Mehta vd., 1999). Bass Ratio parametresi “2.4.3.3. *Bas oranı (BR) (Bass ratio)*” başlığında ele alınmıştır.

2.4.4.6. Denge (Balance)

İyi bir dengenin sağlanabilmesi için, orkestranın bölümleri arasında ve orkestra ile solo müzisyen arasında denge oluşturulmalıdır. Bir performansta denge zaman zaman kaybolabilir. Bunun nedeni sahnenin ortada yer alması veya performansın belirli bölümlerinde müzisyene çok yakın olmak veya solo performansın yeterince desteklenmemesi durumu olabilir. Bunun ötesinde denge, müzisyenlere, sahne içinde oturushlarına ve orkestra şefinin kontrolüne bağlıdır. Bir opera salonunda ise müzisyenler ve opera sanatçısı arasındaki denge, sahne tasarımı, erken yansıyan seslerin sahnede ki opera sanatçısını desteklemesi, orkestra çukuru tasarımı ve orkestra şefinin kontrolüne bağlıdır (Beranek, 2004).

2.4.4.7. Destek (Support)

Destek, enstrümanın hacim içinde kendine göre bir ton yaratması ile ilgilidir. Hacmi kolayca doldurabilmesi ya da hacmi zor doldurmasına göre derecelendirilir. Daha çok geç yansımalarla ilgilidir. Özellikle telli enstrümanlarda erken yansımalar maskelenir. Bu durumda geç yansımalar önem kazanır (Barron, 1993).

2.4.4.8. Birlik (Ensemble)

Birlik, performans sergileyenlerin birlikte enstrümanlarını çalma kabiliyetlerine, yani, başlamalarına ve birçok sesin tek bir ses gibi duyulmasını sağlayacak şekilde notalarını aynı anda çalmalarına gönderme yapar. İyi bir birlik sağlamak için müzisyenler orkestradaki diğer arkadaşlarını duyabilmelidirler. Eğer sahne ya da orkestra çukuru çok geniş ve sık olursa, orkestranın iki yanındaki kişiler birbirlerini duyamayacak ve birlik zayıf olacaktır. Sahne çevresi (stage enclosure), yanlardaki ve sahnenin üzerindeki yansıtıcı yüzeyler sahnenin bir bölümünde bulunan müzisyenlerin sesini sahnenin diğer bölümünde bulunanlara iletmekle mükelleftir (Beranek, 1962).

2.4.4.9. Gürültüden bağımsızlık (Freedom from noise)

Bir salon; trafik, bitişik salonlar, metro, uçak, havalandırma sistemi ya da geç kalan dinleyicilerin fuayede yarattığı gürültü gibi çeşitli dış gürültülerden etkilenmemelidir. Dinleyicilerin tüm dış gürültü kaynaklarından yalıtılması iyi bir salon tasarımında en önemli faktörlerden biri olarak görülmektedir (Beranek, 1962).

2.4.4.10. Yankıdan bağımsızlık (Freedom from echo)

Eko, gecikmiş bir yansımanın aniden yükselerek sahnedeki müzisyenleri veya salondaki izleyicileri rahatsız etmesidir. Tavanın çok yüksek olması veya sesi odaklayacak yapıda olması ekolara neden olur. Ekolar genellikle, odak noktası seyirci bölgesi önünde veya sahne önünde olan uzun, yüksek ve eğimli arka duvar tarafından oluşturulur. Ekolar özellikle kısa yansıma süresine sahip salonlarda daha rahatsız edicidir (Beranek, 2004).

3. AKUSTİK DEĞERLENDİRME YÖNTEMLERİ

Bu bölümde salonların akustik değerlendirmesinde kullanılan öznel ve nesnel değerlendirme yöntemleri açıklanmıştır.

3.1. Öznel Değerlendirme

Öznel değerlendirmeler kişilerin salonun akustiği hakkındaki algı ve düşüncelerine dayanmaktadır. Salonlar hakkındaki öznel değerlendirmeleri ortaya koymak için alanda değerlendirme ve laboratuvar ortamında değerlendirme olmak üzere 2 yöntemden faydalanılır.

3.1.1. Alanda değerlendirme

Salon işlevine ve salonun saptanan özelliklerine bağlı olarak salon kullanıcılarına yöneltilen sorulara verilen cevaplar ile kullanıcıların kişisel görüşleri elde edilir. Böylelikle salonlar öznel olarak değerlendirilmiş olur. Salon kullanıcıları ile yapılacak çalışmalar dört şekilde gerçekleştirilebilir (Türk, 2011);

- Anket soruları
- Hikâye anlatımı
- Yazılı sorular
- Anlamsal fark testleri

Dinleyiciye yöneltilmiş açık uçlu, skala değerlendirmeli ya da çoktan seçmeli sorular anket yöntemini oluşturur. Hikâye anlatım yöntemi, dinleyicinin kaydı anlatması ve bunun bir hikayeye dönüştürülmesi şeklinde gerçekleştirilir. Yazılı sorular yönteminde dinleyiciye yöneltilmiş soruların serbest yazım diliyle cevaplanması beklenirken anlamsal fark testlerinde birbirinin zıttı sıfat çiftleri üzerinden kayıtlar dinleyici tarafından yorumlanır (Türk, 2011).

Tez çalışmasında öznel değerlendirmelerin yapıldığı yayınlar incelenmiş, Marshall'ın 1967, Barron'un 1988, Cox ve Shield'ın 1999 yılındaki çalışmaları temel alınmıştır. Marshall ve Barron'un çalışmalarda müzisyenler ve eğitimli dinleyiciler denek olarak kullanılmıştır. Cox ve Shield'ın 1999 yılındaki çalışmaları ise müzik bilgisini ölçmeye yönelik soruların sorularak eğitimsiz dinleyicilere de anket uygulandığı önemli bir çalışmadır. “1.1. Literatür özeti” bölümünde belirtilmiş olan öznel değerlendirmelerin yapıldığı çalışmalarda da bu temel anketlerin kullanıldığı fakat sorularının çeşitlendirildiği görülmüştür. Tez çalışmasında bahsedilen temel anketlerin yanı sıra incelenen diğer çalışmalardan da faydalanılarak değerlendirilmek istenen öznel veriler düşünülmüş ve Ek 3'te verilen müzisyen ve dinleyici anketleri oluşturulmuştur.

Bu bölümde incelenen temel anketler olan Marshall, Barron, Cox ve Shield'in anketleri ayrıntılı olarak verilmiştir.

Harold Marshall'ın 1967 yılında yaptığı araştırması alanda anket uygulamasına yönelik öncü bir çalışmadır. Marshall, çalışmasında kullandığı ankette müzisyenlere anket uygulamış ve 10 dereceli bir ölçekle değerlendirmeler yapmıştır. Marshall'ın anketi Şekil 3.1'de verilmiştir. Tez çalışmasında kullanılan müzisyen anketinde Marshall'ın çalışmasındaki öznel parametrelere yer verilmiş ve bu parametreler 5 dereceli bir ölçekle değerlendirilmiştir.

Salon: XXX
Yeri: XXX

Toplam Akustik Etki	Burada müzik çalmak güzel bir deneyim	Çaba/Güç gerektirici
Açıklık	Açık	Çamurlu
Reverberasyon	Çınlama yüksek	Kuru
Bütün Olarak Algılama	Kolay müziksel iletişim	Birbirini duymak zor
Denge	Bölümler iyi dengeleniyor	Bölümler dengelenmiyor
Sıcaklık	Sıcak/ Yumuşak	Aydınlık/Çok parlak
Destek	Ses iyi destekleniyor, planlamak kolay	"Yalnız çalışıyormuş" hissi
Görsel Etki	Tatmin edici	Hoş olmayan/ İtici

Salona en çok uyan müzik stili _____

Yorumlar:

Şekil 3.1. Marshall'ın araştırmasında kullandığı müzisyen anketi (Sanders, 1997)

Yine alanda anket çalışması konusunda önemli bir çalışma olan Barron'un İngiltere'de 1988 yılında 11 salonda canlı konserler sırasında, 27 kulağı eğitilmiş dinleyiciyi kullanarak yaptığı çalışmada, salonun öznel parametrelerinin belirlenmesi için kullandığı anket Şekil 3.2'de verilmiştir. Bu ankette değerlendirmeye alınan öznel parametreler; açıklık, yansım, kuşatılmışlık, samimilik, sesin yüksekliği ve denge,

Barron tarafından bir salonun akustik kalitenin belirlenmesine en çok etki eden parametreler olarak değerlendirilmiştir. Ayrıca Barron salonun akustik kalitesiyle doğrudan ilişkili olan “toplam akustik etki”yi 7 dereceli bir ölçek kullanarak değerlendirmiştir (Vural, 2009). Tez çalışmasında uygulanan dinleyici ve icracı anketlerinin akustik parametreler bölümlerinde Barron’un anketinden faydalanılmıştır.

	Kanşık	Açık
AÇIKLIK	-----	
	Ölü	Canlı
REVERBERASYON	-----	
	Yaygın	Dar
KUŞATILMIŞLIK	-----	
	Uzak	Sıcak
SAMİMİLİK	-----	
	Yüksek	Sessiz
YÜKSEKLİK	-----	
DENGİ		
	Tiz, orta frekanslarda	Zayıf Yüksek
	Bas, orta frekanslarda	-----
	Solist, orkestra	-----
ARKAPLAN GÜRÜLTÜSÜ	İşitilemez Kabul edilebilir Tahammül edilebilir Tahammül edilemez	
TOPLAM İZLENİM		
	Çok zayıf Zayıf Vaseet Uygun İyi Çok iyi Mükemmel	

Şekil 3.2. Barron’un İngiltere’deki konser salonlarının akustik kalitesini belirlemekte kullandığı öznel parametreler anketi (Barron, 1993)

T.J.Cox ve B.M.Shield 1999 yılında yaptıkları araştırmada müzisyen ya da müzik kulağı olan denekler kullanmak yerine, Londra’da Royal Festival Hall’da kulağı eğitimsiz rastgele dinleyicilerle anketler yaparak salonun akustiğini değerlendirmişlerdir. Fakat, anket sorularına enstrüman çalabilme, grup üyeliği, konser kaydına sahip olma, salonda sık olarak konserlere katılma cevaplarını veren rastgele dinleyicileri müzik kulağı olan, müzisyen dinleyiciler olarak sınıflamışlardır. Bunun sonucunda iki farklı grup arasında salonun akustik özelliklerinin değerlendirilmesi konusunda anlamlı farklılıklar olduğunu ortaya koymuşlardır. Ayrıca dinleyicilerin salonda oturdukları alana göre yine akustiği farklı değerlendirdiklerini bulmuşlardır (Vural, 2009). Bu çalışma, rastgele dinleyicilere anket uygulanması ve dinleyicilerin sınıflanması yönünden tez çalışmasına örnek oluşturmaktadır.

Tez çalışmasında salon öznel değerlendirmesinin yapılmasında anketler icracılar ve rastgele seçilmiş dinleyicilere uygulanmıştır.

3.1.2. Laboratuvar ortamında değerlendirme

Salonların öznel olarak değerlendirilmesi, salonda ya da anekoik odada yapılan kayıtların simülasyon programları ile elde edilen oralizasyonlarının laboratuvar ortamında kişilere dinletilmesi ve yorumlatılması yolu ile de gerçekleştirilebilir.

Bu yöntemler kullanılırken bazı noktalara dikkat etmek gereklidir. Öncelikle salonda ya da anekoik odada ses kaydının doğru bir şekilde yapılabilmesi için kayıt cihazlarının sorunsuz çalışıyor olması gereklidir. Cihazlardan kaynaklanacak sinyal seslerinin dinleyiciye ulaşması, değerlendirmenin doğruluğunu zedeleyecektir. Salonda yapılan kayıtların dinletilip değerlendirilmeye alındığı durumlarda kayıtların sınırlı olması yöntemin olumsuz özelliğidir. Simülasyon programlarının kullanıldığı durumlarda, modellemenin söz konusu hacimle birebir örtüşmesi oralizasyonun doğru elde edilmesini sağlar. Bu nedenle modellemede seçilen malzeme ve özelliklerinin salona uygun seçilmesi önemlidir. Bu durum, değerlendirmenin zor elde edildiğini göstermektedir. Oralizasyon için belirlenen kaynak ve alıcı noktalarının konumları salon için uygun olmalıdır. Gerekli durumlarda değişik varyasyonlara ait oralizasyonların yapılabilmesi bu yöntemin tercih edilmesini sağlar. Kayıtlar dinleyiciye ulaştırılırken kullanılan diğer cihazların da sorunsuz çalışıyor olması gereklidir. Aynı zamanda, dinleme anında ortamdaki fon gürültüsünün en düşük seviyede tutulması ve dinleyicinin dinleme anında işitsel, görsel ve diğer fiziksel olumsuzluklardan korunması gerekir (Türk, 2011).

Alan ve laboratuvar çalışmalarının avantaj ve dezavantajları Choi ve Fricke tarafından yapılan çalışmada ortaya koyulmuştur. (Tablo 3.1)

Tablo 3.1. Alan çalışmaları ve laboratuvar çalışmalarının karşılaştırılması (Choi ve Fricke, 2005)

Alan Çalışmaları	Laboratuvar Çalışmaları
Gerçekçi test yaklaşımı izlenmektedir.	Ses üretim tekniklerinin güvenilirliği kesin değildir.
Akustik olmayan parametrelerin kontrolü zordur ve değerlendirmeleri etkileyebilir	Akustik olmayan parametrelerin kontrolü kolaydır.
Değerlendirmeler deneğin önceki deneyimlerine bağlı olabilir.	Gerçek salonlardaki ses deneyimini mükemmel olarak tekrar yaratmak mümkün değildir.
Salonların karşılaştırılmasındansa öznel izlenimlerin değerlendirilmesi için uygundur.	Belirli bir parametreyi incelemek ya da karşılaştırma yapmak için uygundur.

3.2. Nesnel Değerlendirme

Nesnel değerlendirme, akustik ölçme ve akustik modelleme olmak üzere iki başlık altında incelenebilir.

3.2.1. Akustik ölçme

Ölçme aletleri ve değerlendirme programları ile hacimlerin yanıt eğrisini fiziksel büyüklükler olarak elde eden bu yöntem, günümüzde mevcut salonların değerlendirilmesinde en sık kullanılan yöntemdir. Bu yöntemde salonlara kullanılan ses kaynağı ve mikrofonlar ile elde edilen bilgiler (akustik parametreler) dijital ortamda, okunabilen büyüklüklere dönüştürülür. Hacim akustiği ölçmeleri “ISO 3382 Akustik – Hacim Akustiği Parametreleri Ölçümleri” (Acoustics - Measurement of Room Acoustic Parameters) ile standartlaştırılmıştır. Salonlarda yapılan ölçmelerde sağlıklı sonuçlar elde etmek için kaynak, mikrofon özellikleri ve konumlarının önemi büyüktür. Akustik ölçmelerde kaynak ve alıcı noktalarının uygun yerleştirilmemesi sonucunda hacim akustiği parametrelerine ait değerler mevcut olandan farklı elde edilebilir. Konuşmacı/sanatçı ve dinleyici ilişkisi, kaynak ve mikrofonlar arasında gerçeğe yakın biçimde sağlanmalıdır. Ayrıca mikrofonların yansıtıcı ya da yutucu yüzeylere fazla yakın olması elde edilecek sonuçları olumsuz yönde etkileyecektir. Salon duvarlarına yakın noktalarda yapılan, bölümsel olarak yanlış sonuçlar veren ölçmeler ortalama değerlere etki eder. Böylelikle fon gürültüsü ve hacim akustiği parametrelerine ait ölçme sonuçları gerçekte olduğundan yüksek ya da düşük elde edilebilir. Kaynak ve mikrofon konumları için sağlanması gereken koşullar aşağıda sıralandığı gibi olmalıdır (Türk, 2011):

- Kaynak yüksekliği bir konuşmacı için, mikrofon yükseklikleri dinleyiciler için kabul edilen ortalama değerde olmalıdır.
- Mikrofonlar yan ve arka duvarlara en az 1,5m uzakta konumlanmalıdır.
- Salonlarda belirlenecek ölçme noktaları salon büyüklüğü ile ilişkili olmalıdır. Buna göre mikrofonlar, sahneye göre belirlenen bir simetri eksenini ile ilişkili olarak konumlandırılmalıdır. Ölçme noktaları dinleyici alanının tümünü örnekleyebilecek şekilde; ön, orta ve arka bölümü için yeterli sayı ve konumda belirlenmelidir.

Tez kapsamında bu koşullar da göz önünde bulundurularak salonda akustik ölçümler gerçekleştirilmiştir.

3.2.2. Akustik modelleme

Kapalı hacimlerin akustik tasarımları aşamasında yararlanılan yöntemlerden biri olan akustik modelleme, fiziksel ya da dijital olarak oluşturulabilir. Fiziksel modellerde yapılan ölçmeler ile dijital modellerde yapılan hesaplamalar tasarlanan salonların akustik karakteri hakkında bilgiler verir (Türk, 2011).

Bir binanın tasarım aşamasında pek çok önemli akustik özelliğin hatasız olarak hesaplanmış olamayacağı açıktır. Deneysel yöntemler basit, küçük yapılar için kullanılabilir olsa da büyük ve önemli oditoryumlar ve alışılmadık formlar için yapıyı inşa etmeden önce akustik sorunların tanımlanmasında bir model oluşturulması tercih edilmelidir (Lawrence, 1970). Geçmişte yalnız fiziksel yöntemlerle oluşturulan akustik modeller, günümüzde bilgisayar ortamında da oluşturulabilmektedir.

Büyük salonların akustik tasarımında uzun süredir kullanılan yöntemlerden biri, tasarımı üzerinde çalışılan salonların, maketlerinin yapılması ve sesin yayılmasının bu maketler üzerinde irdelenmesidir. Fiziksel maketler üzerinde duvar malzemelerinden hacim boyutlarına kadar değişiklikler yapılabilir olması bu yöntemin büyük bir avantajıdır. Bu çalışma yönteminde, yayılan bütün fiziksel dalgaların birkaç ortak özelliği sebebiyle, model ölçümlerinde sadece ses dalgaları kullanmak gerekli bulunmamıştır. 30'lu yıllarda, ses yerine ışık kullanılması daha uygun bir yöntem olarak görülmüştür (Rindel, 2002). R. W. Leonard tarafından geliştirilen optik model testi fiziksel maketler üzerinde yapılan deneylerde kullanılmış bir yöntemdir. Bu test, günümüzdeki bilgisayarla yapılan modellemelerden önce çok sayıda oditoryumda kullanılmıştır ve şu şekilde uygulanır: Basılmış bir plan karanlık odada düzgün bir masa üzerine konur ve dik ışınlar veren bir lamba bir ses kaynağını temsil etmek üzere sahne üzerinde çeşitli pozisyonlarda tutulur. Yaklaşık 5 cm genişliğinde optik yansıtıcı saplı çelik şeritler kesilerek düşünülen yan duvar konturlarına yerleştirilir. Yine yaklaşık 5 cm genişliğinde ve masaya konan planın merkezine dik olarak konmuş yarı şeffaf bir şerit bu yansıtıcı şeritlerden gelen ışık tarafından aydınlatılır. Yarı şeffaf camın yalnızca yansıyan ışıklar tarafından aydınlatılmasını sağlamak için lamba ışığı hafif bir ekranla kapatılır. Duvar konturu olarak kullanılan şerit salon en düzgün ve parlak biçimde aydınlatılıncaya kadar oynatılır. Işığın dalga boyu çok kısa olduğundan, optik teknik yalnızca yüksek frekanslı sesin yansımaya model olarak alınabilir (Yücel, 1987).

Bu optik model ölçümü, bir hacimdeki durgun enerji dağılım bilgilerini elde edebilmek için oldukça yararlıdır. Bununla birlikte bu optik ölçümler, belli bölgeler için

gerekli olan yansımalarından sorumlu duvar ve tavan oranlarının doğruluğunu belirleyemez ve dinleyiciye ulaşan enerji oranlarının varış zamanları ve bununla birlikte gecikme süreleri hakkında bir fikir vermez. Bundan dolayı hacmin tüm durağan davranışlarından daha önemli olan hacim akustiği ile ilgili sorular optik model ölçümleriyle cevaplanamaz (Türk, 2011).

Ses kullanılan modellerde üzerinde çalışılan modelde, ses sinyali insan sesi doğrultululuğu ve frekans aralığında yayın yapan küçültülmüş kaynaklar kullanılır. Kaydedilmiş ses sinyalleri orijinal şekline getirildikten sonra, salonun akustiğini ve üzerinde çalışılan varyasyonların etkilerini öznel olarak değerlendirebilecek dinleyicilere aktarılır (Türk, 2011). Bu yöntemde orijinal ve model hacimler arasındaki akustik benzerlik için gereklilikler, Spandöck tarafından ortaya atılan bir teknikle ilişkili olmaktadır. Bu düşünceye göre yansısız olarak kaydedilmiş müzik ya da konuşma sinyalleri modelde, ölçeklenmiş frekanslarda tekrar tekrar yayınlanır. Modellerde kullanılacak seslerin frekansları ve dalga boyları; aşağıdaki formüller kullanılarak ölçeklendirilir (Spandöck, 1934):

$$\begin{aligned} l' &= l / s \\ f' &= f \cdot s \cdot c' / c \end{aligned} \quad (3.1.)$$

Burada; l orijinal boyutlarında bir salona gönderilmek istenen sesin dalga boyu, l' modele gönderilmesi gereken sesin dalga boyu, f orijinal sesin frekansı, f' modele gönderilmesi gereken sesin frekansıdır.

Bu yöntemin pratik hale getirilmesi yakın geçmişte oldukça zor idiyse de günümüzde teknik zorluklar aşılmıştır. Öte yandan yüksek maliyetler nedeniyle yöntem ancak çok önemli ve özgün salonların yapımında kullanılmaktadır. Ölçekli modellerin kullanıldığı yöntemin zorlukları aşağıdaki gibi sıralanabilir (Türk, 2011):

- Oluşturulacak maketlerin salonla birebir aynı detaylara sahip olması sağlıklı sonuçlar elde edebilmek açısından son derece önemlidir.
- Salonda kullanılmış ya da kullanılacak olan malzemelerin boyutları ve montaj biçimleri fiziksel modelde orijinali ile birebir örtüşmelidir.
- Fiziksel modeller ince çalışmalar gerektirir. Bu da işçilik değerini ve modelin hazırlanma süresini artırır. Bu yöntem oldukça maliyetlidir.

90'lı yılların başında Heinrich Kuttruff fiziksel modellerin yani maketlerin büyük salonların akustik tasarımı için çok yararlı bir araç olduğu kanıtlanmış olmasına

rağmen, onların yerini yavaş yavaş daha ucuz, daha hızlı ve daha verimli olan dijital modelleme yönteminin almakta olduğunu belirtmiştir (Kutruuff, 1991).

Günümüzde kullanımı giderek yaygınlaşan bilgisayar ortamında modelleme yöntemi, dijital ortamda gerçekleştirilen akustik hesaplama olarak da nitelendirilebilir. Oluşturulan geometrik salon modeli içinde tanımlanan kaynak ve alıcı noktaları ile salona ait akustik yanıt eğrisi elde edilir. Dijital akustik modelleme programları hızlı sonuçlar verir ve ekonomiktir. Hesaplamanın kolaylıkla yinelenebilmesi sayesinde salonların değişik koşulları için yanıt eğrisi elde edilebilir. Günümüzde kullanılan dijital akustik modelleme programları üç farklı yöntem ile çalışırlar. Bunlar; ışın izleme yöntemi (ray tracing method), görüntü kaynak yöntemi (image source method) ve hibrid yöntemi (hybrid method)'dir (Türk, 2011).

Işın izleme metodunun temel algoritması, ses kaynağından yayılan ve modeldeki yüzeylerden yansıyan ışınları takip ederek hangi dinleyici bölgesine ulaştığını belirlemek üzerinedir. Kaynaktan çıkan ses ışınları ya önceden tanımlanmış olarak ya da rastgele yayılır (Savioja, 1999). Kaynak noktasından çeşitli yönlerle yayılan çok sayıda parçacık kullanılır. Dağılan bu parçacıklar her yansımada, hacimdeki yüzeylerin yutma çarpanına göre enerji kaybeder. Bu yöntemde her durumda yanlış yansımalar veya ortaya konmayan yansımaların varlığı bir risk oluşturur. Hacim akustiği modellerinde ışın izleme metodunun geliştirilmesi yaklaşık otuz yıl önce başlamıştır ancak ilk modeller özellikle yansıma dağılımlarının görsel denetimi amacıyla oluşturulmuştur (Türk, 2011).

Görüntü kaynak yöntemi, ses kaynağının yansıtıcı yüzeyinin düzleminde aynasal olarak yansıtılması ilkesine dayanır. Kaynaktan yayılan ve modeldeki yüzeylerce yansıtılan ışınlar yerine oluşturulan görüntü kaynaktan dolaysız olarak yayılan ışınlar kullanılır. Bu yöntemin daha hassas olması bir avantajdır; ancak hacim basit bir geometriye sahip değilse sorunlar oluşabilir (Rindel, 1994).

Değinilen her iki yöntem de ışın tabanlı yöntemlerdir. İki klasik yöntemin dezavantajlarının olması, bu yöntemlerin iyi özelliklerini birleştiren hibrid yönteminin gelişmesine yol açmıştır. Hibrid yöntemi ise ışın tabanlı bu yöntemlerin birlikte kullanıldığı bir yöntemdir (Savioja, 1999). Buna göre salon içindeki bir kaynaktan gönderilen ışınların karşılaştıkları yüzeylere göre oluşan görüntü kaynakları salona enerji gönderir. Erken yansımalar görüntü kaynak yöntemi ile, geç yansımalar ise ışın izleme yöntemi ile tanımlanmıştır. Yazılım yansımaların erken ya da geç yansıma

olduklarını belirler ve ön tanımlı yöntemi uygular (Türk, 2011). Günümüzde bu yöntemler ile çalışan ve sıklıkla kullanılan dijital akustik modelleme yazılımları; CATT, EASE, AURA ve ODEON'dur.

Tez kapsamında yapılan salon değerlendirmesinde salon akustik modeli Odeon 14 Auditorium programından faydalanılarak geliştirilmiştir.

4. ESKİŞEHİR SALONLARI ENVANTER ÇALIŞMASI

Dinlemeye yönelik hacimlerin tasarımlarının yanı sıra, mevcut hacimlerin akustik açıdan iyileştirilmesi de hacim akustiği biliminin çalışma alanına girmektedir. İyileştirme çalışmalarının yapılabilmesi için, salonların mevcut durumlarının belgelenmesi gerekmektedir. Bu belgeleme de mevcut salonların tespiti ile mümkündür. Bu bağlamda, bu çalışmada Eskişehir'deki salonların iyileştirilmesine yönelik ilk adım olarak, salonların tespit edilmesi ve salonlar hakkındaki temel bilgilere ulaşılarak bir envanter oluşturulması hedeflenmiştir. Bu bölümde Eskişehir salonları envanter çalışması yöntemi açıklanmış ve envanter çalışması kapsamında saptanan 114 adet salon hakkında ulaşılabilen temel bilgiler verilmiştir.

4.1. Envanter Çalışması Yöntemi

Eskişehir salonları için yapılacak envanter çalışmasında öncelikle kentteki salonların saptanması, ardından bu salonlarda görevliler ile görüşme ve yerinde tespit yöntemi ile

- Açılış yılı
- Bulunduğu ilçe
- Bağlı olduğu kurum
- Akustik projesinin olup olmadığı
- Seslendirme sisteminin olup olmadığı
- Hacmi
- Kapasitesi
- İşlevi
- İşleve uygunluğu

bilgilerine ve salon görsellerine ulaşılması hedeflenmiştir.

Hacim büyüklüğü, dinleyici kapasitesi ve işlev salonların akustik kalitesinde önemli rol oynamaktadır. Bu konuya “2.4.2.1. Doğal akustik tasarım” başlığında ayrıntılı bir biçimde değinilmiştir. Bu bilgilerin elde edilmesi amaçlanmış ve elde edilen hacim, kapasite ve işlev verileri kullanılarak ve 2.4.2.1. başlığı altında verilen maksimum dinleyici sayısı formülü (2.1) ve işleve göre kişi başına düşen hacim oranları tablosuna (Tablo 2.2) dayanarak salon hacimlerinin max dinleyici sayısına ve işleve uygunluğu tespit edilmeye çalışılmıştır. Ayrıca, envanter kapsamında saptanan salonların akustik projelerinin ve seslendirme sisteminin olup olmadığının da

araştırılması, bu verilerin yanı sıra, salonların akustik ile ilgili olmayan açılış yılı, bulunduğu ilçe, bağlı olduğu kurum gibi bilgilerine de ulaşılması hedeflenmiştir.

Eskişehir ilindeki salonların tespitine başlanması ve bir farkındalık sağlaması amacıyla gerçekleştirilen bu çalışmada ne yazık ki gerek özel salon sahipleri gerekse resmi kurum çalışanları bilgi vermeyi çoğunlukla reddetmiştir. Yardım etmeye çalışan görevliler olsa bile tespit edilen salonların tüm bilgileri elde edilememiştir. Envanterde elde edilebilen kısıtlı bilgilere yer verilmiştir.

4.2. Eskişehir’deki Mevcut Salonlar

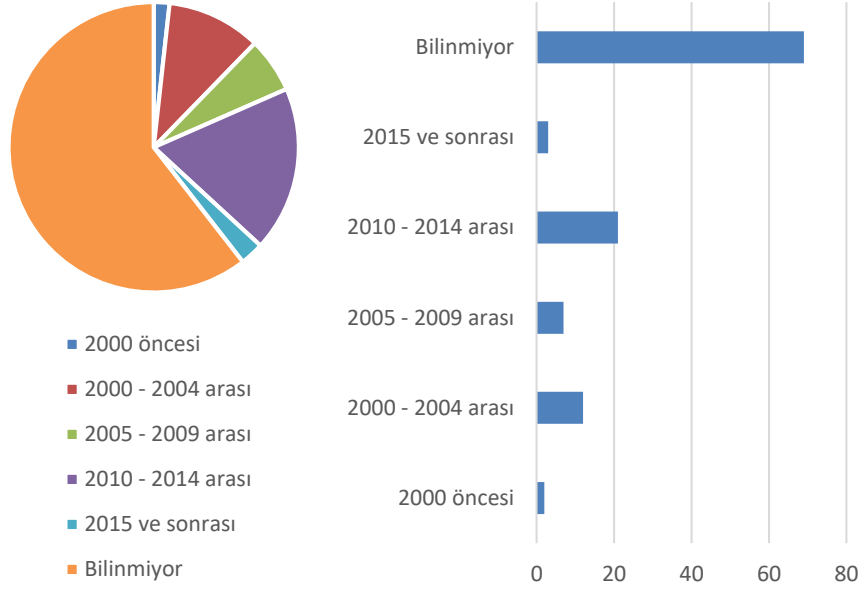
Tez kapsamında oluşturulmaya başlanan envanter çalışması için Türk’ün tezinde başlattığı envanter çalışması referans alınarak Eskişehir ilindeki salonlar araştırılmış ve toplam 114 salonla ilgili bilgiye ulaşılmıştır (Türk, 2011). Envanter çalışması kapsamında incelenen salonlar belediyelere, üniversitelere, odalar ve sivil toplum kuruluşlarına, devlet dairelerine ve özel kişi - kuruluşlara ait salonlardır. Belirtilen kapsamın dışındaki salonlar incelenmemiştir (okullara, sinemalara ait salonlar vb.). Salonlar için envanter fişleri oluşturulmuş ve bu fişlere salon hakkında ulaşılabilen verilerin tümü işlenmiştir. Örnek envanter fişi Şekil 4.1’de görülmektedir. Salonların envanter fişlerinin tamamı Ek 1’de verilmiştir.

Eskişehir Salonları Envanteri	Salon Adı:	AÜ AKM Opera ve Bale Salonu
Envanter No: 17		
 (http-21)	Yapım Yılı:	1986
	Bulunduğu İlçe:	Tepebaşı
	Bağlı Olduğu Kurum:	Anadolu Üniversitesi
	Hacmi:	4526
	Kapasitesi:	485
	İşlevi:	Çok Amaçlı
	Akustik Projesi:	Yok
	Seslendirme Sistemi:	Var

Şekil 4.1. Örnek envanter fişi

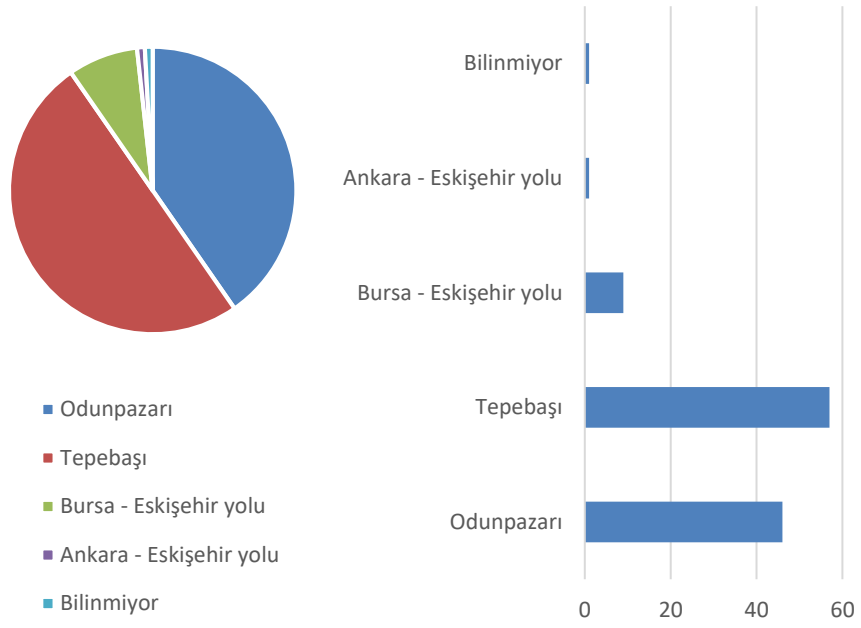
İncelenen salonlara ait ulaşılan veriler Ek 2’de ait oldukları kuruma göre sıralı bir şekilde verilmiştir. Salonlar hakkında ulaşılan bilgilere dayanarak değerlendirmeler yapılmış ve grafikler oluşturulmuştur. Bu değerlendirme ve grafikler, bilgilerin Ek 2’deki tabloda veriliş sırasına göre açıklanmıştır.

Salonların 45'inin yapım yılına ulaşılmıştır, 1'inin restore edildiği bilinmekte fakat yapım yılı bilinmemektedir. Yapım yılına ulaşılabilen salonların 2'si 2000 öncesinde, 12'si 2000-2004, 7'si 2005-2009, 21'i 2010-2014 yılları arasında, 3'ü 2015 ve sonrasında yapılmıştır. Yapım yıllarına göre salon oranlarını gösteren grafik Şekil 4.2'de verilmiştir.



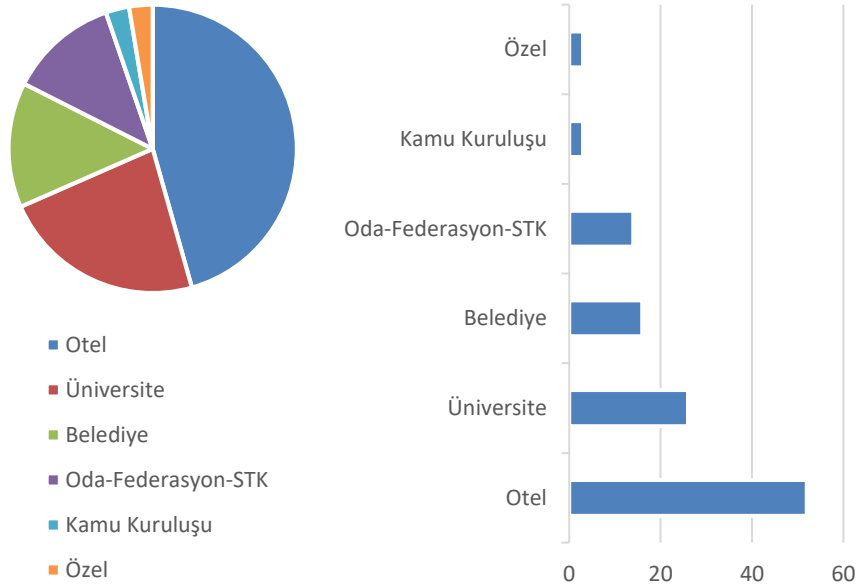
Şekil 4.2. *Yapım yıllarına göre salon oranları*

Salonların 1'i hariç bulundukları ilçeler tespit edilmiştir. Salonların 46'sı Odunpazarı, 57'si Tepebaşı ilçesinde, 9'u Bursa-Eskişehir Yolu, 1'i Ankara-Eskişehir Yolu üzerindedir. Bulundukları yerlere göre salon oranlarını gösteren grafik Şekil 4.3'te verilmiştir.



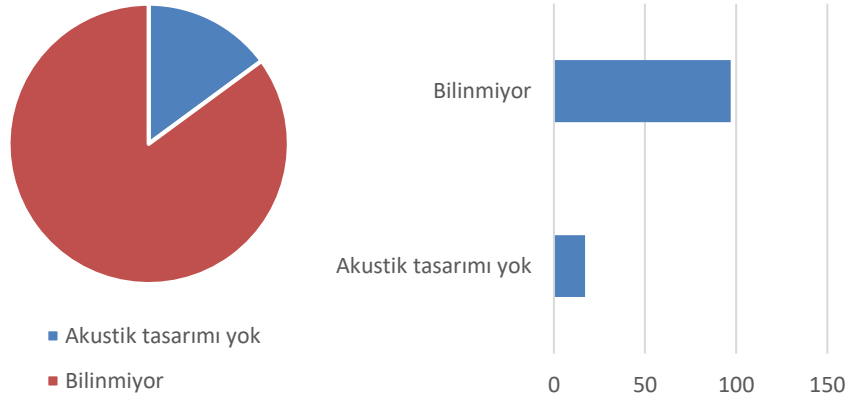
Şekil 4.3. Bulundukları yerlere göre salon oranları

Salonların 52'si otellere, 26'sı üniversitelere, 16'sı belediyelere, 14'ü odalar, federasyonlar ve sivil toplum kuruluşlarına, 3'ü kamu kuruluşlarına ait, 3'ü ise özeldir. Ait oldukları kurum ve kuruluşlara göre salon oranlarını gösteren grafik Şekil 4.4'te verilmiştir.



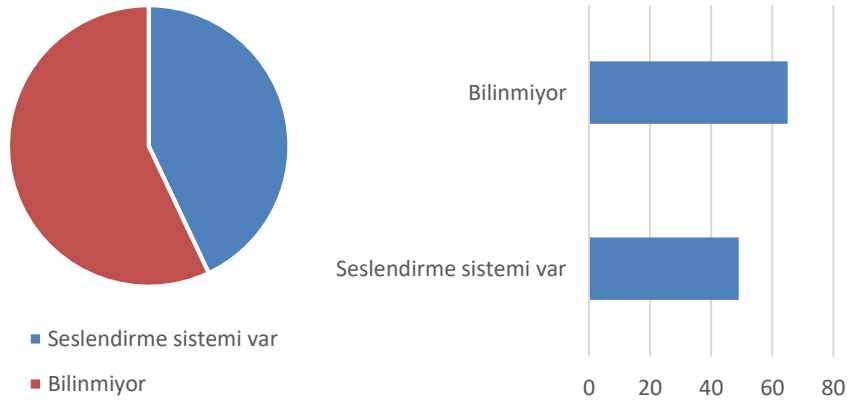
Şekil 4.4. Ait oldukları kurum ve kuruluşlara göre salon oranları

Yalnızca 17 salonun akustik tasarım bilgisine ulaşılmıştır, bu 17 salonun da akustik tasarımının olmadığı bilinmektedir. Salonların akustik tasarımına ilişkin grafik Şekil 4.5'te verilmiştir.



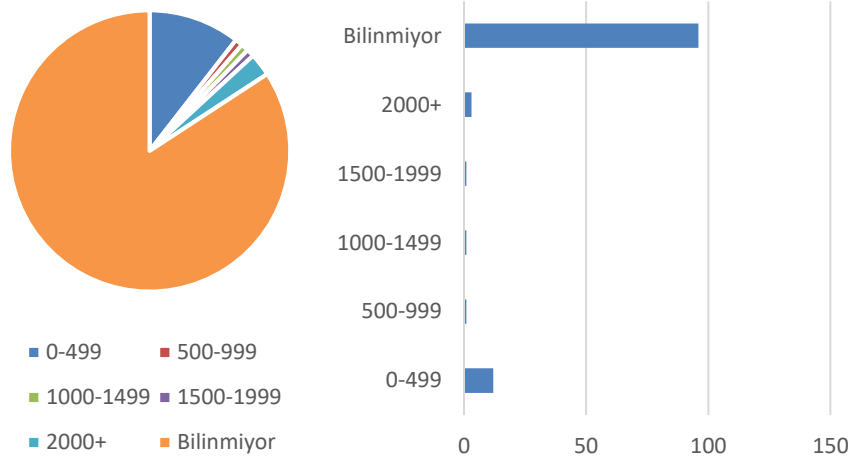
Şekil 4.5. Akustik tasarım bilgisine göre salon oranları

Salonların 49'unun seslendirme sistemi bilgisine ulaşılmıştır, bu salonlarda seslendirme sistemi bulunmaktadır. Salonların seslendirme sistemlerine ilişkin grafik Şekil 4.6'da verilmiştir.



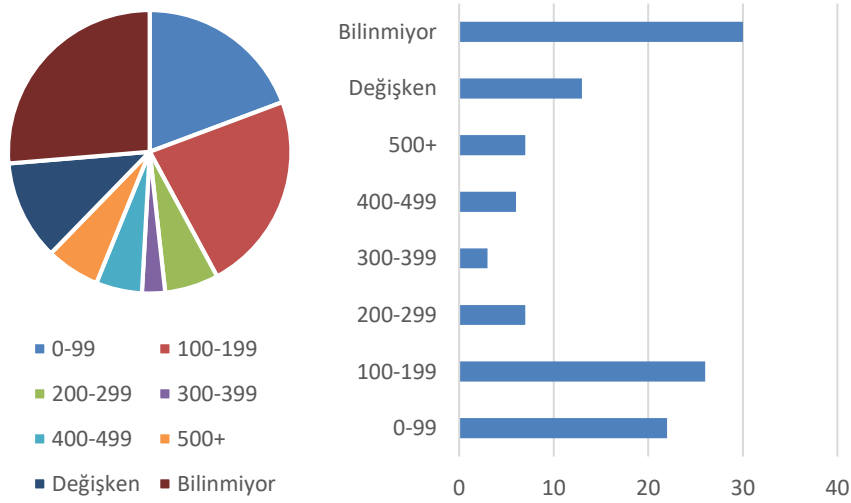
Şekil 4.6. Seslendirme sistemi bilgisine göre salon oranları

Salonların 18'inin hacim bilgisine ulaşılmıştır. Bu salonların 12'si 0-499 m³, 1'i 500-999 m³, 1'i 1000-1499 m³, 1'i 1500-1999 m³, 3'ü 2000 m³ ve üzeridir. Hacimlerine göre salon oranlarını gösteren grafik Şekil 4.7'de verilmiştir.



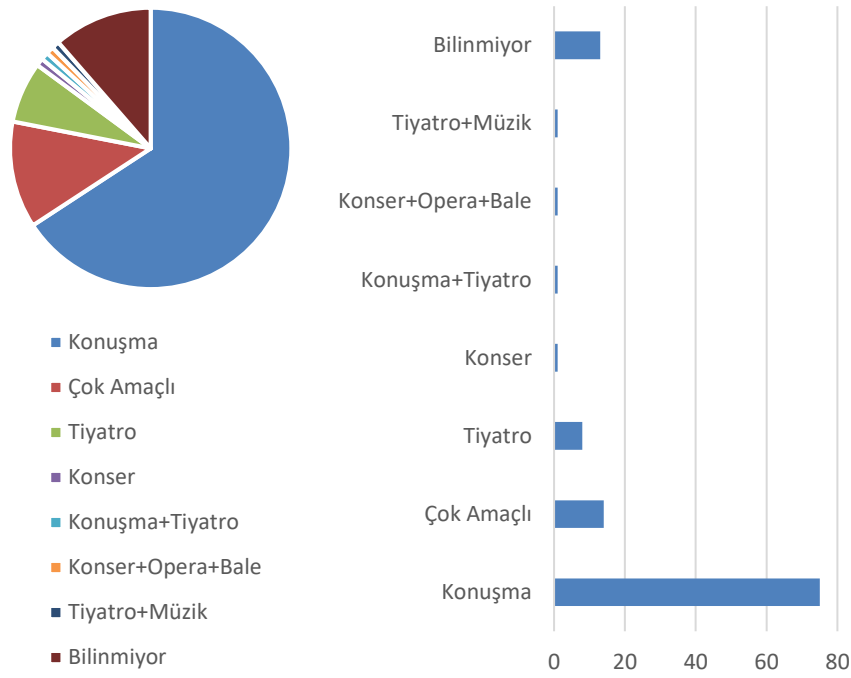
Şekil 4.7. Hacimlerine göre salon oranları

Salonların 84'ünün kapasite bilgisine ulaşılabilmektedir. Bu salonların 22'si 0-99, 26'sı 100-199, 7'si 200-299, 3'ü 300-399, 6'sı 400-499, 7'si 500 ve üzeri kişi kapasitelidir. 13 salon ise değişken kapasiteye sahiptir. Kapasitelerine göre salon oranlarını gösteren grafik Şekil 4.8'de verilmiştir.



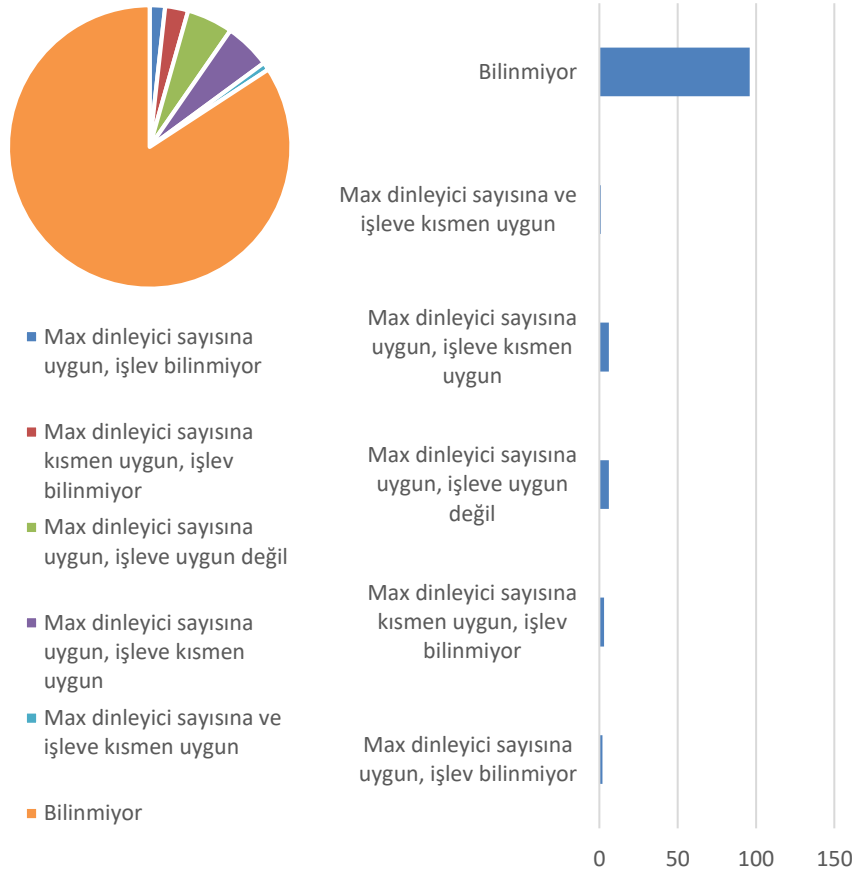
Şekil 4.8. Kapasitelerine göre salon oranları

101 salonun işlev bilgisine ulaşılmıştır. Bu salonların 75'i konuşma, 14'ü çok amaçlı, 8'i tiyatro, 1'i konser, 1'i konuşma+tiyatro, 1'i konser+opera+bale, 1'i tiyatro+müzik işlevlerinde kullanılmaktadır. İşlevlerine göre salon oranlarını gösteren grafik Şekil 4.9'da verilmiştir.



Şekil 4.9. İşlevlerine göre salon oranları

Ulaşılabilen bilgiler doğrultusunda “2.4.2.1. Doğal akustik tasarım” başlığı altında verilen maksimum dinleyici sayısı formülü (2.1) ve işleve göre kişi başına düşen hacim oranları tablosuna (Tablo 2.2) dayanarak temel bir akustik değerlendirme yapılması amacı ile salon hacimlerinin max dinleyici sayısına ve işleve uygunluğu tespit edilmeye çalışılmıştır. İşlevi bilinmeyen, hacmi ve kullanıcı sayısı bilinen salonlarda yalnızca maksimum dinleyici sayısı formülü kullanılmış; işlevi, hacmi ve kullanıcı sayısı bilinen salonlarda ise maksimum dinleyici sayısı formülünün yanı sıra işleve göre kişi başına düşen hacim oranları tablosundan da faydalanılmıştır. Salonların çoğunluğunun hacim bilgisine ulaşamadığı için bu salonlar hakkında değerlendirme yapılamamış, yalnız 18 salonda bu değerlendirmeyi yapabilmek adına gerekli bilgiler elde edilebilmiştir. Bu salonların 5 tanesinde de işlev bilinmediği için işleve uygunluk değerlendirilememiş, yalnızca max dinleyici sayısı değerlendirilebilmiştir. Bu salonların 2 tanesi max dinleyici sayısına uygun, 3 tanesi kısmen uygundur. (kısmen uygun: bazı düzenlerde “örn. sinema, sınıf, tiyatro” uygun, bazılarında değil) Kalan 13 salonun 6’sı yalnızca max dinleyici sayısına uygun işleve uygun değildir. 6 salon ise max dinleyici sayısına uygun, işleve kısmen uygundur. Kalan 1 salon max dinleyici sayısına ve işleve kısmen uygundur. İşleve uygunluğuna göre salon oranlarını gösteren grafik Şekil 4.10’da verilmiştir.



Şekil 4.10. İşleve uygunluğuna göre salon oranları

Bu bölümde ulaşılan bilgiler özet olarak şunlardır:

- Salonların büyük çoğunluğu 2000’li yıllarda yapılmıştır.
- Salonlar Tepebaşı ve Odunpazarı ilçelerinde birbirlerine çok yakın oranlarda bulunmaktadır.
- Salonların büyük çoğunluğu otellere aittir, bunu sırası ile üniversiteler izlemektedir.
- Bilgisine ulaşılabilen salonların hiçbirinin akustik tasarımı bulunmamaktadır. Görevli ve yetkililere sorulduğunda çoğunlukla akustik tasarımın ne olduğunun bile bilinmediği gerçeği ortaya çıkmıştır. Bu durum bu konuda farkındalığın oluşmadığını ortaya koymaktadır.
- Bilgisine ulaşılabilen salonların tümünde seslendirme sistemi bulunmaktadır.
- Salonların çoğunluğu konuşma işlevindedir, bunu çok amaçlı kullanımı olan salonlar izlemektedir.

- Salon hacimlerinin max dinleyici sayısına ve işleve uygunluğunun tespiti adına kısıtlı sayıda salonda gerekli bilgiler elde edilebilmiştir. Değerlendirilen salonlar çoğunlukla işleve kısmen uygundur.

Envanter çalışmasının ardından hem çok amaçlı kullanımı olan ve geniş kapasiteli bir salon oluşu hem de üniversite bünyesinde bulunduğu için içerisinde ölçüm yapılmasının kolaylığı ve yenileme tasarımının isteniyor oluşundan dolayı ayrıntılı olarak incelemek üzere Anadolu Üniversitesi Atatürk Kültür Merkezi Opera ve Bale Salonu seçilmiştir.

5. ANADOLU ÜNİVERSİTESİ ATATÜRK KÜLTÜR MERKEZİ OPERA VE BALE SALONU'NUN AKUSTİK DEĞERLENDİRMESİ VE İYİLEŞTİRME TASARIMI

Envanter çalışması yapıldıktan sonra değerlendirilmek üzere Anadolu Üniversitesi Atatürk Kültür Merkezi Opera ve Bale Salonu seçilmiştir. Bu bölümde değerlendirilmek üzere seçilen Anadolu Üniversitesi Atatürk Kültür Merkezi Opera ve Bale Salonu'na ilişkin bilgiler verilmiş, salonda yapılan alanda nesnel ölçüm ve anket uygulaması sonuçları açıklanmış ve değerlendirilmiş, salon için Odeon programında kalibrasyon model oluşturulması aşamaları anlatılmış, salon öneri tasarımının geliştirilmesi sürecine değinilmiş ve geliştirilen tasarım Odeon programında değerlendirilmiştir.

5.1. Salona İlişkin Genel Bilgiler

Anadolu Üniversitesi, Atatürk Kültür ve Sanat Merkezi (AKM) 80'li yılların başında Prof. Dr. Yılmaz Büyükerşen Rektörlüğü döneminde projelendirilmiş ve inşa edilmiştir. İçinde 4 ayrı salon bulunan kompleks, üniversitenin Yunusemre yerleşkesindedir. Yapı 1986 yılında, aynı rektörlük döneminde hizmete açılmıştır. Büyük salon olarak adlandırılan ve 485 kişilik seyirci kapasitesi ile merkezin ana salonu olan Opera ve Bale Salonu, çok amaçlı kullanım için tasarlanmıştır. Her türlü konuşma ve müzik amaçlı kullanıma (konser, konferans, tiyatro ve gösteri) sahip salon için akustik açıdan herhangi bir projelendirme bulunmamaktadır. 2007 yılında Prof. Dr. Fevzi Sürmeli rektörlüğü döneminde salondaki ses sistemi zamana bağlı yetersizliği nedeniyle tamamen değiştirilmiştir. Geçmişten günümüze değin bu koşullarda kullanılan salon, bugün hala etkin biçimde üniversite ve kent ölçeğinde düzenlenen ulusal ve uluslararası etkinliklere ev sahipliği yapmaktadır.

5.2. Salon Akustiğinin Alan Ölçümü Yöntemi ile Analizi ve Nesnel Değerlendirmesi

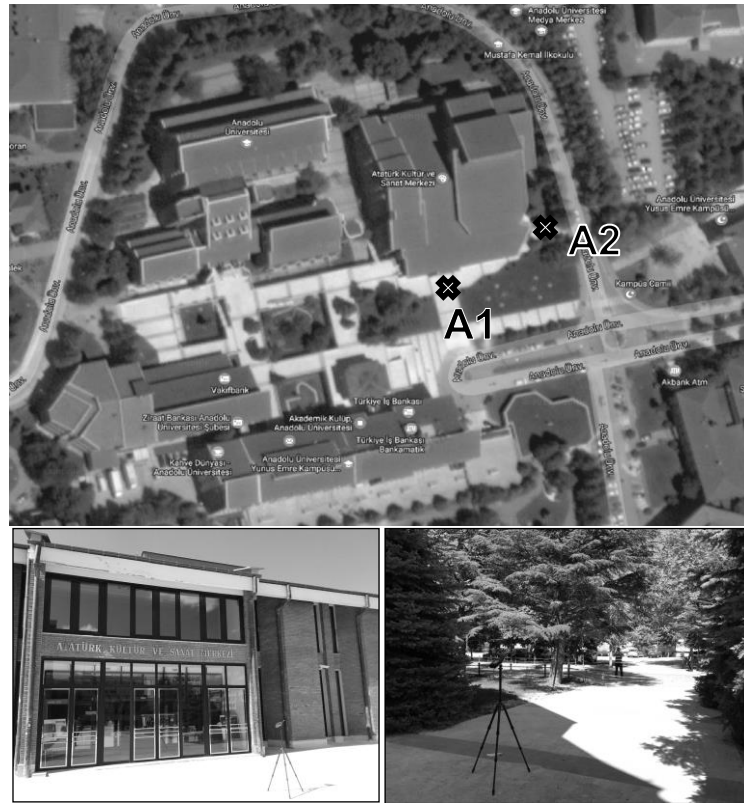
AKM için hacim akustiği ve arka plan gürültü düzeyi ölçmeleri 01 Mayıs 2016 Pazar günü 10.00 ile 16.30 saatleri arasında, salon boş durumdayken (yalnızca ölçme ekibi mevcut) ve havalandırma sistemleri çalışır konumdayken ISO 3382 (Akustik - Hacimlerin yansıma süresi ve bağlantılı diğer akustik parametreleri ölçmeleri) standardına uygun olarak gerçekleştirilmiştir. (Ölçme Ekibi: Doç. Dr. Aslı Özçevik Bilen, Yard. Doç. Dr. Özlem Kandemir, Mimarlık Bölümü; Tekniker Akın Bilen,

A.Ö.F. TV Yapım Merkezi; Mimar Hilal Kul) Yapı dışı gürültü düzeyi ölçmeleri ise aynı gün 16.30 ile 17.30 saatleri arasında gerçekleştirilmiştir.

5.2.1. Arka plan gürültü düzeyi ölçmeleri ve değerlendirmesi

AKM alanında yapı dışı gürültü düzeyi ölçmeleri; Bruel & Kjaer 2270 El Tipi Analizör (Class 1 Sound Level Meter SLM) ve tripot kullanılarak ISO 1996-1 (TS 9315)'e uygun olarak gerçekleştirilmiştir. 2 alıcı noktasında 5'er dakika süre ile yapılan ölçmelerin yerleri Şekil 5.1'de gösterilmiştir. Buna göre;

- A1, AKM binasının ana giriş tarafında yapılan ölçme noktasını,
- A2, binanın (salonun) kampüs içi karayoluna bakan cephesinde yapılan ölçme noktasını göstermektedir. Tablo 5.1'de belirlenen noktalardaki frekansa bağlı ölçme sonuçları verilmiştir.



Şekil 5.1. Anadolu Üniversitesi, Atatürk Kültür ve Sanat Merkezi yapı dışı gürültü ölçmeleri için belirlenen ölçme noktaları ve ölçme resimleri (A1 solda, A2 sağda)

Tablo 5.1. Belirlenen ölçme noktalarında frekansa göre ölçülen dış ortam gürültü düzeyleri (LAeq)

Ölçme noktası	Frekans (Hz)- dBA							LAeq
	125Hz	250Hz	500Hz	1kHz	2kHz	4kHz	8kHz	
A1	28,46	30,52	31,70	32,51	31,59	32,68	17,10	44,03
A2	31,44	32,94	34,24	38,40	37,13	38,12	26,22	48,86
ORT.	29,95	31,73	32,97	35,46	34,36	35,40	21,66	46,45

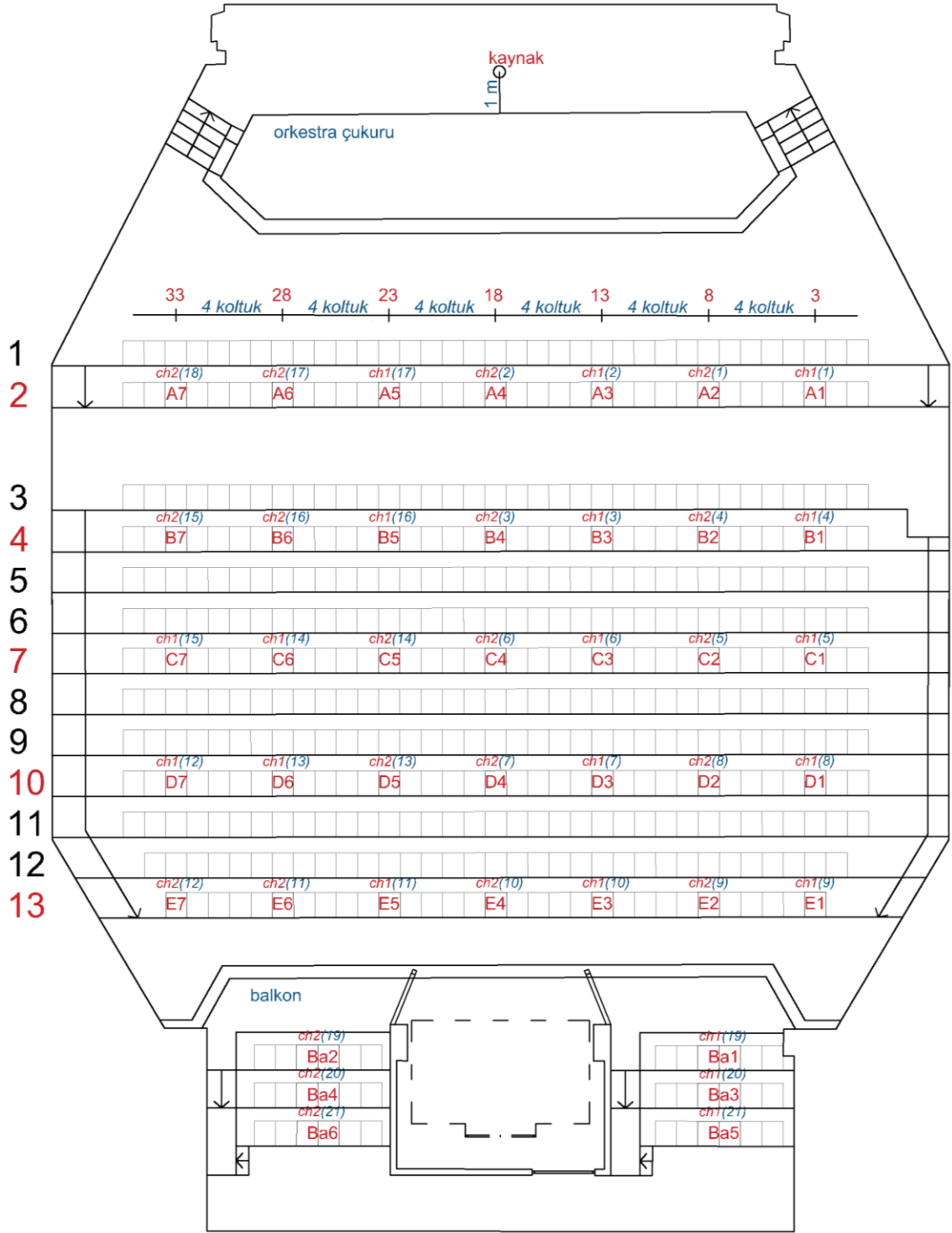
AKM alanı için Türkiye’de yürürlükte olan Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliği (ÇGDYY 2010) - Ek VII (Tablo 1)’e göre yapı dışı kabul edilebilir gürültü düzeyleri için değerlendirmeye alınan karayolu çevresel gürültü sınır değerleri Tablo 5.2’de verilmiştir.

Tablo 5.2. ÇGDYY’ye göre karayolu çevresel gürültü sınır değerleri (ÇGDYY 2010 - Ek VII)

Alanlar	Mevcut yollar		
	L _{gündüz} (dBA)	L _{akşam} (dBA)	L _{gece} (dBA)
Gürültüye hassas kullanımlardan eğitim, kültür ve sağlık alanları ile yazlık ve kamp yerlerinin ağırlıklı olduğu alanlar	65	60	55
Ticari yapılar ile gürültüye hassas kullanımların birlikte bulunduğu alanlardan konutların yoğun olarak bulunduğu alanlar	68	63	58
Ticari yapılar ile gürültüye hassas kullanımların birlikte bulunduğu alanlardan işyerlerinin yoğun olarak bulunduğu alanlar	70	65	60

Tablo 5.1’de verilen yapı dışı gürültü düzeyi ölçme verilerine göre AKM alanındaki düzey ortalama 46,45 dBA’dır. Bu değer, ÇGDYY’de eğitim ve kültür alanlarında gündüz-akşam ve gece saatleri için belirlenen 55-65 dBA sınır değerlerinin altında kalmaktadır.

Hacim akustiği ve arka plan gürültü düzeyi ölçmeleri, sahnede orkestra çukurundan 1 m geride, yerden 1,5 m yükseklikte ve orta noktada yerleştirilen tek kaynak konumu (S1) için yapılmıştır. Arka plan gürültüsü ölçmeleri 3 alıcı konumunda (A4-C4-E4), hacim akustiği ölçümleri ise parterde 35 (A1-7, B1-7, C1-7, D1-7, E1-7), balkonda 6 alıcı noktasında (Ba1-6) gerçekleştirilmiştir. Ölçüm yapılan noktalar Şekil 5.2’de belirtilmiştir. Ölçüm sırasında hoparlörün konumu Şekil 5.3’te görülmektedir.



Şekil 5.2. Salonda ölçüm yapılan noktalar



Şekil 5.3. Ölçüm sırasında hoparlörün konumu

125 - 8000 Hz oktav bant frekans aralığında değerler aşağıda verilen sistem konfigürasyonu kullanılarak ölçülmüştür:

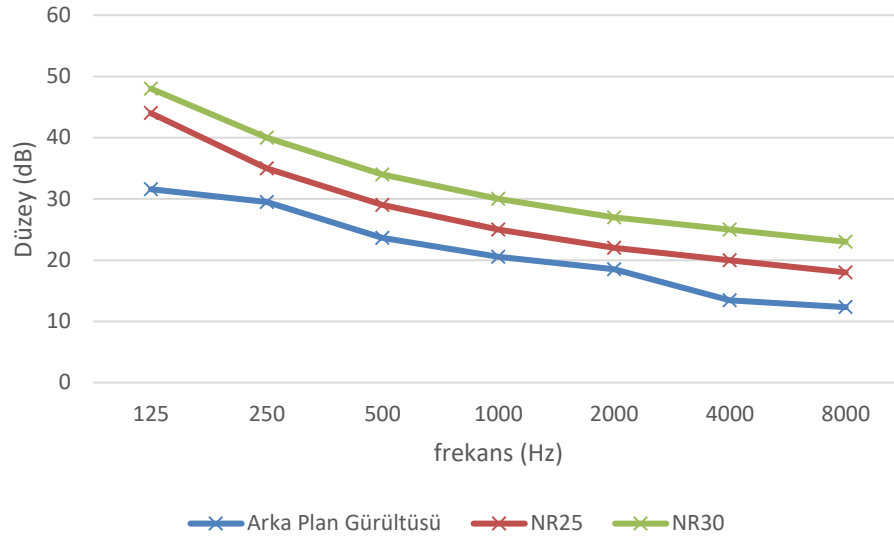
- Brüel Kjaer PP-7228 bina ve hacim akustiği ölçüm sistemi
- 2270 el tipi akustik analizör
- 2 adet prepolarized free - field ½ mikrofön type 4189
- Ses kaynağı: on iki yüzeyli küresel hoparlör
- Program: DIRAC (ölçme ve değerlendirme), Qualifier (raporlama)

Salon içinde kabul edilebilir gürültü düzeyinin aşılp aşılmadığının belirlenmesi için 5 dk süre ile arka plan gürültüsü ölçülmüştür. Arka plan gürültüsü ölçmeleri sırasında havalandırma sistemi çalışır konumdadır. Ölçme sonucunda elde edilen değerler Tablo 5.3'te görülmektedir.

Tablo 5.3: Arka plan gürültüsü ölçme değerleri

Alıcı noktası	Frekans (Hz)								LAeq
		125	250	500	1k	2k	4k	8k	
Düzey (dB)	A4	31,38	28,51	23,77	21,22	15,88	13,97	16,72	32,36
	C4	31,33	29,33	23,02	20,05	13,81	12,08	10,85	32,18
	E4	32,02	30,63	24,11	20,43	25,85	14,23	9,38	33,73
	Ort	31,58	29,49	23,63	20,57	18,51	13,43	12,32	32,76

Salonun tasarımında kabul edilebilir arka plan gürültüsü 'çok amaçlı' kullanıma uygun olarak; düzeylerin frekans fonksiyonunda belirlendiği ölçütlerden NR (Noise Rating) eğrilerine göre konuşma işlevi için NR 30, müzik işlevi için ise NR25 eğrileridir. Salonda ölçülen arka plan gürültüsü değerleri Şekil 5.4'te görüldüğü gibi, kabul edilebilir sınır değerlerin altındadır.



Şekil 5.4. Salonda ölçülen arka plan gürültüsü değerlerinin NR 25 ve NR 30 eğrileri ile ilişkisi

5.2.2. Hacim akustiği ölçmeleri ve değerlendirmesi

Hacim akustiği ölçmeleri parterde 35 (A1-7, B1-7, C1-7, D1-7, E1-7), balkonlarda ise 6 alıcı noktasında (Ba1-6) yapılmıştır. Şekil 5.2’de belirtilen bu noktalarda, hacim akustiği parametrelerinden konuşma ve müzik işlevli hacimler için akustik kalite belirlemede önemli olan; yansıma süresi (T_{30}), erken düşme süresi (EDT), netlik (C_{80}) (müzik için) ve açıklık (D_{50}) (konuşma için) parametreleri değerleri ölçülmüştür.

Yansıma süresi (T_{30}) parametresi için ölçme sonucu elde edilen değerler Tablo 5.4’te, erken düşme süresi (EDT) parametresi için ölçme sonucu elde edilen değerler Tablo 5.5.’te, açıklık (C_{80}) parametresi için ölçme sonucu elde edilen değerler Tablo 5.6’da, netlik (D_{50}) parametresi için ölçme sonucu elde edilen değerler Tablo 5.7’de verilmiştir.

Tablo 5.4. Salonda alıcı noktalarında ölçülen yansıma süresi (T_{30}) değerleri

T_{30} (sn)	Frekans (Hz)							
Alıcı noktası	125	250	500	1k	2k	4k	8k	125-8k ort
A1	1,29	1,16	0,93	0,87	0,79	0,70	0,58	0,90
A2	1,77	1,37	1,03	0,91	0,82	0,66	0,51	1,01
A3	1,93	1,13	1,03	0,99	0,71	0,61	0,50	0,98
A4	1,78	1,21	0,97	0,99	0,95	0,67	0,57	1,02
A5	1,22	1,10	1,13	0,95	0,78	0,71	0,67	0,94
A6	1,25	1,19	1,04	1,01	0,85	0,69	0,51	0,93
A7	1,56	1,02	0,98	0,93	0,88	0,71	0,53	0,94
B1	1,25	1,22	1,16	0,98	0,83	0,74	0,48	0,95
B2	1,44	0,96	1,11	1,00	0,96	0,71	0,47	0,95
B3	1,55	1,26	1,14	1,08	1,01	0,70	0,48	1,03
B4	1,69	1,12	1,17	1,15	1,25	0,77	0,51	1,09
B5	1,64	1,14	1,07	1,09	0,97	0,73	0,56	1,03
B6	1,38	1,11	1,13	1,07	0,96	0,74	0,52	0,99
B7	1,60	1,16	1,06	0,86	0,88	0,72	0,50	0,97
C1	1,59	1,29	1,02	0,99	1,00	0,75	0,53	1,03
C2	1,69	1,40	1,09	0,97	1,03	0,75	0,52	1,06
C3	1,38	1,15	1,13	1,09	0,99	0,72	0,47	0,99
C4	2,14	1,14	1,03	0,97	0,98	0,75	0,51	1,07
C5	1,48	1,12	0,99	0,99	0,95	0,74	0,51	0,97
C6	1,60	1,30	1,03	0,95	0,94	0,79	0,60	1,03
C7	1,82	1,15	1,06	1,04	0,94	0,78	0,50	1,04
D1	1,06	1,19	1,03	1,01	0,98	0,78	0,55	0,94
D2	1,28	1,26	0,93	0,92	0,94	0,73	0,49	0,93
D3	1,12	1,27	1,10	0,91	0,90	0,77	0,51	0,94
D4	1,55	1,21	1,09	0,90	0,90	0,74	0,52	0,99
D5	1,56	1,19	1,05	1,00	0,89	0,74	0,52	0,99
D6	2,06	1,23	1,09	1,04	0,96	0,76	0,50	1,09
D7	1,67	1,29	0,92	1,02	1,15	0,78	0,54	1,05
E1	1,62	1,15	1,02	0,90	1,20	0,82	0,71	1,06
E2	1,14	1,15	0,99	0,99	0,86	0,90	0,55	0,94
E3	1,69	1,21	1,13	0,99	0,91	0,89	0,52	1,05
E4	1,97	0,88	1,07	1,08	0,93	0,78	0,55	1,04
E5	1,88	1,21	1,02	1,01	0,97	0,83	0,61	1,08
E6	1,48	1,26	1,08	1,00	0,92	0,81	0,69	1,03
E7	1,49	1,30	0,99	1,01	0,99	0,81	0,57	1,02

BA1	1,82	1,18	1,05	0,85	0,93	0,95	0,84	1,09
BA2	1,84	1,40	1,14	0,86	0,91	0,92	0,79	1,12
BA3	1,92	1,31	0,65	0,69	0,73	0,65	0,51	0,92
BA4	1,45	1,25	1,09	0,93	0,80	0,79	0,77	1,01
BA5	1,75	1,06	0,98	0,88	0,79	0,93	0,84	1,03
BA6	1,93	1,42	1,10	0,86	0,76	0,88	0,82	1,11

parter	1,56	1,19	1,05	0,99	0,94	0,75	0,54	1,00
balkon	1,79	1,27	1,00	0,85	0,82	0,85	0,76	1,05
parter + balkon	1,67	1,23	1,03	0,92	0,88	0,80	0,65	1,02

Tablo 5.5. Salonda alıcı noktalarında ölçülen erken düşme süresi (EDT) değerleri

EDT (sn)	Frekans (Hz)							
Alıcı noktası	125	250	500	1k	2k	4k	8k	125-8k ort
A1	1,11	1,29	0,93	0,65	0,60	0,44	0,28	0,76
A2	0,76	0,92	0,96	0,49	0,64	0,45	0,23	0,64
A3	1,10	1,51	0,55	0,41	0,56	0,49	0,71	0,76
A4	1,38	1,19	1,03	0,83	0,65	0,40	0,78	0,90
A5	1,38	1,21	0,98	0,89	0,54	0,47	0,35	0,83
A6	1,01	1,17	0,73	0,60	0,61	0,51	0,42	0,72
A7	1,05	1,01	0,95	0,58	0,35	0,34	0,32	0,66
B1	0,89	0,72	0,82	0,49	0,46	0,35	0,27	0,57
B2	1,00	0,86	0,92	0,63	0,50	0,36	0,18	0,64
B3	0,87	0,83	0,85	0,67	0,55	0,43	0,31	0,64
B4	1,21	1,07	0,92	0,77	0,64	0,40	0,35	0,77
B5	1,34	0,84	0,80	0,63	0,70	0,53	0,39	0,75
B6	0,56	0,83	0,66	0,58	0,58	0,47	0,31	0,57
B7	0,95	0,89	0,53	0,53	0,41	0,37	0,32	0,57
C1	0,57	0,76	0,67	0,60	0,64	0,54	0,33	0,59
C2	0,71	0,80	0,73	0,57	0,49	0,37	0,24	0,56
C3	1,00	0,77	0,67	0,49	0,53	0,41	0,31	0,60
C4	0,86	0,97	0,79	0,50	0,51	0,46	0,29	0,62
C5	0,91	0,89	0,69	0,57	0,63	0,48	0,29	0,64
C6	0,61	0,76	0,75	0,56	0,50	0,52	0,41	0,59
C7	0,40	0,97	0,82	0,53	0,62	0,46	0,29	0,58
D1	0,82	0,79	0,75	0,53	0,56	0,51	0,39	0,62
D2	0,90	0,64	0,57	0,45	0,44	0,39	0,35	0,53
D3	0,87	0,93	0,55	0,45	0,44	0,34	0,30	0,55
D4	0,97	0,81	0,50	0,41	0,49	0,41	0,28	0,55
D5	1,08	0,94	0,68	0,48	0,49	0,39	0,26	0,62
D6	0,63	0,71	0,82	0,50	0,58	0,45	0,32	0,57
D7	0,98	0,74	0,68	0,57	0,58	0,46	0,39	0,63
E1	0,91	0,78	0,58	0,45	0,47	0,48	0,41	0,58
E2	0,55	0,66	0,65	0,55	0,46	0,42	0,39	0,52
E3	0,76	0,68	0,71	0,53	0,47	0,35	0,33	0,55
E4	0,97	0,53	0,51	0,50	0,41	0,40	0,35	0,52
E5	0,86	0,74	0,59	0,55	0,48	0,41	0,33	0,57
E6	0,65	0,44	0,84	0,44	0,43	0,41	0,34	0,51
E7	0,99	0,65	0,53	0,47	0,48	0,40	0,37	0,56

BA1	0,99	0,55	0,49	0,60	0,48	0,43	0,39	0,56
BA2	1,35	0,75	0,74	0,60	0,44	0,42	0,40	0,67
BA3	1,29	1,14	0,94	0,54	0,55	0,44	0,97	0,84
BA4	0,91	0,65	0,51	0,48	0,45	0,41	0,41	0,55
BA5	1,11	1,00	0,69	0,79	0,41	0,38	0,37	0,68
BA6	1,14	0,98	0,91	0,44	0,34	0,34	0,42	0,65

parter	0,90	0,87	0,73	0,56	0,53	0,43	0,35	0,62
balkon	1,13	0,85	0,71	0,58	0,45	0,4	0,49	0,66
parter + balkon	1,02	0,86	0,72	0,57	0,49	0,42	0,42	0,64

Tablo 5.6. Salonda alıcı noktalarında ölçülen açıklık (C_{80}) değerleri

C_{80} (dB)	Frekans (Hz)							
Alıcı noktası	125	250	500	1k	2k	4k	8k	125-8k ort
A1	5,08	2,75	6,18	8,58	9,01	10,82	14,70	8,16
A2	6,94	6,91	7,47	9,62	7,41	11,50	17,74	9,66
A3	4,21	5,47	8,73	10,91	13,00	15,90	18,53	10,97
A4	2,08	5,79	6,98	8,76	7,19	11,51	16,76	8,44
A5	3,07	5,10	6,75	8,08	10,55	10,68	12,09	8,05
A6	5,23	4,61	7,90	8,76	7,91	9,69	15,47	8,51
A7	5,43	3,21	6,33	8,67	10,42	11,51	14,92	8,64
B1	5,87	6,02	6,17	9,25	8,92	11,19	14,74	8,88
B2	1,27	5,14	6,27	8,58	9,30	11,67	17,38	8,52
B3	4,05	7,19	6,38	8,56	9,68	12,29	16,52	9,24
B4	2,97	5,84	6,90	7,61	6,90	11,02	15,27	8,07
B5	2,60	5,53	6,46	8,27	8,91	10,54	12,58	7,84
B6	5,77	5,79	6,71	8,68	7,88	9,71	13,34	8,27
B7	4,51	5,59	8,57	8,61	9,55	10,53	16,38	9,10
C1	8,49	5,88	7,81	8,71	6,43	8,97	12,92	8,46
C2	6,64	6,18	6,09	8,72	9,15	11,54	15,83	9,16
C3	2,95	5,21	7,54	8,94	8,44	11,53	15,99	8,66
C4	5,06	3,26	5,59	9,12	8,71	10,19	14,11	8,00
C5	4,90	5,53	7,35	8,05	8,11	10,23	13,70	8,27
C6	8,00	5,98	6,30	8,69	9,52	9,26	12,36	8,59
C7	8,84	3,10	5,58	9,47	7,75	10,38	13,94	8,44
D1	3,91	5,59	7,03	9,23	7,90	9,79	13,39	8,12
D2	2,86	7,34	7,80	9,00	9,60	11,46	15,22	9,04
D3	-1,04	3,98	7,31	9,40	9,43	12,09	15,49	8,10
D4	1,35	4,69	9,11	10,10	8,69	10,08	13,53	8,22
D5	1,18	3,81	6,85	8,86	10,26	11,34	13,59	7,98
D6	5,62	6,76	6,07	9,19	8,23	10,67	13,52	8,58
D7	3,27	3,74	6,64	8,62	7,52	10,13	13,61	7,65
E1	0,85	5,15	8,03	9,95	8,77	9,26	13,10	7,87
E2	5,86	5,52	6,06	8,44	9,96	10,86	14,27	8,71
E3	0,72	5,59	6,26	8,31	8,84	11,80	13,17	7,81
E4	2,22	8,29	8,45	8,55	9,74	11,13	12,26	8,66
E5	0,26	5,78	7,29	7,68	8,94	11,88	13,37	7,88
E6	4,84	9,09	6,31	9,55	10,62	10,66	12,77	9,12
E7	2,61	6,47	8,29	9,51	9,04	11,02	13,32	8,61

BA1	5,28	7,74	9,33	7,74	9,20	9,83	10,79	8,56
BA2	0,64	6,34	7,17	7,38	10,47	11,80	10,79	7,80
BA3	2,43	4,67	7,89	8,03	7,95	9,87	10,94	7,40
BA4	5,98	7,82	8,16	8,49	10,09	11,56	10,65	8,96
BA5	1,94	2,35	6,45	6,41	10,37	10,46	11,01	7,00
BA6	-2,88	2,80	3,30	9,35	11,39	12,11	10,47	6,65

parter	3,96	5,48	7,02	8,89	8,92	10,94	14,45	8,52
balkon	2,23	5,29	7,05	7,90	9,91	10,94	10,78	7,73
parter + balkon	3,09	5,38	7,03	8,39	9,42	10,94	12,61	8,13

Tablo 5.7. Salonda alıcı noktalarında ölçülen netlik (D_{50}) değerleri

D₅₀ (dB)	Frekans (Hz)							
Alıcı noktası	125	250	500	1k	2k	4k	8k	125-8k ort
A1	0,62	0,60	0,76	0,83	0,81	0,85	0,93	0,77
A2	0,70	0,74	0,79	0,85	0,71	0,85	0,96	0,80
A3	0,62	0,72	0,84	0,90	0,92	0,95	0,97	0,85
A4	0,55	0,71	0,79	0,85	0,78	0,89	0,96	0,79
A5	0,54	0,74	0,78	0,80	0,87	0,84	0,87	0,78
A6	0,60	0,63	0,81	0,82	0,78	0,80	0,92	0,77
A7	0,69	0,54	0,73	0,81	0,85	0,88	0,92	0,77
B1	0,73	0,68	0,74	0,83	0,80	0,87	0,93	0,80
B2	0,53	0,69	0,75	0,81	0,83	0,88	0,96	0,78
B3	0,66	0,78	0,75	0,84	0,84	0,90	0,95	0,82
B4	0,61	0,70	0,73	0,77	0,72	0,85	0,93	0,76
B5	0,59	0,66	0,77	0,77	0,78	0,86	0,89	0,76
B6	0,69	0,73	0,73	0,80	0,71	0,80	0,89	0,77
B7	0,66	0,67	0,83	0,81	0,83	0,86	0,94	0,80
C1	0,85	0,67	0,77	0,77	0,68	0,79	0,90	0,78
C2	0,78	0,67	0,74	0,79	0,82	0,87	0,95	0,80
C3	0,55	0,72	0,72	0,82	0,76	0,85	0,93	0,76
C4	0,72	0,62	0,66	0,78	0,71	0,77	0,90	0,74
C5	0,73	0,71	0,69	0,76	0,77	0,82	0,92	0,77
C6	0,71	0,69	0,63	0,78	0,78	0,75	0,86	0,74
C7	0,86	0,59	0,64	0,79	0,75	0,83	0,91	0,77
D1	0,49	0,66	0,73	0,77	0,67	0,76	0,89	0,71
D2	0,52	0,73	0,78	0,80	0,77	0,84	0,92	0,77
D3	0,37	0,48	0,70	0,79	0,75	0,87	0,93	0,70
D4	0,46	0,58	0,80	0,81	0,69	0,79	0,91	0,72
D5	0,43	0,60	0,66	0,78	0,74	0,84	0,90	0,71
D6	0,54	0,69	0,69	0,77	0,70	0,80	0,87	0,72
D7	0,61	0,46	0,69	0,76	0,70	0,79	0,88	0,70
E1	0,34	0,55	0,62	0,71	0,65	0,73	0,85	0,64
E2	0,33	0,58	0,68	0,76	0,71	0,78	0,88	0,67
E3	0,27	0,62	0,67	0,68	0,73	0,84	0,87	0,67
E4	0,16	0,60	0,73	0,76	0,78	0,78	0,82	0,66
E5	0,25	0,57	0,56	0,67	0,75	0,79	0,86	0,64
E6	0,27	0,76	0,58	0,72	0,79	0,78	0,83	0,67
E7	0,50	0,52	0,58	0,73	0,73	0,77	0,84	0,67

BA1	0,65	0,72	0,75	0,71	0,75	0,78	0,85	0,75
BA2	0,34	0,51	0,69	0,64	0,78	0,81	0,78	0,65
BA3	0,29	0,42	0,80	0,84	0,51	0,87	0,90	0,66
BA4	0,67	0,72	0,77	0,77	0,74	0,82	0,82	0,76
BA5	0,24	0,44	0,58	0,67	0,84	0,86	0,87	0,64
BA6	0,26	0,44	0,53	0,77	0,86	0,88	0,81	0,65

parter	0,56	0,65	0,72	0,79	0,76	0,83	0,90	0,74
balkon	0,41	0,54	0,69	0,73	0,75	0,84	0,84	0,69
parter + balkon	0,48	0,59	0,70	0,76	0,75	0,83	0,87	0,71

Çok amaçlı kullanımı olan oditoryumlar farklı nitelikteki işlevlerin bir arada gerçekleştirildiği özel mekanlardır. Bu nedenle, bu tür salonların akustik tasarımlarında temelde birbirinden ayrı akustik gereksinimleri olan konuşma ve müzik işlevleri için

optimizasyona gidilmesi gerekir. Bundan yola çıkarak ölçme sonuçları, konuşma ve müzik işlevlerinde hacim akustiği parametreleri için (yansıma süresi (T_{30}), erken düşme süresi (EDT), netlik (C_{80}) ve açıklık (D_{50})) ilgili yönetmelik, standart gibi yasal düzenlemeler ve literatürde verilen optimum değerler ile karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiştir. Ölçme verilerinden yararlanılarak akustik kalite belirleyici hacim akustiği parametrelerinden ses yüksekliği (G) ve bas oranı (BR) ayrıca hesaplanmış ve değerlendirilmiştir.

5.2.2.1. Yansıma süresi (T_{30})

Yansıma süresi, konuşmanın anlaşılabilirliği, müziğin kalitesi ve estetik değeri açısından önem taşıdığı gibi, ses düzeyi, ses kaynağı yerinin işitsel olarak algılanması gibi akustik ölçütler açısından da önemlidir.

AÜ AKM Opera ve Bale Salonu'nun mevcut durumda opera - bale dahil değişik müzik performansları ve tiyatro – konferans gibi çeşitli konuşma amaçlı etkinlikler için kullanıldığı belirlendiğinden, hacmin optimum yansıma süreleri değerlendirmelerinde konuşma ve müzik işlevlerinin geniş sınırları kabul edilmiş ve RT_{opt} aralığı 4526 m^3 hacim büyüklüğüne bağlı olarak 0,87 sn (konuşma için min.) – 1,09 sn (konuşma için max) – 1,15 sn (müzik için min) - 1,85 sn (müzik için max) olarak saptanmıştır.

Ancak literatürde çok amaçlı kullanımı olan oditoryumlar için farklı akustik uzmanlarına göre belirlenmiş RT_{opt} değerleri de bulunmaktadır. “2.4.3.1. Yansıma süresi (RT) (T_{60} , T_{30} , T_{20}) (Reverberation time)” bölümünde verilen tabloya göre çok amaçlı kullanımı olan oditoryumlarda bulunan konuşma işlevi için optimum değerlerin müzik amaçlı işlevlere göre kısa olduğu söylenebilir. Tiyatrolar için önerilen değerler, müzik işlevinde orkestral pop türü değerlerine yakınlık göstermektedir. Müzik türündeki çeşitlilik nedeniyle optimum değerleri standart bir aralık olarak müzik işlevi için tanımlamak doğru değildir. Ayrıca opera ve müzikalin, uzmanlar tarafından temel iki işlevden ayrı bir biçimde değerlendirildiği de görülmektedir.

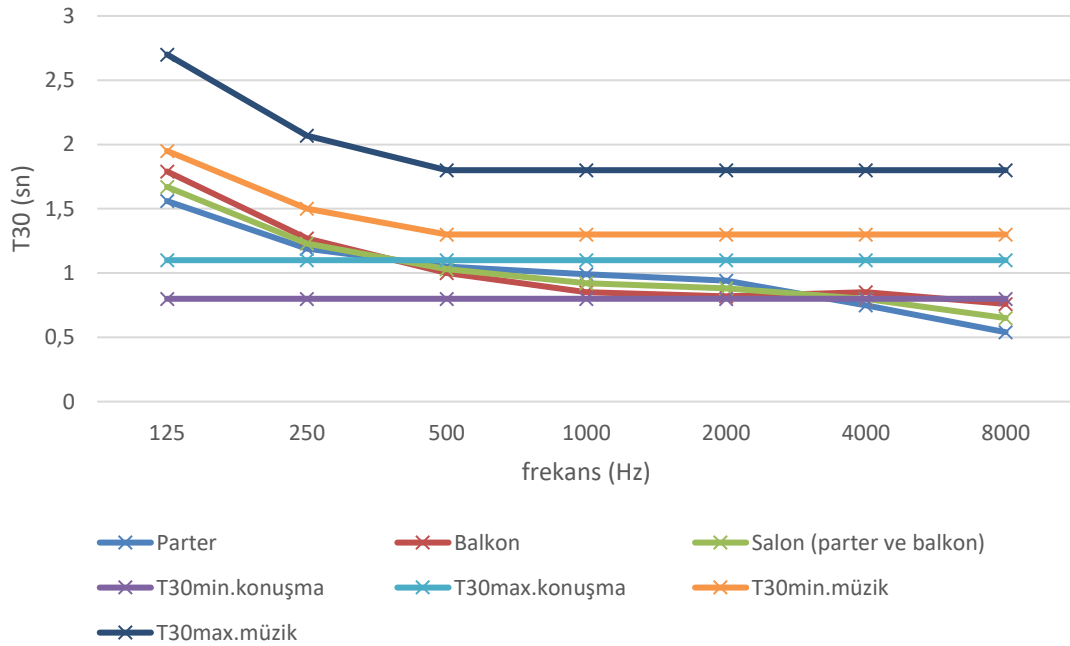
Buna göre buradaki çalışma alanı için, RT_{opt} aralığı hem hacim büyüklüğü hem de salondaki işlevlere bağlı olarak değerlendirildiğinde 0,8 sn (konuşma için min) – 1,1 sn (konuşma için max) - 1,3 sn (müzik için min) - 1,8 sn (müzik için max) olarak belirlenmiştir. Ayrıca Doelle'nin (Doelle, 1972) müzik işlevi için 500 Hz'den düşük frekanslarda önerdiği yansıma süresi parametresi optimum değerleri dikkate alınmış,

Formül 2.3'e göre müzik işlevi için 125 ve 250 Hz'de optimum yansıma süresi değerleri tekrar hesaplanmıştır. Bu değerler Tablo 5.8'de koyu olarak belirtilmiştir.

Salonda ölçülen yansıma süresi (T_{30}) değerleri, salondaki tüm alıcı noktalarının ortalaması yanı sıra parter alanındaki 35 nokta ve balkondaki 6 noktanın ortalaması ile birlikte, bu salon için belirlenen optimum değerler ile karşılaştırmalı olarak Tablo 5.8 ve Şekil 5.5'te verilmiştir.

Tablo 5.8. Salonda ölçülen yansıma süresi (T_{30}) değerleri ile konuşma ve müzik için kabul edilen maksimum ve minimum değerler

T_{30} ort (sn)	Frekans (Hz)						
	125	250	500	1k	2k	4k	8k
Parter (ölçme)	1,56	1,19	1,05	0,99	0,94	0,75	0,54
Balkon (ölçme)	1,79	1,27	1,00	0,85	0,82	0,85	0,76
Salon (parter ve balkon ölçme)	1,67	1,23	1,03	0,92	0,88	0,80	0,65
$T_{30min.konuşma}$	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
$T_{30max.konuşma}$	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10
$T_{30min.müzik}$	1,95	1,50	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30
$T_{30max.müzik}$	2,70	2,07	1,80	1,80	1,80	1,80	1,80



Şekil 5.5. Salonda ölçülen yansıma süresi (T_{30}) değerlerinin konuşma ve müzik için kabul edilen maksimum ve minimum değerlerle karşılaştırması

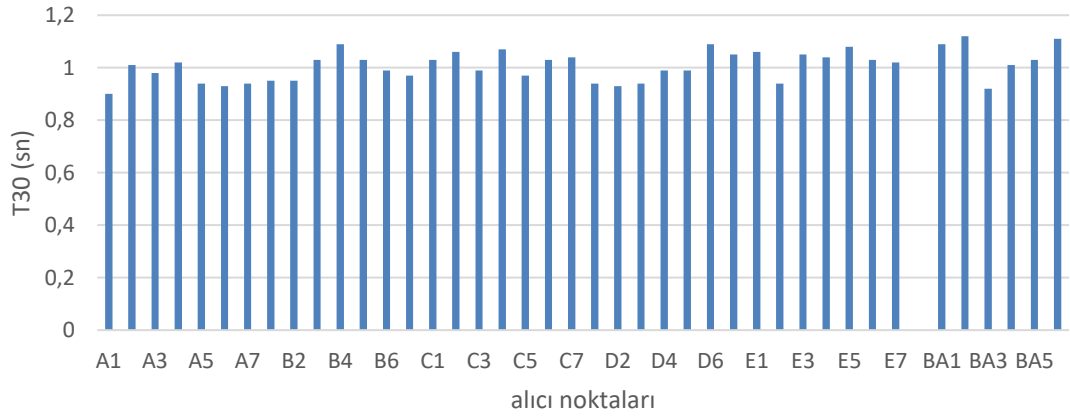
Tablo 5.8 ve Şekil 5.5'te görüldüğü gibi konuşma işlevi için orta frekanslarda (500 -1000 - 2000 Hz) salondaki yansıma süresi optimum aralık içinde kalmaktadır. Salonda alçak frekanslarda (125 - 250 Hz) yansıma süresi optimum aralıktan 0,57 sn ve 0,13 sn daha uzun, 8000 Hz oktav bandında ise 0,15 sn daha kısadır. Bu durum, konuşma ve hızlı tempolu müziklerde ses kalitesinin azalmasına ve konuşmanın

anlaşılabilirliğini olumsuz yönde etkileyen maskelemenin (alçak frekanslı seslerin yüksek frekanslı seslerin işitilebilirliğini engellemesine) oluşmasına neden olmaktadır.

Müzik işlevi için ise yansıma süresi değeri optimum aralığın altında kalmaktadır. Bu durum, hacmin müzik için kuru ve sesin zenginleşmesini engelleyici nitelikte olmasına neden olmaktadır.

Salonda ölçülen yansıma süresi frekanslara göre (1,67 - 0,65 sn) yaklaşık 1 sn'lik fark göstermektedir. Bu durum, distorsiyona neden olmaktadır. “2.4.1. İşleve göre hacim tasarımı, gürültü denetimi ve akustik kusurlar” başlığında bu akustik kusur açıklanmıştır. Distorsiyonun varlığı salonun Hi-Fi özelliğine zarar verir, maskelemeye yol açar. Dolayısıyla salonların tüm frekans bantlarında (125 Hz - 8kHz) optimum T_{30} değerlerini sağlayacak şekilde akustik tasarımının yapılması oldukça önemlidir. Ancak “2.4.3.1. Yansıma süresi (RT) (T_{60} , T_{30} , T_{20}) (Reverberation time)” başlığında bahsedildiği gibi yapılan çalışmalar, müzik işlevine yönelik hacimlerde, alçak frekans yansıma sürelerinin (125 - 250 Hz) daha uzun tutulmasının daha uygun olduğu sonucunu ortaya koymuştur. Bunun başta gelen nedeni, konuşmadan farklı olarak müzikte alçak frekanslı (bas) seslerin de önem taşıması, buna karşılık kulak duyarlılığının bu frekanslarda düşük olmasıdır. (Müzik için optimum değerler hesaplanırken bu fark gözetenmiştir.)

T_{30} değerlerinin salonun tüm noktalarında yakın değerlerde olması işitsel kalite ve eşdeğerlik açısından önemlidir. Ölçme sonuç değerleri incelendiğinde alıcı noktalarındaki yansıma süresi değerleri ortalamalarında farklar bulunduğu ve salonun bütününde noktalara göre yansıma süresindeki farkın yaklaşık 0,2 sn olduğu görülmektedir (parterde 0,9 - 1,09 sn ve balkonda 0,92 - 1,12 sn) (Şekil 5.6). Bu durum, salonda yayınık bir ses alanının tam sağlanamadığını göstermektedir.



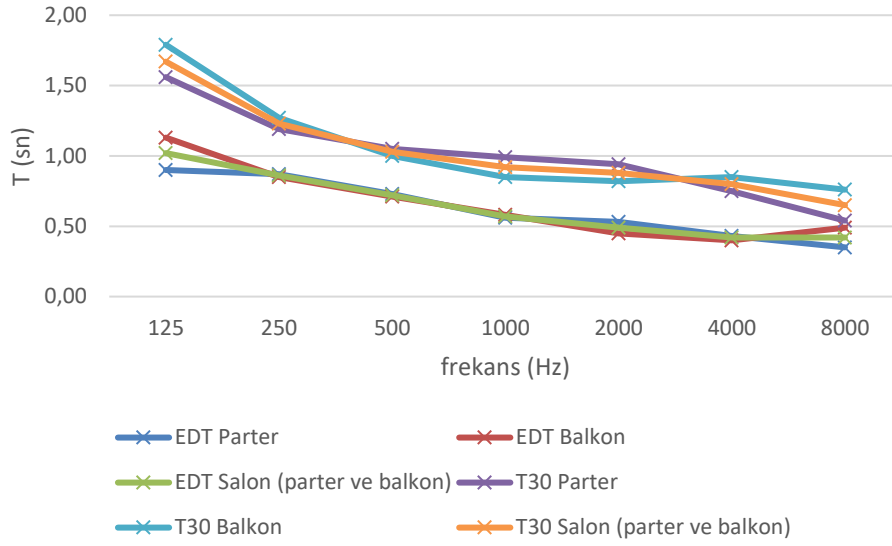
Şekil 5.6. Alıcı noktalarında ölçülen yansıyım süresi (T_{30}) değerlerinin oktav bant frekans ortalamaları

Salonda belirlenen alıcı noktalarında ölçülen yansıyım süresi değerleri incelendiğinde hem tüm noktaların ortalama değerlerinde hem de değerlerin frekanslara göre dağılımında birbirine yakın değerler elde edilmediği görülmektedir.

5.2.2.2. Erken düşme süresi (EDT)

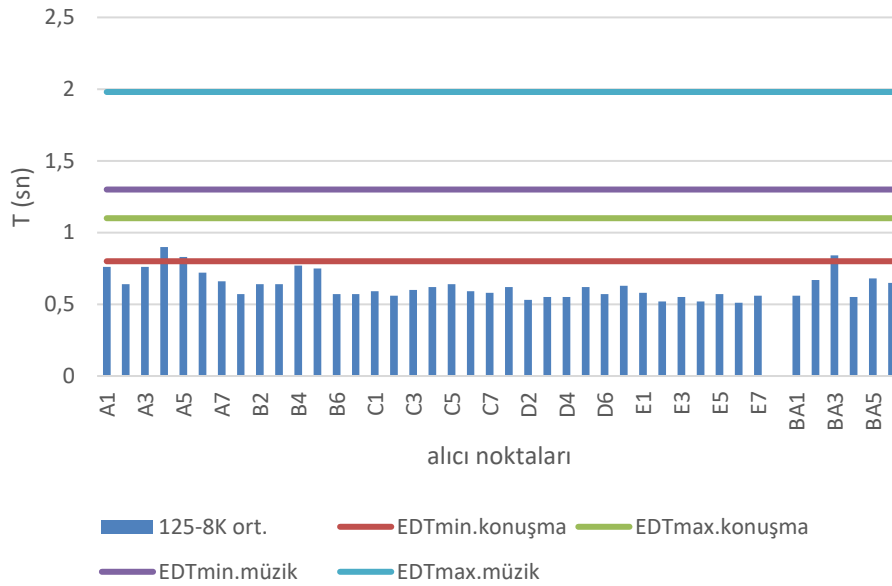
Erken düşme süresi (EDT) hacim içindeki ses alanının yayınlığını belirleyen hacim akustiği parametresidir. EDT, RT ile benzer şekilde ifade edilen fakat yansıyımın ilk 10 dB’lik azalan bölüme dayanan sönme oranı olarak tanımlanır. Hacim içindeki ses alanı yayınlık alan koşullarına yakın ise EDT yansıyım süresine eşit ya da yakın değerlerde çıkacaktır. EDT parametresine “2.4.3.2. Erken düşme süresi (EDT) (Early decay time)” başlığında değinilmiştir.

Salonda ölçülen yansıyım süresi değerleri ile erken düşme süresi değerleri karşılaştırıldığında, parterin, balkonun ve salonun yayınlık alan koşullarını sağlamadığı ve T_{30} değerlerinin EDT değerlerinden frekansa göre 0,2 ile 0,7 sn aralığında uzun olduğu görülmektedir (Şekil 5.7). Yani salonda kısa EDT ile uzun RT vardır. Bu durum, ses maskeleyişinin engellendiğini, konuşma anlaşılabilirliğinin ve müzik netliğinin arttığını, ancak müzikal hacimlilik/sarmalanmışlığın azaldığını göstermektedir.



Şekil 5.7. Salonda ölçülen yansıma süresi (T_{30}) ve erken düşme süresi (EDT) değerleri

Salonda belirlenen alıcı noktalarında ölçülen EDT değerlerinin parter, balkon ve salonda frekansa göre ortalamaları incelendiğinde ise kabul edilebilir sınır değerlerin büyük oranda sağlanamadığı görülmektedir (Şekil 5.8).

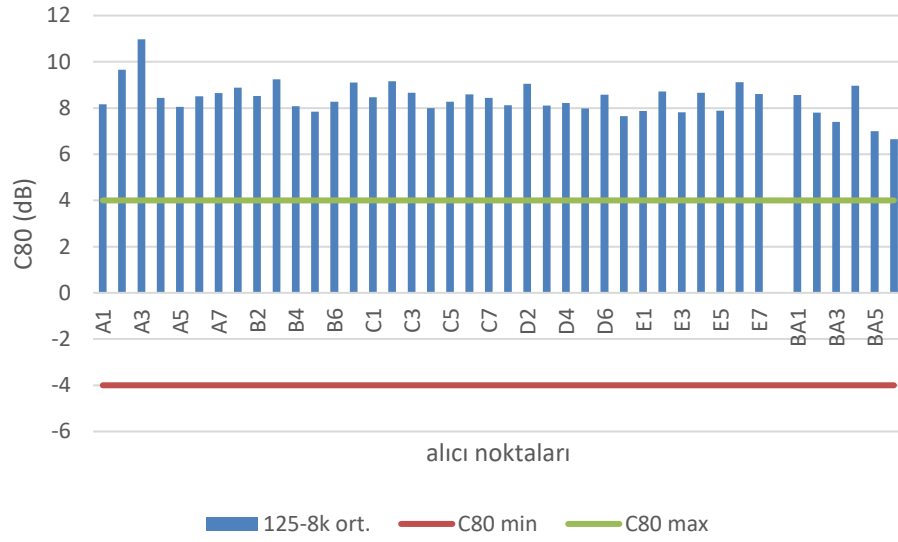


Şekil 5.8. Salonda ölçülen erken düşme süresinin (EDT) alıcı noktalarına göre ortalama değerlerinin kabul edilebilir değerlerle karşılaştırılması

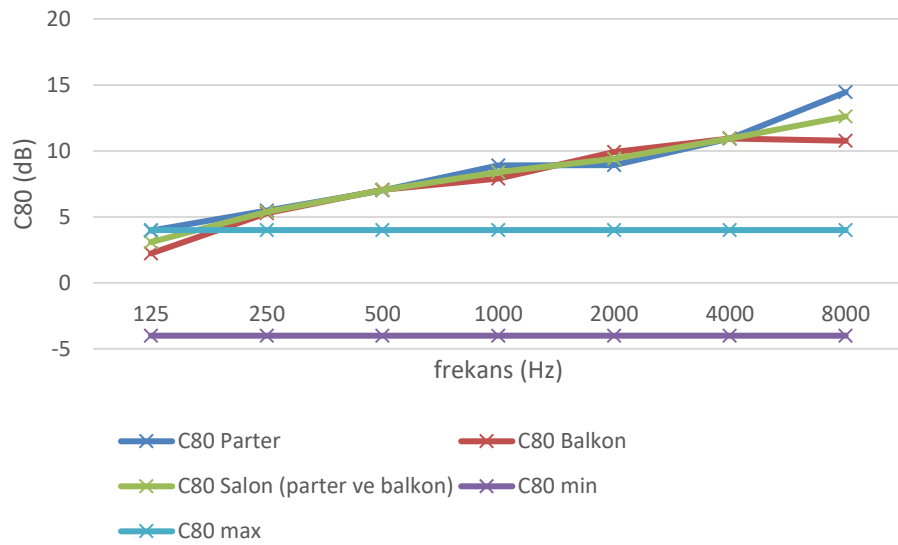
5.2.2.3. Netlik (C_{80})

Netlik (C_{80}) hacimdeki sesin netliğini belirleyen ve hacmin müzikal performansı ile ilgili olan bir parametredir. Netlik parametresine “2.4.3.7. Müzik için netlik (C_{80}) (Clarity)” başlığı altında ayrıntılı bir biçimde değinilmiştir.

Netlik (C_{80}) parametresinin konser salonları için kabul edilebilir değeri aralığı +4 - -4 dB esas alındığında, salondaki tüm alıcı noktalarında hacmin gereken netliği sağlamadığı görülmektedir (Şekil 5.9). Salonda ölçülen C_{80} değerlerinin parter, balkon ve salonda frekansa göre ortalamalarının literatürdeki kabul edilebilir değerlerle ilişkisi Şekil 5.10’da görülmektedir. Salondaki netlik kabul edilebilir aralığın fazlasıyla üzerine çıkarak rahatsızlık verici düzeye ulaşmıştır. Bu durum, hacmin müzik için kuru ve sesin zenginleşmesini engelleyici nitelikte olmasına sebep olmaktadır.



Şekil 5.9. Salonda ölçülen netlik - C_{80} alıcı noktalarına göre ortalama değerlerinin (500 – 1000 – 2000 Hz için) kabul edilebilir değerlerle karşılaştırılması

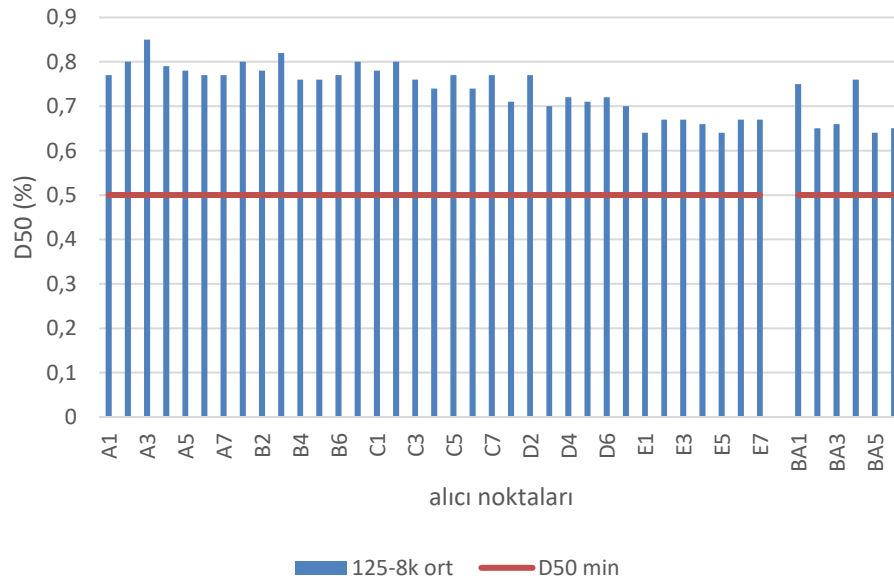


Şekil 5.10. Salonda ölçülen C_{80} değerleri ortalamasının kabul edilebilir değerlerle karşılaştırılması

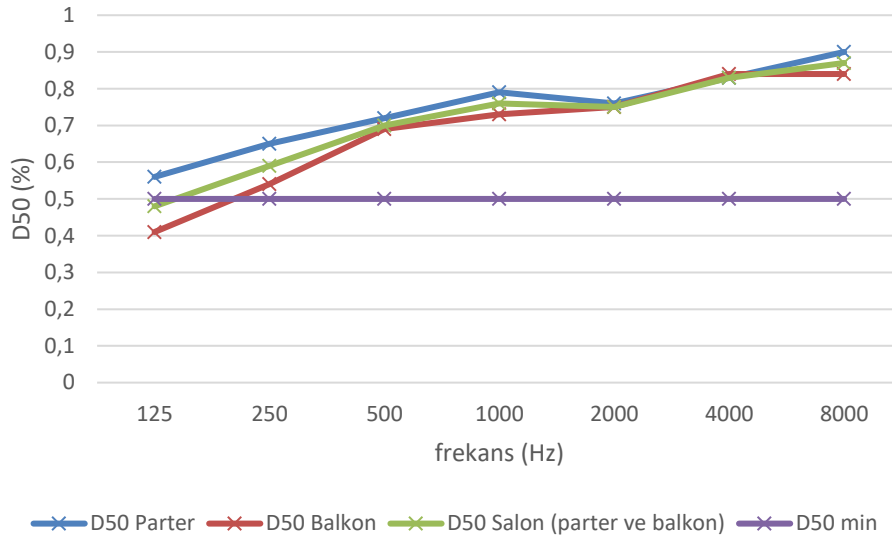
5.2.2.4. Açıklık (D_{50})

Açıklık (D_{50}) konuşmanın anlaşılabilirliği ile ilgili bir parametredir. Açıklık parametresine “2.4.3.11 Ayırt edilebilirlik (D_{50}) (Distinctness)” başlığı altında ayrıntılı bir biçimde değinilmiştir.

Açıklık (D_{50}) parametre değerlerinin artmasıyla, konuşmanın anlaşılabilirliği artmaktadır. %50’nin üzerindeki D_{50} değerleri, optimum olarak kabul edilmektedir. Şekil 5.11’de alıcı noktalarında ölçülen D_{50} değerleri ortalamaları, Şekil 5.12’de ölçülen D_{50} değerlerinin parter, balkon ve salonda frekansa göre ortalamaları verilmiştir. Buna göre hacmin gerekli açıklığı sağladığı görülmektedir. Bu durum, salonda ölçülen T_{30} değerinin konuşmada etkin olan frekanslarda optimum değer aralığında kalmasından kaynaklanmaktadır.



Şekil 5.11. Salonda ölçülen açıklık – D_{50} alıcı noktalarına göre ortalama değerlerinin kabul edilebilir minimum değerle (0,5) karşılaştırılması



Şekil 5.12. Salonda ölçülen D_{50} değerleri ortalamasının kabul edilebilir değerle karşılaştırılması

5.2.2.5. Ses yüksekliği (G)

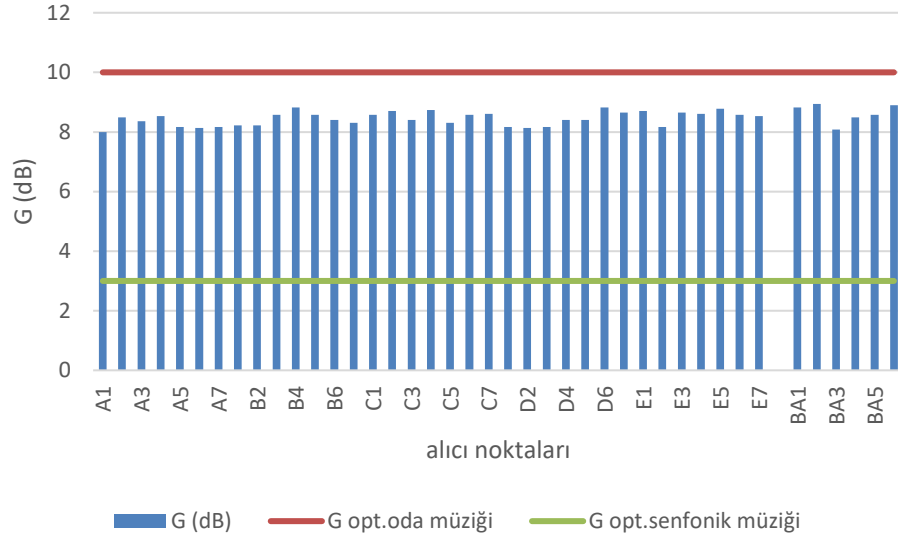
Ses yüksekliği (G) salonda kaynaktan çıkan sesin alıcıya yeterli yükseklikte ulaşp ulaşmadığının göstergesi olan hacim akustiği parametresidir. Ölçülen yansıma süresi (T_{30}) değerlerine bağlı olarak, “2.4.3.4. Ses yüksekliği (SPL) (G) (Sound power level, Strength, Loudness)” başlığında verilen formül (2.6) kullanılarak hesaplanan ses yüksekliği (G) parametresi değerleri Tablo 5.9’da verilmiştir. Literatürde özellikle müzik işlevi için ses yüksekliği (G) değeri ile ilgili optimum değerler verilmiştir. Buna göre ses G parametresinin pozitif değerlerde olması gerekmekte ve müzik türüne göre değerleri değişmektedir. Literatürde oda müziği için optimum G değeri +3 dB, senfonik müzik için G değeri +10 dB’dir. Şekil 5.13’te alıcı noktalarında hesaplanan G değerlerinin ortalamaları, Şekil 5.14’te hesaplanan G değerlerinin parter, balkon ve salonda frekansa göre ortalamaları verilmiştir. Elde edilen değerlerin oda müziği ve senfonik müzik için verilen optimum değerlerin arasında kaldığı görülmektedir.

Tablo 5.9. Salonda alıcı noktalarında yansıma süresine (T_{30}) bağlı olarak hesaplanan ses yüksekliği (G) parametre değerleri

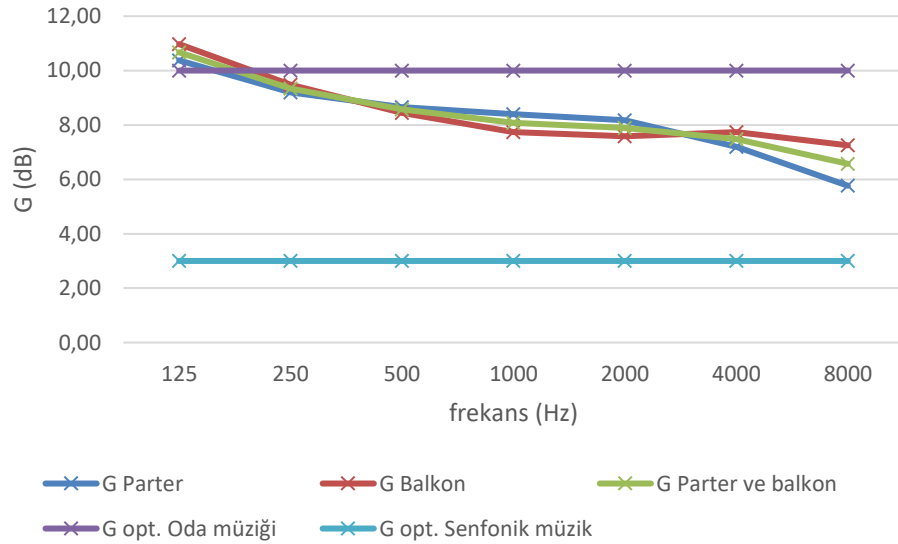
Alıcı Noktası	G (dB)	Alıcı Noktası	G (dB)	Alıcı Noktası	G (dB)	Alıcı Noktası	G (dB)
A1	7,99	B1	8,22	C1	8,57	D1	8,17
A2	8,49	B2	8,22	C2	8,70	D2	8,13
A3	8,36	B3	8,57	C3	8,40	D3	8,17
A4	8,53	B4	8,82	C4	8,74	D4	8,40
A5	8,17	B5	8,57	C5	8,31	D5	8,40
A6	8,13	B6	8,40	C6	8,57	D6	8,82
A7	8,17	B7	8,31	C7	8,61	D7	8,65

Tablo 5.9. (devam) Salonda alıcı noktalarında yansıma süresine (T_{30}) bağlı olarak hesaplanan ses yüksekliği (G) parametre değerleri

E1	8,70	E5	8,78	BA2	8,94	BA6	8,90
E2	8,17	E6	8,57	BA3	8,08		
E3	8,65	E7	8,53	BA4	8,49		
E4	8,61	BA1	8,82	BA5	8,57		



Şekil 5.13. Salonda yapılan ölçüm verilerinden hesaplanan alıcı noktalara göre ortalama G değerlerinin literatürde verilen değerlerle karşılaştırılması



Şekil 5.14. Salonda yapılan ölçüm verilerinden hesaplanan G değerleri ortalamasının literatürde verilen değerlerle karşılaştırılması

Ses yüksekliği parametresinin etkilendiği mimari özellikler “2.4.3.4. Ses yüksekliği (SPL) (G) (Sound power level, Strength, Loudness)” başlığında belirtilmiştir. Buna göre, salonun mimari özelliklerinin ses yüksekliği (G) değerlerini olumlu yönde etkilediği söylenebilir.

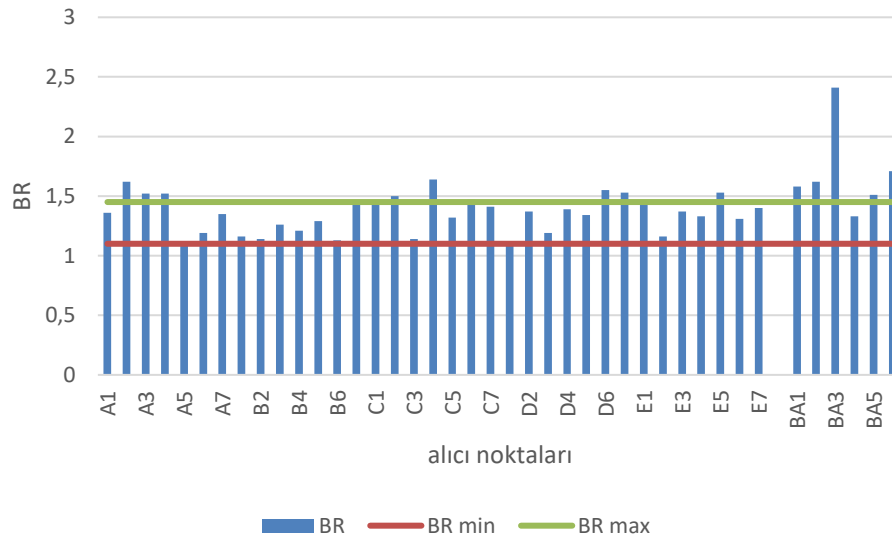
5.2.2.6. Bas oranı (BR)

Alçak frekanslardaki yansıma süresinin (125 – 250 Hz) orta frekanslardaki yansıma süresine (500 – 1000 Hz) oranı olarak tanımlanabilecek bas oranı (BR), salonun sıcaklığı yani bas seslerin canlılığının göstergesidir. Bu parametreye “2.4.3.3. Bas oranı (BR) (Bass ratio)” başlığı altında ayrıntılı olarak değinilmiştir.

Ölçülen yansıma süresi (T_{30}) değerlerine bağlı olarak, “2.4.3.3. Bas oranı (BR) (Bass ratio)” başlığı altında verilen formül (2.22) kullanılarak hesaplanan bas oranı (BR) parametresi değerleri Tablo 5.10 ve Şekil 5.15’te verilmiştir. Tabloda optimum aralığı sağlamayan değerler koyu olarak belirtilmiştir.

Tablo 5.10. Salonda alıcı noktalarında yansıma süresi (T_{30}) bağlı olarak hesaplanan bas oranı (BR) parametre değerleri

Alıcı Noktası	BR	Alıcı Noktası	BR	Alıcı Noktası	BR	Alıcı Noktası	BR
A1	1,36	B5	1,29	D2	1,37	E6	1,31
A2	1,62	B6	1,13	D3	1,19	E7	1,40
A3	1,52	B7	1,44	D4	1,39	BA1	1,58
A4	1,52	C1	1,43	D5	1,34	BA2	1,62
A5	1,12	C2	1,50	D6	1,55	BA3	2,41
A6	1,19	C3	1,14	D7	1,53	BA4	1,33
A7	1,35	C4	1,64	E1	1,45	BA5	1,51
B1	1,16	C5	1,32	E2	1,16	BA6	1,71
B2	1,14	C6	1,47	E3	1,37		
B3	1,26	C7	1,41	E4	1,33		
B4	1,21	D1	1,10	E5	1,53		



Şekil 5.15. Salonda yapılan ölçüm verilerinden hesaplanan alıcı noktalarına göre ortalama BR değerlerinin literatürde verilen değerlerle karşılaştırılması

Bu salon için kabul edilebilecek bas oranı (BR) aralığı (1,1 - 1,45) esas alındığında, parterde belirlenen noktaların çoğunluğunda bu özelliğin sağlandığı, ancak balkonda sağlanmamış olduğu görülmektedir.

5.2.3. Salon mevcut durumu genel değerlendirmesi

Salonda yapılan yansıma süresi (T_{30}) ölçümleri;

- konuşma işlevi için salonun orta frekanslarda (500 – 1000 - 2000 Hz) optimum aralık içinde kaldığını, alçak frekanslarda (125 - 250 Hz) uzun olduğunu,
- müzik işlevi için ise oldukça kısa olduğunu göstermektedir.

Salonda ölçülen erken düşme süresi (EDT) değerleri yansıma süresi (T_{30}) değerleri ile karşılaştırıldığında, T_{30} değerlerinin EDT değerlerinden uzun olduğu ve EDT değerlerinin, kabul edilebilir sınır değerlerini büyük oranda sağlamadığı görülmektedir. Ayrıca, salonda ölçülen T_{30} ve EDT değerleri belirlenen alıcı noktalarına ve frekanslara göre incelendiğinde, değerler arası farkın olduğu görülmektedir. Bu durumun öznel işitsel konfor açısından sonucu;

- salonun müzikal işlevler için yeterli ses zenginliği, hacimlilik / sarmalanmışlık hissini sağlamaması,
- salonda konuşmanın anlaşılabilirliğinin olumsuz yönde etkilenmesi (maskeleme oluşumu)
- salonun Hi-Fi özelliğinin zarar görmesi (distorsiyon oluşumu)
- salonda değişik dinleyici konumları arasında akustik homojenliğin ve kalitenin sağlanmaması,
- hacimdeki ses alanının, değişik açılardan yararlı sonuçlar doğuran yayınlılıkta olmamasıdır.

Müzikal seslerin açık ve net algılanabilirliğinin değerlendirilmesine olanak tanıyan netlik (C_{80}) parametresi ölçme sonuçları, salonda ölçme yapılan noktaların tamamında, netliğin optimum sınırların oldukça üzerinde olduğunu göstermiştir. Bu durum, salonun müzik işlevi için icranın her ayrıntısının algılandığı ancak icranın kuru olduğu şeklinde yorumlanmaktadır.

Konuşma işlevleri için önem kazanan açıklık (D_{50}) parametresi ölçme değerleri tüm alıcı noktalarında %50'nin üzerindedir. Bu durum, salonun net ve açık bir biçimde konuşma anlaşılabilirliğini sağladığını göstermektedir.

Sesin alıcıya yeterli düzeyde ulaşp ulaşmadığının göstergesi olan ses yüksekliği (G) parametresi ölçülen yansıım sürelerine (T_{30}) bağı olarak hesaplanmış ve tüm ölçme noktalarında ses yüksekliğinin yeterli olduğu görülmüştür.

Salonda bas seslerin canlılığının göstergesi olan bas oranı (BR) parametresinin, ölçülen yansıım sürelerine (T_{30}) bağı olarak hesaplanan değerlerinin, parterde birkaç ölçme noktası hariç tüm noktalarda, balkonda ise sadece bir ölçme noktasında kabul edilebilecek aralıkta olduğu saptanmıştır. Bu durum özellikle 125 ve 250 Hz oktav bantlardaki yansıım sürelerinin, optimum aralığın alt sınırına yakın olmasından kaynaklanmaktadır.

Çalışmada elde edilen sonuçlar, salonun hacim akustiğı açısından gerekli koşulları büyük oranda sağlamadığını ortaya koymuştur.

5.3. Salon Akustiğinin Alanda Değerlendirme Yöntemi (Anket Uygulaması) ile Özel Değerlendirmesi

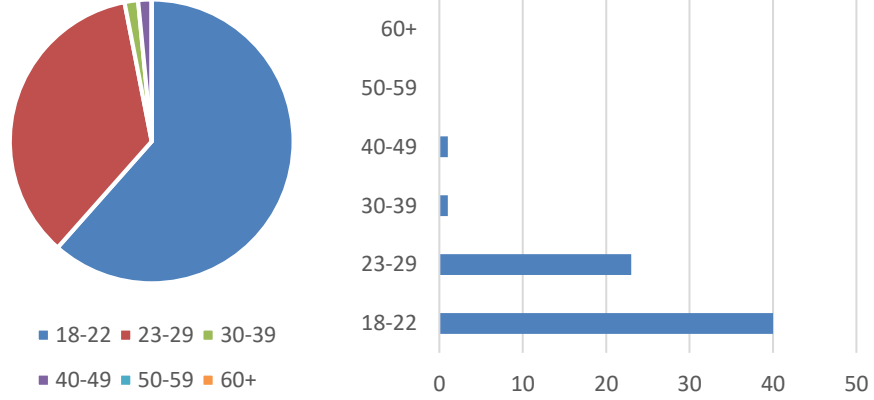
Salonda özel değerlendirmenin yapılabilmesi amacı ile etkinlik sırasında dinleyicilere ve icracılara anket uygulanmıştır. Dinleyici – icracı anketleri birbirinden ayrılmıştır. Dinleyici anketinde salon akustiğı konusunda sorular, icracı anketinde ise sahne ve salon akustiğı konusunda sorular bulunmaktadır. Dinleyici anketi; kişisel bilgiler, görsel algıya, müziğe olan ilgiye ve müzik bilgisine, ses düzeyine, akustik parametrelere, akustik kusurlara ilişkin sorular ve genel değerlendirme bölümlerinden; icracı anketi ise kişisel bilgiler, görsel algıya, ses düzeyine, akustik parametrelere, salonun akustik özelliklerine, sahnenin akustik özelliklerine, akustik kusurlara ilişkin sorular ve genel değerlendirme bölümlerinden oluşmaktadır. Dinleyici ve icracı anketi örnekleri Ek 3'te verilmiştir.

Ankete 65 dinleyici, 12 icracı katılmıştır. Dinleyici ve icracı yanıtları incelenmiş, birbirleri ve alanda ölçümlerden elde edilen nesnel parametreler ile karşılaştırılarak değerlendirilmiştir.

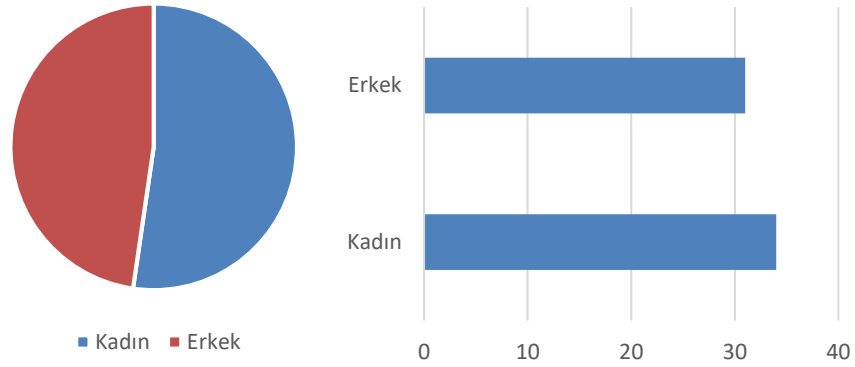
5.3.1. Dinleyiciler için anket uygulaması ve değerlendirmesi

Ankete 65 dinleyici katılmıştır. Dinleyicilere kişisel bilgiler başlığı altında yaşları, cinsiyetleri ve herhangi bir işitsel problemlerinin olup olmadığı sorulmuştur. Dinleyicilerin çoğunlukla 18-22 ve 23-29 yaş aralığında olduğu ve ankete katılan kadın

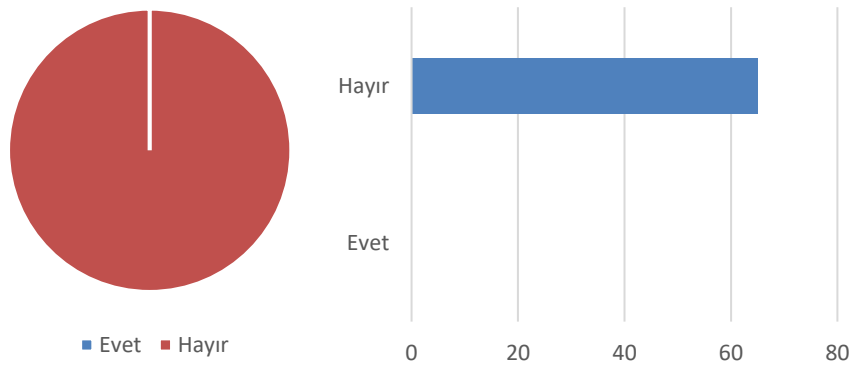
– erkek sayısının eşite yakın dağılımda olduğu görülmektedir. Dinleyiciler arasında işitsel problemi olan dinleyici bulunmamaktadır. (Şekil 5.16, Şekil 5.17, Şekil 5.18)



Şekil 5.16. Dinleyicilerin yaş dağılımları



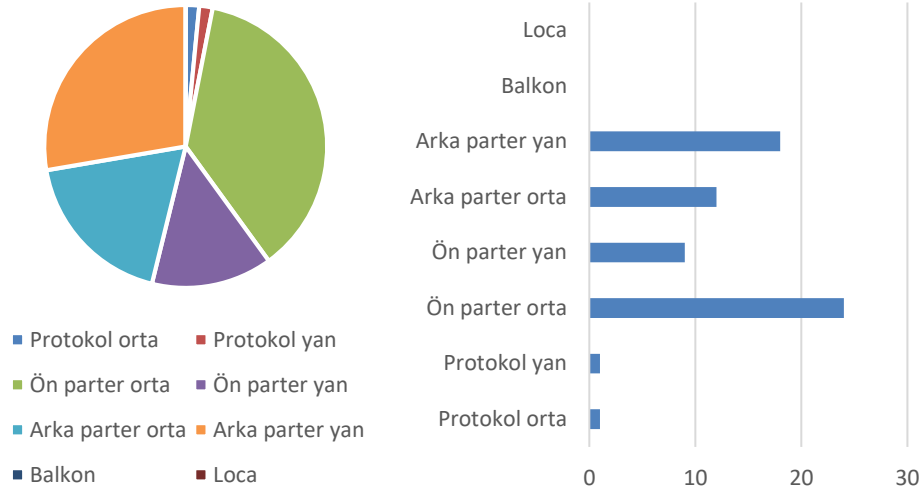
Şekil 5.17. Dinleyicilerin cinsiyet dağılımları



Şekil 5.18. Dinleyicilerin işitsel problemlerinin olup olmadığı

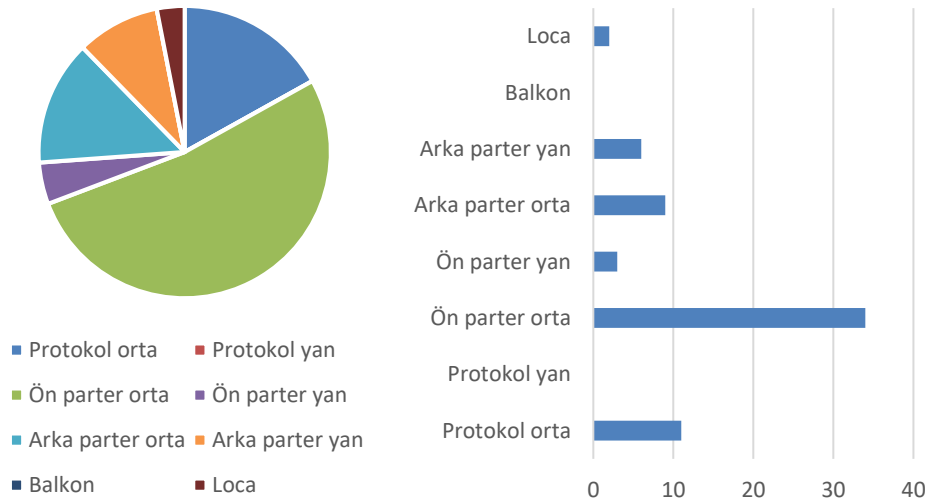
Dinleyicilere görsel algıya ilişkin sorular başlığında etkinlik sırasında oturdukları alan, favori oturma alanları, sahneyi ne kadar iyi gördükleri ve salonun iç tasarımını nasıl değerlendirdikleri sorulmuştur. Dinleyicilerin etkinlik sırasında oturdukları alan

dağılımı Şekil 5.19’da görülmektedir. Çoğunlukla ön parter orta alandan katılım sağlanmıştır.



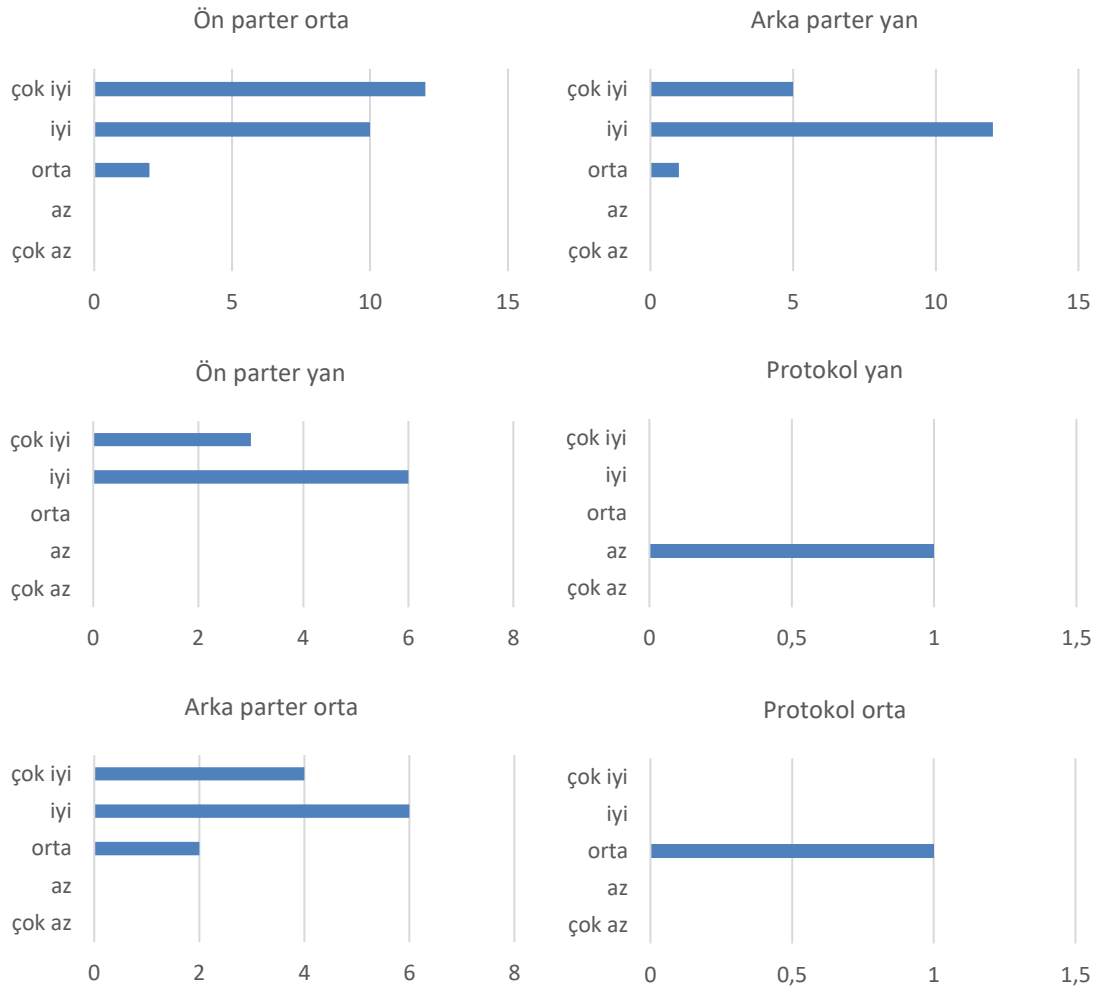
Şekil 5.19. Dinleyicilerin oturduğu alanlar dağılımı

Dinleyicilerin salondaki favori oturma alanı seçimleri Şekil 5.20’de görülmektedir. Dinleyicilerin çoğunluğunun favori oturma alanı ön parter orta kısımdır. Bunun sebebi görüş açısının ve dolaysız ses düzeyinin en iyi olduğu bölgelerin bu kısımda olmasıdır.

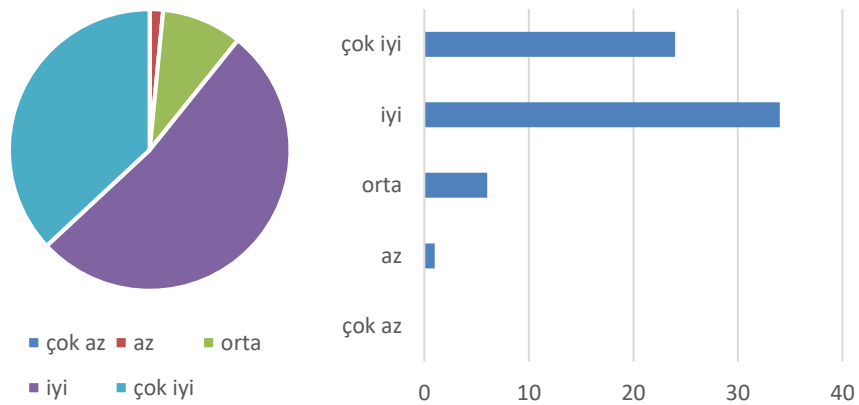


Şekil 5.20. Dinleyicilerin favori oturma alanı dağılımları

Dinleyiciler sahneyi çoğunlukla “iyi” gördüğünü belirtmiştir. Bu soru ile ilgili dinleyicilerin bulunduğu alana göre verdikleri cevapların dağılımı ve genel cevap dağılımları Şekil 5.21 ve Şekil 5.22’de görülmektedir.

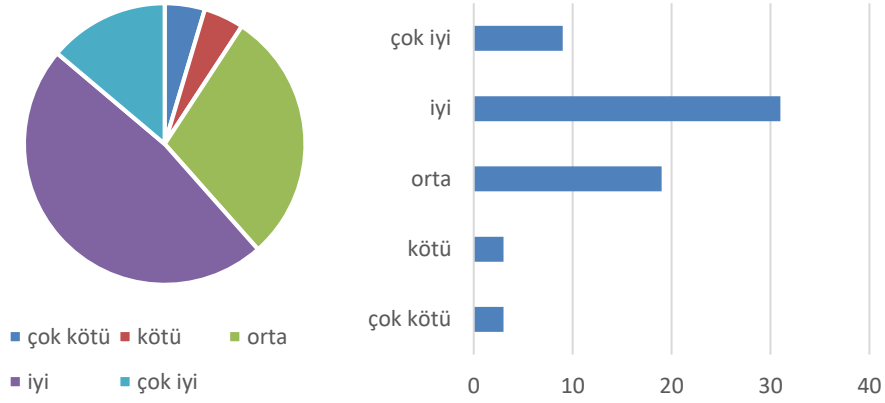


Şekil 5.21. Dinleyicilerin sahne görüşünün oturdukları alanlara göre dağılımları



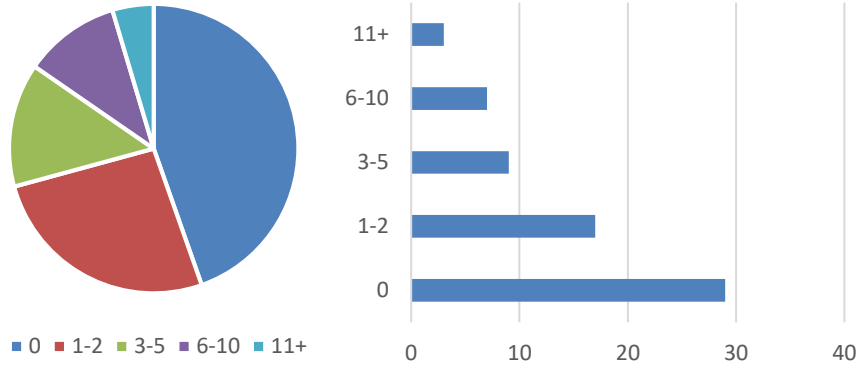
Şekil 5.22. Dinleyicilerin sahne görüşünün genel dağılımı

Dinleyicilerin salonun iç tasarımına dair değerlendirmesi Şekil 5.23'te görülmektedir. Salon iç tasarımının dinleyiciler tarafından çoğunlukla beğenildiği söylenebilir.

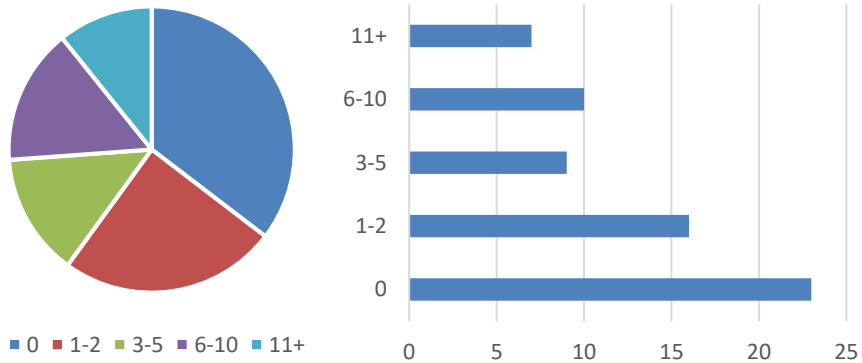


Şekil 5.23. Dinleyicilerin salon iç tasarımı değerlendirme dağılımı

Dinleyicilere müziğe olan ilgi ve müzik bilgisine ilişkin sorular yöneltilmiştir. Şekil 5.24'te dinleyicilerin geçen yıl AÜ AKM Opera ve Bale Salonu'nda kaç etkinliğe katıldıkları, Şekil 5.25'te geçen yıl toplam kaç etkinliğe katıldıkları görülmektedir. Dinleyicilerin müziğe çok fazla ilgilerinin olmadığı görülmektedir.

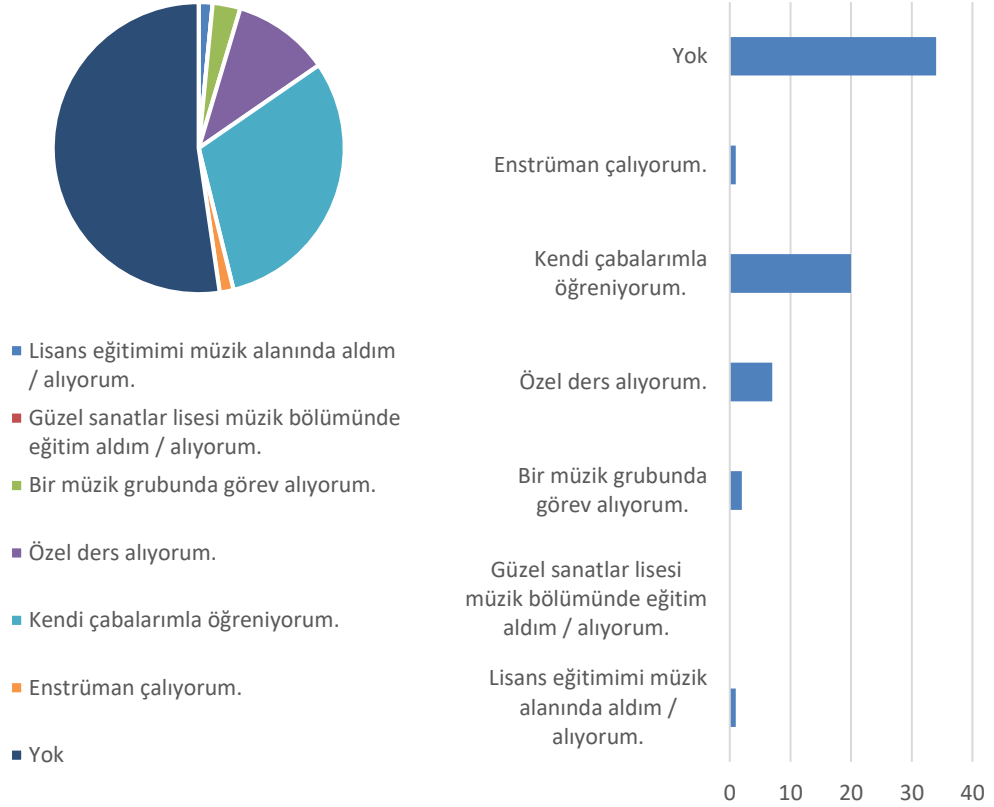


Şekil 5.24. Dinleyicilerin geçen yıl AÜ AKM Opera ve Bale Salonu'nda katıldığı etkinlik sayısı



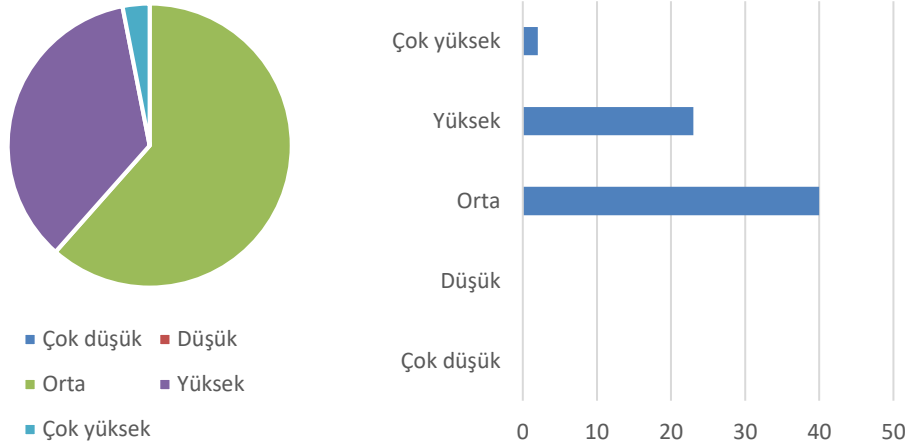
Şekil 5.25. Dinleyicilerin geçen yıl katıldığı toplam etkinlik sayısı

Dinleyicilerin müzik bilgisinin ne seviyede olduğu Şekil 5.26’da görülmektedir. Dinleyicilerin çoğunun kendi çabaları ile müzik bilgisi öğrenmeye çalıştığı veya müzik bilgisinin hiç olmadığı söylenebilir. Bu durumda ankete katılan dinleyicilerin bu anketteki bütün sorulara müzik konusunda eğitilmiş kişiler gibi profesyonel cevaplar vermesinin beklenmesi doğru olmayacaktır.

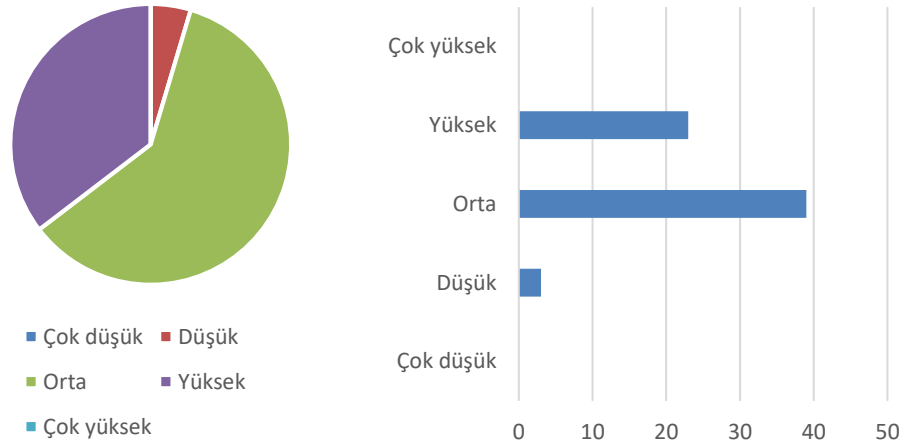


Şekil 5.26. Dinleyicilerin müzik bilgisi durumları

Dinleyicilere ses düzeyine ilişkin sorular yöneltilmiştir. Şekil 5.27’de dinleyicilerin orkestranın sesinin ne kadar yüksek olduğuna, Şekil 5.28’de orkestraya oranla solistin sesinin ne kadar yüksek olduğuna ilişkin değerlendirmeleri görülmektedir. Dinleyicilerin çoğunluğu bu soruları orta seviyede olarak değerlendirmiştir.

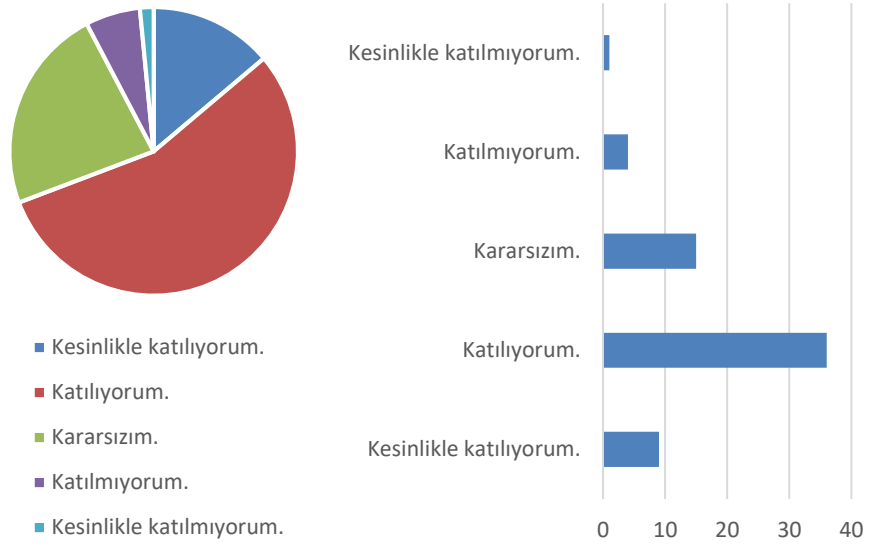


Şekil 5.27. Dinleyicilerin orkestranın sesinin ne kadar yüksek olduğuna dair değerlendirmesi

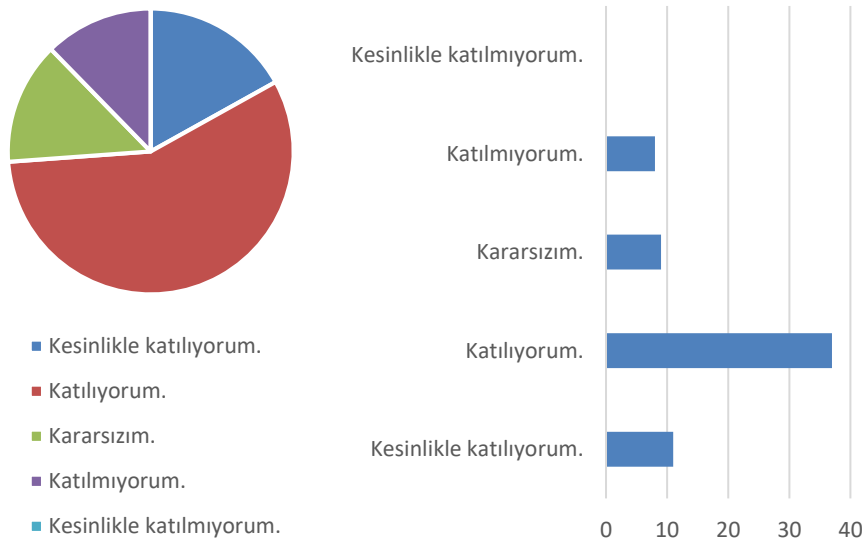


Şekil 5.28. Dinleyicilerin orkestranın sesine oranla solistin sesinin ne kadar yüksek olduğuna dair değerlendirmesi

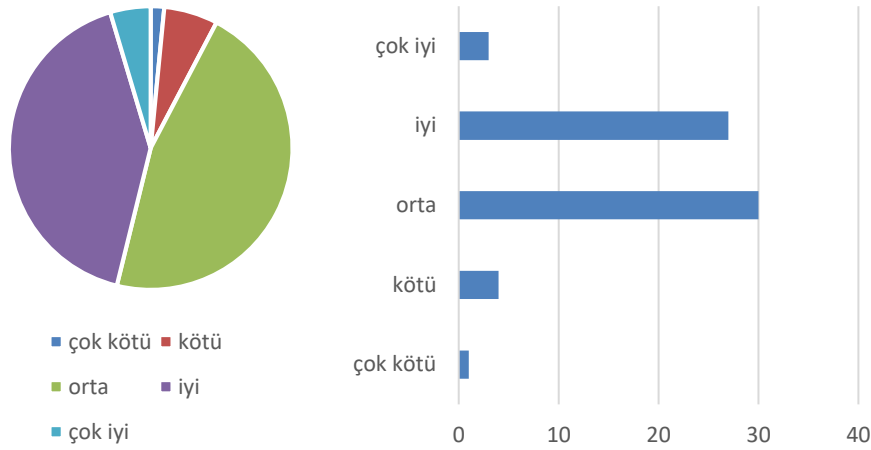
Dinleyicilerin gerçekleştirilen etkinlik için ses düzeyinin yeterli olup olmadığına ilişkin değerlendirmesi Şekil 5.29’da, konuşmanın anlaşılabilirliğine dair değerlendirmesi Şekil 5.30’da görülmektedir. Değerlendirmelerin olumlu olduğu görülmektedir. “5.2.2. Hacim akustiği ölçmeleri ve değerlendirmesi” başlığında ses düzeyine ilişkin nesnel parametre olan G değerinin de kabul edilebilir aralıkta olduğu görülmüştür. Bu veriler birbirini desteklemektedir. Seslendirme sisteminin kalitesine ilişkin değerlendirmenin ise “orta – iyi” olduğu görülmektedir. (Şekil 5.31)



Şekil 5.29. Dinleyicilerin ses düzeyinin yeterli olup olmadığına dair değerlendirmesi

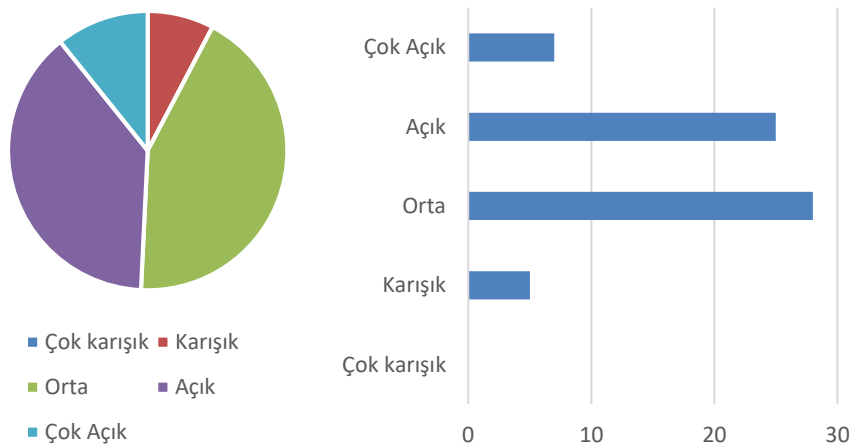


Şekil 5.30. Dinleyicilerin konuşma anlaşılabilirliğine dair değerlendirmesi



Şekil 5.31. Dinleyicilerin seslendirme sisteminin kalitesine dair değerlendirmesi

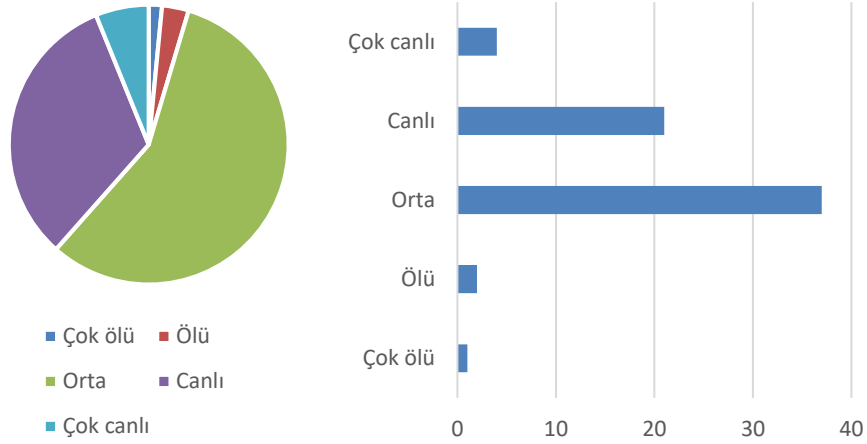
Salonda açıklık, yansısım, kuşatılmışlık, samimilik, sıcaklık ve denge akustik parametrelerine ilişkin sorular sorulmuş ve elde edilen cevapların nesnel ölçümlerle ilişkilendirilmesi hedeflenmiştir. Dinleyicilerin “açıklık” parametresine ilişkin verdiği cevaplar Şekil 5.32’de verilmiştir. Açıklık parametresi C_{80} değerlerine bağlıdır (T_{30} ve EDT değerleri ile de ilişkilidir.). “5.2.2. Hacim akustiği ölçmeleri ve değerlendirmesi” başlığında salonda ölçülen C_{80} değerinin optimum aralığın oldukça üzerinde olduğu ve salonun müzik icrası için “kuru” olduğu ortaya çıkmıştır. Dinleyicilerin bu parametreyi “çok açık” olarak değerlendirmesi beklenirken çoğunlukla “orta – açık” olarak değerlendirdikleri görülmektedir.



Şekil 5.32. Dinleyicilerin “açıklık” öznel parametresine dair değerlendirmeleri

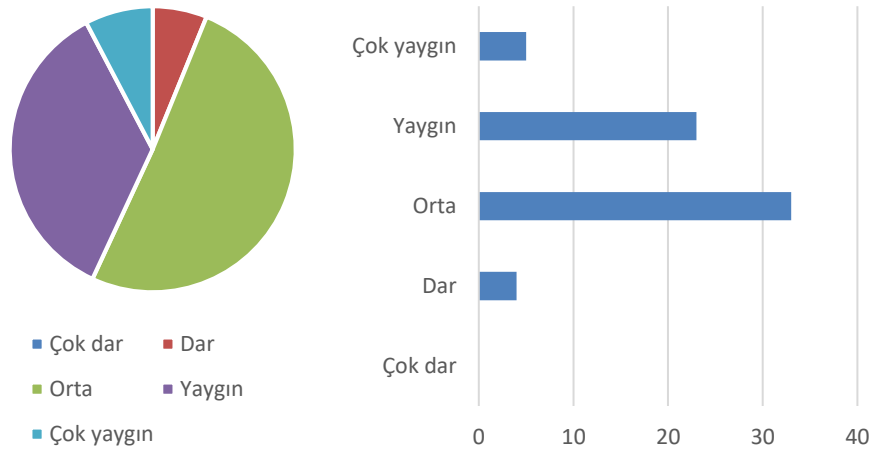
Dinleyicilerin “yansısım” öznel parametresine ilişkin değerlendirmesi Şekil 5.33’te görülmektedir. Bu parametrenin bağlı olduğu T_{30} parametresi değeri “5.2.2. Hacim akustiği ölçmeleri ve değerlendirmesi” başlığında değerlendirildiği üzere müzik

için optimum değerin altında kalmaktadır. Bu durumda bu parametrenin “ölü” olarak değerlendirilmesi beklenirken dinleyiciler bu parametreyi çoğunlukla “orta – canlı” olarak değerlendirmişlerdir. Bu durumun sebebinin dinleyicilerin etkinlik sırasındaki heyecanından dolayı soruları olumlu değerlendirme eğiliminde olması ve müzik hakkında yeterli bilgiye sahip olmamaları olduğu düşünülmektedir.



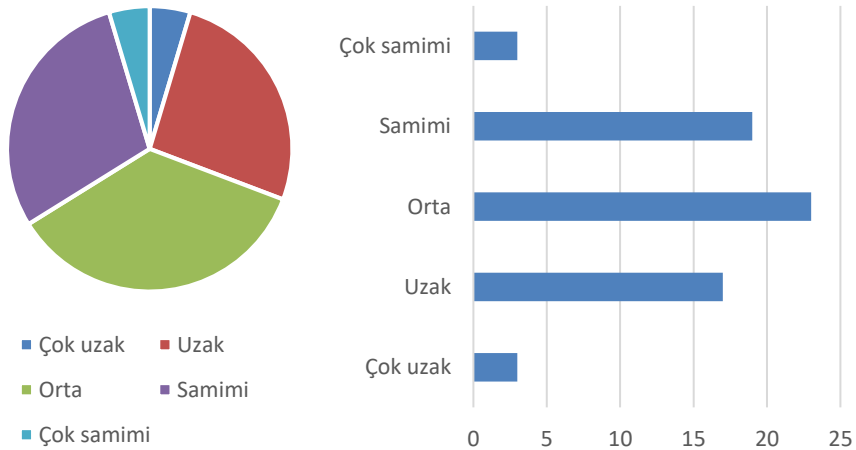
Şekil 5.33. Dinleyicilerin “yansım” öznel parametresine dair değerlendirmeleri

Dinleyicilerin “kuşatılmışlık” öznel parametresine ilişkin değerlendirmeleri Şekil 5.34’te verilmiştir. Kuşatılmışlık öznel parametresi, LF_{80} ve IACC nesnel parametreleri ile ilişkilidir. Alan ölçümlerinde bu parametrelere ilişkin değer ölçümleri yapılmamıştır fakat öneri salon tasarımı değerlendirmesinde Odeon programından LF_{80} değerleri elde edilecektir. Bu sorunun sorulmasının amacı yalnızca öznel değerlendirmeyi elde etmektir. Dinleyiciler çoğunlukla bu parametreyi “orta – yaygın” olarak değerlendirmişlerdir.



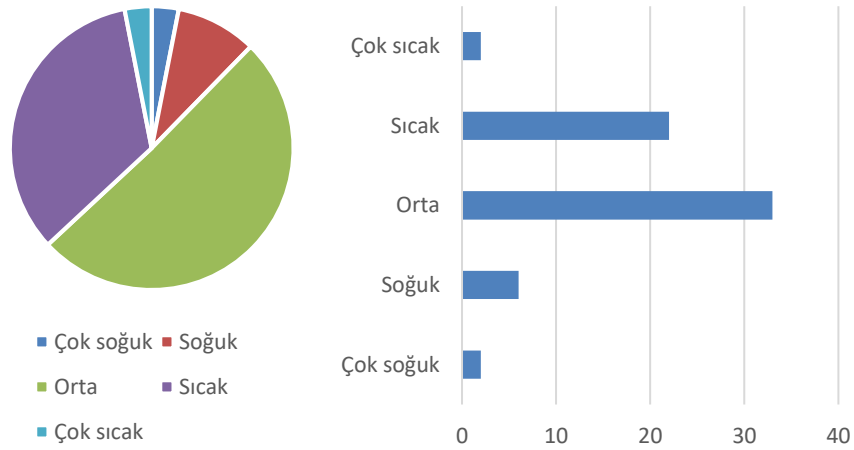
Şekil 5.34. Dinleyicilerin “kuşatılmışlık” öznel parametresine dair değerlendirmeleri

Dinleyicilerin “samimilik” parametresine ilişkin değerlendirmeleri Şekil 5.35’te verilmiştir. Samimilik öznel parametresi, ITDG ve G nesnel parametreleri ile ilişkilidir. Daha çok ITDG parametresi ile ilişkili olan bu parametreye ilişkin yöneltilen soruda da salonda ITDG ölçümü yapılmadığından yalnız öznel değerlendirmenin elde edilmesi amaçlanmıştır. Samimilik çoğunlukla “orta” olarak değerlendirilmiştir.



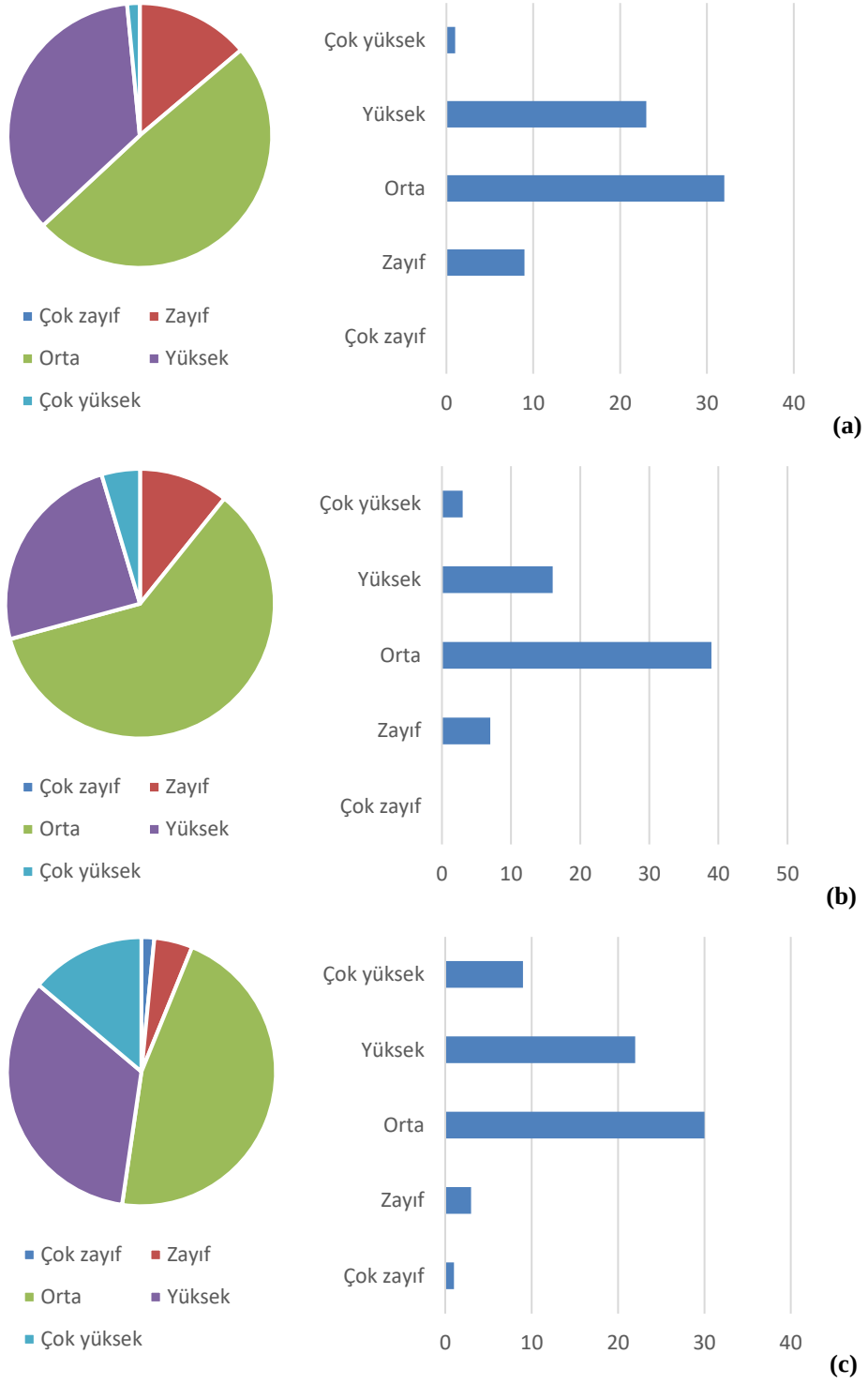
Şekil 5.35. Dinleyicilerin “samimilik” öznel parametresine dair değerlendirmeleri

Dinleyicilerin “sıcaklık” parametresine ilişkin değerlendirmeleri Şekil 5.36’da verilmiştir. Sıcaklık öznel parametresi, BR nesnel parametresi ile ilişkilidir. “5.2.2. Hacim akustiği ölçmeleri ve değerlendirmesi” başlığında salonda alan ölçümlerinde elde edilen BR değerlerinin optimum aralıkta kaldığı görülmektedir. Dinleyicilerin bu parametreyi “sıcak” olarak değerlendirmesi beklenirken, dinleyiciler bu parametreyi “orta – sıcak” olarak değerlendirmişlerdir.



Şekil 5.36. Dinleyicilerin “sıcaklık” öznel parametresine dair değerlendirmeleri

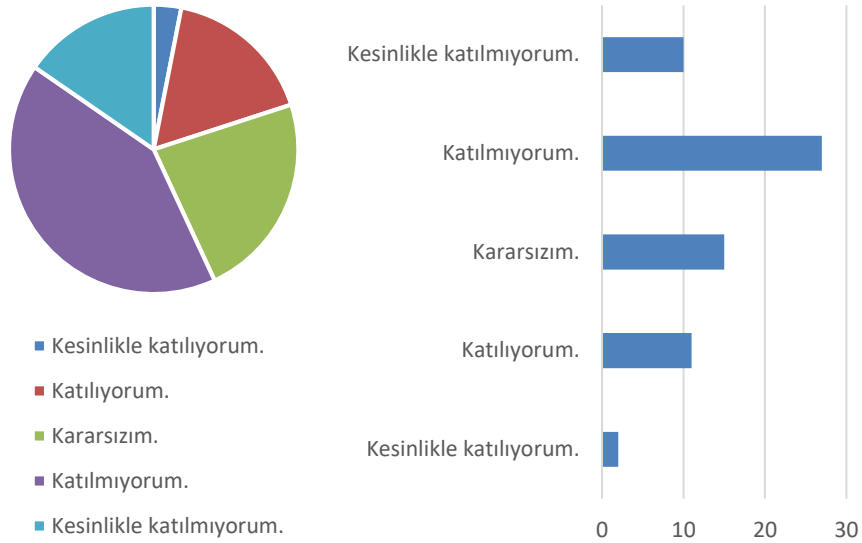
Dinleyicilerin “denge” parametresine ilişkin değerlendirmeleri Şekil 5.37’de verilmiştir. Denge parametresi tiz- orta frekanslarda, bas- orta frekanslarda ve solist- orkestra olarak 3 ayrı soru ile değerlendirilmiştir. Denge öznel parametresi dinleyiciler tarafından çoğunlukla “orta-yüksek” olarak değerlendirilmiştir.



Şekil 5.37. Dinleyicilerin “denge” öznel parametresine dair değerlendirmeleri
(a) tiz – orta frekanslarda denge
(b) bas – orta frekanslarda denge
(c) solist – orkestra dengesi

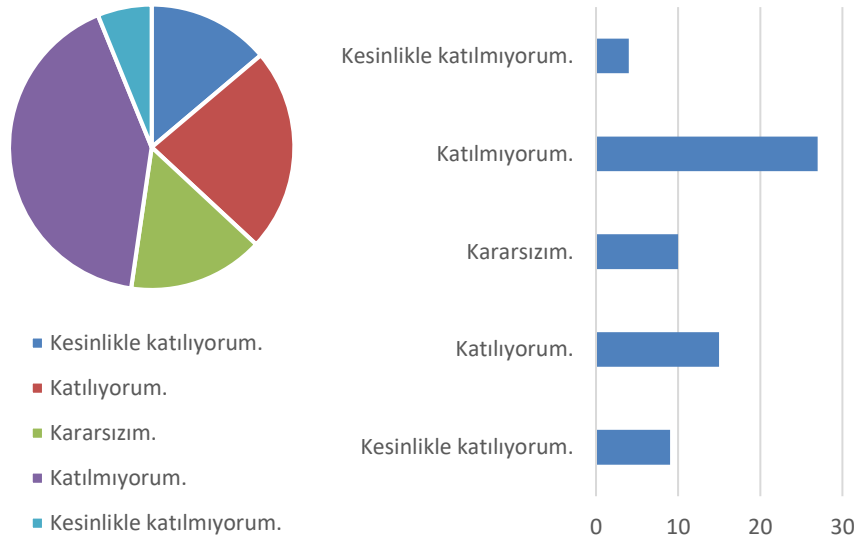
Dinleyicilere akustik kusurlara ilişkin sorular da yöneltilmiştir. Dinleyicilere etkinlik sırasında işitsel bir konforsuzluk hissedip hissetmedikleri sorulmuş,

dinleyicilerin çoğu etkinlikler sırasında bir işitsel konforsuzluk hissetmediğini belirtmiştir. Bu soruya ilişkin değerlendirmelerin dağılımı Şekil 5.38’de verilmiştir.

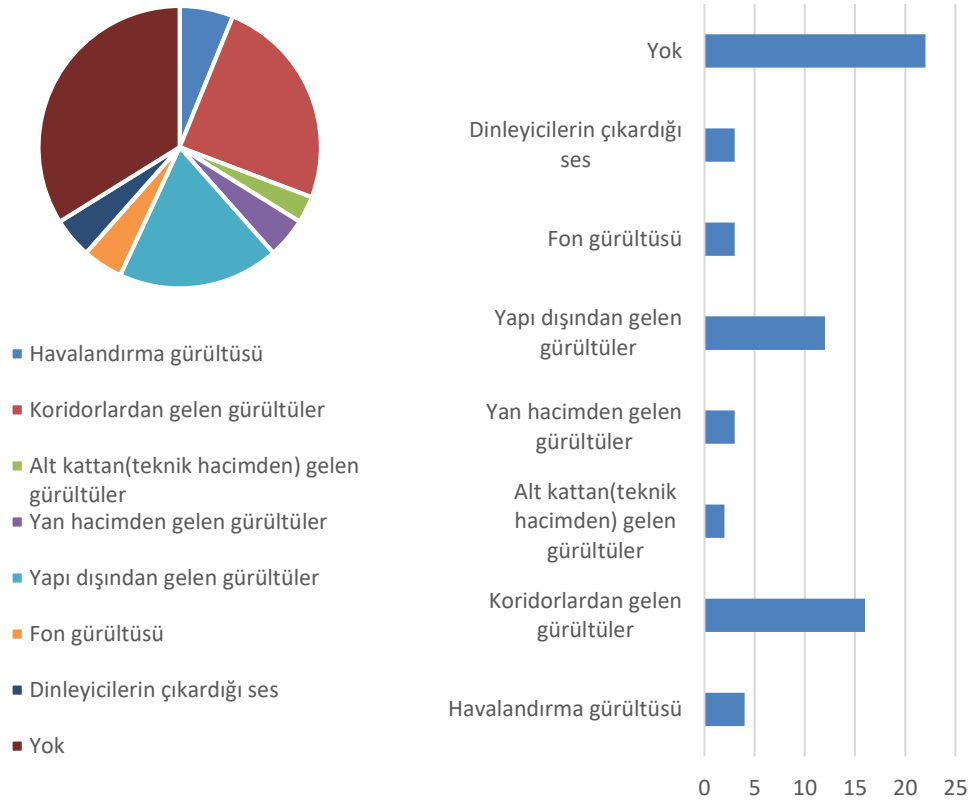


Şekil 5.38. Dinleyicilerin işitsel konforsuzluk hissetme durumu dağılımı

Dinleyicilere gürültüden rahatsız olup olmadıkları sorulduğunda dinleyicilerin çoğunluğu rahatsız olmadığını belirtmiştir. Bu soruya ilişkin değerlendirmelerin dağılımı Şekil 5.39’da görülmektedir. Dinleyicilere kendilerinin etkinlik sırasında en çok rahatsız eden gürültü kaynağı da sorulmuş ve çoğunlukla koridorlardan gelen gürültüler ve yapı dışı gürültülerden rahatsız oldukları tespit edilmiştir. (Şekil 5.40) “5.2.1. Arka plan gürültü düzeyi ölçmeleri ve değerlendirmesi” başlığındaki yapı içi ve yapı dışı gürültü düzeyi ölçmeleri kabul edilebilir değerlerin altında kalmasına rağmen böyle bir sonuç çıkması, ölçümlerin etkinlik gerçekleştirilmeyen bir zamanda yapılmasına bağlanabilir.

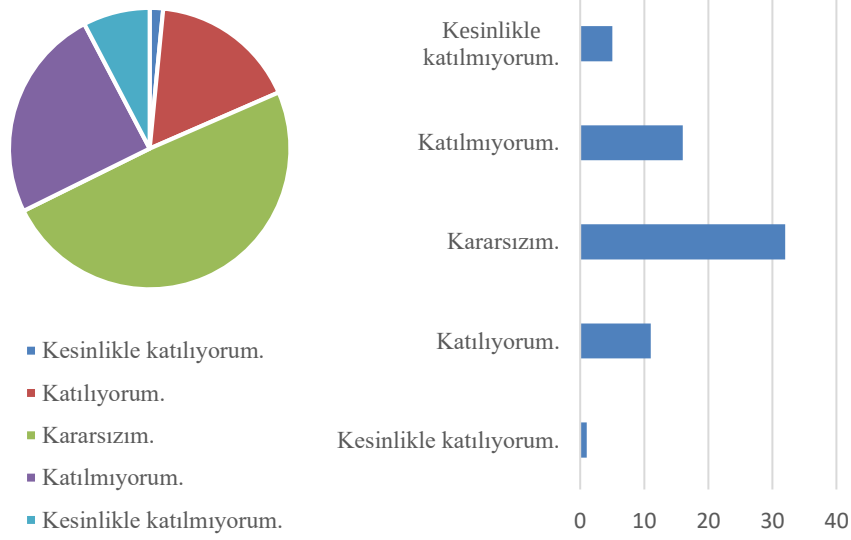


Şekil 5.39. Dinleyicilerin gürültüden rahatsız olma durumları dağılımı



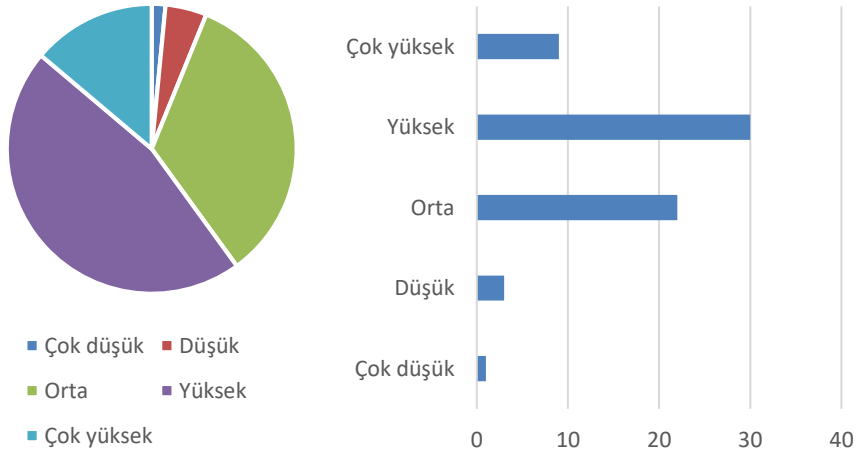
Şekil 5.40. Dinleyicilerin en çok rahatsız oldukları gürültü kaynaklarının dağılımı

Dinleyicilere salonda bir akustik kusur olup olmadığı sorulduğunda çoğunlukla kararsız kaldıkları sonucu ortaya çıkmıştır. Dinleyicilerin akustik kusur konusunda bilgi sahibi olmaması da olası bir durumdur. Bu soruya ilişkin değerlendirme dağılımı Şekil 5.41’de görülmektedir.

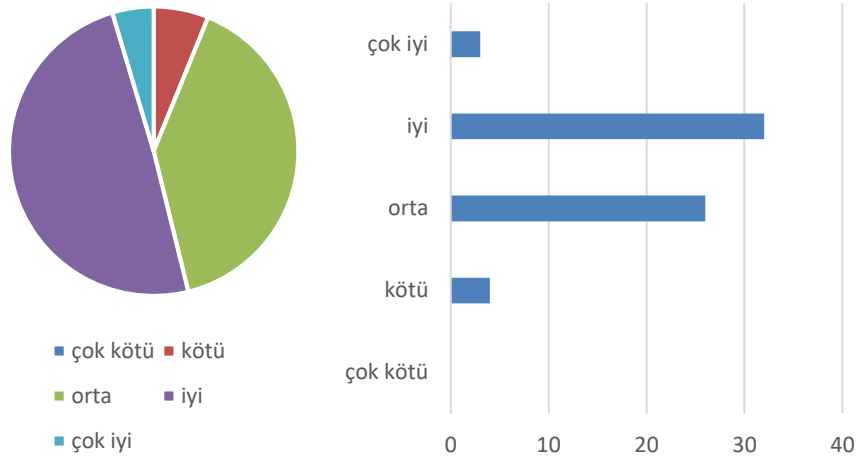


Şekil 5.41. Dinleyicilerin salonda akustik kusur olup olmadığına ilişkin değerlendirmesi

Dinleyicilere genel değerlendirme başlığında konserden aldıkları işitsel keyif ve salon akustiği genel değerlendirmeleri sorulmuştur. Dinleyiciler işitsel keyfi çoğunlukla “orta – yüksek” olarak değerlendirirken salon akustiğini “orta – iyi” olarak değerlendirmişlerdir. Bu sorulara ilişkin değerlendirme dağılımları Şekil 5.42 ve Şekil 5.43’te görülmektedir.



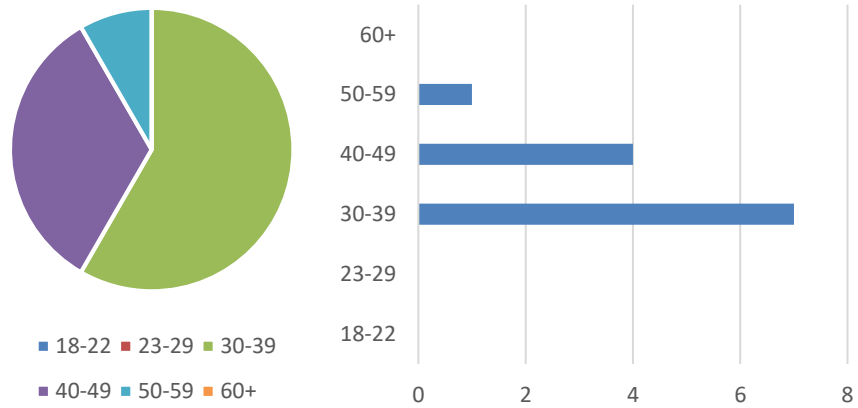
Şekil 5.42. Dinleyicilerin konserden aldıkları işitsel keyif değerlendirmesi



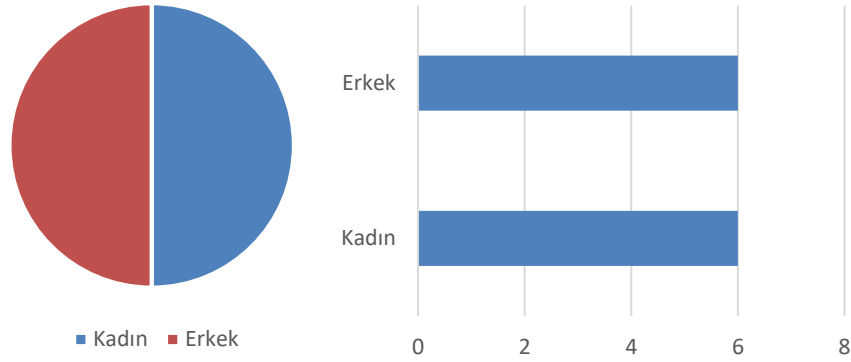
Şekil 5.43. Dinleyicilerin salon akustiği genel değerlendirmesi

5.3.2. İcracılar için anket uygulaması ve değerlendirilmesi

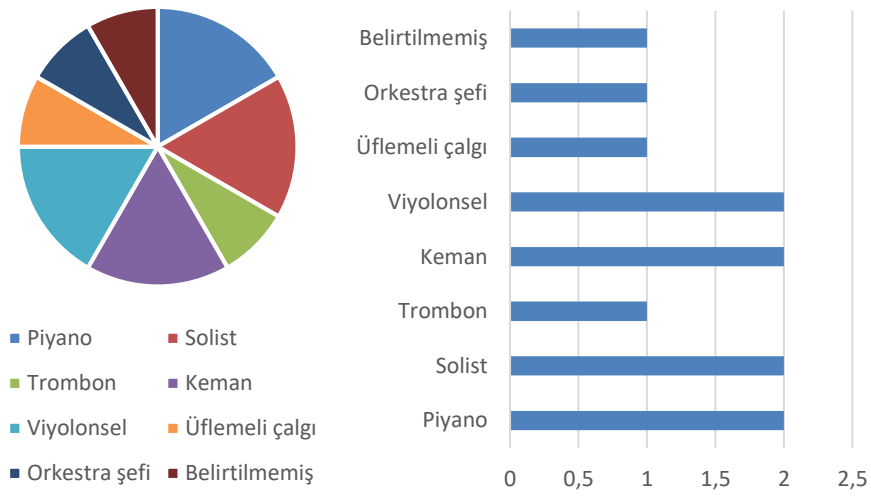
Salonda dinleyici anketlerinin yanı sıra icracı anketleri de uygulanmıştır. İcracılara dinleyicilerden farklı olarak sahne akustiğine ilişkin sorular da sorulmuştur. Anketlere 12 icracı katılmıştır. İcracılara kişisel bilgilerine ilişkin yaşları, cinsiyetleri ve orkestradaki görevleri sorulmuştur. İcracıların yaş dağılımları Şekil 5.44'te görülmektedir. Ankete katılan icracıların cinsiyetleri oranı eşittir. (Şekil 5.45) İcracıların orkestradaki görevleri Şekil 5.46'da görülmektedir.



Şekil 5.44. İcracıların yaş dağılımları

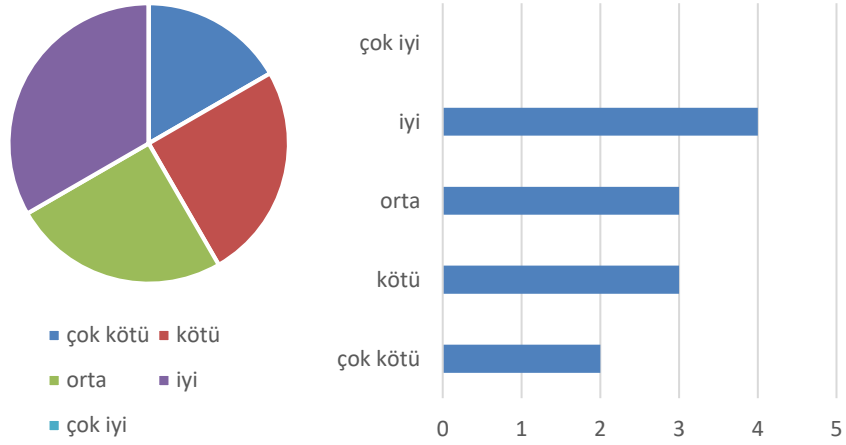


Şekil 5.45. İcracıların cinsiyet dağılımları

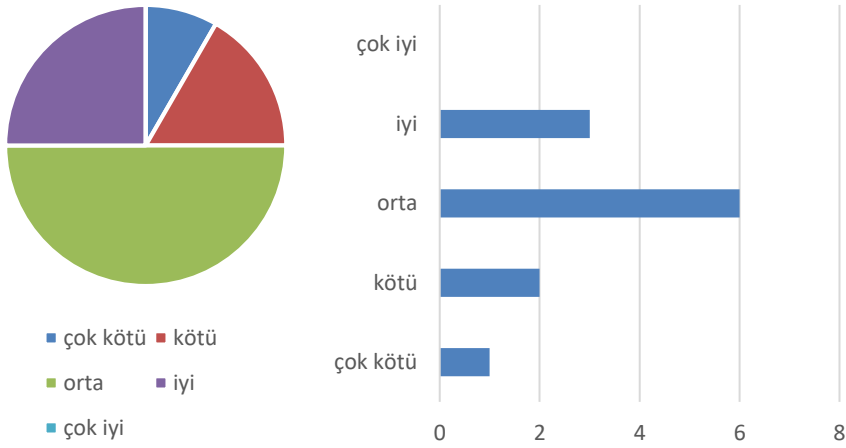


Şekil 5.46. İcracıların orkestradaki görev dağılımları

İcracılara görsel algıya ilişkin sorular yöneltilmiştir. Salon iç tasarımına ilişkin icracı değerlendirmesi Şekil 5.47’de görülmektedir. İcracıların salon tasarımını dinleyiciler oranında beğenmediği söylenebilir. İcracılara sahne tasarımına ilişkin değerlendirmeleri de sorulmuştur, sahne tasarımını çoğunlukla “orta” buldukları söylenebilir. Bu soruya ilişkin dağılım Şekil 5.48’de görülmektedir.

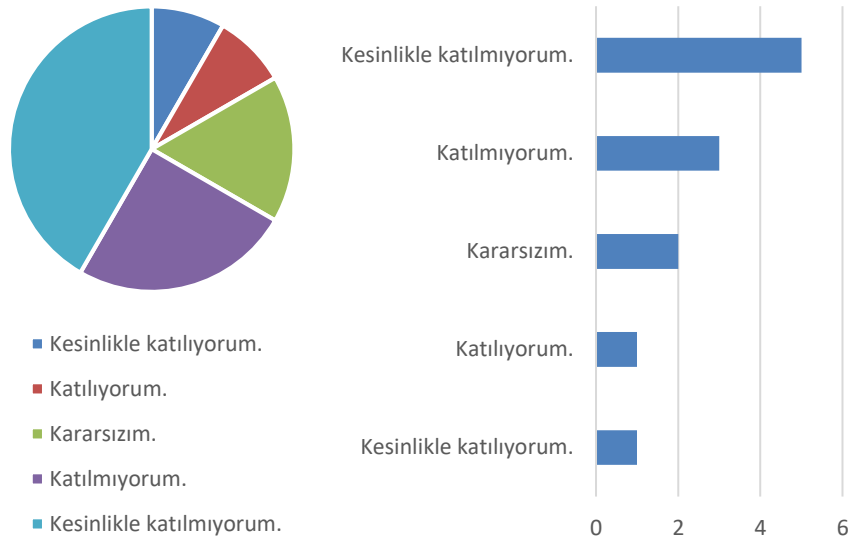


Şekil 5.47. İcracıların salon iç tasarımı değerlendirme dağılımı

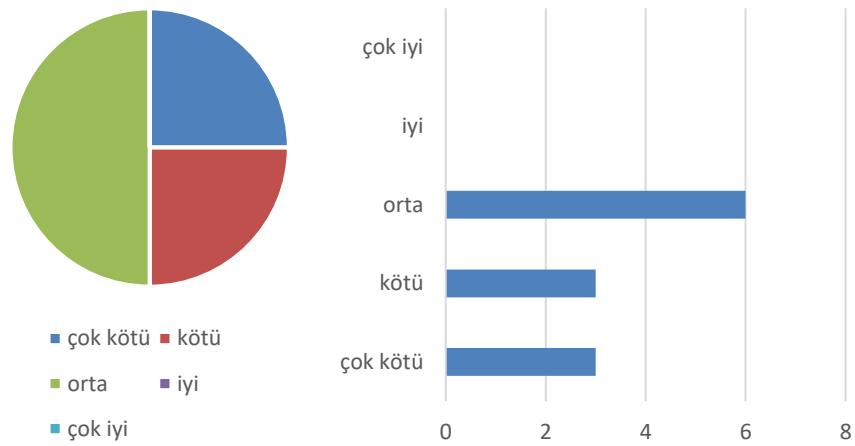


Şekil 5.48. İcracıların sahne tasarımı değerlendirme dağılımı

İcracıların salonların ses düzeyini yeterli bulup bulmadıklarına ilişkin soruya verdikleri cevapların dağılımı Şekil 5.49'da, seslendirme sisteminin kalitesine ilişkin soruya verdikleri cevapların dağılımı Şekil 5.50'de görülmektedir. İcracılar çoğunlukla ses düzeyini yetersiz bulurken, seslendirme sisteminin kalitesini orta – kötü bulmuşlardır.

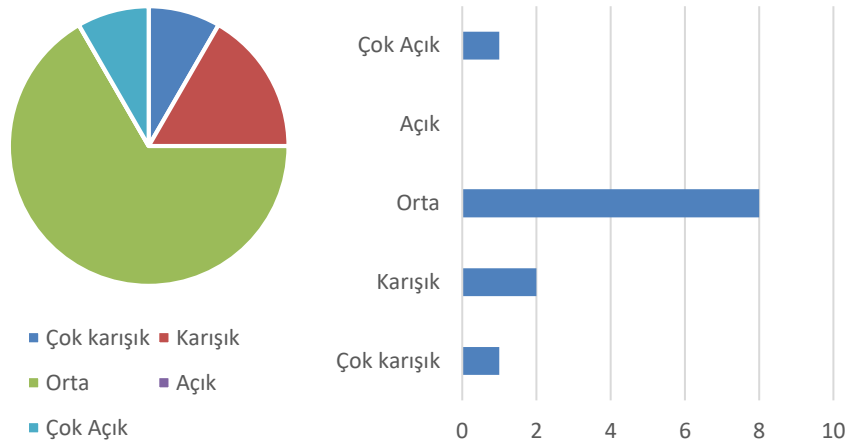


Şekil 5.49. İcracıların ses düzeyinin yeterli olup olmadığına dair değerlendirmesi



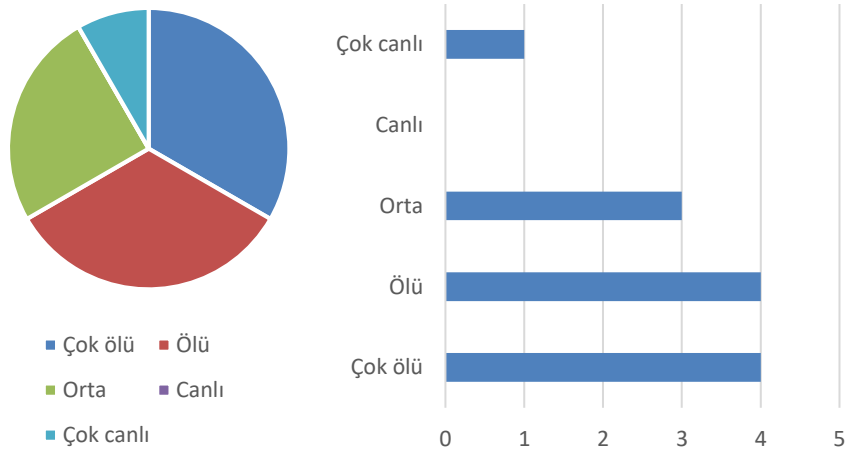
Şekil 5.50. İcracıların seslendirme sisteminin kalitesine dair değerlendirmesi

İcracılara salon akustik parametrelerine ilişkin sorular da yöneltilmiş ve bu sorulara verdikleri cevapların da dinleyicilerden oldukça farklı olduğu görülmüştür. Açıklık parametresine verilen cevabın, dinleyici değerlendirmesinde de belirtildiği gibi C_{80} değerine bakılarak “çok açık” olduğu cevabı beklenirken icracılar çoğunlukla “orta – karışık” cevabını vermişlerdir. Bu durumun sıfat çiftlerinin yanlış anlaşılmasından kaynaklı olduğu tahmin edilmektedir. Bu soruya ilişkin dağılım Şekil 5.51’de gösterilmiştir.



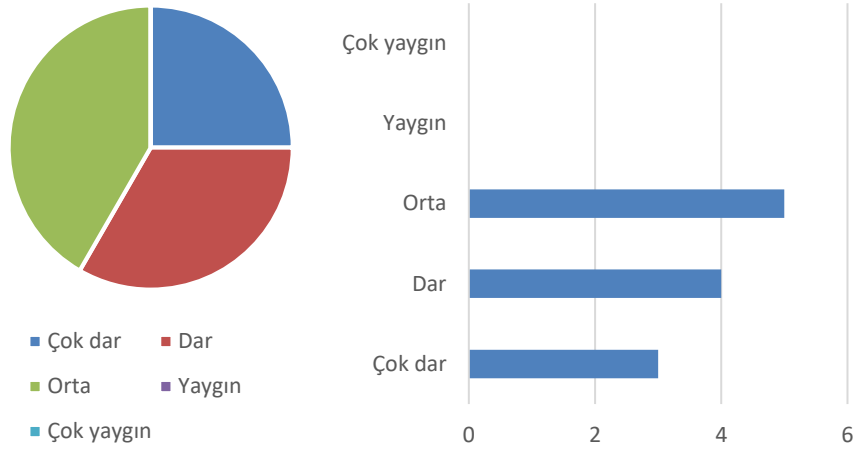
Şekil 5.51. İcracıların ‘‘açıklık’’ öznel parametresine dair değerlendirmeleri

İcracılar ‘‘yansışım’’ parametresini T_{30} değerlerinden de beklendiği üzere çoğunlukla ‘‘ok l – l’’ olarak değerlendirmişlerdir. Yansışım süresi parametresi değerinin optimum aralığın altında kaldığı göz önünde bulundurulduğunda bu durum nesnel verileri destekler niteliktedir. Bu soruya verilen cevapların dağılımı Şekil 5.52’de görülmektedir.



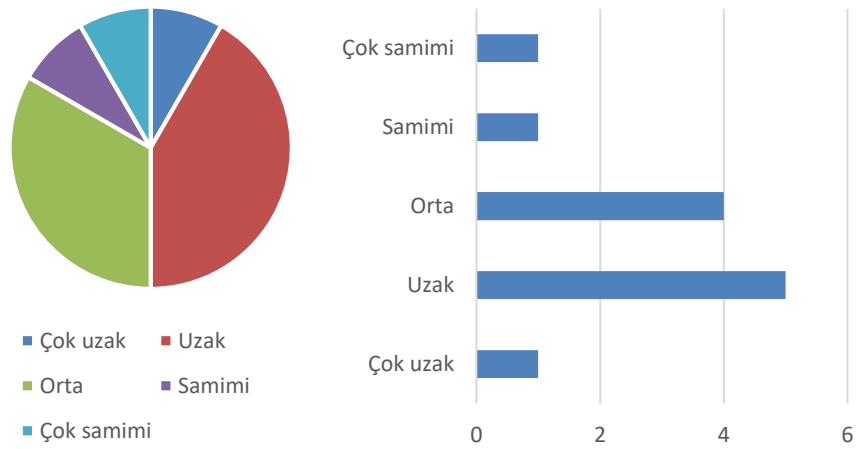
Şekil 5.52. İcracıların ‘‘yansışım’’ öznel parametresine dair değerlendirmeleri

İcracılar kuşatılmışlık parametresini de dinleyicilerden farklı olarak çoğunlukla ‘‘orta – dar’’ olarak değerlendirmişlerdir. Bu parametreye ilişkin cevap dağılımı Şekil 5.53’te görülmektedir.



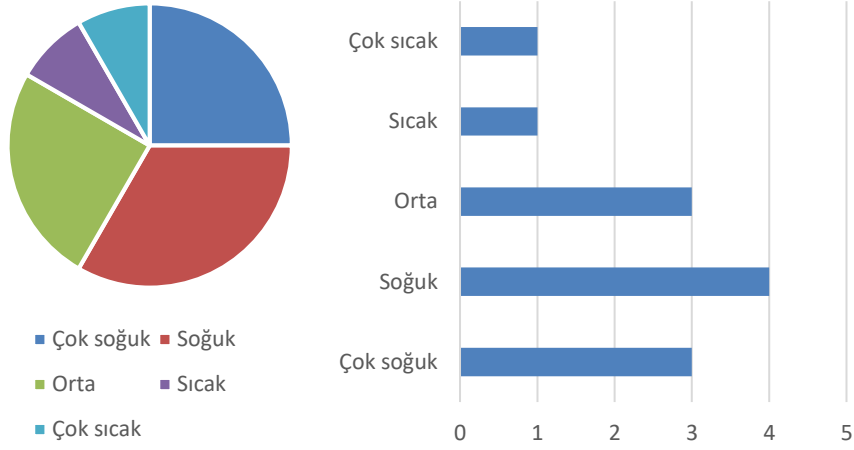
Şekil 5.53. İcracıların “kuşatılmışlık” öznel parametresine dair değerlendirmeleri

İcracılar samimilik parametresine ilişkin soruya çoğunlukla “uzak-orta” cevabını vermişlerdir. Bu soruya ilişkin cevap dağılımı Şekil 5.54’te görülmektedir. İcracıların bu parametreye ilişkin değerlendirmesinin de dinleyicilerden oldukça farklı olduğu söylenebilir.



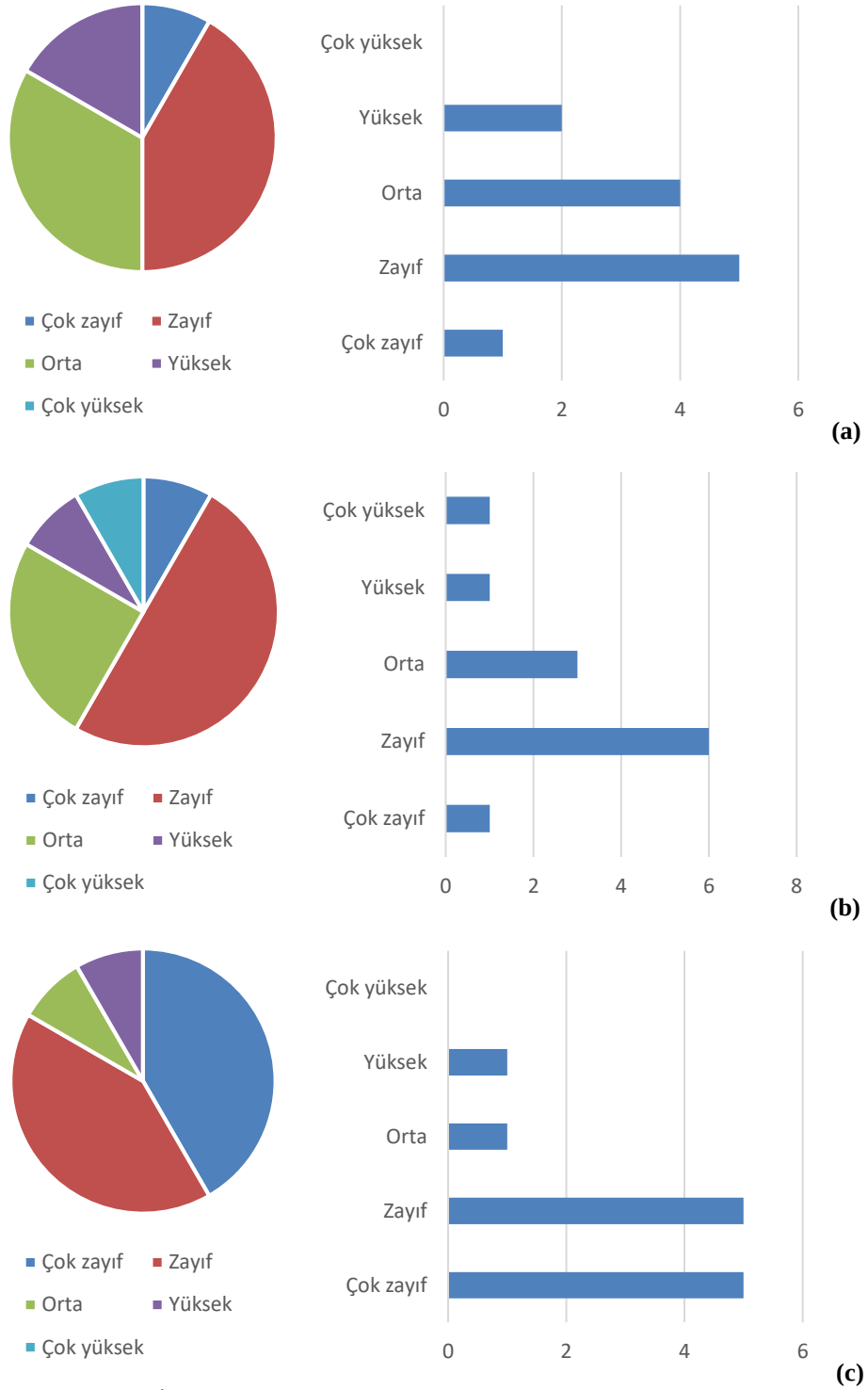
Şekil 5.54. İcracıların “samimilik” öznel parametresine dair değerlendirmeleri

İcracılar sıcaklık parametresine ilişkin BR değerinden beklenen olumlu değerlendirmenin aksine çoğunlukla “soğuk – orta” cevabını vermişlerdir. Bu parametreye ilişkin icracı değerlendirmesi Şekil 5.55’te görülmektedir.



Şekil 5.55. İcracıların “sıcaklık” öznel parametresine dair değerlendirmeleri

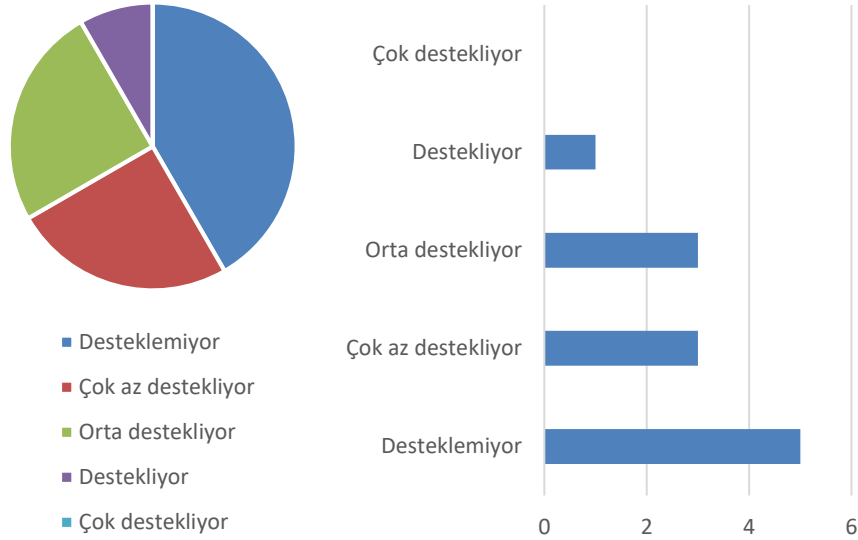
İcracıların denge parametresine ilişkin sorulara verdikleri cevaplar Şekil 5.56’da görülmektedir. İcracılar çoğunlukla tiz-orta ve bas-orta frekanslarda dengeyi “zayıf – orta” bulurlarken solist-orkestra dengesini “çok zayıf - zayıf” bulmuşlardır.



Şekil 5.56. İcracıların “denge” öznel parametresine dair değerlendirmeleri
(a) tiz – orta frekanslarda denge
(b) bas – orta frekanslarda denge
(c) solist – orkestra dengesi

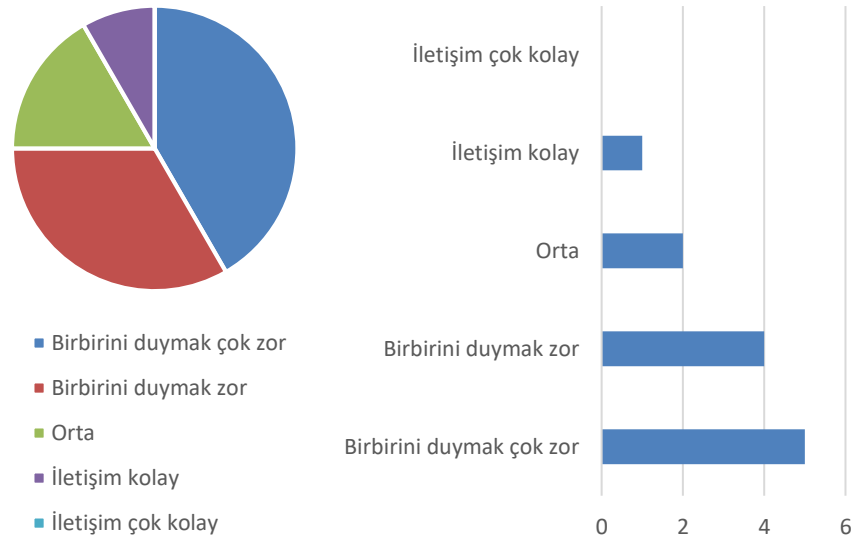
İcracılara sahnenin akustik özelliklerine ilişkin destek, birlik ve adaptasyon konusundaki değerlendirmeleri sorulmuştur. İcracılar çoğunlukla sahnenin müziği

desteklemediğini belirtmişlerdir. Bu soruya ilişkin dağılım Şekil 5.57’de görülmektedir. Verilen cevabın sahne kabuğunun kullanım dışı olmasından kaynaklandığı söylenebilir.



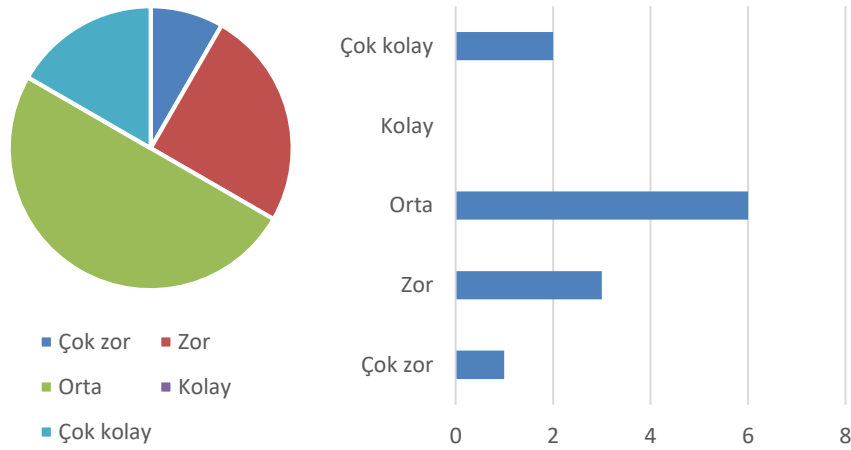
Şekil 5.57. İcracıların “destek” öznel parametresine dair değerlendirmeleri

İcracıların birliktelik değerlendirmesi ise “birbirini duymak çok zor” şeklindedir. Bu soruya ilişkin dağılım Şekil 5.58’de görülmektedir. Verilen cevabın yine sahne kabuğu ile ilgili olduğu düşünülmektedir.



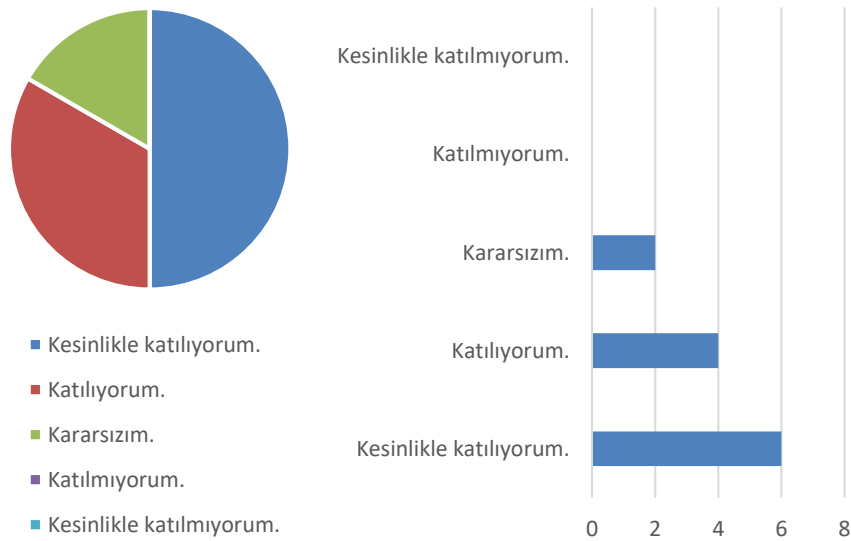
Şekil 5.58. İcracıların “birliktelik” öznel parametresine dair değerlendirmeleri

İcracıların adaptasyon değerlendirmesi ise çoğunlukla “orta” şeklindedir. Bu soruya verilen cevapların değerlendirmesi ise Şekil 5.59’da görülmektedir.



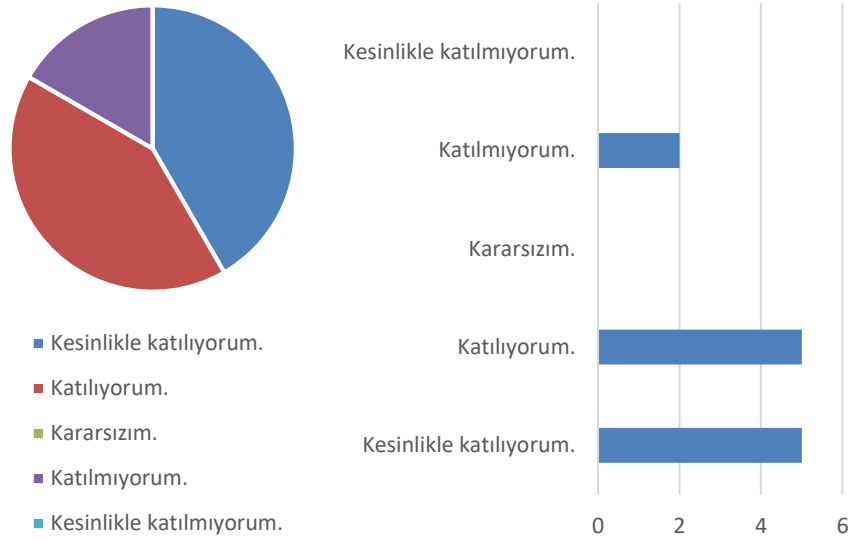
Şekil 5.59. İcracıların "adaptasyon" öznel parametresine dair değerlendirmeleri

İcracılara da akustik kusurlara ilişkin sorular sorulmuştur. Dinleyicilerin aksine icracıların çoğunluğu etkinlikler sırasında bir işitsel konforsuzluk hissettiklerini belirtmişlerdir. Bu soruya ilişkin dağılım Şekil 5.60'ta görülmektedir.

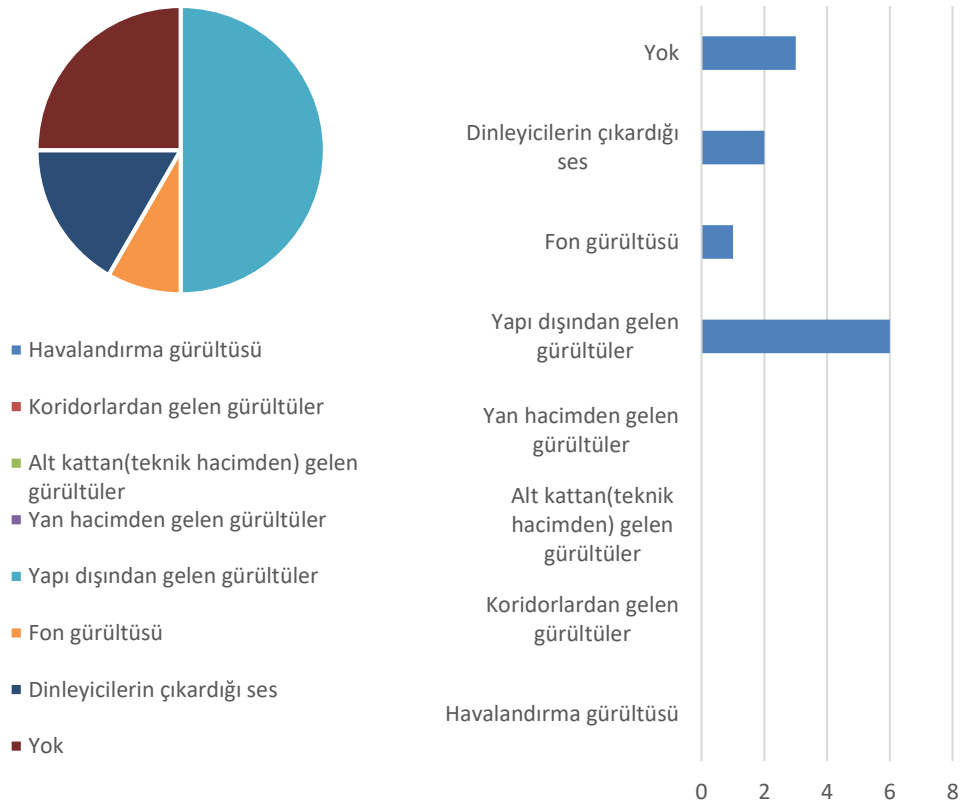


Şekil 5.60. İcracıların işitsel konforsuzluk hissetme durumu dağılımı

İcracılar gürültüden rahatsız olup olmadıkları sorulduğunda yine dinleyicilerden farklı olarak çoğunlukla rahatsız olduklarını belirtmişlerdir. Bu soruya ilişkin dağılım Şekil 5.61'de görülmektedir. İcracılara en çok rahatsız oldukları gürültü kaynağı sorulduğunda icracılar çoğunlukla yapı dışı gürültülerden rahatsız olduklarını belirtmişlerdir. Bu soruya ilişkin dağılım ise Şekil 5.62'de verilmiştir.

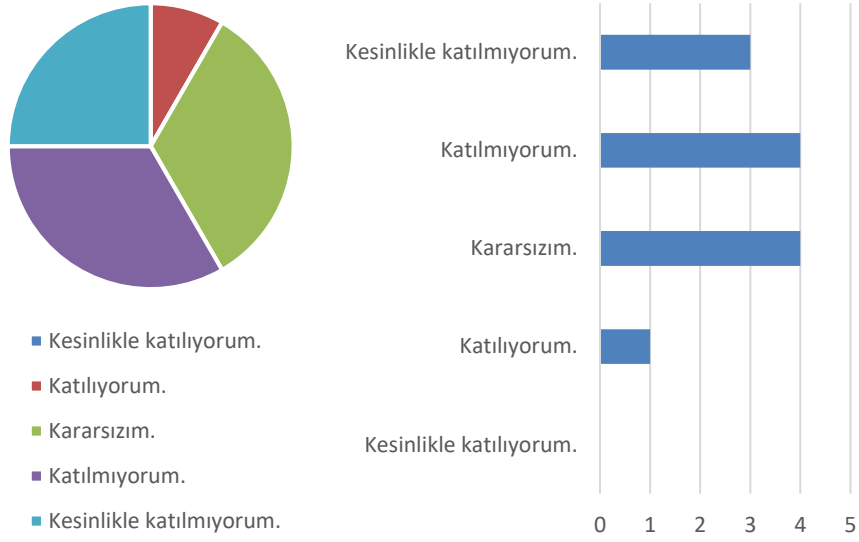


Şekil 5.61. İcracıların gürültüden rahatsız olma durumları dağılımı



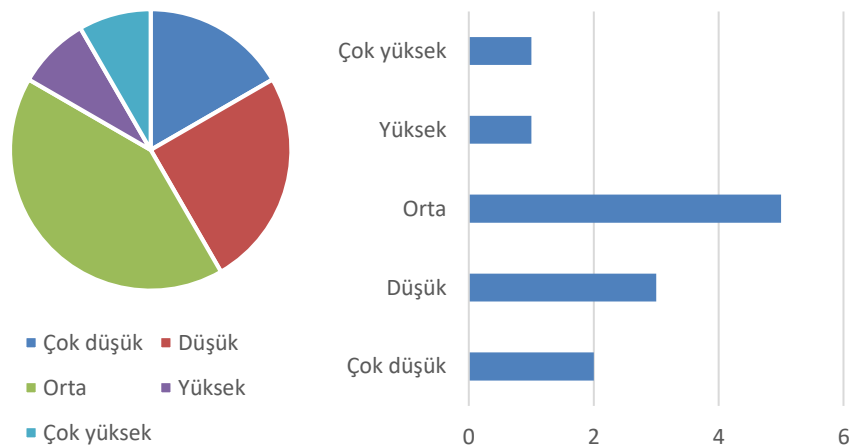
Şekil 5.62. İcracıların en çok rahatsız oldukları gürültü kaynaklarının dağılımı

İcracılar salonda akustik kusur olup olmadığı sorusuna çoğunlukla kararsızım – katılmıyorum cevabını vermişlerdir. Bu soruya verilen cevapların dağılımı Şekil 5.63'te görülmektedir.

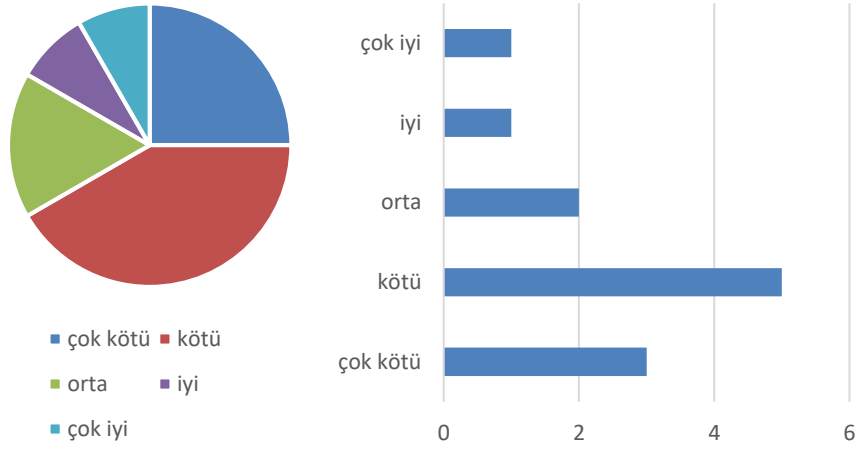


Şekil 5.63. İcracıların salonda akustik kusur olup olmadığına ilişkin değerlendirmesi

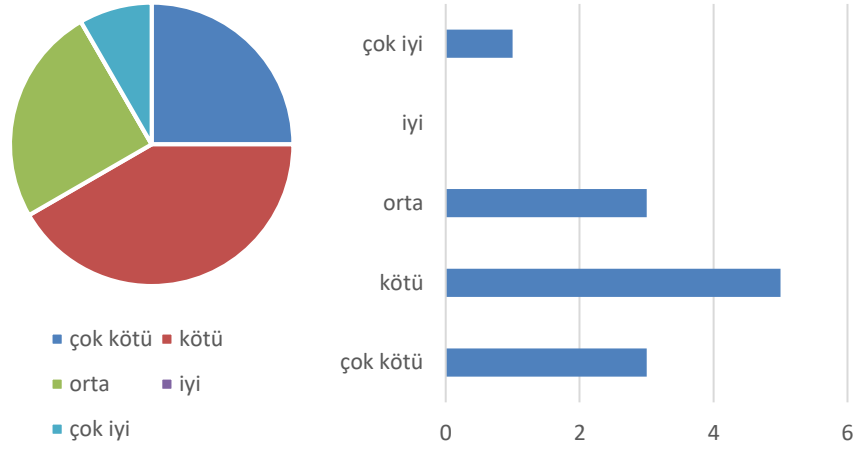
İcracılara genel değerlendirmelerine ilişkin dinleyicilere sorulduğu gibi konserden aldıkları işitsel keyif ve salon akustiği genel değerlendirmeleri sorulmuştur. Bunun yanı sıra icracılara sahne akustiği genel değerlendirmeleri de sorulmuştur. İcracılar konserden aldıkları keyfe çoğunlukla “orta” yanıtını vermişlerdir. Bu soruya ilişkin değerlendirme dağılımı Şekil 5.64’te görülmektedir. İcracılar sahne akustiğine ilişkin değerlendirmeleri sorulduğunda çoğunlukla “kötü” yanıtını vermişlerdir. Bu soruya ilişkin cevapların dağılımı Şekil 5.65’te görülmektedir. Salon akustiğini ise çoğunlukla “kötü” olarak değerlendirmişlerdir. (Şekil 5.66)



Şekil 5.64. İcracıların konserden aldıkları işitsel keyif değerlendirmesi



Şekil 5.65. İcracıların sahne akustiği genel değerlendirmesi



Şekil 5.66. İcracıların salon akustiği genel değerlendirmesi

5.3.3. Genel değerlendirme

İcracı ve dinleyicilere ortak olarak sorulan sorular karşılaştırmalı olarak değerlendirildiğinde; dinleyici ve icracıların çoğunluğunun bu sorulara verdiği yanıtlar Tablo 5.11’de gösterilmektedir.

Tablo 5.11. Dinleyici ve icracı yanıtları karşılaştırması

	Dinleyici Değerlendirmesi*	İcracı Değerlendirmesi*
Salon iç tasarımı	iyi - orta	iyi - (orta, kötü)
Gerçekleştirilen etkinlikler için salondaki ses düzeyi yeterlidir.	katılıyorum - kararsızım	kesinlikle katılmıyorum - katılmıyorum
Seslendirme sisteminin kalitesi	orta - iyi	orta - (kötü, çok kötü)
“Açıklık” parametresi	orta - açık	orta - karışık
“Yansıma” parametresi	orta - canlı	(çok ölü, ölü) - orta
“Kuşatılmışlık” parametresi	orta - yaygın	orta - dar
“Samimilik” parametresi	orta - samimi	uzak - orta
“Sıcaklık” parametresi	orta - sıcak	soğuk - (çok soğuk, orta)

Tablo 5.11. (devam) Dinleyici ve icracı yanıtları karşılaştırması

“Denge” parametresi	tiz – orta frekanslarda	orta - yüksek	zayıf - orta
	bas – orta frekanslarda	orta - yüksek	zayıf - orta
	solist - orkestra	orta - yüksek	(çok zayıf, zayıf) - (orta, yüksek)
Etkinlik sırasında gürültüden rahatsız oluyorum.		katılmıyorum - katılıyorum	(kesinlikle katılıyorum, katılıyorum) - katılmıyorum
En çok rahatsız olunan gürültü kaynağı		yok - koridorlardan gelen gürültüler	yapı dışından gelen gürültüler - yok
Salonda akustik kusurlar var.		kararsızım - katılmıyorum	(katılmıyorum, kararsızım) - kesinlikle katılmıyorum
Konserden alınan işitsel keyif		yüksek - orta	orta - düşük
Salon akustiği genel değerlendirilmesi		iyi - orta	kötü - (çok kötü, orta)

**İlgili sorulara sırası ile en çok verilen iki cevap tabloda gösterilmiştir, “(a,b)” olarak gösterilen cevaplar aynı oranda verilmiştir.*

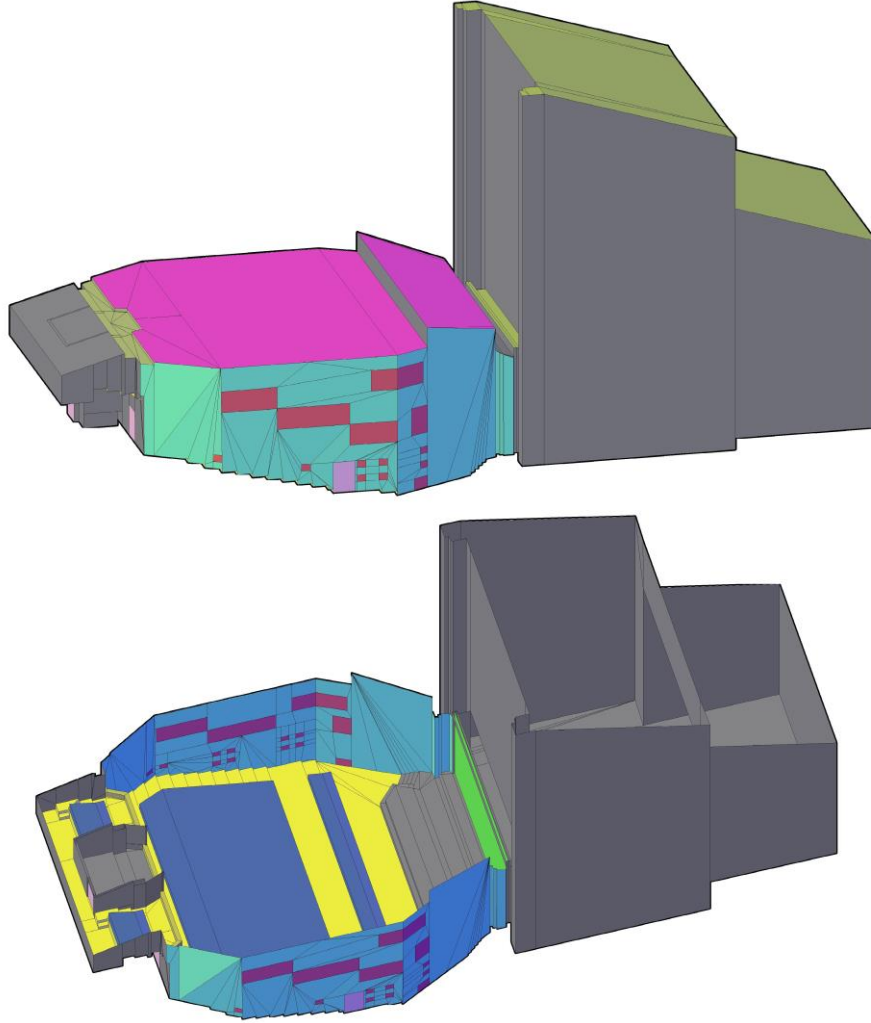
Yapılan anketler değerlendirildiğinde, dinleyici anketlerinin sonuçlarının icracı anketleri ile farklılıklar gösterdiği ve icracı anketlerinin salonda ölçülen nesnel parametre değerleri ile daha uyumlu olduğu görülmüştür. Bu durum dinleyicilerin çoğunlukla müziğe ilgisinin bile olmamasına rağmen, icracıların müziğe ilişkin bilgili olmasına bağlıdır. İcracı anketlerinde de nesnel değerlerle uyuşmayan durumlar mevcuttur, bu durum ise öznel değerlerin kişisel beğenilere göre değişken oluşuna bağlanabilir. Bu sonuçlar neticesinde tasarımın nesnel değerler ön planda tutularak yapılmasına karar verilmiştir.

5.4. Salon Kalibrasyon Modelinin Akustik Simülasyon Programında Oluşturulması

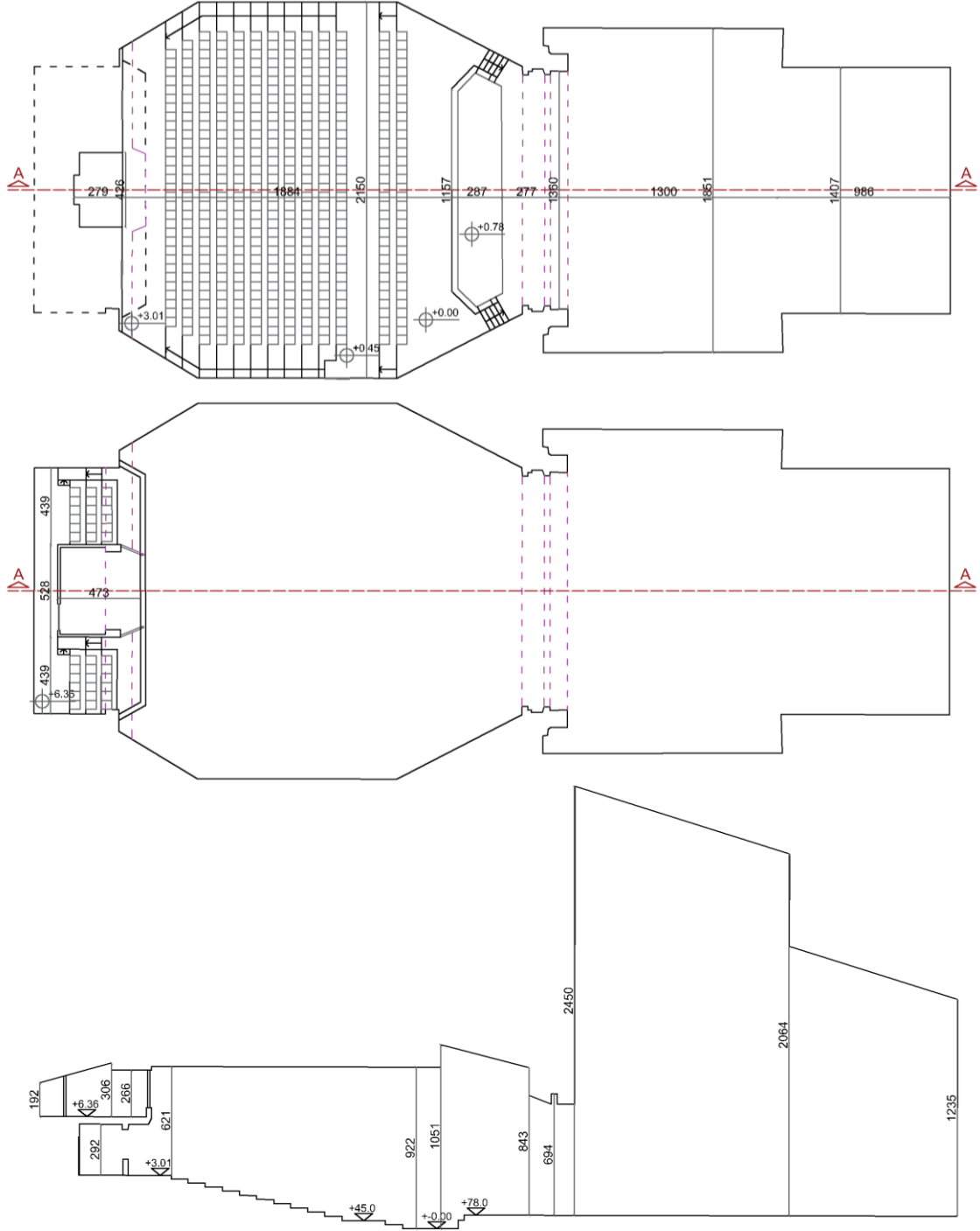
Salonda yapılan akustik ölçüm sonuçları ile kalibre edilmiş bir salon modeli oluşturulması, daha sonra bu model üzerinde öneriler geliştirilerek öneri tasarımın tamamlanması amaçlanmıştır. Bu amaçla salon planına ulaşılmaya çalışılmıştır. Anadolu Üniversitesi arşivinden salon plan ve kesitleri temin edilmiştir. Salon zaman içerisinde revizyonlar geçirdiği için salonun bulunan plan ve kesitlerle uyuşmadığı tespit edildiğinden Anadolu Üniversitesi Yer ve Uzay Bilimleri Enstitüsü’ne ait lazer tarayıcı ile salonun rölövesi alınmıştır. Sofita kulesi ve sofita kulesinin arkasında kalan hacim de rölöveye dahil edilmiştir.

Salonun akustik modellemesinde Odeon 14 Auditorium programından faydalanılmıştır. Lazer tarayıcı ile elde edilen rölöve nokta bulutu formatındadır, bu format Odeon programının gerektirdiği detaysız modelleme şartını sağlamadığı için elde

edilen model Autocad programında sadeleştirilmiş, yalnızca sesin geleceği yüzeyler modellenmiş ve malzemesi farklı olan yüzeyler ayrı katmanlarda çizilmiştir. Dinleyici alanı Odeon programının önerdiği şekilde yüksekliği 80 cm olan bir prizma şeklinde modellenmiştir. (Şekil 5.67) Ayrıca bu model üzerinden salonun mevcut plan ve kesitleri çıkarılmıştır. (Şekil 5.68)

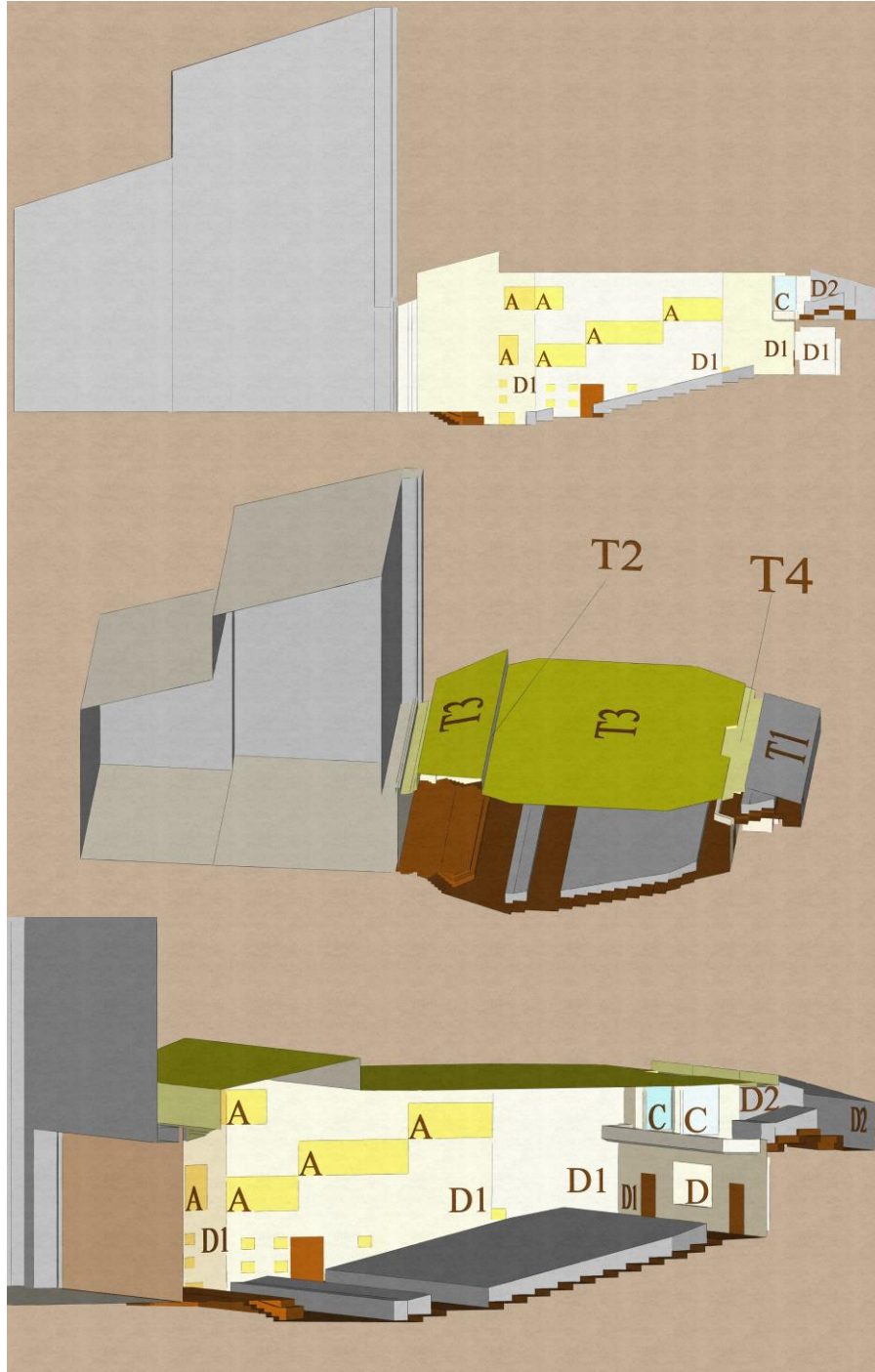
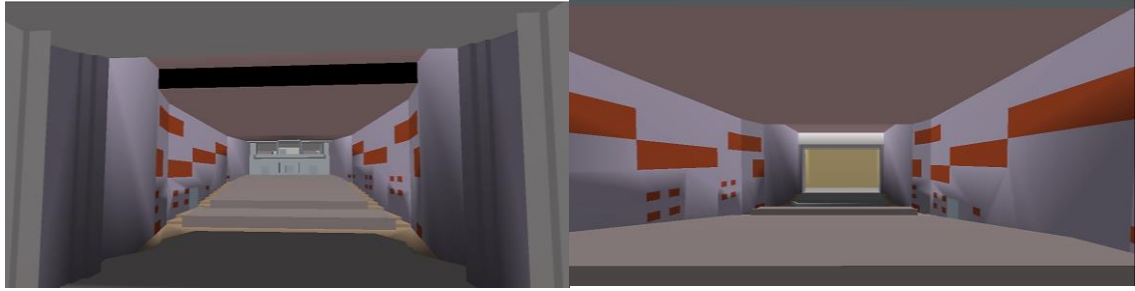


Şekil 5.67. Sadeleştirilmiş salon modeli



Şekil 5.68 Salon planları ve salon kesiti

Salon modeli Odeon programına aktarılmıştır. (Şekil 5.69) Salonda yerinde tespit yöntemi ile elde edilen malzemeler yüzey malzemeleri olarak atanmıştır. Bu malzemeler Tablo 5.12’de, malzemelerin salonda kullanıldıkları alanlar Şekil 5.70’te görülmektedir.



Şekil 5.70. Salon iç yüzeyleri malzeme kodları

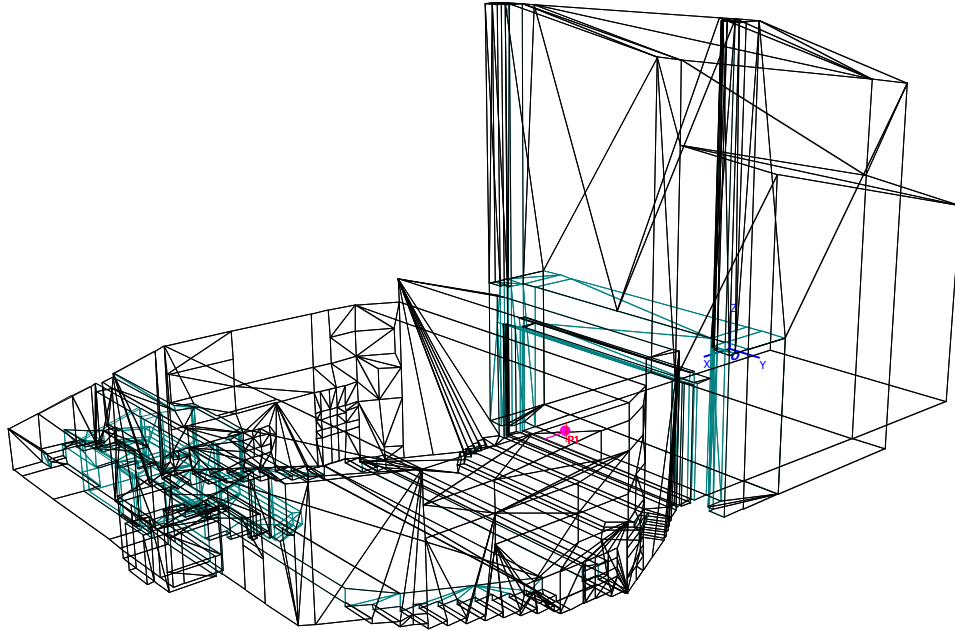
Tablo 5.12. Salonun mevcut iç yüzey malzemeleri

Mevcut Yüzeyler	Yüzey Kodu	Yüzey Alanı (m ²)	Malzeme	Frekans					
				125	250	500	1000	2000	4000
Tavan-Sahne (ahşap kısım)	T3	58,8	yapıştırma parke döşeme	0,04	0,04	0,07	0,07	0,07	0,07
Tavan Parter (boşluk)	T2	24,8	%90 yutucu	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90
Sahne Üstü Tavan Boşluğu		56,7	%70 yutucu	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70
Tavan Parter	T3	444,1	taşıyünü asma tavan	0,22	0,30	0,43	0,44	0,45	0,40
Tavan Balkon ve Kontrol Odası - ahşap	T4	35,8	yapıştırma parke döşeme	0,04	0,04	0,07	0,07	0,07	0,07
Tavan Balkon ve Kontrol Odası - beton	T1	61,6	düz beton, boyalı veya vernikli	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02
Tavan-Balkon Altı	D1	15,5	latalar üzeri ahşap panolar	0,20	0,16	0,14	0,12	0,11	0,10
Tavan-Loca	D1	11,8	latalar üzeri ahşap panolar	0,20	0,16	0,14	0,12	0,11	0,10
Yan Duvar-Parter – delikli ahşap panel	A	50,3	ahşap ızgara arkasında 5 cm kalınlıkta cam yünü	0,20	0,42	0,71	0,83	0,87	0,91
Yan Duvar Parter	D1	380,5	latalar üzerine ahşap panolar	0,20	0,16	0,14	0,12	0,11	0,10
Yan Duvar Sahne	D1	35,1	latalar üzerine ahşap panolar	0,20	0,16	0,14	0,12	0,11	0,10
Yan Duvar Loca	D1	16,8	latalar üzerine ahşap panolar	0,20	0,16	0,14	0,12	0,11	0,10
Arka Duvar Loca	D1	8,7	latalar üzerine ahşap panolar	0,20	0,16	0,14	0,12	0,11	0,10
Arka Duvar Parter	D1	41,5	latalar üzerine ahşap panolar	0,20	0,16	0,14	0,12	0,11	0,10
Sahne Alnı	D1	18,8	latalar üzerine ahşap panolar	0,20	0,16	0,14	0,12	0,11	0,10
Duvar Balkon ve Kontrol Odası - ahşap panel	D1	15,6	latalar üzerine ahşap panolar	0,20	0,16	0,14	0,12	0,11	0,10
Duvar Balkon ve Kontrol Odası - beton	D2	91,5	düz beton, boyalı veya vernikli	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02
Duvar Balkon ve Kontrol Odası Bölücü - ahşap	D1	4,5	latalar üzerine ahşap panolar	0,20	0,16	0,14	0,12	0,11	0,10
Duvar Balkon ve Kontrol Odası Bölücü - cam	C	6	çift cam, 2-3 mm cam, 10 mm boşluk	0,10	0,07	0,05	0,03	0,02	0,02
Parapet Duvarları Balkon ve Loca	D1	34,1	latalar üzerine ahşap panolar	0,20	0,16	0,14	0,12	0,11	0,10
Döşeme Sahne		114	yapıştırma parke döşeme	0,04	0,04	0,07	0,07	0,07	0,07
Döşeme Orkestra Çukur Kabağı		26,7	yapıştırma parke döşeme	0,04	0,04	0,07	0,07	0,07	0,07
Döşeme Parter-Loca-Balkon		326,3	döşeme üzerine tespit edilmiş 5 mm kalınlıkta halı	0,04	0,40	0,15	0,35	0,44	0,44
Döşeme Sahne İçin Merdiven		4,8	döşeme üzerine tespit edilmiş 5 mm kalınlıkta halı	0,04	0,40	0,15	0,35	0,44	0,44

Tablo 5.12. (devam) Salonun mevcut iç yüzey malzemeleri

Döşeme Kontrol Odası		22,1	beton üzerine yapıştırılmış linolyum veya vinil	0,02	0,02	0,03	0,04	0,04	0,05
Koltuklar		302,7	yalnız oturacak ve yaslanacak yeri kalın kumaş kaplı açılır kapanır koltuk	0,20	0,30	0,30	0,33	0,33	0,32
Sahne Perdesi		323,3	orta kalınlıkta kumaş perde	0,06	0,10	0,15	0,25	0,40	0,60
Kapılar (2 salon-1 loca-1 yangın-2 balkon)		19,3	ahşap kapı	0,28	0,25	0,20	0,18	0,10	0,09

Salona ölçümdeki ile aynı konumda bulunacak ve aynı özellikleri sağlayacak şekilde kaynak eklenmiştir. (orkestra çukurundan 1 m geride, yerden 1,5 m yükseklikte küresel hoparlör) (Şekil 5.71) Salon için seçilen salon kurulumu (room setup) değerleri ise Şekil 5.72’de görülmektedir.



Şekil 5.71. Salon kaynak yerleşimi

Room setup

Calculation parameters Air conditions/STI parameters/model check

Let ODEON suggest calculation setup for point responses

Survey Engineering Precision

General settings

Impulse Response Length 2500 ms

Number of late rays (Recom. 2966) 3000

Specialist settings

Impulse response details

Max. reflection order 10000

Impulse response resolution 3,0 ms

Min. distance to walls 0,1 m

Early reflections

Transition Order 2

Manual number of early rays 5932

Number of early scatter rays (per image source) 50

Select calculation methods

Angular absorption Soft materials only

Screen diffraction

Surface scattering

None (s=0) Actual Full scatter (S=1)

Oblique Lambert

Reflection based scatter Enabled

Key diffraction frequency 707 Hz

Interior margin 0,10 m

Reflection scattering coefficients > 0,50 handled as uniform scatter (below as Lambert scatter)

Room setup

Calculation parameters Air conditions/STI parameters/model check

Background Noise for STI, U(nn) etc. (only 125-8000 Hz for STI calculations)

Noise at 63 Hz octave band 54,0 dB

Noise at 125 Hz octave band 44,0 dB

Noise at 250 Hz octave band 37,0 dB

Noise at 500 Hz octave band 31,0 dB

Noise at 1000 Hz octave band 27,0 dB

Noise at 2000 Hz octave band 24,0 dB

Noise at 4000 Hz octave band 22,0 dB

Noise at 8000 Hz octave band 21,0 dB

Apply NC curve NC25

+1 dB +0.1 dB

-1 dB -0.1 dB

Total levels

Linear 54,5 dB

A-weighted 35,6 dB(A)

Background noise levels

SPL(dB)

Frequency (Hz)

Air conditions

Disable air absorpton

Temperature 20,00 °C

Relative humidity 50,00 %

Model check

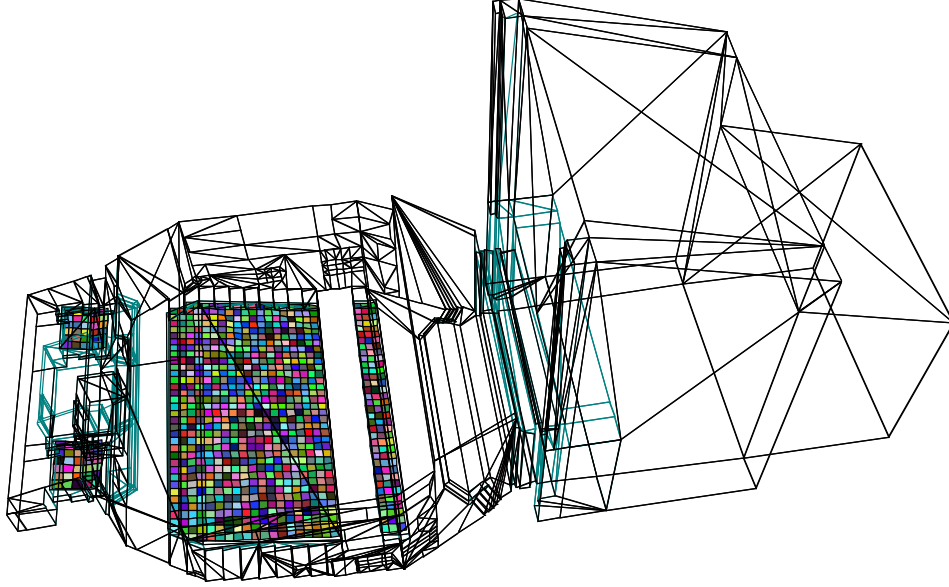
Max accept. Warp 0,010 m

Max accept. wall overlap 0,050 m

Şekil 5.72. Salon room setup değerleri

Dinleyici alanına 50'şer cm aralıklı grid yüzey tanımlanmıştır. Bu uzunluğun seçilmesinin sebebi dinleyici koltuklarının mesafesi ile uyuşmasıdır. Bu yüzey Odeon

programının önerdiği şekilde dinleyici prizmasının 40 cm üzerinde konumlandırılmıştır. Grid yüzey Şekil 5.73'te görülmektedir.



Şekil 5.73. Salonda grid yüzey tanımlanması

Odeon programında ızgara yanıtı (grid response) hesaplanmış ve 125 Hz – 8 kHz frekans bantlarında ölçümlerde elde edilen salon ortalama yansıma süresi değerleri ile programdan elde edilen dinleyici bölgesinin %50'sinde aşılmayan değerlerin $\pm 0,03$ ortalama sapma ile (frekansa göre) örtüştüğü görülmüştür. (Tablo 5.13)

Tablo 5.13. Ölçüm Sonucu Elde Edilen T_{30} değerleri ile kalibrasyon modelde elde edilen T_{30} değerlerinin karşılaştırılması

T30 (sn)	Frekans (Hz)						
	125	250	500	1k	2k	4k	8k
Salon (parter ve balkon ölçme)	1,67	1,23	1,03	0,92	0,88	0,80	0,65
Odeon grid response	1,65	1,23	1,01	0,90	0,84	0,81	0,62

5.5. Salon İyileştirme Tasarımı ve Tasarımın Akustik Simülasyon Programında Değerlendirmesi

Salon kalibrasyon modelinin yapılmasının ardından salon için öneri tasarım geliştirilmesi amacı ile çeşitli malzeme değişiklikleri ve duvar ve tavan yüzeyi kırıklıkları denemeleri yapılmış, bu denemelerin sonuçları Odeon programında hesaplanarak değerlendirilmiştir. Salon öneri tasarımının uygulanması söz konusu olduğundan üniversite yönetimi ve salon idarecilerinin görüşleri de değerlendirmeye alınmış ve bu doğrultuda bir tasarım ortaya çıkarılmıştır.

Salonda akustik iyileştirme yapmak amacıyla iç kabuk düzenlemesi;

- salonun akustik tasarımı bölümünde; hacim büyüklüğü, hacmin biçimi, dinleyici alanı, balkon ve sahne tasarımı,
- simülasyon değerlendirmesi bölümünde ise salon iç yüzey gereçlerinin seçimi ve biçimlendirmesi konuları üzerinden değerlendirilmiş ve gerçekleştirilmiştir.

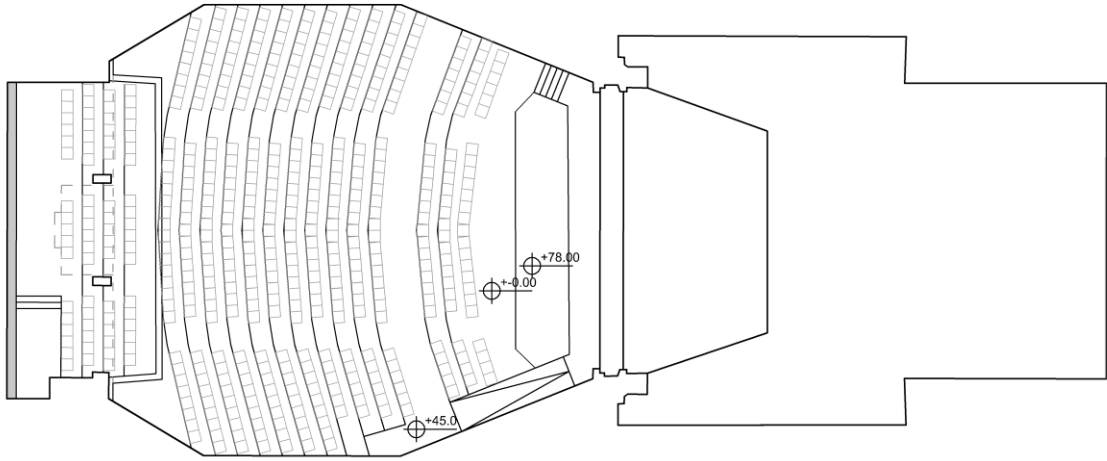
5.5.1. Salonun akustik tasarımı

Mevcut durumda yaklaşık 485 kişi kapasitesi bulunan salonun belirlenen kullanımı; “opera, konser, konferans ve tiyatro” işlevlerinin bir arada gerçekleştirildiği çok amaçlı kullanımı olan bir oditoryum niteliğindedir. Farklı nitelikteki bu işlevlerin bir arada gerçekleştirildiği bu tür salonların akustik tasarımlarında temelde birbirinden ayrı akustik gereksinimleri olan konuşma ve müzik işlevleri için optimizasyona gidilmesi gerekir. Salonda konuşma işlevi seslendirme sistemi tarafından desteklenecek, müzik işlevi için ise salonun doğal akustik tasarımından yararlanılacaktır. Bu bakımdan ilgili hacim akustiği değerlendirmeleri, her iki kullanım durumu da dikkate alınarak yapılmıştır.

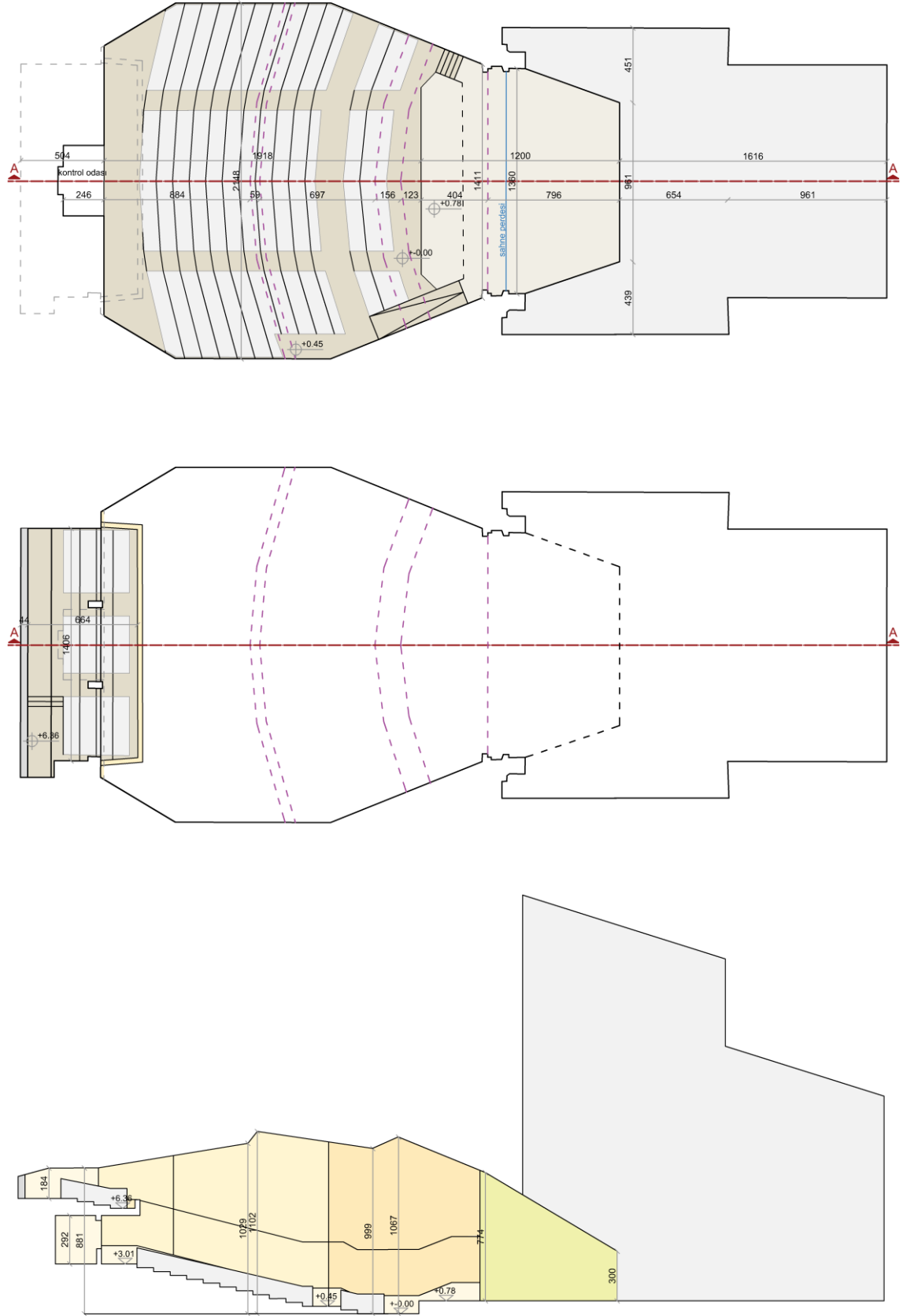
Salonla ilgili ilk yapılması gereken, hacmin tasarımıdır. Hacim büyüklüğü her tür tasarımda ilk ele alınması gereken konudur ve işlev ile dinleyici sayısına bağlı olarak saptanmalıdır. Salon kullanım amacına bağlı kişi başına düşmesi gereken hacim değerleri “2.4.2.1. Doğal akustik tasarım” başlığı altında Tablo 2.2’de verilmiştir. Mevcut durumda 4526 m³ olan salon hacmi, Tablo 2.2’ye göre 485 kişilik çok amaçlı salon için sağlanması gereken 2473 - 4122 m³ optimum hacim aralığının çok üzerinde kalmaktadır. Öneri salon tasarımında, dinleyici sayısı arttırılarak salon 502 kişi kapasiteli olarak tasarlanmıştır. Tablo 2.2’ye göre 502 kişi kapasiteli salonun çok amaçlı kullanımda toplam hacim sınır aralığı 2560 m³ ile 4267 m³’tür. Öneri tasarımda salon hacim boyutları konuşma için yaklaşık 3702 m³, müzik için ise yaklaşık 3854 m³’tür. Bu değerler salonun çok amaçlı kullanımına bağlı optimum kişi başı hacim değer aralıklarına uygundur.

Hacmin tasarımında, salonun mevcut yapı dış kabuğu sınır ve kurgusu korunmuştur. Salondaki kullanıcı kapasitesini etkin biçimde arttırmak amacıyla kontrol odası, salon parter kotunda arka bölümde planlanmış ve balkon tamamen dinleyici alanı olarak tasarlanmıştır. Kaynak dinleyici uzaklığını azaltmak için dinleyici bölümü, yelpaze formlu oturma düzeninde planlanmıştır. Doğru kaynak görüşünün sağlanması ve kaynaktan dinleyiciye ulaşan dolaysız sesin engelsiz biçimde alıcıya ulaşması için

koltuk düzeninde arkaya doğru koltukların şaşırtmalı sırayla yerleştirilmesi önerilmektedir. (Şekil 5.74) Parter koridor düzeninde, salon giriş kapılarının hizasında sahneye doğru iki koridor ve sahneye yakın parterde 3 sıra dinleyici alanı sonrası, sahneye paralel bir koridor tasarlanmıştır. Ayrıca engelli erişimi için parterden sahneye bir rampa önerilmiştir. Şekil 5.75'te plan, balkon planı ve salon kesiti görülmektedir.



Şekil 5.74. *Dinleyici yerleşimi*



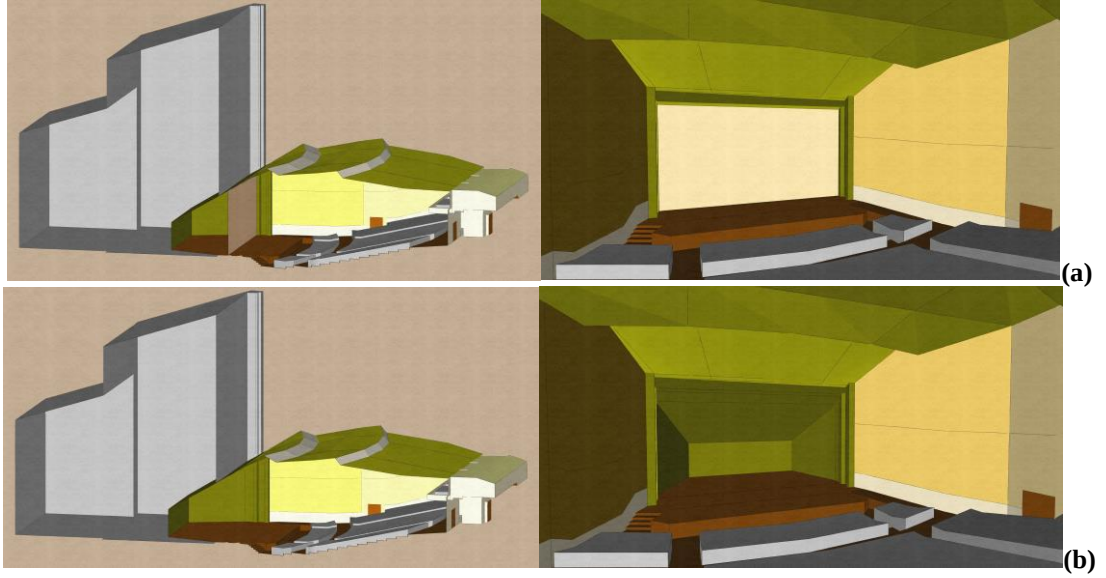
Şekil 5.75. Öneri salon planları ve salon kesiti

Plan tipi belirlemede konuşma ve müzik amaçlı kullanım için farklı gereksinimler vardır. Genelde iyi yanal yansıma sağlayan ve yüksek akustik kalite oluşturan dikdörtgen plan, özellikle müzik için tercih edilmektedir. Daha fazla dolaysız ses gerektiren konuşma amaçlı işlevler için ise yelpaze planının akustik performansı, açısına ve tavandan ilk yansımaların doğru biçimde alınmasına bağlı olarak dikdörtgen plandan daha iyidir. Bu veriler doğrultusunda tasarlanan salon, genel olarak dikdörtgen plana sahiptir, ancak ön dinleyici bölgesi yan duvarların yeniden açıldırılması ile oluşturulan yelpaze form ile desteklenmiştir.

Dinleyici alanı belirlenirken dolaysız sesin yeterli olması için kaynakla dinleyici arasındaki uzaklık önemlidir. Bu konuya “2.4.2.1. Doğal akustik tasarım” başlığı altında değinilmiştir. Buna göre bu uzaklık; müzik için 40 m, konuşma için 25 m olmalıdır. Tasarlanan salonda ise bu uzaklık, müzik için en fazla 28 m, konuşma için 25 m olarak sağlanmıştır. Öte yandan erken yanal yansımalar da hacim etkisi için önemlidir. Bu açıdan salon genişliği 32 m’yi aşmamalıdır. Tasarlanan salonda bu değer en fazla 21,5 m’dir.

Salon boyutlarına bağlı olarak kaynak dinleyici uzaklığını azaltmak için salonun mevcut durumunda var olan balkon tasarımı korunmuş, ancak balkonun sahneye doğru 1 m daha uzatılması önerilmiştir. Balkon tasarımında dikkat edilmesi gereken, balkon altı derinliğinin az ve ağız açıklığının fazla olması durumu dikkate alınmış ve aralarında olması gereken oranlar korunmuştur.

Salon sahne tasarımında sahne boyutları için literatürde belirtilen sahne alanı değerleri dikkate alınmıştır. Sahne tasarımı konusu “2.4.2.1. Doğal akustik tasarım” başlığı altında ayrıntılı şekilde ele alınmıştır. Beranek 100 kişilik bir orkestra için 190 m² alan, Barron 150 m² alan önermektedir. Beranek’e göre sahne derinliği en fazla 11-12 m, sahne genişliği ise yaklaşık 17 m olmalıdır. Bu durum yapılan sahne tasarımında her iki kullanım için de değerlendirilmiş ve ilgili boyutlandırmalar bu duruma uygun olarak yapılmıştır. Buna göre; salonda sahne alanı 150 m², sahne derinliği 12 m ve sahne genişliği 13,2 m’dir. Ayrıca iki farklı kullanım durumuna göre sahne arkası duvarın yeri değişkenlik göstermektedir (Şekil 5.76). Buna göre konuşma için ilgili sınır, sahne perdesi olarak belirlenmiş, müzik için ise sahne kabuğu tasarlanmıştır.

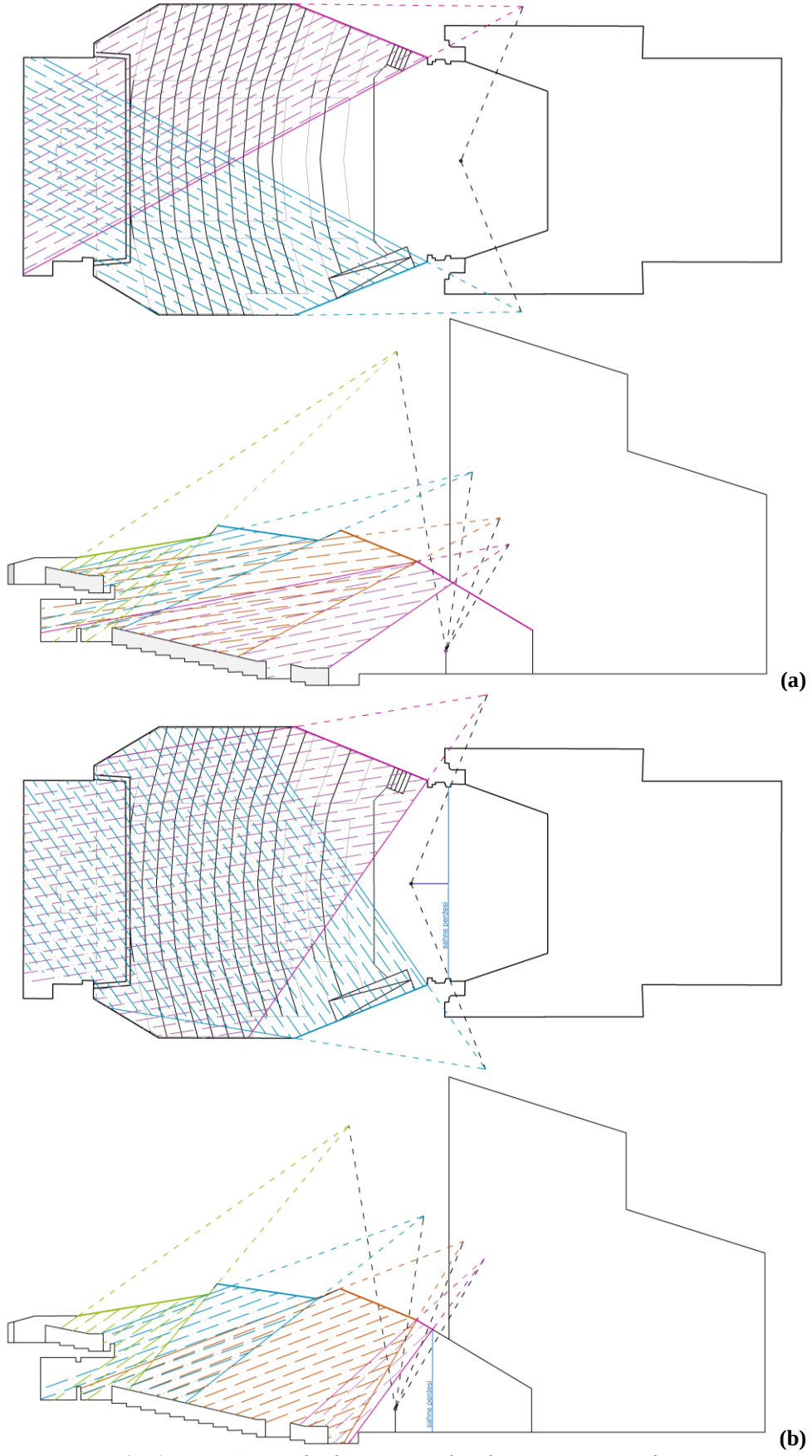


Şekil 5.76. (a) Salonun konuşma amaçlı kullanımındaki sahne arka duvarı konumu
(b) Salonun müzik amaçlı kullanımındaki sahne kabuğu tasarımı

5.5.2. Simülasyon değerlendirmesi

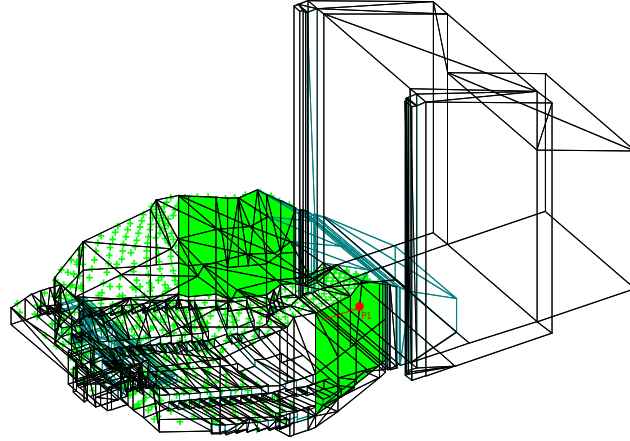
Salonun Odeon programında modeli yapılmış ve mekan içerisindeki fonksiyonel yapıya göre belirlenen alıcı ve kaynak pozisyonları bu programda simüle edilmiştir. 3D modellemeye yüzeyler akustik nitelikler göz önüne alınarak sınıflandırılmış, ortak özellikteki yüzeyler aynı katmanda modellenmiş ve akustik parametreleri hesaplanmıştır. Salonun akustik kalitesini sağlamak amacıyla, hesaplanan değerlerin literatürde verilen optimum aralıklarda olmasına dikkat edilmiştir.

Hacmin iç yüzeylerinin biçimlendirilmesi ve gereç seçimi hacim içerisinde sağlanması gereken akustik kalite için oldukça önemlidir. Bunun için ilk uygulama, duvar ve tavan tasarımıdır. Salonda her iki kullanım için de ayrı ayrı bu yapı elemanları etüt edilmiş ve yüzeylerdeki kırıklıklar ilk yansımaları hedeflenen bölgelere yönlendirmek amacıyla tasarlanmıştır. Şekil 5.77’de müzik ve konuşma amaçlı kullanım için yapılan etütler görülmektedir.



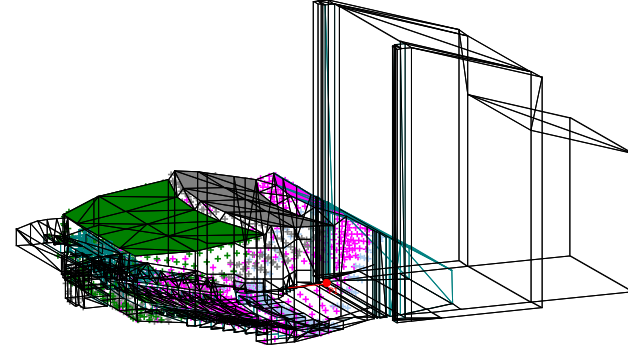
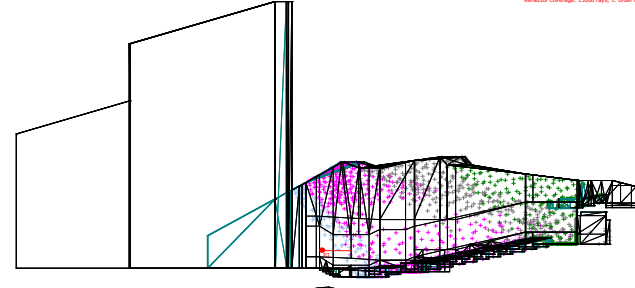
Şekil 5.77. (a) Müzik işlevi için yapılan duvar ve tavan etütleri
(b) Konuşma işlevi için yapılan duvar ve tavan etütleri

Yan duvar tasarımı, yanal yansımanın önemli olduğu müzik kullanımı için özellikle incelenmiştir. Şekil 5.78’de yan duvar elemanının Odeon programı kullanılarak yapılan modelindeki müzik amaçlı kullanıma ait ilk yansımaları görülmektedir.

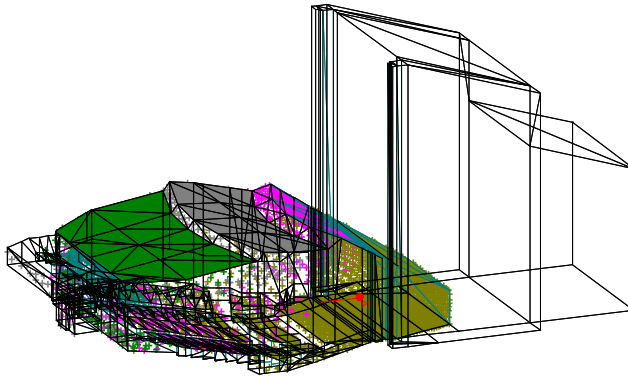
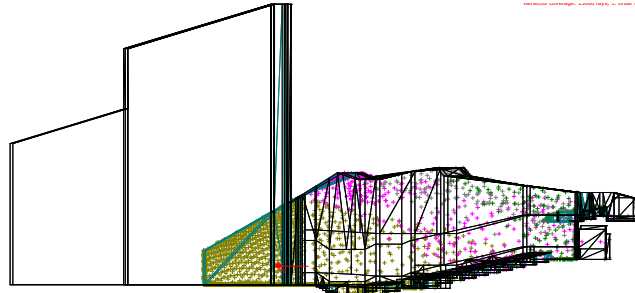


Şekil 5.78. Salonun müzik amaçlı kullanımındaki duvar elemanının ilk yansıma görseli

Şekil 5.79’da, tasarlanan tavan elemanının Odeon programı kullanılarak yapılan modelindeki her iki kullanım durumuna ait ilk yansımaları verilmiştir. Ayrıca tavan tasarımında sahne aydınlatması için gereken alanlar tavan kırıklıkları arasında; ilki sahne sınırından 2,80 m, ikincisi 10 m mesafede olacak şekilde tasarlanmıştır (bkz Şekil 5.75).



(a)



(b)

Şekil 5.79. (a) Salonun konuşma amaçlı kullanımındaki ilk yansıma görseli
(b) Salonun müzik amaçlı kullanımındaki ilk yansıma görseli

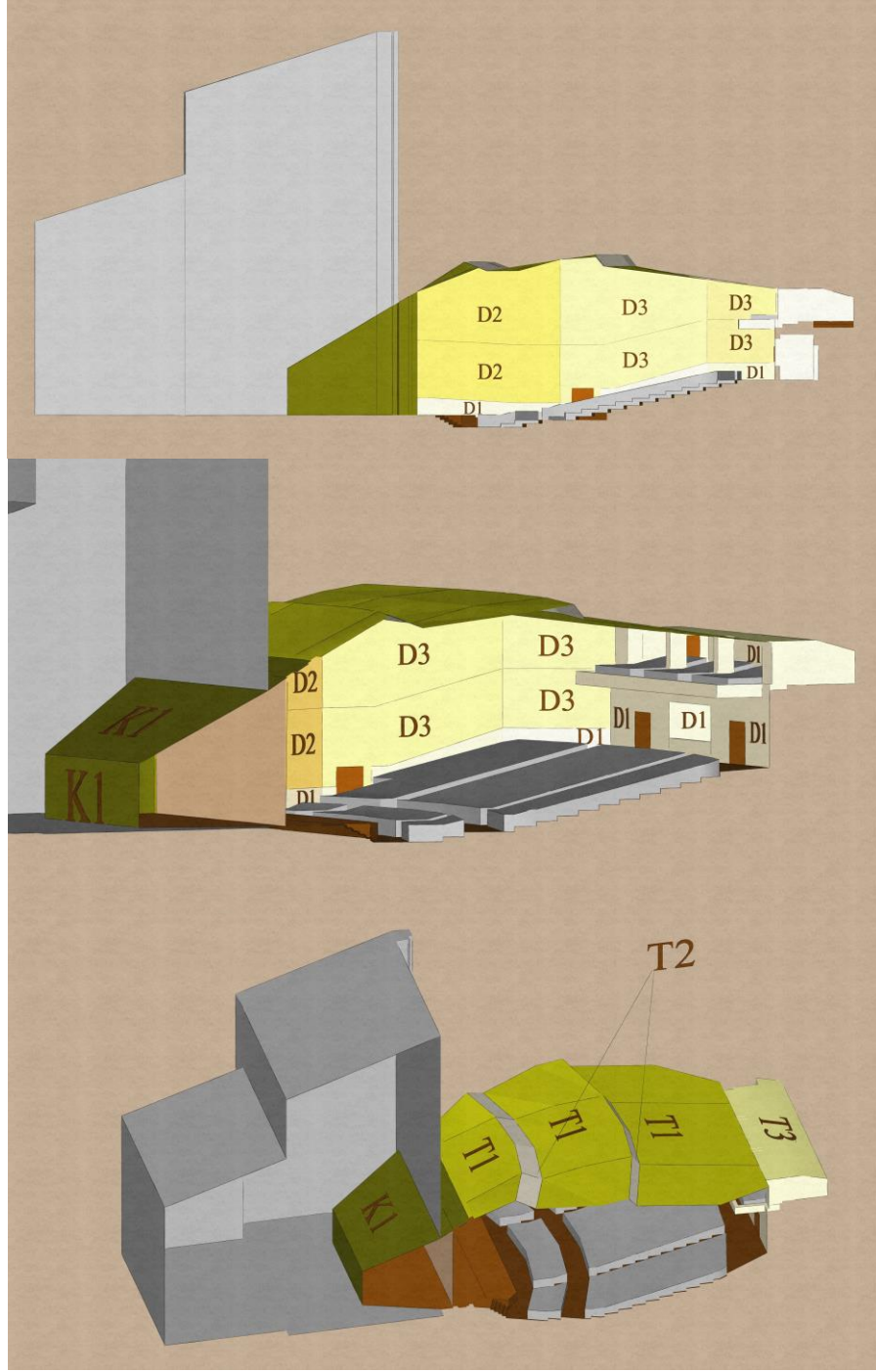
Salonun, iç yüzey gereç seçiminde hacim akustiği parametrelerinden yansıma süresinin değerlendirilmesi dikkat edilmesi gereken bir konudur. Yansıma süresi, konuşmanın anlaşılabilirliği, müziğin kalitesi açısından önem taşıdığı gibi, ses düzeyi, ses kaynağı yerinin işitsel olarak algılanması gibi akustik ölçütler açısından da önemlidir. Literatürde, hacim büyüklüğü ve hacmin kullanım amacına bağlı olarak belirlenmiş, çok amaçlı kullanımı olan oditoryumlar için farklı akustik uzmanlarına göre

önerilen optimum yansıma süresi değerleri bulunmaktadır. “2.4.3.1. Yansıma süresi (RT) (T_{60} , T_{30} , T_{20}) (Reverberation time)” başlığında optimum yansıma süresi değerlerine ayrıntılı olarak yer verilmiştir. Tablo 5.14’te salonun akustik değerlendirmesinde dikkate alınan optimum yansıma süresi değerleri verilmiştir (konuşma için yaklaşık 3702 m³, müzik için yaklaşık 3854 m³ hacme göre).

Tablo 5.14. Salonun farklı kullanım amaçlarına göre dikkate alınan optimum yansıma süresi değerleri

Konuşma işlevi için (konferans ve tiyatro)		Müzik işlevi için (senfoni müziği, koro müziği ve opera)	
RTmin	0,8 sn	RTmin	1,3 sn
RTmax	1,1 sn	RTmax	1,8 sn

Yansıma süresi hesaplamasında optimum değerlere ulaşmak için ilgili hacmin yüzeylerinde kullanılan gereçler ve ses yutuculuk özellikleri oldukça önemlidir. Salondaki yüzeyler Şekil 5.80’de, yüzeylerde kullanılan gereç ve yutma çarpanı değerleri Tablo 5.15’te gösterilmiştir. Salonun, Odeon programında gerçekleştirilen akustik modelinde, grid response komutu kullanılarak hesaplanan yansıma süresi ve diğer hacim akustiği parametreleri değerleri, parter ve balkonda belirlenen 50cm*50cm aralıklı grid dinleyici bölgesinin %50’sinde aşılmayan değerlerdir. Salonda hesaplanan tüm hacim akustiği parametreleri değerleri Tablo 5.16’da, Odeon programında salon için tanımlanan grid yüzey üzerinde bu parametre değerlerinin dağılımı ise Ek 4’te verilmiştir.



Şekil 5.80. Salon yüzeylerinde kullanılması önerilen gereçlerin yerleri ve gereç kodları

Tablo 5.15. Salonda kullanılması önerilen iç yüzey malzemeleri ve ses yutma çarpanı değerleri

Öneri Yüzeyler	Yüzey Kodu	Yüzey Alanı müzik	Malzeme	Frekans (Hz)					
				125	250	500	1000	2000	4000
Tavan - parter	T1	425,3	yansıtıcı ahşap panel	0,05	0,04	0,03	0,03	0,03	0,03
Tavan - parter boşluk	T2	50	%60 yutucu	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60
Tavan-balkon	T3	71,2	düz beton boyalı	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02
Tavan-balkon altı	T4	33,8	kumaş kaplı panel (mdf + sünger + kumaş) (titreşebilir)	0,45	0,35	0,24	0,26	0,28	0,28
Tavan- kontrol odası	T5	11,8	4mm aralıkla delikli ahşap akustik panel	0,24	0,64	0,61	0,43	0,29	0,21
Sahne Kabuğu	K1	253,6	yansıtıcı ahşap panel	0,05	0,04	0,03	0,03	0,03	0,03
Yan Duvar – parter yürüme şeridi	D1	53,7	kumaş kaplı panel (mdf + sünger + kumaş) (titreşebilir)	0,45	0,35	0,24	0,26	0,28	0,28
Yan Duvar - parter ön kısım alt	D2	64	yansıtıcı ahşap panel	0,05	0,04	0,03	0,03	0,03	0,03
Yan Duvar - parter ön kısım üst	D2	105,5	yansıtıcı ahşap panel	0,05	0,04	0,03	0,03	0,03	0,03
Yan Duvar - parter arka kısım alt	D3	81,1	4mm aralıkla delikli ahşap akustik panel	0,24	0,64	0,61	0,43	0,29	0,21
Yan Duvar - parter arka kısım üst	D3	105,6	4mm aralıkla delikli ahşap akustik panel	0,24	0,64	0,61	0,43	0,29	0,21
Arka Duvar - parter	D1	41	kumaş kaplı panel (mdf + sünger + kumaş) (titreşebilir)	0,45	0,35	0,24	0,26	0,28	0,28
Duvar - kontrol odası arka ve yan	D1	25,5	kumaş kaplı panel (mdf + sünger + kumaş) (titreşebilir)	0,45	0,35	0,24	0,26	0,28	0,28
Duvar - balkon (kolon dahil)	D1	57,6	kumaş kaplı panel (mdf + sünger + kumaş) (titreşebilir)	0,45	0,35	0,24	0,26	0,28	0,28
Parapet Duvarları - balkon ve kontrol odası	D1	36,2	kumaş kaplı panel (mdf + sünger + kumaş) (titreşebilir)	0,45	0,35	0,24	0,26	0,28	0,28
Sahne Alını		11,3	yapıştırma ahşap parke	0,04	0,04	0,07	0,06	0,06	0,07
Döşeme - Sahne (sahne, sahne kabuğu)		118,8	yapıştırma ahşap parke	0,04	0,04	0,07	0,06	0,06	0,07
Döşeme - orkestra çukuru kabuğu		31,3	yapıştırma ahşap parke	0,04	0,04	0,07	0,06	0,06	0,07
Döşeme - parter, balkon, merdiven, sahne, rampa		244,1	beton üzerine 10 mm yumuşak halı	0,09	0,08	0,21	0,26	0,27	0,37
Koltuklar - parter, balkon		427,6	hafif kalınlıkta tekstil kaplı konser salonu koltuğu	0,35	0,45	0,57	0,61	0,59	0,55
Kapılar		16,1	dolu/masif ahşap kapı	0,14	0,10	0,06	0,08	0,10	0,10
Sahne Perdesi (konuşma işlevinde)		94,5	kumaş perde 0,5 kg/m2 (en az), drapeli 3/4 katlamalı	0,45	0,65	0,65	0,56	0,59	0,71
Dekor Perdeleri			orta kalınlıkta kumaş perde	0,07	0,31	0,49	0,75	0,70	0,60

Tablo 5.15. (devam) Salonda kullanılması önerilen iç yüzey malzemeleri ve ses yutma çarpanı değerleri

Sofita Duvar		1222,2	düz beton boyalı	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02
Sofita Arkası Duvar		440,7	düz beton boyalı	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02
Tavan Sofita		241,7	düz beton boyalı	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02
Tavan Sofita Arkası		141,9	düz beton boyalı	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02
Döşeme Sofita		164,6	yapıştırma ahşap parke (adım sesine karşı önlem ile)	0,04	0,04	0,07	0,06	0,06	0,07
Döşeme Sofita Arkası		135,4	yapıştırma ahşap parke (adım sesine karşı önlem ile)	0,04	0,04	0,07	0,06	0,06	0,07

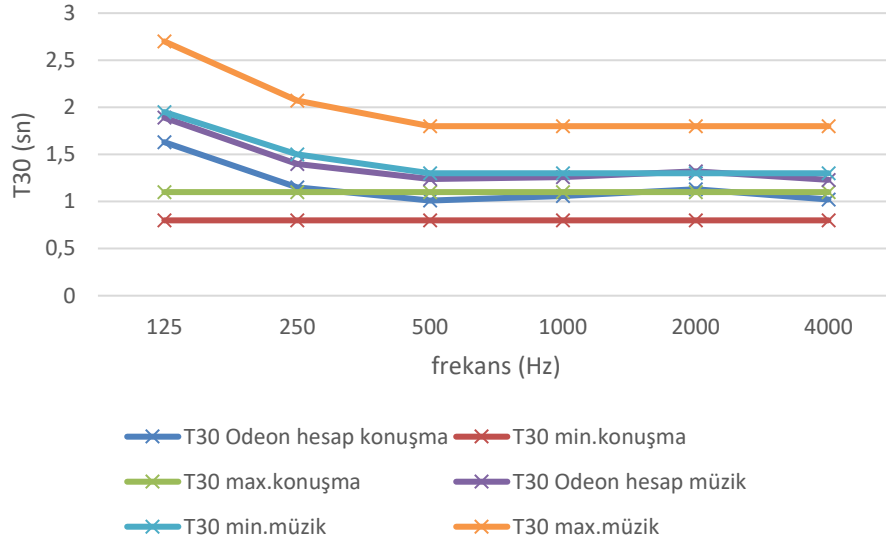
Tablo 5.16. Odeon programında hesaplanan hacim akustiği parametreleri değerleri

	Konuşma					
	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz
T₃₀	1,63	1,15	1,01	1,06	1,13	1,02
T₂₀	1,71	1,20	1,04	1,10	1,16	1,05
T₁₅	1,75	1,22	1,07	1,12	1,17	1,06
EDT	1,68	1,17	1,00	1,03	1,08	0,95
SPL	9,90	7,84	6,98	7,14	7,39	6,47
Ts	105,43	72,22	62,56	64,85	69,67	61,14
Eko	0,82	0,71	0,64	0,64	0,64	0,63
D₅₀	0,45	0,56	0,61	0,60	0,57	0,61
C₅₀	-0,98	1,14	2,00	1,85	1,29	2,07
	Müzik					
	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz
T₃₀	1,89	1,40	1,24	1,26	1,32	1,23
T₂₀	1,98	1,49	1,31	1,33	1,38	1,24
T₁₅	2,03	1,54	1,35	1,36	1,40	1,28
EDT	2,10	1,60	1,38	1,38	1,42	1,25
SPL	10,86	9,29	8,41	8,33	8,59	7,71
Ts	138,93	105,98	92,66	93,07	97,96	86,44
Eko	0,90	0,81	0,74	0,73	0,72	0,71
C₈₀	-0,73	0,87	1,77	1,77	1,35	2,25
C₇	-12,04	-10,71	-10,14	-10,18	-10,53	-9,89
LF₈₀	0,24	0,21	0,20	0,21	0,23	0,23
Diffusivity	4,12	3,28	2,99	3,03	3,64	3,44
BR	1,32					

Salonun, Odeon programında gerçekleştirilen akustik modelinde hesaplanan yansıma süresi değerleri Tablo 5.17’de verilmiş, Şekil 5.81’de optimum değerler ile birlikte gösterilmiştir. Ayrıca Doelle'nin (Doelle, 1972) müzik işlevi için 500 Hz'den düşük frekanslarda önerdiği yansıma süresi parametresi optimum değerleri dikkate alınmış, Formül 2.3'e göre müzik işlevi için 125 ve 250 Hz’de optimum yansıma süresi değerleri tekrar hesaplanmıştır. Bu değerler Tablo 5.17’de koyu olarak belirtilmiştir.

Tablo 5.17. Salonun Odeon programı kullanılarak hesaplanan yansıma süresi değerleri

Yansıma Süresi (sn)	Frekans					
	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz
Odeon hesap konuşma (sn)	1,63	1,15	1,01	1,06	1,13	1,02
Konuşma T ₃₀ min	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
Konuşma T ₃₀ max	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10
Odeon hesap müzik (sn)	1,89	1,40	1,24	1,26	1,32	1,23
Müzik T ₃₀ min	1,95	1,50	1,30	1,30	1,30	1,30
Müzik T ₃₀ max	2,70	2,07	1,80	1,80	1,80	1,80



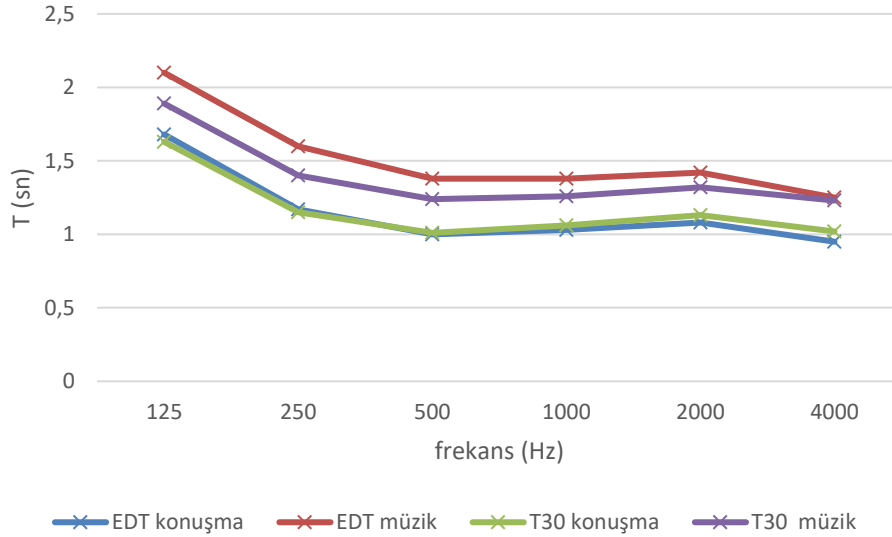
Şekil 5.81. Salonun Odeon programı kullanılarak hesaplanan yansıma süresi değerleri ve optimum değerler

Müzik kullanımı açısından tercih edilen, salonların alçak frekanslarda uzun yansıma süresi değerlerine sahip olması durumu tasarlanan salonda göz önünde bulundurulmuş ve sağlanmıştır. Tüm frekanslar için hesaplanan yansıma süresi değerlerinin ise optimum değerlerin kabul edilebilir ayar aralığı ($\pm 5\%$) içerisinde olduğu görülmektedir.

Salonun konuşma amaçlı kullanımında seslendirme sisteminin devreye gireceği değerlendirmeye alındığında, hacim akustiği parametrelerinden yansıma süresi optimum değerlerine göre, salonun genel tasarımı ve yüzey gereç seçiminde uygun belirlemelerin yapıldığı görülmektedir. Bu duruma ek olarak, akustik kalitenin yükseltilmesi açısından salonun içerisindeki yansıtıcı yüzeyler üzerine çeşitli ses dağıtıcı uygulamaların yapılması önerilmektedir.

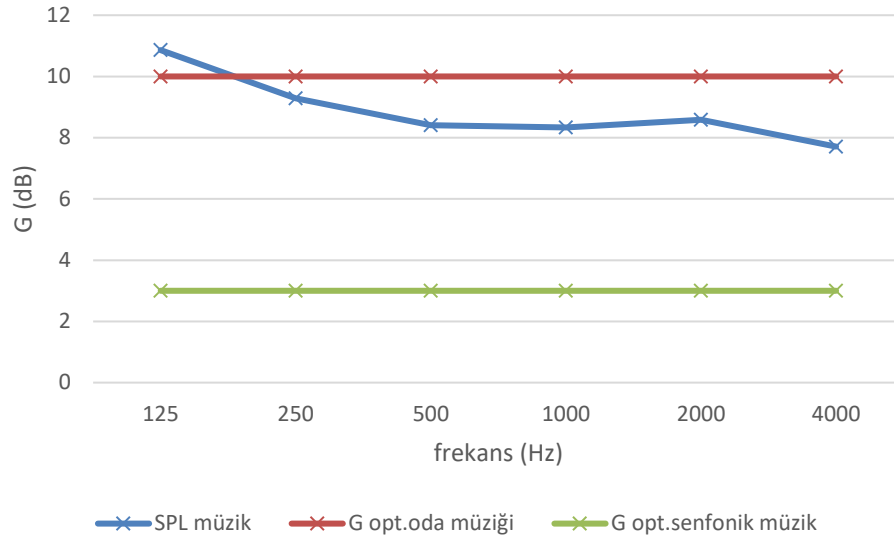
Salon için hesaplanan EDT değerleri incelendiğinde konuşma için T₃₀ değerlerine çok yakın değerler elde edildiği görülmektedir. Konuşma amaçlı salonlarda genellikle EDT ve T₃₀ değerlerinin birbirine eşit olması tercih edilmektedir. Müzik için hesaplanan

EDT değerleri ise müzik T_{30} değerlerinden daha yüksektir. Konser salonlarında EDT'nin T 'den yaklaşık %10 daha yüksek olması gerekmektedir. “2.4.3.2. *Erken düşme süresi (EDT) (Early decay time)*” başlığında bu konu ile ilgili açıklama mevcuttur. Şekil 5.82’de konuşma ve müzik için EDT ve T_{30} değerleri karşılaştırmalı olarak verilmiştir.



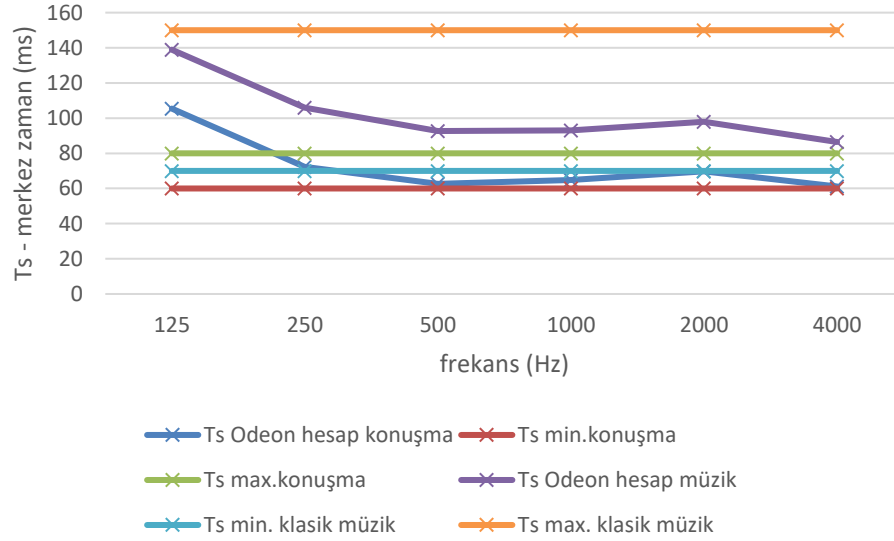
Şekil 5.82. Odeon programında hesaplanan EDT- T_{30} değerleri

Literatür bilgisinde de aktarıldığı üzere, Odeon programında G değerinin hesaplanabilmesi için kaynağın toplam ses gücü düzeyi 31 dB’e getirilmiş ve çıkan SPL değerleri G değerleri olarak değerlendirilmiştir. Şekil 5.83’te Odeon programında hesaplanan SPL (G) değerleri ile literatürde yer alan G değerleri karşılaştırmalı olarak verilmiştir. Optimum değerlerin sağlandığı görülmektedir. SPL parametresine “2.4.3.4. *Ses yüksekliği (SPL) (G) (Sound power level, Strength, Loudness)*” başlığında değinilmiştir.



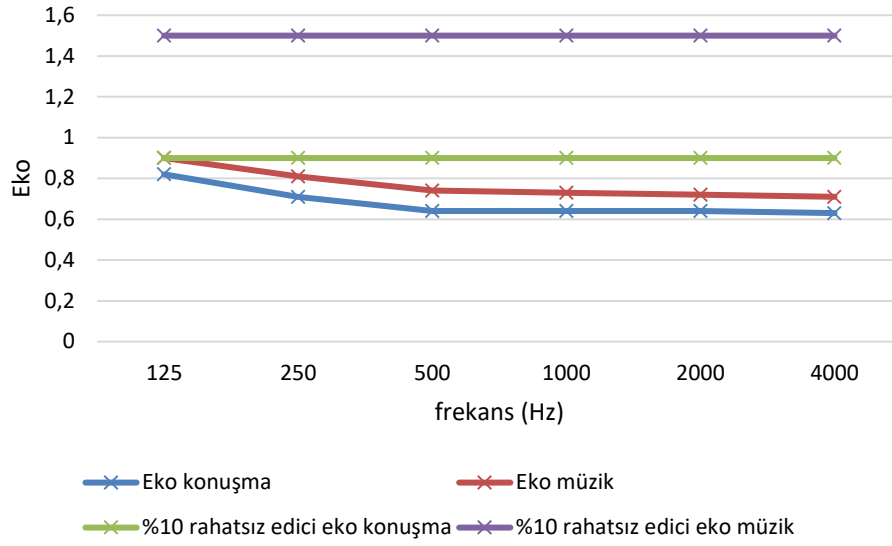
Şekil 5.83. Odeon programında hesaplanan SPL değerleri ve optimum değerler

Şekil 5.84’te Odeon programında hesaplanan T_s değerleri ile literatürde yer alan max ve min T_s değerleri karşılaştırmalı olarak verilmiştir. Optimum değerlerin konuşma 125 Hz değeri hariç sağlandığı görülmektedir. T_s parametresine “2.4.3.9. Merkez zaman (T_s)” başlığında değinilmiştir.



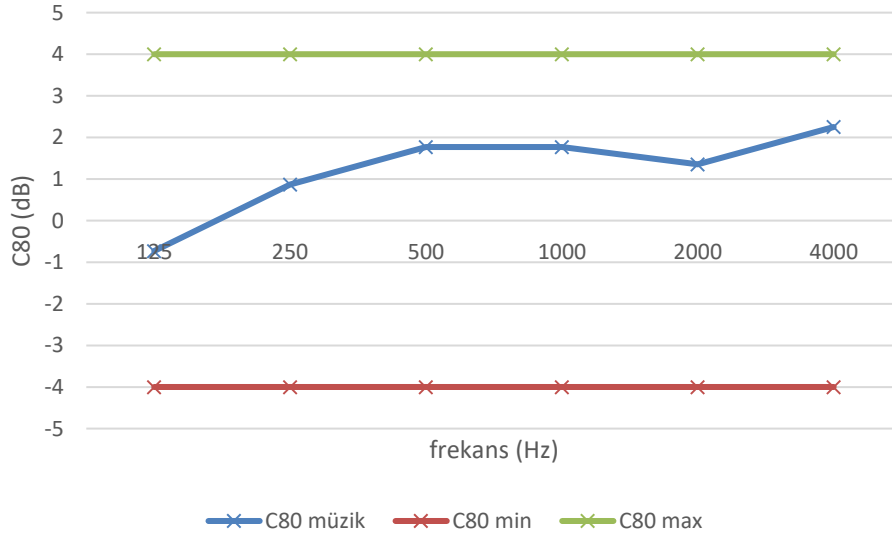
Şekil 5.84. Odeon programında hesaplanan T_s değerleri ve optimum değerler

Şekil 5.85’te Odeon programında hesaplanan Eko değerleri ile literatürde yer alan %10 rahatsız edici eko değeri karşılaştırmalı olarak verilmiştir. Konuşma ve müzik işlevleri için eko değerleri belirtilen sınırın altındadır. Eko parametresine “2.4.3.10. Eko (Echo)” başlığında değinilmiştir.



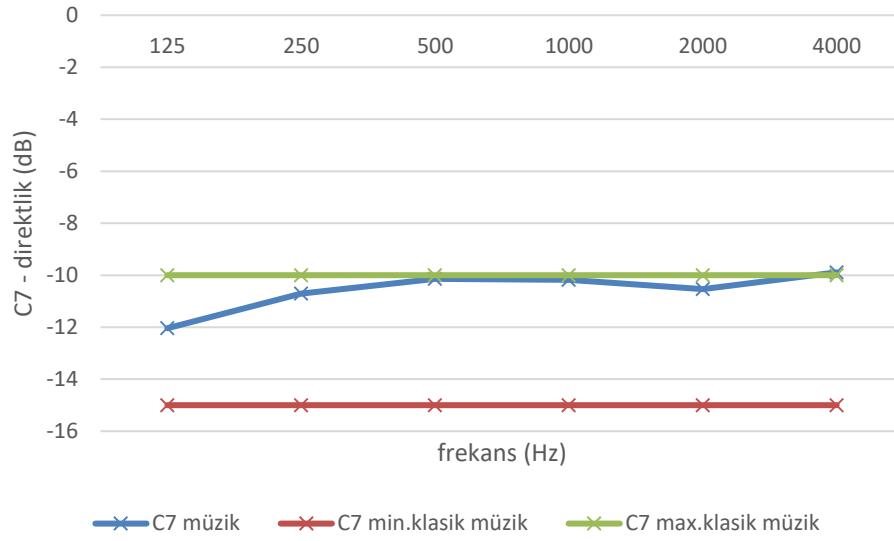
Şekil 5.85. Odeon programında hesaplanan eko değerleri ve optimum değerler

Şekil 5.86’da Odeon programında hesaplanan C_{80} değerleri ile literatürde yer alan max ve min C_{80} değerleri karşılaştırmalı olarak verilmiştir. Optimum değerlerin sağlanmış olduğu görülmektedir. C_{80} parametresine “2.4.3.7. Müzik için netlik (C_{80}) (Clarity)” başlığında değinilmiştir.



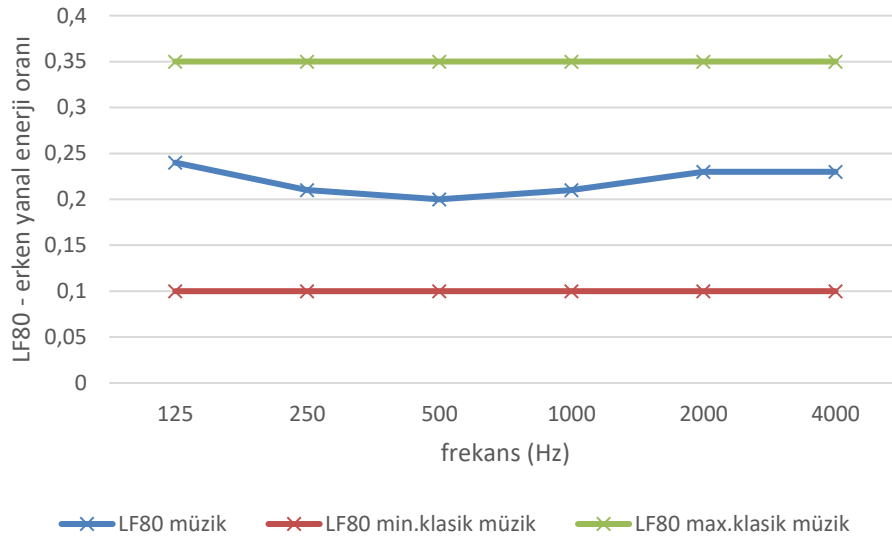
Şekil 5.86. Odeon programında hesaplanan C_{80} değerleri ve optimum değerler

Şekil 5.87’de Odeon programında hesaplanan C_7 değerleri ile literatürde yer alan max ve min C_7 değerleri karşılaştırmalı olarak verilmiştir. Optimum değerlerin sağlanmış olduğu görülmektedir. C_7 parametresine “2.4.3.8. Direktlik (C_7)” başlığında değinilmiştir.



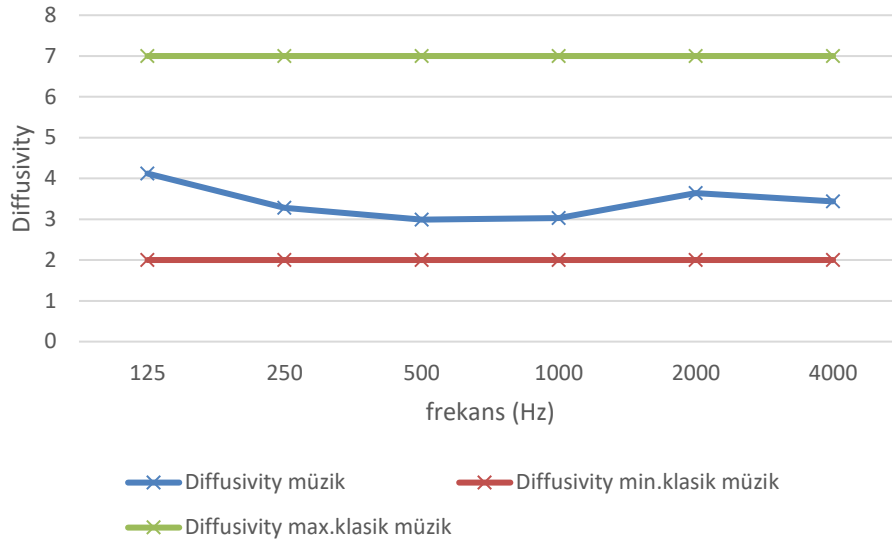
Şekil 5.87. Odeon programında hesaplanan C7 değerleri ve optimum değerler

Şekil 5.88’de Odeon programında hesaplanan LF_{80} değerleri ile literatürde yer alan max ve min LF_{80} değerleri karşılaştırmalı olarak verilmiştir. Optimum değerlerin sağlanmış olduğu görülmektedir. LF_{80} parametresine “2.4.3.5. Erken yanal enerji oranı (LF_{80})” başlığında değinilmiştir.



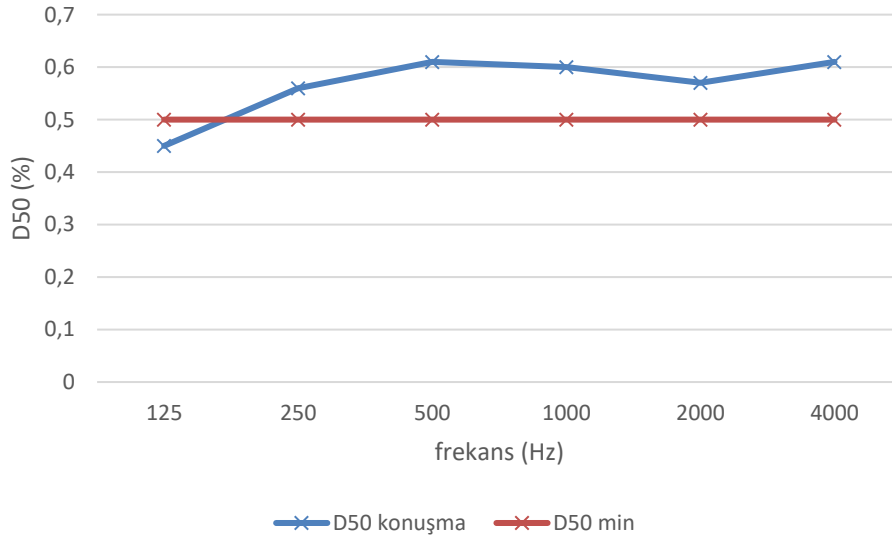
Şekil 5.88. Odeon programında hesaplanan LF_{80} değerleri ve optimum değerler

Şekil 5.89’da Odeon programında hesaplanan Diffusivity değerleri ile literatürde yer alan max ve min Diffusivity değerleri karşılaştırmalı olarak verilmiştir. Optimum değerlerin sağlanmış olduğu görülmektedir. Diffusivity parametresine “2.4.3.6. Sesin yayılımı ($Diffusivity$)” başlığında değinilmiştir.



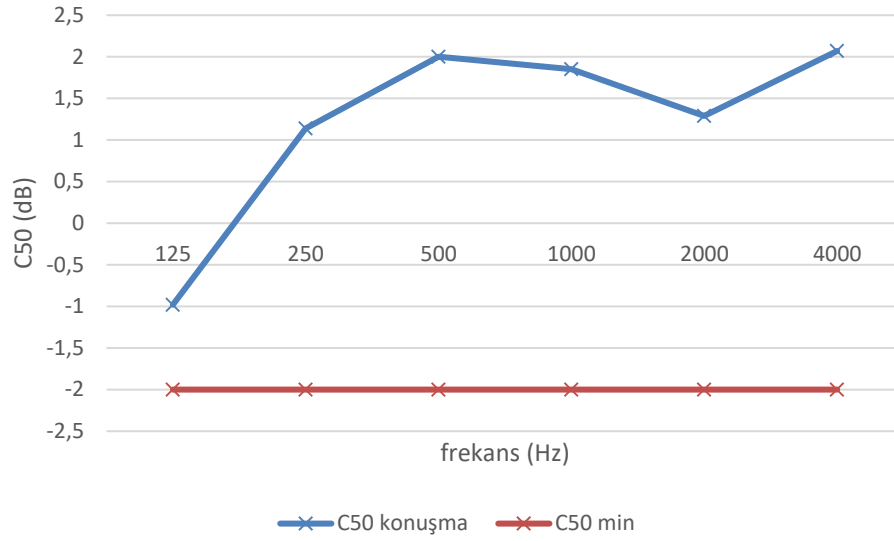
Şekil 5.89. Odeon programında hesaplanan diffusivity değerleri ve optimum değerler

Şekil 5.90’da Odeon programında hesaplanan D_{50} değerleri ile literatürde yer alan min D_{50} değeri karşılaştırmalı olarak verilmiştir. Optimum değerlerin 125 Hz hariç sağlanmış olduğu görülmektedir. D_{50} parametresine “2.4.3.11 Ayırt edilebilirlik (D_{50}) (Distinctness)” başlığında değinilmiştir.



Şekil 5.90. Odeon programında hesaplanan D_{50} değerleri ve optimum değerler

Şekil 5.91’de Odeon programında hesaplanan C_{50} değerleri ile literatürde yer alan min C_{50} değeri karşılaştırmalı olarak verilmiştir. Optimum değerlerin sağlanmış olduğu görülmektedir. C_{50} parametresine “2.4.3.12. Konuşma için netlik (C_{50})” başlığında değinilmiştir.



Şekil 5.91. Odeon programında hesaplanan C_{50} değerleri ve optimum değerler

Odeon programında hesaplanan yansıma süresi (T_{30}) değerlerine bağlı olarak, “2.4.3.3. Bas oranı (BR) (Bass ratio)” başlığı altında verilen formül (2.22) kullanılarak bulunan BR parametresi değeri 1,32’dir ve literatürde verilen 1,1 - 1,45 optimum değer aralığını sağlamaktadır.

Salon tasarımının Odeon programından elde edilen nesnel hacim akustiği parametrelerinin literatürdeki optimum değerler ile karşılaştırması, salon mevcut durumundaki nesnel akustik iyileşmeyi göstermektedir.

6. SONUÇ

Mevcut oditoryumların değerlendirme ve iyileştirilmesi, gerçekleştirilen etkinliklerin istenilen başarıda sergilenebilmesi için çok önemlidir. Oditoryumların belgelenmesi ve bu oditoryumlar hakkında temel bilgilerin elde edilmesi değerlendirme ve iyileştirme çalışması için atılacak ilk adımdır. Bu tez çalışmasında Eskişehir ilindeki oditoryumların değerlendirme ve iyileştirmesine yönelik ilk adımı atmak adına ildeki salonların tespit edilmesi amaçlanmıştır.

Envanter çalışması kapsamında üniversitelere, kamu kuruluşlarına, mesleki kuruluşlara ve özel kuruluşlara bağlı 114 salon tespit edilmiştir. Salonlar ile ilgili yapım yılı, bulunduğu ilçe, bağlı olduğu kurum, hacmi, kapasitesi, işlevi, akustik projesinin olup olmadığı, seslendirme sisteminin olup olmadığı bilgilerine ve salon görsellerine ulaşılması hedeflenmiştir. Ulaşılabilen bilgiler ile envanter listesi ve envanter tabloları oluşturulmuştur. Bu bölümde salonların büyük çoğunluğunun 2000’li yıllarda yapıldığı, Tepebaşı ve Odunpazarı ilçelerinde birbirlerine çok yakın oranlarda bulundukları, yoğunlukla otellere ait oldukları ve bilgisine ulaşılan salonların akustik tasarımının bulunmadığı değerlendirmesine ulaşılmış; görevli ve yetkililere sorulduğunda yoğunlukla akustik tasarımın ne olduğunun bile bilinmediği gerçeği ortaya çıkmıştır. Bu durum bu konuda farkındalığın oluşmadığını ortaya koymaktadır. Bilgisine ulaşılan salonların tamamında seslendirme sistemi bulunduğu tespit edilmiş, salonların çoğunluğunun konuşma işlevinde olduğu görülmüştür. Salonların işleve uygunluğunun tespiti adına kısıtlı sayıda salonda gerekli bilgiler elde edilebilmiş, değerlendirilen salonların çoğunlukla işleve kısmen uygun olduğu görülmüştür.

Tez kapsamında yapılan envanter çalışmasının farkındalık sağlanması ve salonlara ilişkin envanter çalışmalarının bütün illerimiz için yapılması sürecine katkıda bulunması amaçlanmıştır. Bu tez kapsamında yapılan envanter çalışmasının dışında Ezgi Türk’ün tezinde yürüttüğü İstanbul salonları envanter çalışması ülkemizdeki bir diğer envanter çalışmasıdır ve bu iki çalışma dışında ülkemizde gerçekleştirilmiş başka bir akustik envanter çalışması bulunmamaktadır.

Mevcut salon değerlendirmesinde atılacak sonraki adım olan salon değerlendirmesi ve son adım olarak öneri tasarım geliştirilmesi konularına örnek oluşturulması tezin bir diğer amacıdır. Bu amaçla Anadolu Üniversitesi Atatürk Kültür Merkezi Opera ve Bale Salonu seçilmiş ve bu salonda alanda ölçüm yöntemi ile nesnel, anket uygulaması yöntemi ile öznel değerlendirmeler yapılmış, salon kalibrasyon

modeli Odeon 14 Auditorium programında oluşturulmuş ve salon için öneri bir akustik tasarım gerçekleştirilerek bu tasarımın Odeon programında akustik simülasyonu gerçekleştirilmiş ve hacim akustiği parametreleri açısından değerlendirilmiştir.

Salonda nesnel değerlendirme yapılması amacı ile alanda ölçümler gerçekleştirilmiş ve belgelenmiştir. Salonda gürültü düzeyi ile ilgili incelemeler yapılmış, salonun yansıma süresi (T_{30}), erken düşme süresi (EDT), netlik (C_{80}), açıklık (D_{50}), ses yüksekliği (G) ve bas oranı (BR) parametre değerleri hesaplanmış ve kabul edilebilir değerler açısından değerlendirilmiştir. Yapılan ölçümler sonucu salonun literatürde belirtilen hacim akustiği parametreleri optimum değerlerini büyük oranda sağlamadığı görülmüştür. Salon genel değerlendirmesi “5.2.3. *Salon mevcut durumu genel değerlendirmesi*” başlığında mevcuttur.

Salonda nesnel değerlendirmenin gerçekleştirilmesinin ardından, öznel değerlendirmenin de gerçekleştirilmesi amacıyla etkinlik sırasında dinleyici ve icracılara anket uygulaması yapılmıştır. Anket verileri değerlendirildiğinde, dinleyicilerin salonun mimari tasarımından ve akustiğinden çoğunlukla memnun oldukları görülmüştür. Bu durum nesnel parametreler ile uyuşmamaktadır ve dinleyicilerin müzik ile ilgilenen kişiler olmamalarına ve etkinlik sırasında duydukları heyecandan dolayı salon konusunda olumlu değerlendirmeler yapma eğiliminde olmalarına bağlanmıştır. İcraçılar tasarım ve akustik konularında salondan dinleyiciler oranında memnun olmadıklarını belirtmelerine ve salon akustiği konusunda nesnel değerlendirmelere daha yakın değerlendirmeler yapmalarına rağmen, onların da birbirlerinden farklı düşündükleri noktalar bulunduğu ve öznel değerlendirmelerin kişiden kişiye büyük farklılıklar gösterdiği gözlemlendiğinden salon öneri tasarımının nesnel veriler ön planda tutularak yapılmasına karar verilmiştir.

Salon için öneri akustik tasarımın geliştirilmesi amacı ile Odeon programı kullanılmıştır. Tasarım aşamasına geçilmeden önce salon kalibrasyon modeli yapılmıştır. Öncelikle salon malzeme listesi oluşturulmuş, daha sonra lazer tarayıcı ile salon rölövesi alınmış ve salon Autocad yazılımı kullanılarak modellenmiştir. Model Odeon programına aktarılmış ve yerinde tespit edilen malzemeler yüzeylere atanmıştır. En önemli hacim akustiği parametresi olan Yansıma Süresi değerinin kalibrasyon modelinde $\pm 0,03$ ortalama sapma ile (frekansa göre) sağlandığı görülmüştür.

Daha sonra salon tasarımı aşamasına geçilmiş ve salonda akustik tasarım salonun çok amaçlı olarak kullanılacağı dikkate alınarak yapılmıştır. Salon tasarımında salon iç

kabuğunda yapılacak değişiklikler salon yönetimi ile de görüşülerek (Tasarımın uygulanma ihtimali olduğu için görüşme yapılmıştır.) ve duvar - tavan etütleri gerçekleştirilerek belirlenmiştir. Salon tasarımında yapılan değişiklikler özet olarak Tablo 6.1’de görülmektedir.

Tablo 6.1. Salon tasarımında yapılan değişiklikler özet tablosu

		Mevcut Durum	Öneri Tasarım
Hacim		Hacim 4526 m ³ olarak tasarlanmıştır.	Hacim konuşma fonksiyonu için 3702 m ³ , müzik fonksiyonu için 3854 m ³ olarak tasarlanmıştır.
		Kişi başına düşen hacim 9,33 m ²	Kişi başına düşen hacim konuşma fonksiyonu için 7,37 m ² , müzik fonksiyonu için 7,68 m ²
Plan	Yan Duvarlar	Sahne yan duvarları geniş açılı olarak tasarlanmıştır.	Yansıma etütlerine dayanarak sahne yan duvarlarının açısı daraltılmıştır.
	Balkon	Kontrol odası balkonun ortasına konumlandırılmış, kontrol odasının altında loca tasarlanmıştır.	Kontrol odası mevcut durumda locanın bulunduğu alana alınmıştır. Balkon 1 m genişletilmiş ve dinleyici alanı olarak tasarlanmıştır.
	Koridor Düzeni	Sahne yan duvarlarına paralel 2 koridor ve bu koridorları kesen yangın kapısı yönünde bir koridor tasarlanmıştır.	Yan duvarlara paralel koridorlar iptal edilmiş, salon giriş kapıları yönünde 2 koridor ve bu koridorları kesen yangın kapısı yönünde bir koridor tasarlanmıştır.
	Dinleyici Alanı	485 koltuk	502 koltuk
		Dikdörtgen oturma düzeni	Önde yelpaze, arkaya doğru dikdörtgen oturma düzeni
		Koltuklar sahneden uzaklaştıkça birbiri ardına gelecek biçimde aynı doğrultuda yerleştirilmiş.	Koltuklar plandaki görüş açılarına dayanarak şaşırtmalı olarak düzenlenmiştir.
Kesit	Tavan	Sahne tavanı ve balkon tavanı açılı, kalan parter alanı tavanı düz olarak tasarlanmıştır.	Tavan yansıma etütlerine dayanarak açılı olarak tasarlanmıştır.
	Sahne Kabuğu	Etkinlikler sırasında sahne kabuğu kullanılmıyor.	Müzik etkinliklerinde kullanılmak üzere sahne kabuğu tasarlanmıştır.
Yüzey Materyalleri		Yüzey malzemeleri belirlenirken yansıma süresi parametresi göz önünde bulundurulmamış.	Yüzey malzemeleri yansıma süresi parametresindeki değişimler gözlenerek Odeon programındaki salon modeli üzerinden belirlenmiştir
	Yan Duvarlar	Yan duvarlarda aynı materyal kullanılmış.	Yan duvarların ön ve arka kısımları ayrılmış, ön kısımlarda yansıtıcı, arka kısımlarda yutucu malzeme kullanılmıştır. Ayrıca parterin duvarla kesiştiği alanlarda duvarda darbeye dayanıklı farklı bir materyal kullanılmıştır.
Tavan		Balkon ve sahne tavanı yansıtıcı, parter tavanı yutucu olarak tasarlanmıştır.	Balkon, sahne ve parter tavanı yansıtıcı olarak tasarlanmıştır.

Model üzerinde belirlenen değişiklikler yapıldıktan sonra model tekrar Odeon programına aktarılmış ve i yüzey malzemeleri seçildikten sonra hacim akustiği parametreleri hesaplanmıştır. Hesaplanan yansışım süresi (T_{30}), erken düşme süresi (EDT), ses düzeyi (SPL), merkez zaman (T_s), eko, müzik için netlik (C_{80}), direktlik (C_7), erken yanal enerji oranı (LF_{80}), sesin yayılımı (Diffusivity), ayırt edilebilirlik (D_{50}) ve konuşma için netlik (C_{50}) parametreleri literatürdeki optimum değerler ile karşılaştırılarak değerlendirilmiştir. Sonuçlar zet olarak değerlendirildiğinde; mevcut durumda optimum aralığın altında kalan T_{30} değerlerinin optimum aralığa çekildiği, T_{30} değerlerinden düşük olan EDT değerlerinin müzik işlevi için T_{30} değerlerinin üzerine çıktığı (müzik için olumlu), konuşma işlevi için ise T_{30} değerlerine çok yakın değerler aldığı (konuşma için olumlu), optimum değerin oldukça üzerinde olan C_{80} değerlerinin ve bazı alıcı noktalarında optimum değerin üzerinde çıkan BR değerlerinin optimum aralığa çekildiği görülmüştür. D_{50} ve G değerleri mevcut durumda zaten kabul edilebilir aralıklarda kalmaktadır ve öneri tasarımı da mevcut duruma yakın değerler almışlardır. T_s , eko, C_{80} , C_7 , LF_{80} , diffusivity ve C_{50} parametreleri ise mevcut durumda llmemesine rağmen öneri tasarımı Odeon programından elde edilerek değerlendirilmiş ve bu parametrelerin de kabul edilebilir aralıklarda kaldığı görülmüştür.

Bu tez çalışması kapsamında zet olarak salon tasarımı ve mevcut salonların değerlendirilip iyileştirilmesine yönelik literatür bilgileri derlenmiş, envanter çalışması ile Eskişehir ilindeki mevcut salonları belgelemeye yönelik bir adım atılmış, yapılan alan çalışması ile nesnel ve öznel akustik değerlendirmeye bir örnek oluşturulmuş ve bu değerlendirmenin yapılmasının ardından iyileştirme çalışması için nasıl bir yol izlenebileceği ortaya konmuştur.

Çalışmanın bu tez kapsamında olmayan, ilerideki çalışmalarda gerçekleştirilmesi planlanan hedefleri bulunmaktadır. Tez kapsamındaki envanter çalışmasında salonlar hakkındaki tüm verilere ulaşılmaya çalışılsa da bu mümkün olamamıştır, bu yüzden eksik kalan verilerin derlenmesine ilerideki çalışmalarda devam edilip envanterin tamamlanması planlanmaktadır. Envanter çalışmasının tamamlanması durumunda Eskişehir'deki salonlar hakkında temel değerlendirme yapılmış olacağından, bu çalışmanın Eskişehir ilindeki mevcut salonların iyileştirilmesine yönelik çalışmalara katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Salon ile ilgili yapılan alan çalışmasının da geleceğe yönelik hedefleri bulunmaktadır. Salon neri tasarımının uygulanması halinde, salonun

yeni durumunda da alanda ölçme gerçekleştirilecek, anket uygulanacak ve böylece bu tez çalışmasında salondaki nesnel değişimin gözlemlendiği gibi; simülasyon yöntemi kullanılarak gerçekleştirilen akustik tasarımın başarısı öznel ve nesnel olarak değerlendirilebilecektir.

EK 1: Eskişehir Salonları Envanteri

Eskişehir Salonları Envanteri	Salon Adı:	Atatürk Kültür Sanat ve Kongre Merkezi
Envanter No: 1		
 (http-9)	Yapım Yılı:	2013
	Bulunduğu İlçe:	Odunpazarı
	Bağlı Olduğu Kurum:	Eskişehir BŞB
	Hacmi:	-
	Kapasitesi:	1133
	İşlevi:	Çok Amaçlı
	Akustik Projesi:	-
	Seslendirme Sistemi:	Var

Eskişehir Salonları Envanteri	Salon Adı:	Büyükşehir Sanat Merkezi Ergin Orbey Sahnesi
Envanter No: 2		
 (http-10)	Yapım Yılı:	2009
	Bulunduğu İlçe:	Odunpazarı
	Bağlı Olduğu Kurum:	Eskişehir BŞB
	Hacmi:	-
	Kapasitesi:	168
	İşlevi:	Tiyatro
	Akustik Projesi:	-
	Seslendirme Sistemi:	Var

Eskişehir Salonları Envanteri	Salon Adı:	BŞB Sanat ve Kültür Sarayı Tiyatro Sahnesi
Envanter No: 3		
 (http-11)	Yapım Yılı:	2004
	Bulunduğu İlçe:	Tepebaşı
	Bağlı Olduğu Kurum:	Eskişehir BŞB
	Hacmi:	-
	Kapasitesi:	567
	İşlevi:	Tiyatro
	Akustik Projesi:	-
	Seslendirme Sistemi:	-

Eskişehir Salonları Envanteri	Salon Adı:	BŞB Sanat ve Kültür Sarayı Konser Salonu
Envanter No: 4		
 (http-12)	Yapım Yılı:	2004
	Bulunduğu İlçe:	Tepebaşı
	Bağlı Olduğu Kurum:	Eskişehir BŞB
	Hacmi:	-
	Kapasitesi:	489
	İşlevi:	Konser, Opera, Bale
	Akustik Projesi:	-
	Seslendirme Sistemi:	Var

Eskişehir Salonları Envanteri	Salon Adı:	Sultandere Kültür Merkezi Tiyatro Salonu
Envanter No: 5		
 (http-13)	Yapım Yılı:	2011
	Bulunduğu İlçe:	Odunpazarı
	Bağlı Olduğu Kurum:	Eskişehir BŞB
	Hacmi:	-
	Kapasitesi:	175
	İşlevi:	Tiyatro
	Akustik Projesi:	-
	Seslendirme Sistemi:	Var

Eskişehir Salonları Envanteri	Salon Adı:	Haller Gençlik Merkezi Tepebaşı Sahnesi
Envanter No: 6		
 (http-14)	Yapım Yılı:	2001
	Bulunduğu İlçe:	Tepebaşı
	Bağlı Olduğu Kurum:	Eskişehir BŞB
	Hacmi:	-
	Kapasitesi:	202
	İşlevi:	Tiyatro
	Akustik Projesi:	-
	Seslendirme Sistemi:	Var

Eskişehir Salonları Envanteri	Salon Adı:	BSM Turgut Özakman Sahnesi
Envanter No: 7		
 (http-15)	Yapım Yılı:	2002
	Bulunduğu İlçe:	Odunpazarı
	Bağlı Olduğu Kurum:	Eskişehir BŞB
	Hacmi:	-
	Kapasitesi:	178
	İşlevi:	Tiyatro
	Akustik Projesi:	-
	Seslendirme Sistemi:	-

Eskişehir Salonları Envanteri	Salon Adı:	Çağdaş Cam Sanatları Müzesi Çocuk Sahnesi
Envanter No: 8		
	Yapım Yılı:	2009
	Bulunduğu İlçe:	Odunpazarı
	Bağlı Olduğu Kurum:	Eskişehir BŞB
	Hacmi:	-
	Kapasitesi:	120
	İşlevi:	Tiyatro
	Akustik Projesi:	-
	Seslendirme Sistemi:	-

Eskişehir Salonları Envanteri	Salon Adı:	Eskişehir BŞB Taşbaşı Kültür Merkezi Kırmızı Salon
Envanter No: 9		
 (http-16)	Yapım Yılı:	-
	Bulunduğu İlçe:	Odunpazarı
	Bağlı Olduğu Kurum:	Eskişehir BŞB
	Hacmi:	-
	Kapasitesi:	210
	İşlevi:	Çok Amaçlı
	Akustik Projesi:	-
	Seslendirme Sistemi:	Var

Eskişehir Salonları Envanteri	Salon Adı:	Eskişehir Yunus Emre Kültür Merkezi
Envanter No: 10		
 (http-17)	Yapım Yılı:	2005
	Bulunduğu İlçe:	Odunpazarı
	Bağlı Olduğu Kurum:	Esk. Odunpazarı Belediyesi
	Hacmi:	-
	Kapasitesi:	434
	İşlevi:	Çok Amaçlı
	Akustik Projesi:	Yok
	Seslendirme Sistemi:	Var

Eskişehir Salonları Envanteri	Salon Adı:	Hasan Polatkan Kültür Merkezi
Envanter No: 11		
 (http-18)	Yapım Yılı:	2013
	Bulunduğu İlçe:	Odunpazarı
	Bağlı Olduğu Kurum:	Esk. Odunpazarı Belediyesi
	Hacmi:	-
	Kapasitesi:	540
	İşlevi:	-
	Akustik Projesi:	Yok
	Seslendirme Sistemi:	Var

Eskişehir Salonları Envanteri	Salon Adı:	Zübeyde Hanım Kültür Merkezi
Envanter No: 12		
 (http-19)	Yapım Yılı:	-
	Bulunduğu İlçe:	Tepebaşı
	Bağlı Olduğu Kurum:	Esk. Tepebaşı Belediyesi
	Hacmi:	-
	Kapasitesi:	430
	İşlevi:	-
	Akustik Projesi:	-
	Seslendirme Sistemi:	Var

Eskişehir Salonları Envanteri	Salon Adı:	Özdilek Sanat Merkezi Oktay Ekinci Sahnesi
Envanter No: 13		
 (http-20)	Yapım Yılı:	-
	Bulunduğu İlçe:	Tepebaşı
	Bağlı Olduğu Kurum:	Esk. Tepebaşı Belediyesi
	Hacmi:	-
	Kapasitesi:	120
	İşlevi:	-
	Akustik Projesi:	-
	Seslendirme Sistemi:	Var

Eskişehir Salonları Envanteri	Salon Adı:	29 Ekim Gençlik Merkezi Ali İsmail Korkmaz Sahnesi
Envanter No: 14		
 (Resim Tepebaşı Belediyesi tarafından verilmiştir.)	Yapım Yılı:	-
	Bulunduğu İlçe:	Tepebaşı
	Bağlı Olduğu Kurum:	Esk. Tepebaşı Belediyesi
	Hacmi:	-
	Kapasitesi:	150
	İşlevi:	Konuşma, Tiyatro
	Akustik Projesi:	-
	Seslendirme Sistemi:	-

Eskişehir Salonları Envanteri	Salon Adı:	Hedef Batıkent Belde Evi Çok Amaçlı Salonu
Envanter No: 15		
 Resim Tepebaşı Belediyesi tarafından verilmiştir.	Yapım Yılı:	-
	Bulunduğu İlçe:	Tepebaşı
	Bağlı Olduğu Kurum:	Esk. Tepebaşı Belediyesi
	Hacmi:	-
	Kapasitesi:	100
	İşlevi:	Çok Amaçlı
	Akustik Projesi:	-
	Seslendirme Sistemi:	-

Eskişehir Salonları Envanteri	Salon Adı:	23 Nisan Çocuk Sanat ve Kültür Merkezi
Envanter No: 16		
 Resim Tepebaşı Belediyesi tarafından verilmiştir.	Yapım Yılı:	-
	Bulunduğu İlçe:	Tepebaşı
	Bağlı Olduğu Kurum:	Esk. Tepebaşı Belediyesi
	Hacmi:	-
	Kapasitesi:	150
	İşlevi:	Çok Amaçlı
	Akustik Projesi:	-
	Seslendirme Sistemi:	-

Eskişehir Salonları Envanteri	Salon Adı:	AÜ AKM Opera ve Bale Salonu
Envanter No: 17		
 (http-21)	Yapım Yılı:	1986
	Bulunduğu İlçe:	Tepebaşı
	Bağlı Olduğu Kurum:	Anadolu Üniversitesi
	Hacmi:	4526
	Kapasitesi:	485
	İşlevi:	Çok Amaçlı
	Akustik Projesi:	Yok
	Seslendirme Sistemi:	Var

Eskişehir Salonları Envanteri	Salon Adı:	AÜ AKM Oda Tiyatrosu Salonu
Envanter No: 18		
	Yapım Yılı:	-
	Bulunduğu İlçe:	Tepebaşı
	Bağlı Olduğu Kurum:	Anadolu Üniversitesi
	Hacmi:	-
	Kapasitesi:	200
	İşlevi:	Tiyatro
	Akustik Projesi:	Yok
	Seslendirme Sistemi:	-

Eskişehir Salonları Envanteri	Salon Adı:	AÜ AKM Oda Konseri Salonu
Envanter No: 19		
	Yapım Yılı:	-
	Bulunduğu İlçe:	Tepebaşı
	Bağlı Olduğu Kurum:	Anadolu Üniversitesi
	Hacmi:	-
	Kapasitesi:	150
	İşlevi:	Konser
	Akustik Projesi:	Yok
	Seslendirme Sistemi:	-

Eskişehir Salonları Envanteri	Salon Adı:	AÜ AKM Uygulama Sahnesi
Envanter No: 20		
	Yapım Yılı:	-
	Bulunduğu İlçe:	Tepebaşı
	Bağlı Olduğu Kurum:	Anadolu Üniversitesi
	Hacmi:	-
	Kapasitesi:	160
	İşlevi:	Tiyatro
	Akustik Projesi:	Yok
	Seslendirme Sistemi:	-

Eskişehir Salonları Envanteri	Salon Adı:	AÜ Kongre Merkezi Salon Anadolu
Envanter No: 21		
 (http-22)	Yapım Yılı:	-
	Bulunduğu İlçe:	Tepebaşı
	Bağlı Olduğu Kurum:	Anadolu Üniversitesi
	Hacmi:	-
	Kapasitesi:	251
	İşlevi:	Konuşma
	Akustik Projesi:	Yok
	Seslendirme Sistemi:	-

Eskişehir Salonları Envanteri	Salon Adı:	AÜ Kongre Merkezi Kırmızı Salon
Envanter No: 22		
 (http-22)	Yapım Yılı:	-
	Bulunduğu İlçe:	Tepebaşı
	Bağlı Olduğu Kurum:	Anadolu Üniversitesi
	Hacmi:	-
	Kapasitesi:	130
	İşlevi:	Konuşma
	Akustik Projesi:	Yok
	Seslendirme Sistemi:	-

Eskişehir Salonları Envanteri	Salon Adı:	AÜ Kongre Merkezi Mavi Salon
Envanter No: 23		
 (http-22)	Yapım Yılı:	-
	Bulunduğu İlçe:	Tepebaşı
	Bağlı Olduğu Kurum:	Anadolu Üniversitesi
	Hacmi:	-
	Kapasitesi:	88
	İşlevi:	Konuşma
	Akustik Projesi:	Yok
	Seslendirme Sistemi:	-

Eskişehir Salonları Envanteri	Salon Adı:	AÜ Öğrenci Merkezi Salon 2009
Envanter No: 24		
 (http-23)	Yapım Yılı:	-
	Bulunduğu İlçe:	Tepebaşı
	Bağlı Olduğu Kurum:	Anadolu Üniversitesi
	Hacmi:	-
	Kapasitesi:	265
	İşlevi:	Konuşma
	Akustik Projesi:	Yok
	Seslendirme Sistemi:	Var

Eskişehir Salonları Envanteri	Salon Adı:	AÜ Salon 2003
Envanter No: 25		
 (http-24)	Yapım Yılı:	-
	Bulunduğu İlçe:	Tepebaşı
	Bağlı Olduğu Kurum:	Anadolu Üniversitesi
	Hacmi:	-
	Kapasitesi:	180
	İşlevi:	Konuşma
	Akustik Projesi:	Yok
	Seslendirme Sistemi:	-

Eskişehir Salonları Envanteri	Salon Adı:	AÜ Sinema Anadolu
Envanter No: 26		
 (http-25)	Yapım Yılı:	-
	Bulunduğu İlçe:	Tepebaşı
	Bağlı Olduğu Kurum:	Anadolu Üniversitesi
	Hacmi:	-
	Kapasitesi:	421
	İşlevi:	Çok Amaçlı
	Akustik Projesi:	Yok
	Seslendirme Sistemi:	Var

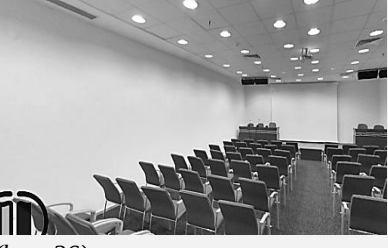
Eskişehir Salonları Envanteri	Salon Adı:	AÜ Ecz. Fak. Prof. Dr. İhsan Sarıkardaşoğlu Salonu
Envanter No: 27		
	Yapım Yılı:	-
	Bulunduğu İlçe:	Tepebaşı
	Bağlı Olduğu Kurum:	Anadolu Üniversitesi
	Hacmi:	-
	Kapasitesi:	-
	İşlevi:	Konuşma
	Akustik Projesi:	Yok
	Seslendirme Sistemi:	-

Eskişehir Salonları Envanteri	Salon Adı:	AÜ Anadolu Konukevi Toplantı Salonu
Envanter No: 28		
	Yapım Yılı:	-
	Bulunduğu İlçe:	Tepebaşı
	Bağlı Olduğu Kurum:	Anadolu Üniversitesi
	Hacmi:	-
	Kapasitesi:	20
	İşlevi:	Konuşma
	Akustik Projesi:	Yok
	Seslendirme Sistemi:	-

Eskişehir Salonları Envanteri	Salon Adı:	OGÜ Kongre Mer. Prof. Dr. A. Nejat Akgün Salonu
Envanter No: 29		
 (http-26)	Yapım Yılı:	-
	Bulunduğu İlçe:	Odunpazarı
	Bağlı Olduğu Kurum:	Osmangazi Üniversitesi
	Hacmi:	-
	Kapasitesi:	597
	İşlevi:	Konuşma
	Akustik Projesi:	-
	Seslendirme Sistemi:	Var

Eskişehir Salonları Envanteri	Salon Adı:	OGÜ Kongre Merkezi Salon 2
Envanter No: 30		
 (http-26)	Yapım Yılı:	-
	Bulunduğu İlçe:	Odunpazarı
	Bağlı Olduğu Kurum:	Osmangazi Üniversitesi
	Hacmi:	-
	Kapasitesi:	156
	İşlevi:	Konuşma
	Akustik Projesi:	-
	Seslendirme Sistemi:	Var

Eskişehir Salonları Envanteri	Salon Adı:	OGÜ Kongre Merkezi Salon 3
Envanter No: 31		
 (http-26)	Yapım Yılı:	-
	Bulunduğu İlçe:	Odunpazarı
	Bağlı Olduğu Kurum:	Osmangazi Üniversitesi
	Hacmi:	-
	Kapasitesi:	164
	İşlevi:	Konuşma
	Akustik Projesi:	-
	Seslendirme Sistemi:	Var

Eskişehir Salonları Envanteri	Salon Adı:	OGÜ Kongre Merkezi Salon 4
Envanter No: 32		
 (http-26)	Yapım Yılı:	-
	Bulunduğu İlçe:	Odunpazarı
	Bağlı Olduğu Kurum:	Osmangazi Üniversitesi
	Hacmi:	-
	Kapasitesi:	90
	İşlevi:	Konuşma
	Akustik Projesi:	-
	Seslendirme Sistemi:	Var

Eskişehir Salonları Envanteri	Salon Adı:	OGÜ Kongre Merkezi Salon 5
Envanter No: 33		
 (http-26)	Yapım Yılı:	-
	Bulunduğu İlçe:	Odunpazarı
	Bağlı Olduğu Kurum:	Osmangazi Üniversitesi
	Hacmi:	-
	Kapasitesi:	90
	İşlevi:	Konuşma
	Akustik Projesi:	-
	Seslendirme Sistemi:	Var

Eskişehir Salonları Envanteri	Salon Adı:	OGÜ Kongre Merkezi Salon 6
Envanter No: 34		
 (http-26)	Yapım Yılı:	-
	Bulunduğu İlçe:	Odunpazarı
	Bağlı Olduğu Kurum:	Osmangazi Üniversitesi
	Hacmi:	-
	Kapasitesi:	70
	İşlevi:	Konuşma
	Akustik Projesi:	-
	Seslendirme Sistemi:	Var

Eskişehir Salonları Envanteri	Salon Adı:	OGÜ Kongre Merkezi Salon 7
Envanter No: 35		
 (http-26)	Yapım Yılı:	-
	Bulunduğu İlçe:	Odunpazarı
	Bağlı Olduğu Kurum:	Osmangazi Üniversitesi
	Hacmi:	-
	Kapasitesi:	70
	İşlevi:	Konuşma
	Akustik Projesi:	-
	Seslendirme Sistemi:	Var

Eskişehir Salonları Envanteri	Salon Adı:	OGÜ Kongre Merkezi Toplantı Salonu
Envanter No: 36		
 (http-26)	Yapım Yılı:	-
	Bulunduğu İlçe:	Odunpazarı
	Bağlı Olduğu Kurum:	Osmangazi Üniversitesi
	Hacmi:	-
	Kapasitesi:	25
	İşlevi:	Konuşma
	Akustik Projesi:	-
	Seslendirme Sistemi:	Var

Eskişehir Salonları Envanteri	Salon Adı:	OGÜ Prof. Dr. Suat Mirza Salonu
Envanter No: 37		
 (http-27)	Yapım Yılı:	-
	Bulunduğu İlçe:	Odunpazarı
	Bağlı Olduğu Kurum:	Osmangazi Üniversitesi
	Hacmi:	-
	Kapasitesi:	170
	İşlevi:	Konuşma
	Akustik Projesi:	-
	Seslendirme Sistemi:	Var

Eskişehir Salonları Envanteri	Salon Adı:	OGÜ Prof. Dr. Necla Özdemir Salonu
Envanter No: 38		
 (http-28)	Yapım Yılı:	-
	Bulunduğu İlçe:	Odunpazarı
	Bağlı Olduğu Kurum:	Osmangazi Üniversitesi
	Hacmi:	-
	Kapasitesi:	209
	İşlevi:	Çok Amaçlı
	Akustik Projesi:	-
	Seslendirme Sistemi:	Var

Eskişehir Salonları Envanteri	Salon Adı:	OGÜ Prof. Dr. Fazıl Tekin Salonu
Envanter No: 39		
 (http-29)	Yapım Yılı:	-
	Bulunduğu İlçe:	Odunpazarı
	Bağlı Olduğu Kurum:	Osmangazi Üniversitesi
	Hacmi:	-
	Kapasitesi:	315
	İşlevi:	Konuşma
	Akustik Projesi:	-
	Seslendirme Sistemi:	Var

Eskişehir Salonları Envanteri	Salon Adı:	OGÜ Fen Edebiyat Fakültesi F-5 Salonu
Envanter No: 40		
 (http-30)	Yapım Yılı:	-
	Bulunduğu İlçe:	Odunpazarı
	Bağlı Olduğu Kurum:	Osmangazi Üniversitesi
	Hacmi:	-
	Kapasitesi:	182
	İşlevi:	Konuşma
	Akustik Projesi:	-
	Seslendirme Sistemi:	Var

Eskişehir Salonları Envanteri	Salon Adı:	OGÜ Eğitim Fakültesi Salonu
Envanter No: 41		
 (http-31)	Yapım Yılı:	-
	Bulunduğu İlçe:	Odunpazarı
	Bağlı Olduğu Kurum:	Osmangazi Üniversitesi
	Hacmi:	-
	Kapasitesi:	160
	İşlevi:	Konuşma
	Akustik Projesi:	-
	Seslendirme Sistemi:	Var

Eskişehir Salonları Envanteri	Salon Adı:	OGÜ İlahiyat Fakültesi Salonu
Envanter No: 42		
 (http-32)	Yapım Yılı:	-
	Bulunduğu İlçe:	Odunpazarı
	Bağlı Olduğu Kurum:	Osmangazi Üniversitesi
	Hacmi:	-
	Kapasitesi:	167
	İşlevi:	Konuşma
	Akustik Projesi:	-
	Seslendirme Sistemi:	Var

Eskişehir Salonları Envanteri	Salon Adı:	Eskişehir Ticaret Odası Meclis Salonu
Envanter No: 43		
 (http-33)	Yapım Yılı:	-
	Bulunduğu İlçe:	Odunpazarı
	Bağlı Olduğu Kurum:	Eskişehir Ticaret Odası
	Hacmi:	-
	Kapasitesi:	150
	İşlevi:	Konuşma
	Akustik Projesi:	-
	Seslendirme Sistemi:	Var

Eskişehir Salonları Envanteri	Salon Adı:	Eskişehir Ticaret Odası İki Eylül Salonu
Envanter No: 44		
	Yapım Yılı:	-
	Bulunduğu İlçe:	Odunpazarı
	Bağlı Olduğu Kurum:	Eskişehir Ticaret Odası
	Hacmi:	-
	Kapasitesi:	30
	İşlevi:	Konuşma
	Akustik Projesi:	-
	Seslendirme Sistemi:	-

Eskişehir Salonları Envanteri	Salon Adı:	Eskişehir Ticaret Odası Yunus Emre Salonu
Envanter No: 45		
 (http-34)	Yapım Yılı:	-
	Bulunduğu İlçe:	Odunpazarı
	Bağlı Olduğu Kurum:	Eskişehir Ticaret Odası
	Hacmi:	-
	Kapasitesi:	20
	İşlevi:	Konuşma
	Akustik Projesi:	-
	Seslendirme Sistemi:	Var

Eskişehir Salonları Envanteri	Salon Adı:	Eskişehir Sanayi Odası Toplantı Salonu
Envanter No: 46		
	Yapım Yılı:	-
	Bulunduğu İlçe:	Odunpazarı
	Bağlı Olduğu Kurum:	Eskişehir Sanayi Odası
	Hacmi:	-
	Kapasitesi:	120
	İşlevi:	Konuşma
	Akustik Projesi:	-
	Seslendirme Sistemi:	-

Eskişehir Salonları Envanteri	Salon Adı:	Eskişehir Sanayi Odası Meclis Salonu
Envanter No: 47		
 (http-35)	Yapım Yılı:	-
	Bulunduğu İlçe:	Odunpazarı
	Bağlı Olduğu Kurum:	Eskişehir Sanayi Odası
	Hacmi:	-
	Kapasitesi:	75
	İşlevi:	Konuşma
	Akustik Projesi:	-
	Seslendirme Sistemi:	Var

Eskişehir Salonları Envanteri	Salon Adı:	Eskişehir Sanayi Odası Küçük Toplantı Salonu
Envanter No: 48		
	Yapım Yılı:	-
	Bulunduğu İlçe:	Odunpazarı
	Bağlı Olduğu Kurum:	Eskişehir Sanayi Odası
	Hacmi:	-
	Kapasitesi:	20
	İşlevi:	Konuşma
	Akustik Projesi:	-
	Seslendirme Sistemi:	-

Eskişehir Salonları Envanteri	Salon Adı:	Eskişehir Tabip Odası Ata Soyer Salonu
Envanter No: 49		
 (http-36)	Yapım Yılı:	2015
	Bulunduğu İlçe:	Tepebaşı
	Bağlı Olduğu Kurum:	Eskişehir Tabip Odası
	Hacmi:	-
	Kapasitesi:	-
	İşlevi:	Konuşma
	Akustik Projesi:	-
	Seslendirme Sistemi:	-

Eskişehir Salonları Envanteri	Salon Adı:	ESSMMO İlker Özokçu Konferans Salonu
Envanter No: 50		
 (http-37)	Yapım Yılı:	-
	Bulunduğu İlçe:	Odunpazarı
	Bağlı Olduğu Kurum:	ESSMMO
	Hacmi:	-
	Kapasitesi:	-
	İşlevi:	Konuşma
	Akustik Projesi:	-
	Seslendirme Sistemi:	Var

Eskişehir Salonları Envanteri	Salon Adı:	Esk. Esnaf ve Sanatkar O. Birliği Konferans Salonu
Envanter No: 51		
 (http-38)	Yapım Yılı:	-
	Bulunduğu İlçe:	Odunpazarı
	Bağlı Olduğu Kurum:	Esk. Esnaf ve Sanatkar O.
	Hacmi:	-
	Kapasitesi:	-
	İşlevi:	Konuşma
	Akustik Projesi:	-
	Seslendirme Sistemi:	Var

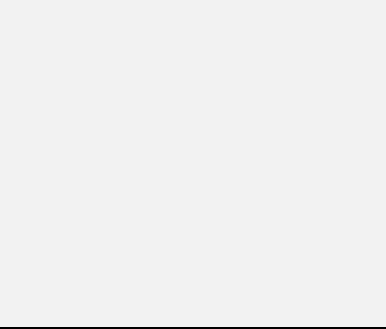
Eskişehir Salonları Envanteri	Salon Adı:	İnşaat Mühendisleri Odası Eskişehir Seminer Salonu
Envanter No: 52		
 (http-39)	Yapım Yılı:	-
	Bulunduğu İlçe:	Odunpazarı
	Bağlı Olduğu Kurum:	Esk. İnşaat Müh. Odası
	Hacmi:	-
	Kapasitesi:	-
	İşlevi:	Konuşma
	Akustik Projesi:	-
	Seslendirme Sistemi:	-

Eskişehir Salonları Envanteri	Salon Adı:	Mimarlar Odası Eskişehir Seminer Salonu
Envanter No: 53		
 (http-40)	Yapım Yılı:	-
	Bulunduğu İlçe:	Tepebaşı
	Bağlı Olduğu Kurum:	Eskişehir Mimarlar Odası
	Hacmi:	-
	Kapasitesi:	-
	İşlevi:	Konuşma
	Akustik Projesi:	-
	Seslendirme Sistemi:	-

Eskişehir Salonları Envanteri	Salon Adı:	Odunpazarı Ziraat Odası Seminer Salonu
Envanter No: 54		
 (http-41)	Yapım Yılı:	-
	Bulunduğu İlçe:	Odunpazarı
	Bağlı Olduğu Kurum:	Eskişehir Ziraat Odası
	Hacmi:	-
	Kapasitesi:	-
	İşlevi:	Konuşma
	Akustik Projesi:	-
	Seslendirme Sistemi:	Var

Eskişehir Salonları Envanteri	Salon Adı:	Eskişehir Sivil Yerel Oluşumu Toplantı Salonu
Envanter No: 55		
	Yapım Yılı:	-
	Bulunduğu İlçe:	-
	Bağlı Olduğu Kurum:	Esk. Sivil Yerel Oluşumu
	Hacmi:	-
	Kapasitesi:	-
	İşlevi:	Konuşma
	Akustik Projesi:	-
	Seslendirme Sistemi:	-

Eskişehir Salonları Envanteri	Salon Adı:	Esk. Vergi Dairesi Bşk. Konferans Salonu
Envanter No: 56		
 (http-42)	Yapım Yılı:	-
	Bulunduğu İlçe:	Tepebaşı
	Bağlı Olduğu Kurum:	Esk. Vergi Dairesi Bşk.
	Hacmi:	-
	Kapasitesi:	-
	İşlevi:	-
	Akustik Projesi:	-
	Seslendirme Sistemi:	Var

Eskişehir Salonları Envanteri	Salon Adı:	Eskişehir İl Genel Meclis Salonu
Envanter No: 57		
	Yapım Yılı:	-
	Bulunduğu İlçe:	-
	Bağlı Olduğu Kurum:	-
	Hacmi:	-
	Kapasitesi:	-
	İşlevi:	-
	Akustik Projesi:	-
	Seslendirme Sistemi:	-

Eskişehir Salonları Envanteri	Salon Adı:	Esk. Ağız Ve Diş Sağlığı Merkezi Konferans Salonu
Envanter No: 58		
	Yapım Yılı:	-
	Bulunduğu İlçe:	Odunpazarı
	Bağlı Olduğu Kurum:	T.C. Sağlık Bakanlığı
	Hacmi:	-
	Kapasitesi:	-
	İşlevi:	Konuşma
	Akustik Projesi:	-
(http-43)	Seslendirme Sistemi:	Var

Eskişehir Salonları Envanteri	Salon Adı:	Modernity Hotel Tanju Demirci Salonu
Envanter No: 59		
	Yapım Yılı:	2015
	Bulunduğu İlçe:	Tepebaşı
	Bağlı Olduğu Kurum:	Modernity Otel
	Hacmi:	400
	Kapasitesi:	-
	İşlevi:	Konuşma
	Akustik Projesi:	-
(http-44)	Seslendirme Sistemi:	Var

Eskişehir Salonları Envanteri	Salon Adı:	Modernity Hotel Ekrem Kahraman Salonu
Envanter No: 60		
	Yapım Yılı:	2015
	Bulunduğu İlçe:	Tepebaşı
	Bağlı Olduğu Kurum:	Modernity Otel
	Hacmi:	720
	Kapasitesi:	-
	İşlevi:	Konuşma
	Akustik Projesi:	-
(http-44)	Seslendirme Sistemi:	Var

Eskişehir Salonları Envanteri	Salon Adı:	Grand Namlı Otel Toplantı Salonu
Envanter No: 61		
 (http-45)	Yapım Yılı:	2008
	Bulunduğu İlçe:	Tepebaşı
	Bağlı Olduğu Kurum:	Grand Namlı otel
	Hacmi:	-
	Kapasitesi:	40 (sinema düzeni)
	İşlevi:	Konuşma
	Akustik Projesi:	-
	Seslendirme Sistemi:	Var

Eskişehir Salonları Envanteri	Salon Adı:	Abacı Konak Otel Toplantı Salonu
Envanter No: 62		
 (http-46)	Yapım Yılı:	2010
	Bulunduğu İlçe:	Odunpazarı
	Bağlı Olduğu Kurum:	Abacı Konak Otel
	Hacmi:	-
	Kapasitesi:	-
	İşlevi:	Konuşma
	Akustik Projesi:	-
	Seslendirme Sistemi:	Var

Eskişehir Salonları Envanteri	Salon Adı:	Büyük Otel Toplantı Salonu
Envanter No: 63		
 (http-47)	Yapım Yılı:	1960
	Bulunduğu İlçe:	Tepebaşı
	Bağlı Olduğu Kurum:	Büyük Otel
	Hacmi:	-
	Kapasitesi:	100
	İşlevi:	Çok Amaçlı
	Akustik Projesi:	-
	Seslendirme Sistemi:	Var

Eskişehir Salonları Envanteri	Salon Adı:	Es Albatros Otel Çok Amaçlı Salon
Envanter No: 64		
	Yapım Yılı:	2008
	Bulunduğu İlçe:	Tepebaşı
	Bağlı Olduğu Kurum:	Es Albatros Otel
	Hacmi:	-
	Kapasitesi:	120
	İşlevi:	Çok Amaçlı
	Akustik Projesi:	-
	Seslendirme Sistemi:	-

Eskişehir Salonları Envanteri	Salon Adı:	Es Albatros Otel Toplantı Salonu
Envanter No: 65		
 (http-48)	Yapım Yılı:	2008
	Bulunduğu İlçe:	Tepebaşı
	Bağlı Olduğu Kurum:	Es Albatros Otel
	Hacmi:	-
	Kapasitesi:	50
	İşlevi:	Konuşma
	Akustik Projesi:	--
	Seslendirme Sistemi:	

Eskişehir Salonları Envanteri	Salon Adı:	Şahin Park Otel Çok Amaçlı Salonu
Envanter No: 66		
 (http-49)	Yapım Yılı:	-
	Bulunduğu İlçe:	Odunpazarı
	Bağlı Olduğu Kurum:	Şahin Park Otel
	Hacmi:	-
	Kapasitesi:	-
	İşlevi:	Çok Amaçlı
	Akustik Projesi:	-
	Seslendirme Sistemi:	Var

Eskişehir Salonları Envanteri	Salon Adı:	Verman Otel Midas Salonu
Envanter No: 67		
 (http-50)	Yapım Yılı:	-
	Bulunduğu İlçe:	Tepebaşı
	Bağlı Olduğu Kurum:	Verman Otel
	Hacmi:	-
	Kapasitesi:	100
	İşlevi:	Konuşma
	Akustik Projesi:	-
	Seslendirme Sistemi:	Var

Eskişehir Salonları Envanteri	Salon Adı:	Verman Otel Dorylaion Salonu
Envanter No: 68		
 (http-51)	Yapım Yılı:	-
	Bulunduğu İlçe:	Tepebaşı
	Bağlı Olduğu Kurum:	Verman Otel
	Hacmi:	-
	Kapasitesi:	50
	İşlevi:	Konuşma
	Akustik Projesi:	-
	Seslendirme Sistemi:	-

Eskişehir Salonları Envanteri	Salon Adı:	İbis Otel Toplantı Salonu
Envanter No: 69		
 (http-52)	Yapım Yılı:	restorasyon
	Bulunduğu İlçe:	Tepebaşı
	Bağlı Olduğu Kurum:	İbis Otel
	Hacmi:	-
	Kapasitesi:	-
	İşlevi:	Konuşma
	Akustik Projesi:	-
	Seslendirme Sistemi:	Var

Eskişehir Salonları Envanteri	Salon Adı:	Sör Otel Toplantı Salonu
Envanter No: 70		
	Yapım Yılı:	2013
	Bulunduğu İlçe:	Tepebaşı
	Bağlı Olduğu Kurum:	Sör Otel
	Hacmi:	-
	Kapasitesi:	300'e kadar
	İşlevi:	Çok amaçlı
	Akustik Projesi:	-
	Seslendirme Sistemi:	-

Eskişehir Salonları Envanteri	Salon Adı:	Atışkan Otel Toplantı Salonu
Envanter No: 71		
 (http-53)	Yapım Yılı:	-
	Bulunduğu İlçe:	Odunpazarı
	Bağlı Olduğu Kurum:	Atışkan Otel
	Hacmi:	-
	Kapasitesi:	100
	İşlevi:	Konuşma
	Akustik Projesi:	-
	Seslendirme Sistemi:	-

Eskişehir Salonları Envanteri	Salon Adı:	Dedepark Otel Toplantı Salonu
Envanter No: 72		
 (http-54)	Yapım Yılı:	-
	Bulunduğu İlçe:	Tepebaşı
	Bağlı Olduğu Kurum:	Dedepark Otel
	Hacmi:	-
	Kapasitesi:	750
	İşlevi:	Konuşma
	Akustik Projesi:	-
	Seslendirme Sistemi:	-

Eskişehir Salonları Envanteri	Salon Adı:	Dedepark Otel Toplantı Salonu
Envanter No: 73		
 (http-55)	Yapım Yılı:	-
	Bulunduğu İlçe:	Tepebaşı
	Bağlı Olduğu Kurum:	Dedepark Otel
	Hacmi:	-
	Kapasitesi:	10
	İşlevi:	Konuşma
	Akustik Projesi:	-
	Seslendirme Sistemi:	-

Eskişehir Salonları Envanteri	Salon Adı:	Dedepark Otel Toplantı Salonu
Envanter No: 74		
 (http-56)	Yapım Yılı:	-
	Bulunduğu İlçe:	Tepebaşı
	Bağlı Olduğu Kurum:	Dedepark Otel
	Hacmi:	-
	Kapasitesi:	-
	İşlevi:	Konuşma
	Akustik Projesi:	-
	Seslendirme Sistemi:	-

Eskişehir Salonları Envanteri	Salon Adı:	Dedepark Otel Toplantı Salonu
Envanter No: 75		
	Yapım Yılı:	-
	Bulunduğu İlçe:	Tepebaşı
	Bağlı Olduğu Kurum:	Dedepark Otel
	Hacmi:	-
	Kapasitesi:	-
	İşlevi:	Konuşma
	Akustik Projesi:	-
	Seslendirme Sistemi:	-

Eskişehir Salonları Envanteri	Salon Adı:	Uysal Termal Otel Toplantı Salonu
Envanter No: 76		
	Yapım Yılı:	-
	Bulunduğu İlçe:	Odunpazarı
	Bağlı Olduğu Kurum:	Uysal Termal Otel
	Hacmi:	-
	Kapasitesi:	250
	İşlevi:	Konuşma
	Akustik Projesi:	-
	Seslendirme Sistemi:	Var

Eskişehir Salonları Envanteri	Salon Adı:	Ali Güven Uygulama Oteli Toplantı Salonu
Envanter No: 77		
 (http-57)	Yapım Yılı:	-
	Bulunduğu İlçe:	Tepebaşı
	Bağlı Olduğu Kurum:	Ali Güven Uygulama Oteli
	Hacmi:	-
	Kapasitesi:	-
	İşlevi:	Konuşma
	Akustik Projesi:	-
	Seslendirme Sistemi:	Var

Eskişehir Salonları Envanteri	Salon Adı:	Anemon Otel Eskişehir Salonu 1 (2 ile birleşebiliyor)
Envanter No: 78		
 (http-58)	Yapım Yılı:	2004
	Bulunduğu İlçe:	Bursa-Eskişehir karayolu
	Bağlı Olduğu Kurum:	Anemon Otel
	Hacmi:	1980
	Kapasitesi:	225(b) 500(t) 550(r)
	İşlevi:	-
	Akustik Projesi:	-
	Seslendirme Sistemi:	Var

Eskişehir Salonları Envanteri	Salon Adı:	Anemon Otel Eskişehir Salonu 2 (1 ile birleşebiliyor)
Envanter No: 79		
 (http-58)	Yapım Yılı:	2004
	Bulunduğu İlçe:	Bursa-Eskişehir karayolu
	Bağlı Olduğu Kurum:	Anemon Otel
	Hacmi:	2420
	Kapasitesi:	325(b) 600(t) 700(r)
	İşlevi:	-
	Akustik Projesi:	-
	Seslendirme Sistemi:	Var

Eskişehir Salonları Envanteri	Salon Adı:	Anemon Otel Manisa Salonu
Envanter No: 80		
 (http-59)	Yapım Yılı:	2004
	Bulunduğu İlçe:	Bursa-Eskişehir karayolu
	Bağlı Olduğu Kurum:	Anemon Otel
	Hacmi:	1020
	Kapasitesi:	150(b) 220(t) 350(r)
	İşlevi:	-
	Akustik Projesi:	-
	Seslendirme Sistemi:	Var

Eskişehir Salonları Envanteri	Salon Adı:	Anemon Otel İzmir Salonu
Envanter No: 81		
 (http-60)	Yapım Yılı:	2004
	Bulunduğu İlçe:	Bursa-Eskişehir karayolu
	Bağlı Olduğu Kurum:	Anemon Otel
	Hacmi:	693
	Kapasitesi:	120(b) 150(t) 150(r)
	İşlevi:	-
	Akustik Projesi:	-
	Seslendirme Sistemi:	Var

Eskişehir Salonları Envanteri	Salon Adı:	Anemon Otel Marmaris Salonu
Envanter No: 82		
 (http-61)	Yapım Yılı:	2004
	Bulunduğu İlçe:	Bursa-Eskişehir karayolu
	Bağlı Olduğu Kurum:	Anemon Otel
	Hacmi:	385
	Kapasitesi:	50(b) 80(t)
	İşlevi:	-
	Akustik Projesi:	-
	Seslendirme Sistemi:	Var

Eskişehir Salonları Envanteri	Salon Adı:	Anemon Otel Galata Salonu
Envanter No: 83		
 (http-62)	Yapım Yılı:	2004
	Bulunduğu İlçe:	Bursa-Eskişehir karayolu
	Bağlı Olduğu Kurum:	Anemon Otel
	Hacmi:	270
	Kapasitesi:	50(t)
	İşlevi:	Konuşma
	Akustik Projesi:	-
	Seslendirme Sistemi:	-

Eskişehir Salonları Envanteri	Salon Adı:	Anemon Otel Anemon Salonu
Envanter No: 84		
 (http-63)	Yapım Yılı:	2004
	Bulunduğu İlçe:	Bursa-Eskişehir karayolu
	Bağlı Olduğu Kurum:	Anemon Otel
	Hacmi:	193
	Kapasitesi:	11
	İşlevi:	Konuşma
	Akustik Projesi:	-
	Seslendirme Sistemi:	-

Eskişehir Salonları Envanteri	Salon Adı:	Anemon Otel Ege Salonu
Envanter No: 85		
 (http-64)	Yapım Yılı:	2004
	Bulunduğu İlçe:	Bursa-Eskişehir karayolu
	Bağlı Olduğu Kurum:	Anemon Otel
	Hacmi:	105
	Kapasitesi:	5
	İşlevi:	Konuşma
	Akustik Projesi:	-
	Seslendirme Sistemi:	-

Eskişehir Salonları Envanteri	Salon Adı:	Anemon Otel Aydın Salonu
Envanter No: 86		
 (http-65)	Yapım Yılı:	2004
	Bulunduğu İlçe:	Bursa-Eskişehir karayolu
	Bağlı Olduğu Kurum:	Anemon Otel
	Hacmi:	84
	Kapasitesi:	6
	İşlevi:	Konuşma
	Akustik Projesi:	-
	Seslendirme Sistemi:	-

Eskişehir Salonları Envanteri	Salon Adı:	Divan Expres Otel Toplantı Salonu
Envanter No: 87		
 (http-66)	Yapım Yılı:	2014
	Bulunduğu İlçe:	Tepebaşı
	Bağlı Olduğu Kurum:	Divan Expres Otel
	Hacmi:	-
	Kapasitesi:	-
	İşlevi:	Konuşma
	Akustik Projesi:	-
	Seslendirme Sistemi:	Var

Eskişehir Salonları Envanteri	Salon Adı:	Divan Expres Otel Toplantı Salonu
Envanter No: 88		
 (http-66)	Yapım Yılı:	2014
	Bulunduğu İlçe:	Tepebaşı
	Bağlı Olduğu Kurum:	Divan Expres Otel
	Hacmi:	-
	Kapasitesi:	-
	İşlevi:	Konuşma
	Akustik Projesi:	-
	Seslendirme Sistemi:	Var

Eskişehir Salonları Envanteri	Salon Adı:	Divan Expres Otel Toplantı Salonu
Envanter No: 89		
 (http-66)	Yapım Yılı:	2014
	Bulunduğu İlçe:	Tepebaşı
	Bağlı Olduğu Kurum:	Divan Expres Otel
	Hacmi:	-
	Kapasitesi:	-
	İşlevi:	Konuşma
	Akustik Projesi:	-
	Seslendirme Sistemi:	Var

Eskişehir Salonları Envanteri	Salon Adı:	Divan Expres Otel Toplantı Salonu
Envanter No: 90		
 (http-66)	Yapım Yılı:	2014
	Bulunduğu İlçe:	Tepebaşı
	Bağlı Olduğu Kurum:	Divan Expres Otel
	Hacmi:	-
	Kapasitesi:	-
	İşlevi:	Konuşma
	Akustik Projesi:	-
	Seslendirme Sistemi:	-

Eskişehir Salonları Envanteri	Salon Adı:	Divan Expres Otel Toplantı Salonu
Envanter No: 91		
	Yapım Yılı:	2014
	Bulunduğu İlçe:	Tepebaşı
	Bağlı Olduğu Kurum:	Divan Expres Otel
	Hacmi:	-
	Kapasitesi:	-
	İşlevi:	Konuşma
	Akustik Projesi:	-
	Seslendirme Sistemi:	-

Eskişehir Salonları Envanteri	Salon Adı:	Divan Expres Otel Toplantı Salonu
Envanter No: 92		
	Yapım Yılı:	2014
	Bulunduğu İlçe:	Tepebaşı
	Bağlı Olduğu Kurum:	Divan Expres Otel
	Hacmi:	-
	Kapasitesi:	-
	İşlevi:	Konuşma
	Akustik Projesi:	-
	Seslendirme Sistemi:	-

Eskişehir Salonları Envanteri	Salon Adı:	Divan Expres Otel Toplantı Salonu
Envanter No: 93		
	Yapım Yılı:	2014
	Bulunduğu İlçe:	Tepebaşı
	Bağlı Olduğu Kurum:	Divan Expres Otel
	Hacmi:	-
	Kapasitesi:	-
	İşlevi:	Konuşma
	Akustik Projesi:	-
	Seslendirme Sistemi:	-

Eskişehir Salonları Envanteri	Salon Adı:	Saffron Otel Toplantı Salonu
Envanter No: 94		
	Yapım Yılı:	-
	Bulunduğu İlçe:	Tepebaşı
	Bağlı Olduğu Kurum:	Saffron Otel
	Hacmi:	-
	Kapasitesi:	500
	İşlevi:	Konuşma
	Akustik Projesi:	-
	Seslendirme Sistemi:	Var

Eskişehir Salonları Envanteri	Salon Adı:	Saffron Otel Toplantı Salonu
Envanter No: 95		
	Yapım Yılı:	-
	Bulunduğu İlçe:	Tepebaşı
	Bağlı Olduğu Kurum:	Saffron Otel
	Hacmi:	-
	Kapasitesi:	-
	İşlevi:	Konuşma
	Akustik Projesi:	-
	Seslendirme Sistemi:	Var

Eskişehir Salonları Envanteri	Salon Adı:	Saffron Otel Toplantı Salonu
Envanter No: 96		
	Yapım Yılı:	-
	Bulunduğu İlçe:	Tepebaşı
	Bağlı Olduğu Kurum:	Saffron Otel
	Hacmi:	-
	Kapasitesi:	50
	İşlevi:	Konuşma
	Akustik Projesi:	-
	Seslendirme Sistemi:	Var

Eskişehir Salonları Envanteri	Salon Adı:	Saffron Otel Toplantı Salonu
Envanter No: 97		
	Yapım Yılı:	-
	Bulunduğu İlçe:	Tepebaşı
	Bağlı Olduğu Kurum:	Saffron Otel
	Hacmi:	-
	Kapasitesi:	-
	İşlevi:	Konuşma
	Akustik Projesi:	-
	Seslendirme Sistemi:	Var

Eskişehir Salonları Envanteri	Salon Adı:	Turunç Otel Lotus Hall
Envanter No: 98		
	Yapım Yılı:	-
	Bulunduğu İlçe:	Odunpazarı
	Bağlı Olduğu Kurum:	Turunç Otel
	Hacmi:	-
	Kapasitesi:	350
	İşlevi:	-
	Akustik Projesi:	-
	Seslendirme Sistemi:	-

Eskişehir Salonları Envanteri	Salon Adı:	Turunç Otel VIP Lounge
Envanter No: 99		
	Yapım Yılı:	-
	Bulunduğu İlçe:	Odunpazarı
	Bağlı Olduğu Kurum:	Turunç Otel
	Hacmi:	-
	Kapasitesi:	20
	İşlevi:	Konuşma
	Akustik Projesi:	-
	Seslendirme Sistemi:	-

(http-68)

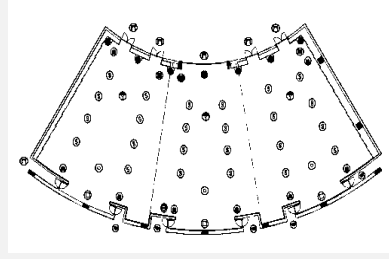
Eskişehir Salonları Envanteri	Salon Adı:	Zin Otel Toplantı Salonu
Envanter No: 100		
	Yapım Yılı:	2013
	Bulunduğu İlçe:	Tepebaşı
	Bağlı Olduğu Kurum:	Zin Otel
	Hacmi:	-
	Kapasitesi:	100
	İşlevi:	Konuşma
	Akustik Projesi:	-
	Seslendirme Sistemi:	-

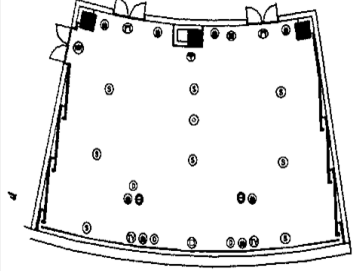
(http-69)

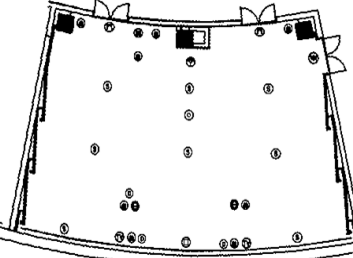
Eskişehir Salonları Envanteri	Salon Adı:	Merlot Otel Frig Salonu
Envanter No: 101		
 (http-70)	Yapım Yılı:	2013
	Bulunduğu İlçe:	Tepebaşı
	Bağlı Olduğu Kurum:	Merlot Otel
	Hacmi:	360
	Kapasitesi:	110(t) 75(s) 125(b) 120(k)
	İşlevi:	Konuşma
	Akustik Projesi:	-
	Seslendirme Sistemi:	-

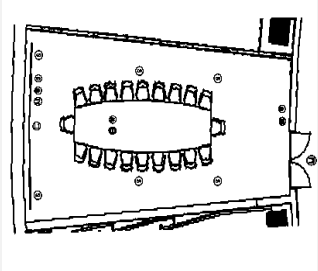
Eskişehir Salonları Envanteri	Salon Adı:	Merlot Otel Midas Salonu
Envanter No: 102		
 (http-71)	Yapım Yılı:	2013
	Bulunduğu İlçe:	Tepebaşı
	Bağlı Olduğu Kurum:	Merlot Otel
	Hacmi:	300
	Kapasitesi:	90(t) 60(s) 110(b) 100(k)
	İşlevi:	Konuşma
	Akustik Projesi:	-
	Seslendirme Sistemi:	-

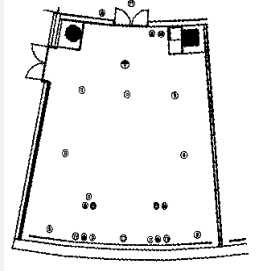
Eskişehir Salonları Envanteri	Salon Adı:	Merlot Otel Ege Salonu
Envanter No: 103		
 (http-72)	Yapım Yılı:	2013
	Bulunduğu İlçe:	Tepebaşı
	Bağlı Olduğu Kurum:	Merlot Otel
	Hacmi:	280
	Kapasitesi:	85(t) 55(s) 100(b) 90(k)
	İşlevi:	Konuşma
	Akustik Projesi:	-
	Seslendirme Sistemi:	-

Eskişehir Salonları Envanteri	Salon Adı:	Rixos Otel Midas Salonu (3'e bölünebiliyor)
Envanter No: 104		
 (http-73)	Yapım Yılı:	2014
	Bulunduğu İlçe:	Odunpazarı
	Bağlı Olduğu Kurum:	Rixos Otel
	Hacmi:	4925
	Kapasitesi:	750(t) 400(s) 900(k)
	İşlevi:	Çok Amaçlı
	Akustik Projesi:	-
	Seslendirme Sistemi:	Var

Eskişehir Salonları Envanteri	Salon Adı:	Rixos Otel Frig Salonu
Envanter No: 105		
 (http-73)	Yapım Yılı:	2014
	Bulunduğu İlçe:	Odunpazarı
	Bağlı Olduğu Kurum:	Rixos Otel
	Hacmi:	493
	Kapasitesi:	120(t) 60(s) 30(u) 160(k)
	İşlevi:	Konuşma
	Akustik Projesi:	-
	Seslendirme Sistemi:	Var

Eskişehir Salonları Envanteri	Salon Adı:	Rixos Otel Amorium Salonu
Envanter No: 106		
 (http-73)	Yapım Yılı:	2014
	Bulunduğu İlçe:	Odunpazarı
	Bağlı Olduğu Kurum:	Rixos Otel
	Hacmi:	493
	Kapasitesi:	120(t) 60(s) 30(u) 160(k)
	İşlevi:	Konuşma
	Akustik Projesi:	-
	Seslendirme Sistemi:	Var

Eskişehir Salonları Envanteri	Salon Adı:	Rixos Otel Dorlion 1 Salonu
Envanter No: 107		
 (http-73)	Yapım Yılı:	2014
	Bulunduğu İlçe:	Odunpazarı
	Bağlı Olduğu Kurum:	Rixos Otel
	Hacmi:	195
	Kapasitesi:	20 (sabit masa düzeni)
	İşlevi:	Konuşma
	Akustik Projesi:	-
	Seslendirme Sistemi:	Var

Eskişehir Salonları Envanteri	Salon Adı:	Rixos Otel Dorlion 2 Salonu
Envanter No: 108		
 (http-73)	Yapım Yılı:	2014
	Bulunduğu İlçe:	Odunpazarı
	Bağlı Olduğu Kurum:	Rixos Otel
	Hacmi:	301
	Kapasitesi:	60(t) 36(s) 20(u) 85(k)
	İşlevi:	Konuşma
	Akustik Projesi:	-
	Seslendirme Sistemi:	Var

Eskişehir Salonları Envanteri	Salon Adı:	Arwen Premium Residence Toplantı Salonu
Envanter No: 109		
	Yapım Yılı:	-
	Bulunduğu İlçe:	Tepebaşı
	Bağlı Olduğu Kurum:	Arwen Premium Residence
	Hacmi:	-
	Kapasitesi:	-
	İşlevi:	Konuşma
	Akustik Projesi:	-
	Seslendirme Sistemi:	-

Eskişehir Salonları Envanteri	Salon Adı:	Roof Garden Otel Toplantı Salonu
Envanter No: 110		
	Yapım Yılı:	2009
	Bulunduğu İlçe:	Odunpazarı
	Bağlı Olduğu Kurum:	Roof Garden Otel
	Hacmi:	-
	Kapasitesi:	-
	İşlevi:	Çok Amaçlı
	Akustik Projesi:	-
	Seslendirme Sistemi:	-

Eskişehir Salonları Envanteri	Salon Adı:	TŞOF Sivrihisar Akaryakıt ve Dinlenme Tesisi Salonu
Envanter No: 111		
	Yapım Yılı:	-
	Bulunduğu İlçe:	Ankara-Eskişehir kara yolu
	Bağlı Olduğu Kurum:	TŞOF
	Hacmi:	-
	Kapasitesi:	130
	İşlevi:	Konuşma
	Akustik Projesi:	-
	Seslendirme Sistemi:	-

Eskişehir Salonları Envanteri	Salon Adı:	Eskişehir Adım Sanat
Envanter No: 112		
	Yapım Yılı:	-
	Bulunduğu İlçe:	Tepebaşı
	Bağlı Olduğu Kurum:	-
	Hacmi:	-
	Kapasitesi:	-
	İşlevi:	-
	Akustik Projesi:	Yok
	Seslendirme Sistemi:	-

Eskişehir Salonları Envanteri	Salon Adı:	Eskişehir Harmony Sahne
Envanter No: 113		
 (http-78)	Yapım Yılı:	-
	Bulunduğu İlçe:	Tepebaşı
	Bağlı Olduğu Kurum:	-
	Hacmi:	-
	Kapasitesi:	45-60
	İşlevi:	Tiyatro, Müzik
	Akustik Projesi:	Yok
	Seslendirme Sistemi:	-

Eskişehir Salonları Envanteri	Salon Adı:	Eskişehir Kiraathane
Envanter No: 114		
 (http-79)	Yapım Yılı:	-
	Bulunduğu İlçe:	Tepebaşı
	Bağlı Olduğu Kurum:	-
	Hacmi:	-
	Kapasitesi:	-
	İşlevi:	-
	Akustik Projesi:	Yok
	Seslendirme Sistemi:	-

EK 2: Eskişehir Salonları Envanter Listesi

Salon Adı	Açılış Yılı	Bulunduğu İlçe	Bağlı Olduğu Kurum	Akustik Projesi	Seslendirme Sistemi	Hacmi	Kapasitesi	İşlevi	İşleve Uygunluğu
1 Atatürk Kültür Sanat ve Kongre Merkezi	2013	Odunpazarı	Eskişehir BŞB	-	Var	-	1133	Çok Amaçlı	-
2 Büyükşehir Sanat Merkezi Ergin Orbey Sahnesi	2009	Odunpazarı	Eskişehir BŞB	-	Var	-	168	Tiyatro	-
3 BŞB Sanat ve Kültür Sarayı Tiyatro Sahnesi	2004	Tepebaşı	Eskişehir BŞB	-	-	-	567	Tiyatro	-
4 BŞB Sanat ve Kültür Sarayı Konser Salonu	2004	Tepebaşı	Eskişehir BŞB	-	Var	-	489	Konser Opera Bale	-
5 Sultandere Kültür Merkezi Tiyatro Salonu	2011	Odunpazarı	Eskişehir BŞB	-	Var	-	175	Tiyatro	-
6 Haller Gençlik Merkezi Tepebaşı Sahnesi	2011	Tepebaşı	Eskişehir BŞB	-	Var	-	202	Tiyatro	-
7 BSM Turgut Özakman Sahnesi	2002	Odunpazarı	Eskişehir BŞB	-	-	-	178	Tiyatro	-
8 Çağdaş Cam Sanatları Müzesi Çocuk Sahnesi	2009	Odunpazarı	Eskişehir BŞB	-	-	-	120	Tiyatro	-
9 Esk. BŞB Taşbaşı Kültür Merkezi Kırmızı Salon	-	Odunpazarı	Eskişehir BŞB	-	-	-	210	Çok Amaçlı	-
10 Eskişehir Yunus Emre Kültür Merkezi	2005	Odunpazarı	Esk. Odunpazarı Belediyesi	Yok	Var	-	434	Çok Amaçlı	-
11 Hasan Polatkan Kültür Merkezi	2013	Odunpazarı	Esk. Odunpazarı Belediyesi	Yok	Var	-	540	-	-
12 Zübeyde Hanım Kültür Merkezi	-	Tepebaşı	Esk. Tepebaşı Belediyesi	-	Var	-	430	-	-
13 Özdişlek Sanat Merkezi Oktay Ekinci Sahnesi	-	Tepebaşı	Esk. Tepebaşı Belediyesi	-	Var	-	120	-	-

14 29 Ekim Gençlik Merkezi Ali İsmail Korkmaz Sahnesi	-	Tepebaşı	Esk. Tepebaşı Belediyesi	-	-	-	150	Konuşma, Tiyatro	-
15 Hedef Batıkent Belde Evi Çok Amaçlı Salonu	-	Tepebaşı	Esk. Tepebaşı Belediyesi	-	-	-	100	Çok Amaçlı	-
16 23 Nisan Çocuk Sanat ve Kültür Merkezi	-	Tepebaşı	Esk. Tepebaşı Belediyesi	-	-	-	150	Çok Amaçlı	-
17 AÜ AKM Opera ve Bale Salonu	1986	Tepebaşı	Anadolu Üniversitesi	Yok	Var	4526	485	Çok Amaçlı	max dinleyici sayısı uygun, işlevine uygun değil
18 AÜ AKM Oda Tiyatrosu Salonu	-	Tepebaşı	Anadolu Üniversitesi	Yok	-	-	200	Tiyatro	-
19 AÜ AKM Oda Konseri Salonu	-	Tepebaşı	Anadolu Üniversitesi	Yok	-	-	150	Konser	-
20 AÜ AKM Uygulama Sahnesi	-	Tepebaşı	Anadolu Üniversitesi	Yok	-	-	160	Tiyatro	-
21 AÜ Kongre Merkezi Salon Anadolu	-	Tepebaşı	Anadolu Üniversitesi	Yok	-	-	251	Konuşma	-
22 AÜ Kongre Merkezi Kırmızı Salon	-	Tepebaşı	Anadolu Üniversitesi	Yok	-	-	130	Konuşma	-
23 AÜ Kongre Merkezi Mavi Salon	-	Tepebaşı	Anadolu Üniversitesi	Yok	-	-	88	Konuşma	-
24 AÜ Öğrenci Merkezi Salon 2009	-	Tepebaşı	Anadolu Üniversitesi	Yok	Var	-	265	Konuşma	-
25 AÜ Salon 2003	-	Tepebaşı	Anadolu Üniversitesi	Yok	-	-	180	Konuşma	-
26 AÜ Sinema Anadolu	-	Tepebaşı	Anadolu Üniversitesi	Yok	Var	-	421	Çok Amaçlı	-
27 AÜ Ecz. Fak. Prof. Dr. İhsan Sarıkardaşoğlu Salonu	-	Tepebaşı	Anadolu Üniversitesi	Yok	-	-	-	Konuşma	-
28 AÜ Anadolu Konukevi Toplantı Salonu	-	Tepebaşı	Anadolu Üniversitesi	Yok	-	-	20	Konuşma	-

29 OGÜ Kongre Mer. Prof. Dr. A. Nejat Akgün Salonu	-	Odunpazarı	Osmangazi Üniversitesi	-	Var	-	597	Konuşma	-
30 OGÜ Kongre Merkezi Salon 2	-	Odunpazarı	Osmangazi Üniversitesi	-	Var	-	156	Konuşma	-
31 OGÜ Kongre Merkezi Salon 3	-	Odunpazarı	Osmangazi Üniversitesi	-	Var	-	164	Konuşma	-
32 OGÜ Kongre Merkezi Salon 4	-	Odunpazarı	Osmangazi Üniversitesi	-	Var	-	90	Konuşma	-
33 OGÜ Kongre Merkezi Salon 5	-	Odunpazarı	Osmangazi Üniversitesi	-	Var	-	90	Konuşma	-
34 OGÜ Kongre Merkezi Salon 6	-	Odunpazarı	Osmangazi Üniversitesi	-	Var	-	70	Konuşma	-
35 OGÜ Kongre Merkezi Salon 7	-	Odunpazarı	Osmangazi Üniversitesi	-	Var	-	70	Konuşma	-
36 OGÜ Kongre Merkezi Toplantı Salonu	-	Odunpazarı	Osmangazi Üniversitesi	-	Var	-	25	Konuşma	-
37 OGÜ Prof. Dr. Suat Mirza Salonu	-	Odunpazarı	Osmangazi Üniversitesi	-	Var	-	170	Konuşma	-
38 OGÜ Prof. Dr. Necla Özdemir Salonu	-	Odunpazarı	Osmangazi Üniversitesi	-	Var	-	209	Çok Amaçlı	-
39 OGÜ Prof. Dr. Fazıl Tekin Salonu	-	Odunpazarı	Osmangazi Üniversitesi	-	Var	-	315	Konuşma	-
40 OGÜ Fen Edebiyat Fakültesi F-5 Salonu	-	Odunpazarı	Osmangazi Üniversitesi	-	Var	-	182	Konuşma	-
41 OGÜ Eğitim Fakültesi Salonu	-	Odunpazarı	Osmangazi Üniversitesi	-	Var	-	160	Konuşma	-
42 OGÜ İlahiyat Fakültesi Salonu	-	Odunpazarı	Osmangazi Üniversitesi	-	Var	-	167	Konuşma	-

43 Eskişehir Ticaret Odası Meclis Salonu	-	Odunpazarı	Eskişehir Ticaret Odası	-	Var	-	150	Konuşma	-
44 Eskişehir Ticaret Odası İki Eylül Salonu	-	Odunpazarı	Eskişehir Ticaret Odası	-	-	-	30	Konuşma	-
45 Eskişehir Ticaret Odası Yunus Emre Salonu	-	Odunpazarı	Eskişehir Ticaret Odası	-	Var	-	20	Konuşma	-
46 Eskişehir Sanayi Odası Toplantı Salonu	-	Odunpazarı	Eskişehir Sanayi Odası	-	-	-	120	Konuşma	-
47 Eskişehir Sanayi Odası Meclis Salonu	-	Odunpazarı	Eskişehir Sanayi Odası	-	Var	-	75	Konuşma	-
48 Eskişehir Sanayi Odası Küçük Toplantı Salonu	-	Odunpazarı	Eskişehir Sanayi Odası	-	-	-	20	Konuşma	-
49 Eskişehir Tabip Odası Ata Soyer Salonu	2015	Tepebaşı	Eskişehir Tabip Odası	-	-	-	-	Konuşma	-
50 ESSMMO İlker Özokçu Konferans Salonu	-	Odunpazarı	ESSMMO	-	Var	-	-	Konuşma	-
51 Esk. Esnaf ve Sanatkar O. Birliği Konferans Salonu	-	Odunpazarı	Esk. Esnaf ve Sanatkar O.	-	Var	-	-	Konuşma	-
52 İnşaat Mühendisleri Odası Eskişehir Seminer Salonu	-	Odunpazarı	Esk. İnşaat Müh. Odası	-	-	-	-	Konuşma	-
53 Mimarlar Odası Eskişehir Seminer Salonu	-	Tepebaşı	Eskişehir Mimarlar Odası	-	-	-	-	Konuşma	-
54 Odunpazarı Ziraat Odası Seminer Salonu	-	Odunpazarı	Eskişehir Ziraat Odası	-	Var	-	-	Konuşma	-
55 Eskişehir Sivil Yerel Oluşumu Toplantı Salonu	-	Odunpazarı	Esk. Sivil Yerel Oluşumu	-	-	-	-	Konuşma	-

56 Esk. Vergi Dairesi Bşk. Konferans Salonu	-	Tepebaşı	Esk. Vergi Dairesi Bşk.	-	Var	-	-	-	-
57 Eskişehir İl Genel Meclis Salonu	-	-	-	-	-	-	-	-	-
58 Esk. Ağız Ve Diş Sağlığı Merkezi Konferans Salonu	-	Odunpazarı	T.C. Sağlık Bakanlığı	-	Var	-	-	Konuşma	-
59 Modernity Hotel Tanju Demirci Salonu	2015	Tepebaşı	Modernity Otel	-	Var	-	400	Konuşma	-
60 Modernity Hotel Ekrem Kahraman Salonu	2015	Tepebaşı	Modernity Otel	-	Var	-	720	Konuşma	-
61 Grand Namlı Otel Toplantı Salonu	2008	Tepebaşı	Grand Namlı otel	-	Var	-	40(s)	Konuşma	-
62 Abacı Konak Otel Toplantı Salonu	2010	Odunpazarı	Abacı Konak Otel	-	Var	-	-	Konuşma	-
63 Büyük Otel Toplantı Salonu	1960	Tepebaşı	Büyük Otel	-	Var	-	100	Çok Amaçlı	-
64 Es Albatros Otel Çok Amaçlı Salon	2008	Tepebaşı	Es Albatros Otel	-	-	-	120	Çok Amaçlı	-
65 Es Albatros Otel Toplantı Salonu	2008	Tepebaşı	Es Albatros Otel	-	-	-	50	Konuşma	-
66 Şahin Park Otel Çok Amaçlı Salonu	-	Odunpazarı	Şahin Park Otel	-	Var	-	-	Çok Amaçlı	-
67 Verman Otel Midas Salonu	-	Tepebaşı	Verman Otel	-	Var	-	100	Konuşma	-
68 Verman Otel Dorylaion Salonu	-	Tepebaşı	Verman Otel	-	-	-	50	Konuşma	-
69 İbis Otel Toplantı Salonu	rest.	Tepebaşı	İbis Otel	-	Var	-	-	Konuşma	-
70 Sör Otel Toplantı Salonu	2013	Tepebaşı	Sör Otel	-	-	-	max 300	Çok Amaçlı	-
71 Atışkan Otel Toplantı Salonu	-	Odunpazarı	Atışkan Otel	-	-	-	100	Konuşma	-

72 Dedepark Otel Toplantı Salonu	-	Tepebaşı	Dedepark Otel	-	-	-	750	Konuşma	-
73 Dedepark Otel Toplantı Salonu	-	Tepebaşı	Dedepark Otel	-	-	-	10	Konuşma	-
74 Dedepark Otel Toplantı Salonu	-	Tepebaşı	Dedepark Otel	-	-	-	-	Konuşma	-
75 Dedepark Otel Toplantı Salonu	-	Tepebaşı	Dedepark Otel	-	-	-	-	Konuşma	-
76 Uysal Termal Otel Toplantı Salonu	-	Odunpazarı	Uysal Termal Otel	-	Var	-	250	Konuşma	-
77 Ali Güven Uygulama Oteli Toplantı Salonu	-	Tepebaşı	Ali Güven Uygulama Oteli	-	Var	-	-	Konuşma	-
78 Anemon Otel Eskişehir Salonu 1 (2 ile birleşebiliyor)	2004	Bursa-Esk. Yolu	Anemon Otel	-	Var	1980	225(b) 500(t) 550(r)	-	max 457 kişiye kadar uygun (<i>işlev bilinmiyor.</i>)
79 Anemon Otel Eskişehir Salonu 2 (1 ile birleşebiliyor)	2004	Bursa-Esk. Yolu	Anemon Otel	-	Var	2420	325(b) 600(t) 700(r)	-	max 531 kişiye kadar uygun (<i>işlev bilinmiyor.</i>)
80 Anemon Otel Manisa Salonu	2004	Bursa-Esk. Yolu	Anemon Otel	-	Var	1020	150(b) 220(t) 350(r)	-	max 278 kişiye kadar uygun (<i>işlev bilinmiyor.</i>)
81 Anemon Otel İzmir Salonu	2004	Bursa-Esk. Yolu	Anemon Otel	-	Var	693	120(b) 150(t) 150(r)	-	max dinleyici sayısı uygun (<i>işlev bilinmiyor.</i>)
82 Anemon Otel Marmaris Salonu	2004	Bursa-Esk. Yolu	Anemon Otel	-	Var	385	50(b) 80(t)	-	max dinleyici sayısı uygun (<i>işlev bilinmiyor.</i>)
83 Anemon Otel Galata Salonu	2004	Bursa-Esk. Yolu	Anemon Otel	-	-	270	50(t)	Konuşma	max dinleyici sayısı uygun, konuşma işlevine uygun değil
84 Anemon Otel Anemon Salonu	2004	Bursa-Esk. Yolu	Anemon Otel	-	-	193	11	Konuşma	max dinleyici sayısı uygun, konuşma işlevine uygun değil
85 Anemon Otel Ege Salonu	2004	Bursa-Esk. Yolu	Anemon Otel	-	-	105	5	Konuşma	max dinleyici sayısı uygun, konuşma işlevine uygun değil

86 Anemon Otel Aydın Salonu	2004	Bursa-Esk. Yolu	Anemon Otel	-	-	84	6	Konuşma	max dinleyici sayısı uygun, konuşma işlevine uygun değil
87 Divan Expres Otel Toplantı Salonu	2014	Tepebaşı	Divan Expres Otel	-	Var	-	-	Konuşma	-
88 Divan Expres Otel Toplantı Salonu	2014	Tepebaşı	Divan Expres Otel	-	Var	-	-	Konuşma	-
89 Divan Expres Otel Toplantı Salonu	2014	Tepebaşı	Divan Expres Otel	-	Var	-	-	Konuşma	-
90 Divan Expres Otel Toplantı Salonu	2014	Tepebaşı	Divan Expres Otel	-	-	-	-	Konuşma	-
91 Divan Expres Otel Toplantı Salonu	2014	Tepebaşı	Divan Expres Otel	-	-	-	-	Konuşma	-
92 Divan Expres Otel Toplantı Salonu	2014	Tepebaşı	Divan Expres Otel	-	-	-	-	Konuşma	-
93 Divan Expres Otel Toplantı Salonu	2014	Tepebaşı	Divan Expres Otel	-	-	-	-	Konuşma	-
94 Saffron Otel Toplantı Salonu	-	Tepebaşı	Saffron Otel	-	Var	-	500	Konuşma	-
95 Saffron Otel Toplantı Salonu	-	Tepebaşı	Saffron Otel	-	Var	-	-	Konuşma	-
96 Saffron Otel Toplantı Salonu	-	Tepebaşı	Saffron Otel	-	Var	-	50	Konuşma	-
97 Saffron Otel Toplantı Salonu	-	Tepebaşı	Saffron Otel	-	Var	-	-	Konuşma	-
98 Turunç Otel Lotus Hall	-	Odunpazarı	Turunç Otel	-	-	-	350	-	-
99 Turunç Otel VIP Lounge	-	Odunpazarı	Turunç Otel	-	-	-	20	Konuşma	-
100 Zin Otel Toplantı Salonu	-	Tepebaşı	Zin Otel	-	-	-	100	Konuşma	-

101 Merlot Otel Frig Salonu	2013	Tepebaşı	Merlot Otel	-	-	360	110(t) 75(s) 125(b) 120(k)	Konuşma	max 127 kişiye kadar uygun, konuşma işlevine sinema düzeni hariç uygun
102 Merlot Otel Midas Salonu	2013	Tepebaşı	Merlot Otel	-	-	300	90(t) 60(s) 110(b) 100(k)	Konuşma	max dinleyici sayısı uygun, konuşma işlevine sinema düzeni hariç uygun
103 Merlot Otel Ege Salonu	2013	Tepebaşı	Merlot Otel	-	-	280	85(t) 55(s) 100(b) 90(k)	Konuşma	max dinleyici sayısı uygun, konuşma işlevine sinema düzeni hariç uygun
104 Rixos Otel Midas Salonu (3'e bölünebiliyor)	2014	Odunpazarı	Rixos Otel	-	Var	4925	750(t) 400(s) 900(k)	Çok Amaçlı	max dinleyici sayısı uygun, çok amaçlı salon işlevine sinema düzeni hariç uygun
105 Rixos Otel Frig Salonu	2014	Odunpazarı	Rixos Otel	-	Var	493	120(t) 60(s) 30(u) 160(k)	Konuşma	max dinleyici sayısı uygun, konuşma işlevine sinema düzeni ve u düzen hariç uygun
106 Rixos Otel Amorium Salonu	2014	Odunpazarı	Rixos Otel	-	Var	493	120(t) 60(s) 30(u) 160(k)	Konuşma	max dinleyici sayısı uygun, konuşma işlevine sinema düzeni ve u düzen hariç uygun
107 Rixos Otel Dorlion 1 Salonu	2014	Odunpazarı	Rixos Otel	-	Var	195	20 (md)	Konuşma	max dinleyici sayısı uygun, konuşma işlevine uygun değil
108 Rixos Otel Dorlion 2 Salonu	2014	Odunpazarı	Rixos Otel	-	Var	301	60(t) 36(s) 20(u) 85(k)	Konuşma	max dinleyici sayısı uygun, konuşma işlevine yalnızca kokteyl düzeninde uygun
109 Arwen Premium Residence Toplantı Salonu	-	Tepebaşı	Arwen Premium Residence	-	-	-	-	Konuşma	-

110 Roof Garden Otel Toplantı Salonu	2009	Odunpazarı	Roof Garden Otel	-	-	-	-	Çok Amaçlı	-
111 TŞOF Sivrihisar Akaryakıt ve Dinlenme Tesisi Salonu	-	Ankara-Esk. yolu	TŞOF	-	-	-	130	Konuşma	-
112 Eskişehir Adım Sanat	-	Tepebaşı	Yok	Yok	-	-	-	-	-
113 Eskişehir Harmony Sahne	-	Tepebaşı	Yok	Yok	-	-	45-60	Tiyatro, Müzik	-
114 Eskişehir Kiraathane	-	Tepebaşı	Yok	Yok	-	-	-	-	-

EK 3: Salonda Uygulanan Dinleyici ve İcracı Anketleri



Anadolu Üniversitesi, Mimarlık Bölümü
**Anadolu Üniversitesi Atatürk Kültür Merkezi Opera ve Bale Salonu
Hacim Akustiği Parametrelerinin Değerlendirilmesi**

Değerli Seyirci,

Bu anket, AÜ AKM Opera ve Bale Salonu'ndaki akustik koşullara ilişkin öznel değerlendirmeler yapılmasına yöneliktir. Anket, "Eskişehir Salonlarının Akustik Konfor Açısından İncelenmesi ve Değerlendirilmesi" başlıklı yüksek lisans tezi kapsamında kullanılacaktır. Sorulara verdiğiniz içten cevaplar araştırmamızın doğru sonuçlara ulaşmasına katkıda bulunacaktır. Anketimize zaman ayırdığınız için teşekkür ederiz.

Kişisel Bilgiler

Yaşınız:

- ☐ 18-22 ☐ 23-29 ☐ 30-39 ☐ 40-49 ☐ 50-59 ☐ 60 ve üzeri

Cinsiyetiniz:

- ☐ Kadın ☐ Erkek

Herhangi bir işitsel probleminiz var mı?

- ☐ Evet ☐ Hayır

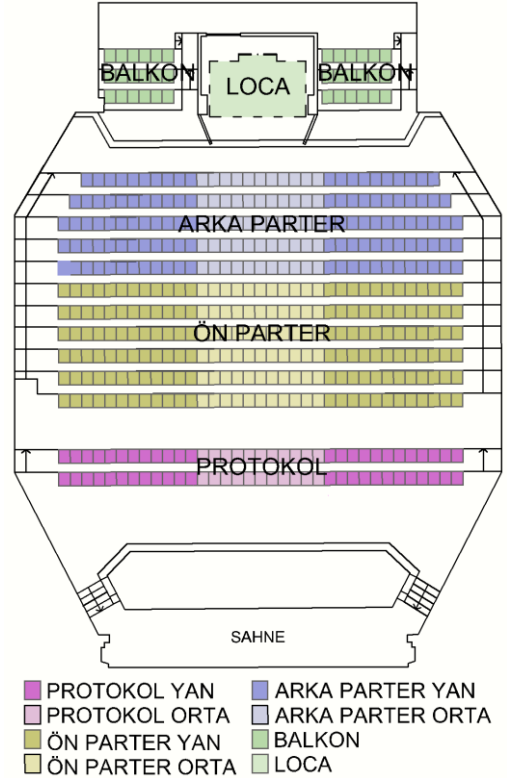
Görsel Algıya İlişkin Sorular

Etkinlik sırasında oturduğunuz alanı belirtiniz.

- | | |
|---|---|
| ☐ Protokol – orta | ☐ Arka Parter – orta |
| ☐ Protokol – yan | ☐ Arka Parter – yan |
| ☐ Ön Parter – orta | ☐ Balkon |
| ☐ Ön Parter – yan | ☐ Loca |

Salondaki en favori oturma alanınızı belirtiniz.

- | | |
|---|---|
| ☐ Protokol – orta | ☐ Arka Parter – orta |
| ☐ Protokol – yan | ☐ Arka Parter – yan |
| ☐ Ön Parter – orta | ☐ Balkon |
| ☐ Ön Parter – yan | ☐ Loca |



Sahneyi ne kadar iyi görüyorsunuz?

çok az	az	orta	iyi	çok iyi

Salonun iç tasarımını nasıl değerlendiriyorsunuz? (salon içinde kullanılan malzemeler, yüzey biçimlenişleri)

çok kötü	kötü	orta	iyi	çok iyi

Müziğe Olan İlgiye ve Müzik Bilgisine İlişkin Sorular**Geçen yıl AÜ AKM Opera ve Bale Salonu'nda kaç konsere katıldınız?**

0	1-2	3-5	6-10	11+

Geçen yıl kaç konsere katıldınız?

0	1-2	3-5	6-10	11+

Müzik ile ilgili bir eğitiminiz var mı? Varsa seçiniz.

- ☐ Lisans eğitimimi müzik alanında aldım / alıyorum. (konservatuar, müzik öğretmenliği vb)
- ☐ Güzel sanatlar lisesi müzik bölümünde eğitim aldım / alıyorum.
- ☐ Bir müzik grubunda görev alıyorum.
- ☐ Özel ders alıyorum.
- ☐ Kendi çabalarım ile öğreniyorum.
- ☐ Diğer (Lütfen belirtiniz.)

Ses Düzeyine İlişkin Sorular**Orkestranın sesi ne kadar yüksek?**

çok düşük	düşük	orta	yüksek	çok yüksek

Orkestraya oranla solistin sesi ne kadar yüksek? (solist varsa)

çok düşük	düşük	orta	yüksek	çok yüksek

Gerçekleştirilen etkinlik için salondaki ses düzeyi yeterlidir.

Kesinlikle Katılıyorum	Katılıyorum	Kararsızım	Katılmıyorum	Kesinlikle Katılmıyorum

Salonda konuşmacının anlaşılabilirliği yeterlidir.

Kesinlikle Katılıyorum	Katılıyorum	Kararsızım	Katılmıyorum	Kesinlikle Katılmıyorum

Seslendirme sistemi kullanılıyorsa sistemin kalitesi hakkında ne düşünüyorsunuz?

çok kötü	kötü	orta	iyi	çok iyi

Akustik Parametrelere İlişkin Sorular

Lütfen salonun akustik özelliklerine dair parametreleri değerlendiriniz. Parametrelerin açıklamaları yanlarında verilmiştir.

Açıklık Farklı tonların rahatça algılanabilmesi

çok karışık	karışık	orta	açık	çok açık

Yansıma Salonun ses enerjisi ile dolması ve kaynak kapatıldıktan sonra sesin yavaş yavaş azalarak sönmesi

çok ölü	ölü	orta	canlı	çok canlı

Kuşatılmışlık Ses tarafından sarmalanma hissi

çok dar	dar	orta	yaygın	çok yaygın

Samimilik Salonun küçük bir mekânda müzik çalınıyormuş hissi yaratması

çok uzak	uzak	orta	samimi	çok samimi

Sıcaklık Bas seslerin canlılığı

çok soğuk	soğuk	orta	sıcak	çok sıcak

Denge (Tiz - Orta Frekanslarda) Tiz – Orta Frekanslarda salonun çalınan müziğe tepkisi, farklı seslerin uyumlu biçimde duyulabilmesi

çok zayıf	zayıf	orta	yüksek	çok yüksek

Denge (Bas - Orta Frekanslarda) Bas – Orta Frekanslarda salonun çalınan müziğe tepkisi, farklı seslerin uyumlu biçimde duyulabilmesi

çok zayıf	zayıf	orta	yüksek	çok yüksek

Denge (Solist - Orkestra) Solist ve orkestranın uyumlu biçimde duyulabilmesi

çok zayıf	zayıf	orta	yüksek	çok yüksek

Akustik Kusurlara İlişkin Sorular

Sahnede gerçekleştirilen etkinlikler sırasında bir işitsel konforsuzluk hissediyorum.

Kesinlikle Katılıyorum	Katılıyorum	Kararsızım	Katılmıyorum	Kesinlikle Katılmıyorum

Sahnede gerçekleştirilen etkinlikler sırasında gürültüden rahatsız oluyorum.

Kesinlikle Katılıyorum	Katılıyorum	Kararsızım	Katılmıyorum	Kesinlikle Katılmıyorum

Gürültüden rahatsız oluyorsanız sizi en çok rahatsız eden gürültü kaynağını işaretleyiniz.

- | | |
|--|---|
| ☐ Havalandırma gürültüsü | ☐ Koridorlardan gelen gürültüler |
| ☐ Alt kattan(tekniik hacimden) gelen gürültüler | ☐ Yan hacimden gelen gürültüler |
| ☐ Yapı dışından gelen gürültüler | ☐ Fon gürültüsü |
| ☐ Diğer (Lütfen belirtiniz.)..... | |

Salonda rahatsızlık verici yankı “dolaysız sese oranla dinleyicileri rahatsız edecek derecede yüksek düzeyli gecikmiş yansıma” vurgusal yankı “ses düzeyinde sık ya da seyrek tekrarlar olarak algılanan akustik kusur” gibi akustik kusurlar var.

Kesinlikle Katılıyorum	Katılıyorum	Kararsızım	Katılmıyorum	Kesinlikle Katılmıyorum

Genel Değerlendirme

Konserden aldığınız işitsel keyfi değerlendiriniz.

çok düşük	düşük	orta	yüksek	çok yüksek

Bu salonun akustiğini genel olarak nasıl değerlendiriyorsunuz?

çok kötü	kötü	orta	iyi	çok iyi



Anadolu Üniversitesi, Mimarlık Bölümü
**Anadolu Üniversitesi Atatürk Kültür Merkezi Opera ve Bale Salonu
Hacim Akustiği Parametrelerinin Değerlendirilmesi**

Değerli Müzisyen,

Bu anket, AÜ AKM Opera ve Bale Salonu'ndaki akustik koşullara ilişkin öznel değerlendirmeler yapılmasına yöneliktir. Anket, "Eskişehir Salonlarının Akustik Konfor Açısından İncelenmesi ve Değerlendirilmesi" başlıklı yüksek lisans tezi kapsamında kullanılacaktır. Sorulara verdiğiniz içten cevaplar araştırmamızın doğru sonuçlara ulaşmasına katkıda bulunacaktır. Anketimize zaman ayırdığınız için teşekkür ederiz.

Kişisel Bilgiler

Yaşınız:

☐ 18-22 ☐ 23-29 ☐ 30-39 ☐ 40-49 ☐ 50-59 ☐ 60 ve üzeri

Cinsiyetiniz:

☐ Kadın ☐ Erkek

Orkestradaki göreviniz (çaldığınız enstrüman):

Görsel Algıya İlişkin Sorular

Salonun iç tasarımını nasıl değerlendiriyorsunuz? (salon içinde kullanılan malzemeler, yüzey biçimlenişleri)

çok kötü	kötü	orta	iyi	çok iyi

Sahnenin iç tasarımını nasıl değerlendiriyorsunuz? (sahnede içinde kullanılan malzemeler, yüzey biçimlenişleri)

çok kötü	kötü	orta	iyi	çok iyi

Ses Düzeyine İlişkin Sorular

Gerçekleştirilen etkinlik için salondaki ses düzeyi yeterlidir.

Kesinlikle Katılıyorum	Katılıyorum	Kararsızım	Katılmıyorum	Kesinlikle Katılmıyorum

Seslendirme sisteminin kalitesi hakkında ne düşünüyorsunuz?

çok kötü	kötü	orta	iyi	çok iyi

Salonun Akustik Özelliklerine İlişkin Sorular

Lütfen salonun akustik özelliklerine dair parametreleri değerlendiriniz. Parametrelerin yanlarında kısa açıklamaları verilmiştir.

Açıklık Farklı tonların rahatça algılanabilmesi

çok karışık karışık orta açık çok açık

--	--	--	--	--

Yansıma Salonun ses enerjisi ile dolması ve kaynak kapatıldıktan sonra sesin yavaş yavaş azalarak sönmesi

çok ölü ölü orta canlı çok canlı

--	--	--	--	--

Kuşatılmışlık Ses tarafından sarmalanma hissi

çok dar dar orta yaygın çok yaygın

--	--	--	--	--

Samimilik Salonun küçük bir mekânda müzik çalınıyormuş hissi yaratması

çok uzak uzak orta samimi çok samimi

--	--	--	--	--

Sıcaklık Bas seslerin canlılığı

çok soğuk soğuk orta sıcak çok sıcak

--	--	--	--	--

Denge (Tiz - Orta Frekanslarda) Tiz – Orta Frekanslarda salonun çalınan müziğe tepkisi, farklı seslerin uyumlu biçimde duyulabilmesi

çok zayıf zayıf orta yüksek çok yüksek

--	--	--	--	--

Denge (Bas - Orta Frekanslarda) Bas – Orta Frekanslarda salonun çalınan müziğe tepkisi, farklı seslerin uyumlu biçimde duyulabilmesi

çok zayıf zayıf orta yüksek çok yüksek

--	--	--	--	--

Denge (Solist - Orkestra) Solist ve orkestranın uyumlu biçimde duyulabilmesi

çok zayıf	zayıf	orta	yüksek	çok yüksek

Sahnenin Akustik Özelliklerine İlişkin Sorular

Lütfen sahnenin akustik özelliklerine dair parametreleri değerlendiriniz. Parametrelerin yanlarında kısa açıklamaları verilmiştir.

Destek Sahne özelliklerinin çalınan müziği desteklemesi

desteklemiyor	çok az destekliyor	orta destekliyor	destekliyor	çok destekliyor

Birliktelik Müzisyenlerin bir ahenk içerisinde çalabilmesi, sesin tüm müzisyenlere düzgün olarak yansımaları

birbirini duymak çok zor	birbirini duymak zor	orta	iletişim kolay	iletişim çok kolay

Adaptasyon Sahneye adaptasyon

çok zor	zor	orta	kolay	çok kolay

Akustik Kusurlara İlişkin Sorular

Sahnede gerçekleştirilen etkinlikler sırasında bir işitsel konforsuzluk hissediyorum.

Kesinlikle Katılıyorum	Katılıyorum	Kararsızım	Katılmıyorum	Kesinlikle Katılmıyorum

Sahnede gerçekleştirilen etkinlikler sırasında gürültüden rahatsız oluyorum.

Kesinlikle Katılıyorum	Katılıyorum	Kararsızım	Katılmıyorum	Kesinlikle Katılmıyorum

Gürültüden rahatsız oluyorsanız sizi en çok rahatsız eden gürültü kaynağını işaretleyiniz.

- | | |
|---|---|
| ☐ Havalandırma gürültüsü | ☐ Koridorlardan gelen gürültüler |
| ☐ Alt kattan(teknik hacimden) gelen gürültüler | ☐ Yan hacimden gelen gürültüler |
| ☐ Yapı dışından gelen gürültüler | ☐ Fon gürültüsü |
| ☐ Diğer (Lütfen belirtiniz.)..... | |

Salonda rahatsızlık verici yankı “dolaysız sese oranla dinleyicileri rahatsız edecek derecede yüksek düzeyli gecikmiş yansıma” vurgusal yankı “ses düzeyinde sık ya da seyrek tekrarlar olarak algılanan akustik kusur” gibi akustik kusurlar var.

Kesinlikle Katılıyorum	Katılıyorum	Kararsızım	Katılmıyorum	Kesinlikle Katılmıyorum

Genel Değerlendirme

Konserden aldığınız zevki değerlendiriniz.

çok düşük	düşük	orta	yüksek	çok yüksek

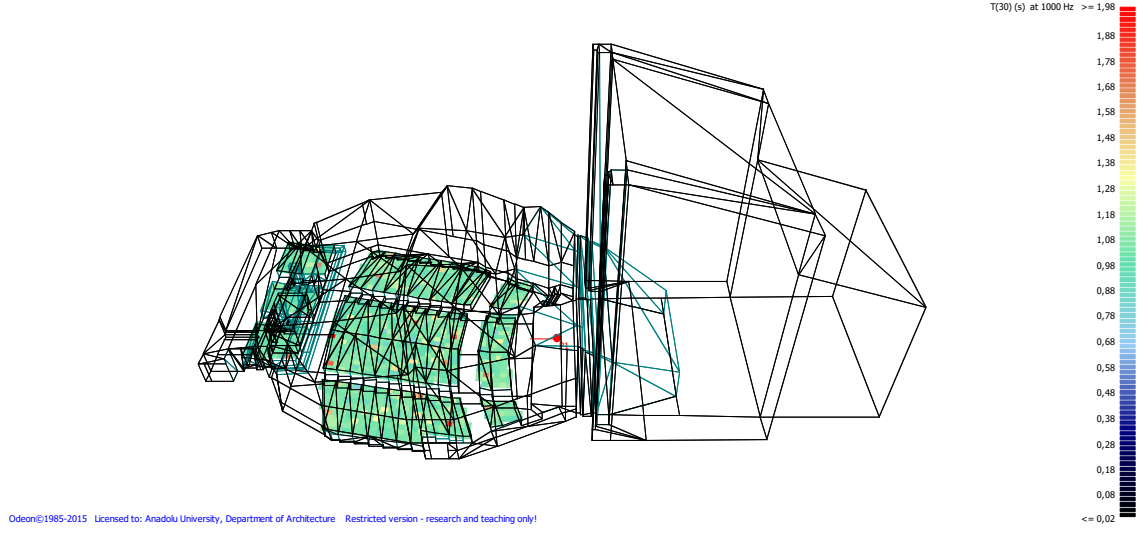
Bu sahnenin akustiğini genel olarak nasıl değerlendiriyorsunuz?

çok kötü	kötü	orta	iyi	çok iyi

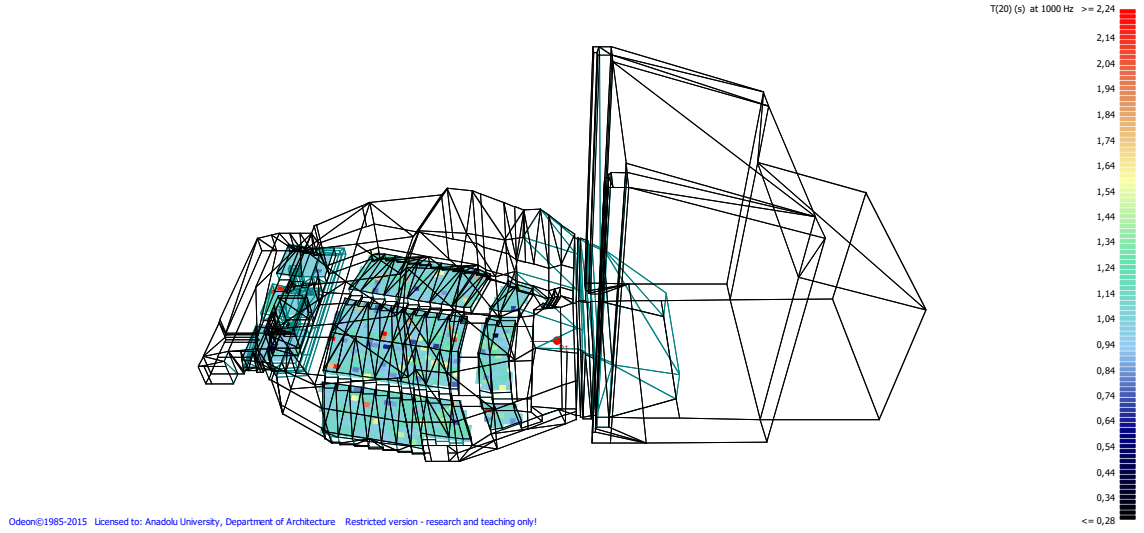
Bu salonun akustiğini genel olarak nasıl değerlendiriyorsunuz?

çok kötü	kötü	orta	iyi	çok iyi

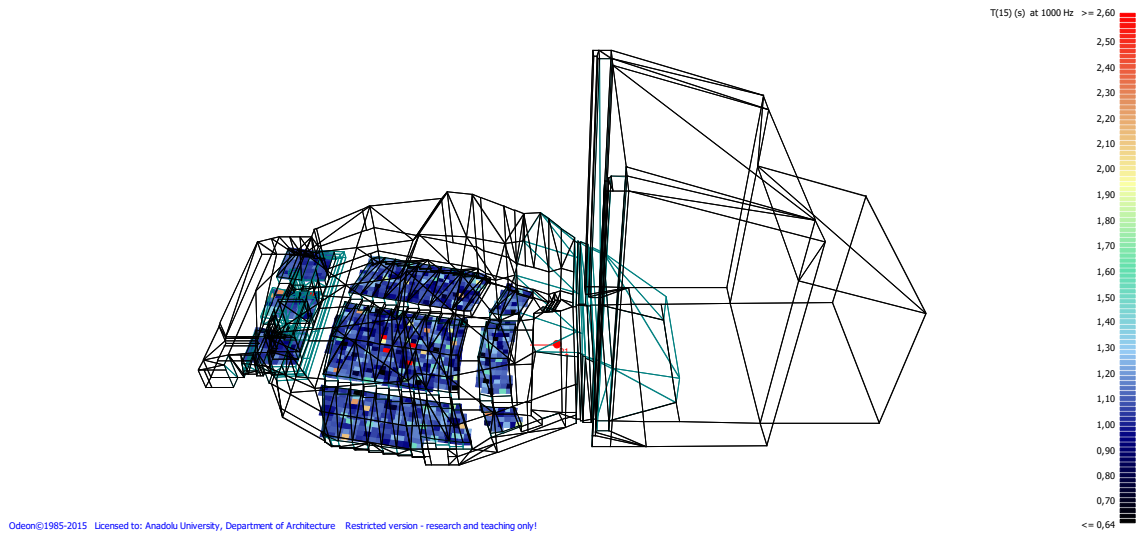
EK 4: Müzik ve Konuşma İşlevleri için Akustik Parametre Değerlerinin Salon içi Dağılımına İlişkin Odeon Programından Elde Edilen Görseller



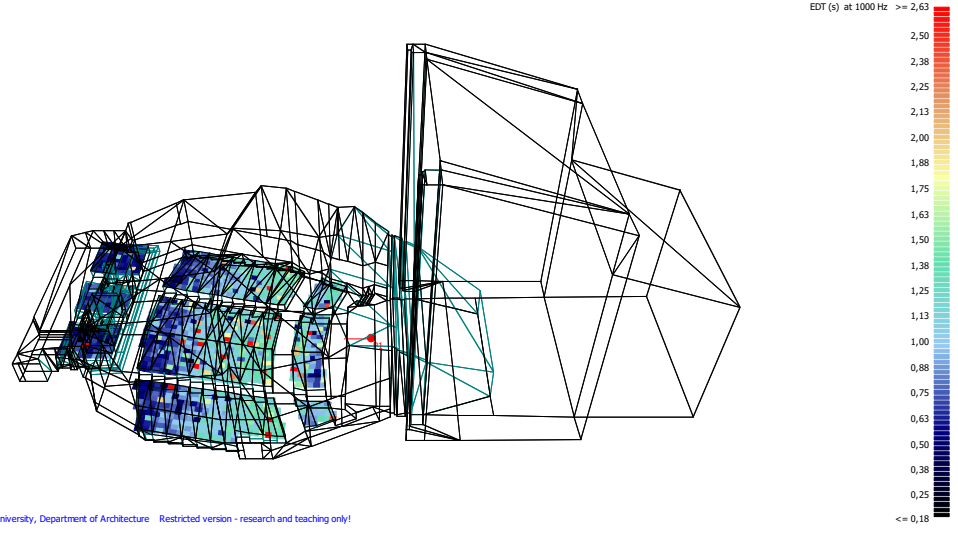
Konuşma için T_{30} parametresi değerleri



Konuşma için T_{20} parametresi değerleri

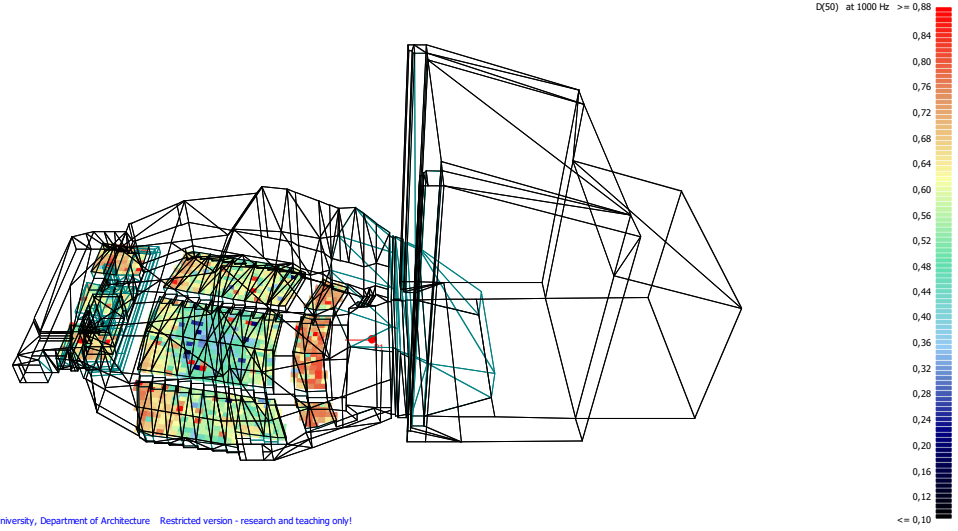


Konuşma T_{15} parametresi değerleri



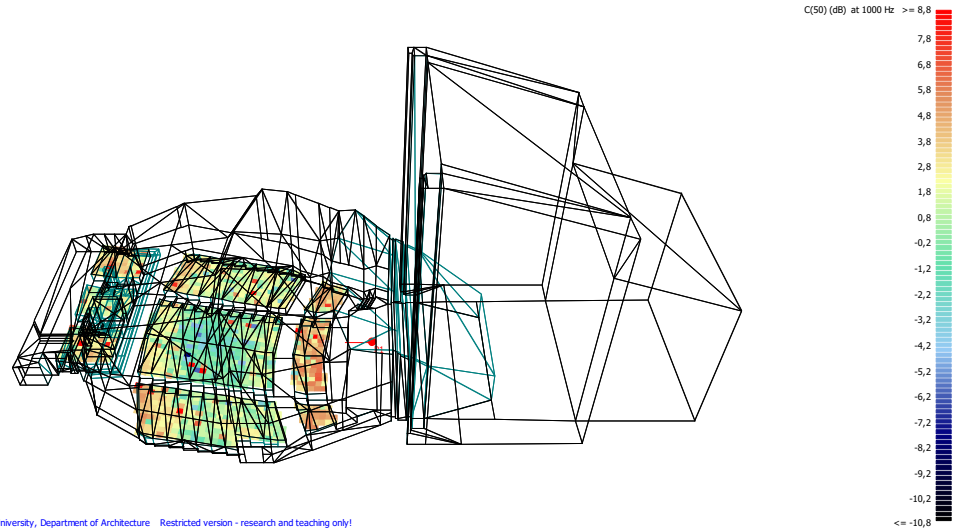
Odeon©1985-2015 Licensed to: Anadolu University, Department of Architecture Restricted version - research and teaching only!

Konuşma için EDT parametresi değerleri



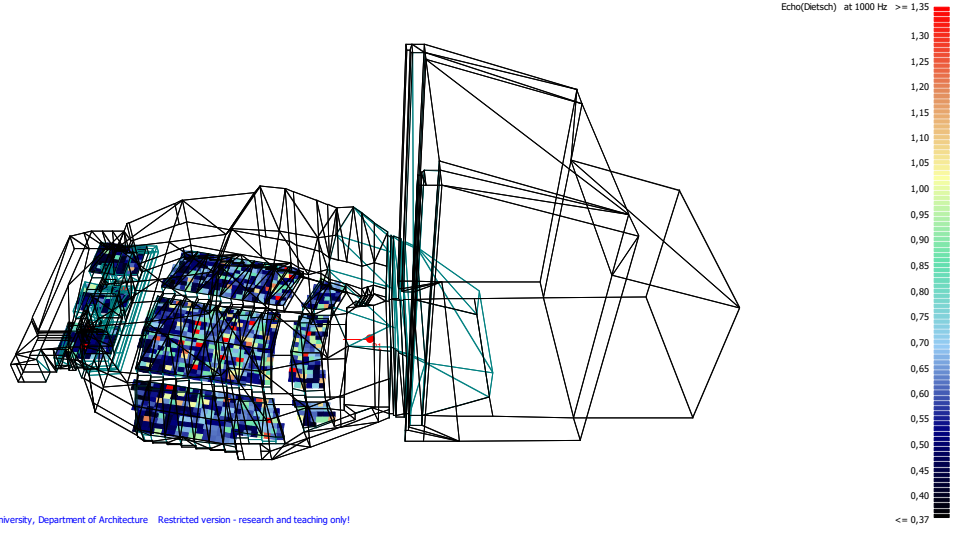
Odeon©1985-2015 Licensed to: Anadolu University, Department of Architecture Restricted version - research and teaching only!

Konuşma için D_{50} parametresi değerleri



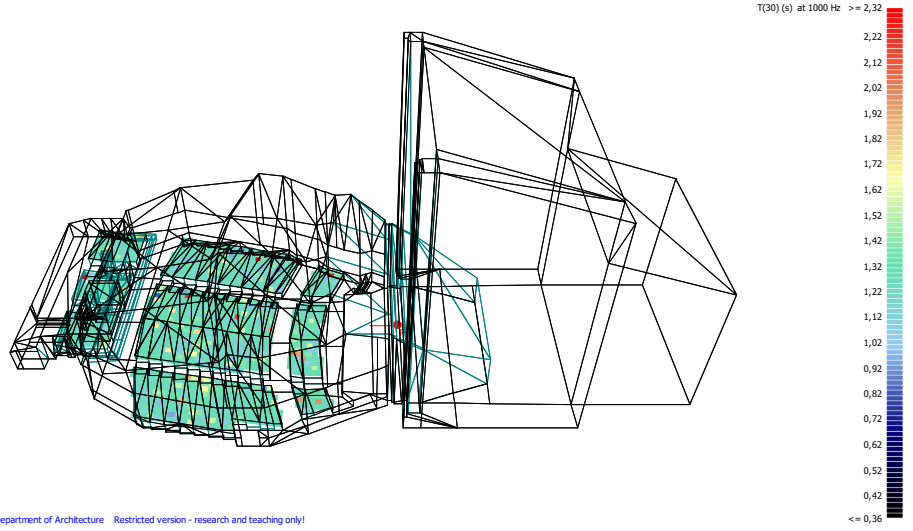
Odeon©1985-2015 Licensed to: Anadolu University, Department of Architecture Restricted version - research and teaching only!

Konuşma için C_{50} parametresi değerleri



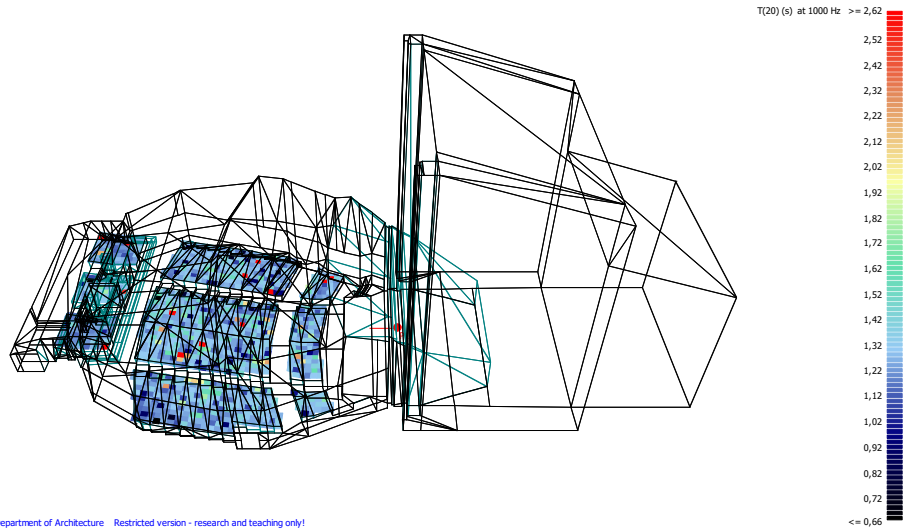
Odeon©1985-2015 Licensed to: Anadolu University, Department of Architecture Restricted version - research and teaching only!

Konuşma için Echo parametresi değerleri



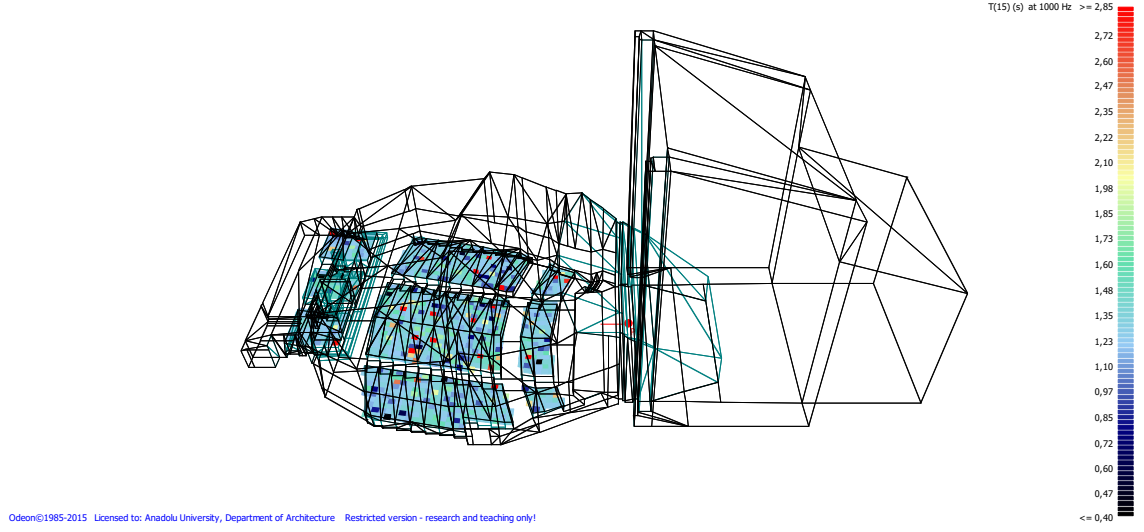
Odeon©1985-2015 Licensed to: Anadolu University, Department of Architecture Restricted version - research and teaching only!

Müzik için T_{30} parametresi değerleri

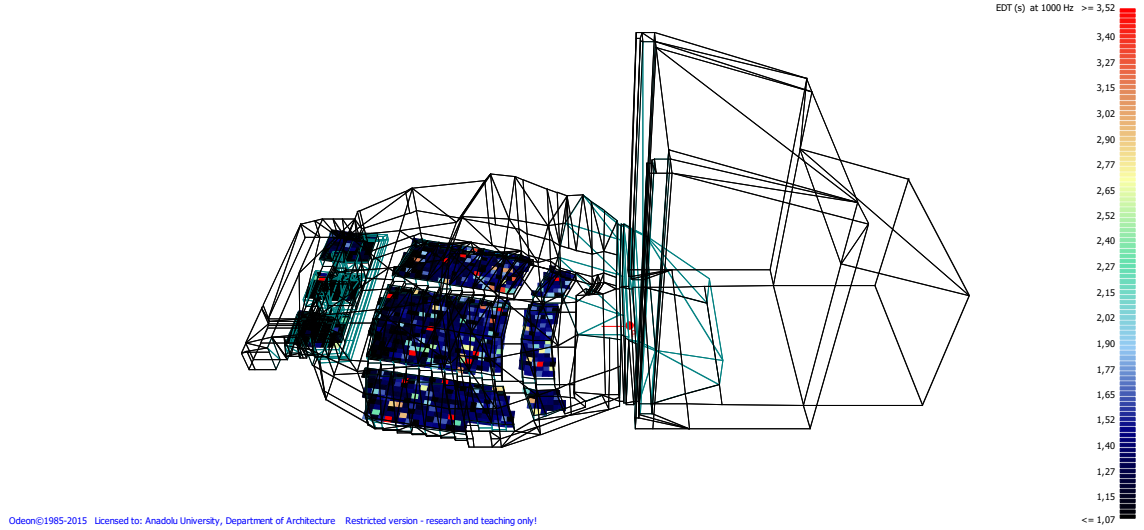


Odeon©1985-2015 Licensed to: Anadolu University, Department of Architecture Restricted version - research and teaching only!

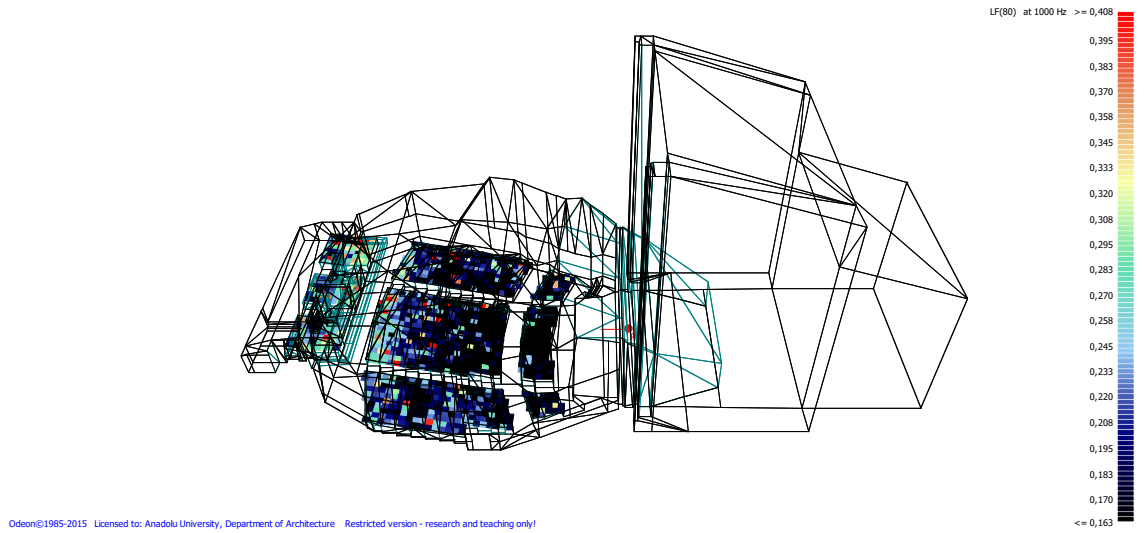
Müzik için T_{20} parametresi değerleri



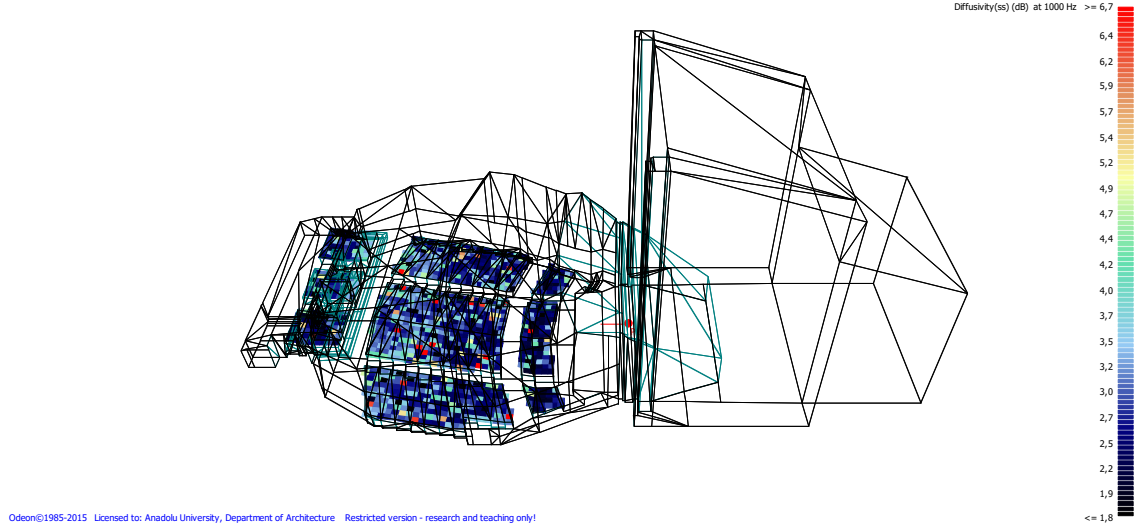
Müzik için T_{15} parametresi değerleri



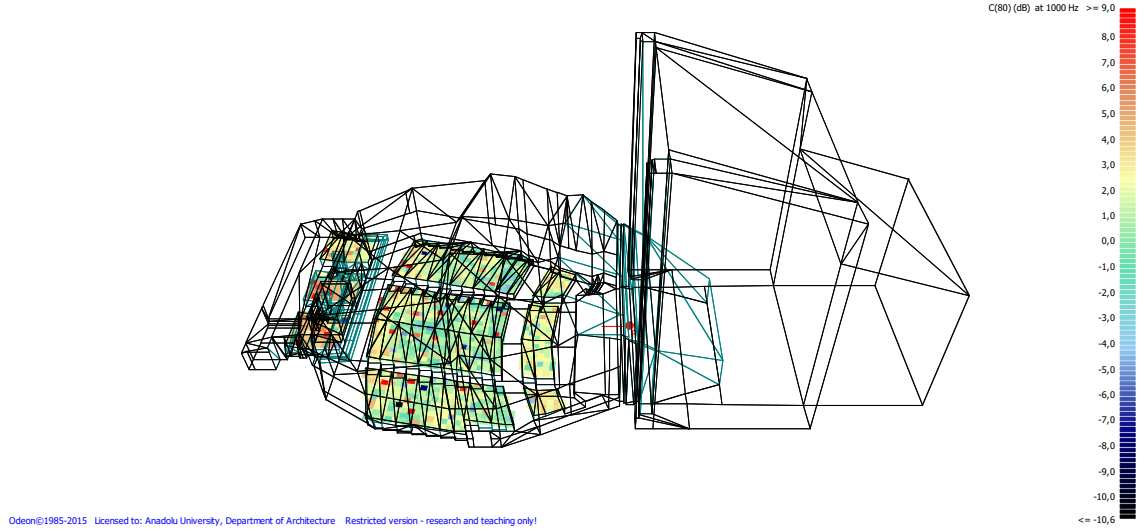
Müzik için EDT parametresi değerleri



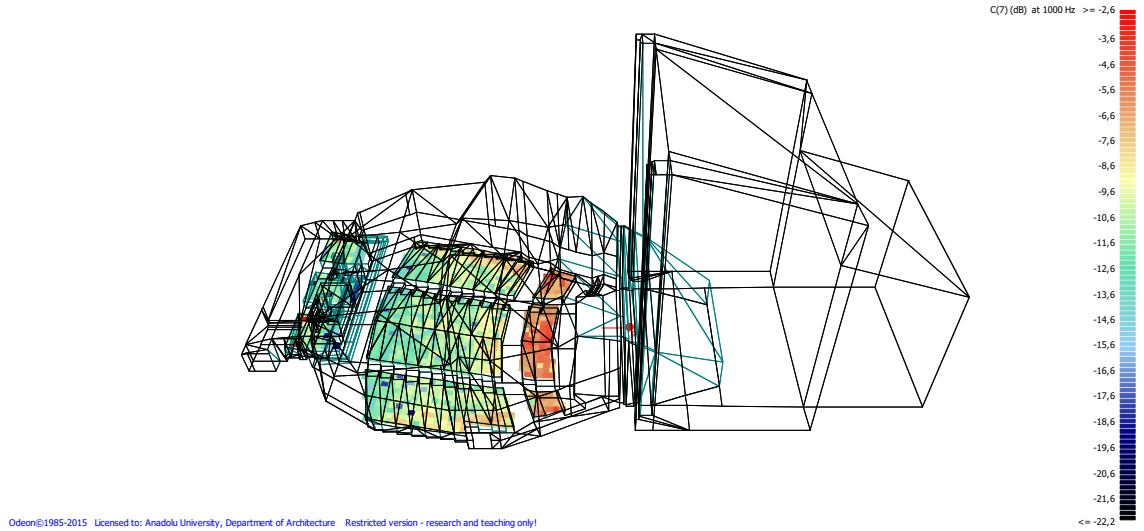
Müzik için LF_{80} parametresi değerleri



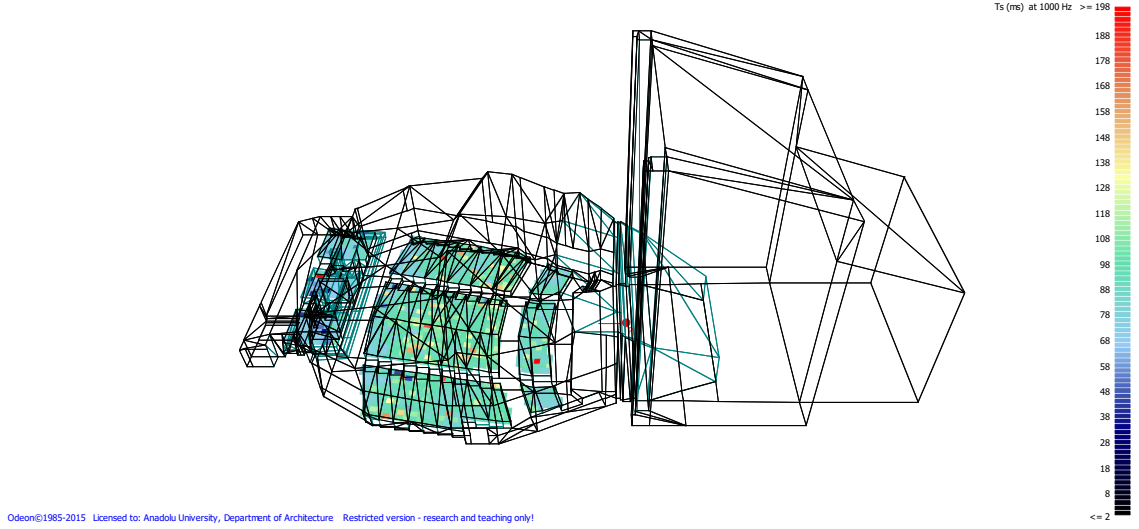
Müzik için Diffusivity parametresi değerleri



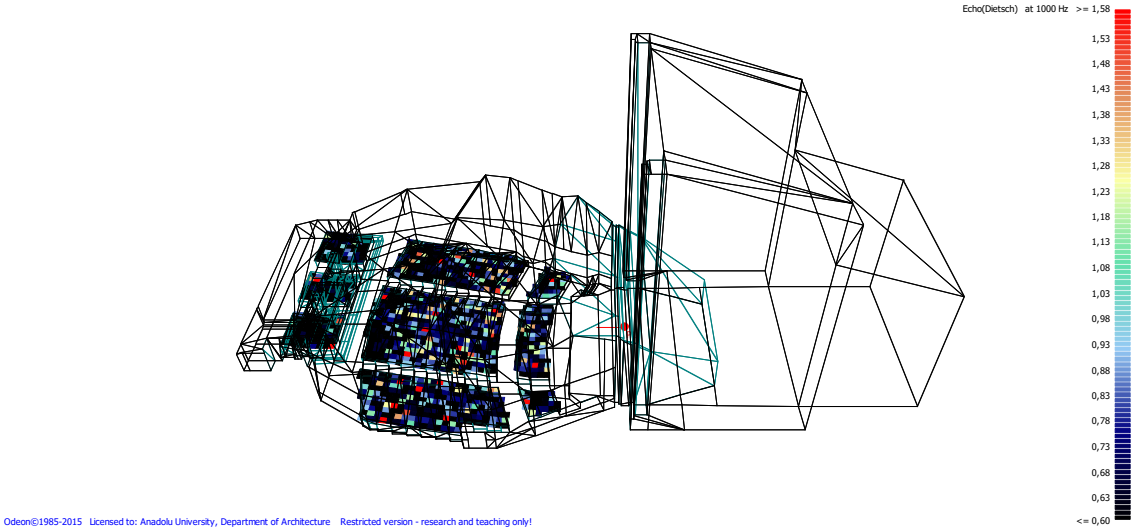
Müzik için C₈₀ parametresi değerleri



Müzik için C₇ parametresi değerleri



Müzik için T_s parametresi değerleri



Müzik için Echo parametresi değerleri

KAYNAKÇA

- Ahnert, W. Schmidt, S. (t.y.). EASERA Manual Appendix (Electronic and Acoustic System Evaluation and Response Analysis).
- Aktı, B. (2014). Daire Planlı ve Kubbe Bitişli Çok Amaçlı Salonlarda Akustik Performansın Tasarım Değişkenleri Aracılığıyla Simülasyon Programında İrdelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Alam S. F. Rafat, Y. (2016). Acoustical Analysis of Kennedy Auditorium, India, ICA 2016, September 2016, Buenos Aires.
- Appleton, I. (2008). Building for the Performing Arts – A Design and Development Guide, Elsevier Ltd., Oxford.
- Araneo, G. Farina, A. Frova, A. (2006). Study of Acoustical Properties in Santa Cecilia Concert Hall in Rome.
- Balcı, H. (2007). Antalya Cam Piramiti' nin Hacim Akustiğinin Bilgisayar Simülasyon Yöntemiyle Değerlendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Ballou, G. (1987). Handbook for Sound Engineers: The New Audio Encyclopedia, Howard W. Sams & Company, Indiana, USA.
- Ballou, G. (2009). Electroacoustic Devices: Microphones and Loudspeakers, Focal Press of Elsevier, Massachusetts, USA.
- Barre, S. ve Jaekel, O. (2016). Application of Beamforming Techniques to the Characterization of Sound Field Variations in Concert Halls, Inter-noise 2016, Hamburg.
- Barron, M. (1988). Subjective Study of British Symphony Concert Halls, *Acustica*, 66(1), 1-14.
- Barron, M. (1993). Auditorium Acoustics and Architectural Design, E&FN Spon, London.
- Barron, M. (2010). Auditorium Acoustics and Architectural Design, Second Edition, Spon Press, London and New York, USA.
- Beranek, L.L. (1962). Music, Acoustics & Architecture, John Wiley and Sons Inc., New York.
- Beranek, L.L. (1996). How They Sound: Concert and Opera House, Acoustical Society of America, New York.
- Beranek, L. (2004). Concert Halls and Opera Houses: Music, Acoustics and Architecture, Second Edition, Springer - Verlag, New York, Inc., New York, USA.
- Brooks, C. N. (2003). Architectural Acoustics, North Carolina, McFarland & Company, Inc. Publishers, North Carolina, USA.
- Budak, A. (1994). Atatürk Kültür Merkezi Büyük Salon'un Değerlendirmesi, Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

- Cammarata, G. Fichera, A. Pagano, A. Rizzo, G. (2001). Acoustical Prediction in Some Italian Theatres, *Acoustics Research Letters Online* 2, 61.
- Carlsson, C. (2015). The Acoustics of Stockholm Concert Hall and Artificial Reverberation Systems Evaluation of Stora Salen and Simulation of Its Electronic Reverberation System, Master of Science Thesis, KTH Royal Institute of Technology, School of Computer Science and Communication, Stockholm, Sweden.
- Cavanaugh, W.J. ve Wilkes, J. A. (1999). *Architectural Acoustics: Principles and Practice*, John Wiley & Sons, Inc., USA.
- Cerro, E. D. ve Ortiz, S. M. (2013). Study of the Acoustic of Jean Nouvel `s Auditorium 400, at the Museum Reina Sofia in Madrid, ICA 2013 Montreal, 2 - 7 June 2013.
- Christensen, C. L. (2009). *Odeon Room Acoustics Program Version 10 Manual*, Industrial, Auditorium and Combined Editions.
- Christensen, C. L. (2011). *ODEON Room Acoustics Software Version 11 Manual*, Second Edition, Industrial, Auditorium and Combined Editions.
- Christensen, C. L. Rindel, J. H. (2011). Diffusion in Concert Halls Analysed as a Function of Time During The Decay Process, *Proceedings of the Institute of Acoustics*, Vol. 33. Pt.2.
- Cowan, J. (2000). "Architectural Acoustics Design Guide", Mc Graw Hill.
- Cox, T.J. Shield, B.M. (1999). Audience Questionnaire Survey of the Acoustics of the Royal Festival Hall, London, England, *Acoustica*, 85, 547-559.
- Çelebi Şeker, N. (2013). Salonların Mimari Tasarımının Akustik Performansa Etkileri: Dikdörtgen, Fan, Elmas Salon Örnekleri, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul.
- Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliği (2010). (<http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2010/06/20100604-5.htm>)
- Davis, G. ve Jones, R. (1990). *The Sound Reinforcement Handbook*, Second Edition, Hal Leonard Publishing Corporation, Milwaukee.
- Davis, A. ve Coffeen, R. C. (2016). Acoustical Performance of a Completely Renovated Music Recital Hall from Subjective and Objective Points-of-View, *The Journal of the Acoustical Society of America* 139, 2114.
- Demirkale, S. (2007). *Çevre ve Yapı Akustiği – Mimarlar ve Mühendisler İçin El Kitabı*, Birsan Yayın Evi, İstanbul.
- DIN 18041:2004-05 (2004). *Acoustic Quality in Small to Medium-Sized Rooms*, DIN, Germany.
- Doelle, L. (1965). *Acoustics in Architectural Design*, National Research Council Canada Division of Building Research, Ottawa.
- Doelle, L. (1972). *Environmental Acoustics*, McGraw Hill, Inc., USA.
- Durmaz, S. (2016). Devlet Tiyatroları İzmir-Konak Sahnesi'nin Akustik Özellikleri, *Yedi: Sanat, Tasarım ve Bilim Dergisi* Sayı 15: 137-143.

- Durmaz, S. (2016). İzmir'deki Konser Salonlarının Akustik Performansları, Journal of International Social Research . Jun2016, Vol. 9 Issue 44, p1429-1439. 11p.
- Egan, M. D. (1988). Architectural Acoustics, McGraw-Hill Inc., New York.
- Erdem Aknesil, A. Yüğrük Akdağ, N. ve Karabiber Yüksel, Z. (2005). Acoustic Evaluation of a 19th Century Ottoman Palace Theatre, Architectural Science Review, Vol.48.
- 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.
- Eriç, M. (1994). Yapı Fiziği ve Malzemesi, Literatür Yayınevi, İstanbul.
- Erol, H. B. (2006). İç Mekânda Malzeme Kullanımında Akustik Performans Kriterleri, Yüksek Lisans Tezi, Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Everest, F. A. ve Pohlmann, K. C. (2009). Master Handbook of Acoustics, Fifth Edition, The McGraw-Hill Companies, USA.
- Figueiredo, F. L. ve Iazzetta, F. (2005). Comparative Study of Measured Acoustic Parameters in Concert Halls in the City of Sao Paulo, Inter – Noise, Rio.
- Gade, A. C. (1989). Investigations of Musicians' Room-Acoustic Conditions in Concert Halls.
- Gade, A. C. (2007). Acoustics in Halls for Speech and Music Springer Handbook of Acoustics: Chapter 9, Springer Science+Business Media, New York.
- Galiana, M. Llinares, C. Pagei, A. (2012). Subjective Evaluation of Music Hall Acoustics: Response of Expert and Non-expert Users, Building and Environment, Volume 58, December 2012, Pages 1-13.
- Galiana Martinez, M. Llinares Millan, C. Llinares Millan, J. (2014). Does Architecture Affect Acoustic Perception in Music Halls?, Keer 2014, JUNE 11-13 2014, Linköping.
- Garai, M. Morandi, F. D'Orazio, D. De Cesaris, S. Loreti, L. (2015). Acoustic Measurements in Eleven Italian Opera Houses: Correlations Between Room Criteria and Considerations on the Local Evolution of a Typology, Building and Environment, Volume 94, Part 2, December 2015, Pages 900-912.
- Golas, A. ve Suder – Debska, K. (2009). Analysis of Dome Home Hall Theatre Acoustic Field, Archives of Acoustics, 34, 3, 273–293.
- Gülhan, D. (1997). Acoustical Design Principles of Multipurpose Auditoria, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Hanzade Yönetel, G. (1994). Seslendirme Yapılan Hacimlerde Akustik Sorunlar ve Çözüm Önerileri, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Hardy, H. (2006). Performing Art Facilities, John Wiley&Sons, Inc., New Jersey.
- Hasol, D. (1998). Ansiklopedik Mimarlık Sözlüğü, Yapı – Endüstri Merkezi Yayınları.

- Hidaka, T. Beranek, L. (2000). Objective and Subjective Evaluations of Twenty-Three Opera Houses in Europe, Japan, and the Americas, The Journal of the Acoustical Society of America 107, 368.
- Hidaka, T. ve Nishihara, N. (2004). Objective Evaluation of Chamber-Music Halls in Europe and Japan, The Journal of the Acoustical Society of America 116, 357.
- Hyde, J. R. ve Möller, H. (2006). Sound Strength in Small Halls, Proceedings of the Institute of Acoustics, Vol. 28. Pt.2.
- ISO 3382-1 (2009). Acoustics – Measurement of Room Acoustic Parameters, Part 1: Performance Spaces.
- ISO 3382-2 (2009). Acoustics – Measurement of Room Acoustic Parameters, Part 2: Reverberation Time in Ordinary Rooms.
- İlisulu, S.G. (2010). Tiyatro Salonlarının Akustik Açısından Değerlendirilmesi ve Bir Örnek Çalışma: İstanbul Büyükşehir Belediyesi Beyoğlu Sahnesi, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Jordan, V.L. (1981). A Group of Objective Acoustical Criteria for Concert Halls, Applied Acoustics, Elsevier Science and Publications, 14, 253-266.
- Kamacı, T. (2012). Çok Amaçlı Salonlarda Ses Düzeni Tasarımı: Hatay Samandağ ve K.K.T.C Doğu Akdeniz Örneklerinin İncelenmesi, Uzmanlık Tezi, T.C. Kültür ve Turizm Bakanlığı Yatırım ve İşletmeler Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Kamlet, R. (2005). Acoustics and Sound Systems in Architectural Design, (<http://www.jblpro.com/catalog/general/technicallibrary.aspx?CatID=1&Run=1>).
- Kanev, N. Fadeev, A. Livshits, A. Nechaev, A. Peretokin, A. Rodenkov, V. Shirgina, N. (2016). Acoustics of New and Renovated Chamber Music Halls in Russia, 22nd International Congress on Acoustics, ICA 2016 - 511, Buenos Aires, Argentina.
- Kara, E. (2009). Valensiya Santa Anna Şapeli'nin Restorasyon Sonrası Akustik Değerlendirmesi, Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Karabiber, Z. (1992). Mimari Akustikte Ses Ölçmeleri, Yıldız Teknik Üniversitesi Yayınları, İstanbul.
- Karabiber, Z. (1999). Gürültü Etkilenmesi ve Denetlenmesinde Yeni Yaklaşımlar, Yapıda Yalıtım Konferansı, İstanbul.
- Knudsen, V.O. ve Harris, C.M. (1988). Acoustical Designing in Architecture, Acoustical Society of America, USA, 151-188.
- Kulualp, U. (1994). Çok Amaçlı Salonlarda Oluşan Akustik Sorunların İncelenmesi ve Değerlendirilmesi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Kurtulan, Z. (2009). M.S.G.S.Ü. Sedat Hakkı Eldem Oditoryumunun Hacim Akustiği Açısından İncelenmesi ve Değerlendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Kuttruff, H. (1991). Room Acoustics, Third Edition, Elsevier Science Publishers LTD, USA.
- Kuttruff, H. (2000). Room Acoustics, Fourth Edition, Spon Press, London.

- Kuttruff, H. (2007). *Acoustics an Introduction*, Taylor&Francis, Oxon.
- Lokki, T. Vertanen, H. Kuusinen, A. Pätynen, J. Tervo, S. (2010). Auditorium Acoustics Assessment with Sensory Evaluation Methods, International Symposium on Room Acoustics, ISRA 2010, Melbourne, Australia.
- Lokki, T. Pätynen, J. Kuusinen, A. Tervo, S. (2016). Concert Hall Acoustics: Repertoire, Listening Position, and Individual Taste of the Listeners Influence the Qualitative Attributes and Preferences, *J. Acoust. Soc. Am.* 140 (1), July 2016.
- Long, M. (2006). *Architectural Acoustics*. Elsevier Academic Press, Massachusetts, USA.
- Maekewa, Z. Rindel, H. ve Lord, P. (2011). *Environmental and Architectural Acoustics*, Spon Press, Oxon.
- Makrinenko, L. I. (1994). *Acoustics of Auditoriums in Public Buildings*, Acoustical Society of America, New York, USA.
- Marshall, A.H. (1967). A Note on the Importance of Room-Cross Section in Concert Halls, *Journal of Sound and Vibration*, Academic Press, London.
- Marshall, A.H. ve Barron, M. (2000). Spatial Responsiveness in Concert Halls and the Origins of Spatial Impression, *Applied Acoustics*, *Applied Acoustics* 62, 91-108.
- MEGEP (2011). *Seslendirme Sistemi Kurulumu*, Ankara: T.C. Milli Eğitim Bakanlığı.
- Mehta, M. Johnson, J. ve Rocafort, J. (1999). *Architectural Acoustics Principles and Design*, Prentice Hall, Inc., New Jersey, USA.
- Migneron, J. P. Migneron, J. G. Hardy, F. (2008). Objective and Subjective Analysis of Acoustical Response in Newly Renovated Palais Moncalm, Quebec City, Canada, *Acoustics '08 Paris*, June 29- July 4, 2008.
- Möller, H. Vehviläinen, S. Tishko, D. Wulfrank, T. Rozanov, S.I. (2010). Acoustic Description of the Great Hall of the Moscow P. I. Tchaikovsky Conservatory, *ICA 2010*, 23-27 August 2010, Sydney, Australia.
- Örün, G. (2011). *Acoustical Analysis and Taxonomy of Performance Halls in Early Republican Period in Ankara: Resim Heykel Müzesi, Küçük Tiyatro and Opera*, Yüksek Lisans Tezi, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Özçevik Bilen, A. Yüksel Can, Z. (2015). *Türk Makam Müziği İcra Edilen Kapalı Mekanların Hacim Akustiği Bakımından İncelenmesi ve Değerlendirilmesi*, *Megaron*, 10(2):195-204.
- Özkartal, N.E. (2011) *Konser Salonlarında Akustik Konfor Parametrelerinin Analizi ve Bir Örnek Çalışma*, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Paini, D. Gade, A. C. ve Rindel, J. H. (2006). Is Reverberation Time Adequate For Testing the Acoustical Quality Of Unroofed Auditoriums?, *Proceedings of the Institute of Acoustics*, Vol. 28. Pt.2.
- Panton, L. Holloway, D. Cabrera, D. (2015). *Investigating Concert Hall Acoustics from Musicians' Perspective: Summary of Results from a Survey of Two Touring Chamber Orchestras*, *Acoustics 2015 Hunter Valley*, 15 - 18 November 2015.

- Panton, L. Holloway, D. Cabrera, D. Miranda, L. (2017). Stage Acoustics in Eight Australian Concert Halls: Acoustic Conditions in Relation to Subjective Assessments by a Touring Chamber Orchestra, *Acoustics Australia* April 2017, Volume 45, Issue 1, pp 25–39.
- Parkin, H. ve Humphreys, R. (1958). *Acoustics, Noise and Buildings*, Faber and Faber Ltd., Londra.
- Rindel, J. H. (2002). *Modelling in Auditorium Acoustics - From Ripple Tank and Scale Models to Computer Simulations*, Keytone Lecture, Sevilla.
- Rossing, T. D. (2007). *Springer Handbook of Acoustics*, Springer Science + Business Media, New York, USA.
- Rumsey, F. ve McCornick T. (2006). *Sound And Recording*, İngiltere: Focalpress.
- Semidor, C. Barlet, A. (2000). Objective and Subjective Surveys of Opera House Acoustics: Example of the Grand Theatre de Bordeaux, *Journal of Sound and Vibration* Volume 232, Issue 1, 20 April 2000, Pages 251-261.
- Sirel, Ş. (1974). *Yapı Akustiği I – Temel Bilgiler*, İstanbul Devlet Mühendislik ve Mimarlık Akademisi Yayınları, İstanbul.
- Soloudre, G.A. Bradley, J.S. (1994). Subjective Evaluation of New Acoustic Measures in Concert Halls Using Binaural Simulation, *Wallace Clement Sabine Centennial Symposium*, Cambridge.
- Soloudre, G.A. Bradley, J.S. (1995). Subjective Evaluation of New Acoustic Measures, *Journal of Acoustical Society of America*, 98(1), 294-301.
- Sü, Z. (2004). *Acoustical Performance Analysis of Bilkent University Amphitheater "Odeon"*, Yüksek Lisans Tezi, Bilkent Üniversitesi, İç Mimarlık ve Çevre Tasarımı Bölümü, Ankara.
- Teke, D. (2012). *Arena Tip Salonlarda Mimari Tasarım Öğelerinin Bilgisayar Simülasyon Çalışması ile Akustik Açından İrdelenmesi*, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Toktaş, S. (2011). *Çok Amaçlı Salonların Akustik Açısından Değerlendirmesi: F. Ü. Atatürk Kültür Merkezi Örneği*, Yüksek Lisans Tezi, Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Elazığ.
- Türk, E. (2011). *İstanbul'daki Salonların Akustik Kalitesinin İncelenmesi ve Değerlendirilmesi*, Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Türkmen, R. (2013). *Oditoryumlarda Akustik Performansın İyileştirilmesine Yönelik Tasarım Parametrelerinin Geliştirilmesi ve Bir Örneklem*, Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Vitruvius (1990). *Mimarlık Üzerine On Kitap*, 1. Baskı, Şevki Vanlı Mimarlık Vakfı Yayınları, Ankara.
- Vural, A. (2009). *İstanbul'da Bulunan Dört Konser Salonunun Akustik Açısından Değerlendirilmesi*, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

- Yavuz, A. (2007). Ses Kayıt Stüdyosu Tasarımı ve Mimari Akustik, Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Yılmaz, T. (2005). Acoustical Analysis of a Multipurpose Hall by Computer Simulation Method: METU Northern Cyprus Campus Auditorium (NCCA) as a Case Study, Yüksek Lisans Tezi, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Yücel, Ç. (1987). Oditoryumlarda Akustik Önlemler ve Çoklu Kullanım, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Yügrük Akdağ, N. (2008). Gürültü Denetimi 2 Ders Notları, İstanbul.
- Yüksel Can, Z. (2011). Oditoryum Akustiği Ders Notları, İstanbul.
- Yüksel Can, Z. Hacim Akustiği 1 Ders Notları, İstanbul.
- Yüksel Can, Z. ve Özçevik Bilen, A. Hacim Akustiği Kuramı Ders Notları, İstanbul
- http-1: <http://personal.cityu.edu.hk/~bsapplec/Fire/NRcurve.jpg> (ET:09.01.2018)
- http-2: <http://www.machgroup.co.uk/category/room-acoustics/> (ET:15.04.2018)
- http-3: (<http://www.hkapa.edu/venue/venues>)
- http-4: (<http://acoustacorp.com/?port=alice-tully-hall>)
- http-5: <http://www.rpgeurope.com/products/product/triffusor.html>
- http-6: <https://www.flickr.com/photos/cphark/3290310969>
- http-7: http://www.wengercorp.com/Home/Catalog/english/09_Wenger_AcousticalEquipment_NP.pdf
- http-8: <http://www.figueras.com/en/products.html>
- http-9: http://www.eskisehir.bel.tr/icerik_dvm.php?icerik_id=580&cat_icerik=1&menu_id=24 (ET:15.11.2016)
- http-10: <http://www.tiyatrolar.com.tr/sahne/eskisehir/buyuksehir-sanat-merkezi-ergin-orbey-sahnesi> (ET:15.11.2016)
- http-11: <http://www.tiyatrolar.com.tr/sahne/eskisehir/sanat-ve-kultur-sarayi-tiyatro-sahnesi> (ET:15.11.2016)
- http-12: <http://senfoni.eskisehir.bel.tr/about.php> (ET:15.11.2016)
- http-13: <http://haberciniz.biz/eskisehir-sehir-tiyatrolari-6-sahnesine-kavustu-1012042h.htm> (ET:15.11.2016)
- http-14: http://tiyatronline.com/sahneler/haller-genclik-merkezi-tepebasi-sahnesi_-eskisehir-4028 (ET:15.11.2016)
- http-15: <http://tiyatro.eskisehir.bel.tr/frame/sahneler.php> (ET:15.11.2016)
- http-16: <http://www.haberler.com/eskisehir-kent-konseyi-15-inciolagan-genel-kurul-6879474-haberi/> (ET:15.11.2016)
- http-17: <http://www.odunpazari.bel.tr/Haberler.aspx?ID=3430> (ET:15.11.2016)

- http-18: <http://tiyatrolar.com.tr/sahne/eskisehir/hasan-polatkan-kultur-merkezi>
(ET:15.11.2016)
- http-19: <http://tiyatrolar.com.tr/sahne/eskisehir/eskisehir-zubeyde-hanim-kultur-merkezi>
(ET:15.11.2016)
- http-20: <http://www.eskisehirliyiz.biz/haber/?sec=1&newscatid=6&newsid=98731>
(ET:15.11.2016)
- http-21: <https://www.anadolu.edu.tr/kampuste-yasam/kultur-sanat-merkezleri-ve-salonlari/ataturk-kultur-ve-sanat-merkezi> (ET:15.11.2016)
- http-22: <https://www.anadolu.edu.tr/kampuste-yasam/kultur-sanat-merkezleri-ve-salonlari/kongre-merkezi> (ET:15.11.2016)
- http-23: <https://www.anadolu.edu.tr/kampuste-yasam/kultur-sanat-merkezleri-ve-salonlari/salon-2009> (ET:15.11.2016)
- http-24: <https://www.anadolu.edu.tr/kampuste-yasam/kultur-sanat-merkezleri-ve-salonlari/salon-2003> (ET:15.11.2016)
- http-25: <https://www.anadolu.edu.tr/kampuste-yasam/kultur-sanat-merkezleri-ve-salonlari/sinema-anadolu> (ET:15.11.2016)
- http-26: <https://www.ogu.edu.tr/Videos/KampusSanalTur/kulturmerkezi/index.html>
(ET:15.11.2016)
- http-27: <http://jeoloji.ogu.edu.tr/Haber/Detay/11/prof-paul-schroeder-kaolins-natures-amazing-nano-material> (ET:15.11.2016)
- http-28: <http://www.oly53.com/haber/yapay-kan-hayvanlar-uzerinde-haziran-ayinda-denecek-426410.htm> (ET:15.11.2016)
- http-29: <http://iibf.ogu.edu.tr/Icerik.aspx?id=11> (ET:15.11.2016)
- http-30: http://www.mmo.org.tr/genel/bizden_detay.php?kod=26867&tipi=2&sube=8#.WBCcROOLTIU (ET:15.11.2016)
- http-31: <http://egitim.ogu.edu.tr/detay.asp?id=126> (ET:15.11.2016)
- http-32: <https://ilahiyat.ogu.edu.tr/Etkinlik/Detay/26/arastirmaci-ahmet-sekercioglu-zulkarneyn-ve-yecuc-mecuc-kimlerdir> (ET:15.11.2016)
- http-33: http://www.etonet.org.tr/etonet/Haberler/HaberResim/20160902etoakademiyenidonem-1140208_OFoto.jpg (ET:15.11.2016)
- http-34: <http://www.sonhaber.com.tr/haber/2898/eto-ve-bilecik-tso-arasinda-ortak-proje-karari.html> (ET:15.11.2016)

http-35: <http://www.eso.org.tr/index.php?page=ayrinti&id=4826#.WA-eBOOLTIU>
(ET:15.11.2016)

http-36: <http://www.ebto.org.tr/yeni/?p=1142> (ET:15.11.2016)

http-37: <http://www.esmmmo.org/Home/ContentImage/etkinlikler/sosyal-guvenlik-kurumu-borclarinin-yeniden-yapilandirilmesi-uygulama-semineri> (ET:15.11.2016)

http-38: <http://www.esesob.org.tr/DefaultDevami.aspx?FotoId=395> (ET:15.11.2016)

http-39: http://eskisehir.imo.org.tr/genel/bizden_detay.php?kod=6347&tipi=2&sube=12#.WA-mxuOLTIU (ET:15.11.2016)

http-40: <http://fga.com.tr/blog/etkinlikler/fga-mimarlik-eskisehir-ve-kutahyadaydi>
(ET:15.11.2016)

http-41: <http://harunkaracan.com.tr/Haberler/Detay.aspx?ID=1178> (ET:15.11.2016)

http-42: <http://www.evdb.gov.tr/index.php/eskisehir-vergi-dairesi-faaliyetleri/360-ofkek-ontrolukonferansi.html> (ET:15.11.2016)

http-43: <http://www.eskisehiradsm.gov.tr/haberdti.aspx?id=135> (ET:15.11.2016)

http-44: <https://www.modernityhotel.com.tr/modernity.php> (ET:15.11.2016)

http-45: http://www.namliotel.com.tr/tr/toplanti_fotogaleri.asp (ET:15.11.2016)

http-46: <https://www.tatilbudur.com/abaci-konak-hotel> (ET:15.11.2016)

http-47: <http://buyukoteleskisehir.com/restaurant-ve-bar.html> (ET:15.11.2016)

http-48: <https://www.bookinturkey.com/otel/es-albatros-hotel-788> (ET:15.11.2016)

http-49: <http://www.eskisehirotelleri.org/sahin-park-otel-eskisehir.html> (ET:15.11.2016)

http-50: <http://www.vermanotel.com.tr/toplantidavet.aspx?Midas-Salon-1>
(ET:15.11.2016)

http-51: <http://www.vermanotel.com.tr/toplantidavet.aspx?Dorylaion-Salon-3>
(ET:15.11.2016)

http-52: <http://www.etstur.com/Ibis-Hotel-Eskisehir> (ET:15.11.2016)

http-53: <http://www.eskisehirotelleri.org/atiskan-otel-eskisehir.html> (ET:15.11.2016)

http-54: <http://www.dedepark.com/Otelimiz?toplanti> (ET:15.11.2016)

http-55: <http://www.dedepark.com/Otelimiz?toplanti> (ET:15.11.2016)

http-56: <http://www.dedepark.com/Galeri#> (ET:15.11.2016)

http-57: <http://www.aliguvenuygulamaoteli.com/tr/21-toplanti-salonu.html>
(ET:15.11.2016)

http-58: <http://www.toplantisalonu.com/tr/salon/anemon-eskisehir-toplanti-salonlari/eskisehir-salonu-toplanti-salonu> (ET:15.11.2016)

http-59: <http://www.toplantisalonu.com/tr/salon/anemon-eskisehir-toplanti-salonlari/manisa-salonu-toplanti-salonu> (ET:15.11.2016)

http-60: <http://www.toplantisalonu.com/tr/salon/anemon-eskisehir-toplanti-salonlari/izmir-salonu-toplanti-salonu> (ET:15.11.2016)

http-61: <http://www.toplantisalonu.com/tr/salon/anemon-eskisehir-toplanti-salonlari/marmaris-salonu-toplanti-salonu> (ET:15.11.2016)

http-62: <http://www.toplantisalonu.com/tr/salon/anemon-eskisehir-toplanti-salonlari/galata-salonu-toplanti-salonu> (ET:15.11.2016)

http-63: <http://www.toplantisalonu.com/tr/salon/anemon-eskisehir-toplanti-salonlari/anemon-salonu-toplanti-salonu> (ET:15.11.2016)

http-64: <http://www.toplantisalonu.com/tr/salon/anemon-eskisehir-toplanti-salonlari/egesalonu-toplanti-salonu> (ET:15.11.2016)

http-65: <http://www.toplantisalonu.com/tr/salon/anemon-eskisehir-toplanti-salonlari/aydin-salonu-toplanti-salonu> (ET:15.11.2016)

http-66: <http://www.divan.com.tr/divan-express-eskisehir/toplanti> (ET:15.11.2016)

http-67: <http://www.saffronhotels.com/fotogaleri.html> (ET:15.11.2016)

http-68: http://www.turunchotels.com.tr/tr/turunc_eskisehir/eskisehir_aktiviteler/3039-toplanti-ve-organizasyon.html (ET:15.11.2016)

http-69: <http://www.etstur.com/Zin-Hotel> (ET:15.11.2016)

http-70: <http://www.toplantisalonu.com/tr/salon/the-merlot-hotel-eskisehir-toplanti-salonlari/frig-toplanti-salonu> (ET:15.11.2016)

http-71: <http://www.toplantisalonu.com/tr/salon/the-merlot-hotel-eskisehir-toplanti-salonlari/midas-toplanti-salonu> (ET:15.11.2016)

http-72: <http://www.toplantisalonu.com/tr/salon/the-merlot-hotel-eskisehir-toplanti-salonlari/egesalonu-toplanti-salonu> (ET:15.11.2016)

http-73: http://eskisehir-tr.rixos.com/images/pdf/RIXOS_ESK_MEETING_KIT_2015.pdf (ET:15.11.2016)

http-74: http://www.arwenresidence.com/galeri_toplanti.php (ET:15.11.2016)

http-75: <https://www.tatilbudur.com/roof-garden-hotel> (ET:15.11.2016)

http-76: <http://www.tsoftrafik.com.tr/tesisler/sivrihisar-akaryakt-ve-dinlenme-tesisi.html> (ET:15.11.2016)

http-77: <http://tiyatrolar.com.tr/sahne/eskisehir/eskisehir-adim-sanat> (ET:15.11.2016)

http-78: http://www.eskisehirkentkonseyi.org.tr/icerik_dvm.php?icerik_id=366 (ET:15.11.2016)

http-79: <http://tiyatrolar.com.tr/sahne/eskisehir/kiraathane> (ET:15.11.2016)