

**T.C.
YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**GELİŞEN TEKNOLOJİ İŞİĞİNDA PERFORMANS MEKÂNLARINDA İŞİTSEL
KONFOR GEREKSİNİMLERİ VE AKUSTİK TASARIM YAKLAŞIMLARI**

DİRUN ERGİN

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
MİMARLIK ANABİLİM DALI
YAPI FİZİĞİ PROGRAMI**

**DANIŞMAN
PROF. DR. ZERHAN YÜKSEL CAN**

İSTANBUL, 2014

T.C.
YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**GELİŞEN TEKNOLOJİ İŞİĞİNDA PERFORMANS MEKÂNLARINDA İŞİTSEL
KONFOR GEREKSİNİMLERİ VE AKUSTİK TASARIM YAKLAŞIMLARI**

Dirun ERGİN tarafından hazırlanan tez çalışması 20.06.2014 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Mimarlık Anabilim Dalı'nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Tez Danışmanı

Prof. Dr. Zerhan YÜKSEL CAN
Yıldız Teknik Üniversitesi

Jüri Üyeleri

Prof. Dr. Zerhan YÜKSEL CAN
Yıldız Teknik Üniversitesi

Prof. Dr. Neşe YÜĞRÜK AKDAĞ
Yıldız Teknik Üniversitesi

Prof. Dr. Sevtap YILMAZ
İstanbul Teknik Üniversitesi

ÖNSÖZ

Yüksek lisans eğitimimin başlangıcından itibaren öğretileri ile beni geliştiren, değerli önerileri ve desteği ile tez çalışmamın sonuna kadar bana yol gösteren danışman hocam Sayın Prof. Dr. Zerhan Yüksel Can'a sonsuz şükranlarımı sunarım.

Bu zorlu süreçte, gerek her türlü kaynak dokümanı, gerekse kendi bilgi birikimlerini benden esirgemeyen, desteklerini ve güvenlerini her zaman hissettiğim Sayın Türker Talayman ve Sayın İpek Talayman'a teşekkürlerimi sunmayı borç bilirim. Başta, elektro akustik tasarım konusundaki katkılarıyla çalışmamı geliştirmeme yardımcı olan Sayın Demir Döken olmak üzere, Talayman Akustik Ltd. Şti.'nde yolumun kesiştiği, bana destek olan herkese çok teşekkür ederim.

Gösterdikleri ilgi ve güvenle projelerine dahil olmama olanak sağlayan YTÜ Kültür ve Kongre Merkezi mimari tasarımcıları YTÜ Mim. Fak. Öğretim Üyesi Sayın Doç. Dr. Yasemen Say Özer ve MSGSÜ Mim. Fak. Öğretim Üyesi Sayın Doç. Dr. N. Oğuz Özer'e çok teşekkür ederim.

Ankara'da kalan parçama sahip çıkan, manevi desteklerini hep hissettiğim dostlarım Ekin, Orhan ve Hakan'a, İstanbul'da tez sürecindeki yoğunluğuma rağmen beni hiç yalnız bırakmayan Ceren'e ve Zeliha'ya, beni her zaman çok iyi anlayan İrem'e ve dünyanın neresinde olurlarsa olsunlar, sevgileri ve destekleri ile hep yanımda olan Balca, Ezgi ve biricik Mirisen'e sevgilerimi sunarım.

Ne zaman ihtiyaç duysam, tüm samimiyetleri ile yanımda olacaklarını bildiğim, tez sürecimin de son anında yardıma yetişen Sinan Atay ve her zaman örnek aldığım Seda Atay'a çok teşekkür ederim.

Hayatımın her döneminde maddi ve manevi hiçbir desteği benden esirgemeyen ve her zaman bana güvendiklerini hissettiren annem Mimar Gaye Ergin ve babam Mimar Ertan Ergin'e, her zaman benim için en iyisini istediklerini bildiğim abim İnşaat Y. Mühendisi Tulûhan Ergin ve kardeşim Psikoloji öğrencisi Uluğhan Ergin'e sonsuz sevgi ve teşekkürlerimi sunarım.

Tüm yaşamımda her konuda yol gösteren ve her anıma anlam katan değerli büyüklerim Hasan Tekin Kuşhan ve Rukiye Kuşhan'a içten saygı ve teşekkürlerimle.

Mayıs, 2014

Dirun ERGİN

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
SİMGE LİSTESİ	viii
KISALTIMA LİSTESİ	ix
ŞEKİL LİSTESİ.....	x
ÇİZELGE LİSTESİ	xiv
ÖZET	xvi
ABSTRACT	xviii
BÖLÜM 1	1
GİRİŞ	1
1.1 Literatür Özeti	2
1.2 Tezin Amacı	4
1.3 Hipotez	4
BÖLÜM 2	6
PERFORMANS MEKÂNLARI ve TASARIMDA YER ALAN İŞLEVLER	6
2.1 Performans Mekânlarının Tarihsel Gelişim Süreci.....	7
2.2 Performans Mekânları ve Güncel Örnekleri	16
2.2.1 Dünyadan Performans Mekânı Örnekleri	21
2.2.2 Türkiye’den Performans Mekânı Örnekleri	29
2.3 Performans Mekânları Tasarımında Yer Alan İşlevler	30
2.3.1 Müzik.....	30
2.3.1.1 Klasik Batı Müziği	31
2.3.1.2 Caz	33
2.3.1.3 Pop/ Rock	34
2.3.2 Müzik ve Dans	35

2.3.2.1	Bale.....	35
2.3.2.2	Modern Dans.....	35
2.3.3	Konuşma	36
2.3.4	Müzik, Dans ve Konuşma	38
2.3.4.1	Opera.....	39
2.3.4.2	Müzikal	41
BÖLÜM 3	43
PERFORMANS MEKÂNLARINDA AKUSTİK GEREKSİNİMLER	43
3.1	Mimari Akustik.....	44
3.1.1	Gürültü Denetimi	44
3.1.2	Hacim Akustiği	46
3.2	Doğal Akustik Tasarım.....	48
3.2.1	Doğal Akustik Tasarıma Gereksinim Duyulan Koşullar	48
3.2.2	Doğal Akustik Tasarımın Temel Kurgusu.....	49
3.2.2.1	Öznel ve Nesnel Hacim Akustiği Parametreleri	49
3.2.2.2	Akustik Kusurlar	52
3.2.2.3	Mimari Tasarıma Yönelik Çalışmalar	53
3.2.2.4	Akustik Hesaplamalar ve İç Yüzey Malzemeleri Seçimleri	63
3.3	Elektro Akustik Tasarım	64
3.3.1	Elektro Akustik Tasarıma Gereksinim Duyulan Koşullar	65
3.3.2	Elektro Akustik Tasarımın Temel Kurgusu	68
3.3.2.1	Temel Elektro Akustik Sistem Ekipmanları.....	70
3.3.2.2	Hoparlör Yerleşimleri	74
3.3.2.3	Temel Elektro Akustik Tasarım Kriterleri	79
3.4	Doğal ve Elektro Akustik Tasarım Süreçlerinin İlişkisi.....	84
3.4.1	Doğal ve Güçlendirilmiş Sesin Yayılım, İletim ve Ulaşım Modelleri ("Emission, Transmission, Reception Models").....	85
3.4.2	Hacim Akustiği Parametreleri ve Doğal ve Elektro Akustik Tasarım Yöntemleri.....	90
3.5	Performans Mekânlarında Bütünleşik Akustik Tasarım Yaklaşımı ve Değiştirilebilir Akustik Tasarım	95
3.5.1	Değiştirilebilir Doğal Akustik Tasarım	96
3.5.1.1	Değiştirilebilir Salon Hacmi	97
3.5.1.2	Yansım Odaları (Reverberation Chambers).....	98
3.5.1.3	Yüzeylerde Değiştirilebilir Akustik Özellikler.....	99
3.5.1.4	Hareketli Yansıtıcılar ve Orkestra Kabuğu.....	101
3.5.1.5	Değiştirilebilir Dinleyici Sayısı.....	103
3.5.2	Elektro Akustik Sistemlerle Hacim Akustiği Algısı Üzerinde Yapılabilen Değişiklikler	104
BÖLÜM 4	109

PERFORMANS MEKÂNLARINDA İŞLEVE BAĞLI AKUSTİK TASARIM.....	109
4.1 Akustik Kusurlardan Arınmışlık	111
4.2 Tek Amaçlı Hacimlerde Akustik Tasarım.....	114
4.2.1 Konuşma/ Tiyatro	116
4.1.1.1 Doğal Akustik Tasarım	116
4.2.1.1 Elektro Akustik Tasarım.....	121
4.2.2 Müzik.....	124
4.2.2.1 Doğal Akustik Tasarım	124
4.2.2.2 Elektro Akustik Tasarım.....	129
4.2.3 Opera/Bale ve Modern Dans/Müzikal	132
4.2.3.1 Doğal Akustik Tasarım.....	132
4.2.3.2 Elektro Akustik Tasarım.....	136
4.3 Çok Amaçlı Hacimlerde Doğal Akustik Tasarım	136
4.3.1 Konuşma, Tiyatro ve Müzik.....	139
4.3.2 Müzik ve Opera/Bale/ Modern Dans/ Müzikal.....	141
4.4 Çok Amaçlı Hacimlerde Elektro Akustik Tasarım	142
4.5 Çok Amaçlı Hacimlerde Bütünleşik Akustik Tasarım	143
4.6 Performans Mekânlarında İşlev ve Akustik Tasarımla Uyumlu Kullanım Biçimleri	145
BÖLÜM 5.....	149
PERFORMANS MEKÂNI AKUSTİK TASARIM ÖRNEĞİ: “YTÜ MERKEZ KAMPÜS KÜLTÜR ve KONGRE MERKEZİ ÇOK AMAÇLI SALONU”	149
5.1 Hacim Özellikleri	150
5.2 Doğal Akustik Projelendirme	152
5.2.1 Mimari Tasarıma Yönelik Çalışmalar.....	154
5.2.1.1 Plan ve Kesit Düzleminde Yansıma Örgüsü Analizleri	154
5.2.1.2 Orkestra Kabuğu Tasarımı.....	156
5.2.2 Hacim Akustiği Parametreleri Optimum Değerleri.....	157
5.2.3 Önerilen İç Yüzey Malzemeleri	160
5.2.4 Akustik Modelleme Sonuçları	162
5.2.4.1 Birinci Senaryo	162
5.2.4.2 İkinci Senaryo	166
5.3 Elektro Akustik Modelleme.....	169
5.3.1 Tasarım Yaklaşımları ve Hedefleri.....	169
5.3.2 Hoparlör Yerleşimi ve Seçimleri.....	171
5.3.3 Akustik Simülasyon Sonuçları	175
5.4 Genel Değerlendirme.....	180
BÖLÜM 6.....	183

SONUÇ VE ÖNERİLER	183
KAYNAKLAR.....	188
ÖZGEÇMİŞ.....	192

SİMGE LİSTESİ

D	Balkon Altı Derinliği (m)
d	Derinlik
g	Genişlik
H	Balkon Yüksekliği (m)
Leq	Eşdeğer Gürültü Düzeyi (dBA)
N	Kişi Sayısı
K	Kaynak Noktası
A	Alıcı Noktası
V	Hacim (m ³)
y	Yükseklik
λ	Dalga Boyu
τ	Zaman Gecikmesi

KISALTMA LİSTESİ

AI	Articulation Index – İletim Göstergesi
ASW	Apparent Source Width – İşitsel (Algılanan) Kaynak Genişliği
Alcons	Articulation Loss Consonants – Sessiz Harflerin Artikülasyon Kaybı
BR	Bass Ratio – Bas Oranı (%)
C ₅₀	Clarity – Netlik – 50 ms (dB)
C ₈₀	Clarity – Netlik – 80 ms (dB)
D ₅₀	Definition – Açıklık/Ayırd Edilebilirlik (%)
EDT	Early Decay Time – Erken Düşme Süresi (sn)
G	Strength – Güç (dB)
IACC	Interaural Cross Correlation Factors – Kulaklararası Çapraz Korelasyon Çarpanı
ITDG	Initial Time Delay Gap
LCR	Left Center Right – Sol Orta Sağ
LEF	Lateral Energy Fraction – Yanal Enerji Oranı (%)
LF ₈₀	Erken Yanal Enerji Oranı
LEV	Listener Envelopment – Dinleyicinin Sesle Kuşatılması
LG	Late Lateral Strength – Geç Yanal Enerji Düzeyi
NC	Noise Criterion
NR	Noise Rating
PA	Public Adress
RASTI	Rapid Sound Transmission Index – Hızlandırılmış Konuşma İletim Katsayısı
RT	Reverberation Time – Yansıım Süresi (sn)
S/N	Signal to Noise – Sinyal Gürültü Oranı
SPL	Sound Pressure Level – Ses Basınç Düzeyi (dB)
SPL _t	Total Sound Pressure Level – Toplam Ses Basınç Düzeyi (dB)
SR	Sound Reinforcement
ST _{early}	Early Support
ST _{late}	Late Support
STI	Sound Transmission Index – Konuşma İletim Katsayısı
T ₂₀	Reverberation Time – Yansıım Süresi – 20 dB (sn)
T ₃₀	Reverberation Time – Yansıım Süresi – 30 dB (sn)
T ₆₀	Reverberation Time – Yansıım Süresi – 60 dB (sn)
TR	Treble Ratio – Tiz Oranı (%)
Ts	Center time – Merkez Zamanı/Ağırlık Merkezi Zamanı
V/N	Kişi Başına Düşen Hacim

ŞEKİL LİSTESİ

	Sayfa
Şekil 2.1 John F. Kennedy Performans Sanatları Merkezi, Washington [19].....	17
Şekil 2.2 John F. Kennedy Performans Sanatları Merkezi, Ana Salonlar Plan Şeması [18]	17
Şekil 2.3 John F. Kennedy Performans Sanatları Merkezi, “Concert Hall” [20]	18
Şekil 2.4 John F. Kennedy Performans Sanatları Merkezi, (a) “Opera House”, [21] (b)“Eisenhower Theater”[22]	18
Şekil 2.5 Zorlu Center PSM, “Ana Tiyatro” [23]	19
Şekil 2.6 Zorlu Center PSM (a) [23] “Drama Sahnesi” [23], (b) “Stüdyo” [23].....	20
Şekil 2.7 Bostancı Gösteri Merkezi Salonu [24].....	20
Şekil 2.8 Dünyadan performans mekânı örneklerinin yapım yılı-yapı sayısı ilişkisi.....	28
Şekil 2.9 Dünyadan performans mekânı örneklerinin salon sayısı- dinleyici kapasitesi ilişkisi.....	28
Şekil 2.10 Senfoni orkestrası [31]	31
Şekil 2.11 (a) Oda Orkestrası [32], (b) Küçük Orkestra [33].....	31
Şekil 2.12 Caz Orkestraları [34], [35].....	33
Şekil 2.13 Pop/rock konserleri [36], [37]	34
Şekil 2.14 Bale performansları [38],[39]	35
Şekil 2.15 Modern dans performansları [40], [41]	36
Şekil 2.16 Tiyatro performansı [42]	37
Şekil 2.17 Opera performansı [43].....	39
Şekil 2.18 Büyük ve küçük orkestra çukuru plan gösterimleri [11]	40
Şekil 2.19 Müzikal performansı [44]	42
Şekil 3.1 NC eğrileri [4].....	46
Şekil 3.2 Akustik kusurlara örnekler [8]	53
Şekil 3.3 Kaynaktan çıkan ses dalgasının yüzeyden yansıması [11]	54
Şekil 3.4 Temel plan tipleri ve sahne konumlanması [8]	55
Şekil 3.5 Muziekgebouw Amsterdam, Hollanda, 2005 [28].....	56
Şekil 3.6 Grand Canal Theatre, Dublin, İrlanda, 2010 [52]	56
Şekil 3.7 Guangzhou Opera Binası, Çin, 2010 [53].....	57
Şekil 3.8 Kopenhag Opera Binası, Danimarka, 2005 [53]	57
Şekil 3.9 Yatayda izleyici görüş açıları [10].....	58
Şekil 3.10 Balkon tasarımında dikkat edilmesi gerekenler [54].....	60
Şekil 3.11 Prensipten tavan panelleri tasarımı ve yansıma örgüsü [11]	60
Şekil 3.12 Düz tavan ile kesit düzleminde incelenen yansımalar [8]	61

Şekil 3.13 Kademeli olarak tasarlanmış düz tavan ve parça parça panellerden oluşturulmuş tavan tasarımı [8]	61
Şekil 3.14 Tavan panelleri tasarım çalışmaları (a) Düz yüzey (b) Dışbükey ve içbükey yüzey [8]	62
Şekil 3.15 Yansıtıcı yüzey boyutları	62
Şekil 3.16 Tek kanallı seslendirme sisteminin temel bileşenleri [3]	69
Şekil 3.17 Basit seslendirme sistemi [12].....	71
Şekil 3.18 Konik hoparlör için yönlülük karakteri ve dalga boyu ilişkisi [12]	73
Şekil 3.19 Asılı proscenium hoparlörleri [9].....	73
Şekil 3.20 Sahne etrafına konumlandırılan line array hoparlör örnekleri [9]	74
Şekil 3.21 Merkezi hoparlör yerleşimi [7]	75
Şekil 3.22 Dağıtılmış hoparlör yerleşimi [7]	75
Şekil 3.23 Dağıtılmış hoparlör yerleşiminde zaman gecikmesi uygulamasının şematik gösterimi [9]	76
Şekil 3.24 Örnek tavan hoparlörü; woofer 25 cm+horn coaxial ve tavan menfezi [9] ...	76
Şekil 3.25 Merkezi ve dağıtılmış hoparlör yerleşimi gösterimi – kesit [9]	77
Şekil 3.26 Merkezi ve dağıtılmış hoparlör yerleşimi gösterimi – görünüş [9]	77
Şekil 3.27 Çok kanallı seslendirme sistemi ilkesi [7]	78
Şekil 3.28 Akustik geribesleme şematik gösterimi [7]	79
Şekil 3.29 Doğal ve güçlendirilmiş ses iletim yolu: Dolaysız ses [14].....	86
Şekil 3.30 Doğal sesin iletim yolu: Dolaysız ve yansımış ses [14]	88
Şekil 3.31 Güçlendirilmiş sesin iletim yolu: Dolaysız ve yansımış ses ve ikincil kaynaklar [14]	89
Şekil 3.32 Milton Keynes Theatre, tavan konumlarını gösteren kesit [6].....	98
Şekil 3.33 Milton Keynes Theatre [56].....	98
Şekil 3.34 Çift eğimli yansıma süresi grafiği [6]	99
Şekil 3.35 (a) Hong Kong Academy for Performing Arts [57] (b) Alice Tully Hall, Juilliard School of Music, New York [58]	100
Şekil 3.36 (a) Triffusors® [59], Acoustic GRG Products Ltd, RPG (b) Danish Radio Concert Hall Studio 4 [60]	100
Şekil 3.37 Queen Elizabeth Hall, London [6].....	102
Şekil 3.38 Hareketli orkestra kabuğu örneği; Wenger Corporation, Diva® Full-Stage Acoustical Shells [61].....	102
Şekil 3.39 a) Matasub Seating b) MutaFlex Seating c) Telescopic Tribune, Figueras [62]	103
Şekil 3.40 Zellerbach Hall, Berkeley, Massachusetts, ABD [63].....	106
Şekil 3.41 Zellerbach Hall - Constellation sistem elektro akustik tasarımı [63].....	106
Şekil 3.42 Zellerbach Hall - Constellation sistem ekipmanları [63].....	107
Şekil 3.43 Zellerbach Hall – Constellation sistemiyle hedeflenen yansıma süresi değerleri [63].....	107
Şekil 4.1 Tiyatro için plan tipleri (a) Proscenium formatı, (b) Açık sahne formatı [10]	117
Şekil 4.2 Yansıma süresi – işlev ilişkisi [11].....	118
Şekil 4.3. Yansıma süresi – işlev ve hacim ilişkisi [8]	119
Şekil 4.4. Yankı oluşumunu engellemeye yönelik hoparlör yerleşimi [5].....	123
Şekil 4.5 Orkestra ve koro müziği plan tipleri (a) Tek yön ilişkisi, (b) Dinleyicinin sahneyi kısmen sardığı ilişki, (c) Dinleyicinin sahneyi tamamen sardığı ilişki [10]	125

Şekil 4.6 Müzik işlevi için alt ve orta frekanslardaki yansıma süresi değerleri arasındaki kabul edilebilir oran [8]	128
Şekil 4.7 Pop, rock ve caz müzik plan tipleri [10].....	130
Şekil 4.8 Opera, modern dans ve müzikaller için plan tipleri (a) Proscenium formatı, (b) Açık sahne formatı [10].....	133
Şekil 4.9 Tek plan tipi, farklı performanslar için değiştirilebilirlik: opera, dans, müzikal, tiyatro, klasik müzik ve diğer müzik türleri [10]	137
Şekil 4.10 Çoklu format: tek hacim, çok çeşitli performanslar [10].....	138
Şekil 4.11 Çoklu kullanım: tek hacim, performans sanatları gösterileri ile kapalı mekân spor gösterileri [10]	138
Şekil 5.1 Salonun mevcut mimari tasarımı – plan.....	151
Şekil 5.2 Salonun mevcut mimari tasarımı – kesit	151
Şekil 5.3 Salonun mevcut mimari tasarımı – perspektifler	152
Şekil 5.4 İşlevlere göre salon kullanım şemaları – A) Opera/Bale/Müzikal (Sen.1) B) Klasik batı müziği konseri (Sen.2) C) Tiyatro/ Konferans / Seslendirmeli işlevler (Sen.3).....	153
Şekil 5.5 Salonun Mevcut Mimari Tasarımı Yansıma Örgüsü – Plan.....	154
Şekil 5.6 Salonun Öneri Mimari Tasarımı Yansıma Örgüsü – Plan.....	155
Şekil 5.7 Salonun Mevcut Mimari Tasarımı Yansıma Örgüsü – Kesit.....	155
Şekil 5.8 Salonun Öneri Mimari Tasarımı Yansıma Örgüsü – Kesit.....	156
Şekil 5.9 Orkestra Kabuğu Tasarımı Yansıma Örgüsü – Plan	156
Şekil 5.10 Orkestra Kabuğu Tasarımı Yansıma Örgüsü – Kesit	157
Şekil 5.11 Optimum, minimum ve maksimum yansıma süresi değerleri grafiği.....	159
Şekil 5.12 Kullanılan Yüzey Malzemeleri.....	162
Şekil 5.13 Senaryo 1 için akustik simülasyonda kullanılan model görselleri (a)Perspektif (b)Kesit	162
Şekil 5.14 Senaryo 1 için akustik simülasyon görselleri	163
Şekil 5.15 Kaynak ve alıcı noktaları	163
Şekil 5.16 Senaryo 1 için (a) Farklı alıcı noktalarında T30 grafiği (b) Ortalama T30 grafiği	164
Şekil 5.17 Senaryo 1 için (a) Ortalama EDT grafiği (b) T30-EDT Karşılaştırması	164
Şekil 5.18 Senaryo 1 için (a) Ortalama C80 grafiği (b) Ortalama D50 grafiği	165
Şekil 5.19 Senaryo 1 Ortalama LF80 grafiği	165
Şekil 5.20 Senaryo 1 için farklı alıcı noktalarında STI değerleri	166
Şekil 5.21 Senaryo 2 için akustik simülasyonda kullanılan model görselleri (a)Perspektif (b)Kesit	167
Şekil 5.22 Senaryo 2 için akustik simülasyon görselleri	167
Şekil 5.23 Senaryo 2 için (a) Farklı alıcı noktalarında T30 grafiği (b) Ortalama T30 Grafiği	167
Şekil 5.24 Senaryo 2 için (a) Ortalama EDT grafiği (b) T30-EDT Karşılaştırması	168
Şekil 5.25 Senaryo 2 için (a) Ortalama C80 grafiği (b) Ortalama LF80 grafiği.....	168
Şekil 5.26 Motorlu akustik perde örneği; Showtrek, Jands Staging Equipment [65] ...	169
Şekil 5.27 Senaryo 3 için Ortalama T30 Grafiği.....	170
Şekil 5.28 Senaryo 1 ve Senaryo 3 T30 Karşılaştırması	170
Şekil 5.29 Line array elemanı; JBL VerTec Series VT4887A [66]	172
Şekil 5.30 Line array hoparlör tasarımı	172

Şekil 5.31 Line array hoparlörün dinleyici alanının farklı noktalarındaki frekans cevabı	173
Şekil 5.32 Hoparlör yerleşimi – kesit.....	173
Şekil 5.33 Hoparlör yerleşimi – plan	174
Şekil 5.34 Sahne önünde kullanılan dolgu hoparlörleri [66].....	174
Şekil 5.35 Senaryo 3 için akustik simülasyon görselleri	175
Şekil 5.36 Senaryo 3 için Direkt SPL dinleyici alanı dağılımı ve değerleri	177
Şekil 5.37 Senaryo 3 için Toplam SPL dinleyici alanı dağılımı ve değerleri	178
Şekil 5.38 Senaryo 3 için C50 dinleyici alanı dağılımı ve değerleri.....	179
Şekil 5.39 Senaryo 3 için STI dinleyici alanı dağılımı ve değerleri	180

ÇİZELGE LİSTESİ

	Sayfa
Çizelge 2.1 Performans mekânlarının tarihsel süreci	10
Çizelge 2.2 Performans mekânlarının tarihsel süreci ve mimari görselleri	11
Çizelge 2.3 Dünyadan performans mekânları örnekleri	22
Çizelge 2.4 Türkiye’den performans mekânları örnekleri	29
Çizelge 3.1 ÇGDYY’e göre iç ortam gürültü seviyesi sınır değerleri [44].....	45
Çizelge 3.2 Hacim akustiği parametreleri ve işlev ilişkisi	51
Çizelge 3.3 Dikdörtgenler prizması biçimli hacimler için uygun boyut oranları [50].....	58
Çizelge 3.4 Doğal ve elektro akustik tasarım yaklaşımları	93
Çizelge 4.1 Akustik kusurlara yönelik tasarım yaklaşımları	112
Çizelge 4.2 Konuşma amaçlı hacimler ve tiyatro için kişi başına düşen hacim [9], [8].	117
Çizelge 4.3 Tiyatro için salon boyutu sınır değerleri [6].....	117
Çizelge 4.4 Konuşma amaçlı hacimler ve tiyatro için optimum yansım süresi değerleri [6], [11], [8]	119
Çizelge 4.5 Konuşma amaçlı hacimler ve tiyatro için optimum EDT, C50, D50 değerleri	120
Çizelge 4.6 STI ve konuşmanın anlaşılabilirliği arasındaki ilişki [9]	120
Çizelge 4.7 İletim göstergesi (AI) ve konuşmanın anlaşılabilirliği arasındaki ilişki [6] ..	120
Çizelge 4.8 Tiyatro için farklı akustik ölçütlere yönelik değerlendirmeler [6]	121
Çizelge 4.9 Konuşma amaçlı hacimler için SPL düzeyleri [8]	121
Çizelge 4.10 Konuşma amaçlı hacimlerde konuşmanın anlaşılabilirliği ile dolaysız ses- yansıtmış ses oranı arasındaki ilişki [8]	122
Çizelge 4.11 Tiyatro için SPL düzeyi [8]	124
Çizelge 4.12 Batı müziği için kişi başına düşen hacim (V/N) [9], [8]	126
Çizelge 4.13 Batı müziği için salon boyutu sınır değerleri [6]	126
Çizelge 4.14 Farklı batı müziği türleri için optimum yansım süresi değerleri [6], [11], [8].....	127
Çizelge 4.15 Batı müziği için optimum EDT, C80, G, LEF, IACC değerleri.....	128
Çizelge 4.16 Müzik için farklı akustik ölçütlere yönelik değerlendirmeler [6].....	129
Çizelge 4.17 Popüler müzik için yansım süresi değeri [6].....	130
Çizelge 4.18 Pop,rock, vb. müzik için SPL düzeyi [8].....	131
Çizelge 4.19 Opera için kişi başına düşen hacim (V/N) [9], [8]	133
Çizelge 4.20 Opera için salon boyutu sınır değerleri [6]	134
Çizelge 4.21 Opera için optimum yansım süresi değerleri [6], [11], [8].....	135
Çizelge 4.22 Opera için optimum EDT, D50, G, C80, LEF değerleri.....	135

Çizelge 4.23 Opera için farklı akustik ölçütlere yönelik değerlendirmeler [6].....	136
Çizelge 4.24 Çok amaçlı salonlar için tavsiye edilen kişi başına düşen hacim (V/N)[9], [8]	139
Çizelge 4.25 Tiyatro, konuşma ve müzik için optimum yansıma süresi değerleri [6], [11], [8]	140
Çizelge 4.26 Müzik, opera, müzikal için optimum yansıma süresi değerleri [6], [11], [8]	141
Çizelge 4.27 Çok amaçlı salonlarda işleve göre akustik tasarım yaklaşımı	144
Çizelge 4.28 Performans mekânlarında işleve ve akustik tasarıma göre kullanım biçimleri	147
Çizelge 5.1 İşlev, teknik gereksinimler ve akustik çalışmada irdelenen senaryolar	153
Çizelge 5.2 İşlev ve hacme göre optimum yansıma süresi değerleri [8], [43], [49]	158
Çizelge 5.3 Optimum, minimum ve maksimum yansıma süresi değerleri.....	159
Çizelge 5.4 Kullanılan yüzey malzemeleri ve frekansa göre yutma çarpanları.....	160
Çizelge 5.5 Senaryo 1 için işlev ve teknik gereksinimler	180
Çizelge 5.6 Senaryo 1 için akustik simülasyon sonuçları	180
Çizelge 5.7 Senaryo 2 için işlev ve teknik gereksinimler	181
Çizelge 5.8 Senaryo 2 için akustik simülasyon sonuçları	181
Çizelge 5.9 Senaryo 2 için akustik simülasyon sonuçları	182
Çizelge 5.10 Senaryo 1 için akustik simülasyon sonuçları	182

GELİŞEN TEKNOLOJİ İŞİĞİNDA PERFORMANS MEKÂNLARINDA İŞİTSEL KONFOR GEREKSİNİMLERİ VE AKUSTİK TASARIM YAKLAŞIMLARI

Dirun ERGİN

Mimarlık Anabilim Dalı

Yüksek Lisans Tezi

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Zerhan YÜKSEL CAN

Çağımızın prestijli mimari örneklerinden olan “performans sanatları merkezi” yapılarında yer alan salonlar, gelişen teknolojinin ve ekonomik gereksinimlerin etkileriyle belirli işlevlere sahip özel salonlar olmanın yanı sıra, aynı mekânda değişik performanslara olanak sağlayacak çok amaçlı salonlar olarak tasarlanmaktadır. Bu durum, salonlarda, değiştirilebilir akustik tasarımla birlikte seslendirme sistemlerinin kullanımıyla sağlanmaktadır. Ancak bu sistemlerin, salondaki doğal akustik ortamla bütünleşik bir biçimde tasarlanıp uygulanmaması, pek çok salonda, farklı akustik ortam gerektiren performanslarda işitsel konfor sorunlarına yol açmaktadır.

Bu tez çalışmasında performans mekânlarında mimari akustik tasarım gereksinimleri, hem doğal hem elektro akustik tasarım yaklaşımları dikkate alınarak irdelenmiştir. Bu gereksinimler, performans mekânlarındaki müzik, konuşma ve dans işlevlerinin, gerek ayrı ayrı, gerekse bir arada sergilendiği etkinlikler için detaylandırılmış, işleve göre doğal ve elektro akustik tasarım ilkeleri ve bu ilkelerin mimari tasarıma yansımaları ortaya konmuştur.

Tez kapsamında, özellikle birden fazla performansın aynı salonda sergileneceği performans mekânları için, elektro akustik tasarımla bütünleştirilmiş doğal akustik tasarım yönteminin ortaya konması hedeflenmiştir. Bu bağlamda, değiştirilebilir akustik tasarım yaklaşımının sunduğu olanaklar açıklanmış, işlevsel gereksinimler dikkate alınarak bir araya getirilebilecek performanslara yönelik sınırlandırmaların

ortaya konması ve hangi performansların doğal, hangi performansların elektro akustik ortam aracılığıyla, işitsel konfor sınırları içerisinde çözülebileceğinin aktarılması hedeflenmiştir. Bu yaklaşımla çok çeşitli performanslara hizmet etmesi amacıyla tasarlanan örnek bir salonun, doğal ve elektro akustik tasarım çalışmaları, bilgisayar ortamında hazırlanan modeller üzerinden yapılan akustik simülasyonlar aracılığıyla yapılmış, ulaşılan sonuçlar sunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Performans sanatları merkesi, performans mekânı, doğal akustik tasarım, elektro akustik tasarım

**ACOUSTIC COMFORT REQUIREMENTS AND ACOUSTIC DESIGN
APPROACHES AT THE PERFORMANCE HALLS IN THE LIGHT OF CURRENT
TECHNOLOGY**

Dirun ERGİN

Department of Architecture

MSc. Thesis

Advisor: Prof. Dr. Zerhan YÜKSEL CAN

The halls situated in “performing arts center” structures, which are some of the prestigious architectural samples, are ideally supposed to be designed as the specific halls which are of certain functions. However, these halls are required to be designed in a different way so that the various performances could be displayed appropriately through the influence of the current technology and the financial reasons. This demand is satisfied with the use of sound reinforcement along with the variable acoustic design in the halls. However, the lack of the design and application of these systems in an integrated way with the natural acoustical characteristics of the hall is highly likely to cause acoustical defects in the performances requiring different acoustic environment.

In this thesis, the architectural acoustic design requirements are examined with respect to room acoustics and electro acoustic design approaches. These requirements are detailed for the performances that the functions of music, speech and dance are exhibited both individually and coexistingly. Besides that, acoustic design principles for natural and amplified sound are introduced in terms of function and the effects of these principles on architectural design are also expressed.

Within the scope of this thesis, it is aimed to introduce the acoustic design method which integrates amplified sound with natural sound, especially for the halls in which

various types of performances are showed in different periods of time. In this context, the opportunities of variable acoustic design approaches are explained. The limitations for the performances that can be displayed in the same hall are analysed taking the functional requirements into consideration. In addition to that, it is aimed to clarify as to which performances can be achieved with natural acoustical environment and which performances can be achieved with electro acoustical system support within the acoustic comfort principles. With this approach, room acoustics and electro acoustic design studies of a sample multi-purpose hall were carried out through acoustic simulations with computer-based models.

Keywords: Performing arts center, performance hall, acoustic design, electro acoustic design

BÖLÜM 1

GİRİŞ

Konser, tiyatro, opera, bale ve müzikal gibi performansların sergileneceği mekânlar; mimari tasarım süreçleri, akustik analiz ve projelendirme çalışmalarından bağımsız değerlendirilmemesi gereken hacimlerdir. Tasarlanan yapıda bulunan salonların, icra edilecek sanatın gerekliliklerine uygun biçimde izleyicilere sunulabileceği başarıya sahip olabilmesi için, işitsel konfor gereksinimleri, mimari tasarımın göz ardı edilmemesi gereken bir parçasıdır.

Performans sanatlarının farklı türlerini büyük izleyici kitlelerine ulaştırmak üzere, görsel ve işitsel anlamda üst düzey teknik altyapıya sahip olarak tasarlanan salonlar, 1970'li yıllardan itibaren, “performans sanatları merkezi” veya “performans mekânı” olarak adlandırılmaktadır. Bu tip yapılar, özellikle, aynı salonda farklı performans türlerinin optimum konfor koşullarında sergilenebilmesi amacıyla tasarlandıkları için, akustik tasarımın öneminin öne çıktığı yapılardır.

Performans mekânlarının tasarımında, aynı salonun birden fazla işleve hizmet edebilir nitelikte olabilmesi, mimari program çerçevesinde bir araya getirilecek işlevlerin belirlenmesini gerektirir. Akustik tasarım sürecinde farklı işlevlerin, farklı akustik parametreler dikkate alınarak değerlendirilmeleri nedeniyle, bir araya getirilecek işlevlerin, akustik konfor gereksinimleri dikkate alınarak sınırlandırılması büyük önem taşır.

Performans mekânlarında, bir yandan aynı salonun birden fazla işleve hizmet edebilmesi, öte yandan, özellikle büyük ölçekli, etkileyici performansların sunulabilmesi için gelişen teknolojinin ve seslendirme sistemlerinin sunduğu olanaklardan

yararlanılması kaçınılmaz olmaktadır. Bu nedenle performans mekânlarında tasarım sürecinde dikkat edilmesi gereken diğer bir önemli konu hangi performansların doğal akustik ortamla, hangi performansların elektro akustik sistemlerin desteğiyle sunulacağıdır. Bu bağlamda, doğal akustik tasarım ve elektro akustik tasarım¹, performans mekânlarında birbirinden ayrı düşünülemez iki disiplindir. Akustik tasarım sürecinde iki disipline yönelik gereksinimler bir arada değerlendirilmeli ve salonların tasarımında bütünleşik bir yaklaşım ortaya konmalıdır.

1.1 Literatür Özeti

Vitruvius'un "Mimarlık Üzerine On Kitap" [1] (MÖ 27) adlı kitabı, performans sanatlarının icra edildiği mekânların akustiğine ilişkin kaynakların öncüsüdür. Ancak, mimari akustik biliminin temeli, 1895 yılında Sabine'in çalışmalarıyla atılmıştır. Beranek, "Müzik, Akustik ve Mimarlık" [2] (1962) kitabı ile mimarlar, akustik tasarımcılar ve müzisyenler ile dinleyiciler arasındaki ilişkinin kurgulanmasını sağlamıştır.

Doelle'nin "Acoustics in Architectural Design" [3] (1965) ve Egan'ın "Architectural Acoustics" [4] (1972) kitapları, mimari akustik biliminin pek çok dalı ile ilgili bilgilerin aktarıldığı, bu kapsamda doğal akustiğin yanı sıra elektro akustik tasarıma yönelik yaklaşımlara da yer verilmiş kitaplardandır. Benzer kapsamlı bir diğer önemli kaynak ise Templeton'ın "Acoustics in the Built Environment" [5] (1998) kitabıdır.

Barron, "Auditorium Acoustics and Architecture" [6] (1993) isimli kitabında farklı işlevlere yönelik doğal akustik tasarımla ilgili tasarım hedefleri ve yaklaşımlarını ortaya koymuş, örnek yapılar sunmuş, konser, tiyatro ve opera salonlarının yanı sıra, çok amaçlı salon tasarımına ve gerek doğal gerekse yapay değiştirilebilir akustik tasarım yaklaşımlarına yer vermiştir.

Kuttruff, "Acoustics an Introduction" [7] (2004) isimli kitabında geniş kapsamlı, akustik bilimi dahilinde incelenen pek çok konunun yanında mimari akustik ve elektro

¹ Tez çalışması kapsamında seslendirme sistemleri tasarımı, elektro akustik tasarım ve yapay akustik tasarım terimleri aynı anlamda kullanılacaktır.

akustik sitemlerle ilgili de bilgilere yer vermiştir. İşleve yönelik doğal akustik tasarımın yanı sıra, performans mekânlarının tarihsel gelişim sürecini ve özellikle konuşma amaçlı hacimler için seslendirme sistemi tasarımını da kapsayan, Long'un "Architectural Acoustics" [8] (2006) kitabı önemli kaynaklardan bir diğeridir. Maekewa, Rindel ve Lord tarafından yazılmış olan "Environmental and Architectural Acoustics" [9] (2011) kitabı da işleve göre hem doğal hem elektro akustik tasarıma yönelik önemli bilgiler içeren daha güncel kaynaklardandır.

Appleton'ın "Buildings for the Performing Arts – A Design and Development Guide" [10] (1996) isimli kitabında, performans sanatlarının tanımlarına ve gereksinimlerine yer verilmiş, performans mekânlarının mimari tasarımı, farklı sanat tipleri ile ilişkilendirilerek ortaya konulmuştur. Performans mekânlarının özellikle mimari biçimlenişine, sahne ve dinleyici alanı tasarımına yönelik önemli bilgilerin aktarıldığı kaynakta, söz konusu tasarım etkenlerinin hacimlerdeki akustik ortamı etkilediği de vurgulanmıştır. Performans mekânı tasarımına yönelik hazırlanmış ve akustik tasarıma da kapsamlı biçimde yer verilmiş bir diğer kaynak Hardy'nin "Performing Art Facilities" [11] (2006) isimli kitabıdır.

Davis ve James'in "The Sound Reinforcement Handbook" [12] (1990) ve Davis'in "Sound System Engineering" [13] (1997) kitapları özellikle elektro akustik sistem ekipmanları ve özellikleri, tasarım hedefleri ve yaklaşımlarının aktarıldığı önemli kaynaklardandır. Mc Carthy tarafından yazılmış olan "Sound Systems: Design and Optimization" [14] (2010) kitabı ise elektro akustik tasarıma yönelik bilgilerin yanı sıra, hacim akustiği parametrelerinin elektro akustik tasarımla ilişkilendirilmesi, doğal ve elektro akustik tasarım yöntemleri arasındaki benzerlikler, farklılıklar ve zıtlıkların ortaya konulması açısından büyük önem taşıyan bir kaynaktır.

Yapılan kaynak taramasında, uzun yıllar öncesinden beri pek çok kaynakta doğal ve elektro akustik tasarım süreçlerinin ayrı ayrı ele alındığı ve akustik tasarımın işlevle ilişkisinin doğal akustik tasarım kapsamında işlendiği görülmüştür. Araştırma sürecinde, doğal akustik, yapay akustik, değiştirilebilir akustik tasarım yaklaşımları ve işlev ilişkisinin bir arada değerlendirildiği bütünlük akustik tasarıma yönelik, mimarların kolay yararlanabileceği çalışmaların yetersizliği görülmüştür.

1.2 Tezin Amacı

Performans mekânlarında akustik tasarım sürecinde belirleyici olan birinci konu salonlarda sergilenecek performans türleri yani akustik açıdan dikkate alınacak işlevlerdir. Bu performansların kimi zaman bazıları kimi zamansa tamamı seslendirme sistemleri ile dinleyicilere sunulmaktadır. Ancak bütün performanslar seslendirme sistemi sunulacak olsa bile hacmin, büyüklük, biçimleniş ve iç yüzey malzemeleri gibi mimari unsurlara bağlı olarak sahip olacağı doğal akustik niteliklerinin, dinleyicinin deneyimleyeceği akustik konfor üzerindeki etkileri göz ardı edilmemelidir. Aynı şekilde, performans mekânlarının akustik tasarımının, hoparlör seçimleri, yerleşimleri ve hoparlörden gelen ses enerjisinin oluşturacağı etki dikkate alınmadan, sadece doğal akustik tasarım yaklaşımları ile yapılması da doğru olmayacaktır. Bu durum, akustik tasarım sürecinde doğal akustik ve elektro akustik tasarım yaklaşımlarının doğru ve bir arada irdelenmesi gerekliliğini ortaya koyar.

Bu tezin amacı, performans mekânlarında doğal ve elektro akustik tasarım yaklaşımlarının, bu yaklaşımların işlevlerle ilişkisinin ve birden fazla işlevin bir arada sergileneceği salonlarda hangi işlevlerin ne şekilde bir araya getirilebileceğinin, farklı koşullarda dikkate alınması gereken akustik parametrelerin ortaya konmasıdır. Bunların yanı sıra, tez kapsamında yapılan araştırmalar sonucu ortaya konan bulgular, bir salonun akustik projelendirilmesiyle örneklenecek ve izlenen tasarım yönteminin ortaya koyacağı sonuçlar aktarılacaktır.

1.3 Hipotez

Büyük maliyetlerle inşa edilen performans mekânı yapılarında salonların en uygun biçimde oluşturulabilmesi için akustik tasarımcılar; doğal akustik ve elektro akustik tasarımı bütünleşik yaklaşımla değerlendirmelidir. Mimarlar; görsel olarak nitelendirecekleri pek çok unsurun akustik açıdan işlevsel gerekliliklerinin bilincinde olmalı, yatırımcılar ve işletmeciler mimari ve akustik gereksinimlerin ortaya koyduğu sınırlandırmaları dikkate almalıdır.

Gelişen teknoloji kullanımına karşın performans mekânlarında işlev seçimi sınırlandırılmalıdır. Bu çalışmanın hipotezi “Performans mekânlarında doğal, elektro

akustik, bütünselik, değiştirilebilir akustik tasarımlardan hangisi ya da hangilerinin kombinasyonu ile kullanılabileceği, mekânda yer alacak işlevlere bağlıdır.“ şeklinde belirlenmiştir.

PERFORMANS MEKÂN LARI ve TASARIMDA YER ALAN İŞLEVLER

Performans sanatları temel olarak, müziğin farklı formları (orkestra için bestelenen müzik, koro, pop/rock, caz), opera, bale, müzikal, dans ve tiyatrodan oluşur. Bunların yanı sıra, müzik tiyatrosu, güldürü gösterileri, vodvil, kukla oyunları, revü, pandomim, kabare gibi sahne sanatları gösterileri, halk müziği ve sokak sanatçıları gösterileri, deneysel tiyatrolar, bando ve sirkler de bu başlık altında ele alınmaktadır [10]. Performans sanatları; tiyatro oyunlarının yazıldığı, eserlerin bestelendiği, dans koreografilerinin hazırlandığı, prodüksiyonların yönetildiği ve sahne dekorlarının tasarlandığı yaratıcı bir sürecin sonunda doğar, orkestra şefleri, müzisyenler, opera sanatçıları ve şarkıcılar, bale sanatçıları ve dansçılar, oyuncular ve diğer icracılar aracılığıyla gerçekleştirilir.

Performans sanatları ile mimari arasındaki ilişki, canlı performansların, belli bir zaman dilimi içinde, seyirci tarafından deneyimlenmesi amacıyla tasarlanan mekânlar ile kurulur. Bu amaç için kurgulanan bir yapı, belirlenen sanat formundaki ve teknolojik imkânlardaki ilerleyişi içine alan bir süreç içinde tasarlanır ve geliştirilir. Performans sanatları için tasarlanacak yapının, o yapı günlük hayatlarının bir parçası olacak olan sanatçılar ve yöneticilerle birlikte, mimarlık ve tiyatro eleştirmenlerinin, şehir planlamacılarının, tarihçilerin ve en önemlisi, performans sanatlarının müşterisi olan kitlelerin beklentilerini karşılayacak özelliklerde olması gerekmektedir. Performans sanatlarının icra edilmesi işleviyle tasarlanacak hacim, özgün teknik ve mekânsal gereksinimlerle tanımlanır. Bu özgün gereksinimler, mekânın performans sanatlarından hangisine veya hangilerine hitap edeceği başta olmak üzere, mekân ve sanat ilişkisinin dikkate alındığı farklı özelliklere göre belirlenir. Gerek müzik, gerekse konuşmanın ağır

bastığı performanslarda, performansın sergilendiği hacimde işitilen sesin, dolayısıyla izleyiciye algılatılmak istenen performansın ve hissettirilmek istenen etkinin tasarlandığı biçimde aktarılabilmesi için mekânda sağlanması gereken temel gereksinimlerden biri performansa uygun oluşturulmuş akustik ortamdır.

Performans mekânları tasarımında, sanatçıların sahneye çıkmak, izleyicilerinse onları izlemek ve dinlemek istedikleri andan beri değişmeyen format, salonda oturan seyircinin sahneye odaklanmasıdır [10]. İcra edilecek performansta yaratılmak istenen atmosfer başta olmak üzere, performans sanatları çeşitli sebeplerle, pek çok farklı tarzda mekânda sergilenmektedirler. Bu mekânlar özellikle büyüklük ve işlev açısından farklılıklar göstermektedir. Bazı etkinlikler kapsamında açık ya da kapalı spor salonları veya açık alanlar, gerekli teknik altyapının ve sahne gereksinimlerinin kurulmasıyla performans mekânı haline getirilmektedir. Bu tez, bir veya birden fazla sanatın icra edilmesine yönelik performans mekânı işleviyle tasarlanan, hacim büyüklüğü sanat tipine göre değişiklik gösteren, kapalı mekânlar ile sınırlandırılmıştır.

Çalışmanın bu bölümünde performans mekânı kavramının ortaya çıkışı ve gelişimi, tarihsel süreç başlığı altında, dünyadan ve Türkiye’den örnek mekânlar gösterilerek açıklanacak, performans mekânı olarak değerlendirilen yapılar liste olarak sunulacaktır. Sonrasında, performans mekânları kapsamında bahsi geçen performans tipleri, kendi başlıkları altında değişiklik gösteren alt başlıklarıyla birlikte, mimari akustik açısından önem taşıyan işlevlerine göre sınıflandırılarak detaylı bir biçimde tanımlanacaktır.

2.1 Performans Mekânlarının Tarihsel Gelişim Süreci

Performans sanatları, antik dönemden günümüze kadar pek çok farklı nitelikte mekânlarda izleyiciye sergilenmektedir. Antik dönemlere ait kültürlerden itibaren insanlar, belli etkinlikleri deneyimlemek amacıyla, ortak bir zaman ve mekân paylaşımı içinde bir araya gelmektedirler [10]. Bu amacı karşılamak üzere yaratılan ve temel olarak sahne – seyirci ilişkisinin kurgulandığı belli formatlar etrafında şekillenen bu mekânlarda, mimari akustik gereksinimler performans tipine ek olarak, zamanın koşullarına ve gereksinimlerine göre değişiklik göstermiştir. Tarihsel süreç incelendiğinde, mimari tasarım yaklaşımlarının, mekânların tasarlandıkları zamanda baskın olan kültürel, sosyal, ekonomik, dini ve sanatsal ilerleyişle birlikte biçimlenip

geliştiği ve teknolojik olanaklardaki artışa paralel olarak değişim gösterdiği görölmektedir.

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, performans sanatları dendiğinde bugün akla gelen tiyatro, opera, bale gibi müzik ve sahne sanatlarından önce, dini amaçlı törenlere, ayinlere ve benzeri etkinliklere dayanır. Buradan hareketle, işlevsel ve mekânsal açıdan dini kaygılar göz önünde bulundurularak tasarlanan tapınaklar, kiliseler, katedraller ve camiler de performans mekânlarının tarihsel süreci kapsamında değerlendirilmiş, özellikle mimari akustiğin gelişimi açısından önem taşıyan örnekleri bu bölümde incelenmiştir.

Batı mimarisi incelendiğinde, Hristiyanlığın kabul edildiği ilk yıllardan barok döneme kadar inşa edilen kiliseler, dinsel etkinliklerin yanı sıra, bestelenen müziklerin halka ulaştığı mekânlar olmaları açısından da önem taşırlar [8]. Tarihsel süreç içinde, inşa edilen mekânlarla birlikte müziğin gelişimi de incelendiğinde sanat ve mekânların akustik özellikleri arasındaki bağlantı ve gelişimlerdeki paralellik görülebilmektedir. Bu yaklaşımla, bu bölümde, mimari akımlar ve tarihsel süreç çerçevesinde, performans sanatlarının temellerini oluşturan mekânlar, mekânlarda icra edilen performans türleriyle birlikte ortaya konmuştur.

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 [8]. Vitruvius [1], "Mimarlık Üzerine On Kitap" isimli kitabında antik dönem tiyatrolarının akustiğinin nasıl düzenlenmesi gerektiği ile ilgili bilgiler aktarmıştır. Müzik, Hristiyanlıkla birlikte kilise ve katedrallerde icra edilmeye başlanmış, bu yapıların mekânsal ve ruhsal nitelikleriyle uyumlu formda eserler bestelenmiştir. Gotik döneminde 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 [8]. Klasik dönemde Mozart, Beethoven gibi besteciler, müzik işlevli olarak tasarlanan konser salonlarında icra edilmek üzere eserler bestelemiştir. 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.

19. yy sonları, 20. yy başlarında ise mimari akustik teorileri geliştirilmeye başlanmış, aynı dönemde elektro akustik gereçlerin buluşlarında da gelişmeler gözlenmiştir [8]. 1895 yılında W.C. Sabine Harvard Üniversitesi'nde yaptığı çalışmalarla yansım süresi denklemini ortaya koymuş, 20. yy itibaren mimari akustik sanat ve bilim dalı olarak kabul görmeye başlanmıştır [8]. Long'un MÖ 650 yılında yaşamış ilk kültürlerden başlayarak 20. yy kadar performans sanatlarındaki, yapı tiplerindeki ve akustik bilimindeki gelişmeleri dikkate alarak sınıflandırdığı bu tarihsel süreç, mekân örnekleriyle birlikte Çizelge 2.1'de görülmektedir. Çizelge 2.1'de sunulan örnek yapılar, Long'un dönemlerle ilişkilendirdiği yapılardır. Bu yapıların teknik özelliklerine ilişkin eksik olan bilgiler Çizelge 2.1'e eklenmiştir. Ayrıca, Çizelge 2.1, İslam devletleri mimarisinin önemli yapılarından olan camilerin de, ait oldukları devlet ve tarihsel dönem dikkate alınarak zenginleştirilmiştir. Tarihsel sürece bakıldığında camilerin mimari özelliklerinin gösterdiği değişiklikler algılanabilir. İslam devletleri mimarisi incelendiğinde, akustik gereksinimlere ilişkin farkındalık ve hacim içerisinde istenilen akustik ortamı yaratmak amacıyla ortaya konmuş olan mimari çözümler, özellikle Osmanlı mimarisinin en önemli örneklerinin yaratıcısı olan Mimar Sinan'ın camilerinde görülebilmektedir. Çalışma kapsamında Emevi dönemi ile Osmanlı dönemine ait örneklerle yer verilmiştir. Çizelge 2.1'de yer alan yapıların literatürden ulaşılabilen plan, kesit ve fotoğrafları, mimari değişim ve biçimlenişlerin ortaya konması amacıyla derlemiş ve Çizelge 2.2'de sunulmuştur.

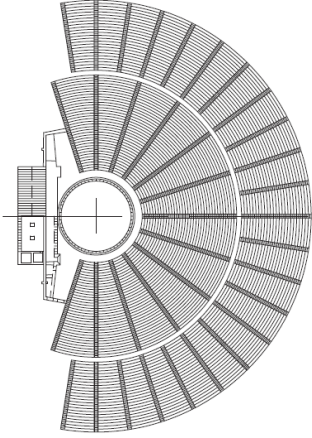
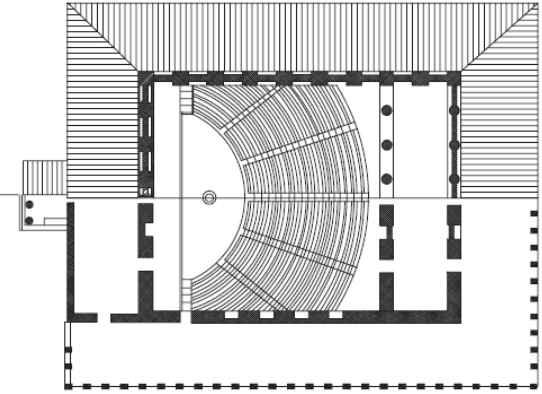
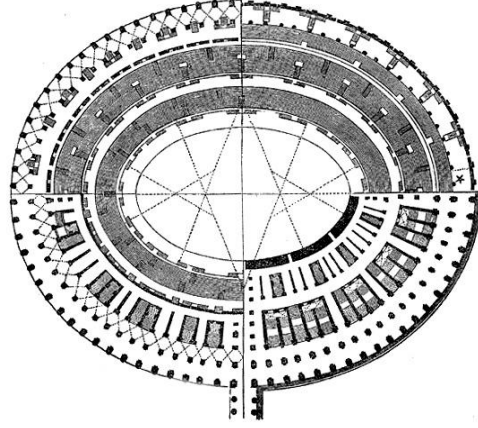
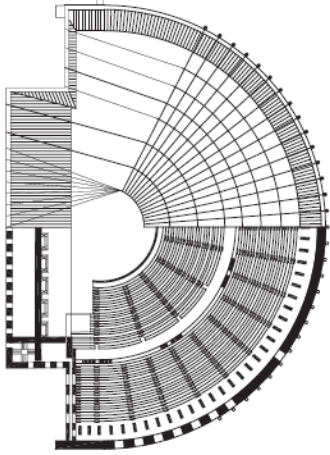

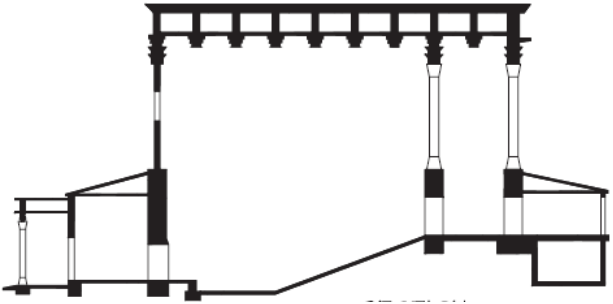
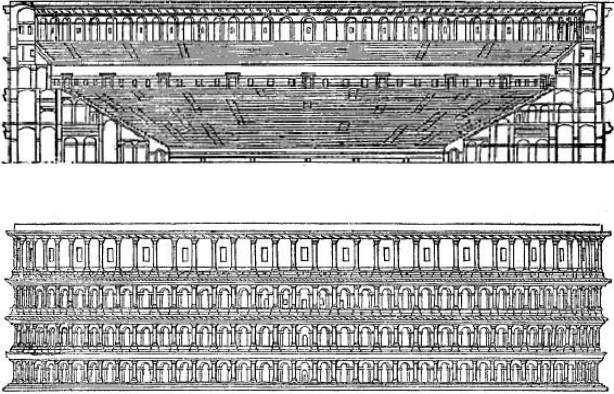
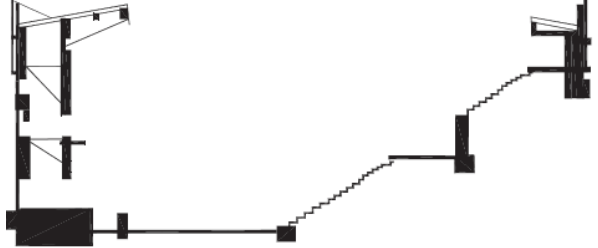




Çizelge 2.1 Performans mekânlarının tarihsel süreci²

Tarihsel Dönem	Yıl	Yapı Türü	Performans Tipi	Örnek Mekân, Yapım Yeri, Yapım Yılı	Hacim Kapasitesi	Hacim Tipi-Plan Tipi	Yüzey Özellikleri	
Antik Yunan ve Antik Roma Dönemi	MÖ 650-MS 400	İlk Kültürler	Açık hava toplanma alanları	Dini, askeri, politik ve eğlence amaçlı etkinlikler	-	-	Merkeze yönelen yarım daire	-
		Antik Yunan Dönemi	Antik dönem açık hava tiyatrosu	Müzik-dans- konuşma, büyük toplulukların sergilediği kutlamalar, tiyatro oyunları	Antik Tiyatro, Epidaurus, Yunanistan, MÖ 330	17.000 kişi	Eğimli, 180° den büyük daire parçası	Yansıtıcı
		Antik Roma Dönemi	Küçük kapalı tiyatrolar "odea" ³	Meclis, müzik eşlikli tiyatro oyunları	Odeon of Agrippa, Atina, Yunanistan, MÖ 12	200-1500 kişi	Yarım daire	-
			Antik dönem açık hava tiyatrosu (sahne arka duvarı, yükseltilmiş sahne alanı eklenmiştir) ve amfitiyatro	Gladatör dövüşleri	Colosseum, Roma, İtalya, MS 70-81	40.000 kişi	Arena	Yansıtıcı
			Tiyatro oyunları	Aspendos Antik Tiyatrosu, Antalya, Türkiye, MS 160	7.000 kişi	180° ile sınırlanmış yarım daire	Yansıtıcı	
Antik Yunan döneminde akustik ilkeleri ile ilgili farkındalık söz konusudur. Geometri ve matematiğin kullanımının yanı sıra, akustik biliminin temellendiği tarih bu dönemdir. Titreşim, frekans, ses hızı ile ilgili konular çalışılmıştır. Pisagor müzik teorisi ve armonisi ile ilgili önemli katkılarda bulunmuş, yaptığı çalışmalarla, armoni ve akustiğe ilişkin bilimsel keşiflere başlamıştır. Antik Roma dönemi mimarisi ise Vitruvius'un "Mimarlık Üzerine On Kitap" (De Architectura, MÖ 27) isimli kitabında anlatılır. Bu kitapta tiyatro tasarımı ve akustikle ilgili yaklaşımlar yer almaktadır.								
Erken Hristiyan Dönemi	Roma ve Batı	Dini yapı	Dini müzik	Eski St. Peter Bazilika Kilisesi, Roma, İtalya, 330	-	Bazilika tarzı kilise	Yüksek yansıtıcılık. Heykeller olmayan resimli duvarlar	
	Doğu Roma İmparatorluğu	Dini yapı	Basit melodik ve ritmik özelliklere sahip ilahiler, kilise müziği	Aya Sofya, İstanbul, Türkiye, 532-537	-	Kare veya çokgen plan, kubbe ve kemerler. V: 258.000 m ³	Yüksek yansıtıcılık. Resim ve heykellerle süslenmiş duvarlar	
Erken İslam Dönemi	Emevi Devleti	Dini yapı	Dini konuşmalar, ilahiler	Ümeyye Camii, Şam, Suriye, 706-714	-	Dikdörtgen plan tipi (136x37 m) Sütunlar üzerinde yükselen yüksek kemerlerle bağlanmış bölümler	Duvar yüzeyleri mozaikle süslenmiş yansıtıcı, düz ve dairesel yüzeyler, döşeme yüzeyi yutucu halı	
Romanesk Dönem	800-1100	Dini yapı	Daha gelişmiş, iki bölümlü ilahiler, kilise müziği	St. Mark's Katedrali, Venedik, İtalya, 864	-	Kare haç biçimli plan tipi, kemerler, tonozlar ve kubbe	Tuğla, taş ve seramikle inşa edilmiş, yansıtıcı yüzeyler	
Gotik Dönem	1100-1400	Dini yapı	Basit ilahiler ve gelişmeye başlayan çok sesli müzik (yüksek yansıtıcıya uygun besteler)	Notre Dame Katedrali, Paris, Fransa, 1163-1250	-	Gotik katedral, gelişmiş taş işçiliği, yüksek tonozlar	Yansıtıcı	
Geç Orta Çağ döneminde tiyatro kilise tarafından yasaklanmıştı. 10. yy'da skeçlerden oluşan oyunlar sokaklarda sergileniyordu. 13. ve 14. yy'da bu durum gelişti ve şarkılardan ve diyaloglardan oluşan, daha fazla eğlence içeren oyunlar üretilmeye başlandı. 1400'lerde oyunlar, konuşmaların anlaşılabilir olmasına olanak tanıyan salonlarda sahnelenmeye başlandı.								
Rönesans Dönemi	Rönesans Kiliseleri	Dini yapı	Baskın olarak dini müzik	Yeni St. Peter's Katedrali, Roma, İtalya, 1506	-	Kare haç biçimli plan tipi, kubbe	Yansıtıcı, bağımsız kubbelerin sebep olduğu bölgesel yansımalar alanları	
	Rönesans Tiyatroları	Tiyatro	Tiyatro oyunları	Teatro Olimpico, Vicenza, İtalya, 1580	-	Yarım daire oturma planı, Roma tiyatroları tarzında sahne	-	
	Osmanlı Camileri	Dini yapı	Dini konuşmalar, ilahiler	Sabbioneta Tiyatrosu, İtalya, 1588	düşük kapasite	U biçimli oturma planı	Kirişli tavandan gelen yansımalar	
Barok Dönem	1600-1750	Tiyatro	Tiyatro	Theatro Farnese, Parma, İtalya, 1618-1628	-	U biçimli oturma planı, eğimli döşeme, sahne yanları	-	
		Opera Binası	Opera	Theater of SS. Giovanni Paolo, Venedik, İtalya, 1637	-	Çok katlı U biçimli oturma planı, localar, sahne üstü kulesi	-	
		Dini yapı	Kilisenin yüksek yansıtıcılığıyla bütünleşen çok sesli müzik	St. Vincenzo ed Anastasio Kilisesi, Roma, İtalya, 1646-1650	-	Barok dönem kilise	Yoğun süslemelerin olduğu yansıtıcı yüzeyler	
Ses teorisine ilişkin çalışmalar Antik Yunan döneminden Rönesans'a kadar az gelişim göstermiştir. Sesin yayılımı matematiksel teori olarak ilk defa 1687 yılında Newton tarafından çıkarılan kitapta formülize edilmiştir. Sonrasında bilimsel çalışmalar devam etmiş, öncü bilim adamlarının çalışmaları 1877 yılında Strutt ve Rayleigh tarafından çıkarılan "Theory of Sound" kitabında toparlanmıştır.								
Klasik Dönem	1750-1825	Konser salonu	Belli formlar çerçevesinde geliştirilen, konser salonlarında icra edilmek üzere bestelenen müzik	Hanover Square Rooms, Londra, İngiltere, 1775	800 kişi, ≈1.700 m ³	Dar dikdörtgen plan tipi	Yutucu (RT<1 s.)	
		Opera Binası	Opera	Theatro Alla Scala, Milano, İtalya, 1778	2.289 kişi, 11.252 m ³	Atnalı plan tipi, duvarlar boyunca localar, döşeme neredeyse düz	Loca yanları %40 yutucu, salon genelinde düşük RT	
Romantik Dönem	1825-1900	Konser salonu	Müzik	Grosser Musikvereinsaal, Viyana, Avusturya, 1870	1.680 kişi, ≈15.000 m ³	Dar dikdörtgen plan tipi	Yüksek yansıtıcılık ve dağıtıcılık. (RT>2 s.)	
				Concertgebouw, Amsterdam, Hollanda, 1888	2.037 kişi, 18.780 m ³	Geniş dikdörtgen plan tipi	Daha yüksek yansıtıcılık (RT=2.2 s.)	
19. yy akustiğin bilim olarak çalışılmaya başlandığı dönemdir. Yazılı pek çok çalışma ortaya konmaya başlanmıştır. Aynı zamanda elektro akustik gereçleri de bu dönemde keşfedilmeye başlamış, telefonun (1876), günümüzdeki hoparlörün (1874) ve mikrofonun (1876), sinemanın (1891) ilk örnekleri ortaya konmuştur. Telefonun bulunmasından sonraki 10 sene içerisinde ses kaydı, müzik reproduksiyonu ve sinema endüstrisi geliştirilmiştir. 19. yy'ın sonlarında ve 20. yy'ın başlarında mimari akustik teorileri geliştirilmeye başlanmış, W. C. Sabine Harvard Üniversitesi'nde yaptığı çalışmalarla yansımalar süresi formülünü ortaya koymuştur (1895)								
Modern Akustiğin Başlangıcı	1900ler ve sonrası	Opera Binası	Opera	Metropolitan Opera House, New York, USA, 1883	3.600 kişi, 24.727 m ³	İtalyan opera binası biçiminde	RT=1.7 s.	
		Senfoni Orkestrası Konser Salonu	Müzik	Carnegie Hall, New York, USA, 1891	2.800 kişi, 24.270 m ³	Dikdörtgen plan tipi, orkestra sahne önü arkasında, eğimsiz döşeme	Düşük yansıtıcılık RT=1.7 s.	
		Senfoni Orkestrası Konser Salonu	Müzik	Symphony Hall, Boston, USA, 1898	2.625 kişi, 18.750 m ³	Dar dikdörtgen plan tipi, açılı tavan ve duvarlar	RT=1.8 s.	
20. yy'da mimari akustik, sanat olduğu kadar bir bilim dalı olarak kabul edilmeye başlanmıştır. Yapılan çalışmaların niteliği ve niceliği artmış, akustik tasarım ilkelerinin anlaşılması gelişme göstermiştir. Gürültü ve titreşim denetimi ilkeleri ve etkin akustik malzemeler üzerinde ilerlemeler görülmüştür. Hoparlör, amplifikatör, mikrofon ve diğer elektro akustik işleme cihazlarındaki gelişmeler halen sürmektedir.								

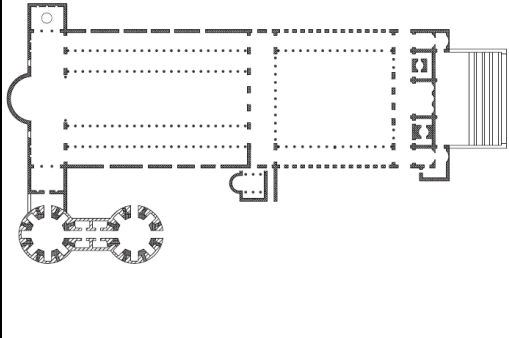
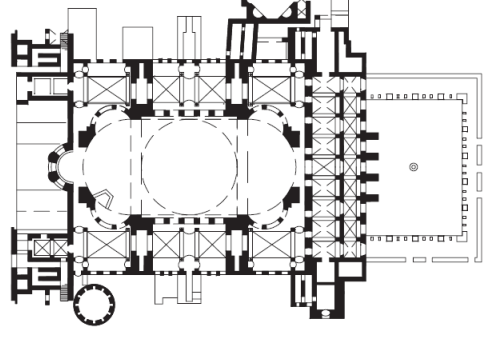
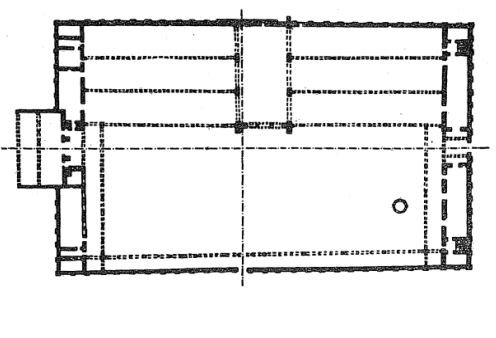
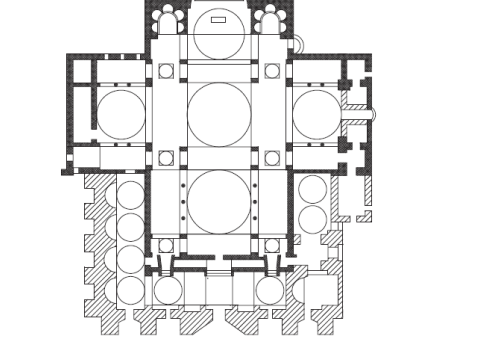
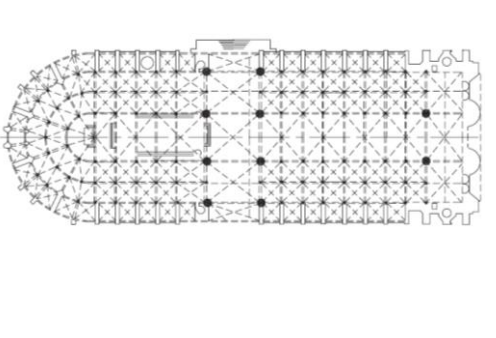
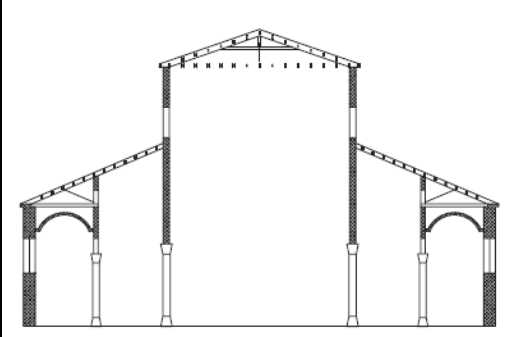
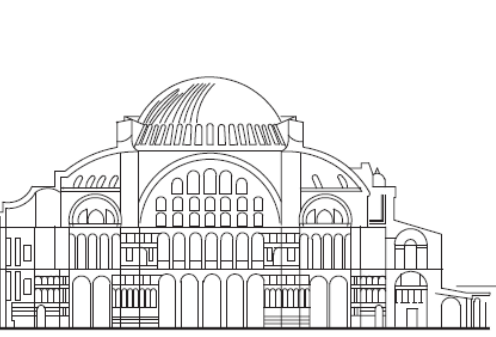
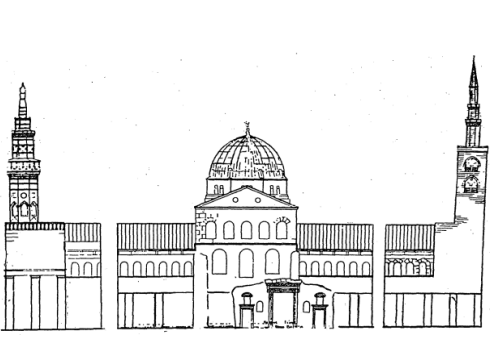

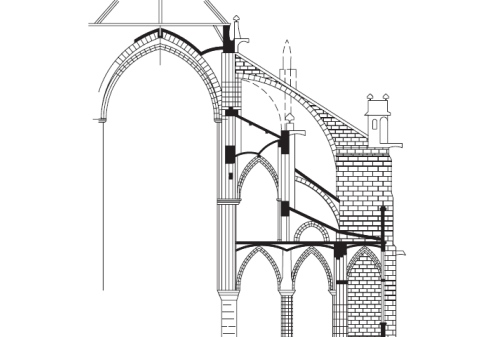
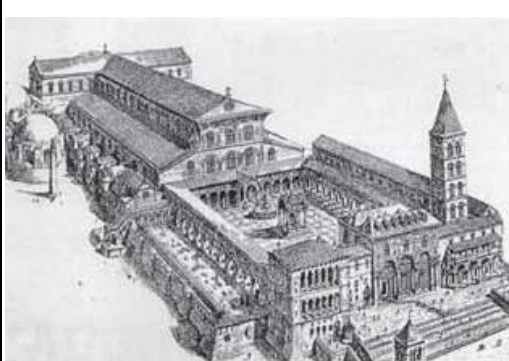


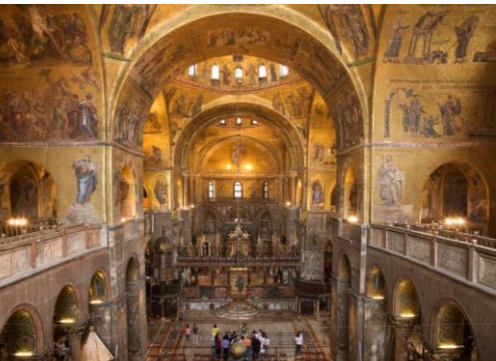

² Not: Çizelge 2.1'de mekân adı kalın ve italik olarak yazılmış olan örnekler, Long'un orijinal çalışmasına [8] eklenen örneklerdir [15], [16].

³ Odea: Antik Yunan'da müzisyenlerin konser verdiği basamaklı yer [17]. Odeon tekil, odea çoğul anlamı ifade eder.

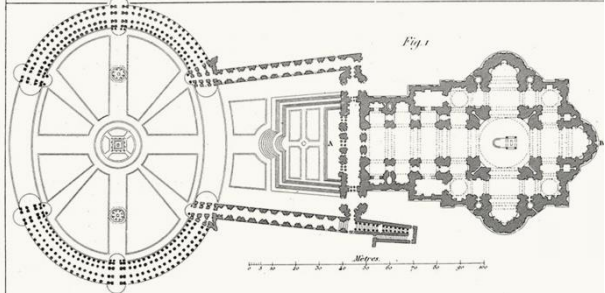
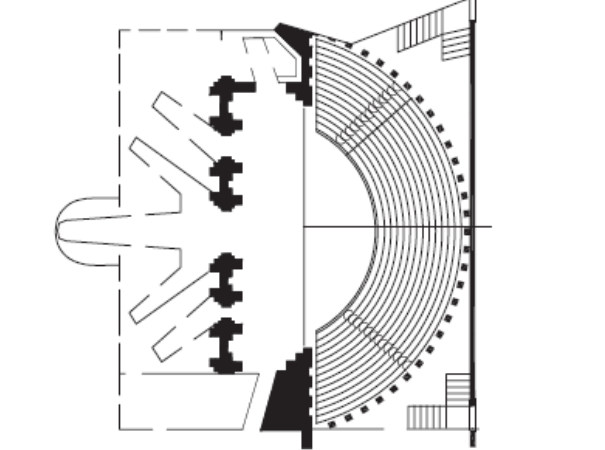
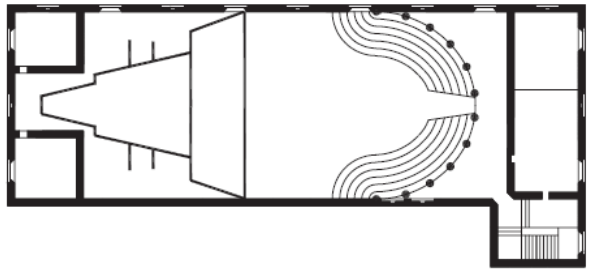
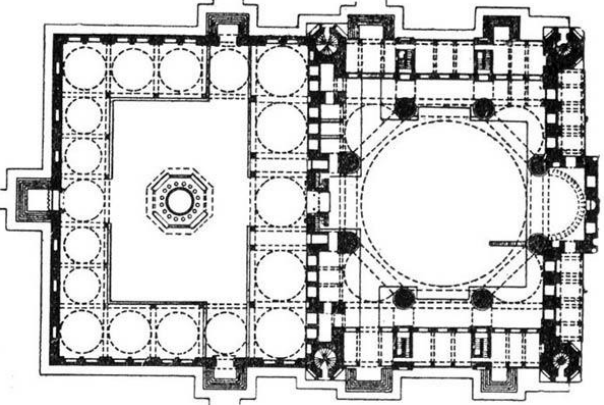
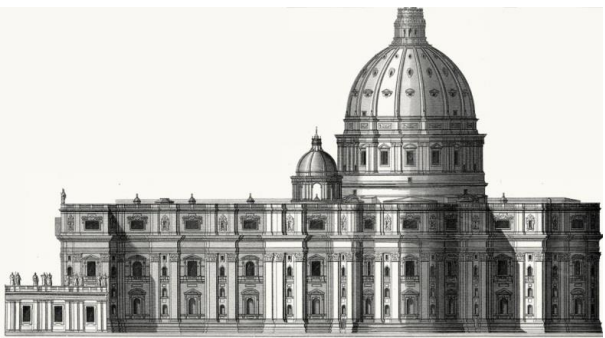
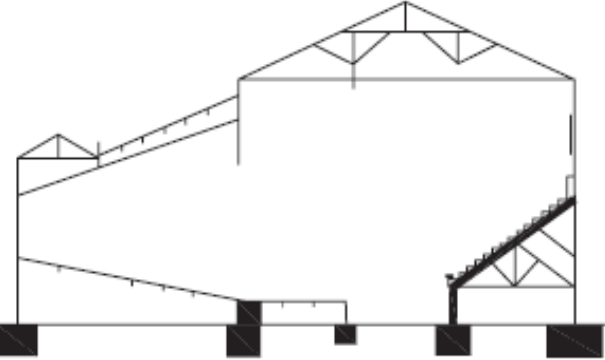
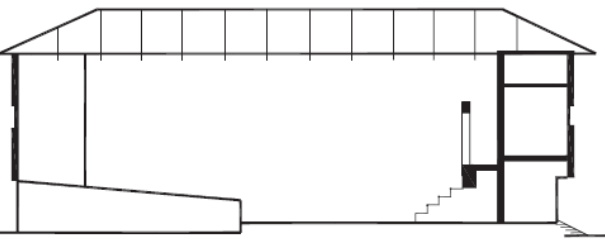
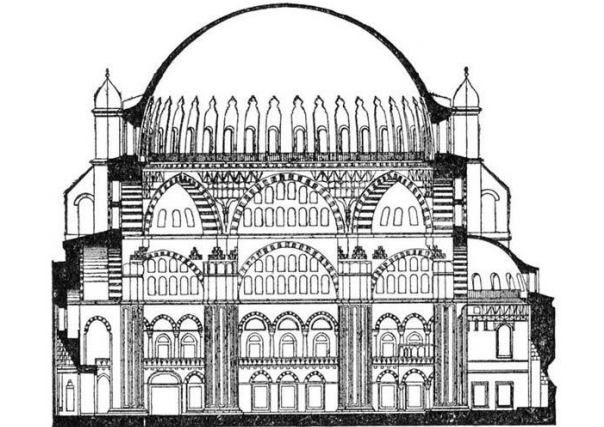



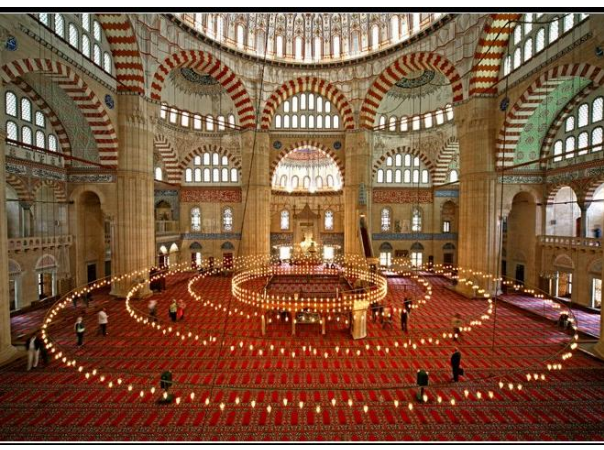
Çizelge 2.2 Performans mekânlarının tarihsel süreci ve mimari görselleri

Tarihsel Dönem	Antik Yunan ve Anik Roma Dönemi (MÖ 650-MS 400)			
	Antik Yunan Dönemi	Antik Roma Dönemi		
Yapı Türü	Antik dönem açık hava tiyatrosu	Antik dönem açık hava tiyatrosu (sahne arka duvarı, yükseltilmiş sahne alanı eklenmiştir) ve amfiteyatro	Küçük kapalı tiyatrolar "odea"	
Performans Tipi	Müzik-dans- konuşma, büyük toplulukların sergilediği kutlamalar, tiyatro oyunları	Meclis, müzik eşlikli tiyatro oyunları	Gladatör dövüşleri Tiyatro oyunları	
Örnek Yapı	Antik Tiyatro, Epidaurus, Yunanistan, MÖ 330	Odeon of Agrippa, Atina, Yunanistan, MÖ 12	Colosseum, Roma, İtalya, MS 70-81 Aspendos Antik Tiyatrosu, Antalya, Türkiye, MS 160	
Plan				
Kesit				
Fotoğraf				

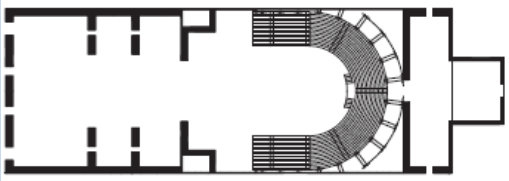
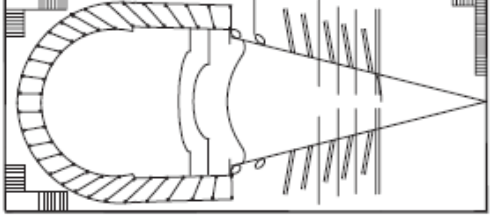
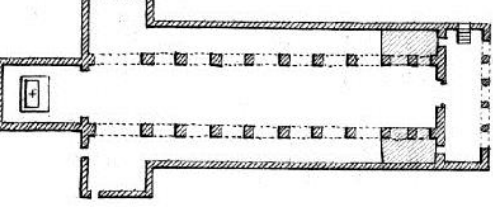

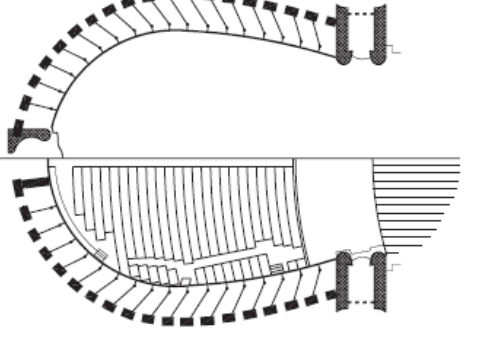
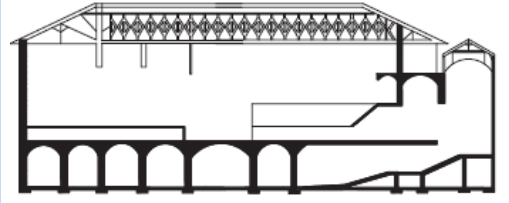

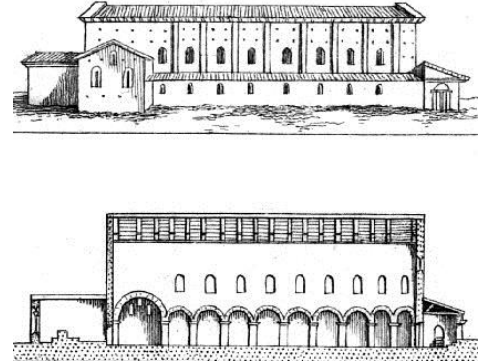
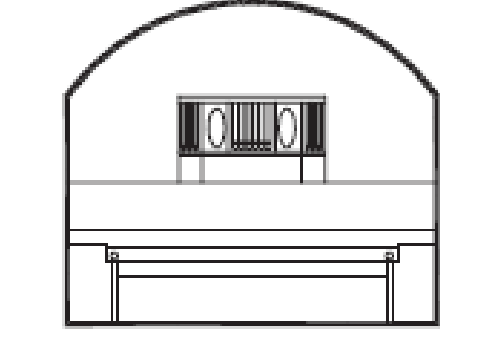
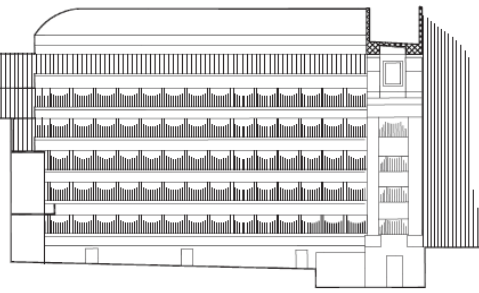

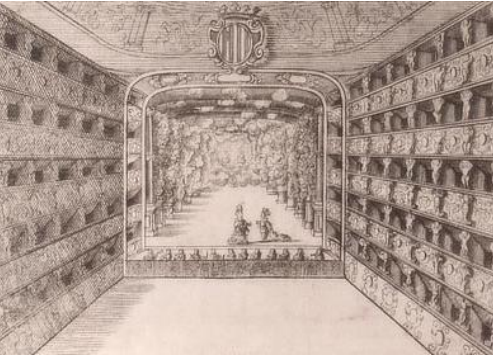



Çizelge 2.2 Performans mekânlarının tarihsel süreci ve mimari görselleri (devam)

Tarihsel Dönem	Erken Hristiyan Dönemi (400-800)		Erken İslam Dönemi	Romanesk Dönem (800-1100)	Gotik Dönem (1100-1400)
	Roma ve Batı	Doğu Roma İmparatorluğu	Emevi Devleti		
Yapı Türü	Dini yapı	Dini yapı	Dini yapı	Dini yapı	Dini yapı
Performans Tipi	Dini müzik	Basit melodik ve ritmik özelliklere sahip ilahiler, kilise müziği	Dini konuşmalar, ilahiler	Daha gelişmiş, iki bölümlü ilahiler, kilise müziği	Basit ilahiler ve gelişmeye başlayan çok sesli müzik (yüksek yansıma uygun besteler)
Örnek Yapı	Eski St. Peter Bazilika Kilisesi, Roma, İtalya, 330	Aya Sofya, İstanbul, Türkiye, 532-537	Ümeyye Camii, Şam, Suriye, 706-714	St. Mark's Katedrali, Venedik, İtalya, 864	Notre Dame Katedrali, Paris, Fransa, 1163-1250
Plan					
Kesit					
Fotoğraf					

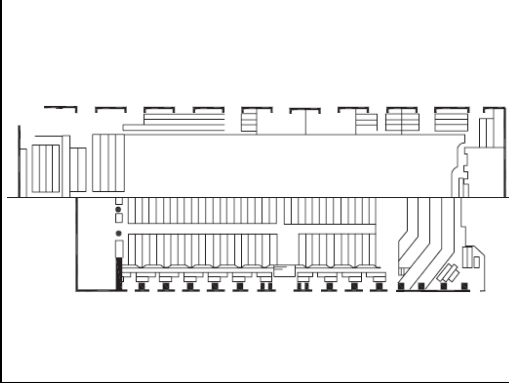
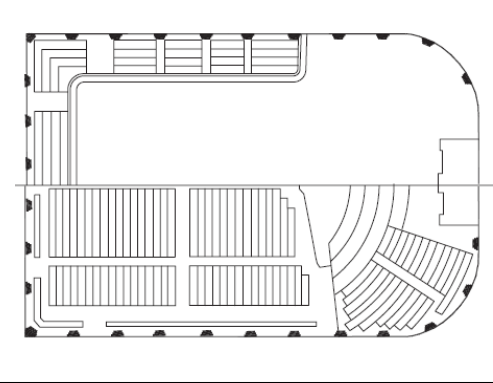
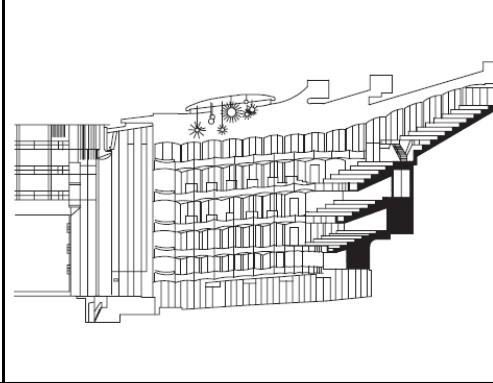
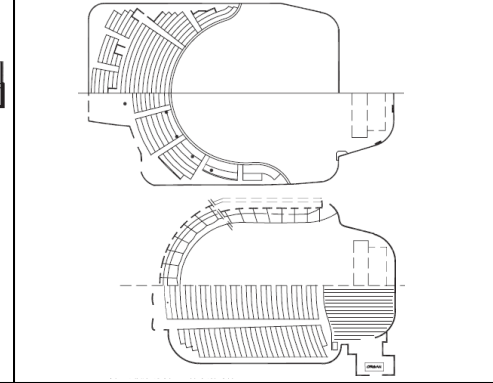
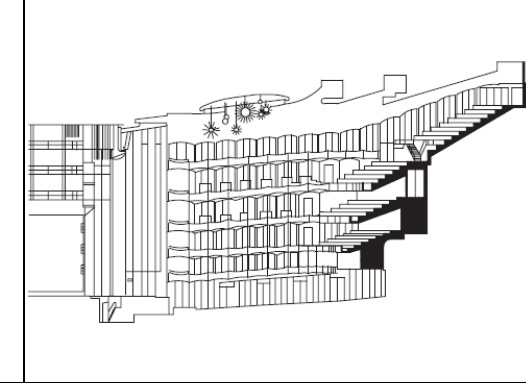
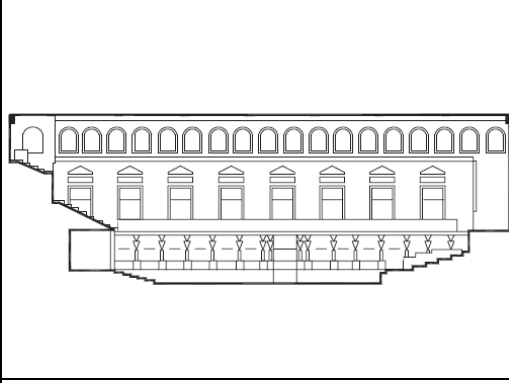
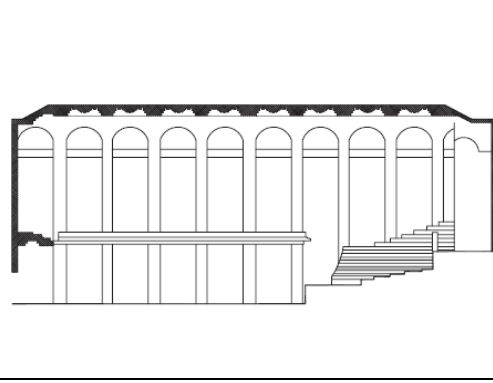
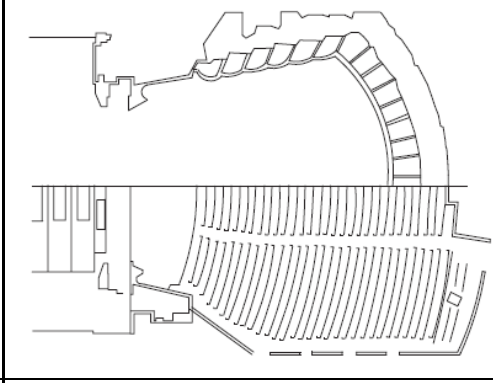
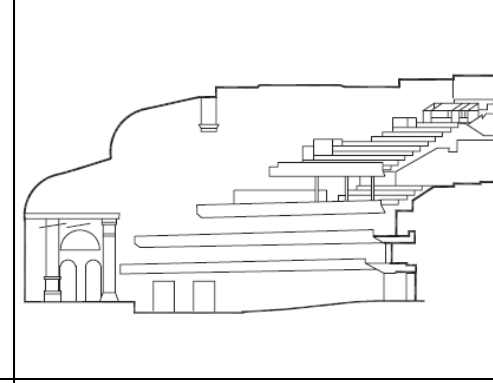
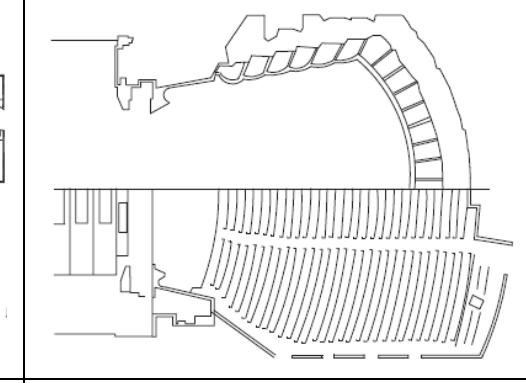





Çizelge 2.2 Performans mekânlarının tarihsel süreci ve mimari görselleri (devam)

Tarihsel Dönem	Rönesans Dönemi (1400-1600)			
	Rönesans Kiliseleri	Rönesans Tiyatroları		Osmanlı Camileri
Yapı Türü	Dini yapı	Tiyatro		Dini yapı
Performans Tipi	Baskın olarak dini müzik	Tiyatro oyunları		Dini konuşmalar, ilahiler
Örnek Yapı	Yeni St. Peter's Katedrali, Roma, İtalya, 1506	Teatro Olimpico, Vicenza, İtalya, 1580	Sabbioneta Tiyatrosu, İtalya, 1588	<i>Selimiye Camii, Edirne, Türkiye, 1568-1575</i>
Plan				
Kesit				
Fotoğraf				

Çizelge 2.2 Performans mekânlarının tarihsel süreci ve mimari görselleri (devam)

Tarihsel Dönem	Barok Dönem (1600-1750)			Klasik Dönem (1750-1825)	
Yapı Türü	Tiyatro	Opera Binası	Dini yapı	Konser salonu	Opera Binası
Performans Tipi	Tiyatro	Opera	Kilisenin yüksek yansıtıcılığıyla bütünleşen çok sesli müzik	Belli formlar çerçevesinde geliştirilen, konser salonlarında icra edilmek üzere bestelenen müzik	Opera
Örnek Yapı	Theatro Farnase, Parma, İtalya, 1618-1628	Theater of SS. Giovanni Paolo, Venedik, 1637	<i>St. Vincenzo ed Anastasio Kilisesi, Roma, 1646-1650</i>	Hanover Square Rooms, Londra, İngiltere, 1775	Theatro Alla Scala, Milano, İtalya, 1778
Plan					
Kesit					
Fotoğraf					

Çizelge 2.2 Performans mekânlarının tarihsel süreci ve mimari görselleri (devam)

Tarihsel Dönem	Romantik Dönem (1825-1900)		Modern Akustiğin Başlangıcı (1900ler ve sonrası)		
Yapı Türü	Konser salonu		Opera Binası	Senfoni Orkestrası Konser Salonu	Senfoni Orkestrası Konser Salonu
Performans Tipi	Müzik		Opera	Müzik	Müzik
Örnek Yapı	Grosser Musikvereinssaal, Viyana, 1870	Concertgebouw, Amsterdam, 1888	Metropolitan Opera House, New York, USA, 1883	Carnegie Hall, New York, USA, 1891	Symphony Hall, Boston, USA, 1898
Plan					
Kesit					
Fotoğraf					

2.2 Performans Mekânları ve Güncel Örnekleri

Antik Yunan ve Roma dönemlerinden günümüze kadar farklı nitelikteki yapılar, müzik ve sahne sanatlarının izleyiciyle buluşturulması amacıyla birlikte eğlence veya dini gereksinimlerle tasarlanmıştır. Gerek mimari, gerekse akustik açıdan yapılarda gözlenen gelişim halen devam etmektedir. Açıklanan tarihsel süreç kapsamında antik dönem tiyatroları, senfoni orkestrası binaları, opera, bale ve tiyatro binalarının her biri kendi özelinde performans mekânı olarak ele alınmıştır.

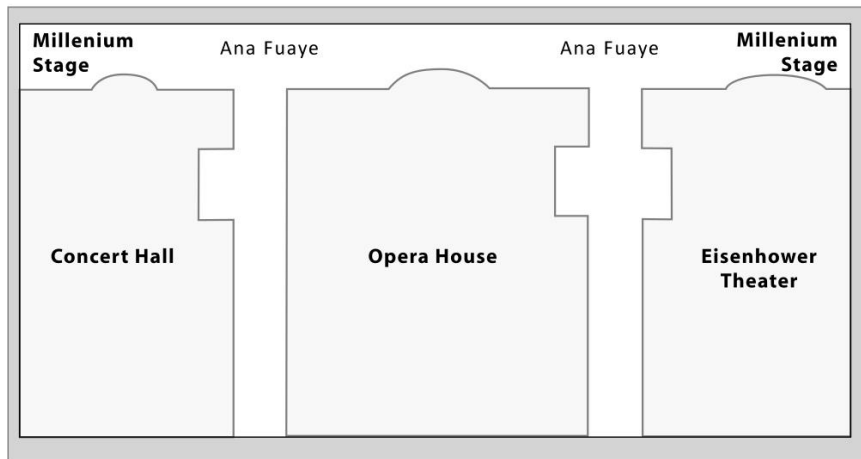
Günümüzde, çoğunlukla ekonomik gerekçelerle, birden fazla işlevin gerçekleştirildiği “çok amaçlı salon” kavramı gelişmiş, bu amaçla tasarlanan salonlarda akustik gereksinimler birden fazla işlev dikkate alınarak kurgulanmaya, gelişen elektro akustik sistemlerle salonlar güçlendirilmeye başlanmıştır. Bu tip yapılar 1970’li yıllardan beri “performans mekânı” olarak adlandırılmaktadır. Bu tip yapıların mekânsal ve teknik özellikleri işlevsel gereksinimlere bağlı olarak yorumlanmakta ve ortaya konmaktadır. Genellikle yapılarda belirlenen temel işleve veya işlevlere hizmet eden ana salonun dışında farklı büyüklüklerde ve teknik özelliklerde birden fazla salon bulunmakta ve yapının pek çok farklı performansa uygun mimari, görsel ve işitsel özelliklerle hizmet etmesi amaçlanmaktadır.

Dünyada performans mekânı olarak adlandırılan ve bu amaçla ortaya konulan mekânsal ve teknik özelliklere sahip ilk yapılardan biri Şekil 2.1’de görülen “John F. Kennedy Center for the Performing Arts”dır. İnşaatı 1964 yılında başlayan ve açılışı 1971 yılında yapılan yapıda, tiyatro, dans, bale, orkestral müzik, oda müziği, caz, pop müzik ve multi-media performanslarının sergilenebildiği çeşitli büyüklüklerde ve özelliklerde salonlar bulunmaktadır [18].



Şekil 2.1 John F. Kennedy Performans Sanatları Merkezi, Washington [19]

Mimari tasarımı Edward Durell Stone, akustik tasarımı Cyril M. Harris tarafından yapılan yapıda; “Concert Hall”, “Opera House” ve “Eisenhower Theater” olarak adlandırılan üç ana salon bulunmaktadır [18]. Salonların plan şeması Şekil 2.2’de görülebilir. Şekil 2.3’de görülen “Concert Hall” 2400 dinleyici kapasiteli olup, klasik müzik performanslarının sergilenmesi amacıyla tasarlanmıştır, Şekil 2.4 (a)’ görülen 2300 dinleyici kapasiteli “Opera House” da opera, bale ve büyük ölçekli müzikaller sergilenmekte, Şekil 2.4 (b)’de görülen 1163 izleyici kapasiteli “Eisenhower Theater”’da ise müzikaller, küçük ölçekli opera ve bale eserleri ile modern dans performansları sergilenmektedir [18].

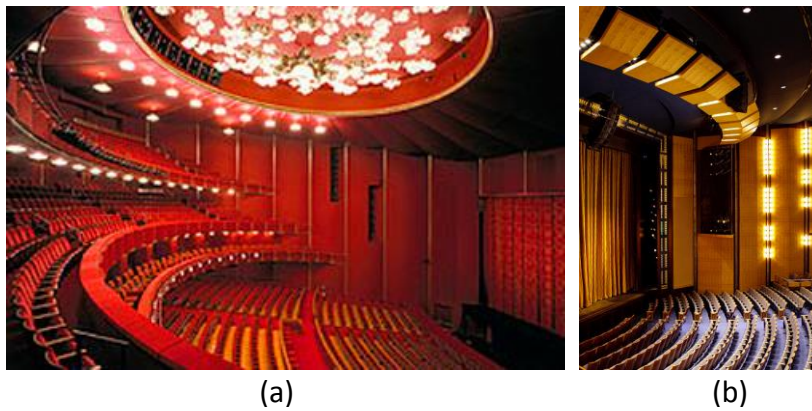


Şekil 2.2 John F. Kennedy Performans Sanatları Merkezi, Ana Salonlar Plan Şeması [18]

Yapıda bulunan üç ana salona ek olarak, farklı tarzlarda olan ve farklı teknik gereksinimler gerektiren performansların sergilenmesi amacıyla çeşitli hacimlerde mekânlar bulunmaktadır. “The Family Theater” 324 izleyici kapasitesi olup, modern görsel ve işitsel teknolojik altyapıya sahip olacak şekilde tasarlanmıştır ve tiyatro performanslarına ev sahipliği yapmaktadır [18]. 399 izleyici kapasiteli “The Theater Lab” da da tiyatro, 513 izleyici kapasiteli “The Terrace Theater” da oda müziği, bale, modern dans ve tiyatro performansları sergilenmektedir [18]. Bu salonların yanı sıra, “The Millennium Stage” adıyla fuaye alanında kurulan sahnelerde ücretsiz çeşitli tarzlarda performans sanatçılarının ve grupların yer aldığı etkinlikler düzenlenmektedir [18]. Son olarak “The KC Jazz Club” John F. Kennedy Performans Sanatları Merkezi’nde yer alan, jazz müzik performanslarının sergilendiği bir diğer mekândır [18].

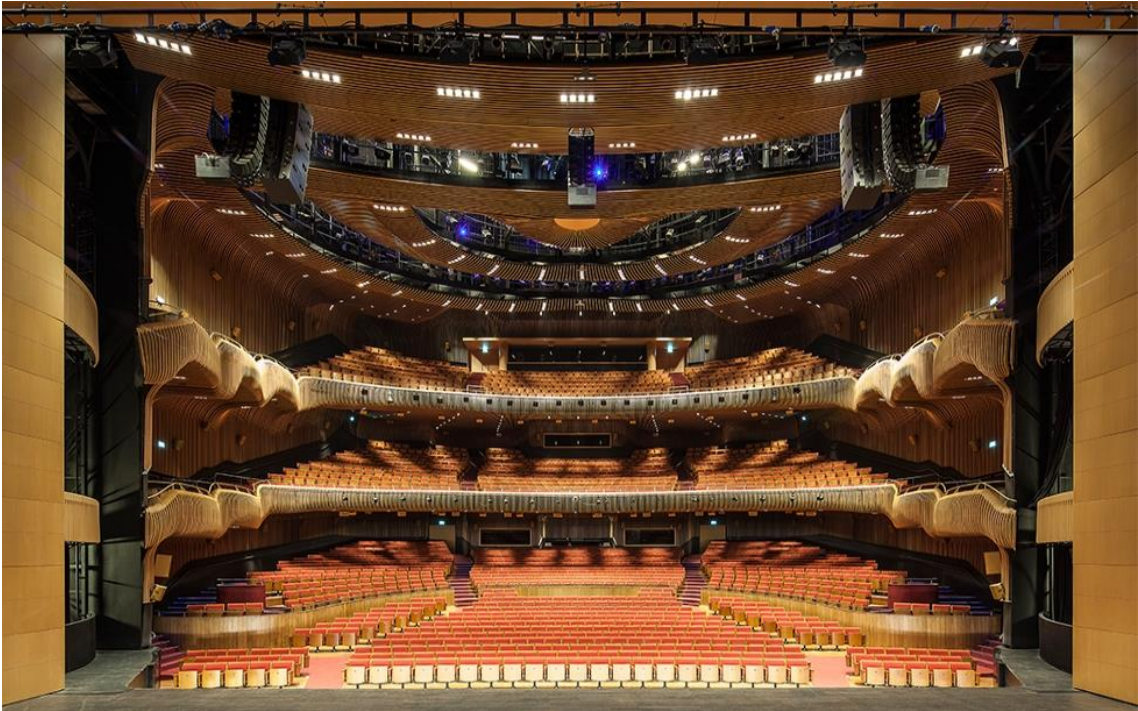


Şekil 2.3 John F. Kennedy Performans Sanatları Merkezi, “Concert Hall” [20]



Şekil 2.4 John F. Kennedy Performans Sanatları Merkezi, (a) “Opera House”, [21]
(b) “Eisenhower Theater” [22]

Ülkemizde ise, “performans sanatları merkezi” olarak isimlendirilmiş ilk yapı 23 Ekim 2013’de izleyicilere kapılarını açan olan Zorlu Center Performans Sanatları Merkezi (PSM)’dir. Mimari tasarımı Emre Arolat ve Murat Tabanlıoğlu’na ait olan yapının akustik ve performans danışmanlığını ise Sound Space Design ve Anne Minors Performance Consultants firmaları üstlenmiştir [23]. Zorlu Center PSM’de, hem elektro akustik olanaklarla zenginleştirilmiş hem de doğal akustik ortam sunan, Şekil 2.5’de görülen 2262 kişi kapasiteli “Ana Tiyatro” ve Şekil 2.6 (a)’da görülen 738 kişi kapasiteli “Drama Sahnesi” olmak üzere iki ana salonu bulunmaktadır [23]. Bu iki salonda müzikal, klasik müzik, opera, pop, rock ve caz müzik, oda müziği, bale, dans şovları, tiyatro ve stand up gösterileri sergilenmektedir. Bunların yanı sıra Şekil 2.6 (b)’de görülen 112 kişilik “Stüdyo” da ise özel tiyatrolar, basın toplantıları ve müzik kayıt işlemleri gerçekleştirilmektedir [23]. “Ana Tiyatro” özellikle müzikaller başta olmak üzere büyük ölçekli ve elektronik işitsel ve görsel gereksinimleri olan performanslar için tasarlanmışken, “Drama Sahnesi” doğal akustik ortamıyla öne çıkmakta, akustik konserler, tiyatro performansları için tasarlanmıştır [23].



Şekil 2.5 Zorlu Center PSM, “Ana Tiyatro” [23]



Şekil 2.6 Zorlu Center PSM (a) [23] “Drama Sahnesi” [23], (b) “Stüdyo” [23]

Bahsi geçen yapının öncesinde ise, performans sanatları merkezi olarak adlandırılmasa da, benzer yaklaşımla; pop/rock tarzlarında müzik, müzikal, tiyatro performansları, stand-up ve dans şovları, aynı salonda, izleyiciye ilk kez Bostancı Gösteri Merkezi’nde sunulmuştur ve halen sunulmaktadır [24]. 1992 yılında inşa edilen yapıda, Şekil 2.7’de görülen 2402 kişi kapasiteli bir ana salon bulunmaktadır [25].



Şekil 2.7 Bostancı Gösteri Merkezi Salonu [24]

Tez kapsamında Türkiye’de ve dünyada performans mekânı olarak nitelendirilebilecek yapılar araştırılmış, bölümün ilerleyen altbaşlıklarında sunulmuştur.

“Performans mekânı” veya “performans mimarisi” başlığı altında anılan, dünya çapında inşa edilen yapılar incelendiğinde, söz konusu mekânsal tasarım yaklaşımının 1900lü yılların sonlarında geliştiği ve genel olarak 2000’li yıllarda artış gösterdiği görülmektedir. Genellikle farklı kapasitelerde salonların bir araya getirilerek bir kompleks oluşturduğu yapılarda temel yaklaşım, yapının pek çok farklı tip performansa ev sahipliği yapabilmesidir. Bu durum kimi yapılarda bir büyük salonun birden fazla işleve hizmet etmesi şeklinde tasarlanmışken, kimi yapılarda ise, her birinin kendine özel işlevsel niteliği olan birden fazla büyük salonun aynı çatı altında toplanması şeklinde tasarlandığı göze çarpmıştır. Her iki durumda da salonların akustik projeleri, görsel kurgunun belirleyici bir parçası haline gelmekle birlikte, yapının hem mimari hem de sergilenen performansların başarısı açısından değerinin de belirleyici bir parçası olmaktadır. Bu nedenlerle yapılan araştırmalar, performans mekânı yapılarını açıklayan kaynakların pek çoğunda mimari tasarıma olduğu kadar akustik tasarıma da yer verildiğini göstermiştir. Çalışmanın bu bölümünde dünyadan “performans sanatları merkezi (performing arts center)” veya “performans mekânı (performance venue)” olarak nitelendirilen yapılar ve Türkiye’den aynı kapsama dahil edilebilecek gösteri merkezleri veya çok amaçlı salonlar listelenmiştir.

2.2.1 Dünyadan Performans Mekânı Örnekleri

Dünya çapında özellikle 21. yüzyılda tasarlanan ve hayata geçirilen performans mekânı yapıları; yapım yılları, mimarları, akustik danışmanları, içlerinde bulunan salon sayısı ve salonların dinleyici kapasiteleri de belirtilerek, çalışma kapsamında ulaşılan salonlar Çizelge 2.3’de listelenmiştir. Günümüzde, uygulamada karşımıza çıkan pek çok salonda, salonun başlangıçtaki tasarım yaklaşımına bakılmaksızın birden fazla işlevin aynı salonda sergilendiği görülmektedir. Oluşturulan listede; özellikle, tasarım sürecinde, sergilenmesi hedeflenen performansların işitsel ve görsel gereksinimlerinin mimari program dahilinde dikkate alındığı, akustik projelerinin yapılıp, kapsama cevap veren çözümlerin sunulduğu ve isimleri “performans mekânı” veya “performans sanatları merkezi” olarak belirlenmiş yapılar dikkate alınmıştır. Listelenen yapılara çeşitli akustik ve mimari tasarım kitapları ile internet kaynaklı araştırmalar sonucunda ulaşılmıştır [11], [26], [27], [28], [29], [30]. Yapılarda yer alan salonların nitelikleri ve sergilenen performanslar dikkate alındığında, hacim büyüklüğü ile performans sanatının ölçeği

arasında olan doğal bağlantı göze çarpmaktadır. Bu kapsamda özellikle birden fazla performansın aynı salonda sergilendiği yapılarda, dinleyici kapasitesi fazla olan (>1000 kişi) ana salonda; müzikaller, opera, bale performansları, dans şovları, pop& rock konserleri ve senfonik müzik konserlerinin sergilendiği görülmektedir. Görece küçük olan ikincil salonda (500-1000 kişi) ise tiyatro, oda müziği, resitaller, caz konserleri, sunumlar gibi konuşma ve daha küçük çaplı müzik performansları sergilenmektedir. Bu anlamda her iki tip salonda da elektro akustik ve doğal akustik tasarım bir arada çözülüp, değiştirilebilir akustik imkânlar kurgulanırken, ana salonlar doğal akustiğin yanı sıra elektro akustik özelliklerinin önemi ile de anılmakta, küçük salonlar ise doğal akustik tasarımları ile fark yaratmaktadır. Bu iki farklı kapasitedeki salona ek olarak, genellikle stüdyo adı ile anılan daha küçük (<500) bir salon olduğu ve daha küçük ölçekli, konuşma işlevli performanslara bu salonlarda yer verildiği yapılan araştırmada görülmüştür.

Çizelge 2.3 Dünyadan performans mekânları örnekleri

Yapı Adı	Bulunduğu Yer	Yapım Yılı	Mimar	Akustik Danışman	Salon Sayısı Dinleyici Kap.
Alaska Center for the Perf. Arts	Alaska, Amerika	1988	Hardy, Holzman & Pfeiffer	Jaffe Holden	3 salon 2000, 700, 340
Aronoff Center for the Arts	Ohio, Amerika	1995	Cesar Pelli & Associates	Kirkegaard Associates	3 salon 2719, 437, 150
AT&T Perf. Arts Center	Teksa s Amerika	2009	Foster and Partners	Dorsserbleg raaf	3 salon 2500, 2200, 600
Biwako Hall Center for The Perf. Arts	Shiga, Japonya	1998	Shiga Pref. Govt. and Sato General Plan. Co. Ltd.	Yamaha Acoustic Design	2 salon 1848, 323
Broward Center for the Perf. Arts	Florida, Amerika	1991	Benjamin C. Thompson	Kirkegaard Associates	5 salon 2700, 590, 500, 1167, 498
Cartaxo Cult. Center	Cartaxo, Portekiz	2005	CVDB Arquitectos	Certiprojeto	1 salon 420
Dallas Center for the Perf. Arts	Teksa s Amerika	2009	Foster and Part. Office for Metropolitan Arch. REX	Sound Space Design	2 salon 2300, 600

Çizelge 2.3 Dünyadan performans mekânları örnekleri (devam)

Yapı Adı	Bulunduğu Yer	Yapım Yılı	Mimar	Akustik Danışman	Salon Sayısı Dinleyici Kap.
Dijon Perf. Arts Center	Dijon, Fransa	1998	Arquitectonica	Artec Acoustics	2 salon 1640, 600
Epcor Center for the Perf. Arts	Alberta, Kanada	1985	Raines Finlayson Barret and Partners	Artec Acoustics	5 salon 1800, 750, 450, 185, 180
Esplanade National Perf. Arts Centre	Singapur	1992-2002	Micheal Wilford	Artec Acoustics	5 salon 2000, 1800, 850, 450 250
Experimental Media and Perf. Arts Center	Troy, Amerika	2007	Nicholas Grimshaw	Kirkegaard Associates	2 salon 1200, 400
Fox Cities Perf. Arts Center	Appleton, WI Amerika	2002	Zeidler Grinnell Partnership Architects	Artec Acoustics	2 salon 2100, 450
Grand Canal Perf. Arts Centre and Galleria	Dublin, İrlanda	2008	Daniel Libeskind	Arup Acoustics	1 salon 2000
Helmut-List-Halle 16	Graz, Avusturya	2002	Markus Perenthaler	Müller BBM	1 salon 1200
Hessisches Staatstheater	Darmstadt, Almanya	2006	Lederer+Ragnar sdttir+OEI	-	2 salon 956, 482
Hong Kong Academy for Perf. Arts	Hong Kong, Çin	1984	Simon Kwan& Associates Ltd.	-	5 salon 1181, 415, 382, 134-202 120-240
Hyogo Perf. Art Center	Hyogo, Japonya	2005	Nikken Sekkei	Nagata Acoustics	3 salon 2001, 417, 800
Irvine Valley College Perf. Arts Center	Irvine, Amerika	2007	Arquitectonica	Veneklasen Associates	2 salon 350, 200
John F. Kennedy Perf. Arts	Washington Amerika	1964	Edward Durell	Cyril M. Harris	3 salon 2400, 2300, 1163
Kauffman Center for the Perf. Arts	Kansas City, Amerika	2011	Moshe Safdie and Associates	Yasuhisa Toyota, Arup	2 salon 1800, 1600

Çizelge 2.3 Dünyadan performans mekânları örnekleri (devam)

Yapı Adı	Bulunduğu Yer	Yapım Yılı	Mimar	Akustik Danışman	Salon Sayısı Dinleyici Kap.
Kilden Perf. Arts Center	Kristiansand Norveç	2012	ALA Architects	Arup Acoustics	4 salon 1185, 708, 234, 150
Kimmel Center for the Perf. Arts	Philadelphia, Amerika	2001	Rafael Vinoly	Artec Acoustics	2 salon 2500, 650
King's Place	Londra, İngiltere	2007	Dixon Jones	Arup Acoustics	1 salon 425
Kitakyushu Perf. Arts Center	Fukuoka, Japonya	2003	Nihon Sekkei	Nagata Acoustics	1 salon 1262
Kuala Lumpur Perf. Arts Center	Malezya	2006	-	-	3 salon 504, 192, 100
Leicester Theatre and Perf. Arts Center	İngiltere	2007	Rafael Vinoly	Kahle Acoustics	2 salon 750 350-450
Mahaney Center for the Arts	Amerika	1992	Hardy Holzman Pfeiffer Associates	Jaffe Holden Acoustics	1 salon 400
Marcus Center for the Perf. Arts	Wisconsin, Amerika	1966-1969	Harry Weese	Bolt Beranek Newman	4 salon 2327, 496, 475, 400
Matsumoto Perf. Art Center	Nagano, Japonya	2004	Toyo Ito & Associates	Nagata Acoustics	1 salon 1800
Metropolitan Kansas City Perf. Arts Center	Kansas City, Amerika	2009	Moshe Safdie and Associates	Nagata Acoustics	3 salon 1800, 1600, 250
Mihara Perf. Arts Center	Hiroşima, Japonya	2007	Maki and Associates	Nagata Acoustics	1 salon 1209
Moscow Intern. Perf. Arts Center	Moskova, Rusya	2003	Y. Gnedovsky, V. Krassilnikov, D. Solopov	-	1 salon 1736
MUMUTH Music Theatre	Graz, Avusturya	2009	Unstudio	Pro Acoustics Engineering	1 salon 450
Music Palace	Utrecht, Hollanda	2013	Architectuur studio HH	-	5 salon 1700, 550, 2000,500,250

Çizelge 2.3 Dünyadan performans mekânları örnekleri (devam)

Yapı Adı	Bulunduğu Yer	Yapım Yılı	Mimar	Akustik Danışman	Salon Sayısı Dinleyici Kap.
Nancy Lee & Perry R. Bass	Teksas, Amerika	1998	David M. Schwarz	Jaffe Holden	1 salon 2056
National Center for the Perf. Arts	Mumbai, Hindistan	1986	Larsen & Toumbro Ltd.	Cyril M. Harris	3 salon 1109, 1010, 300
National Grand Theatre Of China	Beijing, Çin	2007	Paul Andreu	CSTB	3 salon 2416, 2017 1040
Natori Performing Arts Center	Natori, Japonya	1997	Maki and Associates	-	2 salon 1350, 450
New Auditorium Stadsschouwburg	Amsterdam, Hollanda	2009	Jonkman Klinkhamer	DHV Eindhoven, Renz van Luxemburg	2 salon 1000, 225
New Jersey Perf. Arts Center	New Jersey, Amerika	1997	Barton Myers	Artec Acoustics	4 salon 2800, 514, 350, 88
New Tempodrom	Berlin, Almanya	1999-2001	Von Gerkan, Marg & Partner	BeSB Schalltechnisches Büro	3 salon 3800, 400, 50
Orange Country Perf. Arts Center (Seegerstrom Center for the Arts)	California, Amerika	1986	Cesar Pelli	Artec Acoustics	4 salon 3000, 2000, 375, 250
Oriental Art Centre	Şanghay, Çin	2002-2004	Paul Andreu	M. Vian, CSTB	3 salon 1979, 1200 330
Overture Center for the Arts	Wisconsin, Amerika	2004	Cesar Pelli & Associates	Kirkegaard Associates	5 salon 2255, 1089, 347, 252, 350
Palace of the Arts	Valecia, İspanya	2004	Santiago Calatrava	Alfonso García	4 salon 1782, 1617, 388, 386
Performers House Folk High School 44	Silkeborg, Danimarka	2007	Schmidt Hammer Lassen Architects	-	1 salon 400

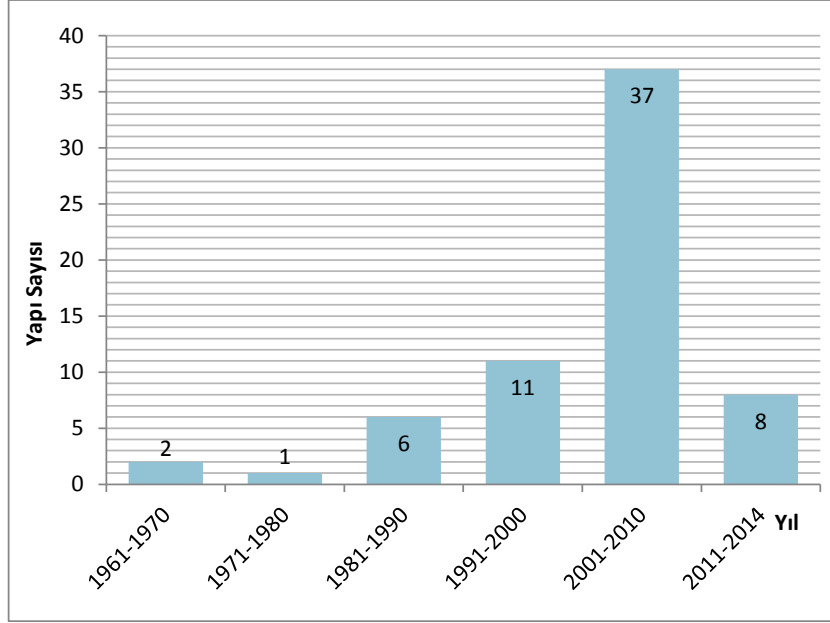
Çizelge 2.3 Dünyadan performans mekânları örnekleri (devam)

Yapı Adı	Bulunduğu Yer	Yapım Yılı	Mimar	Akustik Danışman	Salon Sayısı Dinleyici Kap.
Perf. Arts Center, Bard College	New York, Amerika	2003	Frank Gehry	Yasuhisa Toyota, Nagata Acoustics	2 salon 900, 200
Perf. Arts Centre of the Free State	Güney Afrika	1985	-	-	1 salon 964
Queensland Perf. Art Center	Avustralya, Brisbane	1985	Robin Gibson	Marshall Day Acoustics	4 salon 2000, 1600-1800, 850 200-300
Restructuring Palace of Culture	Dresden, Almanya	2014	GMP-Von Gerkan, Marg and Partners	-	2 salon 1800, 350
Royal Festival Hall (Ren.)	Londra, İngiltere	1951-2007	Allies and Morrison	Kirkegaard Associates	1 salon 2900
Sejong Center for the Perf. Arts	Seul, Güney Kore	1978	-	-	2 salon 3000, 442
Shimizu Performing Arts Center	Shizuoka, Japonya	2012	Maki and Associates	YAMAHA Spatial Audio Sys. Group	2 salon 1513, 292
Soka Performing Arts Center	California, Amerika	2011	ZGF Architects LLP	Yasuhisa Toyota, Nagata Acoustics	2 salon 1000, 180
Sony Center for the Perf. Arts (Rest.)	Toronto, Kanada,	1960-2010	Peter Dickinson Earle C. Morgan	V.L. Henderson	1 salon 3200
Tel Aviv Perf. Arts Center	Tel Aviv, İsrail	1994	Yaakov Rechter	Kirkegaard Associates	1 salon 1656
The Eli and Edythe Broad Stage	Santa Monica, Amerika	2005	Renzo Zecchetto Architects	Jaffe Holden	1 salon 498
The Lowry Perf. and Visual Arts Centre	Salford, İngiltere	1992-2000	Micheal Wilford and Partners	Sandy Brown Associates	3 salon 1730, 470 280
The Sage Gateshead	Gateshead, İngiltere	2004	Foster and Partners	Arup Acoustics	3 salon 1700, 400 300

Çizelge 2.3 Dünyadan performans mekânları örnekleri (devam)

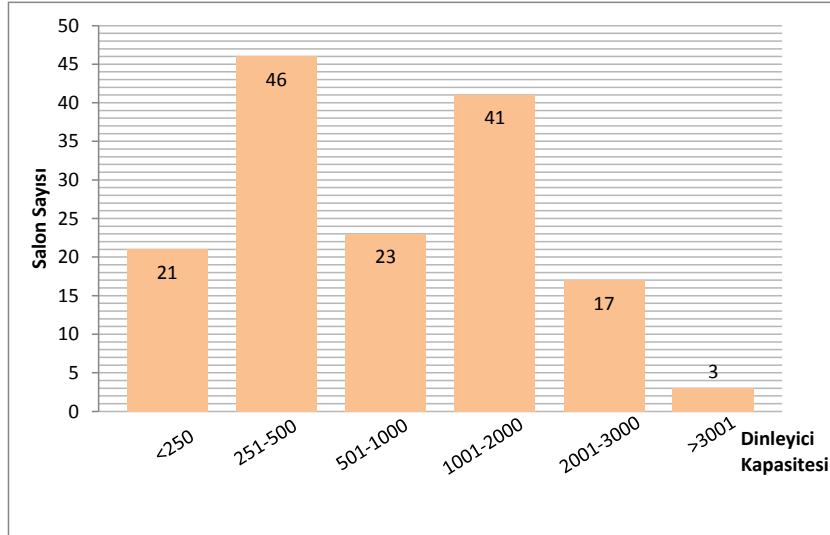
Yapı Adı	Bulunduğu Yer	Yapım Yılı	Mimar	Akustik Danışman	Salon Sayısı Dinleyici Kap.
The Star Perf. Arts Center	Singapur, Çin	2012	Andrew Bromberg, Aedas	Artec Acoustics	2 salon 5142, 770
The Wohl Centre, Bar-Ilan University	Ramat-Gan İsrail,	2005	Daniel Libeskind	Abraham Melzer & Uzi Livni	1 salon 910
Theater Sneek	Sneek, Hollanda	2011	Alberts & Van Huut	-	1 salon 1000
Wales Millennium Centre	Cardiff, İngiltere	2002-2004	Percy Thomas	Arup Acoustics	2 salon 1900, 250
Walker Art Center	Minneapolis, Amerika	2005	Herzog & De Meuron	-	1 salon 385
West Kowloon Cultural District	Hong Kong, Çin	2008	Foster and Partners	Marshall Day Acoustics	3 salon 2000 800, 400

Çizelge 2.3’de sunulan 65 yapı, yapım yıllarına göre sınıflandırıldığında Şekil 2.8’de görülen grafik elde edilmiştir. 1960 ve 1970’lerde oldukça az sayıda yapı inşa edilmişken sayının 1990’lı yıllara kadar az artış gösterdiği görülmektedir. 2000’li yıllarda performans mekânı yapıların ciddi artış olduğu grafikte ortaya çıkmıştır. Performans mekânları tasarımındaki artışın, gelişen teknolojinin mekân çözümlerine yönelik sunduğu imkânların artışı ile paralel olduğu değerlendirilebilir. Bunun yanı sıra ekonomik gerekçelerle, büyük kapasiteli bir salonun birden fazla işleve hizmet edecek nitelikte tasarlaması talebi artmaktadır. Ancak, aynı salonda sergilenecek performanslar ve salon kapasitelerine ilişkin sınırların doğru çizilmesi gerekliliği ve incelenen yapıların çoğunluğunda birden fazla salon tasarlanmış olduğu göz ardı edilmemelidir.



Şekil 2.8 Dünyadan performans mekânı örneklerinin yapım yılı-yapı sayısı ilişkisi

Yapım yıllarının yanı sıra, incelenen 65 yapıda yer alan salon adedi ve dinleyici kapasiteleri de değerlendirilmiştir. Bu değerlendirmede 65 yapıda toplam 151 adet salon yer aldığı, en düşük kapasiteli salonun 50, en büyük kapasiteli salonun da 5142 kişi olduğu görülmüştür. Dinleyici kapasiteleri ile salon sayısı arasındaki ilişkiyi gösteren grafik Şekil 2.9'da sunulmuştur.



Şekil 2.9 Dünyadan performans mekânı örneklerinin salon sayısı- dinleyici kapasitesi ilişkisi

2.2.2 Türkiye’den Performans Mekânı Örnekleri

Ülkemizde, 2013 yılında inşa edilen Zorlu Center Performans Sanatları Merkezi haricinde, sergilenen performanslar açısından bu kapsama dahil edilebilecek çok amaçlı salonlar incelenmiş ve salonlara ilişkin ulaşılan bilgiler Çizelge 2.4’de listelenmiştir. Kongre merkezleri, üniversite oditoryumları, konferans salonları kapsam dışı bırakılmıştır. Kapsama dahil edilen salonların internet adreslerinden, sergilenen performans tiplerine bakılmış, akustik projelerinin yapılıp yapılmadığı sorgulanmıştır. Listeye dahil edilen salonlarda farklı türlerde müzik konserleri, tiyatro, dans şovları, bale performansları, müzikal, stand-up gösterileri ve konuşma amaçlı çeşitli etkinlikler düzenlenmektedir.

Çizelge 2.4 Türkiye’den performans mekânları örnekleri

Yapı Adı	Bulunduğu Yer	Yapım Yılı	Mimar	Akustik Danışman	Salon Sayısı Dinleyici Kap.
Zorlu Center Performans Sanatları Merkezi	İstanbul	2013	M.Tabanlıoğlu, E. Arolat	Var	3 salon 2262, 738, 112
Bostancı Gösteri Merkezi	İstanbul	1992	-	Yok	2.402
Salon İKSV	İstanbul	2010	CM Mimarlık Cem Sorguç	-	Değişken Düzen 150 400-500
TİM Maslak Show Center	İstanbul	2005	Sanlı Mimarlık Yılmaz Sanlı	-	2010
Aksanat Kültür Merkezi	İstanbul	2000	-	Var	125
Sabancı Müzesi Çok Amaçlı Salonu	İstanbul	2008	Nevzat Sayın	Var	330
Sabancı Üniversitesi Gösteri Merkezi	İstanbul	2005	-	-	912
Garajistanbul	İstanbul	2007	Cem Yücel	-	Değişken
İş Kültür Sanat Sahnesi	İstanbul	2000	-	Var	800

2.3 Performans Mekânları Tasarımında Yer Alan İşlevler

Performans sanatları için bir yapının tasarlanması ve geliştirilmesi sırasında ilk dikkate alınması gereken konu, düzenlenecek prodüksiyonun veya prodüksiyonların seçimidir. Prodüksiyon tipi salonun ve destek birimlerin büyüklüğünü ve biçimini belirler. Her bir performans sanatının kendi tarihi, gelenekleri, nitelikleri ve gereksinimleri vardır.

Performans mekânları tasarımında dikkate alınması gereken temel performans sanatları; klasik batı, pop/rock, caz gibi farklı formlarıyla müzik, opera, müzikaller, dans ve tiyatroyu kapsar. Bu sanat türleri tez kapsamında aşağıdaki şekilde sınıflandırılmıştır:

- Müzik
- Müzik ve dansın bir arada sergilendiği gösteriler
- Konuşma
- Müzik, dans ve konuşmanın bir arada sergilendiği gösteriler

Bu sınıflandırma performansların sanatsal ve kavramsal özelliklerinin doğru anlatılabilmesi açısından olduğu kadar, ilerleyen bölümlerde incelenecek olan mekân ve mimari akustik kapsamında irdelenmesi gereken özellikler açısından da önemlidir. Bu bölümde farklı performans sanatları türleri alt kollarıyla birlikte açıklanacak, icra biçimlerine ve icracılarına yönelik bilgilere yer verilecektir.

2.3.1 Müzik

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. Farklı müzik tarzlarının doğasından kaynaklanan armonik yapı, kullanılan enstrümanların tınları, müziğin temposu, ses düzeyi ve icranın seslendirme sistemiyle desteklenmesinin uygun olup olmaması veya kaçınılmaz olması gibi özellikler mimari akustik tasarım sırasında dikkate alınması gereken temel ölçütlerdendir. Bu nedenle müziğin bu açılardan farklılık gösteren klasik batı müziği, caz ve pop/ rock formları bu başlık altında incelenecektir.

2.3.1.1 Klasik Batı Müziği

Klasik batı müziğinin sınıflandırılması dönemsel olarak ya da orkestra ve koro büyüklüğüne göre yapılabilir. Appleton'a göre [10] orkestra büyüklüğü (enstrüman çalan müzisyen sayısı) ve/veya koro büyüklüğü (ses sanatçılarının sayısı) ile tanımlanan farklı ölçeklere göre sınıflandırma aşağıdaki şekildedir:

- Senfoni Orkestrası: Ortalama 90 sanatçıdan oluşur, 120 sanatçıya kadar çıkabilir. Bazen orkestraya 100 veya daha fazla sanatçıdan oluşan koro eklenebilir. Şef bulunur, ayrıca vokalist veya enstrümanist solist sanatçılar da bulunabilir (Şekil 2.10).
- Oda orkestrası: 40-50 sanatçıdan oluşan küçük orkestradır. Şef bulunur, bazen solist ve/ veya küçük koro bulunabilir (Şekil 2.11 (a)).
- Küçük orkestra (oda müziği orkestrası): Birkaç enstrümanist ve ses sanatçısından oluşan resital grupları (Şekil 2.11 (b)).



Şekil 2.10 Senfoni orkestrası [31]



(a)



(b)

Şekil 2.11 (a) Oda Orkestrası [32], (b) Küçük Orkestra [33]

Klasik batı müziği için orkestra ve koro bulunan konserlerdeki canlı performans formatı 19. yüzyılın başlarından beri ilkesel olarak değişiklik göstermez [10]. Şef orkestranın önünde, merkezde, genellikle kürsü üzerinde ayakta durur, yanında solistler ve solistlerin arkasında orkestra ve orkestranın arkasında koro bulunur. İcra edilecek programa göre sanatçı sayısı değişebilir, ancak orkestranın, koronun ve solistlerin temelde şefe odaklanan duruşları değişmez. Piyano konçertolarının seslendirişlerinde ise, piyano ve piyanist sahne üzerinde şefin yanında konumlanır. Bazı modern orkestra bestelerinde bu geleneksel formatın dışına çıkılıp solistler orkestranın içinde dağıtık konumlanabilir (bazen performans süresince yer değiştirebilir) ve hatta seyircinin arasında bile oturabilirler [10].

Klasik batı müziği icra edilen bir salonda dinleyiciler tarafından algılanan sesin kalitesi salondaki en önemli kıstastır ve dinleyicinin duyduğu müziği beğenilebilmesi için akustik gereklilikler temel şartlardandır. Ancak klasik batı müziğinin tarihsel gelişimi çerçevesinde akustik çevre düzeninde değişiklikler görülmüştür. 19. yüzyıla kadar klasik müzik eserleri, icra edilecekleri ortama göre bestelenmekte idi. Örneğin bazilika kiliselerdeki ayinsel anlatım kilisedeki uzun yansıma süresinin etkisini müziğin tamamlayıcı bir öğesi olarak kullanırdı. Ayinsel müziğin yanı sıra, diğer dönemlerin de mimari özellikleri Mozart ve onu takip eden bestecilerde göze çarpmakta, onların besteleri ile geç romantik dönem eserleri, koro müziği ve modern klasik müzik eserleri arasında farklılıklar gözlenmektedir [10]. Günümüzdeki klasik müzik performanslarında, program kapsamında sunulacak eserin bestecisi ile müziğin icra edilmek üzere bestelendiği orijinal ortamın akustiği arasındaki ilişkinin tarihsel açıdan anlaşılması önem taşımaktadır. Ayrıca tasarlanacak salonun, besteciler, eserler ve dönemler kapsamında birbirinden çok değişken koşullarda bestelenmiş pek çok farklı tarzda klasik müzik için uygun olması gerekmektedir. Bunların yanı sıra küçük grupların, solo piyanistlerin ve ses sanatçılarının gereksinimleri de göz önünde bulundurulmalı, bu ölçekteki performanslar için akustik gerekliliklerin dikkate alındığı ayrı ve daha özel tasarlanmış mekânlar tasarlanmalıdır [10].

2.3.1.2 Caz

Caz, ilk olarak, New Orleans'da Afrikan-Amerikanlar tarafından ortaya konmuş, dans orkestralarını, halk ve roman müziğini de içine alarak müzikal içerik ve icracılık açısından dünya çapında gelişmiştir [10]. Zaman içinde caz stilleri değişmiş ve gelişmiştir ancak grup ve solo icranın kombinasyonu, güçlü ritim, doğaçlama ve sunumlardaki şovmenlik üslubu değişmemiştir.

Caz performansları, bu formdaki müziğin takdir görmesi ile performansın özündeki resmi olmayan mekânsal formatın yanı sıra konser ve resital salonlarında sergilenmeye başlanmıştır [10]. Genellikle bodrum katlardaki kulüp atmosferleri, performansın icracı ve dinleyici arasındaki samimiyetiyle ilişkilidir ve bu formattaki caz performansları genellikle yeme-içme aktiviteleri eşliğinde izlenir. Caz için özel mimari koşullar oldukça azdır ve performansın baskın olarak sergilendiği ortam, kulüp tarzı mekânlardır.

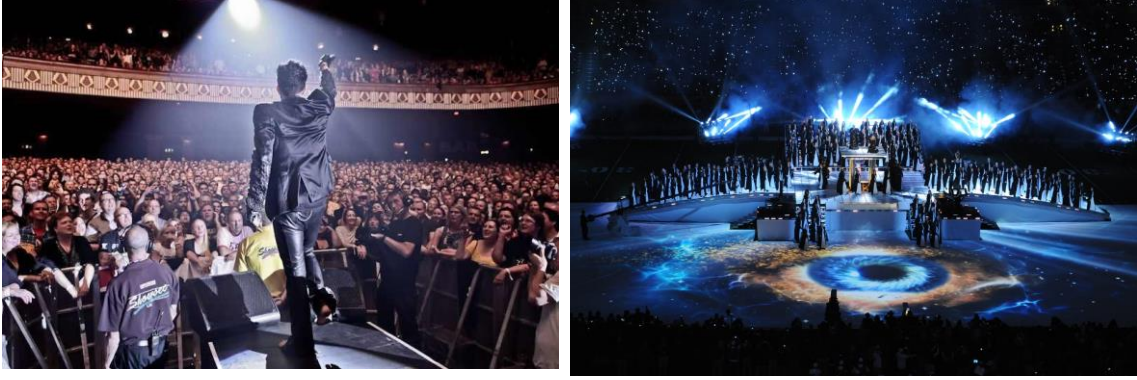


Şekil 2.12 Caz Orkestraları [34], [35]

Şekil 2.12'da örnekleri görülen, icracı sayısı solodan, üçlüden, 10 kişilik guruplara kadar değişiklik gösterir ve solistlerden, enstrümanistlerden ve ses sanatçılarından oluşan caz orkestraları 30 kişiyi bulabilir [10]. Caz performanslarında seslendirme sistemlerinin kullanılması kabul edilebilir bir özellik olmakla birlikte, orkestral eserlerde performansın tamamlayıcı bir parçası olarak göze çarpar [10].

2.3.1.3 Pop/ Rock

Pop müzik konserlerinde odak, dansçılar ve vokal yapan şarkıcılarla desteklenen temel şarkıcıda veya gruptadır ve orkestra genellikle sahnede, şarkıcıların ve dansçıların arkasında yer alır. Orkestra büyüklüğü 50 müzisyene kadar çıkabilir. Performansta seslendirme sistemleri kullanılır [10].



Şekil 2.13 Pop/rock konserleri [36], [37]

Rock konserleri enstrümanist ve şarkıcılardan oluşan gruplarla yapılır. Seslendirme performansın normal bileşenlerinden biri olmakla beraber elektro-gitar, müziğin ilerleyişinde rol alan asıl enstrümanlardan biridir. Rock müzik konserleri teatral sahne, büyük ve çarpıcı ışıklandırma efektleri gibi performansı destekleyecek pek çok farklı öğe ile birlikte geliştirilir. Bu tip konserler çok kalabalık dinleyici topluluklarına verilmekte, dinleyici sayısı 10.000'den 30.000'e hatta daha fazlasına kadar çıkabilmektedir. Genellikle performanslar tek seferlik kurulan geçici sahnelerden yapıldığı organizasyonlar dâhilindeki etkinliklerde izlenir. Açık hava etkinliklerinde spor stadyumları, geniş alan kaplayan bahçeler ve kapalı arenalar bu tip konserlere ev sahipliği yapmak üzere adapte edilir ancak bu tarz performansların gerektirdiği mekânsal oluşum bu çalışma kapsamında değerlendirilmeyecektir. Bu etkinliklerin yanı sıra, rock müzik daha küçük ölçekli kulüplerde de çalınabilir. Bu ölçekteki performanslarda format basit, müzisyenlerin yer aldığı yükseltilmiş sahne ve sahneye yönelmiş dinleyici grubundan oluşmaktadır. Sahne önü, temel sanatçı için seyircilerin arasına kadar genişleyebilir. Rock müzik konserlerinde büyük video ekranları ve seslendirme sistemi görsel ve işitsel sunuma eklenerek konser ve gösteri sergilenir.

2.3.2 Müzik ve Dans

Dans temel olarak, sanatçıların, genellikle konuşma olmadan, sahneledikleri etkileyici fiziksel hareketlerine müziğin eşlik ettiği performans tipidir. Müzik, canlı icra edilebilir, kayıttan seslendirilebilir veya elektronik olabilir. Müzik ve görsel şovun bir arada olması sebebiyle müzik ve dans işlevsel açıdan aynı başlık altında sınıflandırılmıştır. Dans özellikleri açısından klasik bale ve modern dans olmak üzere iki temel formda incelenecektir.

2.3.2.1 Bale

Tarihsel süreçte İtalya'da başlayan, Fransa'da 17. yüzyılın başlarında operadan ayrılarak tek başına bir sanat tipi olarak gelişen ve 19. yüzyılın sonlarında klasik haline ulaşan bale, nesillerdir saygı duyulan en temel performans tiplerinde biridir [10].



Şekil 2.14 Bale performansları [38],[39]

Bale performanslarında format, proscenium sahne⁴, izleyici alanı ve aralarında yer alan orkestra çukurundan oluşur. Şef merkezde konumlanır. İzleyiciler için, bale düzeni içinde icra edilen sanatın yorumu kadar müziğin kalitesi ve görsel kompozisyon da önemlidir.

2.3.2.2 Modern Dans

Modern dans, sanatçıların, fiziksel hareketleri ile gerçekçi veya soyut bağlamda ortaya koydukları sanatsal anlatımın ilişkilendirildiği bir dans formudur. Canlı, kayıttan

⁴ Proscenium sahne, sahne açıklığının etrafında bir çerçevenin oluşturulduğu ve performans alanının bu çerçeve içinde sınırlandırıldığı biçimleniştir.

seslendirilen klasik, caz, pop/ rock, elektronik müzikle birlikte veya müzik olmadan sahnelebilir.



Şekil 2.15 Modern dans performansları [40], [41]

Klasik bale (Şekil 2.14) belirlenmiş, özel hareketler, düzenler, disiplin ve şablonlarla tanımlanırken, modern dans (Şekil 2.15) bu gelenekleri ve sanattaki ifadeyi çok çeşitli miktarda temalar, müzik formları ve etnik dansların eklendiği hareketler aracılığıyla genişletmiştir.

Modern dans gösterimlerinde iki format dikkate alınır. Birincisi bale de olduğu gibi sahne ile izleyici alanı arasında yer alan orkestra çukurunun bulunduğu geleneksel durum, ikincisi ise, kayıttan seslendirilen müziğin kullanıldığı ya da müzisyenlerin sahnede ya da sahne dışında olduğu, orkestra çukuru gerektirmeyen durumdur. Orkestra çukuruna gereksinim duyulmayan, daha sade kurgular gerektiren, ekonomik ve farklı mekânlarda sergilenmesi geleneksel baleye göre daha kolay olan çağdaş dans eserleri, ikinci formatta ele alınır.

2.3.3 Konuşma

Konuşma işlevli mekânların akustik gereksinimleri ve mimari akustik açısından dikkate alınması gereken tasarım ölçütleri müzik işlevli mekânlara göre farklılıklar gösterir. Bu nedenle, en temel performans tiplerinden biri olan tiyatronun sanatsal ve mekânsal özelliklerinin incelenmesi gerekmektedir. Tiyatronun yanı sıra konferans salonları, seminer salonları, derslikler ve sınıflar gibi mekânlar da konuşmanın anlaşılabilirliğinin sağlanması açısından akustik düzenlemenin önem kazandığı hacimlerdir. Ancak bu çalışmada, konuşma işlevi ile ilgili olarak, performans sanatları kapsamına giren tiyatro incelenmiştir.

Drama prodüksiyonları büyüklük açısından ele alındığında küçük, orta ve büyük gibi farklı ölçeklerinin bulunduğu göze çarpmaktadır. Orta ve normal ölçekli oyunlar 20 oyuncu ile, Shakespeare oyunları gibi büyük ölçekli oyunlar ise daha fazla sanatçıyla oynanabilir. 10 oyuncudan azının rol aldığı küçük ölçekli oyunlar ise genellikle tur ve okul tiyatrolarında görülmektedir. Orta ve büyük ölçekli oyunlar için 10 kişiye kadar müzisyenden oluşan orkestranın oyunculara eşlik etmesi gerekebilmektedir [10].

Drama prodüksiyonlar yani oyunlar, temel olarak konuşulan kelimelerle ilişkilidir ancak yüz ifadeleri ve beden dilinin de performans içindeki kapsamı büyüktür. Tiyatro oyunları; oyun yazarı tarafından yazılmış senaryoya bağlı sahne kurgusu içinde rol alan bir grup oyuncu aracılığıyla, yönetmenin yorumu ışığında izleyiciye sunulur [10]. Drama performansları; metnin izleyiciye kavratılmasını, dramatik etkilerle sanatsal yorumlamayı, oyunculuk ve dekorla birlikte seyirciyle iletişim kurulmasını amaçlar.

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.



Şekil 2.16 Tiyatro performansı [42]

Tarihsel süreçte, tiyatrodaki format açısından 19. yüzyılın ortalarında baskın olan antik dönem tiyatro biçimi, 19. yüzyılın sonlarında ve 20. yüzyılda yerini proscenium sahne ve açık sahnelerle bırakmıştır [10]. Barok dönem at nalı opera binalarından gelen

proscenium sahne formatı, tiyatro için de ana format gibi gözükebilir. Bu format seyirciyi, sahneyi tek bir yönden, tek bir mimari açıklıktan görebileceği şekilde konumlandırır ve bu şekilde, oyuncular ve seyirciler ayrı hacimlerde olma etkisi altında kalırlar. Proscenium açıklığı, sergilenen performansın, limitli ama bütün içinde, sabit, resim gibi ortaya çıkan kompozisyonunu yaratır. Bu formatta sahne dekoru temel tasarım elemanı olarak dikkate çarpar. Açık sahne formatı ise, seyircinin kısmen veya tamamen sahne alanını sardığı durumdur ve bu format günümüze Yunan, Roma ve klasik doğuya özgü tiyatrolardan miras kalmıştır [10]. Proscenium sahne formatının aksine burada seyirciyi performansla aynı hacmin içinde konumlanır, bunun yanı sıra daha fazla kişi daha düşük maliyetle izleyici alanına sığar ve seyirci performansla yaklaşır. Açık sahne formatı 3 boyutlu etkiyi ve canlı performansın doğallığını belirginleştirir. Bu formattaki oyunlar, performansın yaygın konumlanışına uygun sonuç sergileyebilmek adına yönetmenin ve oyuncuların özel yaklaşımlarını gerektirir ve özellikle sahneye giriş- çıkışlarda, seyircilerin arasından girip çıkmak dahil olmak üzere, bir takım zorluklar getirir. Açık sahne formatında dekor tasarımı proscenium sahneye kıyasla büyük rol oynamaz. Açık sahne formatının en büyük avantajı, drama performansındaki sanat hissini yükseltmesidir. Format seçimi, oyun tiplerine (natüralist veya epik; masalsı) ve eserlerin yazıldığı dönemin baskın formatı ile ilişkilidir [10].

2.3.4 Müzik, Dans ve Konuşma

Performans sanatlarının arasından opera ve müzikaller hem müzik, hem dans, hem de konuşma işlevlerinin bir arada sergilendiği formatta eserlerin ortaya konduğu sanat tipleridir. Bu açıdan teknik ve mekânsal gerekliliklerin ön plana çıktığı opera ve müzikal performansları mimari akustik açısından da diğer performanslara göre ayrı ele alınmalıdır. İzleyicinin hem müziği ve konuşmayı doğru algılayabilmesi açısından işitsel, hem de icracıların fiziksel hareketlerini doğru algılayabilmesi açısından görsel gereksinimlerinin karşılanması gerekmektedir.

2.3.4.1 Opera

Opera farklı ölçeklere göre sınıflara ayrılır. Appleton'a göre [10] bu sınıflandırma:

- Büyük ölçekli opera: Opera sanatçıları ve koro 200 sanatçıya, orkestra 120 sanatçıya kadar çıkar
- Standart opera: Orta ölçekli eserler oynanır, opera sanatçıları ve koro 100 sanatçıya, orkestra 50 sanatçıya kadar çıkar
- Oda operası: Küçük ölçekli eserler oynanır, opera sanatçıları ve koro 15 sanatçıya, orkestra 20 sanatçıya kadar çıkar
- Büyük gösteri operası (opera as spectacle): sanatçı sayılarının büyük ölçekli opera kadar olduğu ama sahne alanının genişleyip, daha fazla izleyicinin yer aldığı abartılı prodüksiyonlardır

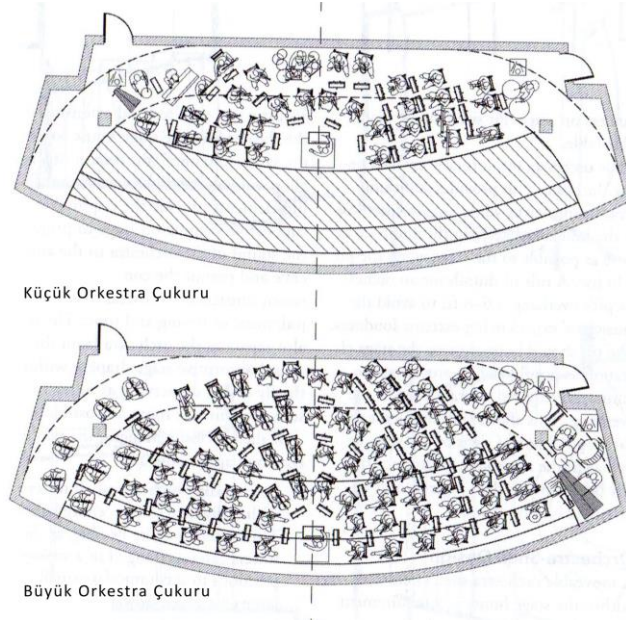


Şekil 2.17 Opera performansı [43]

Opera müzik ve dramayı birleştirir ve bir opera eserinde her iki işlev de 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 (tenor, bariton, kontralto, soprano, vb.) 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.

Operanın geleneksel formatı ilk opera binalarının tasarımından beri büyük bir değişim göstermemiştir. Proscenium sahne, seyirci alanı ve bu iki bölge arasında konumlanan orkestra çukuruyla (Şekil 2.18) oluşan bu düzen, orkestranın önünde yer alan şefin orkestradaki enstrümanistlerle birlikte, sahnedeki ses sanatçıları da kontrol edebilmesine olanak tanır.



Şekil 2.18 Büyük ve küçük orkestra çukuru plan gösterimleri [11]

Geleneksel sanat formlarından biri olan operanın gelişimi 16. yüzyılın başlarında başlamıştır [10]. Opera sanatının sadece kraliyete hitap eden bir eğlence olmaktan daha ileriye taşınması, 17. yüzyılda, Venedik'te, Teatro San Cassiano isimli ilk halka açık opera binasının yapılmasıyla gerçekleşmiştir [26]. İtalyan opera binalarının sonraları devam eden ilerleyişi ince süslemeleri, lüks mobilyaları, at nalı plan tipinde dizilen oturma alanları ile Mozart'ın ve sonrasındaki nesillerde gelen bestecilerin müziği için uygun akustik ortam oluşturmuştur [10]. Performans esnasında tasarlanan sahnelerin hızla değişmesi ihtiyacı, sahne üzerinde yükselen sofita kulesini ve geniş arka ve yan sahnelerin opera binası tasarımında konumlandırılmasına sebep olmuştur. Operanın akustik ve görsel sunumdaki gereksinimleri için geleneksel format halen en baskın çözüm olarak görülmektedir. Ancak klasik opera şeması Wagner'in bestelerinin icrasına özel olarak ve kendi isteklerine göre tasarlattığı salonda değişiklik göstermiştir. Bu salonda temel format; proscenium sahne, orkestra çukuru ve orkestra şefinin merkezde konumlanması değişmemiş, ancak dinleyici alanı yelpaze tipinde planlanmış,

orkestra çukuru sahne altında büyütülmüş, yansıma süresi uzamıştır. Böylece iki gelenek ortaya çıkmıştır; Mozart operaları için uygun olan kısa yansıma süreli İtalyan Opera Binaları ve Wagner operaları için uygun olan, farklı akustik ortamın oluşturulduğu, orkestra ve opera sanatçılarının müziğinin daha fazla oranda harmanlandığı, uzun yansıma süreli opera binaları [10]. Modern opera binalarında ise hem çağdaş hem de tarihi eserlerin sergilenebilmesi adına bu iki yaklaşımın birleştirilmesi gerekmektedir.

Teknoloji geleneksel formatı ciddi anlamda değiştirmemiştir. Ancak elektronik ekipmanlar daha büyük toplulukların aynı performansa katılabilmesini sağlamıştır (sahnedeki oyunun video ekranlarına yansıtılması, seslendirme sistemlerinin kullanılması gibi). Daha küçük prodüksiyonlarda da küçük orkestraların seslendirme sistemleriyle desteklenmesiyle, opera gösterilerinin daha sade ve ekonomik olarak daha çok yerde yapılması ve daha fazla insana ulaşılmasını sağlamaktadır. Ancak opera performansları sanatın orijinal formu gereği canlı orkestral müziği ve öncelikli olarak doğal akustik tasarımı gerektirir.

2.3.4.2 Müzikal

Müzikaller de işlevsel açıdan müzik, dans ve konuşma başlığı altında açıklanan operaya benzer bir formattadır. Solistler, koro, dansçılar, orkestra ve orkestra şefi bulunur. Sahne-orkestra çukuru-seyirci ilişkisi operadaki ile aynıdır. Daha kapsamlı sahne ve dekor ve abartılı sahne efektleri uygulanmakta, bu, geniş sahne, sofita kulesi, arka ve yan sahneler sayesinde gerçekleştirilmektedir. Seslendirme sistemleri ve video gösterimleri kabul edilebilir ve kullanılmaktadır. Orkestra, sahne alanının uzağında özel olarak tasarlanmış ayrı bir mekânda da konumlandırılabilir. Müzikallerde müzik seyircilere seslendirme sistemi aracılığıyla da ulaştırılır.



Şekil 2.19 Müzikal performansı [44]

Müzikaller, 19. yüzyılın Paris’li ve Viyana’lı operetlerinin ışığında gelişmiş, 20. yy sahne sanatlarındandır [10]. Gelenekler ve düzenler 1920’lerde ve 1940’larda Amerikan müzikleriyle geliştirilmiştir. 1950’lerden beri müzikaller tiyatro miraslarının bir bölümü olarak kabul edilir hale gelmiş ve bazı müzikal eserleri şu an klasik olarak kabul görmektedir.

PERFORMANS MEKÂNLARINDA AKUSTİK GEREKSİNİMLER

Performans mekânı projelerinin oluşum süreçleri dikkate alındığında, doğal akustik ve elektro akustik tasarım yaklaşımlarının ve mekânların işlevlerine bağlı olarak her iki disiplinle ilgili gereksinimlerin bir arada irdelenmesi gerekliliği ortaya çıkar. Günümüz teknolojisinde, performans mekânı işleviyle tasarlanan salonlarda seslendirme sistemleri, hem görsel hem de işitsel sebeplerle mimari tasarımın ve akustik tasarımın ayrılmaz bir parçası olarak dikkate alınmalıdır. Bu sebeple doğal akustik tasarımın yanı sıra elektro akustik tasarım da hacmin akustik tasarımı kapsamında çalışılmalı, doğal akustik tasarım, bu çalışmalarla ortaya çıkacak gereksinimler farkında olunarak yapılmalıdır. Aynı yaklaşımla, hacimlerin elektro akustik tasarımı yapılmadan önce doğal akustik tasarımı yapılmalı, iç yüzeylerin formları ve malzeme nitelikleri ile şekillenecek akustik ortam çalışılarak elektro akustik tasarım geliştirilmelidir.

Performans mekânlarında doğal hacim akustiği tasarımı, mimari biçime yönelik çalışmalarla başlar. Hacim içinde uygun konfor koşullarının sağlanması için, iç yüzey özellikleri, malzemeler ve kapladıkları alanlara ilişkin kararlarla devam eder. Hacim içerisinde optimum akustik ortam yaratmaya yönelik yapılacak çalışma; hacim büyüklüğü, kişi sayısı, hacmin işlevi, hacimde sahneye konulacak performans tipi ve benzeri özelliklere göre belirlenen akustik kriterler etrafında şekillenir. Biçime ve iç yüzey özelliklerine yönelik verilen kararlar öncesinde geometrik etütler, yansıma örgüsü analizleri, konvansiyonel hesaplar ve bilgisayar ortamında çizilen 3 boyutlu modeller aracılığıyla yapılan hacim akustiği hesaplama çalışmaları ile hacmin doğal akustik tasarımı geliştirilir.

Çalışmanın bu bölümünde mimari akustik tasarım ve alt başlıklarından olan doğal akustik tasarım ve elektro akustik tasarım kavramları açıklanacak, tasarım sürecinde dikkate alınması gereken parametreler, tasarım ilkeleri ve yöntemleri açıklanacaktır. Bölümün ilerleyen kısımlarında, doğal ve elektro akustik tasarım süreçlerinde izlenen yol, dikkate alınan veriler ve yaklaşımlardaki benzerlikler ve farklılıklar ortaya konacaktır. Böylelikle iki tasarım süreci ilişkilendirilerek, bütünleşik akustik tasarım yaklaşımı ortaya konacaktır. Bu kapsamda irdelenecek olan değiştirilebilir akustik tasarıma ilişkin doğal ve elektro akustik yöntemler de bu bölümde sunulacaktır. Tüm bu değerlendirmeler ışığında performans mekânı mimari tasarımı ile doğal ve elektro akustik tasarım arasındaki bağlantı ortaya konularak, üç tasarım süreci arasındaki köprülerin kurulması için dikkate alınması gereken noktaların açıklanması hedeflenmiştir.

3.1 Mimari Akustik

Sessel ve işitsel olaylarla ilgilenen bir bilim dalı olan akustiğin mimarlıkla ilgili olan bölümü mimari akustik veya yapı akustiği olarak tanımlanır [45]. Mimari akustik ile ilgili olan konular gürültü denetimi ve hacim akustiği olmak üzere iki ana başlığa ayrılır ve bu başlıklara ilişkin yapılan çalışmaların temelini sesin farklı özellikleri ve davranışları oluşturur. Mimari akustik kapsamında incelenen sesle ilgili fiziksel olaylar; sesin doğması, yayılması, yansımaları, kırınması, yutulması ve geçmesi olaylarını kapsar [45]. Sesin kırınması ve geçmesi gürültü denetimi çalışmaları sırasında incelenirken, ifade edilen diğer olaylar hacim akustiği çalışmaları sırasında dikkate alınır.

3.1.1 Gürültü Denetimi

Mimari akustik başlığı altında incelenen temel kavramlardan biri gürültü denetimidir. Gürültü denetimi; rahatsız edici seslerin önlenmesi ve ses geçirmezlik problemleri ile ilişkilidir. Bu başlık çerçevesinde seslerin doğuşu, iletilişi ve bir ortamdan başka bir ortama geçişi ile ilgili olaylar yer alır [45]. Bir mekânın mimari akustik tasarımı sürecinde öncelikle gürültü denetimine ilişkin çalışmaları yapılmalıdır. Bu kapsamda mekânların işlevleri, düşey ve yatay komşulukta olduğu diğer mekânlar incelenmeli ve hacimler arası ses geçiş değerleri tespit edilerek gürültü ve titreşim denetimi için gereken değerlerin sağlanması adına uygun yapı elemanları detayları geliştirilmelidir.

Böylelikle mimari akustik kapsamında ele alınan ikinci temel kavram olan “hacim akustiği” çalışılacak mekânlarda, geri plan gürültüsü⁵ ve iç ortam gürültüsü⁶ değerlerinin standartlar ve yönetmeliklerce belirlenmiş üst sınırları geçmemesi sağlanmış olacaktır. Çevre ve Orman Bakanlığı (Çevre ve Şehircilik Bakanlığı) tarafından 4 Haziran 2010 tarihinde yayınlanan Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliği’ne göre [46] Kültürel Tesis Alanlarında İç Ortam Gürültü Seviyesi Sınır Değerleri Çizelge 3.1’de görülmektedir.

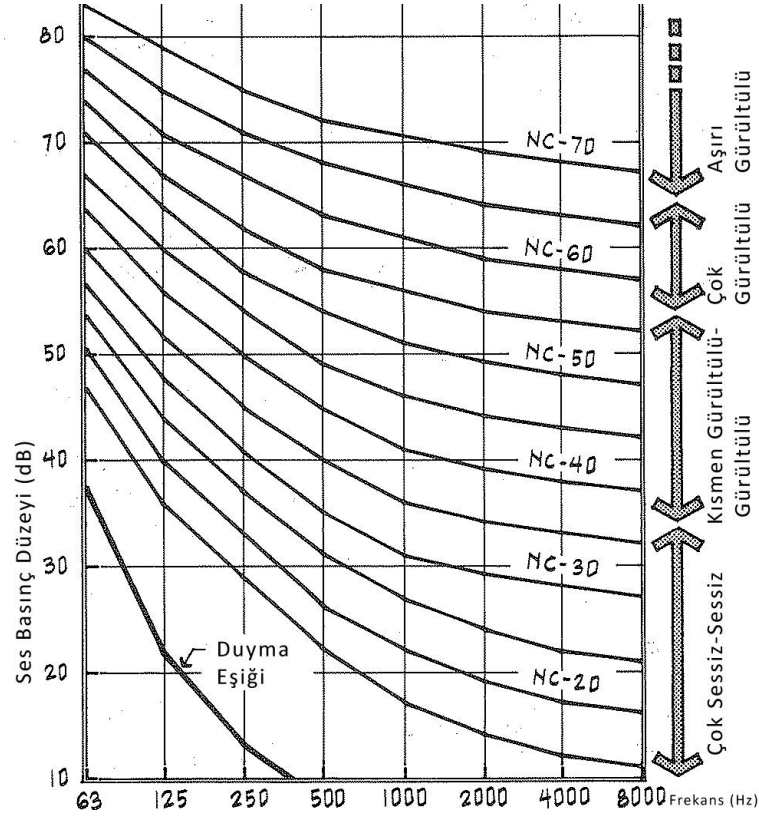
Çizelge 3.1 ÇGDYY’e göre iç ortam gürültü seviyesi sınır değerleri [46]

Kullanım Alanı	Kapalı Pencere	Açık Pencere	
	L_{eq} (dBA)	L_{eq} (dBA)	
Kullanım alanlarında herhangi bir faaliyet olmadığı durumdaki değerler:			
Kültürel Tesis Alanları	Tiyatro salonları	30	40
	Sinema Salonları	30	40
	Konser Salonları	25	35
	Konferans Salonları	30	40

İç ortam gürültüsünün yanı sıra gürültü denetimi kapsamında dikkate alınması gereken bir başka ölçüt ise bir mekândaki kabul edilebilir geri plan gürültüsünün frekansa göre değerini belirlemek için kullanılan NC (Noise Criterion) ve NR (Noise Rating) eğrileridir. NC eğrileri yaygın olarak Amerika’da, NR eğrileri ise Avrupa’da kullanılmaktadır. Kapalı alanlarda geri plan gürültüsü için sınır değerlerini belirlemede kullanılan NC ve NR eğrileri her oktav bantta kabul edilebilir üst ses basınç düzeyi sınırlarını göstermektedir [4]. Geri plan gürültüsünü kontrol altında tutmak için dışarıdan gelecek gürültü ve titreşimlere karşı önlemler alınmasının yanı sıra içeride havalandırma gibi tesisatlardan kaynaklı gürültü de kontrol altında tutulmalıdır. Şekil 3.1’de bulunan grafikte gösterilen bu eğrilerden hangisinin kriter olarak kabul edileceği söz konusu mekânın işlevine bağlı olarak değişmektedir. Performans mekânlarının içinde hedef kriterler konser, tiyatro veya konferans salonu gibi işlevlerine ve büyüklüklerine göre değişiklik göstermektedir ancak dikkate alınması gereken sınır NC-20 ile NC-30 eğrileri arasında olmalıdır [4].

⁵ Geri plan (Arka plan) gürültüsü: Bir çevrede incelenen sesler bastırıldığında, verilen konumdaki ve verilen durumdaki geriye kalan toplam sesi ifade eder [46].

⁶ İç ortam gürültüsü: Yapı içindeki mekanik sistemler ve diğer gürültü kaynaklarından doğan ve mekân içinde bulunan insanları olumsuz etkileyen istenmeyen ve zararlı seslerin bütünüdür [46].



Şekil 3.1 NC eğrileri [4]

3.1.2 Hacim Akustiği

Hacim akustiği bir hacimdeki sessel olayların, o hacmin kullanılış özelliklerine en uygun şekilde oluşmasının gerekliliklerini ve bu gerekliliklerle ilgili konuları kapsamaktadır [45]. Bu başlık çerçevesinde ise sesin doğuşu sonrasında hacim yüzeylerine çarptıktan sonra gerçekleşen yansıma, yutulma ve dağılma hareketleri ile ilgili olaylar yer alır. Sesin niteliği ve sesle ilgili fiziksel olaylar kapsamında değerlendirilen bu olaylar hacim akustiğinin temel taşlarındandır. Çünkü hacim akustiği tasarım süreci, sesin tayfsal yapısı (zaman-frekans ilişkisi), bu yapının kapalı ortamlarda, insan kulağı tarafından işitilene kadar geçirdiği fiziksel olaylar ve bu olayların gerçekleştiği ortamın mimarisi ile doğrudan ilişkilidir.

Hacim akustiği tasarım sürecinde, mekân içerisinde bulunan ses kaynağından çıkan seslerin hacim içine dağılması ve iç yüzeylere çarparak şekillenmesi sonucu oluşan ses alanı ve bir hacimdeki akustik algının belirleyicisi olan nesnel hacim akustiği parametreleri irdelenir. Bu irdeleme sürecinde hacim akustiği parametrelerinin işleve ve hacim büyüklüğüne göre optimum seviyelere getirilmesi hedeflenir. Söz konusu

parametrelere bölümün ilerleyen alt başlıklarında yer verilecektir. Son yıllarda hacim akustiği kavramının da alt kolu olarak seslendirme veya elektro akustik tasarım ayrı bir bilim dalı olma özelliği kazanarak gelişmektedir. Elektro akustik tasarım, sesin yeğniliğinin, tayfsal özelliklerinin, hoparlörlerin niteliklerinin düzenlenmesi ve hacim içerisindeki yerlerinin seçilmesi gibi konuları kapsar [45].

Tez kapsamında performans mekânlarının gürültü ve titreşim denetimine ilişkin tasarım süreçlerine yer verilmemiş, hacim akustiği tasarım süreçleri incelenmiştir. Hacim akustiği, iki alt başlık altında; doğal akustik tasarım ve elektro akustik tasarım olarak isimlendirilerek açıklanmış, bu iki bilim dalının performans mekânı tasarımı kapsamında bir araya geldiği noktaların ortaya konması ve bu noktaların mimari tasarım anlamında biçimlendireceği sonuçların vurgulanması hedeflenmiştir.

Performans mekânlarında hacimlerin biçime ve iç yüzey özelliklerine yönelik düzenlemeleri, hoparlör seçimleri ve yerleşimleri kadar önemli olan bir başka gereklilikse sahne mekaniği ve performans sistemleri tasarımıdır. Bu kapsamda sahne ve salon aydınlatma teknikleri geliştirilir, ışık köprüleri, kedi yolları oluşturulur, dekor kulesi tasarlanır, gereksinimlere göre sahne mekaniği çalışmaları yapılır, hareketli sahne, döner sahne gibi sistemler tasarlanır, video projeksiyon ve sunu sistemleri, profesyonel naklen yayın ve kamera kayıt sistemleri, ses ve ışık kontrol hacimleri, audio/ video sistemlerin otomasyon projeleri, simultane tercüme sistemleri, güvenlik ve alarm sistemleri vb. her türlü görsel, işitsel ve medya araç gereçlerinin ve teknik mekânların planlamaları yapılır, teknik detayları geliştirilir ve salon sergilenmesi kurgulanan gösterilere hazır hale getirilir. Uygulamada seslendirme sistemleri ekipmanları da performans sistemleri başlığı altındaki teknik niteliklerden biri olarak değerlendirmekte olup, elektro akustik sistem ekipmanları performans sistemleri firmaları tarafından sağlanmaktadır. Ancak salonların doğru bir biçimde projelendirilip uygulanabilmesi için tasarım evresinde, akustik danışmanlık çatısı altında öncelikle doğal akustik tasarım çalışmaları yapılmalı, bu çalışmalar elektro akustik, sahne mekaniği ve performans sistemleri tasarım süreçleri ile ilişkilendirilerek geliştirilmeli, bu oluşumun başarısında rol oynayan her bir parça mimari tasarımın belirlediği çizgide bir bütün halinde ilerleyerek sonucu oluşturmalıdır.

3.2 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, yansımaları, yutulması, dağılması ve ilerledikçe yeğlinliğini kaybetmesi gibi fiziksel olaylarla şekillenerek en uygun biçimde dinleyiciye ulaşması, doğal akustik tasarım çerçevesinde incelenir ve projelendirilir.

3.2.1 Doğal Akustik Tasarıma Gereksinim Duyulan Koşullar

Bir mekânda oluşacak doğal akustik ortam, mekânın pek çok çeşitli işleve ve aktiviteye uygun olabilmesi ve içerisinde bulunan insanların uzun süreler boyunca kendilerini konforlu hissetmeleri açısından, tasarım sürecinde dikkate alınması gereken bir konudur. Özellikle performans sanatları kapsamında değerlendirilen etkinliklerin gerçekleştirildiği salonlar için önemsenen bu konu aslında, çağrı merkezleri, ofisler, açık ofisler, toplantı salonları, balo salonları, davet alanları, fuaye alanları, sınıflar, oditoryumlar, kütüphaneler, tasarım stüdyoları, spor salonları, dini yapılar, yemekhaneler, restoranlar, büyük kapasiteli mutfaklar, alışveriş merkezleri, çocuk oyun alanları, eğlence merkezleri, gece kulüpleri, televizyon, müzik ve ses kayıt stüdyoları, sinemalar, sanayi yapıları, teknik mahaller gibi pek çok farklı amaçla tasarlanmış hacimler için de önem taşımaktadır.

Söz konusu hacimlerin bazılarında, performans mekânlarında olduğu gibi, belirli konuşmaların veya kayıtların dinleyici veya kullanıcı tarafından anlaşılabilirliği

hedeflenir. Bazılarında ise hacmin işlevi gereği içinde bulunan gürültü üreten cihazların sesinin veya pek çok kişinin aynı anda konuşması durumunda oluşacak gürültünün yutulması, böylece hem o hacim içinde, hem de komşu hacimler üzerinde oluşacak olumsuz akustik etkinin en aza indirgenmesi hedeflenir. Özellikle teknik mahaller ve sanayi yapılarında yapılacak hacim akustiği uygulaması gürültü denetiminin son kalemi olarak kabul edilebilir. Çünkü iç yüzey malzemelerinin yutucu özellikli tercih edilmesi, içeride oluşan gürültünün yansımalarla artışının engellenmesi adına önem taşımaktadır. Çağrı merkezleri, yemekhaneler, alışveriş merkezleri gibi pek çok kullanıcının aynı anda ses üreten etkinliklerde buldukları ortamlarda hacim akustiği tasarımı içeride bulunan özellikle de çalışan ve iş üreten insanların rahatlığı ve sağlığı açısından önem taşımaktadır.

Tezin ilerleyen başlıklarda açıklanacak hacim akustiği parametreleri, performans mekânlarında etkinliklerin uygun sunulması hedefiyle gelişmiştir. Ancak doğal akustik ortamın işitsel etkisi her tip mekân için değerlendirilmeli, mimari tasarım sürecinde konuya bilinçli yaklaşılmalıdır.

3.2.2 Doğal Akustik Tasarımın Temel Kurgusu

3.2.2.1 Öznel ve 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 performans sanatlarının sergileneceği hacimlerde 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 [49]. Nesnel hacim akustiği parametreleri belirlenmiş formüller aracılığıyla veya üç boyutlu akustik simülasyon programları aracılığıyla hesaplanabilir, akustik ölçüm cihazları aracılığıyla ölçülebilir. Nesnel akustik parametrelere yönelik sistematik çalışmalar, 1960larda ve 1970lerde artış göstermiş, bu parametreler ve tasarım değişkenleri arasındaki ilişki 1980lerde ve 1990larda pek çok araştırmmanın konusu haline gelmiştir [47]. Bu kapsamlarda yapılan

çalışmalar halen gelişim göstermektedir. Bu gelişmeler, ölçme yöntemlerinin standardizasyonuna da yol açmıştır ve en çok kabul görmüş olan nesnel hacim akustiği paramterelerinin tanımlarına, formüllerine ve ölçüm yöntemlerine ISO 3382 [50] (Measurements of Room Acoustic Parameters) standardının 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 (Alman standardı DIN 18041) ve çeşitli kaynaklarda belirtilmiştir[51],[8].

Hacim akustiği parametrelerinin nesnel ve öznel karşılıkları ve ISO 3382 standardında yer alan parametreler Çizelge 3.2'de sunulmuştur. Söz konusu parametrelerin önemi işleve göre değişiklik göstermektedir. Çizelge 3.2'de parametrelerin hangilerinin konuşma hangilerinin müzik ile ilişkili olduğu da görülmektedir. Bu parametrelerin işleve göre optimum değerlerine ve bu değerleri değiştiren mimari akustik etkenlere Bölüm 4 (Performans Mekânlarında İşleve Bağlı Akustik Tasarım)'te yer verilecektir. Parametrelerin tanımları çalışmada kapsam dışı bırakılmış olup, literatürde hacim akustiğine ilişkin yazılmış pek çok kaynakta bulunabilmektedir [8], [47], [48], [6].

Çizelge 3.2 Hacim akustiği parametreleri ve işlev ilişkisi

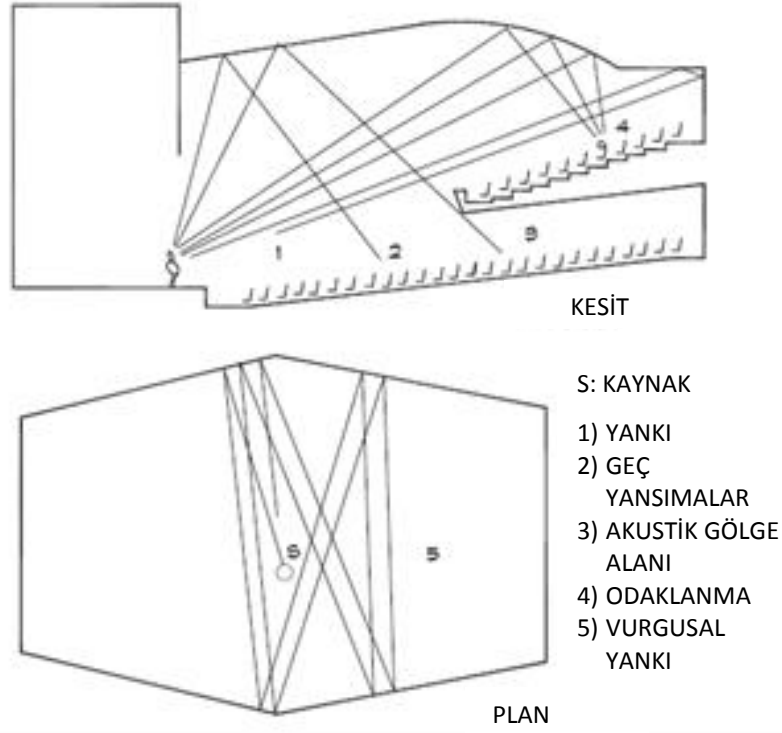
Öznel Parametre		Nesnel Parametre	Standart	İşlev
Yansışım		$T_{60}, T_{30}, T_{20}, EDT$	ISO 3382	Müzik, Konuşma
Netlik		C_{80}	ISO 3382	Müzik
		C_{50}	ISO 3382	Konuşma
Açıklık /Ayırdedilebilirlik		D_{50}	ISO 3382	
Tını (Timbre)	Sıcaklık	BR	-	Müzik
	Parlaklık	TR	-	
Doku		Impuls Yanıtı	ISO 3382	Müzik
Konuşmanın Anlaşılabilirliği		STI - Konuşma İletim Katsayısı RASTI ALcons	IEC 60268-16	Konuşma
		AI	ASTM E1130-05	
Erken ve Geç Yansımalar Arasındaki Denge / Netlik ve Yansışım Arasındaki Denge		T_s - Merkez Zamanı / Ağırlık Merkezi Zamanı	ISO 3382	Müzik
Gürlük/Seslilik		SPL_t - Toplam Ses Basınç Düzeyi	-	Müzik, Konuşma
		G - Güç	ISO 3382	
Dinamik Enginlik		NR/NC	-	Müzik, Konuşma
Hacimlilik Hacim Etkisi Sarmalanmışlık	İşitsel (Algılanan) Kaynak Genişliği (ASW)	LEF - Yanal Enerji Oranı / LF80 - Erken Yanal Enerji Oranı	ISO 3382	Müzik
	Dinleyicinin-Sesle-Kuşatılması (LEV)	LG	ISO 3382	
		IACC	ISO 3382	
Akustik Samimilik (Intimacy)		ITDG–Initial-Time-Delay Gap	-	
Birliktelik (Ease of ensemble)		STeary	ISO 3382	Müzik
Destek (Support)		STlate	ISO 3382	
Denge		-	-	
Harmanlanma		-	-	

3.2.2.2 Akustik Kusurlar

Hacim içerisinde akustik konforu olumsuz yönde etkileyen akustik kusurlar, mimari akustik çalışmalar kapsamında irdelenmesi gereken etkenlerin başında gelir. Hacim büyüklüğü ve işlevi ne olursa olsun, gerek doğal, gerekse elektro akustik tasarıma yönelik oluşturulacak hacimlerde, akustik başarının sağlanabilmesi için öncelikli koşul akustik kusurlardan arınmışlıktır. Bu kapsamda incelenmesi gereken kusurlar aşağıdaki şekilde sıralanabilir:

- Gürültü: Hacimde iç ortam veya geri plan gürültüsünün belirlenen sınır değerlerin üzerinde olması
- Yankı: Dolaysız sestten sonra, yüksek düzeyli, geç gelen yansımaların dinleyiciye ulaşması
- Vurgusal yankı: Birbirine paralel yansıtıcı yüzeylerin sebep olduğu, ses düzeyinde sık ya da seyrek tekrarlar oluşması
- Odaklanma: İç bükey yüzeylerden gelen yansımaların hacmin belli bölgelerinde toplanarak, hacimde ikinci kaynak etkisi oluşturması
- Akustik gölge oluşması: Yüzeylerin engel oluşturması sonucu, altlarında kalan alanlara dolaysız sesin veya yararlı yansımaların ulaşımının engellenmesi
- Yanıt eğrisi düzensizlikleri: Hacimde öz frekansların işitilebilir alanda düzgün yayılmamış olması sebebiyle, hacmin renklendirmeye yol açması
- Düzgün yayılmamışlık: Mekânsal, zamansal ve spektral olarak ses alanının noktadan noktaya fark göstermesi
- Kaynak yerinin algılanmasında hata: Dolaysız sesin, kaynağın görsel olarak konumlandığı alan haricindeki bölgelerden gelen yansımalarla beslenmesi
- Distorsiyon: Yansıma süresi değerlerinin frekansa göre \pm %5 sınırından daha büyük farklar göstermesi
- Maskeleye: İki sestten birinin diğerinin duyulmasını engellemesi

Bu kusurlardan bazıları Şekil 3.2'de yer alan plan ve kesitte görselleştirilmiştir.



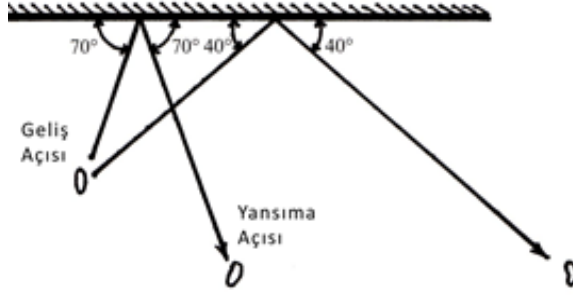
Şekil 3.2 Akustik kusurlara örnekler [8]

Bu kusurların varlığı sonucunda dinleyici üzerinde oluşan öznel sonuçlara ve doğal ve elektro akustik tasarım süreçlerinde akustik kusurlarla ilişkili nesnel belirlemelere Bölüm 4.1 (Akustik Kusurlardan Arınmışlık)'de yer verilmiştir. Ancak temel olarak bu kusurların; gürültü denetiminin yapılması, mimari biçimleniş ve yüzey malzemelerine doğru karar verilmesi ve hacim akustiği parametrelerinin tüm dinleyici alanında, tüm oktav bantlarda birbirine ve optimum değerlere yakın olması ile önlenebileceği söylenebilir.

3.2.2.3 Mimari Tasarıma Yönelik Çalışmalar

Hacim akustiği projelendirmesi kapsamının bir diğer önemli aşaması olan mimari biçim ve boyutlandırmaya yönelik çalışmalar sırasında, öncelikle hacim büyüklüğünün, plan tipinin performans tipine uygunluğu değerlendirilir. Daha sonra kaynaktan çıkan sesin tüm dinleyici alanına homojen bir şekilde yayılması hedefiyle iç mekân duvar ve tavan panellerinin oluşturacağı yansıma örgüsünün incelendiği ışın analizleri yapılır ve en uygun tasarıma ulaşmaya çalışılır. Işın analizi kaynak noktasından gelen sesin yüzeye ulaştıktan sonra yansiyarak dinleyici alanına doğru nasıl ilerlediğini ortaya koyar.

Kaynak, yüzey ve alıcı noktalarının konumlanışı, yüzeye gelen ses dalgalarının geliş açısına bağlı incelenen yansıma prensibi Şekil 3.3’de görselleştirilmiştir.



Şekil 3.3 Kaynaktan çıkan ses dalgasının yüzeyden yansıması [11]

Yapılan hacim akustiği çalışmalarının en önemli amacı, hacim içinde, kaynaktan yayılan sesin tüm dinleyiciler tarafından doğru biçimde algılanmasını sağlayacak ses alanının oluşturulmasıdır. Ses alanının doğru oluşturulmasının ilkelerinden biri salon içinde mümkün olan her noktaya ses enerjisinin eşit ve kontrollü biçimde yayılmasıdır. Ancak bu, kaynaktan çıkan ses enerjisinin ulaştığı tavan ve duvar yüzeyleri ile döşeme eğiminin ve dinleyici alanının doğru geometride tasarlanıp, yansıtıcı, dağıtıcı veya yutucu niteliğe sahip malzemelerin doğru alanlarda gereken miktarlarda kullanılmasıyla mümkündür.

Salonları sınırlayan yüzeylerin biçimlenişine ilişkin yapılan çalışma, salon içindeki akustiğin yanında izleyicilerin sahneyle olan görsel iletişimini de gözeterek şekilde olmalıdır. Özellikle sahnede bulunan sanatçının görülmesinin daha fazla önem taşıdığı tiyatro, opera ve dans gibi performansların sergileneceği salonlarda seyircinin sahneye yakın olması önem kazanacaktır. Ancak çok sayıda dinleyiciyi sahneye yakın mesafelerde konumlandırmak amacıyla yapılan dinleyici alanı yerleşim çalışmaları sırasında akustik açıdan önem taşıyan yanal yansımalar göz ardı edilmemeli, salon biçiminde, izleyici bölümüne sesi yönlendirmek üzere yansıtıcı yanal yüzeyler de tasarlanmalıdır.

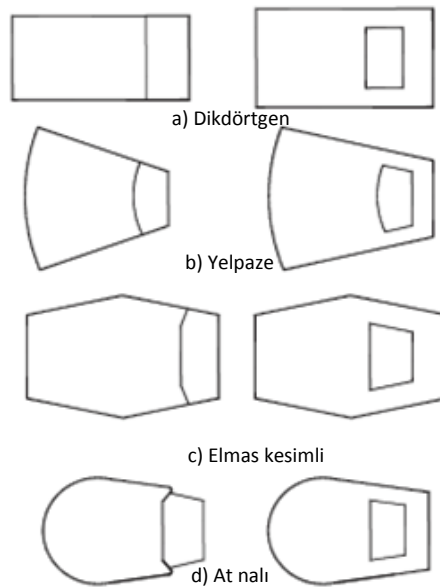
Bu ilkeler ışığında hacim biçimlenişi dolayısıyla mimari tasarıma yönelik çalışmalar plan ve kesit düzleminde irdelenmelidir.

Plan Çalışmaları

Performans mekânı tasarım sürecinde geometrik çalışmalar kapsamında gerçekleştirilen hacmin plan tipi biçimlendirilirken, akustik açıdan önem taşıyan ve dikkate alınması gereken etkenler aşağıdaki gibi sıralanabilir:

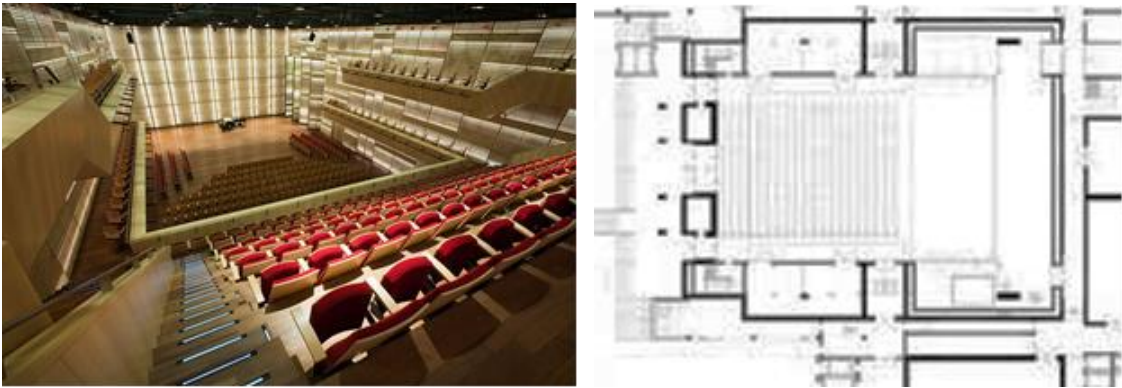
- Performans tipi
- Dinleyici kapasitesi
- Sahne-dinleyici alanı konumlanışı
- Dinleyicilerin yatay düzlemdeki görüş açıları
- Plan boyut oranları
- Kaynak-son dinleyici uzaklığı
- Salon genişliği
- Dinleyici alanına ulaşan ilk ve yanal yansımaların oluşumu
- Yan yüzey panellerinin tasarımı ve yansıma örgüsü

Performans mekânlarında uygulanan temel plan tipleri, dikdörtgen, yelpaze, at nalı ve elmas kesimli/gelişigüzel plan olarak sınıflandırılabilir. Sahne ve dinleyici alanı konumlanışı irdelendiğinde, sahne her plan tipi için merkezi konumlanabilir veya klasik olarak hacmin sonunda yer alabilir (Şekil 3.4).

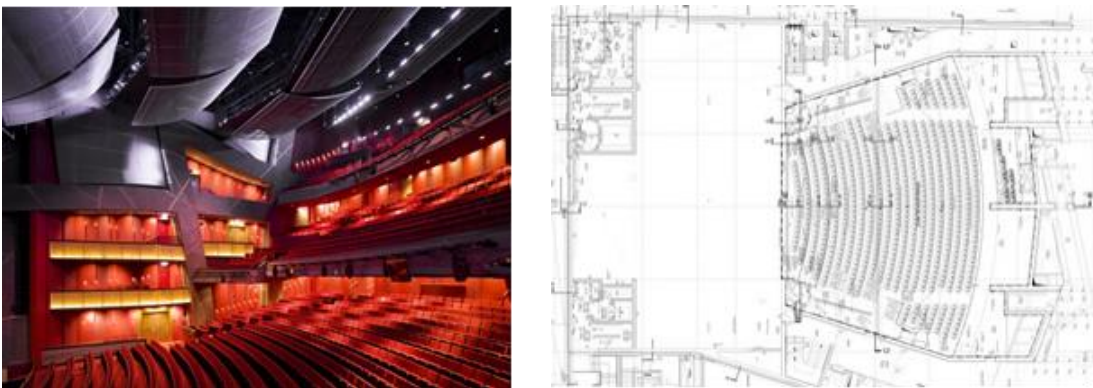


Şekil 3.4 Temel plan tipleri ve sahne konumlanışı [8]

Tüm bu plan tipleri hacmin akustik ortamını farklı şekilde etkilemektedir ve bu ortamın uygunluğu performans tipine göre belirlenir. Farklı performanslara göre tercih edilmesi uygun olan plan tipi konfigürasyonlarına Bölüm 4 (Perfromans Mekânlarında İşleve Bağlı Akustik Tasarım)'te yer verilecektir. Ancak genel ilke olarak, yanal yansımaların oluşumunu destekleyen dikdörtgen plan tipi müzik, daha fazla dinleyiciyi yatay düzlemde sahneye eşit uzaklıkta konumlandıran yelpaze plan tipi konuşma, daha fazla dinleyiciyi sahneye düşey düzlemde eşit uzaklıkta konumlandıran at nalı plan tipi ise opera işlevlerinde tercih edilir [25]. Elmas kesimli veya gelişigüzel olarak adlandırılan plan tipi ise dinleyici alanının klasiğin dışında yerleştirilmesi ile mimari zenginlik sunmaktadır ve akustik başarının yakalanması için sahne, dinleyiciler ile yansıtıcı ve dağıtıcı yüzeylerin konumlanışı açısından daha özel bir çaba gerektirir. Bu plan tipi daha çok merkezi sahne ile konser salonlarında karşımıza çıkmakla beraber farklı performanslar için de uygulanabilir. Bu genellemeler, plan tipinin hacim akustiği parametrelerini nasıl şekillendirdiği ile ilişkili olarak ortaya konmuştur. Plan tiplerine göre uygulama örnekleri Şekil 3.5, Şekil 3.6, Şekil 3.7, Şekil 3.8'de sunulmuştur:



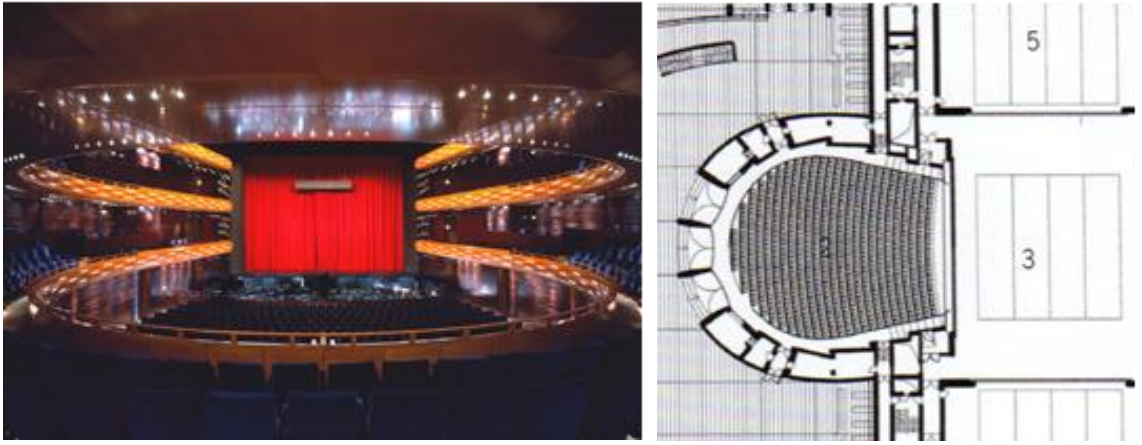
Şekil 3.5 Muziekgebouw Amsterdam, Hollanda, 2005 [28]



Şekil 3.6 Grand Canal Theatre, Dublin, İrlanda, 2010 [52]



Şekil 3.7 Guangzhou Opera Binası, Çin, 2010 [53]



Şekil 3.8 Kopenhag Opera Binası, Danimarka, 2005 [53]

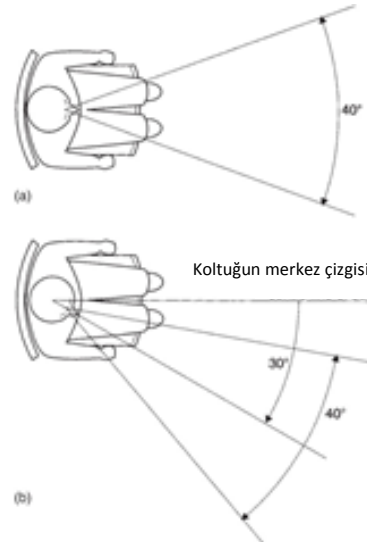
Boyut oranları ele alındığında hacim genişliği yanal yansımalar açısından değerlendirilmeli, hacim derinliği ise kaynak-son dinleyici uzaklığı dikkate alınarak kurgulanmalıdır. Kaynak son dinleyici mesafesi, özellikle görsel etkilerin fazla olduğu, sahnedeki sanatçıların hareketlerinin, yüz ifadelerinin takip edilmesi söz konusu olan performanslarda önem taşıyan bir niteliktir. Müzik için bu mesafe daha uzunken, konuşma için kısa, tiyatro içinse daha da kısa olmalıdır.

Dikdörtgenler prizması şeklinde tasarlanan salonlar için çeşitli araştırmacılar boyut oranları ortaya koymuşlardır (Çizelge 3.3).

Çizelge 3.3 Dikdörtgenler prizması biçimli hacimler için uygun boyut oranları [54]

Boyut oranları (y : g : d)	Oranın adı
1 : 2 : 3	Uyumlular
1 : 1,9 : 2,5	Vern. O. Knudsen
1 : 1,7 : 2,7	Avrupa
1 : 1,6 : 2,5	John. E. Volkman
1 : 1,6 : 2,6	Altın Oran
1 : 1,5 : 2,5	P. Sabine

Dinleyici alanı yerleşimi yapılırken, sahne ile dinleyicilerin ilişkisi doğru kurgulanmalı, tüm dinleyicilerin sahneyi konfor koşulları bozulmadan görebiliyor olmasına dikkat edilmelidir. Bu amaçla seyircilerin, yanlara doğru sahne ağzından 30°'den daha geniş bir açıyla yerleştirilmemesi görüş açısı açısından olumlu bir yaklaşımdır. Bir insanın görüş açısı yatayda yaklaşık 40°'dir. Sahneyi yandan izleyen bir izleyici bu görüş açısıyla başını en fazla 30° çevirdiğinde sahneyi görebilmelidir. 30° bu konudaki konfor sınırıdır (Şekil 3.9) [10].



Şekil 3.9 Yatayda izleyici görüş açıları [10]

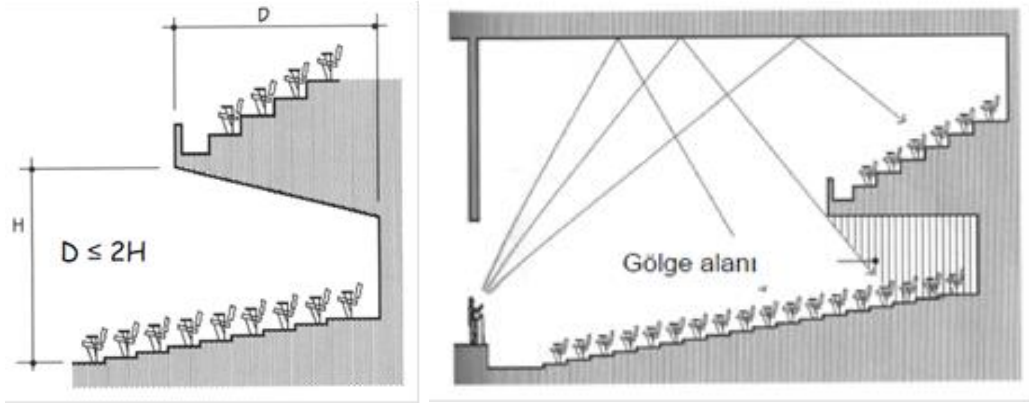
Kesit Çalışmaları

Performans mekânlarında hacimlerin düzeydeki biçimlenişi de kesit çalışmaları ile irdelenmelidir. Kesitle ilgili olarak akustik açıdan önem taşıyan ve dikkate alınması gereken etkenler aşağıdaki gibi sıralanabilir:

- Hacim yüksekliği
- Hacim büyüklüğü ve kişi başına düşen hacim
- Dinleyicilerin düzey düzlemdaki görüş açıları
- Balkon/loca tasarımı
- Tavan tasarımı ve yansıma örgüsü

Hacmin kesit çalışması yapılırken, dinleyici kapasitesine göre optimum hacim büyüklüğü ve kişi başına düşen hacim göz önüne alınarak hacim yüksekliği belirlenmelidir. Kişi başına düşen hacim konuşma işlevli hacimlerde daha kısa müzik işlevli hacimlerde ise daha uzun olabilmektedir. Sahnede konumlanan kaynak noktasının tüm sıralarda yer alan dinleyiciler tarafından rahatlıkla görülebilmesi için düzey görüş açısı analizleri yapılarak dinleyici platformunun eğimlendirilme çalışması yapılmalıdır. İncelenen görüş açıları aynı zamanda dinleyicinin işitsel konforunu da ortaya koyacaktır.

Salonlarda düzey düzlemde balkon veya locaların oluşturulmasıyla dinleyici alanları tasarımı, balkonda konumlanan dinleyicilerin sahne ile kuracakları hem görsel hem işitsel iletişim açısından dikkat gerektiren bir başka konudur. Temel olarak balkon ağız açıklığı ile balkon derinliği arasındaki oran kontrol edilmeli, balkon derinliğinin, balkon altında kalan dinleyiciler için akustik gölgeye sebep olacak kadar fazla olmamasına dikkat edilmelidir. Bu ilkeye yönelik gösterim Şekil 3.10'da yer alan kesitlerde görülmektedir. Bunun yanı sıra balkon alını sebebiyle oluşan yansımalar da kontrol edilmelidir.



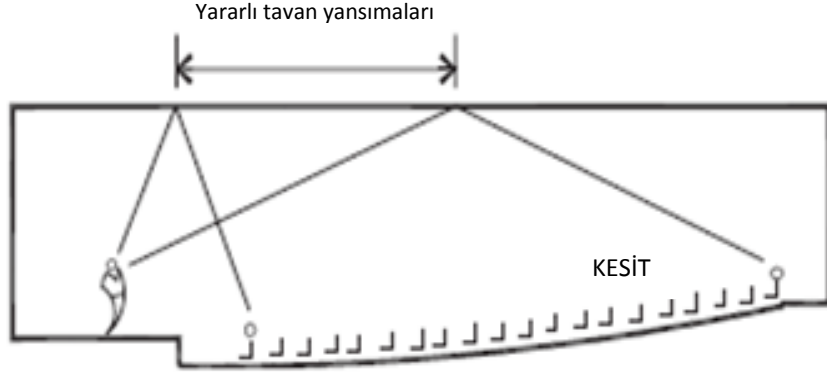
Şekil 3.10 Balkon tasarımında dikkat edilmesi gerekenler [54]

Salonun tavan tasarımı yapılırken Şekil 3.11’de gösterilen prensipte olduğu gibi paneller, tüm dinleyici alanına kaynaktan çıkan yansımaları yönlendirmek üzere planlanmalıdır.



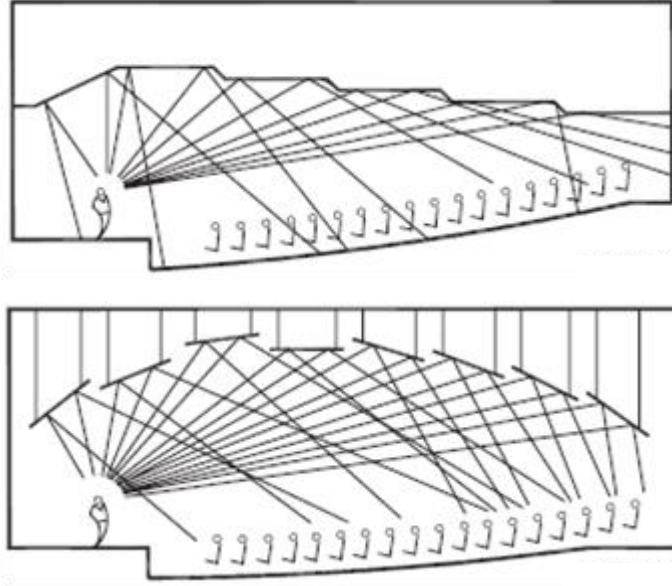
Şekil 3.11 Prensip tavan panelleri tasarımı ve yansıma örgüsü [11]

Salonlarda tavan tasarımı farklı şekillerde geliştirilebilir. Salon yüksekliği ve derinliği ile ilişkili olarak, tavan yüzeyinden tüm dinleyici alanına yararlı yansıma alındığı durumda Şekil 3.12’de yer alan şematik kesitte görüldüğü gibi tavan dümdüz tasarlanabilir.



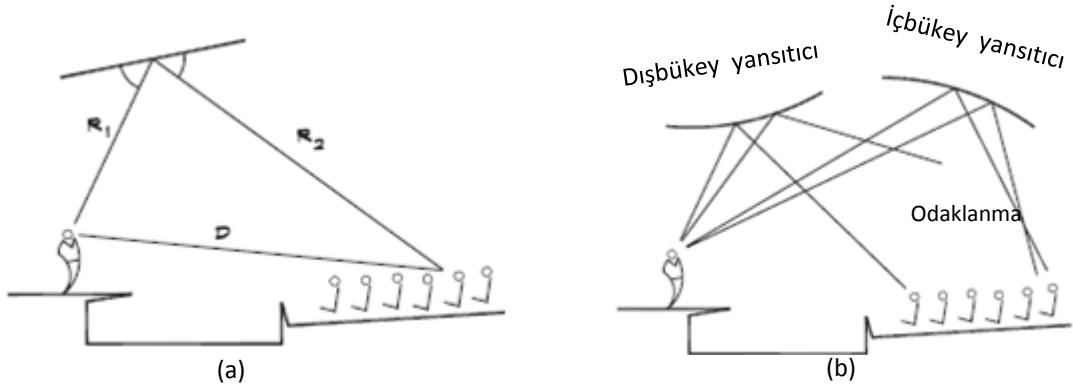
Şekil 3.12 Düz tavan ile kesit düzleminde incelenen yansımalar [8]

Daha büyük salonlarda uygulanan tavan panelleri tasarımlarına örnek yaklaşımlar Şekil 3.13'de gösterilmiştir.



Şekil 3.13 Kademeli olarak tasarlanmış düz tavan ve parça parça panellerden oluşturulmuş tavan tasarımı [8]

Oluşturulan tavan panelleri düz olduğu gibi, içbükey veya dışbükey olarak tasarlanabilir. Ancak içbükey yüzeyler odaklanma riski nedeniyle akustik açıdan tercih edilmemekle birlikte, görsel açıdan talep edilmeleri durumunda, içbükey yüzeyin odak noktası hacim dışında olacak şekilde tasarlanmalıdır.



Şekil 3.14 Tavan panelleri tasarım çalışmaları (a) Düz yüzey (b) Dışbükey ve içbükey yüzey [8]

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 farklıyla gelen yansımalar dinleyici tarafından yankı olarak algılanabilir. Long'a göre [8] zaman gecikmesi aşağıdaki bağıntı kullanılarak hesaplanabilir:

$$T = (R_1 + R_2 - D) / 0,34 \quad (2.1)$$

T = Zaman Gecikmesi (ms)

$R_1 + R_2$ = Yansıma Mesafesi (m)

D = Kaynak Dinleyici Uzaklığı (m)

Bu formülden hareketle, konuşma amaçlı tasarlanan hacimlerde ilk 50 ms içinde gelen yansımalar için kabul edilebilir sınır mesafe 17 m'dir.

Panel boyutlandırması da yansıyacak en bas sesin dalga boyu uzunluğu dikkate alınarak oluşturulmalıdır. Panelin yararlı yansıma yapan bölümünün uzunluğu ilgili dalga boyu uzunluğunun 1,5 katından az olmamalıdır ($L > 1,5\lambda$) ve panel her iki yandan dalga boyunun yarısı kadar ($l > 1/2\lambda$) mesafe bırakılarak sabitlenmelidir (Şekil 3.15) [54].



Şekil 3.15 Yansıtıcı yüzey boyutları

3.2.2.4 Akustik Hesaplamalar ve İç Yüzey Malzemeleri Seçimleri

Kapalı hacimlerde insan, enstrüman veya hoparlör gibi ses kaynağından yayılan ses ışınları mekânın yüzeylerinden yansımalarla uğrayarak hacmi doldurur ve toplamda oluşan yansımış ses enerjisinin niteliği hacmin akustik başarısının belirleyicilerindedir. Sesin ulaştığı yüzeylerin akustik niteliği (yansıtıcılık, yutuculuk veya dağıtıcılık değeri) hacim içerisinde oluşacak yansımış sesi, dolayısıyla da hacmin akustik niteliğini doğrudan etkiler.

Hacim akustiği projelendirme çalışmaları kapsamında, işleve uygun olarak hacim biçimlenişi ve dinleyici alanı yerleşimini kapsayan mimari tasarım çalışmaları en uygun şekilde tasarlandıktan sonra yüzey malzemeleri seçimlerine ilişkin çalışmalar yapılmalıdır. Bu süreçte, yansıtıcı ve yutucu malzemelerin yüzey alanlarına karar verilerek hacimdeki yansım süresi değeri dengelenir, seçilen malzemelerin hacim içerisindeki konumlarına karar verilerek dinleyici alanında en uygun dinleme koşullarının sağlanması ve akustik kusurların önlenmesi hedeflenir. Seçilecek malzemelerin akustik özellikleri ve miktarları kadar hacim içerisindeki kullanım yerleri de akustik başarı açısından önemli rol oynamaktadır.

Kullanılacak malzemelerin tipleri ve miktarları yansım süresi hesapları yapılarak belirlenmelidir. Bu süreçte malzemelerin farklı frekans aralıklarında farklı özellikler gösterdiği dikkate alınmalı, yüksek ve düşük frekanslarda etkin olan malzemeler dengeli bir biçimde kullanılmalıdır. Örneğin halı, perde, sünger, taş yünü veya cam yünü levhalar gibi gözenekli malzemeler yüksek frekanslarda yutucu olarak çalışırken, düşük frekansların yutulabilmesi için titreşen levhalar etkin olmaktadır. Rezenatör tipi yutucu olarak çalışan delikli panellerin frekansa göre yutma çarpanları ise, panelin kalınlığına, deliklerin çapına, delik merkezleri arası uzaklıklara ve panel arkasında bırakılacak hava boşluğuna ve konacak yutucu malzemenin niteliğine göre değişiklik göstermektedir. Düz, sıkı monte edilmiş, pürüzsüz yüzeyler ise genel olarak frekansa göre yutma çarpanları düşük, yansıtıcı yüzeyler olarak çalışırlar.

Uygun malzemelerin ve miktarlarının belirlenmesine yönelik, yansım süresi değeri hesaplamaları, Sabine ve Eyring formülleri uygulanarak konvansiyonel yöntemlerle yapılır veya hacmin üç boyutlu modeli üzerinden akustik simülasyon programları kullanılarak yapılır. Söz konusu programların kullanımı gerçeğe yakın sonuçlara

ulaşılması açısından özellikle düzgün geometrik formlardan uzak karmaşık biçimlere sahip hacimlerde önem taşımaktadır. Bunun yanı sıra programlar, yapılan hesap sonucu yansıma süresine ek olarak, erken düşme süresi, netlik, merkez zamanı, ayırdedilebilirlik, erken yanal enerji oranı, ses iletim göstergesi, farklı alıcı noktalarında gözlenen enerji sönüm eğrisi, darbe cevabı, yankı denetimi gibi sonuçlara ulaşılması açısından da tercih edilmektedir.

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 işitme 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 sebep olabilecek yüzeylerin tüm frekanslarda yutucu özellik gösteren malzemelerle kaplanması tercih edilebilir.

Akustik parametrelerin formülleri, simülasyon programlarının algoritmaları gibi akustik hesaplamalara ilişkin konular veya farklı malzemelerin akustik nitelikleri, kullanımları sonucu ortaya çıkan sonuçlar ve tasarlanan salonlar içindeki yerleşimlerine ilişkin yaklaşımlar karmaşık, araştırma ve hesaplamalarla irdelenmesi gereken konulardır. Tezin bu bölümünde, doğal akustiğin temel kurgusu başlığı altında, söz konusu konulara ilişkin dikkate alınması gereken önemli noktalara ve temel prensiplere yer verilmiştir.

3.3 Elektro Akustik Tasarım

Elektro akustik, önceleri temel olarak, sesi elektrik akımına ve elektrik akımını sese çevirmek ile ilgili konuları kapsamaktayken, son zamanlardaki gelişmelerle; sesin her türlü özelliği üzerinde ölçülü ve hesaplı değişiklikler yapılması, istenilen özelliklerde seslerin yaratılması, hacim akustiğiyle ilgili olay ve etkilerin elde edilmesi gibi çok geniş imkanlara sahip olmuş ve akustiğin her kolunda önemli bir yer tutmaya başlamıştır [45]. 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.

Bu anlamda elektro akustik tasarım iki kavrama yönelik düzenlemeler gözetilerek yapılmaktadır:

- Sesin niceliği
- Sesin niteliği

Performans mekânlarında elektro akustik tasarım, bir başka deyişle seslendirme sistemleri tasarımı; elektro akustik sistem ekipmanlarının, hacmin mimari, işlevsel ve işitsel nitelikleri dikkate alınarak oluşacak ihtiyaçlara göre tespit edilerek seçilmesi, hacim içerisinde doğru gruplandırılarak konumlandırılması işlerini kapsar. Elektro akustik tasarımı ifade eden SR; Sound Reinforcement ve PA; Public Adress terimleri kullanılır. İki terimi ayıran keskin bir çizgi olmamakla birlikte, SR özellikle modern müzik için yüksek düzeyde güçlü yayınımları ifade ederken, PA güçlendirilmiş konuşmayı ifade eder [9]. Elektro akustik tasarım, mühendisliğin özel bir uzmanlık alanı olup, ekipmanlarla kurgulanacak sistemlerin elektronik özellikleri ve bu özelliklerin mekânlarda doğuracağı akustik sonuçlara ilişkin bilgi birikimi gerektirmektedir. Tezin bu bölümünde, mimari akustik kapsamında elektro akustik tasarıma gereksinim duyulan koşullar, elektro akustik tasarımın temel kurgusu, hedefleri ve tasarıma ilişkin mimarlar tarafından bilinmesi gereken temel yaklaşımlar, temel elektro akustik sistem ekipmanları ve günümüz teknolojisinde üretilen ekipmanlarla, elektro akustik tasarımın performans mekânlarında ortaya koyduğu olanakların açıklanması hedeflenmiştir.

3.3.1 Elektro Akustik Tasarıma Gereksinim Duyulan Koşullar

Elektro akustik tasarım performans mekânlarında temel olarak, insan sesi veya bir başka doğal kaynakla üretilen akustik enerjinin, uzakta konumlanan geniş dinleyici alanlarına ulaşması için yetersiz kaldığı ve sesin güçlendirilmesine gereksinim duyulduğu durumlarda kullanılır. Bunun yanı sıra canlı performansın söz konusu olmayıp, sesin yayınlanması gerekliliği olan sinema gibi hacimlerde elektro akustik tasarım kaçınılmazdır. Hacimlerde, canlı veya kayıttan yayınlanan sesin güçlendirilerek dinleyiciye ulaştırılmasının yanı sıra, sesin nasıl ulaşacağına kontrol edilmesi amacıyla da elektro akustik kurgulanır. Elektronik işlemler aracılığıyla dinleyiciye ulaşacak sesin kalitesinin artırılması, farklı efektlerle etkisinin değiştirilmesi, sahnede sergilenen farklı kaynaklardan alınan sinyallerin birbirleri arasındaki dengelerin ve ses sinyallerinin

frekans karakterleri gibi öğelerinin istenen biçimde düzenlenerek dinleyici alanına verilmesi de elektro akustik sistemler aracılığıyla sağlanmaktadır. Gelişen teknolojinin ulaştığı noktada, sahnede sergilenen performansın dinleyiciye farklı akustik ortam etkileriyle ulaşmasının sağlanması, böylelikle, bir salonun birden fazla akustik karaktere sahip olması, değiştirilebilir elektro akustik sistemlerin tasarlanmasıyla mümkün olmaktadır.

Buradan hareketle yapılarda elektro akustik tasarımın kullanım amaçları üç başlık altında gruplanmıştır:

- Sesin güçlendirilmesi (amplifikasyon)
- Seslendirmeli işlevler için kaydedilmiş sesin yayınlanması
- Ses sinyallerinin elektronik olarak düzenlenmesi ve sunulması

Bu üç başlığa ilişkin mekânsal ve işlevsel gereksinimler dikkate alınarak sunulan detaylı açıklamalar aşağıda görülmektedir.

Sesin güçlendirilmesi (amplifikasyon);

- Ses kaynağının zayıf, hacimlerin büyük olması durumunda, performans mekânlarında, sahnede sergilenen gösteri anında kaynaktan çıkan sesin güçlendirilerek geniş dinleyici alanlarına kaliteli bir şekilde ulaştırılmasının sağlanması,
- Büyük spor etkinliklerinde, kongrelerde, toplu gösterilerde, pop müzik performanslarında, açık hava tiyatroları performansları gibi dış ortam etkinliklerinde, büyük dini mekânlar içinde ses düzeyinin güçlendirilmesi, sesin gürülüğünün arttırılması,
- Hacim büyüklüğünün 425 m³'ten büyük, kapasitesinin 100-150 koltuk sayısından fazla veya kaynak-son dinleyici mesafesinin 12 m'den daha fazla olduğu salonlarda ses düzeyinin güçlendirilmesi,
- Sahnede bulunan performansçılar için yeterli ve kaliteli bir ses sağlamak amacıyla sahnedeki ses düzeyini arttırılması,

- Oditoryumlarda, dersliklerde, sınıflarda iyi duymanın ve konuşmanın anlaşılabilirliğinin sağlanması,
- Simultane çeviri uygulamalarının yapılması,
- Çeşitli yapılarda çağrılarının yapılabilirliğinin sağlanması.

Seslendirmeli işlevler için kaydedilmiş sesin yayınlanması;

- Sinemalarda veya sergilenen performansın bir parçasının kayıt olması durumunda performans mekânlarında, kaydın geniş dinleyici alanlarına ulaştırılmasının sağlanması,
- Sahnelerde kayıtların playback yapılarak sunulması,
- Fabrikalarda, okullarda, hastanelerde, otellerde, restoranlarda, eğlence amaçlı binalarda, işitsel eğitimlerde, radyo ve kayıtların dağıtılması,
- Ofislerde, marketlerde, endüstri yapılarında, okullarda, otellerde, hastanelerde, ulaşım yapılarında duyuruların yapılabilirliğinin sağlanması.

Ses sinyallerinin elektronik olarak düzenlenmesi ve sunulması;

- Canlı sergilenen veya kayıttan sunulan ses sinyallerinin, elektronik yöntemlerle ve mikser, frekans düzenleyici (equalizer) gibi ekipmanların kullanımıyla özelliklerinin değiştirilmesi, alınan sinyal kalitesinin düzenlenerek dinleyici alanlarına verilmesi,
- Tiyatrolarda vb. performans mekânlarında elektro akustik olanakları arttırarak, dinleyicilerin, icracıların ve görevlilerin rahatlığının sağlanması,
- Kaynaktan çıkan sesin dinleyici alanına uygun dağıtılması,
- Sinema salonlarında çevresel ses düzeni veya bas etkileri gibi ses efektlerinin yapılması,
- Yapay hacim akustiği etkilerinin yapılması ve performans mekânlarında aynı mekânın birden fazla işleve hizmet etmesini sağlayacak farklı akustik özelliklere sahip olmasının elektro akustik tasarım yöntemleriyle sağlanması,
- Çeşitli ses efektlerinin üretilebilirliğinin sağlanması,

- Elektronik enstürmanların çalıştırılabilmesi,
- Ses ve müzik prodüksiyon işlerinin yapılması.

Elektro akustik tasarım yapılırken yukarıda aktarılan her başlığın performans mekânlarına ilişkin gereklilikleri sağlanmaya çalışılmalıdır.

3.3.2 Elektro Akustik Tasarımın Temel Kurgusu

Sesin güçlendirilmesi (amplifikasyon) ve seslendirmeli işlevler için kaydedilmiş sesin yayınlanması amaçları, performans mekânlarında, elektro akustik sistemlerin karşıladığı en temel gereksinimlerdir. Bu nedenle, öncelikle bu gereksinimleri karşılamak amacıyla, elektro akustik tasarımın temel kurgusu incelenmiş, dinleyici alanına en uygun elektronik ses iletiminin sağlanması için sistemlerin temel çalışma mantığı ve dikkate alınması gereken konular ile ilişkili tasarım yaklaşımları bu bölüm kapsamında açıklanmıştır.

Gerek konuşmanın anlaşılabilirliğinde iyi bir düzey yakalanması, gerekse müzikal bir performansta temiz ve şeffaf bir ses sağlanması, öncelikle ses sinyalinin yeterli düzeyini gerektirmektedir [7]. Düzey kadar önemli olan bir başka unsur da dinleyiciye ulaşacak sinyalin, hatalı teknik donanımdan veya yapaylık ve bozukluklardan uzak olması gerekliliğidir. Bunlara ek olarak, seslendirme sistemi mümkün olduğu kadar doğal olmalı, akustik konumlandırma ile görsel etkinin bire bir örtüşmesi hissi dinleyicide oluşturulmalıdır. İdeal durum, dinleyici duyduğu sesin hoparlörden değil, sahnede konumlanan doğal kaynaktan hissetmesidir. Doğru bir elektro akustik tasarımla dinleyiciler, herhangi bir performanstaki akustik başarıyı, performansçılara veya salonun akustiğine bağlamalıdır [3].

Performans mekânlarında elektro akustik tasarımın temel amaçları aşağıdaki şekilde özetlenebilir [9]:

- Yeterli ses düzeyinin bütün dinleyici alanında homojen dağılımı

- Sesin hoparlörden geldiği etkisi verilmeden, kaynağın doğal yön algısının sağlanması (varlık etkisi⁷)

Hoparlörlerin seçimi ile tasarlanan elektro akustik sistemin sağlaması gereken temel kriterler ise aşağıdaki gibidir [9]:

- Doğal kaynağınki gibi güzel tını kalitesi
- Sadece tanımlanan alanı kapsayan uygun yönlülük
- Bütün dinleyiciler üzerinde gereken ses gücünün sağlanması

Temel olarak, ses güçlendirme 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 arttırarak hoparlöre iletir ve hoparlör elektrik sinyalini, dinleyicilere istenilen düzeyde dağıtılması için, hava doğruşlu ses dalgalarına dönüştürür (Şekil 3.16) [3].



Şekil 3.16 Tek kanallı seslendirme sisteminin temel bileşenleri [3]

Seslendirme sistemlerinin tatmin edici sonuçlar vermesi için vurgulanması gereken, tüm bileşenlerin yüksek kalitede olması, tasarımın, salonların, mimari ve akustik karakterleriyle dikkatlice entegre edilmiş olmasıdır. Ayrıca sistemin, ses programlarına ve performansçılarının mizacına ilişkin temel bilgisi olan, işinin ehli bir ses teknisyeni tarafından işletilmesi gerekliliği büyük önem taşımaktadır [3].

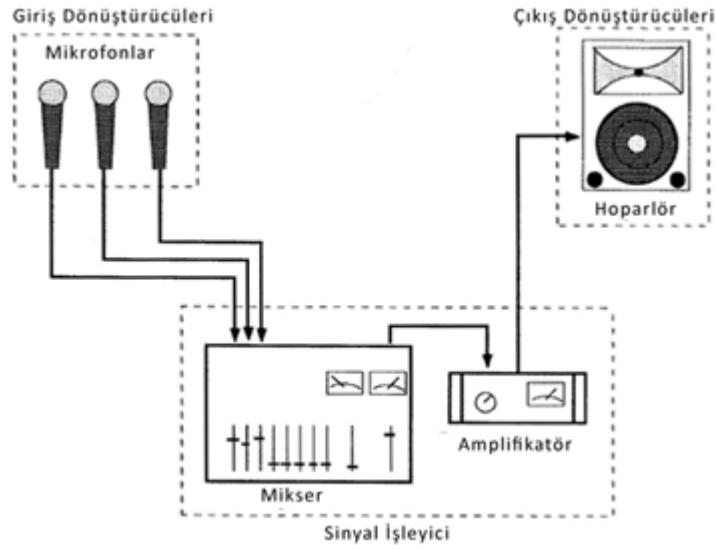
Açık hava ortamında, sağlanması gereken akustik güç, hoparlör güçleri, enerji yoğunluğu, efektif ses basınç düzeyi, mesafe gibi parametrelerin dikkate alındığı

⁷ Bir hacimde kulağa dolaysız sestten sonra, ilk 50 ms 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 arttırır, bu olay Varlık Etkisi olarak adlandırılır [54].

formüller aracılığıyla hesaplanır. Ancak kapalı mekânlarda, duvar ve tavan yüzeylerinden gelecek yansımalar, dinleyici alanındaki ses desteğine etki edecektir. Eğer hacim akustik olarak ölü veya yansıma süresi çok düşükse, güçlendirilmiş sesin netliği üzerindeki etkisi de düşük olur, ancak hacmin yansıma süresi uzunsa ve seslendirme sistemi hacmin akustik karakteri dikkate alınarak tasarlanmamışsa, hacmin etkisi, seslendirme sistemini kullanışsız duruma getirecek kadar ciddi olabilir [12]. Bu nedenle, hoparlörlerin konumları ve yönelimleri ile etki ettikleri alanın akustik niteliği irdelenmeli, hoparlörlerin enerjisi ses yutucu dinleyici alanına yönlendirilmeli, ses yansıtıcı yüzeylere çarpması engellenmelidir. Bu noktada hoparlörlerin yönlülük özellikleri ve bu özelliklerin frekansla ilişkisi incelenmesi gereken konular olarak önem kazanmaktadır.

3.3.2.1 Temel Elektro Akustik Sistem Ekipmanları

Elektro akustikte bir formdaki enerjiyi bir başka forma çeviren cihazlara dönüştürücü (transducer), ses sinyalindeki bir veya daha fazla niteliği değiştiren cihazlara da sinyal işleyici ("signal processor") denir [12]. Ses enerjisini elektrik enerjisine çeviren mikrofonlar giriş dönüştürücüleridir ("input transducer"). En basit sinyal işleyici olan amplifikatör ses sinyalinin gücünü artırır, amplifikatörün yanı sıra preamplifikatör, mikser, efekt üniteleri gibi sinyal işleyiciler seslendirme sistemlerinde kullanılır. Güçlenmiş ve işlenmiş ses sinyali çıkış dönüştürücülerini olan hoparlörlerle ("output transducer") tekrar sese dönüştürülür [12]. Aktarılan en basit seslendirme sistemi şematik olarak Şekil 3.17'de görülmektedir.



Şekil 3.17 Basit seslendirme sistemi [12]

Tez kapsamında elektro akustik ses kaynağı olan hoparlörlerin çeşitli tip ve özellikleri incelenmiş, mikrofon ve sinyal işleyiciler kapsam dışı bırakılmıştır.

Günümüzde temel olarak koni ve horn tipi hoparlörler kullanılmaktadır. Koni hoparlörler kağıt veya plastikten yapılmış bir diyaframdan⁸ enerjiyi yayarlar. Horn hoparlörler, dar bir alanda bulunan, plastik veya hafif metalden yapılmış, “compression driver” denilen küçük diyaframdan ve bu birimin önüne bağlanmış horn elemanından oluşmaktadır. Bunların dışında diyaframı yarı küresel kubbe olarak tanımlanan bir geometri ile oluşturulmuş “dome tweeter” olarak adlandırılan hoparlör tipi bulunmaktadır [9]. Seslendirme sistemlerin en sık karşılaşılan hoparlör tipleri aşağıda sunulmuştur [12]:

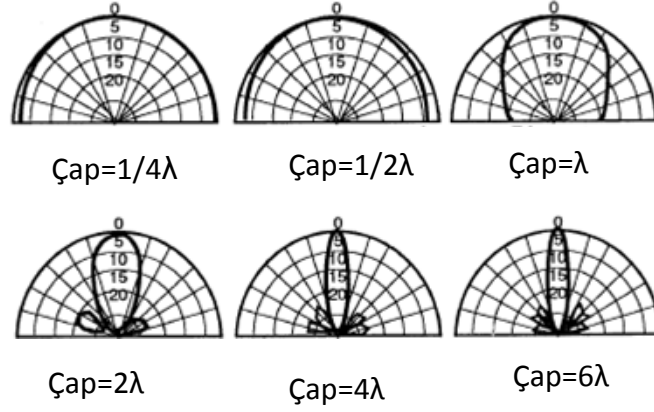
- “Woofers” hoparlörler: Genel olarak, özellikle düşük frekansları üretmek için tasarlanmıştır (500 Hz altı). Bazen hem düşük hem orta frekanslı (1500 Hz’e kadar) seslerin üretimi için de kullanılır. Tipik olarak çap boyutları 20 ile 45 cm arasındadır.
- “Midrange” hoparlörler: Orta frekanslı seslerin üretimi için tasarlanmıştır (500 Hz üstü). Üretebileceği en yüksek frekans genellikle 6000 Hz’i geçmez. Kullanılan

⁸ Diyafram hoparlörün, ses üretiminde elektrik enerjisini, havadaki basınç değişimini oluşturarak akustik enerjiye dönüştürmesini sağlayan elemanıdır.

hoparlör tipine bağlı olarak, çap boyutları 12 ile 30 cm arasında veya 6 ile 10 cm arasında olur.

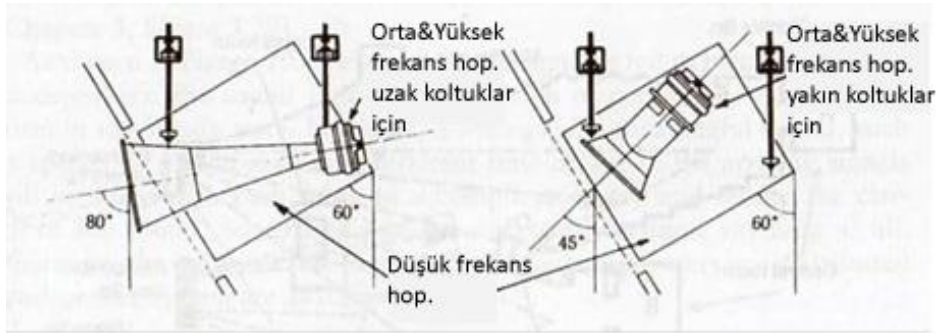
- “Tweeter” hoparlörler: En yüksek frekansların üretilmesi için tasarlanmıştır (normal olarak 1500 Hz üzeri, genellikle 6000 Hz üzeri). Kullanılan hoparlör tipine bağlı olarak, çap boyutları 5 ile 12 cm arasında veya 4 ile 10 cm arasında olur.
- “Full-range” hoparlörler: “Woofers” ve “tweeters” (ve eğer kullanılıyorsa, “midrange”) hoparlörlerin birlikte, tek bir kabinde kullanıldığı entegre sistemlerdir. Frekans olarak tüm ses alanının üretilmesi için tasarlanmıştır.
- “Subwoofer” hoparlörler: Full-range sistemlerinin düşük frekans aralığını, 20 ve 30 Hz altındaki frekansları içerecek şekilde genişletmek için kullanılırlar. Nadiren 300 Hz’e kadar yükselirler. Genel olarak çap boyutları 38 ile 61 cm arasında olur.
- “Supertweeter” hoparlörler: “Full-range” sistemlerinin yüksek frekans aralığını, genellikle 10.000 Hz üzerindeki frekansları içerecek şekilde genişletmek için kullanılırlar.
- Monitor hoparlörler: Dinleyiciler yerine sahnedeki sanatçılar için kullanılan full-range hoparlörlerdir. Sahnedeki sanatçının doğru ton ve tempoda kalmasına yardımcı olmak için, programın bir kısmını sanatçıya göndermek amacıyla kullanılır.

Farklı hoparlör tiplerinin ve bu tiplerin bir araya getirilerek oluşturulmuş hoparlör sistemlerinin yukarıdaki maddelerde de bahsedildiği gibi etkin oldukları farklı frekans aralıkları vardır. Frekans aralıklarının yanı sıra hoparlör tiplerinin yönlülük özellikleri de farklıdır. Bu özellikler frekansın dalga boyu ve hoparlör boyutları ile bağlantılı olarak değişiklik göstermektedir [12]. Tipik bir konik hoparlörün yönlülük karakterinin polar diyagramı Şekil 3.18’de gösterilmiştir.



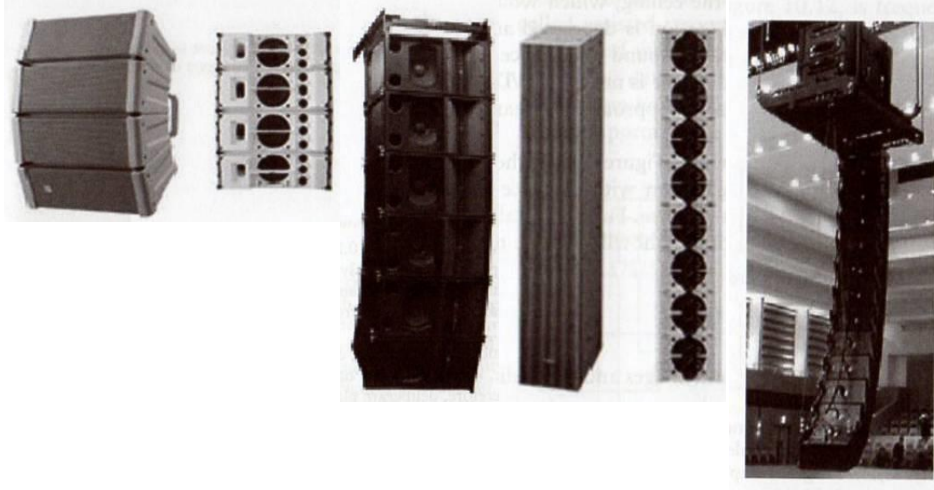
Şekil 3.18 Konik hoparlör için yönlülük karakteri ve dalga boyu ilişkisi [12]

Hoparlörlerin gerek yönlülük gerekse frekans aralığı özellikleri dikkate alınarak, gereksinime göre bir veya birden fazla tip hoparlör bir araya getirilip aynı kabin içinde kullanılır. Şekil 3.19’da, düşük frekans özellikli “woofer” ve yüksek frekans özellikli “tweeter” hoparlörün bir araya getirilip, proscenium alını arkasına asılmış, yakındaki ve uzaktaki dinleyici alanına ses iletimi hedeflenerek yerleştirilmiş hoparlörler örneklenmiştir.



Şekil 3.19 Asılı proscenium hoparlörleri [9]

Günümüzde hem yüksek hem de düşük frekans hoparlörleri, bir araya getirilip sıra veya küme oluşturmak için uygun şekillere sahip küçük kutular içinde oluşturulmakta ve bu şekilde sahne etrafında konumlandırılmaktadır (Şekil 3.20) [9].



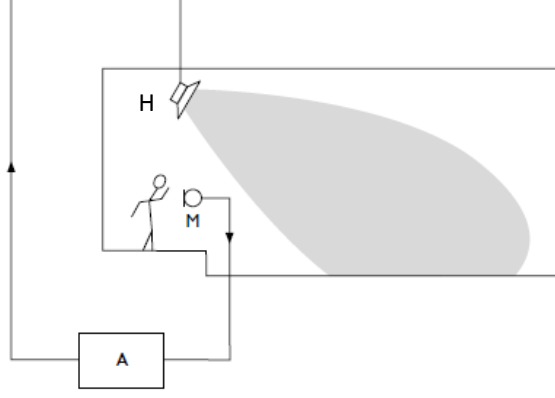
Şekil 3.20 Sahne etrafına konumlandırılan line array hoparlör örnekleri [9]

3.3.2.2 Hoparlör Yerleşimleri

Güçlendirilmiş ses sinyali, dinleyici alanına tek bir hoparlörden veya birbirine yakın konumlandırılmış pek çok hoparlörden yansıtılabilir. Mikrofonların mekânın gönderici tarafına yerleştirildikleri salonlarda, hoparlör sistemlerinde üç prensip tip vardır[3]:

- Merkezi yerleşim (“central”); tek hoparlör grubunun ses kaynağı üzerinde konumlandırılması,
- Dağıtılmış/yayınık (“distributed”); oditoryum genelinde yerleştirilmiş tepe hoparlörü (“overhead speaker”)
- Çok kanallı; iki veya daha fazla hoparlör grubunun proscenium açıklığı veya ses kaynağı etrafında konumlandırılması

Şekil 3.21’de görselleştirilmiş olan merkezi sistem, 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 [55].

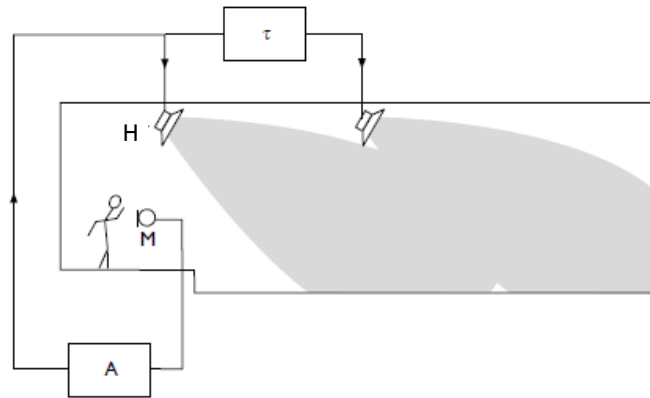


Şekil 3.21 Merkezi hoparlör yerleşimi [7]

Dağıtılmış hoparlör sistemlerinin tercih edilmesi gereken durumlar aşağıda sunulmuştur [7];

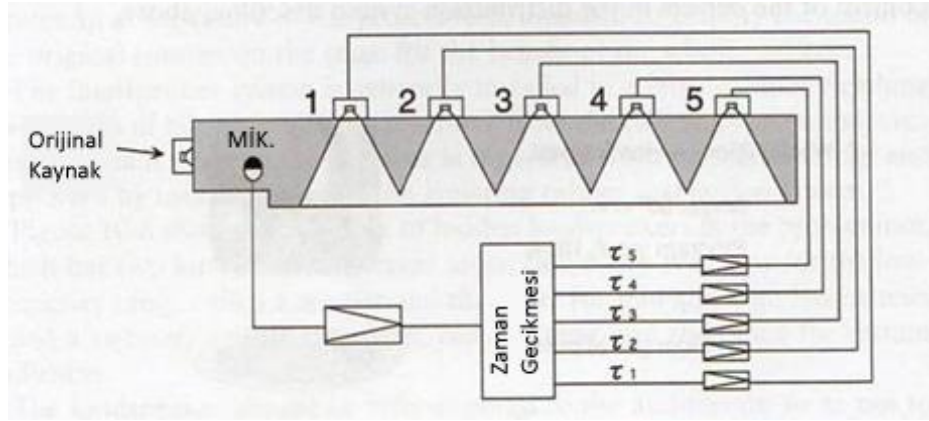
- Merkezi sistemin yerleştirilmesi için uygun fiziksel ortamın olmadığı düşük tavan yüksekliği olan salonlar,
- Dinleyici alanının çoğunluğunun merkezi hoparlör üzerinde uygun görüş açılarının olmaması,
- Hacimlerin bölünebilir tasarlanması.

Dağıtılmış hoparlör sistemde çok fazla gerçekçilik beklenemese de, eğer hacimde yansıma süresi çok uzun değilse, yüksek düzeyde konuşmanın anlaşılabilirliği sağlanır. Bu 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 3.22 Dağıtılmış hoparlör yerleşimi [7]

Çok uzun bir salonda, dinleyici alanını bölümlere ayırarak salonu dağıtılmış hoparlör sistemiyle seslendirmek tercih edilebilir. Ancak en arkada oturan bir dinleyici, güçlendirilmiş sesi doğal sestən daha önce duyabilir veya farklı hoparlörlerden gelen sesleri farklı zamanlarda duyabilirler. İki kaynaktan gelen seslerin mesafeleri arasındaki fark 17 m'yi zamansal olarak da 50 ms'yi geçtiği ve iki ses düzeyi arasındaki fark 10dB'den az olduğu koşullarda bu durum gözlenir [7]. Sesler arasındaki gecikme çok fazla olduğu durumlarda, hoparlörden gelen ses dinleyişte rahatsızlıklara yol açar. Bu durumun önlenmesi için mesafeyle bağlantılı, uygun bir "zaman geciktirmesi mekanizması" ses güçlendirme sistemine uygulanmalıdır. Aynı yaklaşım derin bir balkon altı alanının seslendirilmesi için de uygulanabilir. Şekil 3.23'de dağıtılmış hoparlörlere zaman gecikmesi sistemi uygulanmasının temel prensibi şematik olarak görselleştirilmiştir [9]:



Şekil 3.23 Dağıtılmış hoparlör yerleşiminde zaman gecikmesi uygulamasının şematik gösterimi [9]

Söz konusu gibi bir sistemde kullanılacak tavan hoparlörü örneği Şekil 3.24'de sunulmuştur.

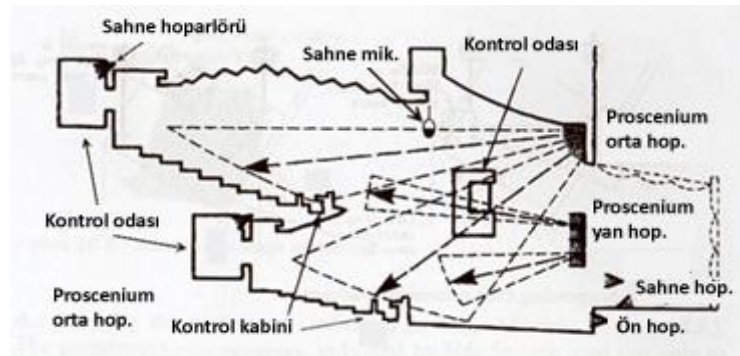


Şekil 3.24 Örnek tavan hoparlörü; woofer 25 cm+horn coaxial ve tavan menfezi [9]

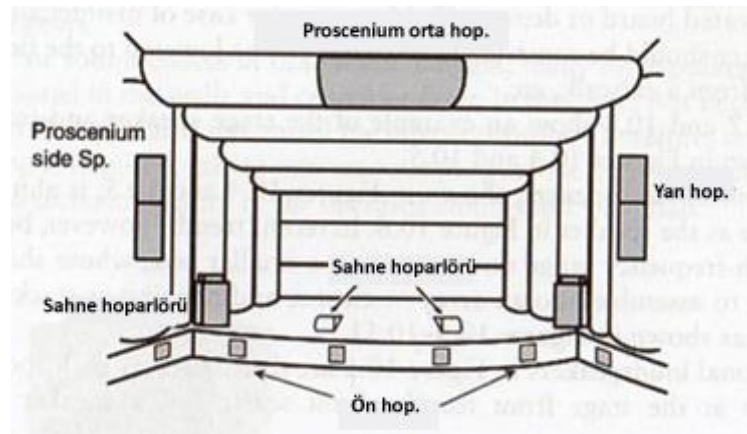
Dağıtılmış hoparlör yerleşimi sırasında dikkate alınması gereken temel tasarım kriterleri aşağıdaki gibidir [9]:

- 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 sestən birkaç milisaniye sonra duyması sağlanmalıdır.

Performans mekânlarında 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. Şekil 3.25 ve Şekil 3.26'da kesit ve görünüş düzlemlerinde bu yaklaşımla oluşturulmuş bir seslendirme sistemi görselleştirilmiştir.



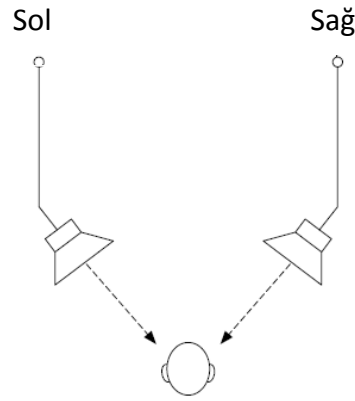
Şekil 3.25 Merkezi ve dağıtılmış hoparlör yerleşimi gösterimi – kesit [9]



Şekil 3.26 Merkezi ve dağıtılmış hoparlör yerleşimi gösterimi – görünüş [9]

Çok kanallı seslendirme sistemi (Şekil 3.27) dinleyici alanının önüne yerleştirilmiş iki veya daha fazla hoparlör için, performans alanının önüne uygun biçimde yerleştirilmiş olan ve ayrı güçlendirme kanallarına bağlanan, iki veya daha fazla mikrofonun çalıştırılmasını gerektirir. Bu sistem de sesin kaynaktan geldiği illüzyonunu korur. Çünkü; [7]

- Ses, kaynak-mikrofon arası mesafeyle orantılı yoğunluklarda, doğal kaynağın etrafında bulunan hoparlörlerden ulaşır,
- İnsan kulağı, ses kaynaklarını düşey değil, yatay düzlemde konumlandırır.



Şekil 3.27 Çok kanallı seslendirme sistemi ilkesi [7]

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. Performans mekânlarında çok kanallı sistemlerin kullanılması, optimum cihaz yerleşimi açısından özel olarak dikkat edilmesi gerekliliğine ve genel tasarıma girecek sistem bileşenlerinin sayısında artışa sebep olacaktır.

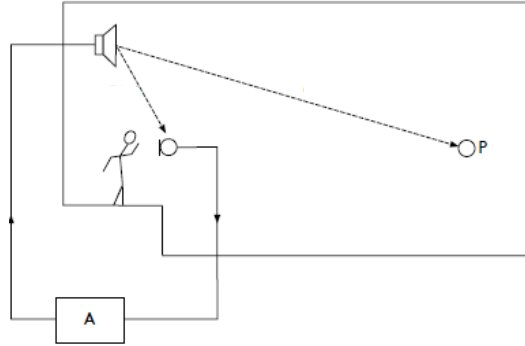
Merkezi hoparlör grubu ile çözüm sunmak elektro akustik tasarımcının elinde olsa da, mekân kaplayan merkezi hoparlör sistemi ile mimari tasarım yaklaşımının entegrasyonu her zaman ciddi bir estetik problem oluşturur. Bu nedenle, elektro akustik tasarım sürecinde ortaya çıkan hoparlör boyutları, yerleşimleri ve mekân içindeki konumları mimarlar tarafınca dikkate alınmalı ve mekânsal tasarım

çerçevesinde ekipmanların görsel etkilerinin yanı sıra işitsel gereklilikleri ve akustik tasarım kapsamındaki etkileri göz ardı edilmemelidir.

Akustik Geribesleme

Elektro akustik tasarım sürecinde, hoparlör ve mikrofon yerleşimleri ile ilgili, mekânların fiziksel özellikleri ve işlevlerinin yanı sıra dikkat edilmesi gereken en önemli noktalardan biri de, akustik geri beslemenin (Şekil 3.28) (acoustical feedback) önlenmesidir. Bunun için hoparlörlere göre mikrofonların konumlarının doğru ayarlanmalı, hoparlörden yayınlanan sesin mikrofon tarafından yeniden sisteme alınması engellenmelidir. Başarısız tasarlanmış bir seslendirme sisteminde bu durumun gözlemlendiği koşullar [7];

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



Şekil 3.28 Akustik geribesleme şematik gösterimi [7]

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

3.3.2.3 Temel Elektro Akustik Tasarım Kriterleri

Konuşma veya müzik işlevli hacimlerde elektro akustik tasarımla gerek sesin niceliği gerekse niteliği açısından işleve ve hacme uygun bir sonuç ortaya konulabilmesi için tasarım sürecinde dikkate alınması gereken temel kriterler vardır. Bu kriterlerin

optimum elektro akustik ortamı ortaya koymak amacıyla irdelenmesi temel elektro akustik tasarım gereksinimleri olarak genellemek mümkündür.

Elektro akustik tasarıma başlanırken kapalı alanlarda, hacim ve işlevle ilişkili olarak dikkate alınması gereken özellikler aşağıdaki gibi sıralanabilir [13]:

- Hacim büyüklüğü
- Toplam yüzey alanı
- Yansıma süresi
- Hacmi çevreleyen yüzeylerin geometrisi
- Güçlendirilmiş sesin kapsayacağı alanlar
- Geri plan gürültüsü
- Güçlendirilmiş sesin iletileceği en uzak mesafe
- Dinleyici alanının tarifleyen açılar
- Hedeflenen en yüksek ses düzeyi

Tüm bu maddelerin belli aşamalarda dikkate alındığı tasarım süreci gerçekleştirilir ve optimum çözümü sunacak hoparlör yerleşimi ve seçimleri yapılır ve hedeflenen akustik kazanç ve yeterli ses düzeyi, hesaplar ve elektro akustik simülasyon çalışmaları sonucunda ortaya konur. Kurgulanan sistemin toplamda sunduğu performans aşağıdaki hedefleri karşılamalıdır [13]:

- Hacimde parter ve varsa balkon alanında güçlendirilmiş sesin sağlanması,
- Miksere girdi sağlanması,
- Canlı program materyallerinin belirlenen bölgelerden mikrofonlarla toplanması,
- Gereken akustik kazancın sağlanması,
- Dinleyici alanında güçlendirilmiş sesin eşit dağıtılması,
- Dinleyici alanında homojen frekans cevabı sağlanması,
- Yeterli dinamik alanının sağlanması ve akustik bozulmanın düşük olması.

Yukarıda aktarılan maddeler uyarınca, kurgulanan hoparlör sisteminin toplamda sunduğu performansın, tüm dinleyici alanında, akustik kusurlardan uzak, homojen ses düzeyi ve ses kalitesini sağlaması ve oluşturduğu dinamik alan (“dynamic range”) genişliği en temel elektro akustik tasarım gereksinimlerdendir.

Tezin bu bölümünde; söz konusu temel gereksinimlerin tanımlanması hedeflenmiştir. Açıklamaların yanı sıra, bu özelliklerin sağlanması için yapılacak hoparlör seçimleri ve yerleşimlerinde dikkate alınması gereken temel ekipman ve sistem özellikleri aktarılmıştır. Sistem kurgusu dahilinde olan, mikrofon ve amplifikatöre ilişkin gereksinimler kapsam dışı bırakılmıştır

Homojen Ses Düzeyi ve Kalitesi

Elektro akustik düzenlemede genel olarak sağlanması gereken hedeflere ulaşmak ve dinleyici alanında homojen ses düzeyi ve kalitesi yakalamak üzere elektro akustik tasarım sürecinde izlenen yol ve işleve bağlı değişiklik gösterebilecek yöntemler bulunmaktadır. Öncelikle hacmin mimari özellikleri, dinleyici alanının konumlanması ve doğal akustik karakteri dikkate alınarak doğru hoparlör yerleşimine karar verilmelidir. Hoparlör yerleşimleri merkezi, dağıtılmış, hem merkezi hem dağıtılmış ve çok kanallı olarak gruplanmıştır.

Hoparlör yerleşiminde dikkat edilmesi gerekenler:

- Salonda bulunan bütün dinleyicilerin, kendisini güçlendirilmiş sesle besleyecek özel hoparlöre doğru uygun görüş açısı sağlanıyor olmalıdır.
- Hoparlör grupları (özellikle merkezi tip) büyük alan gerektirecektir,
- Gizlenmiş hoparlörler, akustik transparan bir yüzeyin arkasına saklanmalıdır.

Hoparlörler her zaman ses enerjisini ses yutucu dinleyici alanı üzerine yaymalı, özellikle uzun yansım süresi olan salonlarda minimum veya sıfır düzeyde ses enerjisini ise yansıtıcı yüzeylere yaymalıdır. Ancak bu durum hoparlörler yönlülüğünün frekansa bağlı olması nedeniyle imkansızdır. Özellikle, düşük frekanslarda yayılmış enerji hacimdeki yansımış ses alanını besleyecektir [7]. Bu durumda yapılacak hesaplamalarla yansımış ses enerjisi ile ses kaynağının çıkış gücü arasındaki bağlantı

irdelenmeli, yönlü bileşenin enerji yoğunluğunun, yansımış enerjinin rahatsız edici bölümünü aşması sağlanmalıdır [7]

Uygun yerleşim düzenine karar verildikten sonra hacmin işlevi de değerlendirilerek etkin sistem ekipmanları seçilmeli, hoparlör tipleri ve sayıları belirlenmelidir. Tasarım sürecinde hoparlörlerle ilgili irdelenmesi gereken, hoparlörün tasarıma katacağı etkiyi tanımlayan özellikler vardır. Elektro akustik sistem kurgusunda tüm dinleyici alanında homojen dağılmış ses düzeyi, ses kalitesi sağlanması ve akustik kusurların önlenmesi için hoparlör seçimleri ve yerleşimleri sistem elemanlarının tüm bu özellikleri dikkate alınarak yapılmalıdır. Bu özelliklerden bazıları aşağıdaki şekilde sıralanabilir [12]:

- Frekans cevabı (“Frequency response”): Hoparlöre girdi olan güç düzeyi ile çıktı ses basınç düzeyinin frekansa göre karşılaştırılmasıdır. Örneğin 30 Hz – 15.000 Hz, $\pm 3\text{dB}$ olarak belirtilen frekans cevabı, hoparlörün tam olarak söz konusu frekans aralığında ses üretmek için tasarlandığını, bu aralıktaki herhangi bir frekansta, girdi güç düzeyi ile çıktı ses düzeyi karşılaştırıldığında, oranın 6 dB aralığında olacağını ifade etmektedir.
- Güç kapasitesi (“Power handling”): Hoparlörün zarar görmeden çalışabileceği amplifikatör güç düzeyini ifade eder.
- Hassasiyet (“Sensitivity”): En yaygın olarak, 1 watt girdi sinyal ile, hoparlörün önünden 1 m mesafede ölçülen ses basınç düzeyi değerini ifade eder, $\text{dB SPL}@1\text{m}/1\text{W}$ olarak belirtilir.
- Yönlülük karakteri (“Directional characteristics”): En yaygın olarak, hoparlörün yatay ve düşey yayılımının derece cinsinden ifadesidir. Figürlerde, ses basınç düzeyinin, farklı açılarda, hoparlör aksına göre 6 dB düşük olduğu noktaların tariflediği sınır gösterilir. Frekansa göre farklılık gösterir.

Tasarlanan seslendirme sistemi sergilenen performanstaki işlevi en uygun şekilde dinleyiciye ulaştıracak ses basınç düzeyini hacim içerisinde optimum düzeyde sağlamalıdır. İşleve göre hedeflenecek ses basınç düzeyi değerlerine Bölüm 4 (Performans Mekânlarında İşleve Bağlı Akustik Tasarım)’te yer verilecektir.

Elektro akustik tasarım yapılan hacimlerde hoparlörden dinleyiciye ulaşan dolaysız ses düzeyi ile hacimdeki yansıyan ses düzeyi arasındaki oran dikkate alınmalıdır. Bu oran

özellikle konuşmanın anlaşılabilirliği açısından büyük önem taşır. Yüksek yansım süresine sahip hacimlerde konuşmanın anlaşılabilirliği olumsuz yönde etkilenmektedir. Bu gibi durumlarda, hoparlörlerden yayılan sesin, hacimdeki yansımını uyarmaması hedeflenmeli, yönlü hoparlörler kullanılmalı, hoparlörden yayılan ses dinleyici alanına doğru yöneltilmelidir [7]. Ancak dinleyici alanı, yüksek frekanslı seslerde yüksek yutuculuk sağlamaktadır. Alçak frekanslarda, dinleyici alanının yutuculuk göstermemesi ve hoparlörlerin düşük frekans aralıklarındaki yetersiz yönlülüğünün sebep olacağı istenmeyen durumların çözümü için sinyaldeki düşük frekans bileşenlerini mümkün olduğunca bastırılmalıdır [7].

Dinleyici alanında hedeflenen ses basınç düzeyinin bütün noktadaki homojen dağılımı seslendirme sistemi başarısı açısından büyük önem taşır. Long'a göre [8] tasarım sonucunda farklı dinleyici noktalarındaki düzey farkı 500 Hz ile 2000 Hz oktav bantları arasında 2 dB'i aşmamalıdır. Davis'e göre [13] en ön ve en arka ile en sağ ve en sol dinleyici noktalarındaki düzey farkı 3 dB'i, dinleyici alanındaki en iyi ve en kötü nokta arasındaki düzey farkı ise 4 dB'i aşmamalıdır.

Dinamik Alan

Kurgulanan elektro akustik sistem performansında elde edilmesi gereken hedeflerden biri dinamik alan ("dynamic range") kavramıdır. Dinamik alan, programdaki en gürültülü ve en sessiz bölüm arasındaki farkın dB cinsinden ifadesidir [12]. Programın en sessiz bölümünün iç ortam gürültüsü tarafından maskelendiği durumlarda, dinamik alan, programın en gürültülü bölümü ile iç ortam gürültüsü arasındaki farkı belirtir. Başka bir deyişle, dinamik alan, duyulabilir program seviyeleri arasındaki en büyük değişikliği ifade eder. Seslendirme sistemi tasarımı için dinamik alan, sistemin doğasında var olan elektro akustik dip gürültü ("noise floor") ile sistemin üretebileceği en yüksek verim ("peak output") seviyesini arasındaki farkı belirtir [12].

Sistemde dinamik alan değeri, doğal ses kaynağının ulaştığı mikrofondan başlayarak, ses sinyalinin elektrik sinyali olarak ilerlediği mikser ve amplifikatörde aynı düzeyde devam eder [12]. Ancak, sistemin elektrik sinyalini ses sinyaline çeviren parçası olan hoparlörler, girdideki dinamik alan aralığını sunacak kapasitede olmazsa, performanstaki en yüksek düzeydeki çıkışlar bozulabilir, kaybolabilir veya en düşük

düzydeki inişler iletilemeyebilir [12]. Davis'e göre [13] sistem 75dB ortalama program düzeyini 10 dB pik marjı ile dinleyici alanındaki her noktaya aktarabilecek kapasitede olmalıdır. Sistemin aktardığı ortalama ses düzeyi ile verebildiği en yüksek düzey arasındaki oran tepe faktörü ("crest factor") olarak tanımlanır.

Dinamik alan dikkate alınarak hoparlör seçimleri yapılırken, hoparlör dinleyici uzaklığı, dinleyiciye gelecek sesin ne düzeyde yüksek veya iç ortam gürültüsü tarafından maskelenmemesi için ne düzeyde düşük olmasının istendiği, sahnede sergilenen performansın gerektireceği düzey aralığı gibi konular irdelenmelidir.

3.4 Doğal ve Elektro Akustik Tasarım Süreçlerinin İlişkisi

Performans mekânlarında doğal ve elektro akustik tasarım süreçleri, kendi içlerinde farklı durum ve problemleri değerlendirmekte, bu farklılıklar paralelinde çözüm sürecinde farklı yaklaşımlar sergilemekte ve yöntemler sunmaktadır. Her iki tasarım süreci de sahnede sergilenen performansın işitsel zenginliğini optimum düzeyde dinleyiciye ulaştırma hedefiyle yola çıkar. Ancak, hedef ortak olsa da tasarım yöntemleri arasındaki farklılıklar, akustik başarıya ulaşmak için ortaya konan çözümlerde de farklılıklara, çelişkilere, bazı durumlarda zıtlıklara sebep olmaktadır. Bu farklılıklar, akustik ortamı doğrudan etkileyen hacmin mimari ve iç mimari tasarımına da aynı düzeyde yansımaktadır. Özellikle hem doğal hem güçlendirilmiş ses gerektiren programların sergileneceği hacimlerde, iki tasarım modelini bir arada değerlendirmek ve mimari olarak hem doğal, hem elektro akustik gereksinimlerine cevap veren tasarımlar ortaya koymak kaçınılmazdır.

Her ikisi de başarıya ulaşmış doğal ve elektro akustik tasarımla dinleyiciye sunulan sonuç akustik ortam, bir durumda doğal sesin kurgulanması, diğer durumda ise güçlendirilmiş, elektronik sesin kurgulanması sebebiyle elbette ki denk olmayacaktır. Ancak, herhangi bir performansta, doğal veya elektro akustik ortamın hangisinin daha uygun olacağı performans tipine ve daha önemlisi dinleyicinin beklentilerine ve öznel değerlendirmelerine göre değişiklik gösterecek bir konudur. Tezin bu bölümü kapsamında, doğal veya elektro akustik sesin niteliğine veya performans tiplerine uygunluğuna ilişkin bir kıyaslama ve değerlendirme yapılmadan, hem doğal akustik hem elektro akustik aracılığıyla dinleyiciye ulaştırılacak performanslara ev sahipliği

yapacak salonlarda mimari tasarıma yol gösteren akustik unsurların ortaya konması hedeflenmiştir. Bunun için öncelikle doğal ve güçlendirilmiş sesin hacimlerde yayılım, iletim ve ulaşım (“emission”, “transmission”, “reception”) modelleri açıklanmış, daha sonra, her iki akustik tasarımın dikkate aldıkları ortak hacim akustiği parametreleri ile akustik tasarım hedefleri açıklanmış, son olarak da ortak parametrelerin kontrol edilmesi için uyguladıkları tasarım yaklaşımları ve çözüm odaklı tasarım yöntemleri karşılaştırılmıştır. Böylelikle, iki akustik tasarım sürecinin ilişkisi değerlendirilmiş, doğal ve elektro akustik tasarımı bir araya getiren bütünleşik akustik tasarım kavramının temel verileri ortaya konmuştur.

3.4.1 Doğal ve Güçlendirilmiş Sesin Yayılım, İletim ve Ulaşım Modelleri (“Emission, Transmission, Reception Models”)

Doğal akustik ile elektro akustik tasarım süreçleri arasında fark oluşturan temel unsurlardan biri sesin kaynaktan üretim sürecini tanımlayan yayılım biçimi, bir diğeri, dinleyiciye ulaşana kadar izlediği süreci tanımlayan iletim biçimi arasındaki farklılıklardır. Doğal ses modeli, yayın yapan kaynak, iletim sistemi olmak üzere şekillendirilmiş alıcı alanla (hacimle) doğrudan birleştiğinde en iyi şekilde çalışmaktadır [14]. Güçlendirilmiş ses modeli ise, ses kaynağı hacimden ayrıldığında ve hacmin akustiğinin sesin iletimini en az düzeyde etkilediği durumda en iyi şekilde çalışmaktadır [14].

Sesin doğal olarak dinleyiciye ulaştırılacağı senfoni orkestrası konseri gibi performanslarda, kaynaktan yayılan ses, hacimle bütünleşerek harmanlanır ve hacim katkıları sonucunda dinleyiciye ulaşır. Bu durumda, dinleyicilerin, tatmin olacak şekilde sonuç almaları için, doğal ses iletiminde uyum içerisinde olması gereken üç unsur aşağıdaki gibi sıralanabilir [14]:

- Ses kaynağının yayılımı
- Sahnenin iletimi
- Salonun iletimi

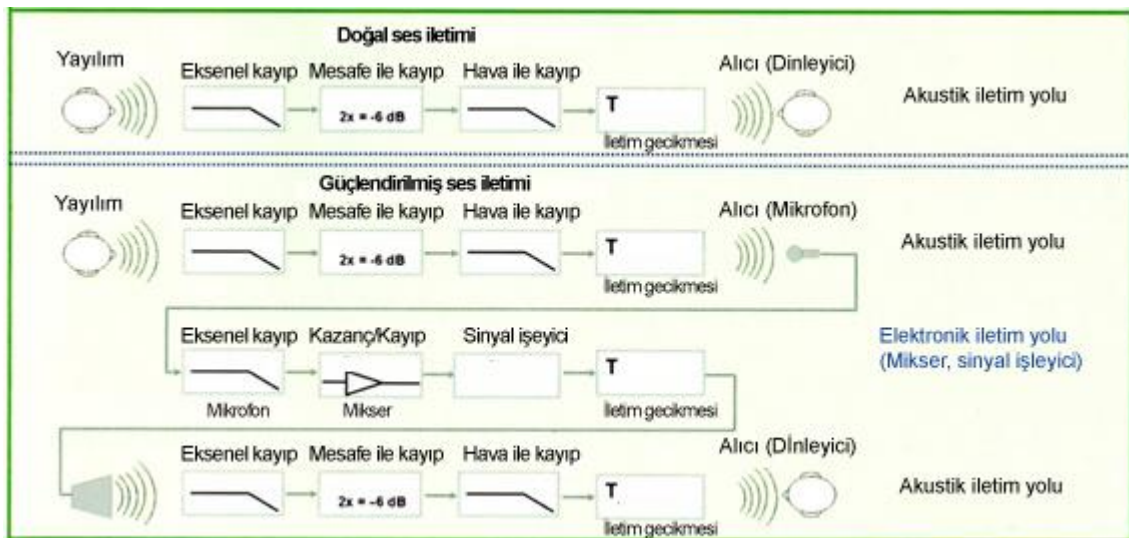
Sahnenin ve salonun aktif katkısı hem sanatçılar hem dinleyiciler için kesinlikle gereklidir ve iki grup arasında akustik ayırım yoktur, sesin zaman ve mekân içinde

sürekliliği söz konusudur [14]. Hacim, besteci veya orkestra şefinin ötesinde giden bir sese sahiptir ve hacim sesi tanımlar, ses hacmi tanımlar [14].

Sesin elektronik olarak dinleyiciye ulaşacağı rock veya pop müzik konseri gibi performanslarda ise, farklı bir düzende, yine üç bileşenin uyumu gerekmektedir:

- Her bir müzikal yayın kaynağı, sahneyi terk etmeden, kaynakların, birbirlerinden ve dinleyicilerden izole olmalarını sağlayan, hemen yakınında konumlanan mikrofonlarla yakalanır
- Ses sinyalleri, birbirlerinden bağımsız olarak, harmanlanacakları ve tonal içeriklerinin düzenleneceği mikse iletilir
- Mikslenmiş ses, performansçıların lokal ihtiyaçlarına en uygun desteği sağlayacak biçimde sahneye ve kontrollü yayın alanı sağlayacak biçimde, bölgelere ayrılmış dinleyici alanına gönderilir

İletimin izole alanlara ayrılması, sahneye farklı uzaklıklarda olsalar bile, her bir dinleyici alanının uygun sesi almasını sağlar [14]. Güçlendirilmiş ses uygulamalarında, hacmin sesinin, tek bir harmanlanmış kaynağı yoktur, bunun yerine, sesin bölgesel olarak dağıtılmış versiyonu vardır [14]. Şekil 3.29'da doğal ve güçlendirilmiş dolaysız sesin dinleyiciye ulaşana kadar geçirdiği süreç görselleştirilmiştir.



Şekil 3.29 Doğal ve güçlendirilmiş ses iletim yolu: Dolaysız ses [14]

Şekil 3.29'da görüldüğü gibi, doğal dolaysız ses yolu, yüksek frekansların hava ile yutulması sonucu filtrelenir, ses düzeyi de iletim yolu boyunca mesafe her iki katına

çıkıldığında 6 dB düşerek azalır (akustik iletim yolu). Güçlendirilmiş ses de mikrofona gelene kadar ve hoparlörden çıktıktan sonraki süreçte benzer özelliklerde iki akustik iletim yoluna sahiptir. Bu iki yolun arasında da akustik iletimin etkilerini dengeleyen elektronik iletim yolu devreye girmektedir.

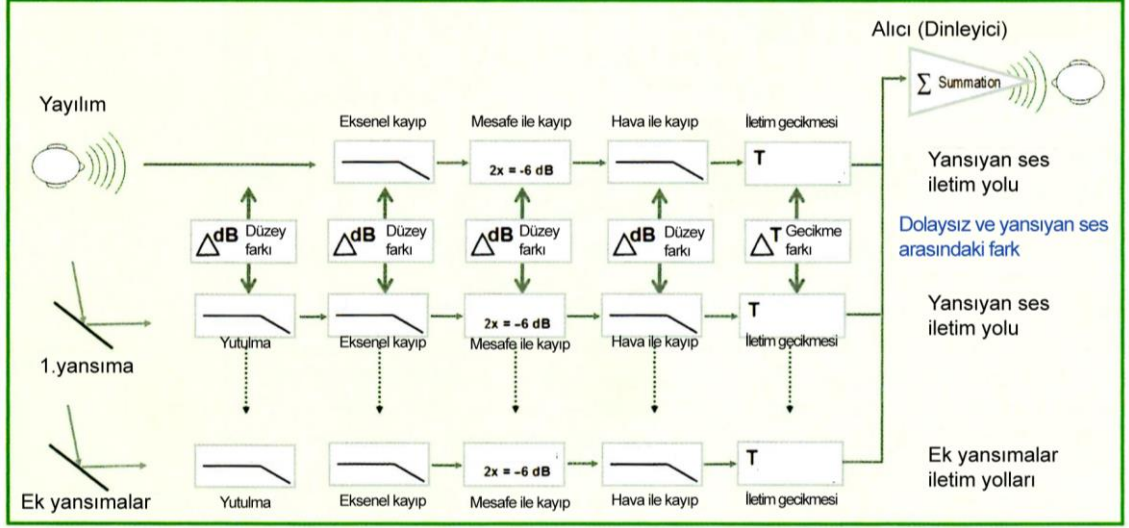
Doğal ses modelinde deneyimdeki bütünlüğe hiç bir şekilde ayırım yapılmadan ulaşılırken, güçlendirilmiş ses modelinde, tam tersine, tamamen ayırımlar yapılarak ulaşılır. Güçlendirilmiş seste, sesin sürekliliği mekân içinde söz konusudur ancak zamana karşı değildir. Aynı salon, bir gün rock konseri verilip, diğer bir gün sirk gösterisi yapılırken aynı sese sahip olmayacaktır. Dinleyicinin algılayacağı ses, gecedan geceye miksin değişmesi sonucu fark gösterecektir ve bu modelde hacim sesle tanımlanmaz, ses de hacimle tanımlanmaz [14].

McCarthy [14] doğal ve güçlendirilmiş sesin yayılım, iletim ve ulaşım özelliklerini aşağıdaki maddeler halinde ortaya koymuştur.

Doğal ses:

- Ayrı ayrı kaynaklar sahnede karışır,
- Yayılım, pek çok kaynak aracılığıyla, tek bir genel bölgede, sahnede başlar,
- Hacmin iletim desteği gerekmektedir,
- Yayılım yapan kaynaklar ve iletim ortamının ayrılmaması gerekmektedir, müzisyenler, sahne ve salon bütün olmalıdır,
- Ayırımın olmaması sayesinde ulaşan ses, düzey ve ton olarak homojen hale gelir.

Şekil 3.30'da doğal dolaysız ve yansıyan seslerin dinleyiciye ulaşana kadar geçirdiği süreç ve dinleyiciye ulaşan bileşik ses görselleştirilmiştir.



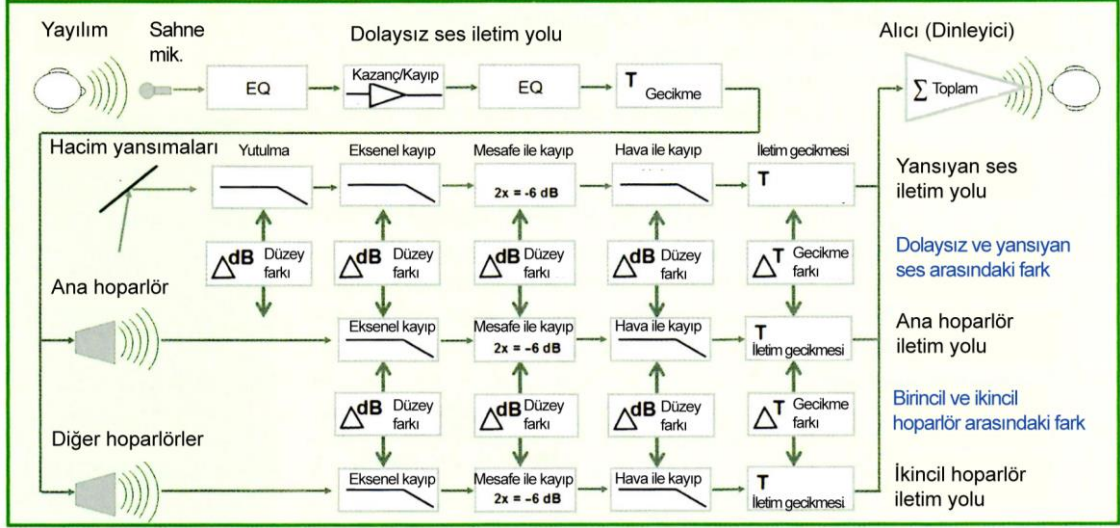
Şekil 3.30 Doğal sesin iletim yolu: Dolaysız ve yansıyan ses [14]

Şekil 3.30'da görüldüğü gibi, doğal sesin iletim yoluna hacim yansımaları dahil edilmiştir. Yansımaların ulaştıkları yüzeyde yutulmaları, yüksek frekanslarda hava filtrelenmeleri, mesafeye bağlı kayıpları ve iletim zamanları vardır. Bu değişkenlerin her biri ile ilişkili, dolaysız ses ve yansımalar arasındaki farklılıklar dinleyicinin deneyimlediği akustik ortamın belirleyici faktördür.

Güçlendirilmiş ses:

- Ayrı ayrı kaynaklar sahnede birbirlerinden izole edilmiştir, sahne de ana iletim sisteminden izole edilmiştir,
- Yayılım pek çok bölgede başlar: sahne, sahne monitörleri, salonun ana hoparlörleri, salonun yardımcı hoparlörleri,
- Hacmin iletim desteği geliştirici olarak opsiyoneldir, gereklilik değildir,
- Yayılım ve iletim yapan kaynakların ayrılması gerekmektedir, müzisyenler, sahne ve salonun her biri ayrıdır,
- Ayrım sayesinde ulaşan ses, düzey ve ton olarak homojen hale gelir.

Şekil 3.31'de güçlendirilmiş, dolaysız ve yansıyan seslerin ve ikincil kaynakların dinleyiciye ulaşana kadar geçirdiği süreç ve dinleyiciye ulaşan bileşik ses görselleştirilmiştir.



Şekil 3.31 Güçlendirilmiş sesin iletim yolu: Dolaysız ve yansımış ses ve ikincil kaynaklar [14]

Şekil 3.31’de görüldüğü gibi, güçlendirilmiş sesin iletim yoluna hacim yansımaları ve ikincil hoparlör kaynakları dâhil edilmiştir. Dinleyici, birincil hoparlörün yolu, birincil hoparlörün yansımaları, ikincil hoparlörün yolu ve şekilde görülmeyen ikincil hoparlörün yansımalarının bileşkesini duymaktadır. Hoparlör/hacim etkileşimi bir önceki şekilde görülen doğal iletimden farklı değildir. İkincil hoparlörün yolu göreceli düzey ve zaman farkından etkilenir. Her bir değişkene ilişkin, hem ana hoparlörden gelen dolaysız ses ve yansımaları, hem ikincil hoparlörden kaynaklı aynı etkileşimler arasındaki farklılıklar dinleyicinin deneyimlediği akustik ortamın belirleyici faktördür.

Ortaya konulduğu şekilde, iki model arasında en temel fark hacim yansımalarının önemi ve etkisidir. Sahne ve salon hacmi yüzeylerinin oluşturduğu yansımalar doğal akustik için en değerli, öne çıkan faktörler iken, elektro akustik için aynı olumlu değeri taşımamaktadır. Güçlü erken yansımalar, doğal akustiğin başarısının belirleyicilerindedir ancak elektro akustik için amaca zarar verici noktadadır [14]. Hacim akustiği, elektro akustik için en yararlı katkıyı, iletimi güçlendirmenin aksine, düşük düzeyli, yayıncı yansımalarla hacimlilik etkisini artırarak yapmaktadır [14].

Elektro akustik tasarımda sistemi olumsuz yönde etkileyen en önemli etken, mikrofonların ayrılmış biçimde kendi alanları ile ilgili sesleri toplamanın yanı sıra, diğer kaynakların ürettiği doğal sesi veya hoparlörlerin ürettiği güçlendirilmiş sesi yeniden iletim hattına sokmasıdır. Elektro akustik tasarımda dikkate alınması gereken bu riskler sisteme enerjinin çift kopya olarak girmesi (“duplicate entry”) ve güçlendirilmiş

enerjinin sisteme yeniden girmesi (“re-entry”) ile enerjilerin eklenerek, bileşik hale gelmesi (“summation”) olarak tariflenir [14]. Söz konusu riskler, elektro akustik sistemin, toplamda ortaya koyduğu sesin niteliğini bozmakta, sesin renklendirilmesi olarak hissedilmektedir. Elektro akustik tasarım sürecinde, enerjinin çift kopya olarak ve yeniden eklenerek sisteme girmesine karşı doğrultulu mikrofonların kullanılması, yakın yerleşim yapılması, kulak içi monitörlerin ve yönlü ana hoparlörlerin kullanılması gibi uygulamalar yapılmaktadır [14]. Bu açıdan değerlendirildiğinde, uzun yansıma süresine sahip olacak biçimde tasarlanmış bir salonda ortaya çıkan, sahnede üretilen doğal sesin yansımalarla güçlenerek, çeşitli kanallardan sisteme yeniden girmesi riski, elektro akustik tasarımın başarısını gölgeleyecek bir unsur olarak karşımıza çıkmaktadır.

Aktarılan bilgiler yüksek yansımaya sahip doğal akustik performanslara göre tasarlanmış bir hacimde, elektro akustik gereksinimleri olan performanslar sergilenmesi halinde karşılaşılabilecek sorunları ilkesel olarak ortaya koymaktadır. Söz konusu riskler doğal ve güçlendirilmiş sesin yayılım, iletim ve ulaşım modelleri arasındaki temel farklar dolayısıyla oluşmaktadır. Performans mekânlarının tasarım sürecinde, her iki senaryonun gereksinimleri, aktarılan bilgiler göz önüne alınarak değerlendirilmesi ortak başarıya ulaşılması adına büyük önem taşımaktadır.

3.4.2 Hacim Akustiği Parametreleri ve Doğal ve Elektro Akustik Tasarım Yöntemleri

Performans sanatlarının sergilenmesi için tasarlanan salonlarda, doğal akustik tasarımcıların ve elektro akustik tasarımcıların her ne kadar rolleri farklı olsa da amaçları aynıdır. Ancak, ortak hedefe ulaşmak için izledikleri yol ve ortaya koydukları tasarım yaklaşımları neredeyse zıt kutuplardır. Her iki rolün de değer kazandığı performans mekânlarında bütünleşik tasarım kurgusunun kurulması kaçınılmazdır. Ortak çözümler ortaya koymak için yaratıcı yollar bulunması amacıyla, her iki disiplinin de birbirlerinin rollerine gerekli düzeyde aşına olmaları, saygı ve anlayış göstermeleri gerekmektedir.

Hem elektro akustik hem doğal akustik tasarım süreçlerinin birlikte değerlendirilebilmesi için birbirleri ile uyumlu spesifik hedeflerin belirlenmesi ve bu hedeflerin sayısal karşılıklarının incelenmesi gerekir [14]. Doğal akustik tasarım

hedefleri olarak Beranek tarafından belirtilen [48] hacim akustiği parametreleri doğal ses de olsa, hoparlörden gelen ses de olsa, günümüzün dinleme deneyimi ile hala ilişkilidir [14]. Dinleyici üzerinde öznel deneyimin başarıya ulaşması her iki disiplin için de mümkündür ancak önemli nokta, uygun öznel sonuçlara ulaşmak için izlenen nesnel yollar arasındaki farklılıklardır [14]. Tezin bu bölümünde, söz konusu öznel parametrelere ulaşılması için izlenen doğal ve elektro akustik tasarım yaklaşımları aktarılacaktır.

Hacim akustiği parametrelerini optimum düzeye çıkartarak dinleyicilere keyifli bir deneyim sunmak için doğal ve elektro akustik modelin tasarım yaklaşımları incelendiğinde karşımıza çıkan birinci temel fark kaynak yeri, ikincisi de kaynağın kapsadığı dinleyici alanıdır. Doğal akustik tasarımda kaynağın sahnede konumlandığı, doğrultusuz (omnidirectional) olduğu varsayılır. Tüm nesnel hacim akustiği parametreleri hesapları bu varsayıma göre yapılır. Çünkü uygulamada da doğal kaynak, sahne alanında konumlanacak ve bu alandan yayılan ses enerjisinin tüm hacmi doldurarak tüm dinleyici alanını beslemesi beklenecektir. Bu anlamda, sahne ile dinleyici alanı hacimleri bütün olarak değerlendirilir ve sesin gerek düzey gerekse frekans cevabı açısından tüm dinleyici alanında düzgün yayılmışlığı bu bütünsellik içinde, hacim yansımalarının bileşkeleri ve hacim yüzeylerinin yansıtma, yutma veya dağıtma özelliklerinin frekansla ilişkisi değerlendirilerek sağlanır.

Elektro akustik tasarımda ise farklı doğrultululuk özelliklerine sahip farklı kaynaklar dinleyici alanı içerisinde belirlenen kapsama alanlarına göre yerleştirilir. Yüksek doğrultululuk özellikleri olan hoparlörlerin kullanılması dolaysız sesin yansımış sese oranını (“direct to reverberant ratio”) arttırmakta, dinleyici alanlarının bölümlere ayrılması, mesafeyle doğan farkların en aza indirgenmesini, tüm dinleyici alanına ulaşacak dolaysız sesin düzeyinin artmasını ve yansıyan seslerin maskelenmesini sağlamaktadır [14]. Bu durumda hacmin bütünselliğinin aksine akustik bölümlenmesi söz konusu olmaktadır. Bu nedenle elektro akustik tasarımda hacim yüzeylerinin etkisi her bir kaynak noktası için farklı sonuçlar doğurmaktadır.

Bu iki temel farkın haricinde her bir akustik parametreye ulaşmak için doğal ve elektro akustik tasarım yöntemlerinin gereklilikleri ve bu gerekliliklerin hangi parametrelerde benzerlik, hangilerinde farklılık gösterdiği ve hangilerinde tamamen çelişkili durumlar

ortaya koyduğu McCarthy tarafından [14] aktarılmıştır. Bu aktarımdan ve literatürde, doğal akustik tasarım yöntemleri ile ilgili olarak ulaşılabilen bilgiler derlenerek, doğal ve elektro akustik tasarım yöntemleri, öznel sonuçlar ve nesnel belirlemeler, akustik parametrelerle ilişkilendirilerek Çizelge 3.4'te sunulmuştur.

Çizelge 3.4 Doğal ve elektro akustik tasarım yaklaşımları

AKUSTİK PARAMETRELER	ÖZNEL SONUÇ	NESNEL BELİRLEME	DOĞAL AKUSTİK ETKEN/UYGULAMA	ELEKTRO AKUSTİK ETKEN/UYGULAMA	BÜTÜNLEŞİK TASARIM YAKLAŞIMI	
Yansıma	Yansıma (Reverberation)	T_{60} , T_{30} , T_{20}	Hacim büyüklüğü, yüzey alanları, yüzey malzemeleri yutuculuk değerleri, dinleyici sayısı	Farklı programlar ve enstrümanlar için mikrofonlarla toplanan sese hoparlöre iletilmeden önce elektronik olarak yansıma etkisi eklenmesi	Elektro akustik performanslar için hacimliliği destekleyecek, sistemin sağladığı tonal kaliteyi bozmayacak düşük yansıma süresi	
		EDT	Yansıma etkenlerine ek olarak kaynağa yakın yüzeylerin biçimlenişi ve malzemeleri			
	Tını; Ses Rengi (Timbre)	Sıcaklık (Warmth)	BR (Bass Ratio)	Frekansa göre yansıma süresi dengesi, alçak frekansların uzaması	Düşük frekanslarda yeterli güç kapasitesi, doğrultu kontrolü	Elektro akustik performanslar için frekansa göre yansıma süresi değerlerini dengeleyecek önlemlerin alınması
		Parlaklık/Canlılık (Brilliance)	TR (Treble Ratio)	Frekansa göre yansıma süresi dengesi, yüksek frekansların uzaması	Hoparlörlerin salon geneline yüksek frekans dağılımı yapması	
Erken ve Geç Yansımalar Arasındaki Denge / Netlik ve Yansıma Arasındaki Denge	Dinleyiciye erken ulaşan net ses veya geç ulaşan yansımış ses	T_s - Merkez Zamanı (Center Time) /Ağırlık Merkezi Zamanı (Point of Gravity Time)	Yansıma ve EDT etkenleri	Uygulamada EDT ile yakından ilişkili olması nedeniyle yansıma ve EDT'ye yönelik olan uygulama ve yaklaşımlar T_s için de geçerli kabul edilebilir.		
Netlik (Clarity)	İcradaki/ konuşmadaki ayrıntıların algılanması, net ve belirgin ses	C_{80} (müzik)	Yansıma denetimi, kaynağa yakın bölgelerde yüzey biçimlenişi, yüzey malzemeleri ve yutuculuk değerleri, bu yüzeylerden gelen erken yansımalar. Samimilik, yansıma ve gürültünün optimum dengesi	Hoparlör konumlanışı, doğrultulu hoparlörler, ayrı kapasite alanları, dikkatlice işlenen bölümler	Tasarım sürecinde doğal veya elektronik ses kaynağı dikkate alınarak 50 veya 80 ms içinde gelen yansımaların kontrolü	
Açıklık (Definition) / Ayırdedilebilirlik (Distinctness)		C_{50} (konuşma)				
		D_{50} (konuşma)				
Konuşmanın Anlaşılabilirliği	Konuşmadaki ayrıntıların algılanması	STI - Konuşma İletim Katsayısı/ RASTI, AI, Alcons	Düşük geriplan gürültü düzeyi, kısa yansıma süresi	Dolaysız ses düzeyinin yansımış ses düzeyine oranı	Düşük yansıma süresi değerleri	
Doku (Texture)	Sesin düzgün yayılmışlığı	Zamansal ve mekânsal denge Hacmin öz frekansları	Mimari biçimleniş, salon genelinde dikkatlice dağıtılmış ve sıralanmış yansıma örgüsü	Farklı giriş kanallarına bağımsız olarak elektronik yansıma uygulanması	Yansıma süresi değerlerinin hacim genelinde dengeli ve düşük olması	
Düzye	Gürlük/Seslilik (Loudness)	SPL_t - Toplam Ses Basınç Düzeyi, G - Güç (Strength Index) S/N oranı	Hacim büyüklüğü, kaynak-son dinleyici uzaklığı, erken yansımalar, dinleyici sayısı, yansıma süresi, düşük geriplan gürültüsü	Hoparlörlerin doğrultululuk özellikleri dikkate alınarak bölgelere ayrılması, yeterli güç kapasitesi	Düşük yansıma süresi değerleri, hacmin elektronik sistemin dengesini bozması	
	Dinamik Enginlik	İcradaki en düşük ve yüksek düzey farklarının algılanması	NR/NC	Sistemin maksimum güç kapasitesi, düşük geriplan gürültüsü		

Çizelge 3.4 Doğal ve elektro akustik tasarım yaklaşımları (devam)

AKUSTİK PARAMETRELER		ÖZNEL SONUÇ	NESNEL BELİRLEME	DOĞAL AKUSTİK ETKEN/UYGULAMA	ELEKTRO AKUSTİK ETKEN/UYGULAMA	BÜTÜNLEŞİK TASARIM YAKLAŞIMI	
Mekânsal Algı	Hacimlilik (Spaciousness)/ Hacim Etkisi (Spatial Impression) / Sarmalanmışlık	İşitsel (Algılanan) Kaynak Genişliği (Apparent Source Width - ASW)	LEF Yanal Enerji Oranı (Lateral Energy Fraction) / Erken Yanal Enerji Oranı; LF80	Plan biçimlenişi, dinleyici alanı genişliği, yan yüzeylerden gelen erken yansımalar (ilk 80 ms)	Hoparlör yerleşimi, doğrultululuk özellikleri, doğal kaynağa yakın bulunan ve yan yüzeylerde konumlanan hoparlörlerden gelen dolaysız seslerin düzey ve zaman açısından dengelenmesi	Doğal kaynağa yakın bulunan hoparlörden gelen dolaysız sesin, yan yüzeylerden gelen erken yansımalarla desteklenmesi	
		Dinleyicinin Sesle Kuşatılması (Listener Envelopment - LEV)	LG	Plan biçimlenişi, dinleyici alanı genişliği, yan yüzeylerden gelen geç yansımalar		Doğal kaynağa yakın bulunan hoparlörden gelen dolaysız sesin, yan yüzeylerden gelen geç yansımalarla desteklenmesi	
			IACC				
Akustik Samimilik (Intimacy)		Dinleyicinin icraya yakın hissetmesi	ITDG – Initial Time Delay Gap	Dolaysız sese göre 5dB düzey ve 20ms zaman farkı içinde gelen güçlü erken yansımalar	Yüksek güçte veya üstüste binen hoparlör ışınları, hoparlörlerin bölgelere ayrılması, doğrultu kontrolü	Düşük yansıma süresi değerleri, hacmin elektronik sistemin dengesini bozması	
İcracılar	Birliktelik (Ease of ensemble)	Müzisyenlerin birbirlerini ve kendilerini iyi duması	STeary	Sahnedeki kaynakların birbirleri ve hacim ile birleşimi, sahnede güçlü erken yansımalar	Sahnedeki kaynakların birbirleri ve hacim ile ayrımı, ayrı alınan sinyallerin mikserde birleştirilmesi, bireysel ayarlanabilir sahne monitör sistemleri ile geri verilmesi	Sahnedeki monitörlerden gelen sesin, yüzeylerden yüksek düzeyli yansıma yapmasına karşı gerekli önlemlerin alınması	
	Destek (Support)	Sahne yaratılan müziğin hacmi doldurmasına, hacmin destek olması	STlate	Sahnedeki geç yansımalar			
	Denge	Enstrümanların ve vokalin dengesi, uygun düzeylerde duyulması	-	Sahne biçimlenişi, enstrümanların ve sahne yüzeylerinin konumlanması, sahne ve salon yansımaları			Sahnedeki ayrı alınan kaynakların miks sırasında elektronik olarak dengelenmesi
	Harmanlanma	Enstrümanların uyum içinde karışması	-	Sahne büyüklüğü, sahne yüzeylerinin yansıtıcılığı ve dağıtıcılığı, sahnede enstrümanların aralarındaki mesafe			Çoklu iletim kanalları ile enstrümanlar harmanlanır (sağ, sol, surround)

3.5 Performans Mekânlarında Bütünleşik Akustik Tasarım Yaklaşımı ve Değiştirilebilir Akustik Tasarım

Performans mekânlarında aynı hacmin hem doğal akustik hem elektro akustik tasarım yöntemleri için kullanılabilir olması, her iki tarafta yer alan tasarımcılarının birbirleri için önem taşıyan hassas noktaları anlamaları ve tasarım sürecine, birlikte, bu anlayışı yansıtmaları ile mümkün olabilecektir. Bu süreçte özellikle sahnedeki icracılar için birliktelik ve dinleyici alanı için samimilik, tonal denge ve sesin düzgün yayılmışlığı parametreleri irdelenmelidir. Elektro akustik sistem kurgusunda, sahnedeki birlikteliğin, monitör sistemi teknisyeni ve sanatçılar arasında çözülebileceği varsayılabilir, ancak geriye kalan üç parametre için zıtlık aynı kaynağa dayanmaktadır; güçlü yansımalar [14].

Her iki tasarım modeli için çalışan bir salon tasarlama yaklaşımlarından biri sergilenecek performansın gereksinimlerine göre, salonun yansıma yapısını modifiye etmektir. Bu yaklaşımda izlenilen yol, salonu doğal ses gereğince tasarlamak, güçlendirilmiş ses devreye gireceği durumlar için de istenmeyen yansımaları önleyecek değiştirilebilirliğe olanak tanıyacak ortamı hazırlamaktır. Doğru yaklaşımlarla optimum tasarım yapıлып, doğal ve elektro akustik tasarım yaklaşımlarının gerektirdiği yansıma karakterlerinin uygulandığı farklı senaryoların aynı hacim için ortaya konması halinde bu yöntem çözüm olarak kullanabilecektir.

Bütünleşik tasarım kapsamında alternatif olabilecek bir başka yaklaşım, doğal ve güçlendirilmiş sesin iletim modellerinin bir araya getirilerek tasarım sürecinin gerçekleştirilmesidir. Bu yaklaşımda sahnedeki ses kaynaklarının sinyalleri birbirlerinden bağımsız alınmalı, sahnedeki enstrümanların düzeyleri dikkatlice kontrol edilmelidir. Böylelikle, hoparlör sistemi tamamlayıcı rolünü oynayabilecektir [14]. Bu yaklaşımda, seslendirme sistemi, doğal sese, iki iletim modelinin hacim içindeki zaman ve düzey açısından buluşmasını sağlayan faz düzenleyici köprü gibi eklenmelidir [14].

Bir başka yaklaşım, müzikal tiyatrolarda sıklıkla kullanılmaktadır [14]. Vokal anlaşılabilirliğine göre hacimliliğin öneminin daha az olduğu durumlarda yüksek doğrultululuğu olan sistem, vokale uygulanır, ayrı bir çok kanallı sistem, kimi zaman orkestra çukurundan gelen doğal sese harmanlayarak, müziği geniş kapsama alanı olan

sistemlerle iletir [14]. Bu sistemde, hacimdeki yansıma, vokalin anlaşılabilirliğini bozmadan, müziğe hacimlilik etkisini katan olumlu bir unsur olarak görev almaktadır.

Değiştirilebilir elektro akustik tasarım yaklaşımı, günümüzde uygulanabilen bir diğer bütünleşik tasarım yaklaşımıdır. Değiştirilebilir elektro akustik tasarımda sistem salon içerisinde çok yönlü, yayıncı mikrofon ve hoparlörlerle, dinleyici sesi dahil bütün akustik enerjiyi çok yönden toplar ve çok yönden dağıtır. Bu yaklaşımın başarısını sınırlayan iki unsur sistemin durağanlığı (“stability”) ve inandırıcılığının (“credibility”) sağlanmasıdır [14]. Her bir farklı senaryoda sistem durağan olmayan değişken girdiler alıp, değişken sonuçlar vermektedir ve bu durum akustik geribesleme riskini artırır, bu nedenle, hoparlör yerleşimi kontrollü ve dikkatli yapılmalıdır. Sistemin inandırıcılığını yitirmemesi için ise sağlanan yansımış ses alanının salonun mimari nitelikleri ile orantılı olması gerekmektedir. Bu sistemler, koşullar doğru uygulandığında, yansıma süresinin elektronik olarak kontrol edilebilmesinin yanı sıra, seslendirme sistemine hacimlilik etkisi de katmaktadır [14].

Bu bölüm kapsamında en etkin bütünleşik tasarım yaklaşımı yöntemi olan değiştirilebilir akustik tasarım, doğal ve elektro akustik modeller dikkate alınarak açıklanmıştır.

3.5.1 Değiştirilebilir Doğal Akustik Tasarım

Farklı performansların farklı akustik gereksinimlerinin olması ve performans mekânlarında birden fazla işlevin aynı salonda sunulması, hacimlerde değiştirilebilir akustik tasarım yaklaşımlarının geliştirilmesi sonucunu doğurmuştur. Tezin bu bölümünde, salonların mimari ve iç mimari özelliklerinde yapılan farklılaştırmalarla uygulanan değiştirilebilir doğal akustik tasarım yaklaşımlarına ve bu yaklaşımların işlev ve performansa göre sağlayacağı olanaklara yer verilecektir.

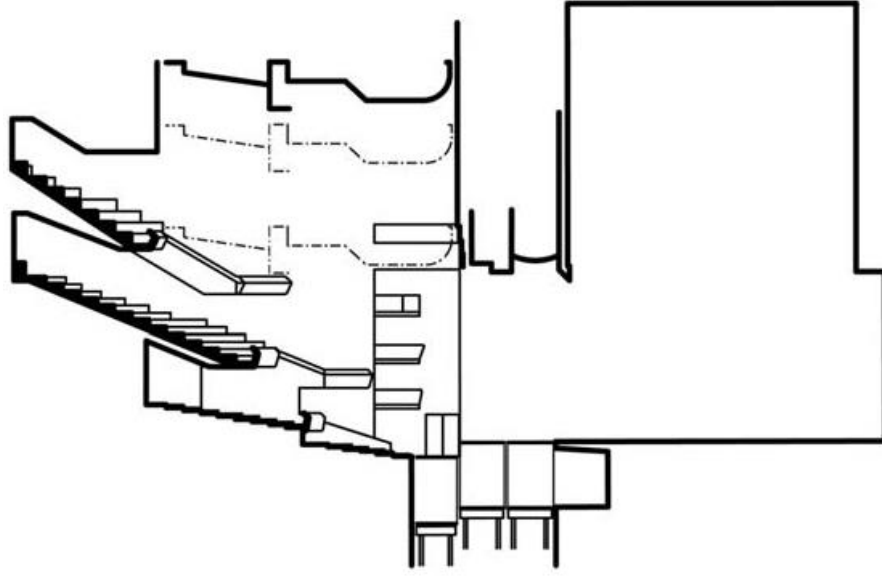
Performans mekânlarında yapılan fiziksel değişikliklerin öznel olarak algılanabilmesi için azımsanmayacak büyüklükte olması, salonun akustik karakterinin değişebilmesi için yüzeylere uygulanacak küçük detaylardan ciddi değişikliklerin yapılması gerekmektedir. Bu anlamda yansıma süresi parametresinin değiştirilebilir olması, elde edilebilecek en değerli akustik değişikliktir [6]. Sabine denkleminde bakıldığında,

değiştirilebilir yansım süresi değerinin salonun hacminde veya salondaki toplam ses yutucu yüzey alanında yapılacak değişikliklere bağlı olduğu görülmektedir. Bu amaçla farklı noktalarda avantajları ve dezavantajları olan değiştirilebilir akustik ortam yöntemleri bölüm kapsamında sunulmuştur.

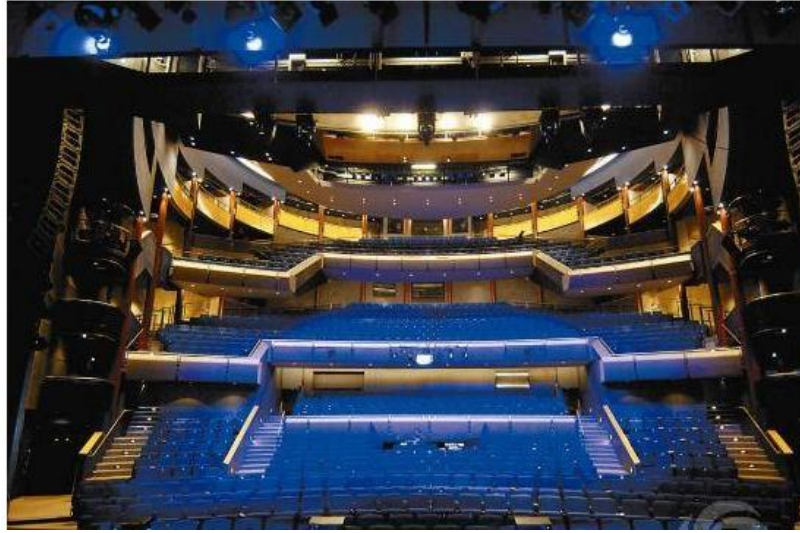
3.5.1.1 Değiştirilebilir Salon Hacmi

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. Söz konusu uygulamalara balo salonları, toplantı salonları veya derslikler gibi mahallerde ve döşemenin eğimsiz olduğu hacimlerde daha sık rastlanmaktadır.

Performans mekânlarında ise gereksinim duyulan değişken akustik ortamın yaratılması için yatay hareketli yüzeylerle oluşturulan hareketli tavanlar daha etkin yöntemlerdir [6]. 1960lar ve 1970lerde başlayan hareketli tavan uygulamalarında, tavan hareketli pek çok parça panelden oluşmakta veya tek bir eleman olarak hareket ettirilmektedir [6]. 1999 yılında İngiltere’de uygulanan “Milton Keynes Theatre” salonunda tavan paneli tek bir eleman olarak hareket etmekte, 3 farklı seviye ile 3 farklı hacim büyüklüğü sunmaktadır. Mimari tasarımı Blonski Heard Architects ve akustik danışmanlığı Arup Acoustics tarafından yapılan salon, dinleyici alanında konumlanan iki balkon ve sahne üzeri sofita kulesi ile tiyatro, müzikal, opera, bale ve orkestral konserlerin sergilenmesi amacıyla tasarlanmıştır. Tavan yüzeyinin en üst seviyesi, salon hacmini arttırarak yansım süresinin orkestral müziğe uygunluğunu sağlamıştır. İkinci seviye, 1250 kişilik tiyatro performansları için optimum ortamı sağlarken, en alt seviye ikinci balkon dinleyici alanını da kapatarak, salonu, 850 kişilik tiyatro performansları için uygun hale getirmektedir (Şekil 3.32, Şekil 3.33). Müzik işlevli performanslarda sahneye orkestra kabuğu konmakta, düşük yansım süresi gerektiren tiyatrolarda ise yan yüzeylere ek yutucu perdeler konmaktadır. Yansım süresi salonda 1.1 sn ile 1.5 sn arasında değişkenlik göstermektedir [6].



Şekil 3.32 Milton Keynes Theatre, tavan konumlarını gösteren kesit [6]

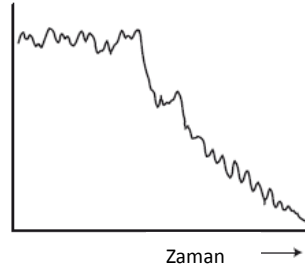


Şekil 3.33 Milton Keynes Theatre [56]

3.5.1.2 Yansıım Odaları (Reverberation Chambers)

Yansıım odaları; salon hacminin etrafında konumlandırılan, kapılarla hacimde değişken bileşiklik etkisi oluşturan hacimlerdir [6]. Yansıım odaları eklendikleri salon hacmini arttırmazlar ancak, salon hacminin bütünsel olarak artmasından farklı olarak küçük alanlarla salona bağlanırlar ve ortaya çıkan akustik etki de bir önceki bölümde aktarılandan farklı olur. Salon hacmi ile yansıım odalarının hacmi bileşik hacim olarak çalışır. Salonun yansıım süresi düşüşü çift eğimli olur (Şekil 3.34); birinci eğim salon hacmi tarafından belirlenirken, ikinci eğim yansıım odaları hacimleri tarafından

belirlenir. Yansıım odalarının birleşme alanı ve hacimlerin yansıım oluşturmaları uygulamada önem taşımaktadır. Böylelikle, yeterli ses enerjisi yansıım odasına girebilmeli ve sonrasında yavaş yavaş salon hacmine geri karışmalıdır [6].



Şekil 3.34 Çift eğimli yansıım süresi grafiğı [6]

Salonun toplam hacminin değıştirilmesi, dinleyici üzerinde, hem kaynaktan gelen ses devam ederken ki yansıım algısını (“running reverberation”) hem de kaynak durduktan sonra algılanan yansıımı (“terminal reverberation”) birlikte etkiler. Yansıım odaları ise sadece kaynak kapatıldıktan sonra algılanan yansıımı etkiler, bu nedenle yansıım odalarının hacim akustiğı üzerindeki etkisini dinleyiciler ancak müzikal performanstaki suslarda, sesin bütün düşüşü duyulabilir olduğı durumlarda algırlar. Bu algıyla dinleyiciler salonun gözleri ile gördüklerinden daha büyük olduğı etkisini hissederler [6].

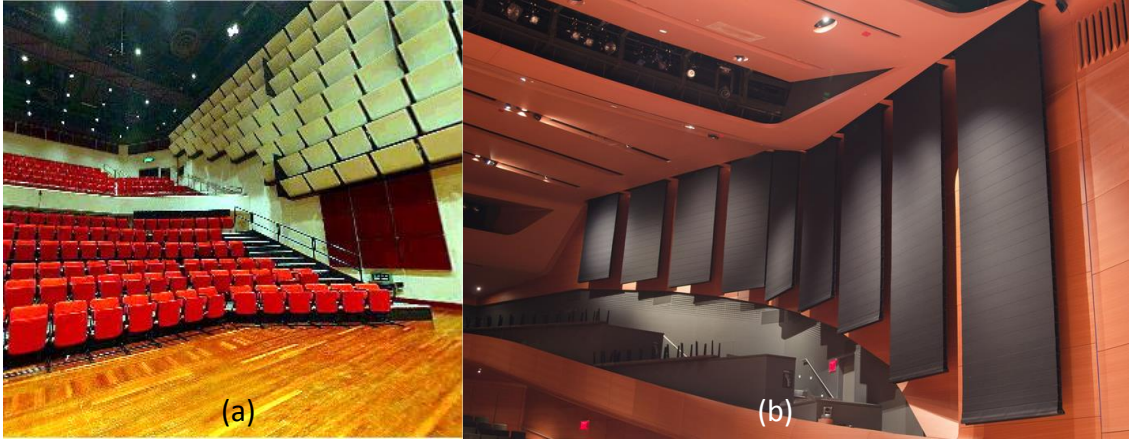
Yansıım odalarının önemi pek çok akustik danışman tarafından sorgulanmakla beraber, salonlara katacakları değıştirilebilir akustik ortamın etkinliğinin sadece farklı tip müzik performanslarıyla sınırlı olduğı belirtilmektedir [6].

3.5.1.3 Yüzeylerde Değıştirilebilir Akustik Özellikler

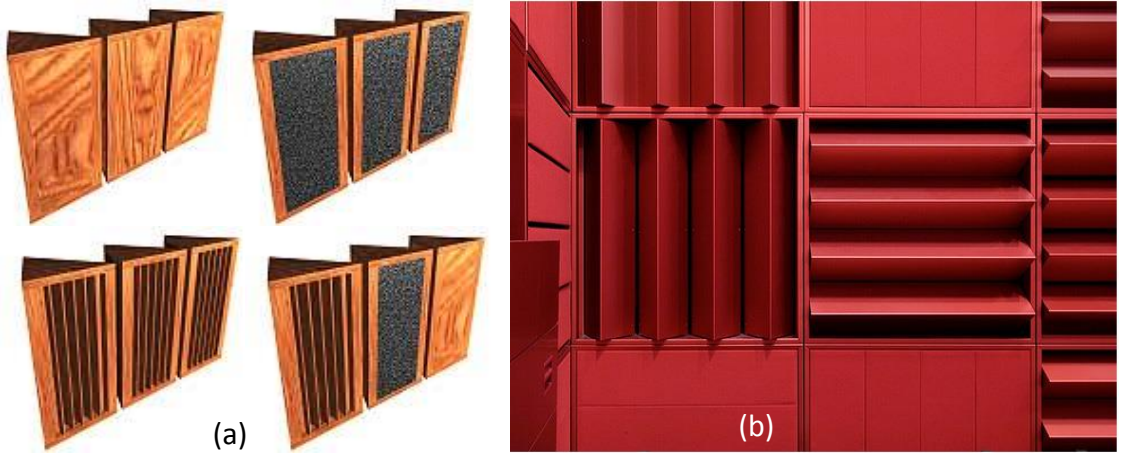
Salon yüzeylerinde değıştirilebilir malzeme uygulamalarının yapılması salonlarda belki de en çok rastlanan değıştirilebilir akustik uygulamasıdır. Aynı yüzeyin farklı kullanımlarda yansıtıcı, yutucu veya dağıtıcı olması farklı uygulamalarla sağlanabilir:

- Salon yüzeylerinin üzerine açılıp kapanabilen kanatların konması (Şekil 3.35-a)
- Motorlu perde sistemleriyle yüzeyin kaplanması (Şekil 3.35-b)
- Yüzey panellerinin döndürülebilir olması (Şekil 3.36-a)
- Hareketli panellerin hacim içerisine yerleştirilmesi (Şekil 3.36-b)

Ancak söz konusu uygulamaların salonun yansım süresi üzerinde etkili olabilmesi için yüzey alanının yeterli büyüklükte olması gerekmektedir. Bu açıdan değerlendirildiğinde, yüzeylerde uygulanan değiştirilebilir özellikler küçük salonlarda daha etkin sonuç vermektedir. Ayrıca, yüzeylerin yutuculuk karakteri açısından ağırlık ve gözenekliliğinin doğru ayarlanmış olması, sistemlerin frekansa göre yutma çarpanlarının dikkate alınmış olması gerekir. Salon yüzeylerinin yanı sıra ses yutucu perdeler sahne alanında, duvarlara yakın konumlanan yüksek düzeyli enstrümanların sesinin dengelenmesi amacıyla da uygulanabilir. Hacim yüzeyleri ile entegre hareketli elemanların konumlandırılmasıyla yüzeylere dağıtıcılık etkisinin de değiştirilebilir olarak eklenmesi mümkündür. Ancak yüzeylerin dağıtıcıya dönüşmesiyle elde edilecek etki yansıtıcı veya yutucuya dönüşmesiyle elde edilecek etkiden daha zayıf olacaktır [6].



Şekil 3.35 (a) Hong Kong Academy for Performing Arts [57] (b) Alice Tully Hall, Juilliard School of Music, New York [58]



Şekil 3.36 (a) Triffusors® [59], Acoustic GRG Products Ltd, RPG (b) Danish Radio Concert Hall Studio 4 [60]

Yüzeyle eklenecek yutucu uygulamasıyla salonun yansım süresinin değiştirilmesinin doğurabileceği iki olumsuz sonuç vardır:

- Kaynaktan yayılan sesin düzeyi düşer
- Erken yararlı yansımalar sönümlenebilir

Her iki durum da doğal konuşma veya müzik sesinin devrede olduğu performanslarda önem taşımaktadır. Kaynaktan çıkan ve yansımalarla dinleyiciye ulaşacak ses düzeyinin yutulması azaltılması veya hacim içinde yutucu malzemelerin geç yansımış sesi etkileyecek şekilde konumlandırılmayıp, duvarlardan gelecek erken yansımaları engelleyecek şekilde konumlandırılması istenmeyen sonuçlar doğuracaktır. Ancak salonların seslendirme sistemleriyle güçlendirileceği performanslar için bu sonuçlar önem taşımamakta, aksine ekstra yutuculuk tercih edilmektedir. Bu durumda, söz konusu uygulamaların küçük hacimlerde seslendirmeli performanslar sergilendiği durumlarda uygulanmasının optimum koşulları sağlayacağı söylenebilir.

3.5.1.4 Hareketli Yansıtıcılar ve Orkestra Kabuğu

Salonlarda hareketli yansıtıcı yüzey, kanopi uygulamaları sahneden gelen ses enerjisini gerek sahnedeki icracılara gerekse dinleyici alanına yönlendirmek üzere 1950lerden beri özellikle konser salonlarında yapılmakta olan bir yöntemdir [6]. Uygulamada yüzeylerin yüksekliklerinin ve açılarının ayarlanabilir olması, değişken akustik ortam koşullarını hacimlere getirirken, tercih edilen performanslarda kullanılıp, tercih edilmeyen performanslarda kullanılmaması esnekliğini sağlamaktadır. Söz konusu yaklaşımla tasarlanan Queen Elizabeth Hall (1967, Londra) 'da yapılan incelemelerde sahne üzeri yansıtıcının orkestral performanslarda tercih edilmediğini, solo piyano resitalinde ise tercih edildiğini ortaya koymuştur [6].



Şekil 3.37 Queen Elizabeth Hall, London [6]

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 açıklığı ile bağlandığı ve sahne üzerinde dekor kulesinin olduğu performans mekânlarının özellikle seslendirmesiz, orkestral müzik performanslarına uygun akustik şartlara sahip olması için sahne alanına Şekil 3.38’de örneği görülen hareketli orkestra kabuğu sistemi tasarlanır.

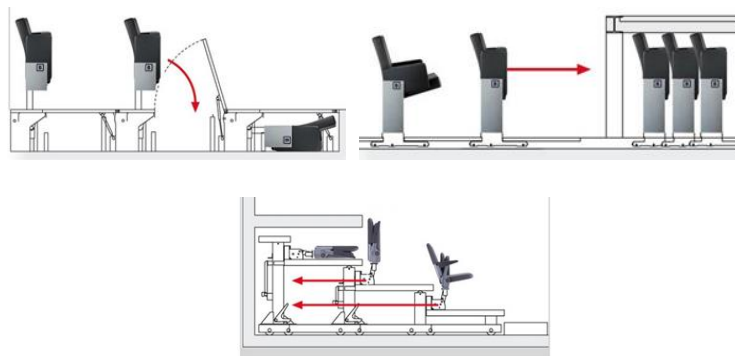


Şekil 3.38 Hareketli orkestra kabuğu örneği; Wenger Corporation, Diva® Full-Stage Acoustical Shells [61]

Orkestra kabuğunun yan panelleri modüler olup, performans sonrasında belli bir alanda depolanabilir, üst panelleri ise sofita kulesinin içerisinde asılı olarak konserler sırasında istenilen açıya getirilebilir. 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. Long'a göre [8] 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. Orkestra kabuğunun sesi dinleyici alanının belli bir noktasında odaklayacak geometriye sahip olması durumunda panellerin dışbükey yüzeylerden oluşturularak sesin dağıtılması hedeflenmelidir.

3.5.1.5 Değiştirilebilir Dinleyici Sayısı

Dinleyici alanı, performans mekânlarındaki en etkin yutucu alanlardan birisidir. Bu nedenle dinleyicilerden gelen yutuculuk, salonun yansım süresini büyük oranda etkilemektedir. Salonlarda çeşitli konfigürasyonlarıyla dinleyici alanının değiştirilmesi, orkestra çukurunun hareketli olarak kullanılmayacağı performanslarda dinleyici alanına eklenmesi, koltukların zemin içine gizlenebilir olması gibi yöntemlerle dinleyici sayısında değişiklikler yapılmaktadır. Koltukların gizlenmesine çeşitli uygulamalar Şekil 3.39'da sunulmuştur.



Şekil 3.39 a) Matasub Seating b) Mutaflex Seating c) Telescopic Tribune, Figueras [62]

3.5.2 Elektro Akustik Sistemlerle Hacim Akustiği Algısı Üzerinde Yapılabilen Değişiklikler

Elektro akustik tasarımın performans mekânlarında sunduğu olanaklar yalnızca sahnede sergilenen performansın üretimi ve hoparlörlere iletilerek dinleyiciye ulaştırılması ile sınırlı değildir. Elektro akustik ekipmanların tasarım, üretim ve satışını yapan firmalar, günümüzde geliştirdikleri tekniklerle, performans mekânları içerisinde, özel tasarlanmış mikrofonların ve hoparlörlerin yerleştirilmesi ile sunulan projelendirme çalışmaları sonucunda, sahnede canlı olarak üretilen sesin, dinleyiciye, farklı hacim akustiği etkilerine sahip olarak ulaştırılması sağlanmaktadır. Böylelikle, aynı hacimde farklı performanslar sırasında, üretilen ses, hoparlörlerden farklı hacim akustiği etkileri işlenmiş olarak çıkmakta, aynı salon, elektronik olanaklarla oluşturulmuş kurgular çerçevesinde, dinleyici üzerinde farklı akustik etkiler bırakır hale gelmektedir. Salonun hacim akustiği parametrelerinin, farklı işlevlerde, farklı değerlere sahip olmasına olanak sağlayan bu sistemlerle, performans mekânlarında değiştirilebilir akustik tasarım elektronik olarak sunulmaya başlanmıştır.

Dünyadaki öncü elektro akustik firmaları, bu alanda çeşitli sistemler geliştirmişlerdir. Örneğin “Meyer Sound” firmasının “Constellation”, “Müller BBM” firmasının “Vivaldi” ve “Lexicon” firmasının “Lares” sistemleri bu konudaki öncü çalışmaları ve uygulamaları ortaya koymaktadır. Tez kapsamında “Meyer Sound - Constellation” sistemi incelenmiştir. Söz konusu sistemin temel amacı, tek bir düğmeye basarak salonun akustik karakterinin iyileştirilmesinin ve farklı etkinliklere optimum akustik cevabı vermesinin sağlanmasıdır. Kaliteli doğal sesle bir araya gelen elektronik olanakların ortaya koyacağı bu esneklik, çok amaçlı salonun ev sahipliği yapacağı performansların çeşitliliğini arttırırken, dinleyicilerin de işitsel anlamda tatmin olmasını hedeflemektedir. Sistemin genel amacı, salonlardaki yansıım süresi değerlerinde farklılıklar ortaya koyarak konuşma işlevli performanslardan müziğin çeşitli türlerine kadar geniş bir aralık için salonu uygun hale getirmek, erken yansımalar ve salon genelindeki diğer yansımalar arasında denge sağlayarak sahnedeki icracıların yararlı yansımaları almaları ve işitsel açıdan konfor ortamı içerisinde performanslarını icra etmelerini sağlamaktır. Bu durum, mekanik olarak tasarlanan orkestra kabuğu, iç yüzeylerde değiştirilebilir paneller, salon hacmini düşürme gibi değiştirilebilir akustik

öğelerin hacimlere katkısını elektronik olarak sağlamakta ve uygulama açısından kolaylık ortaya koyarak hacimlerin mimari ve iç mimari nitelikleri üzerinde minimum etkiyi bırakarak hacim içerisinde görünmez bir değiştirilebilir akustik ortam yaratmaktadır. Farklı akustik özelliklere sahip çok sayıda mikrofon ve hoparlörler, salon ve sahne hacimleri içerisine yerleştirilerek elektro akustik sistem kurgulanır. Her bir sistem hacimlerin fiziksel nitelikleri ve kullanım amaçları dikkate alınarak, hacme özel olarak tasarlanmakta ve uygulanmaktadır. Böylelikle, hoparlörlerden dinleyiciye iletilen ses üzerindeki hacmin etkisi, elektro akustik tasarım aşamasında dikkate alınmış olmaktadır.

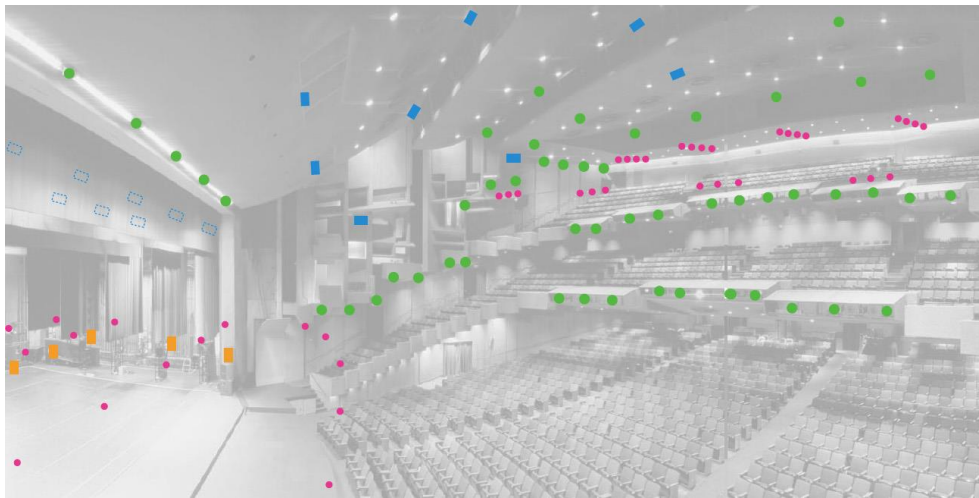
Sistem kurgusu dahilinde yansıma süresinin yanı sıra samimilik (“intimacy”), gürlük (“loudness”), netlik (“clarity”), hacimlilik (“envelopment”), tını; sıcaklık (“warmth”) gibi hacim akustiği parametreleri de kontrol edilebilmektedir [63]. Uygulama sonrasında sistemin hacme göre ayarlamaları yapıp, ölçümlerle hedeflenen değerler ve ulaşılan sonuçlar kontrol edilerek hacim performanslara hazır hale getirilmektedir. Uygulama sonrasındaki en büyük eleştiri sistemin doğallıktan uzak olması ihtimalidir. Bu nedenle, uygulama sonucunda ortaya konmasını hedeflenen en önemli niteliklerden biri de doğal ses kalitesine ulaşmak, hacimlerin tasarlanmış doğal akustik ortamları gereğince var olan olumlu özelliklerini kaybetmeden, farklı etkinliklerde daha uygun ortam oluşturulabilmesi için ikincil akustik ortam kazandırmak, hacme atılan her türlü akustik imzaya karşın, sesin yapay yansıma benzerliği engellenmelidir.

Tez kapsamında, Meyer Sound firmasının sunduğu verilere göre, “Constellation” sisteminin, Berkley’deki California Üniversitesi kampüsünde performans sanatları salonu “Zellerbach Hall” (Şekil 3.40) projesindeki uygulaması, örnek olarak incelenmiştir.

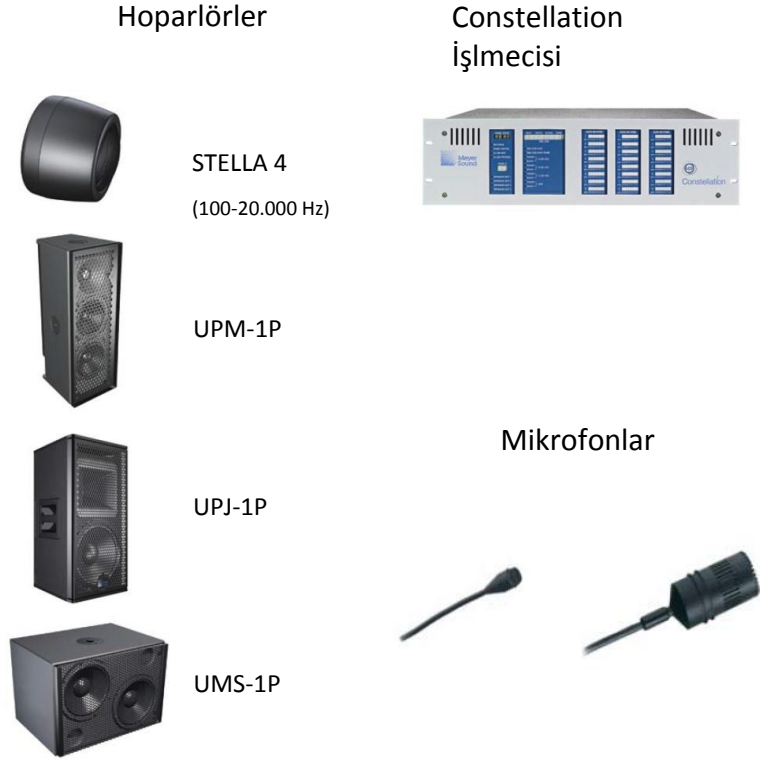


Şekil 3.40 Zellerbach Hall, Berkeley, Massachusetts, ABD [63]

Zellerbach Hall, 1968 yılında yapımı tamamlanmış, California Üniversitesi, Berkeley kampüsünde bulunan, 2.014 seyirci kapasitesine sahip performans sanatları salonudur. Mimar Vernon DeMars ve Donald Hardison tarafınca tasarlanmış olan salon, orkestra ve oda müziğinden operaya, caza ve dünya çapında çeşitli etnik müzik performanslarına, drama performanslarına, sunumlara ve üniversitenin mezuniyet gibi çeşitli törenlerine ev sahipliği yapmaktadır. Salon orta frekans bandında 1.45 sn. yansıma süresi değerine sahip olacak şekilde projelendirilmiştir. 2006 yılında "Constellation" sistemi salon için tasarlanmış, sistem dahilinde işlemciler (toplam 8 adet), 2 tip mikrofon (toplam 44 adet), 4 tip hoparlör (toplam 115 adet) salona entegre edilerek sistem uygulanmıştır (Şekil 3.41).

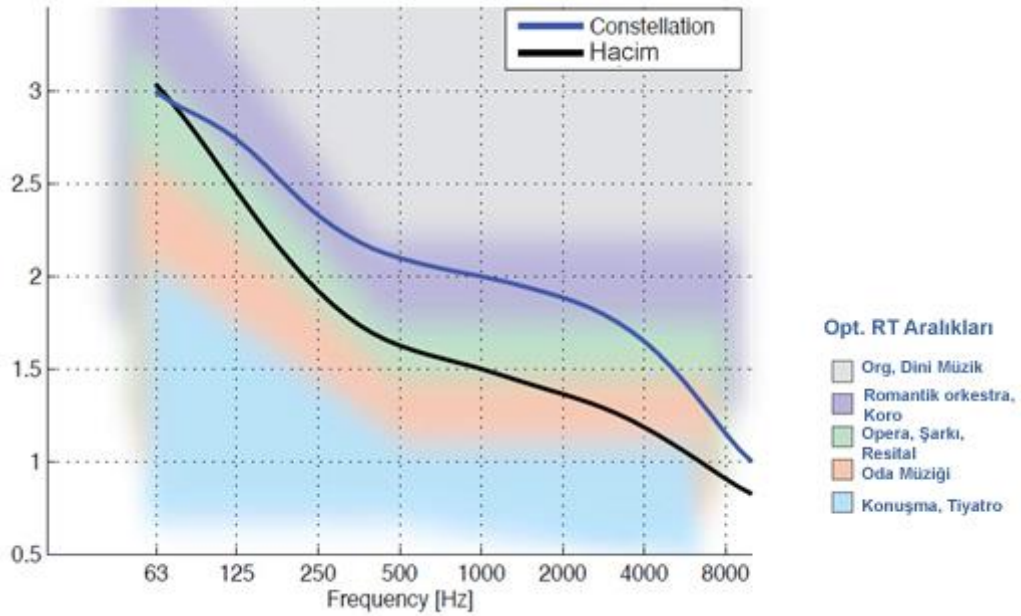


Şekil 3.41 Zellerbach Hall - Constellation sistem elektro akustik tasarımı [63]



Şekil 3.42 Zellerbach Hall - Constellation sistem ekipmanları [63]

Salon içerisinde sistemin kurgulanmasıyla elde edilen yansımam süresi grafiği, performanslara göre optimum aralıklar ve salonun doğal akustik ortamındaki yansımam süresi değerini de gösterilerek Şekil 3.43'te verilmiştir.



Şekil 3.43 Zellerbach Hall – Constellation sistemiyle hedeflenen yansımam süresi değerleri [63]

Tezin bu bölümü kapsamında seslendirme sistemleri konusunda dünyanın önde gelen firmalarının birinin geliştirmiş olduğu sistem ve ekipmanlar ve bir proje uygulaması örnek olarak sunularak, günümüzde, birden fazla işlevin bir araya geldiği performans mekânlarında elektro akustik tasarım ve çözümlerinin hedefleri ve günümüzde gelinen nokta ortaya konmaya çalışılmıştır. Edinilen bilgiler uyarınca, söz konusu sistemler, gerek sahne gerekse salon içerisinde hacim akustiği parametrelerinin değişkenlik göstererek farklı işlevler için optimum akustik koşulları sağlamayı, hacim içerisinde görsel etkileri en aza indirgeyerek hedeflemektedir. Ancak seslendirme sisteminin devreye girmesiyle, salonlar içerisinde işitsel olarak elde edilecek sonuç ürünün, doğal akustik çözümlerle elde edilecek işitsel ortamdan farklı olacağı aşikardır.

Gerek mekanik gerekse elektronik olarak kurgulanan sistemler her ne kadar hacim akustiği parametrelerini değiştirilebilir kılssa da, işletme gereğince belirlenen işlev şemasında bir araya gelecek işlevler doğru tespit edilerek gerekli sınırlar çizilmeli, salonların, hacim büyüklüğü, seyirci kapasitesi, görüş açıları, tavan ve duvar panelleri formları, sahne yerleşimi, sofita kulesi ve sahne arkası mahaller gibi akustik ortamı ve performansların sahnelenebilirliğini etkileyen mimari tasarım da, işlevler dikkate alınarak oluşturulmalıdır. Bu çalışmalar tasarım sürecinde, akustik danışman ile birlikte geliştirildiği sürece mekânların doğal akustik ortamları doğru çözülmüş olacaktır. Çalışma sürecinin sonunda, değiştirilebilir akustik unsurlar hacimlere, tercihe göre mekanik veya elektronik yöntemlerle entegre edilip, farklı performansların gerektirdiği akustik ortamlar, aynı hacim içerisinde bir araya getirilebilir ki bu durum performans mekânları kapsamında başarılı salonların projelendirilebilmesi için kaçınılmazdır.

PERFORMANS MEKÂNLARINDA İŞLEVE BAĞLI AKUSTİK TASARIM

Performans mekânlarında akustik tasarım, hacim içerisinde oluşacak ses alanının belirleyicisi olan akustik kriterlerin, optimum işitsel konfor koşullarını yaratacak şekilde salonlara aktarılması ile geliştirilir. Tasarım süreçlerinde, hacmin akustiğinin belirleyicisi olan her türlü etkenin en uygun değerlerde olması hedeflenir. Doğal akustik açısından salon biçimi, hacim büyüklüğü, hacim akustiği parametreleri gibi etkenler, elektro akustik açısında da hoparlör tipleri, düzeni, sayıları gibi etkenler tasarım sürecinde bağımsız değerlendirilmemesi gereken kavramlardır. Süreç sonunda başarıya ulaşılabilmesi için özellikle doğal ve elektro akustik gereksinimlerin bir arada karşılanması beklenen performans mekânlarında tüm akustik etkenler zincirin bir halkası olarak görülmeli ve mimari dil ile çelişmeyecek biçimde dikkatlice irdelenmelidir.

Akustik tasarım kapsamında söz konusu etkenlerin optimum değerlerinin belirleyicisi olan en temel özellik hacmin işlevidir. Salonlarda ön plana çıkacak olan doğal veya elektro akustik ortam performans tipine göre değişiklik gösterdiği gibi, doğal ve elektro akustik gereksinimler ve tasarım yaklaşımları da değişiklik gösterir. Tezin bu bölümünde, Bölüm 2 (Performans Sanatları ve Performans Mekânları)'de açıklanan performans sanatları, Bölüm 3 (Performans Mekânlarında Akustik Gereksinimler)'te açıklanan akustik tasarım etkenleri ile ilişkilendirilmiştir. Salonlarda, işleve göre sağlanması gereken doğal ve elektro akustik parametrelerin optimum değerlere dökülmesi hedeflenmiştir. Bu amaçla öncelikle hacimler tek amaçlı ve çok amaçlı hacimler olarak sınıflandırılmıştır. Tek amaçlı hacimlerde işlevlerin doğal ve elektro akustik gereksinimleri ayrı ayrı ortaya konmuştur. Çok amaçlı hacimler başlıklarında

farklı işlevler bir araya getirilmiş, sadece doğal akustik veya sadece elektro akustik tasarım dikkate alınarak tasarlanacak salonların yanı sıra, doğal ve elektro akustik tasarımın bir arada sunulduğu performans mekânları için de bir araya gelebilecek işlevler ve akustik gereksinimler ortaya konulmuştur.

Doğal ve elektro akustik gereksinimler açısından işlevler temelde konuşma veya müzik olarak ikiye ayrılır ve akustik parametrelerin hedeflenen optimum değerleri büyük farklılıklar gösterir. Bu temel farkın yanı sıra performanstaki görsel anlatımın önemi de özellikle dinleyici alanı ve salon hacmi biçimlenişi açısından belirleyicidir. Performans türüne, icranın veya anlatımın biçimine göre doğal akustik veya elektro akustik gereksinimlerin önceliği de değişmektedir. Uygun bir akustik ortam elde etmek için, işlevlerin sadece müzik veya konuşma olarak tanımlanmış olması elbette ki yeterli değildir. Müzik türünün içinde rock müzik ile oda müziği gereksinimleri farklılık göstermektedir. Sahnede sergilenen performansın en uygun biçimde dinleyiciye aktarılması için dikkate alınan bu farklılıklar hem doğal hem elektro akustik tasarım gereksinimlerinin belirleyicisi olmaktadır.

Mekânda sergilenecek işlev ya da işlevlere bağlı olarak mekânın yalnızca doğal ya da elektro akustikle ya da her ikisi ile birlikte kullanılıp kullanılmayacağı önem kazanır. Bu bölüm kapsamında aşağıdaki performanslara yer verilmiştir:

- Konuşma
- Tiyatro
- Müzik (Doğal akustik için batı/oda müziği vb., elektro akustik için pop/rock vb.)
- Opera
- Bale
- Modern dans
- Müzikal

4.1 Akustik Kusurlardan Arınmışlık

Akustik tasarım sürecinde, işlevden, hacmin tek veya çok amaçlı olmasından ve sesin doğal veya elektronik olarak iletilmesinden bağımsız olarak, her durumda sağlanması gereken ilk koşul akustik kusurlardan arınmışlıktır. Bölüm 3 (Performans Mekânlarında Akustik Gereksinimler) kapsamında açıklanmış olan akustik kusurlar hem doğal hem de elektro akustik tasarım sürecinde incelenmeli ve oluşması engellenmelidir. Çizelge 4.1’de akustik kusurlar, öznel sonuçları ve nesnel belirlemeleri ile birlikte sunulmuş, doğal ve elektro akustik tasarım süreçlerinde dikkate alınması gereken etkenler ve uygulamalar ortaya konmuştur.

Çizelge 4.1 Akustik kusurlara yönelik tasarım yaklaşımları

AKUSTİK KUSURLAR	ÖZNEL SONUÇ	NESNEL BELİRLEME	DOĞAL AKUSTİK ETKEN/UYGULAMA	ELEKTRO AKUSTİK ETKEN/UYGULAMA
Gürültü	Gürültü	L_{eq} , NR/NC	Gürültü denetimi	Cihazların iç gürültüleri
Yankı	Yankı	Dolaysız ses ile ilk yansımalar arasındaki ilişki	Plan, kesit düzleminde ışın diyagramları, kaynak dinleyici uzaklığı, yüzey biçimlenişi ve malzemeleri	Yankı denetimi
Vurgusal Yankı	Ses tekrarı	Hacim biçimi, yüzey biçimlenişi ve malzemeleri	Vurgusal yankı denetimi	Hoparlör konumlanışı, doğrultululuk özellikleri
Odaklanma	Hacmin belli bölgelerinde yüksek ses düzeyi	Hacim biçimi ve boyutları, yüzey biçimlenişi ve malzemeleri	Odaklanma denetimi	Hoparlör konumlanışı, yönelimi, doğrultululuk özellikleri
Akustik Geri Besleme	Ses patlaması	Mikrofon-hoparlör konumu ilişkisi	-	Akustik geri besleme denetimi

Çizelge 4.1 Akustik kusurlar (devam)

AKUSTİK KUSURLAR	ÖZNEL SONUÇ	NESNEL BELİRLEME	DOĞAL AKUSTİK ETKEN/UYGULAMA	ELEKTRO AKUSTİK ETKEN/UYGULAMA
Düzenli Yayılmamışlık	Mekânsal düzenli yayılmamışlık	Dinleyici bölgeleri arasındaki düzey farkları	İlk yansımalar ile dinleyici bölgesi arasındaki farkın azaltılması	Hoparlör yerleşimi
	Zamansal düzenli yayılmamışlık	Yansıma düşüşü düzenli düzensizlikleri (coupling)	Mimari biçimleniş	Hoparlör yerleşimi, hoparlör özellikleri
	Spektral düzenli yayılmamışlık	Frekanslara göre yansıma süresi düzenli düzensizlikleri (distorsyon)	Frekanslara göre yansıma süresi dengesi	Frekansa göre farklılıklar dikkate alınarak hoparlör tasarımı ve yerleşimi
Kaynak Yerinin Algılanmasında Hata	Görsel kaynak algısı ile işitsel algının örtüşmesi	Varlık ölçütü	Güçlü ilk yansıma, kaynak-dinleyici uzaklığı, yansıma süresi	Hoparlör yerleşimi, stereofoni

4.2 Tek Amaçlı Hacimlerde Akustik Tasarım

Doğal akustik tasarımın temel kurgusu, nesnel hacim akustiği parametrelerinin optimum değer aralıklarına getirilmesine olanak sağlayacak uygun hacim biçimi ve dinleyici alanı yerleşiminin oluşturulması ve iç yüzey malzemelerinin frekansa göre ses yutuculuk, dağıtıcılık ve yansıtıcılık özellikleri dikkate alınarak kullanım yerleri ve kullanım alanlarına karar verilmesidir. Müzik veya konuşma ağırlıklı performanslarda öne çıkan nesnel hacim akustiği parametreleri ve bu parametrelerin optimum değerleri farklılık göstermektedir. Parametrelerin yanı sıra farklı performans tiplerinde uygun akustik ortam oluşturan salon biçimlenişleri de farklıdır ve yapılan çalışmalarla hangi plan tipinin hangi performans tipleri için uygun olacağı ortaya konmuştur. Salon iç yüzey malzeme seçimleri ise akustik danışmanın tasarım yaklaşımlarıyla çeşitlenir, mimari tasarım çizgisine ve görsel gereksinimlerine göre belirlenir. Dinleyici kapasitesi ve hacim büyüklüğünün oluşması ile işleve göre farklılık gösteren bir diğer belirleyici akustik kriter olan kişi başına düşen hacim ortaya çıkar. En temel hacim akustiği parametresi olan yansıma süresi (reverberation time – RT) de hacim büyüklüğü dikkate alınarak hesaplanmaktadır ve optimum yansıma süresi belirlenirken işlevle birlikte hacim büyüklüğü de dikkate alınır. Yansıma hacimdeki sese dolgunluk kazandırır ancak yansıma süresi değeri performansa göre belirlenen sınır aralıklarda tutulmalıdır.

Bu bölümde doğal akustik tasarım kapsamında, sadece tek bir performansın sergileneceği ve doğal akustiğe yönelik tasarlanan salonlar için işleve bağlı;

- Hacim biçimlenişi
- Hacim büyüklüğü ve dinleyici sayısı (kişi başına düşen hacim),
- İlgili hacim akustiği parametreleri ve optimum değerleri

ortaya konulacaktır. Bunların dışında, akustik tasarım kapsamında değerlendirilebilecek olan, performansın sergilendiği sahne alanı boyutları, proscenium formatlı salonlarda sahne açıklığı ve sahne yüksekliğinin boyutları, oranları, sahne üzeri safita kulesi ve boyutları, yan sahneler ve sahne arkası hacimlerin tasarımına ilişkin gereksinimler çalışmada kapsam dışı bırakılmıştır.

Tek amaçlı hacimlerde elektro akustik tasarım yapılırken, performansın gerekliliklerine göre uygun ses kalitesini sağlayacak ve görsel tasarımla çelişmeyecek çözümler sunulmalıdır. Bu hacimlerde, işitsel anlatım hoparlörler aracılığıyla gerçekleştirilse de doğal akustik açısından sağlanması gereken akustik kusurlardan arınmışlık ilkesi, öncelikli koşul olarak değerlendirilmelidir.

Elektro akustik tasarım sürecinde işleve göre uygun hoparlör yerleşimi yapılmalıdır. Sonrasında sergilenen akustik veriyi doğala en yakın şekilde dinleyiciye aktaracak hoparlör seçimleri yapılarak seslendirme sistemi tasarlanmalıdır. Tasarlanan seslendirme sistemi sergilenen performanstaki işlevi en uygun şekilde dinleyiciye ulaştıracak ses basınç düzeyini hacim içerisinde optimum düzeyde sağlamalıdır. Hedeflenecek ses basınç düzeyi performansa göre farklılık göstermektedir. Uygun ses kalitesi, netlik ve anlaşılabilirlik düzeyine ulaşılabilmesi için irdelenmesi gereken temel kriterler aşağıda sunulmuştur [5]:

- Ses düzeyi (sound level)
- Toplam frekans cevabı (overall frequency response)
- Sinyal/gürültü oranı (signal-to-noise ratio)
- Dolaysız/yansımış ses düzeyi oranı (direct-to-reverberant sound level ratio)
- Yankı ve bozulmalardan arınmışlık (freedom from echoes and distortion)

Sistem planlanırken öncelikle tasarlanacak sistemin aşağıdakilerden hangisini sağlaması gerekeceği ortaya konmalıdır [5]:

- Konuşmanın güçlendirilmesi (speech reinforcement)
- Müziğin kayıttan çalınması (music playback)
- Müziğin güçlendirilmesi (music reinforcement)

Bu bölümde, elektro akustik tasarım kapsamında, tek amaçlı hacimlerde işleve göre değişiklik gösteren tasarım unsurlarının ve dikkate alınması gereken noktaların ortaya konması hedeflenmiştir. Bu amaçla, konuşma, tiyatro, müzik, modern dans/müzikal işlevleri değerlendirilmiş olup, performansın tanımı gereği doğal sesle sergilenen opera ve bale işlevine bu bölümün elektro akustik anlatımı kapsamında yer verilmemiştir.

4.2.1 Konuşma/ Tiyatro

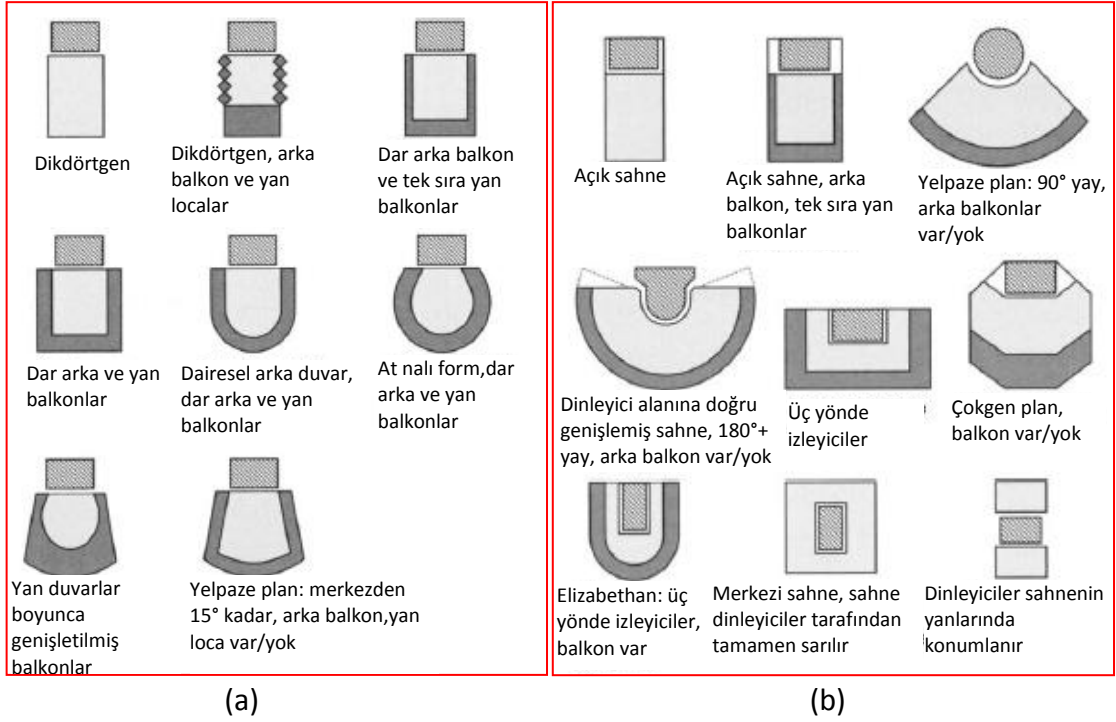
4.1.1.1 Doğal Akustik Tasarım

İşitsel gereksinimler ve doğal akustik tasarım yaklaşımı açısından tiyatro ve konuşma benzer özellikler göstermesi nedeniyle aynı başlık altında değerlendirilmiştir. Konuşma adı altında derslikler, amfiler, küçük oditoryumlar dikkate alınmıştır.

Hacim Biçimlenişi:

Hacim biçimlenişi açısından konuşma veya tiyatro işlevli hacimlerde önemli nokta daha çok dinleyiciyi kaynağa yakın konumlandırabilmektir. Performans süresince anlatılanların rahatlıkla anlaşılabilmesi temel olarak iki konuya bağlıdır; birincisi konuşulan ses düzeyinin geri plan gürültüsüne göre yeteri kadar yüksek düzeyde olması, ikincisi erken gelen yansımaların, toplam gelen enerjiye oranının fazla olmasıdır [6]. Bu nedenle, daha fazla dinleyiciyi kaynağa yakınlaştıran yelpaze plan tipi konuşma amaçlı hacimler için tercih edilebilir ancak yanal yansımalar dikkate alınarak, kaynaktan gelen sesi, dinleyici alanının tamamına yansıtacak uygun boyut ve açılarda duvar panelleri tasarlanmalıdır. Erken yansımalar açısından uygun tasarlanmış tavan panelleri de büyük önem taşımaktadır. Daha çok izleyicinin sahneye yakın konumlandırılması, sahnelenen performanstaki bütün detayların tüm izleyiciler tarafından rahatlıkla görülebilmesi için de avantaj oluşturmaktadır. Tiyatro performansları için sahne alanı üzerinde konumlanacak dekor kulesi tasarlanmalıdır.

Appleton'a göre [10] hacim biçimlenişine bakıldığında, tiyatro performansları için sahne ve seyirci ilişkisi açısından çeşitlilik ve seçenek çoktur. Temel ayırım, proscenium formatı veya açık sahne formatıdır.



Şekil 4.1 Tiyatro için plan tipleri (a) Proscenium formatı, (b) Açık sahne formatı [10]

Hacim büyüklüğü ve dinleyici sayısı (kişi başına düşen hacim):

Maekawa, Rindel, Lord [9] ve Long'a [8]'a göre konuşma ve tiyatro performansları için dinleyici başına düşmesi gereken hacim Çizelge 4.2'te sunulmuştur.

Çizelge 4.2 Konuşma amaçlı hacimler ve tiyatro için kişi başına düşen hacim [9], [8]

İşlev	V/N	
	Maekawa& Rindel& Lord	Long
Tiyatro	4-6 m ³	-
Konuşma Amaçlı Hacimler	-	2.3-4.3 m ³

Çizelge 4.3'te, Barron'un ortaya koyduğu [6], tiyatro performansları için maksimum kapasite ve maksimum kaynak-son dinleyici uzaklıkları verilmiştir.

Çizelge 4.3 Tiyatro için salon boyutu sınır değerleri [6]

Kullanım	Maksimum Koltuk Kapasitesi	Maksimum sahne-dinleyici uzaklığı (m)
Tiyatro	1300	20

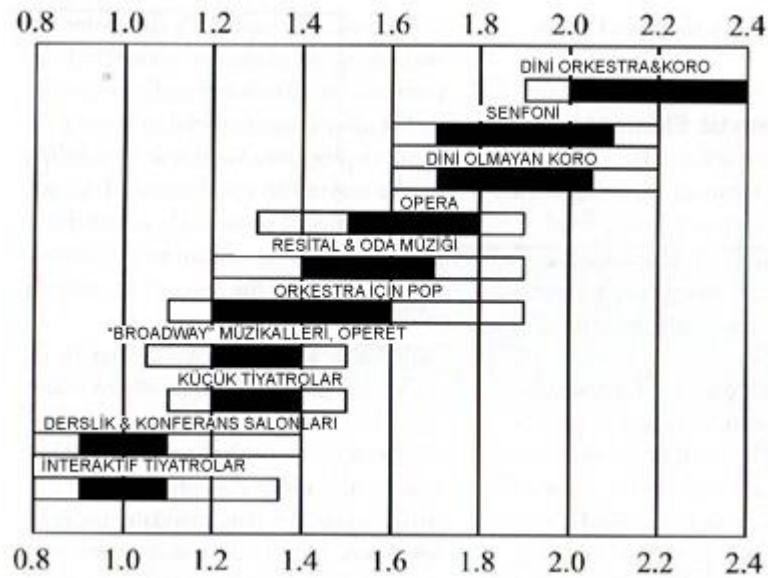
Strong'a göre [64] seslendirme sistemi tasarlanmamış bir tiyatro salonu 1000 kişilik kapasiteye kadar olumlu sonuçlar verebilmektedir.

İlgili hacim akustiği parametreleri ve optimum değerleri:

Konuşma ve tiyatro performansları için dikkate alınan nesnel hacim akustiği parametreleri arasından irdelenmesi gerekenler aşağıda sunulmuştur:

- Yansıma Süresi (RT)
- Erken Düşme Süresi (EDT)
- Netlik (C50) veya Açıklık/ Ayırt Edilebilirlik (D50)
- Konuşmanın Anlaşılabilirliği (STI/ RASTI, AI, ALcons)
- Güç (G)

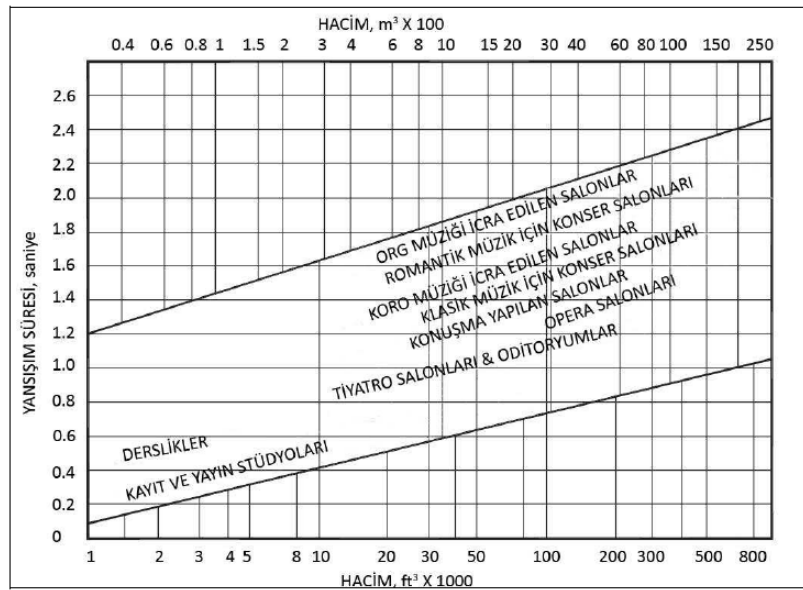
Optimum yansıma süresi değerleri ile ilgili literatürde farklı kaynaklarda yer verilmiş farklı grafikler bulunmaktadır. Bunların içinden Hardy tarafından oluşturulmuş [11] optimum yansıma süresi değerleri aşağıdaki Şekil 4.2'de sunulmuştur.



Şekil 4.2 Yansıma süresi – işlev ilişkisi [11]

Şekil 4.2'de verilen grafikte performansların koyu renk ile belirtilmiş optimum değerlerinin belirli aralıklarda değişmesinin sebebi yansıma süresi değerinin hacme göre farklılık göstermesidir. Optimum yansıma süresi değeri salonun hacmi dikkate alınarak belirlenir. Hacim arttıkça uygun yansıma süresi değeri de artmaktadır. Şekil

4.3'te yer alan, Long'un ortaya koyduğu [8] grafikte, hacim büyüklüğü, işlev ve yansım süresi değişkenleri bir arada verilmiştir.



Şekil 4.3. Yansım süresi – işlev ve hacim ilişkisi [8]

Her iki grafikte konuşma ve tiyatro amaçlı salonlar için verilmiş olan optimum yansım süresi değerleri Çizelge 4.4'te sunulmuştur.

Çizelge 4.4 Konuşma amaçlı hacimler ve tiyatro için optimum yansım süresi değerleri [6], [11], [8]

İşlev	RT (sn)		V (m ³)	RT (sn)
	Barron	Hardy		Long
Derslikler & Konferans Salonları	-	0.9 – 1.1	40 - 1200	0.4 – 0.8
Tiyatro Salonları	0.7 – 1.0	0.9 – 1.1 (interaktif t.) 1.2 – 1.4 (küçük t.)	350 - 7000	0.8 – 1.2
Konuşma Yapılan Salonlar	-	-	400 – 10000	1.0 – 1.6

İlgili EDT, C50 ve D50 akustik parametrelere ilişkin optimum değerler Çizelge 4.5'da yer almaktadır.

Çizelge 4.5 Konuşma amaçlı hacimler ve tiyatro için optimum EDT, C50, D50 değerleri

Erken Düşme Süresi: EDT	±%10RT
Netlik: C50	> 0 dB
Açıklık/ Ayırt Edilebilirlik: D50	> %50

Konuşma amaçlı hacimlerde 50 ms'den sonra gelen yüksek düzeyli yansımalar anlaşılabilirliği olumsuz yönde etkilemektedir. Erken yansımalar ise, dolaysız sestem ayırt edilememesi ve dolaysız sesin gürlüğüne güçlendirdiği şekilde algılanması nedeniyle konuşma işlevli hacimler için büyük önem taşır. Konuşmanın anlaşılabilirliği ile ilgili olarak dikkate alınabilecek olan STI değerleri ise Çizelge 4.6'de sunulmuştur.

Çizelge 4.6 STI ve konuşmanın anlaşılabilirliği arasındaki ilişki [9]

STI	Konuşmanın Anlaşılabilirliği
0.00-0.30	Kötü
0.30-0.45	Zayıf
0.45-0.60	Kabul Edilebilir
0.60-0.75	İyi
0.75-1.00	Mükemmel

Yine konuşmanın anlaşılabilirliğinin belirleyicisi olan İletim Göstergesi (Articulation Index – AI) ile anlaşılabilirlik arasındaki Beranek tarafından ortaya konmuş ilişki Çizelge 4.7'de sunulmuştur.

Çizelge 4.7 İletim göstergesi (AI) ve konuşmanın anlaşılabilirliği arasındaki ilişki [6]

AI	Konuşmanın Anlaşılabilirliği
0.00-0.30	Kötü
0.30-0.50	Kabul Edilebilir
0.50-0.70	İyi
0.70-1.00	Mükemmel

Sessiz Harflerin Artikülasyon Kaybı (ALcons) parametresi yüzde olarak ifade edilir ve sessiz harflerin yanlış olarak anlaşılma oranının ölçütüdür [6]. Bu nedenle düşük değerler alması, daha iyi anlaşılabilirliğin göstergesidir.

Güç değeri sahnedeki kaynağın dinleyici alanında oluşturduğu ses basınç düzeyleri ile ilişkilidir. Dinleyici alanında, ses basınç düzeyinin fazla olmasının istenmesi nedeniyle güç değerinin yüksek olması uygundur.

Baron'un, tiyatro için ortaya koyduğu [6], farklı akustik ölçütlere yönelik değerlendirmeler Çizelge 4.8 'da sunulmuştur.

Çizelge 4.8 Tiyatro için farklı akustik ölçütlere yönelik değerlendirmeler [6]

Akustik Ölçüt	Uygun Değer
Dağıtıcılık	Gerekli değildir
Erken yansıma sağlayan yüzeyler	Gereklidir (Özellikle yukarıdan)
Yan yüzeylerden erken yansıma	Tercih edilmez
Balkon tasarımı, en yüksekte oturan dinleyicinin düşey görüş açısı	>25°

4.2.1.1 Elektro Akustik Tasarım

Derslik, amfi, konferans salonu veya toplantı salonu gibi konuşma amaçlı hacimlerde amaç, tüm dinleyici alanında düzey farklılıkları minimumda olacak şekilde, yeterli ses düzeyinin, netliğin ve konuşmanın anlaşılabilirliğinin sağlanmasıdır. Çizelge 4.9'da konuşma işlevli hacimler için en yüksek ses basınç düzeyleri sunulmuştur.

Çizelge 4.9 Konuşma amaçlı hacimler için SPL düzeyleri [8]

İşlev	En yüksek Düzey (dBA)
Sınıf	80
Ders Salonu	85

Normal, sessiz dinleme koşulları altında, en uygun konuşmanın anlaşılabilirliği 65-75dBA aralığındaki ses düzeyinde elde edilebilmekte, 70-75dBA aralığı tercih edilmektedir [5]. Ancak, yüksek geri plan gürültüsünün olduğu koşullarda, sistemin

toplam ses düzeyi, geri plan gürültüsünün konuşmayı maskeleyen etkisini ortadan kaldıracak kadar yükseltmek durumunda kalacaktır. İdeal durumda, konuşma/geri plan gürültüsü oranının 10dBA olması hedeflenmelidir [5].

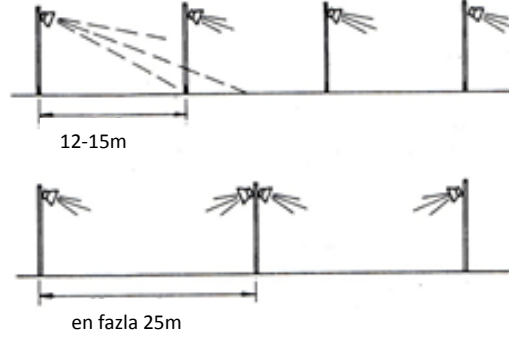
Seçilecek sistem elemanlarının frekans karakteristiği ile ilgili olarak, anlaşılabilir konuşma sağlanması için minimum frekans aralığı 400 Hz-4 kHz'dir [5]. Ancak bu aralık oldukça zayıf olup, uygun ses kalitesi için 150 Hz-6 kHz aralığını sistemin sağlayabiliyor olması gerekir [5]. Yüksek kalite için üst sınır 8 veya 10 KHz'e çıkmaktadır [5].

Hoparlör yerleşimi ile ilgili, kaynağın bulunduğu sahne alanına konumlandırılacak merkezi hoparlör sistemi, konuşma yapan insan sesinin güçlendirilmesi için tercih edilebilir [7]. Yerleşim yapılırken hoparlörün ana aksta ve diğer akslarda ürettiği ses basınç düzeyleri dikkate alınmalıdır [5]. 6dB düşüş algılanabilir bir değişim olarak, dolaysız sesin yansımış ses düzeyine oranını ve dolayısıyla konuşmanın anlaşılabilirliğini etkileyecektir. Elektro akustik tasarım yapılan hacimlerde hoparlörden dinleyiciye ulaşan dolaysız ses düzeyi ile hacimdeki yansıyan ses düzeyi arasındaki oran dikkate alınmalıdır. Bu oran özellikle konuşmanın anlaşılabilirliği açısından büyük önem taşır. Long'a göre [8] dolaysız sesin yansımış ses düzeyine oranı ile konuşmanın anlaşılabilirliği arasındaki ilişki Çizelge 4.10'de görülmektedir.

Çizelge 4.10 Konuşma amaçlı hacimlerde konuşmanın anlaşılabilirliği ile dolaysız ses-yansımış ses oranı arasındaki ilişki [8]

Dolaysız Ses-Yansımış Ses Düzeyi Oranı (dB)	Anlaşılabilirlik
> (-3)	Mükemmel
(-3) – (-6)	Çok iyi
(-6) – (-9)	İyi
(-9) – (-12)	Kabul edilebilir
(-12) – (-15)	Zayıf
< -15	Çok zayıf

Hoparlör yerleşimi yapılırken, birden fazla hoparlörün kullanılması gerektiği durumda, kapsama açıları çakıştırılarak, tüm dinleyici alanını tarayacak şekilde yerleşim yapılmalıdır. Ayrıca hoparlörlerden kaynaklanacak yankı kontrolü yapılmalıdır. Bu kontrole yönelik prensip yerleşim Şekil 4.4'te sunulmuştur:



Şekil 4.4. Yankı oluşumunu engellemeye yönelik hoparlör yerleşimi [5]

Dinleyici alanında hedeflenen ses basınç düzeyinin bütün noktalardaki homojen dağılımı seslendirme sistemi başarısı açısından büyük önem taşır. Long'a göre [8], tasarım sonucunda farklı dinleyici noktalarındaki düzey farkı 500 Hz ile 2000 Hz oktav bantları arasında 2 dB'i aşmamalıdır. Davis'e göre [13] en ön ve en arka ile en sağ ve en sol dinleyici noktalarındaki düzey farkı 3 dB'i, dinleyici alanındaki en iyi ve en kötü nokta arasındaki düzey farkı ise 4 dB'i aşmamalıdır. Temleton'a göre ise [5] 2000 Hz ve 4000 Hz'de düzeydeki optimum fark 4dB, en fazla 6dB'dir.

Bu aktarılanların yanı sıra, doğal akustik tasarım sürecinde irdelenen C50, D50, STI/RASTI, AI, Alcons parametreleri elektro akustik tasarım sürecinde de, hoparlörler kaynak alınarak irdelenmelidir. Sağlanması gereken optimum değerler fark göstermemektedir.

Tiyatro işlevli hacimler de temel gereksinim açısından konuşma amaçlı hacimler ile benzer özellikler gösterir. Yeterli ve homojen ses düzeyinin sağlanması, dolaysız sesin yansımış ses düzeyine oranının dikkate alınıp konuşmanın anlaşılabilirliğinin sağlanması öncelikli gereksinimlerdir. Çizelge 4.11'de tiyatro işlevi için en yüksek ses basınç düzeyleri sunulmuştur.

Çizelge 4.11 Tiyatro için SPL düzeyi [8]

İşlev	En yüksek Düzey (dBA)
Tiyatro	90

Tiyatroda, sahnede konumlanan tek bir noktadan yapılan konuşmanın aksine, dinamik, ses kaynağının hareket ettiği bir aktarım vardır. Bu durum dikkate alındığında merkezi sistemin yerine, çok kanallı seslendirme sistemi tercih edilebilir. Bu sistemler, ses kaynaklarının mekânsal dağılımlarının yarattığı sessel illüzyonu koruyarak, seste kayda değer bir gerçekçilik ve dinleme keyfi sağlar. Performans mekânlarında çok kanallı sistemlerin kullanılması, optimum cihaz yerleşimi açısından özel bir dikkat edilmesi gerekliliğine ve genel tasarıma girecek sistem bileşenlerinin sayısında artışa sebep olacaktır. Ayrıca, tüm dinleyici alanında hedeflenen çok kanallı etkinin yaratılabilmesi için hacim genişliğinin çok fazla olmaması uygun olacaktır.

Tiyatro işlevli hacimlerde önem kazanan bir başka elektro akustik unsur ise sistemin sağlayacağı dinamik alan değeridir. Sanatçının izleyiciye aktarmak istediği duygu açısından düzeydeki iniş ve çıkışlar büyük önem taşıyacaktır ve seslendirme sisteminin, konuşma sırasında oluşan seviye değişikliklerini, ses kalitesini bozmadan dinleyiciye aktaracak kapasitede olması gerekmektedir.

Konuşma için açıklanan, toplam frekans cevabı, sinyal/gürültü oranı, dolaysız/yansıymış ses düzeyi oranı ve yankı ve bozulmalardan arınmışlık kriterleri tiyatro için de geçerlidir. Ayrıca doğal akustik açısından tiyatro için önemli olan netlik gibi hacim akustiği parametreleri elektro akustik tasarım için de geçerlidir.

4.2.2 Müzik

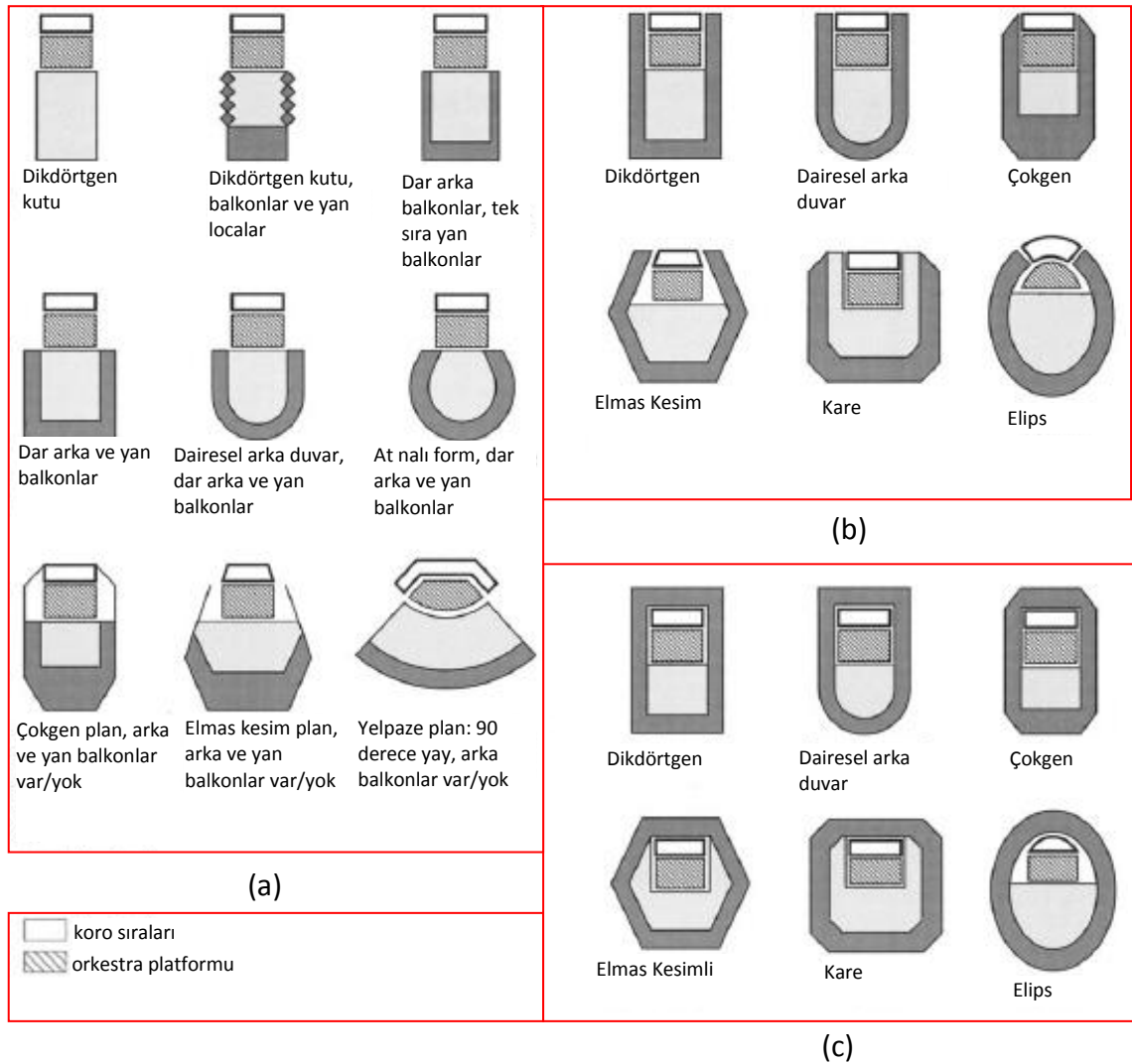
4.2.2.1 Doğal Akustik Tasarım

Oda müziği, senfoni orkestrası müziği ve koro müziği gibi batı müziğinin farklı ölçeklerdeki türleri bu başlık altında değerlendirilmiştir.

Hacim Biçimlenişi:

Appleton'a göre [10] dinleyici alanı plan biçimleri ve sahne-dinleyici alanı geometrisi arasındaki ilişki incelendiğinde, senfoni orkestrası ve koro için bestelenmiş batı müziği performansları için sahne-dinleyici alanı ilişkisi, yaygın olarak üç kategoride toplanabilir:

- Dinleyicilerin tek yönden sahnedeki koro ve orkestraya doğru odaklanması
- Dinleyicilerin sahneyi üç taraftan kısmen sarması
- Dinleyicilerin sahneyi dört taraftan tamamen sarması



Şekil 4.5 Orkestra ve koro müziği plan tipleri (a) Tek yön ilişkisi, (b) Dinleyicinin sahneyi kısmen sardığı ilişki, (c) Dinleyicinin sahneyi tamamen sardığı ilişki [10]

Şekil 4.5 'te görüldüğü gibi, bu kategoriler için uygun plan tipleri dikdörtgen, dikdörtgenin çeşitlemeleri, elmas kesim ve yelpaze plan tipidir. Dikdörtgen plan tipi özellikle dinleyici sayısının arttırmak amacıyla yan ve arka yüzeylere balkonların eklenmesi, oturma alanının bölümlere ayrılması gibi uygulamalarla çeşitlenmiştir. Yan duvarların açlandırılmasıyla yelpaze plan tipi gelişmiş, bu çeşitlemelerin devam ettirilip, dinleyicilerin sahne kenarlarına da yerleştirilmesiyle de merkezi sahneli plan tipleri ve sahne-dinleyici ilişkisi ortaya çıkmıştır.

Hacim büyüklüğü ve dinleyici sayısı (kişi başına düşen hacim):

Batı müziği konser salonları için tavsiye edilen kişi başına düşen hacim Çizelge 4.12'te sunulmuştur. Çizelgeden ve optimum yansıma süresi grafiklerinden (Şekil 4.2 ve Şekil 4.3) okunabileceği gibi, batı müziği konserleri için tasarlanmış salonlar için tavsiye edilen hacim büyüklükleri konuşma ve tiyatro amaçlı salonlara göre oldukça fazladır.

Çizelge 4.12 Batı müziği için kişi başına düşen hacim (V/N) [9], [8]

İşlev	V/N	
	<i>Maekawa& Rindel& Lord</i>	<i>Long</i>
Konser Salonu	8-10 m ³	6.2 – 10.8

Çizelge 4.13'te, Barron'un ortaya koyduğu [6] farklı batı müziği türlerine göre, maksimum kapasite ve maksimum kaynak-son dinleyici uzaklıkları verilmiştir.

Çizelge 4.13 Batı müziği için salon boyutu sınır değerleri [6]

Kullanım	Maksimum Koltuk Kapasitesi	Maksimum sahne-dinleyici uzaklığı (m)
Oda müziği	1200	30
Orkestral müzik	3000	40

Long'a göre [8] senfonik müzik konser salonları için tercih edilen dinleyici kapasitesi 1750 ile 2200 kişi arasındadır.

İlgili hacim akustiği parametreleri ve optimum değerleri:

Batı müziği performansları için dikkate alınan nesnel hacim akustiği parametreleri arasından en yaygın olan ve irdelenmesi gerekenler aşağıda sunulmuştur:

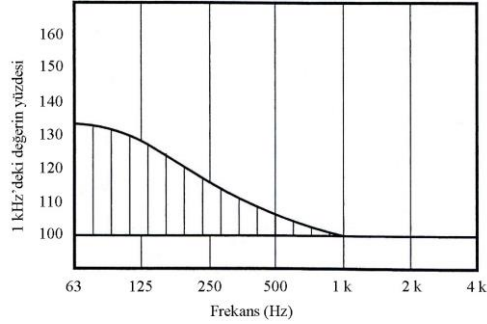
- Yansıma Süresi (RT)
- Erken Düşme Süresi (EDT)
- Netlik (C80)
- Parlaklık (TR) ve Sıcaklık (BR)
- Güç (G)
- Yanal Enerji Oranı (LEF/LF80) ve Kulaklararası Çapraz Korelasyon Çarpanı (IACC)

Yansıma süresi parametresi dikkate alındığında farklı batı müziği türleri için farklı değerler dikkate alındığı görülür. Bu durum müzik performansını otaya koyan icracı sayısına, yani kaynağın gücüne ve müzik türünün tempo yapısına göre şekillenir. Senfonik müzik türü içinde ise dönemlere göre farklılıklar görülmekte, barok dönem için kısa, klasik dönem için daha uzun, romantik dönem için ise en uzun aralık optimum olarak görülmektedir [8]. Grafiklere göre yansıma süresi değerleri aşağıdaki Çizelge 4.14'te sunulmuştur.

Çizelge 4.14 Farklı batı müziği türleri için optimum yansıma süresi değerleri [6], [11], [8]

İşlev	RT (sn)		V (m ³)	RT (sn)
	Barron	Hardy	Long	
Kilise Orkestrası ve Koro/ Org müziği	-	2.0 – 2.4	300 – 6000	1.7 – 2.2
Senfoni müziği	1.8-2.2	1.7 – 2.1	800 – 15000	1.3 – 1.8
			600 – 13000	1.5 – 2.1
Koro müziği	-	1.7 – 2.05	4500 – 7000	1.3 – 1.85
Resital & Oda Müziği	1.4-1.8	1.4 – 1.7	-	-
Orkestral Pop	-	1.2 – 1.6	-	-

Long'a göre [8] müzik performansları için yansım süresinin frekansa göre değişen kabul edilebilir değerlerinin belirlenği grafik Şekil 4.6'da sunulmuştur. Garifiğe göre, yansım süresinin düşük frekanslarda daha yüksek olması, yani hacmin bas oranının yüksek, tiz oranının düşük olması olumludur.



Şekil 4.6 Müzik işlevi için alt ve orta frekanslardaki yansım süresi değerleri arasındaki kabul edilebilir oran [8]

İlgili EDT, C80, G, LEF/LF80 ve IACC akustik parametrelere ilişkin optimum değerler Çizelge 4.15'da yer almaktadır.

Çizelge 4.15 Batı müziği için optimum EDT, C80, G, LEF, IACC değerleri

Erken Düşme Süresi: EDT	$\pm 10RT$
Netlik: C80	-2 – +2 dB
Güç: G_{mid} (ort. 500 Hz ve 1000 Hz)	5 ± 1 dB
Yanal Enerji Oranı: LEF veya LF80 (ort. 250 Hz, 500 Hz, 1000 Hz ve 2000 Hz)	>0.20
Kulaklar Arası Çapraz Kolerasyon Çarpanı: IACC (ort. 250 Hz, 500 Hz ve 1000 Hz)	0.6 – 0.7

Müzikal detayların duyulabilirliğinin göstergesi olan netlik parametresinin optimum değerleri farklı kaynaklarda farklı gösterilmektedir. Ancak batı müziği işlevli hacimlerde negatif değer alması beklenmektedir. Güç parametresi ile ilgili olarak, 5dB'nin üzerindeki salonlar olumlu, 3.5dB'nin altındaki salonlar zayıf olarak değerlendirilmektedir [6]. Dinleyicilerin kendilerini üç boyutlu bir ortamda hissetmelerinin belirleyicisi olan hacimlilik ile ilgili nesnel parametreler arasından yaygın kullanılanları yanal enerji oranı (LEF veya LF80) ve kulaklar arası çapraz

kolerasyon çarpanı (IACC) ile ilgili LEF'in yüksek, IACC'nin düşük değerlerinin hacimliliğin genişlemesiyle uyumlu olduğu düşünülmektedir.

Barron'un [6], konser salonları için farklı akustik ölçütlere yönelik ortaya koyduğu değerlendirmeler Çizelge 4.16'de sunulmuştur.

Çizelge 4.16 Müzik için farklı akustik ölçütlere yönelik değerlendirmeler [6]

Akustik Ölçüt	Uygun Değer
Dağıtıcılık	Biraz dağıtıcılık gereklidir
Erken yansımaya sağlayan yüzeyler	Gereklidir
Yan yüzeylerden erken yansımaya	Tercih edilir
Balkon tasarımı, en yüksekte oturan dinleyicinin düşey görüş açısı	>40°

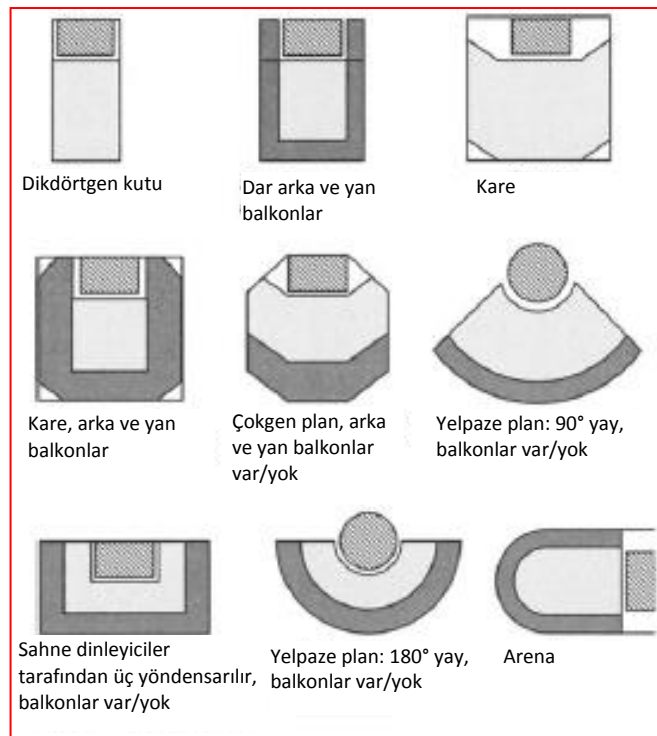
4.2.2.2 Elektro Akustik Tasarım

Müzik işlevi ile ilişkili olarak, klasik batı müziği konserleri (bir veya birkaç enstrümanla icra edilen resitallerden, kalabalık senfoni orkestrası ve koro konserlerine kadar) dışında bütün müzik performanslarının elektro akustik olarak dinleyiciye sunulduğunu söylemek mümkündür. Özellikle rock ve pop müzik performansları dikkate alındığında doğru tasarlanmış bir seslendirme sistemi kaçınılmazdır. Günümüzde ekonomik gerekçelerle, klasik batı müziği konserleri bile, doğal sesin yetersiz kalacağı oldukça büyük stadyumlarda yapılabilmektedir. Bu nedenle müziğin hemen hemen her formu için seslendirme sisteminin önemini göz ardı etmek doğru olmayacaktır. Ancak özellikle rock ve pop müziğe ilişkin hacimsel nitelikler bu bölümde değerlendirilmiştir.

Appleton'a göre [10] caz/pop/rock müzik performanslarında Şekil 4.7'de görülen, dinleyici ve sahne alanı arasındaki biçimsel düzen aşağıdaki şekillerde olabilir:

- Tek yön: dikdörtgen kutu
- Kısmen saran biçimleniş (amfi tiyatro formu dâhil)
- Çevreleyen dinleyici alanı

Bu performanslarda sahne mimari arka plan düzleminin önünde bulunabilir. Pop ve rock konserlerinde teatral sunum teknikleri ve prodüksiyonalar gelişmektedir. Bu nedenle sahneler de gelişmekte, yan ve/veya arka sahne gereksinimi olan ses, ışık efektleri ve sahne donanımları adapte edilmektedir. Pop ve rock müzik konserleri genellikle dış mekânda yapılmaktadır. Dış mekân etkinlikleri bu çalışmada kapsam dışı bırakılmıştır. Caz performansları içinse tavsiye edilen format, resital salonlarına benzer konser salonu formatıdır.



Şekil 4.7 Pop, rock ve caz müzik plan tipleri [10]

Müzik işlevli hacimlerde, sadece elektro akustik düzene göre tasarım yapılıyor olsa da özellikle hacimlilik etkisi açısından doğal akustik tasarım göz ardı edilmemelidir. Barron'a göre [6] sağlanması gereken yansıma süresi değeri Çizelge 4.17'de sunulmuştur. Ancak, koltuk kapasitesi ve sahne-dinleyici uzaklığı bu performanslar için sınırlandırılmamıştır.

Çizelge 4.17 Popüler müzik için yansıma süresi değeri [6]

Kullanım	Maksimum Koltuk Kapasitesi	Maksimum sahne-dinleyici uzaklığı (m)	Optimum yansıma süresi (s)
Popüler müzik	-	-	<1.0

Hoparlör yerleşimi değerlendirildiğinde, müzik işlevli hacimler için merkezi ve dağıtılmış hoparlör sistemi eşzamanlı kullanılabilir veya çok kanallı sistemler tercih edilebilir. Çok kanallı seslendirme sistemi, ses kaynağının özellikle grup olan vokaller ve enstrüman performansları olduğu durumda tercih edilmesi doğru bir yaklaşım olacaktır.

Ses düzeyi ile ilgili olarak, Çizelge 4.18’da rock müzik konserleri için sağlanması hedeflenen en yüksek ses basınç düzeyi değerleri gösterilmiştir.

Çizelge 4.18 Pop,rock, vb. müzik için SPL düzeyi [8]

İşlev	En yüksek Düzey (dBA)
Rock Konseri	110-115

Dinamik alan kriterine ilişkin, müzik işlevli performanslar değerlendirildiğinde, icradaki nüansların, aksanların, kademeli iniş ve çıkışların sanatçının sergilediği biçimde dinleyiciye aktarımı açısından klasik müzik konserlerinde hoparlörlerin düşük düzey performansı titizlikle değerlendirilmelidir. Ancak ses düzeyinin sürekli olarak belli bir seviyenin üzerinde süreceleceği rock konserlerinde hoparlörlerin düşük düzey performansları göz ardı edilebilecekken, yüksek düzey performansları önem kazanacaktır.

Konuşma için açıklanan sinyal/gürültü oranı, dolaysız/yansımış ses düzeyi oranı, yankı ve bozulmalardan arınmışlık ve tüm dinleyici alanında homojen ses düzeyi ve kalitesi kriterleri müzik işlevli hacimler için de geçerlidir. Ancak frekans aralığı dikkate alındığında, müzik performansları için sistemin sağlayacağı frekans aralığı daha geniş olmalıdır. İcrada ortaya konan tonal kalite, bozulmadan seslendirme sistemi tarafından aktarılabilirdir. Templeton’a göre [5] yüksek kaliteli seslendirme sisteminin 100 Hz-10 kHz aralığını sağlanabiliyor olması gerekmektedir. Doğal akustik parametreler kapsamında irdelenen netlik için C80 parametresi, elektronik kaynak dikkate alınarak elektro akustik tasarım için de hedeflenen sınır değerlerde tutulmaya çalışılmalıdır.

4.2.3 Opera/Bale ve Modern Dans/Müzikal

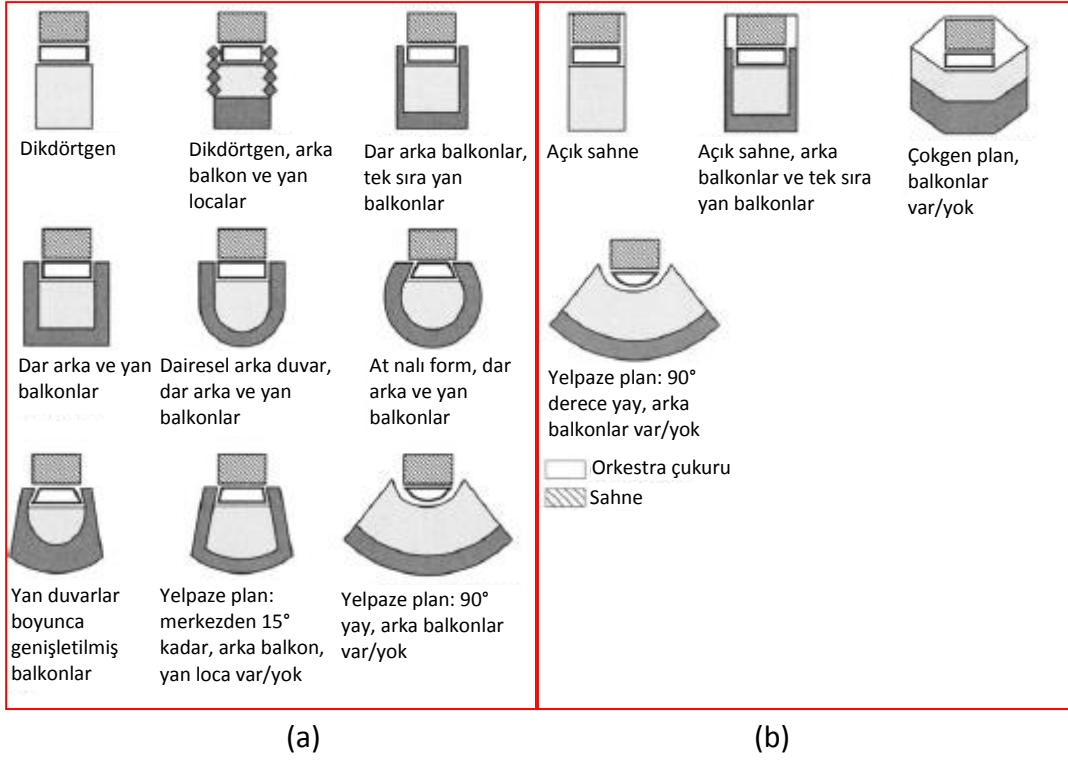
4.2.3.1 Doğal Akustik Tasarım

Opera, bale, modern dans ve müzikal işitsel gereksinimlerinin benzerliği nedeniyle aynı başlık altına değerlendirilmiştir.

Hacim Biçimlenişi:

Appleton'a göre [10] performans tipleri, oditoryum plan biçimleri ve sahne-dinleyici alanı geometrisi arasındaki ilişki incelendiğinde, opera, modern dans ve müzikal performansları için sahne-dinleyici alanı ilişkisi Şekil 4.8'de sunulduğu gibi proscenium ve son sahne (end stage) formatları ile sınırlıdır. Proscenium formatı geleneksel düzenlemedir ve bu düzende sanatçılarla dinleyiciler tamamen karşı karşıya konumlanırlar, sahne sabit bir çerçeveden izlenir ve sahne dekoru geliştirilebilir. Dekorda süratli değişikliklerinin yapılabilmesi için yan ve arka sahneler ve sofita kulesi ile birlikte bu format günümüze kadar korunmuştur. Bu performanslar için orkestra çukurunun geleneksel yeri sahne ile dinleyici arasındadır ve orkestra şefi hem sahnedeki solistlere hem de orkestradaki icracılara kontrol edebileceği noktada konumlanır. En uygun plan tipleri, balkonların olduğu veya olmadığı at nalı ve yelpazedir.

Son sahne formatı ise proscenium sahne formatına benzer ancak açık sahne tiplerinden biridir ve sahne ile dinleyici aynı hacim içinde konumlanır. Bu tip hacim tasarımı daha küçük ölçekli prodüksiyonlar için uygundur.



Şekil 4.8 Opera, modern dans ve müzikaller için plan tipleri (a) Proscenium formatı, (b) Açık sahne formatı [10]

Hacim büyüklüğü ve dinleyici sayısı (kişi başına düşen hacim):

Literatürde verilen değerlere bakıldığında, opera için belirlenmiş olan optimum değerlerin konuşma ve müzik için verilmiş değerlerin arasında olduğu görülmektedir. Opera salonları için tavsiye edilen kişi başına düşen hacim değerleri Çizelge 4.19’de sunulmuştur.

Çizelge 4.19 Opera için kişi başına düşen hacim (V/N) [9], [8]

İşlev	V/N	
	Maekawa& Rindel& Lord	Long
Opera	6-8 m ³	4.5 – 7.4

Çizelge 4.20’de Barron’un ortaya koyduğu [6] opera performansları için maksimum kapasite ve maksimum kaynak-son dinleyici uzaklıkları verilmiştir.

Çizelge 4.20 Opera için salon boyutu sınır değerleri [6]

Kullanım	Maksimum Koltuk Kapasitesi	Maksimum sahne-dinleyici uzaklığı (m)
Opera ve bale	2300	30

İlgili hacim akustiği parametreleri ve optimum değerleri:

Akustik tasarım sürecinde opera işlevi için hedeflenmesi gereken iki gereksinim; şarkıcının sesini makul bir anlaşılabilirlikle yansıtmak ve orkestral sesin hacmin akustiği tarafından desteklenmesini sağlamaktır [6]. Bu süreçte, operayı diğer işlev formlarından ayıran en temel fark, sahnedeki şarkıcılar ve çukurdaki orkestra olmak üzere iki ayrı ses kaynağının olması ve irdelenmesi gerekliliğidir [6]. İki kaynak için gereksinimler farklıdır, aşağıdaki parametreler, hem şarkıcılar, hem orkestra için netlik, hem erken yanal yansımalara, hem yansıma bağlı olarak hacim sesi hissi (“the sense of room sound”) ve şarkıcılar ve orkestra arasındaki gürlük ve dengeyi kapsamaktadır [- [6]:

- Yansıma Süresi (RT)
- Erken Düşme Süresi (EDT)
- Şan Sanatçısı için Netlik (D50)
- Şan Sanatçısı Sesi Düzeyi (G)
- Orkestra Sesi için Netlik (C80)
- Orkestra Sesi için Hacimlilik
- Şan Sanatçısı ile Orkestra Sesi Arasındaki Denge

Yansıma süresi parametresi dikkate alındığında, opera performansları için hedeflenmesi gereken değerler Çizelge 4.21’de sunulmuştur.

Çizelge 4.21 Opera için optimum yansıma süresi değerleri [6], [11], [8]

İşlev	RT (sn)		V (m ³)	RT (sn)
	<i>Barron</i>	<i>Hardy</i>	<i>Long</i>	
Opera	1.3 – 1.8	1.5 – 1.8	3.000 – 15.000	1.2 – 1.6
Müzikal	-	1.2 – 1.4	-	-

İlgili EDT, D50, C80 ve G ve şan sanatçısı ile orkestra sesi arasındaki denge parametrelere ilişkin optimum değerler Çizelge 4.22’te yer almaktadır.

Çizelge 4.22 Opera için optimum EDT, D50, G, C80, LEF değerleri

Erken Düşme Süresi: EDT	≥RT
Şan Sanatçısı için Netlik: D50	> %50
Şan Sanatçısı için Güç: G	> 0 dB
Orkestra Sesi için Netlik: C80 (ort. 500 Hz, 1000 Hz ve 2000 Hz)	-1 – +3 dB
Orkestra Sesi için Güç: G	> -2 dB
Orkestra Sesi için Hacimlilik	>0.15
Şan Sanatçısı ile Orkestra Sesi Arasındaki Denge (Şan Sanatçısı için G-Orkestra Sesi için G)	+1 – +4 dB

Opera salonu tasarımlarında şarkıcı için ses kaynağının sahne üzerinde, orkestra içinse orkestra çukurunda alınarak farklı akustik simülasyon çalışmalarının yapılması önem taşır. Özellikle şarkıcı/orkestra dengesi ile ilgili olarak her iki duruma ilişkin güç değerleri incelenmelidir. Çeşitli salonlar üzerinde yapılan ölçüm çalışmalarının değerlendirmelerine göre Barron, bu dengeyle ilgili olarak yüksek değerlerin şarkıcılar için daha iyi duyulabilirlik sağladığını belirtmiştir [6].

Barron’un [6] opera salonları için farklı akustik ölçütlere ilişkin ortaya koyduğu değerlendirmeler Çizelge 4.23’te sunulmuştur.

Çizelge 4.23 Opera için farklı akustik ölçütlere yönelik değerlendirmeler [6]

Akustik Ölçüt	Uygun Değer
Dağıtıcılık	Sahne etrafında gereklidir
Erken yansıma sağlayan yüzeyler	Özellikle şarkıcılar için gereklidir
Yan yüzeylerden erken yansıma	Orkrstra sesi için tercih edilir
Balkon tasarımı, en yüksekte oturan dinleyicinin düşey görüş açısı	>30°

4.2.3.2 Elektro Akustik Tasarım

Modern dans ve müzikal işlevleri elektro akustik gereksinimler açısından müzik işlevi ile bağdaşmaktadır. Konuşma için de geçerli olan sinyal/gürültü oranı, dolaysız/yansımış ses düzeyi oranı, yankı ve bozulmalardan arınmışlık, uygun frekans aralığı ve tüm dinleyici alanında homojen ses düzeyi ve kalitesi kriterleri modern dans ve müzikal performansları için de geçerlidir. Performans sürecinde modern dans performansları için, canlı çalınan müziğin güçlendirilmesi söz konusu olduğu gibi, kayıttan yayınlanan müzik de izleyicilere sunulabilir.

Müzikaldeki teatral anlatım dikkate alınarak hoparlör yerleşimi açısından çok kanallı sistemin tercih edilmesinin keyifli bir dinleme ortamı yaratacağı söylenebilir. Ancak tüm dinleyici alanında hedeflenen çok kanallı etkinin yaratılabilmesi için hacim genişliğinin çok fazla olmaması uygun olacaktır. Bunun yanı sıra konuşmanın anlaşılabilirliğinin de dikkate alınması gerekecektir. Doğal akustik de opera ve bale performanslarında irdelenen parametreler elektro akustik olarak müzikal ve modern dans performanslarında irdelenmelidir.

4.3 Çok Amaçlı Hacimlerde Doğal Akustik Tasarım

Birden fazla performansa hizmet etmesi amacıyla tasarlanan hacimlerde, bütün performanslar için başarılı bir doğal akustik ortam sunulabilmesi amacıyla, akustik tasarım sürecinde işlevler ayrı ayrı değerlendirilmeli ve her bir işleve yönelik tasarım senaryosu oluşturularak çalışma yürütülmelidir. Bu süreçte önemli nokta, görsel ve işitsel teknik gereksinimleri açısından birbirleri ile bağdaşabilecek performansların bir

araya getirilmesidir. Farklı işlevler için optimum doğal akustik ortam koşullarının sağlanabilmesi için Bölüm 3 (Performans Mekânlarında Akustik Gereksinimler) 'te aktarılmış olan değiştirilebilir doğal akustik yaklaşımlarının uygulanması gerekecektir.

Bu bölümde öncelikle, literatürde çok amaçlı salon olarak yer alan hacimler için optimum hacim biçimlenişi, hacim büyüklüğü ve dinleyici sayısı (kişi başına düşen hacim) değerleri sunulacaktır. Sonrasında, tek amaçlı hacimlerde doğal akustik tasarım ölçütleri ışığında, bir araya gelebilecek işlevler farklı alt başlıklar halinde gruplanacak ve ilgili hacim akustiği parametreleri ve optimum değerlerine bu başlıklar altında yer verilecektir. Ancak bütün parametrelerin değerlerinin tek amaçlı salonlar kadar başarılı olabileceğini beklemek doğru olmayacaktır. Çalışmanın bu bölümünde, pratikte özellikle ekonomik gerekçelerle sıklıkla karşılaşılan çok amaçlı salon uygulamalarına yönelik kabul edilebilir tasarım yaklaşımlarının ortaya konması hedeflenmiştir.

Hacim biçimlenişi:

Appleton'a göre [10] çok amaçlı olarak nitelendirilebilecek salonlar için uygulanan çeşitli kategoriler aşağıdaki gibi özetlenebilir:

- Çoklu format, tek prodüksiyon: aynı salonda aynı tip performans farklı sahne-dinleyici oluşumları içerisinde sergilenir. Bu tip çok amaçlı salon tasarım yaklaşımı tek bir performansın sergilenmesi sebebiyle, bu çalışmada kapsam dışı bırakılmıştır.
- Tek format ve değiştirilebilirlik: aynı salonda farklı performanslar bazı fiziksel adaptasyonları gerektirerek aynı sahne-dinleyici oluşumu içerisinde sergilenir. Şekil 4.9'da bu yaklaşıma yönelik optimum plan tipleri sunulmuştur.



Şekil 4.9 Tek plan tipi, farklı performanslar için değiştirilebilirlik: opera, dans, müzikal, tiyatro, klasik müzik ve diğer müzik türleri [10]

- Çoklu format ve değiştirilebilirlik: aynı salonda hem birden fazla performans sergilenir, hem birden fazla sahne-seyirci oluşumu kurgulanabilir.
- Şekil 4.10'da bu yaklaşıma yönelik optimum plan tipleri sunulmuştur.



Şekil 4.10 Çoklu format: tek hacim, çok çeşitli performanslar [10]

Çoklu kullanım; aynı salon performans sanatlarının yanı sıra pek çok konferans, sergi, gösteri, iç mekân sporları gibi etkinlikler için de kullanılır. Hem sahne hem dinleyici alanı, döşeme eğimi tamamıyla değiştirilebilir olarak tasarlanır.

- Şekil 4.11'de bu yaklaşıma yönelik optimum plan tipleri sunulmuştur.



Şekil 4.11 Çoklu kullanım: tek hacim, performans sanatları gösterileri ile kapalı mekân spor gösterileri [10]

- Bağımsız hacimler; baskın bir dinleyici ya da sahne biçimlenişinin olmadığı salonlar, kare veya dikdörtgen formunda düz zemine sahip olarak tasarlanır ve oturma ve sahnenin prodüksiyona göre oluşturulabileceği bir kapalı mekân sunar.

Böylelikle hacim her performansta özgün bir tasarım yaratmaya olanak tanır. Bu duruma yönelik tasarım yaklaşımı çalışmada kapsam dışı bırakılmıştır.

Bu kategorilerden hangisinin dikkate alınacağı tamamen mimari programa göre değişiklik gösterecektir. Ancak sunulan kategorilerdeki yaklaşımlarda görüldüğü gibi, çok amaçlı salonlarda performanslar gereğince hacimsel açıdan da değiştirilebilirlik kurgulanmaktadır. Doğal akustik tasarımda önemli olan, mimari programda yer alan işlevlerin hacimsel gerekliliklerine göre ilgili kategorilerden hangisinin en uygun çözümü sunacağına karar verilmesi ve bu oluşumu tasarıma aktaracak şekilde mimari tasarıma katkı sağlanmasıdır.

Hacim büyüklüğü ve dinleyici sayısı (kişi başına düşen hacim):

Çok amaçlı salonlarda da opera salonlarında olduğu gibi, optimum değerler konuşma ve müzik için verilmiş değerlerin arasındadır. Çok amaçlı salonlar için tavsiye edilen kişi başına düşen hacim Çizelge 4.24'te sunulmuştur.

Çizelge 4.24 Çok amaçlı salonlar için tavsiye edilen kişi başına düşen hacim (V/N)[9], [8]

İşlev	V/N	
	<i>Maekawa& Rindel& Lord</i>	<i>Long</i>
Çok Amaçlı Salon	6-8 m ³	5.1 – 7.5

Bu bölümün ilerleyen alt başlıklarında bir araya getirilebilecek performanslar ve farklı işlev senaryolarında dikkate alınması gereken optimum hacim akustiği parametreleri değerleri sunulacaktır.

4.3.1 Konuşma, Tiyatro ve Müzik

Doğal akustik tasarım sürecinde konuşma ve müzik performansları, farklı akustik tasarım parametrelerinin incelenmesini gerektirir. Bu nedenle ayrı akustik simülasyon çalışmaları yapıp işlevle alakalı olan parametreler optimum değerlere getirilmelidir.

En temel hacim akustiği parametrelerinden olan yansıma süresinin tiyatro, konuşma ve müzik için optimum değerleri aşağıdaki Çizelge 4.25'da sunulmuştur.

Çizelge 4.25 Tiyatro, konuşma ve müzik için optimum yansıma süresi değerleri [6], [11], [8]

İşlev		<i>Barron</i>	<i>Hardy</i>	<i>Long</i>	
Konuşma/ Tiyatro	Derslikler & Konferans Salonları	-	0.9 – 1.1	0.4 – 0.8	
	Tiyatro Salonları	0.7 – 1.0	0.9 – 1.1 (interaktif t.)	0.8 – 1.2	
			1.2 – 1.4 (küçük t.)		
Konuşma Yapılan Salonlar	-	-	1.0 – 1.6		
Müzik	Kilise Orkestrası ve Koro/ Org müziği		-	2.0 – 2.4	1.7 – 2.2
	Senfoni müziği	Klasik Dönem	1.8-2.2	1.7 – 2.1	1.3 – 1.8
		Romantik Dönem			1.5 – 2.1
Resital & Oda Müziği		1.4-1.8	1.4 – 1.7	-	

Çizelge 4.25’de farklı kaynaklarda verilen, birbirleriyle aynı değerleri kapsayan aralıklar belirtilmiştir. Konuşma amaçlı hacimlerin üst sınırları ile müzik amaçlı hacimlerden özellikle resital& oda müziği ile senfonik müziğin alt sınırlarının örtüşebildiği görülmektedir. Optimum yansıma süresinin hacim büyüklüğüne göre de farklılık göstermesi sebebiyle farklı işlevler için tek bir değer belirlemek elbette ki mümkün olmayacaktır. Ancak değiştirilebilir doğal akustik yöntemlerinin uygulanması ve hacim büyüklüğü ile kişi sayısının önerilen aralıklarda tutulması durumunda, farklı işlevler için optimum yansıma süresi değerlerine ulaşılması mümkün olacaktır.

Yansıma süresi dışındaki parametreler dikkate alındığında, özellikle netlik parametresinin optimum değerlerinin konuşma ve müzik için birbirine zıt olduğunu söylemek mümkündür. Bu durumun yanı sıra, konuşma ve müzik işlevleri için farklı parametreler incelenmektedir. Yapılacak çalışmalar sürecinde, bu durumun oluşturabileceği olumsuzluklar dikkate alınarak her iki işlev grubu için de kabul edilebilir değerlere ulaşılması hedeflenmelidir.

4.3.2 Müzik ve Opera/Bale/ Modern Dans/ Müzikal

Konuşma veya tiyatro işlevlerinin olmayıp, diğer işlevlerin bir araya geldiği salonlar, özellikle aynı parametrelerin değerlendirilecek olması nedeniyle, elde edilecek akustik başarı açısından daha olumlu olarak nitelendirilebilir. İlgili işlevlerin optimum yansımam süresi değerleri bir arada Çizelge 4.26'de sunulmuştur.

Çizelge 4.26 Müzik, opera, müzikal için optimum yansımam süresi değerleri [6], [11], [8]

İşlev		Barron	Hardy	Long	
Müzik	Kilise Orkestrası ve Koro/ Org müziği	-	2.0 – 2.4	1.7 – 2.2	
	Senfoni müziği	Klasik Dönem	1.8-2.2	1.7 – 2.1	1.3 – 1.8
		Romantik Dönem			1.5 – 2.1
	Resital & Oda Müziği		1.4-1.8	1.4 – 1.7	-
Opera		1.3 – 1.8	1.5 – 1.8	1.2 – 1.6	
Müzikal		-	1.2 – 1.4	-	

Çizelge 4.26'de kilise orkestrası ve koro/org müziği dışında batı müziği, opera ve müzikal işlevlerinin, uygun hacim büyüklüğü belirlendiği takdirde, aynı salonda, yakın yansımam süresi değerleriyle çözülebileceği görülmektedir. Özellikle, opera ve resital& oda müziği değerleri oldukça yakındır, senfonik müziğin ancak alt, müzikalin ise üst sınırı örtüşmektedir.

Diğer parametreler dikkate alındığında, hacimlilik ile ilgili değerlerin yüksek düzeyler alması tüm işlevler için uygun olacaktır. Opera ve müzikal performanslarında, orkestra eşliğinde dinleyiciye aktarılmak istenen metnin anlaşılabilirliği de önem kazandığından netlik değerinin çok düşük olmaması ve erken yansımaların göz ardı edilmemesi doğru bir yaklaşım olacaktır. Senfonik müzik konserlerinin verildiği durumda duvar yüzeylerindeki dağıtıcılığın arttırılması ve büyük sahne ile sofita kulesi alanlarının yansıtıcı ve dağıtıcı nitelikli orkestra kabuğu ile kapatılması, opera ve müzikal performanslarında ise toplam yutucu yüzey alanının arttırılması tüm performanslar için kabul edilebilir değerlere ulaşılması açısından uygulanabilir yöntemler olarak değerlendirilebilecektir.

Performansların bir araya geliş seçeneklerini arttırmak mümkündür. Her türlü seçenekte, doğal akustik ortamla farklı işlevleri aynı salonda bir araya getirmek için,

farklı kullanım şemaları oluşturarak, değiştirilebilir doğal akustik tasarım yaklaşımlarını uygulamak kaçınılmazdır. Bir araya getirilebilecek performanslara bakıldığında, özellikle konuşma işlevi diğerleri ile büyük ölçüde çelişmekte ve değiştirilebilir yöntemlerin de yetersiz kalacağı durumlar oluşturabilmektedir. Bu durumlarda seslendirme sistemleri devreye sokularak konuşmanın anlaşılabilirliği desteklenmektedir. Bu anlamda, bu bölümün ilerleyen alt başlığında tüm performansların en uygun biçimde sergilenmesi için, aynı salonda dikkate alınması gereken hem doğal hem elektro akustik tasarım yaklaşımları, bu yaklaşımların işlevlerle ilişkisi ve birbirleri ile entegrasyon süreçleri sunulacaktır.

4.4 Çok Amaçlı Hacimlerde Elektro Akustik Tasarım

Çok amaçlı hacimlerde sadece elektro akustik aktarım dikkate alınarak tasarlanan bir salonda, farklı performansları bir araya getirmek, doğal akustikle kıyaslandığında, daha kolaylıkla başarılı sonuçlar verebilecektir. Tasarım sürecinde elektro akustik kusurları önlemek, tüm dinleyici alanında homojen ve yeterli ses düzeyi sağlamak, sesin görsel olarak kaynağın konumlandığı noktadan geldiği hissini bozmamak, doğal sese mümkün olduğunca yakın, frekans karakteri açısından bozulmamış bir ses sunmak işlevden bağımsız olarak sağlanması önem arz eden gereksinimlerdir. Bu gereksinimlerin yerine getirilebilmesi için doğru hoparlör yerleşimi ve ekipman seçimi yapılmalıdır. Bu süreçte işlevin getirdiği işitsel zenginlik dikkate alınmalıdır. Konuşma işlevi söz konusu ise konuşmanın anlaşılabilirliğinin sağlanması için çalışma detaylandırılmalı, müzik işlevi söz konusu ise yeterli ses düzeyi ve dinamik enginlik dikkate alınmalıdır. Tüm bu faktörler dikkate alınarak tasarlanan bir salonda ise farklı performansların sergilenmesi durumunda gerekli elektronik ayarlamaların doğru yapılması halinde işlevler uygun akustik konfor şartlarında sunulabilecektir.

Templeton'a göre [5] seslendirme sistemi tasarlanırken, dikkate alınması gereken en önemli faktörler; konuşmanın, uyarıcı tonun veya müzik sinyalinin anlaşılabilirliği ve netliği ile sistemin toplam frekans cevabıdır. Eğer konuşmanın anlaşılabilirliğinin iyi olması sağlanırsa, diğer uyarıcı sinyallerin veya müziğin netliği neredeyse kendiliğinden sağlanmış olacaktır [5]. Buradan hareketle, doğru tasarlanmış bir seslendirme sistemi ve doğal akustik kusurlardan arınmış, yansıma süresi hoparlörlerden gelen sesi

etkilemeyecek kadar düşük olan ve hacim büyüklüğü ve biçimlenişi tüm performanslar için kabul edilebilir olan bir salonda, konuşma, müzik, müzikal ve modern dans performansları sergilenebilecektir.

Çok amaçlı hacimlerde elektro akustik tasarım yapılırken, her performansın kendine özgü akustik kalitede sunulabilmesi için değiştirilebilir akustik tasarım kapsamında aktarılmış olan elektro akustik yöntemler de en uygun tasarımın yapılabilmesi için büyük önem taşımaktadır. Bu sistemler, sesin güçlendirilmesinin yanı sıra, farklı performanslar için elektronik olarak farklı yansımam hissini dinleyiciye aktarabilmesi nedeniyle sadece elektronik sesin sunulacağı ve farklı performansların sergileneceği hacimler için akustik açıdan en uygun çözümlerden biri olabilecektir.

4.5 Çok Amaçlı Hacimlerde Bütünleşik Akustik Tasarım

Çok amaçlı hacimlerde tasarım sürecinde hem doğal hem elektro akustik tasarımın irdelenmesiyle, aynı hacmin hem doğal hem elektronik ses iletim modelini kullanan performansların bir araya getirmesi mümkün kılınabilir. Aynı hacmin farklı performanslar değerlendirilerek kullanım şemalarının oluşturulması ve hem doğal hem elektro akustik için simülasyon çalışmaları ile tasarımın analiz edilmesiyle optimum çözüm bulunabilecektir. Bu süreçte özellikle değiştirilebilir akustik tasarım yaklaşımları önemli rol oynayacaktır. Ayrıca, tasarım sürecinin başlangıcında mimari olarak hacim büyüklüğünün, izleyici sayısının ve hacim biçimlenişinin doğru tasarlanması sonradan düzeltilmesi mümkün olmayacak zayıflıkların önüne geçilebilmesi için birinci koşuldur. Bu nedenle, sadece iç yüzey biçimlenişi ve malzeme seçimleri aşamasında değil, hacmin mimari oluşum sürecinde de akustik danışmanın devrede olması gerekmektedir.

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. Ancak ekonomik gerekçelerle bu performansların bir araya getirildiği alanlar için mümkün olabilecek optimum tasarım yaklaşımının ortaya konması tezin bu bölümünde hedeflenmiştir.

Tasarım sürecinde öncelikle bir araya gelen performanslar müzik türleri de dikkate alınarak ortaya konmalıdır. Sonrasında tüm performanslar için optimum yansım süresi değerleri belirlenmelidir ve bu farklı değerlere ulaşılabilmesi için değiştirilebilir akustik tasarım yaklaşımları ortaya konmalıdır.

Özellikle müzik ve konuşma işlevleri için optimum yansım süresi değerleri büyük fark gösterdiği için, bu hacimlerde konuşma işlevlerinin seslendirme sistemi ile güçlendirilmesi kaçınılmazdır. Çizelge 4.27’de hangi performansın hangi iletim yoluyla sunulabileceği aktarılmıştır.

Çizelge 4.27 Çok amaçlı salonlarda işleve göre akustik tasarım yaklaşımı

İşlev		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

İki tasarım modelinin bütünleşik düşünülmesi sürecinde doğal akustik kapsamında değerlendirilen hacim biçimlenişi açısından, elektro akustik olarak surround ses sistemi kurulacaksa, salon genişliği çok büyük tutulmamalıdır. Bu yaklaşım tüm dinleyici alanının yanal yansılardan beslenebilmesi ve hacimlilik etkisinin olumlu yönde artması açısından da uygun olacaktır. Bunun yanı sıra hacmin yansım süresi değerinin doğru kurgulanması gerekmektedir. Hacmin doğal akustik tasarımında yansım süresi değerleri yüksekse, düşük frekanslı yansımın maskeleyici etkisini azaltmak ve güçlendirilmiş sesin anlaşılabilirliğini arttırmak için, elektro akustik sistemin düşük frekans cevabının sınırlandırılması tercih edilebilir [5]. Bu amaçla multi-band filtresi veya grafik equalizer kullanılması uygun olabilecektir [5]. İç yüzey malzeme yerleşimleri ve seçimleri açısından özellikle hoparlörlerin çok yakınında olan, istenmeyen yansılarda seslendirme sisteminin sağladığı sesi renklendirecek yansıtıcı yüzeyler planlanmamalıdır. Ayrıca hoparlörün iletim aksında olan yüzeyler tüm frekanslarda yüksek yutuculuğa sahip olacak şekilde belirlenmelidir. Aynı yaklaşımla sahne içine

icracılar için yerleştirilen hoparlörler dikkate alınarak, sahne iç yüzeyleri ve varsa sofita kulesinin iç yüzeylerinin yutucu özellikli bir malzeme ile kaplanması doğru bir yaklaşım olacaktır. Tasarım yapılırken, her iki akustik simülasyon sürecinde performansla ilgili hacim akustiği parametreleri irdelenmeli, optimum değerlere ulaşılması için tasarım geliştirilmelidir. Entegre tasarım sürecinde sahnenin iç yüzey malzemeleri ve mikrofon, hoparlör konumları irdelenmeli, sahne yüzeylerinden gelecek yansımalar nedeniyle akustik geri besleme oluşması engellenmelidir.

Bu gruptaki çok amaçlı salonların 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 aktarılacak performanslar için değiştirilebilir elektro akustik sistemlerin kurgulanması da 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.

4.6 Performans Mekânlarında İşlev ve Akustik Tasarımla Uyumlu Kullanım Biçimleri

Farklı performansların farklı doğal ve elektro akustik gereksinimleri; bütünlük tasarım yaklaşımıyla çözümlenen performans mekânlarında işlevlerin sınırlandırılmasını gerektirmektedir. Bir araya getirilebilecek performanslar belirlenirken, işlevlerin doğal veya elektro akustik ortamla sunulacağı ve akustik parametrelerin optimum değerleri dikkatlice irdelenmelidir.

İşlevlere ve kullanım şemalarına ilişkin sözkonusu sınırlandırmaya yönelik bir yaklaşım ortaya konulması adına, aynı salonun tek bir işleve veya birden fazla işleve hizmet etmesi dikkate alınarak salonlar tek amaçlı veya çok amaçlı hacimler olarak Çizelge 4.28'de gruplandırılmıştır. Çok amaçlı hacimler için farklı performanslar, en sık rastlanan kullanım şemalarına göre bir araya getirilmiştir. Bir araya getirilen farklı performansların, aynı salonda, sadece doğal akustik veya elektro akustik ile çözülebilir olması, ilgili sütuna artı (+), çözülemez olması ise eksi (-) sembolü konularak ifade edilmiştir.

Tek bir akustik tasarım yaklaşımı ile çözülebileceği ortaya konan çok amaçlı hacimler için, farklı performanslara yönelik, Bölüm 3 (Performans Mekânlarında Akustik Gereksinimler)'te aktarılan değiştirilebilir akustik tasarım uygulamalarının yapılması, değerlendirmede ön koşul olarak kabul edilmiştir. Hem doğal hem güçlendirilmiş sese yönelik, bütünleşik akustik tasarım yaklaşımıyla oluşturulan çok amaçlı hacimler için ise, hangi performansın doğal, hangi performansın elektro akustik tasarımla sunulabileceği çizelgede belirtilmiştir.

İşitsel gereksinimler açısından benzerlik gösteren konuşma ve tiyatro, opera ve bale ile modern dans ve müzikal bir arada değerlendirilmiştir. Müzik performansları için ise batı müziği, resital, oda müziği vb. türler dikkate alınmıştır. Ancak bu türler arasından hangilerinin diğer performanslarla birleşebileceği, hacim akustiği parametrelerin optimum değerleri dikkate alınarak bu bölümün önceki alt başlıklarında (Bölüm 4.2.2.1) ortaya konmuştur.

Günümüzde, ekonomik gerekçelerle bale performanslarının, kayıttan çalınan ve seslendirme sistemleri aracılığıyla dinleyiciye sunulan salonlarda sergilendiği görülmektedir. Ancak, sanatın tanımı gereği, orkestra çukurunda icra edilen canlı müzik ve doğal akustik etki ile dinleyiciye sunulması kabul gören opera ve bale performansları, yapılan çalışmada elektro akustik kapsamı içinde değerlendirilmemiştir.

Çizelge 4.28'de ortaya konan bilgiler dikkate alınırken, hacim büyüklüğünün ve dolayısıyla dinleyici sayısının, performansın doğal akustik ortamla veya seslendirme sistemlerinin desteğiyle sunulacağına etkisi gözardı edilmemelidir. Özellikle konuşma işlevli performansların doğal akustikle çözümü ancak 1000 kişinin altında dinleyici sayısı olan salonlar için mümkündür. Bununla birlikte özellikle müzik ve konuşma işlevlerinin bir araya geldiği alternatiflerde müzik türü değerlendirilmelidir. Örneğin 1 numaralı alternatif ele alındığında, oda müziği için doğal akustik ortam yeterli olabilir. Seslendirme sisteminin devreye gireceği konuşma ve tiyatro işlevlerinde, yansıtıcı yüzeylerin yutucu özellikli elemanlarla kaplanması doğru bir yaklaşım olacaktır. Ancak aynı salonda senfonik müzik performanslarının sergilenmesi hedefleniyorsa, sahne alanının yutuculuğunun engellenmesi için orkestra kabuğu tasarlanması kaçınılmaz olacaktır. Bu uygulamaya rağmen elde edilen sonuçların tüm performansların optimum

değerleri ile tamamen örtüşmemesi; söz konusu salonun ya konuşma ve tiyatro performansları için uzun, ya da senfonik müzik performansları için kısa yansıma sağı olması karşılaşılabilecek bir durumdur. 8 numaralı alternatifte bakıldığında ise , konuşma ve tiyatro performanslarına yönelik tasarlanmış salonda senfonik müzik kadar uzun yansıma gerektirmeyen opera/bale performansları için daha uygun doğal akustik ortam elde edilebileceğı değerlendirilebilir. Bu durumun modern dans ve müzikal performanslarının doğal veya elektro akustik ortam gereksinimleriyle de örtüştüğü değerlendirilebilir. Bir diğeri alternatif olan 9 numaralı alternatif değerlendirildiğinde ise, konuşma ve tiyatro performanslarının programa dâhil olmaması nedeniyle daha uzun yansıma sürelerinin kabul edilebileceğı ve salonun senfonik müzik konserlerine de elverişli doğal akustik ortama sahip olacak biçimde tasarlanabileceğı söylenebilir.

Çizelge 4.28 Performans mekânlarında işleve ve akustik tasarıma göre kullanım biçimleri

Salon Tipi		İşlev	Doğal Akustik Tasarım	Elektro Akustik Tasarım	Bütünleşik Akustik Tasarım
Tek Amaçlı Hacimler	1	Konuşma	+	+	Tek amaçlı hacimlerde doğal veya elektro akustik tasarımdan biri dikkate alınmalıdır.
	2	Tiyatro	+	+	
	3	Müzik	+	+	
	4	Opera/Bale	+	-	
	5	Modern Dans/ Müzikal	+	+	
Çok Amaçlı Hacimler	1	Konuşma/ Tiyatro Müzik	+	+	Elektro Doğal
	2	Konuşma/ Tiyatro Opera/Bale	-	-	Elektro Doğal
	3	Konuşma/ Tiyatro Modern Dans/Müzikal	-	+	Elektro Doğal
	4	Müzik Modern Dans/Müzikal	+	+	Doğal Elektro

Çizelge 4.28 Performans mekânlarında işleve ve akustik tasarıma göre kullanım biçimleri (devam)

Salon Tipi		İşlev	Doğal Akustik Tasarım	Elektro Akustik Tasarım	Bütünleşik Akustik Tasarım
Çok Amaçlı Hacimler	5	Opera/Bale Modern Dans/Müzikal	+	-	Doğal Elektro
	6	Konuşma/ Tiyatro Müzik Opera/Bale	-	-	Elektro Doğal Doğal
	7	Konuşma/ Tiyatro Müzik Modern Dans/Müzikal	-	+	Elektro Doğal Doğal veya Elektro
	8	Konuşma/ Tiyatro Opera/Bale Modern Dans/Müzikal	-	-	Elektro Doğal Doğal veya Elektro
	9	Müzik Opera/Bale Modern Dans/Müzikal	+	-	Doğal Doğal Doğal veya Elektro
	10	Konuşma/ Tiyatro Müzik Opera/Bale Modern Dans/Müzikal	-	+	Elektro Doğal veya Elektro Doğal Doğal veya Elektro

PERFORMANS MEKÂNI AKUSTİK TASARIM ÖRNEĞİ: “YTÜ MERKEZ KAMPÜS KÜLTÜR ve KONGRE MERKEZİ ÇOK AMAÇLI SALONU”

Tezin bu bölümünde, çalışma kapsamında kuramsal olarak incelenmiş ve açıklanmış bilgilerin örnek bir hacimde akustik simülasyonlar aracılığıyla tasarıma aktarılması hedeflenmiştir. İncelenen performans mekânları kavramı ışığında akustik projelendirme çalışması yapılacak hacmin işlevinin hem konuşma hem de müzik işlevlerine hizmet edecek “çok amaçlı” olması tercih edilmiştir. Bu amaçla Yıldız Teknik Üniversitesi Merkez Kampüs Kültür ve Kongre Merkezi Çok Amaçlı Salonu hem doğal akustik hem de elektro akustik tasarım yaklaşımları dikkate alınarak projelendirilmiş, doğal akustik tasarıma ilişkin yapılan çalışmalar mimari tasarım ekibine sunulmuştur. Hacmin doğal akustik çalışmaları yapıldıktan sonra elektro akustik tasarım çalışmalarına geçilmiş, salonun her iki yönden de optimum akustik konfor şartlarını sağlaması amacıyla tasarım geliştirilmiştir.

Doğal akustik tasarım çalışmaları kapsamında, plan ve kesit düzleminde salonun mevcut mimari tasarımının ortaya koyacağı yansıma örgüsü incelenmiş, iyileştirmeye yönelik farklı biçimlenişe sahip duvar ve tavan panelleri önerileri getirilmiştir. Mimari tasarıma yönelik yapılan çalışmanın sonrasında, salonda farklı kullanım senaryoları dikkate alınarak, hedeflenen optimum hacim akustiği parametrelerine ulaşılması için Odeon yazılımı ile hacmin doğal akustik simülasyonu yapılmış, iç yüzey malzeme önerileri ve orkestra kabuğu detayları sunulmuştur. Yapılan doğal akustik tasarım çalışmalarının sonrasında aynı salonun, öneri mimari tasarım ve yüzey malzemeleri dikkate alınarak, Ease 4.3 yazılımı ile elektro akustik modeli çalışılmıştır. Ulaşılması

hedeflenen kriterler, bu hedeflere ulaşılması için izlenen tasarım yöntemi, hoparlör yerleşimi ve seçimleri açıklanmıştır.

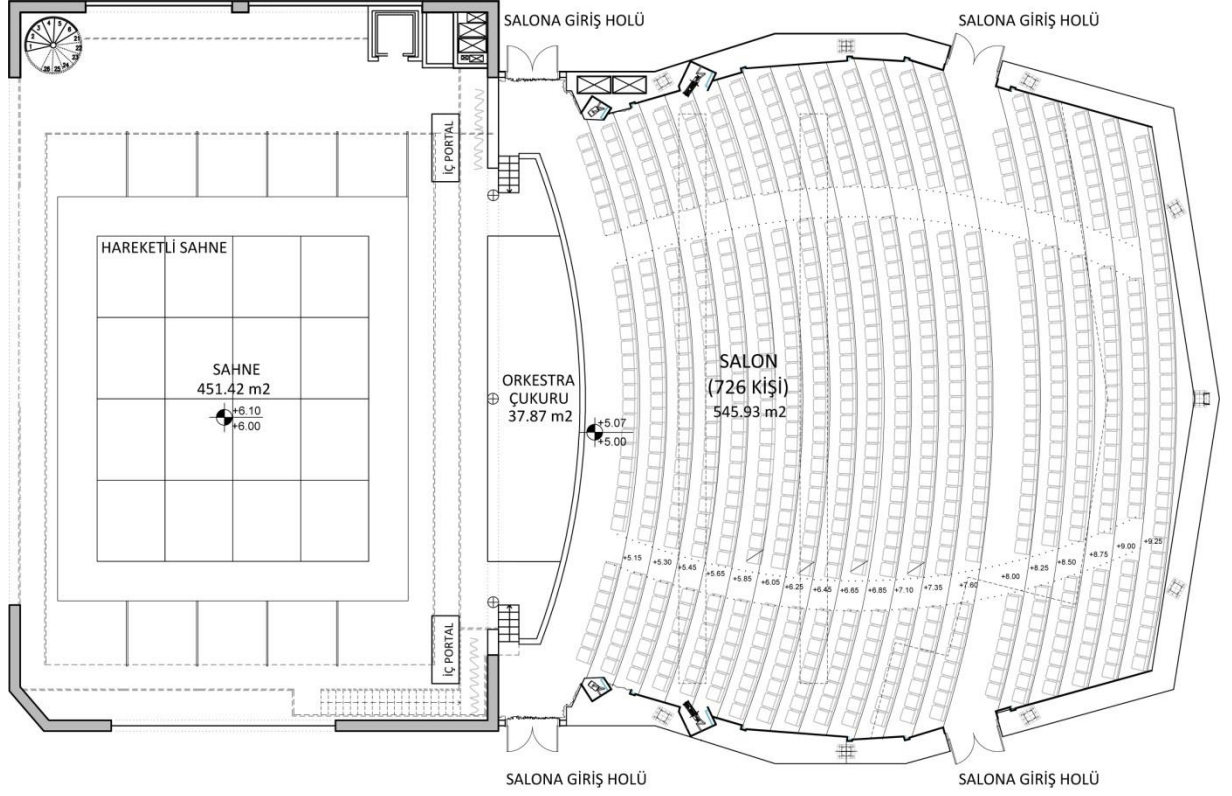
Yapılan çalışmanın sonucunda, projelendirme sürecinde, aynı hacmin hem doğal hem elektro akustik simülasyonu yapılarak elde edilen sonuçlar ortaya konmuştur. Hacmin, opera, bale ve batı müziği konser kullanımları için doğal akustik ortam, seslendirmeli tiyatro ve konferans kullanımları için de elektro akustik ortamla çözüme ulaşılmıştır. Her iki disiplinin, işlev ve hacim akustiği parametreleri ile ilişkili gereksinimlerinin ve tasarım yaklaşımlarının aynı anda irdelendiği bütünleşik tasarım anlayışının sunduğu sonuçlar aktarılmıştır.

5.1 Hacim Özellikleri

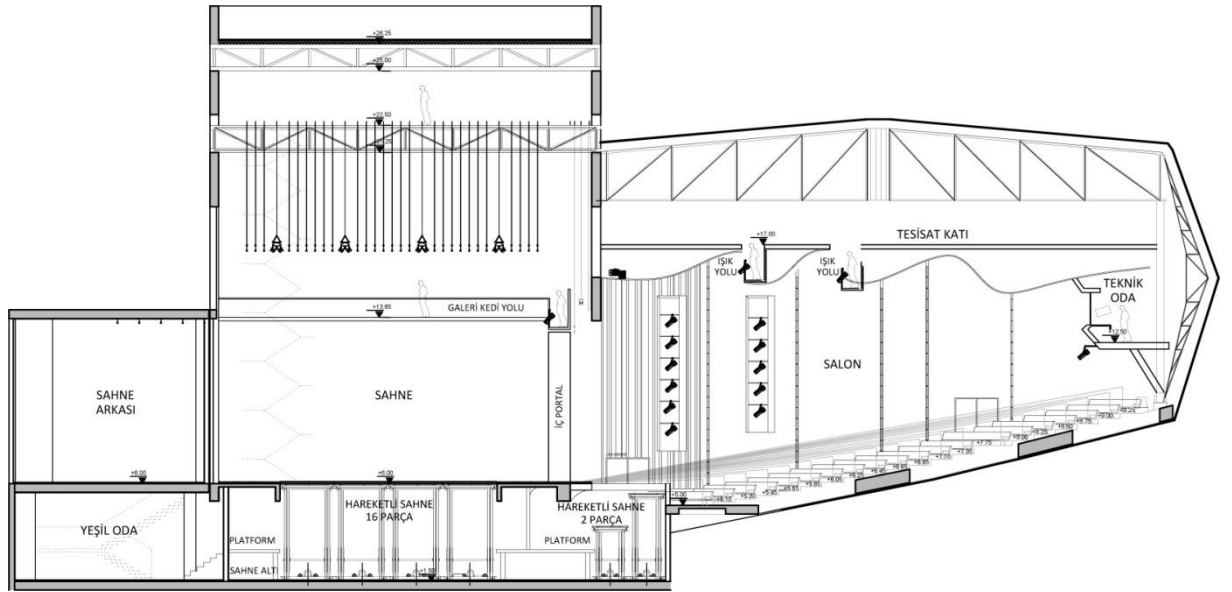
YTÜ Merkez Kampüs Kültür ve Kongre Merkezi Çok Amaçlı Salonu 726 izleyici kapasitesine sahip olup, sofita kulesi, orkestra çukuru ve hareketli sahne tasarımı ile çok amaçlı salon gereksinimlerine cevap verecek mimari niteliklere sahip olarak tasarlanmıştır. Hacim büyüklüğü; dinleyici alanı yüksekliği, tavan panelleri arkasındaki tesisat hacmi ile birlikte değerlendirilip, sahne alanı yüksekliği de sofita kulesi yüksekliği dikkate alınarak hesaplandığında toplam 18.200 m^3 'tür. Dinleyici alanı yaklaşık 546 m^2 , sahne alanı yaklaşık 450 m^2 , orkestra çukuru yaklaşık 40 m^2 olan salon, yan duvarları açıldırılmış dikdörtgen plan tipindedir. Salona; ikisi, birinci ve ikinci parteri ayıran koridor bölümünde, ikisi de sahne yanında bulunan 4 kapıdan girilmektedir. Salon balkonsuz olarak biçimlendirilmiş, dinleyici alanı eğimli döşeme üzerinde tasarlanmıştır. Dinleyicilerin konumlandığı döşeme 20 sıradan oluşmakta, sahne önünden en arka sıraya kadar 4.25 m yükselmektedir. Sahne platformu da sahne önünde ilk parterin konumlandığı kottan 1 m yüksektedir. Sahne önü proscenium açıklığının genişliği 17 m, yüksekliği 7.5 m'dir.

Salon genişliği 24.9 m, salonun proscenium açıklığına kadar dinleyici alanı derinliği 25.6 m'dir. Sahne alanı ile birlikte salon derinliği yaklaşık 43 m'dir. Dinleyici alanı yüksekliği tavan panellerinin oluşumuna göre 6 m ile 11 m arasında değişmektedir. Dinleyici alanının en arkadaki 2 sırası simültane çeviri ses ve ışık odaları altında kalmakta, bu bölümde yükseklik 3.2 m ve 3 m'ye düşmektedir.

Salonun mevcut mimari tasarımının plan ve kesiti Şekil 5.1 ve Şekil 5.2’de, mimari proje ekibi tarafından temin edilen üç boyutlu görselleri ise Şekil 5.3’te sunulmuştur.



Şekil 5.1 Salonun mevcut mimari tasarımını – plan



Şekil 5.2 Salonun mevcut mimari tasarımını – kesit



Şekil 5.3 Salonun mevcut mimari tasarımı – perspektifler

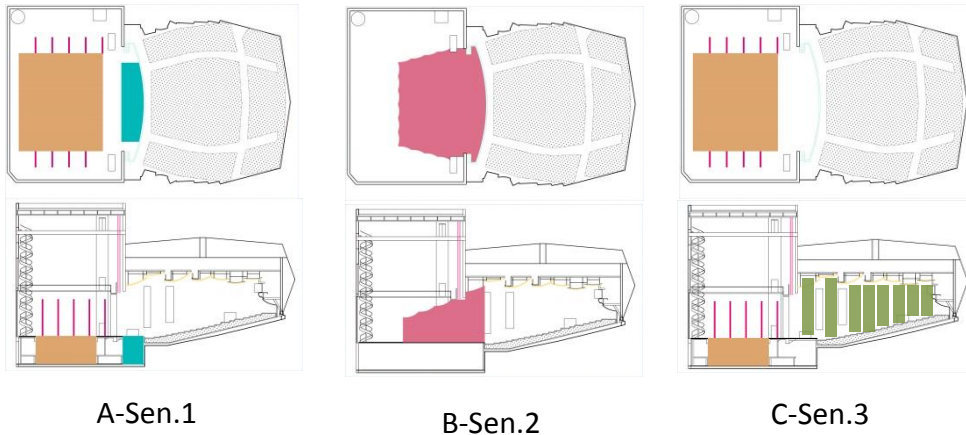
5.2 Doğal Akustik Projelendirme

Salonun akustik projelendirme çalışmaları, mimari biçimlenişe yönelik yukarıda aktarılan bilgiler kesinleştiği aşamada başlamıştır. Gürültü ve titreşim denetimi çalışmaları kapsam dışı bırakılmış, hacim akustiği çalışmaları kapsamında, salon içerisinde yansıma örgüsünün iyileştirilmesi adına duvar ve tavan panelleri biçimlenişine öneriler getirilmiş, işleve uygun optimum hacim akustiği parametrelerine ulaşılması adına iç yüzey malzemeleri önerileri getirilmiştir. Malzeme seçimleri sırasında mimari tasarım yaklaşımları esas alınmıştır. Salonun çok amaçlı işlevi dikkate alınarak değiştirilebilir doğal akustik yöntemleri izlenmiş, seslendirmesiz müzik işlevin için daha uygun ortam oluşturulabilmesi adına orkestra kabuğu tasarlanmış, panellerin form ve yerleşimine yönelik çalışmalar geliştirilmiştir. Seslendirmeli tiyatro ve diğer işlevler için de hacimdeki toplam yutuculuğu arttırmak adına yansıtıcı yüzeyler önüne yutucu motorlu akustik perde önerisi getirilmiştir.

Salonun hacim akustiği tasarımı Çizelge 5.1 ve Şekil 5.4’te sunulan, işlevlere bağlı farklı kullanım şemalarına göre düzenlenmiştir. İşlevler; doğal ses kaynağı ve doğal akustik tasarımın irdelendiği, birincisi opera, bale ve seslendirmesiz müzikalin, ikincisi klasik batı müziği konser durumunun ele alındığı iki ayrı senaryo ile simüle edilmiştir. Tiyatro, konferans işlevi ve diğer seslendirmeli işlevler de hoparlörlerin ve elektro akustik tasarımın irdelendiği üçüncü senaryo ile simüle edilmiştir.

Çizelge 5.1 İşlev, teknik gereksinimler ve akustik çalışmada irdelenen senaryolar

Performans Tipi	Seslendirme Sistemi	Ork. Çukuru	Ork. Kabağı	Sen. No
Opera/Bale/Müzikal	Pasif	Açık	Yok	1
Konser	Pasif	Kapalı	Var	2
Tiyatro, Konferans ve Seslendirmeli İşlevler	Aktif	Kapalı	Yok	3



Şekil 5.4 İşlevlere göre salon kullanım şemaları – A) Opera/Bale/Müzikal (Sen.1) B) Klasik batı müziği konseri (Sen.2) C) Tiyatro/ Konferans / Seslendirmeli işlevler (Sen.3)

Projelendirme sürecinde öncelikle salonun mevcut tasarımı incelenmiş, duvar ve tavan panellerinin oluşturacağı yansıma örgüsü analiz edilmiştir. Sonrasında iyileştirme çalışmalarıyla oluşturulan öneri biçimleniş mimari tasarım ekibine sunulmuştur. Sunulan öneri tasarım ekibi tarafından dikkate alınmış, salon tasarımı geliştirilmiştir.

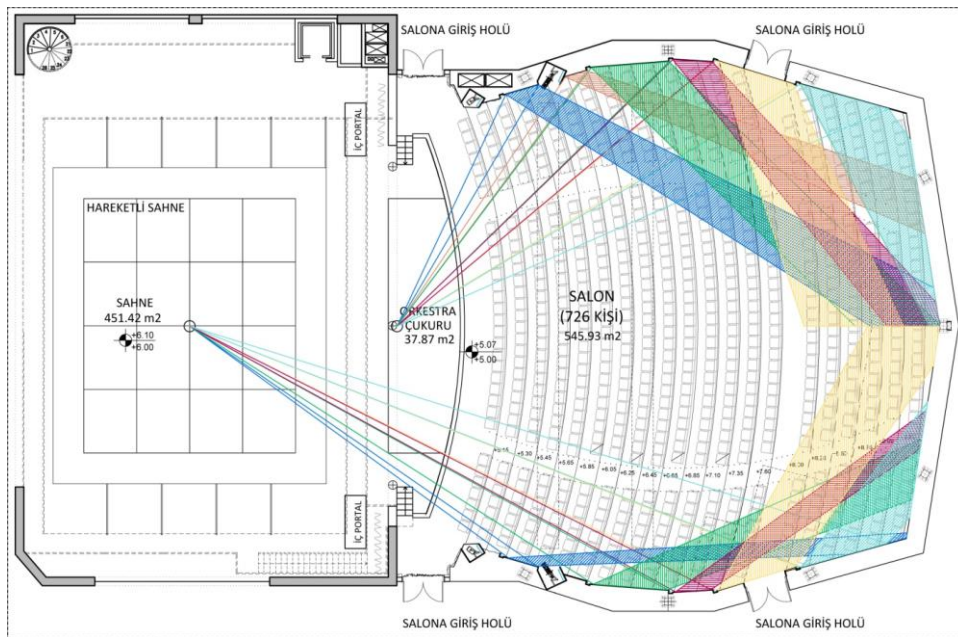
Mimari biçimlenişe yönelik çalışmalar tamamlandıktan sonra salonun akustik simülasyonda kullanılmak üzere üç boyutlu modeli oluşturulmuş, bu modelle yapılan

simülasyon çalışmaları ile en uygun iç yüzey malzemeleri önerileri geliştirilmiştir. Doğal akustik projelendirme kapsamında ulaşılan hacim akustiği parametreleri sonuçları bu bölümde sunulmuştur.

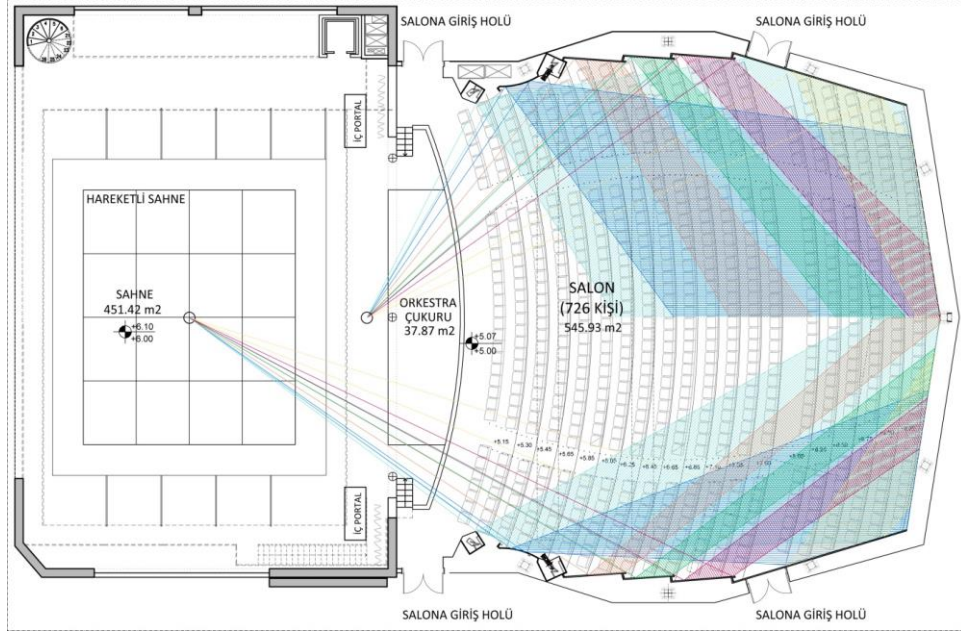
5.2.1 Mimari Tasarıma Yönelik Çalışmalar

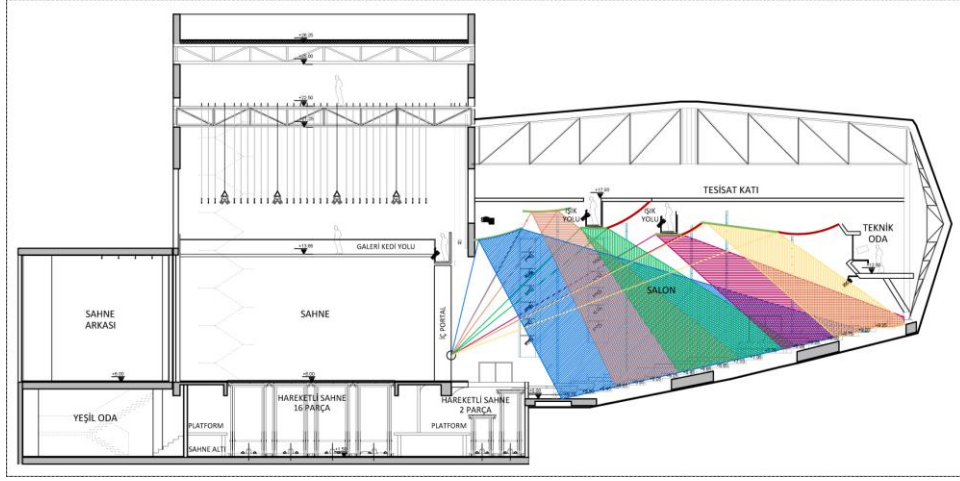
5.2.1.1 Plan ve Kesit Düzleminde Yansıma Örgüsü Analizleri

Salonda dinleyici alanının oldukça geniş olarak tasarlanmış olması, Şekil 5.5'te görüldüğü gibi özellikle salonun orta bölümünde oturan dinleyicilerin yanal yansımalarla beslenememesine sebep olmaktadır. Yanal yansımalar, salonun akustik niteliğini belirlemede, özellikle müziği desteklemede çok önemli etkilere sahiptir. Geniş geometri sebebiyle yanal yansımaların orta bölümde oturan dinleyicilere geliş süresi uzayacaktır. Bu durumun önüne geçilemese bile en azından tüm dinleyici alanının duvar yüzeylerinden gelecek yansımalarla beslenebilmesi amacıyla salon plan düzleminde analiz edilmiş, duvar panelleri yeniden biçimlendirilmiş, açlandırılması ve boyutlarına ilişkin öneriler getirilmiştir. Özellikle, yansımaların, daha geniş dinleyici alanını kapsayabilmesi için ilk iki duvar panelinin dış bükey olmasının önemi vurgulanmıştır. Şekil 5.5'de mevcut, Şekil 5.6'da öneri duvar panellerinin, olası iki kaynak konumu için plan düzleminde yansıma örgüsü sunulmaktadır



Şekil 5.5 Salonun Mevcut Mimari Tasarımı Yansıma Örgüsü – Plan

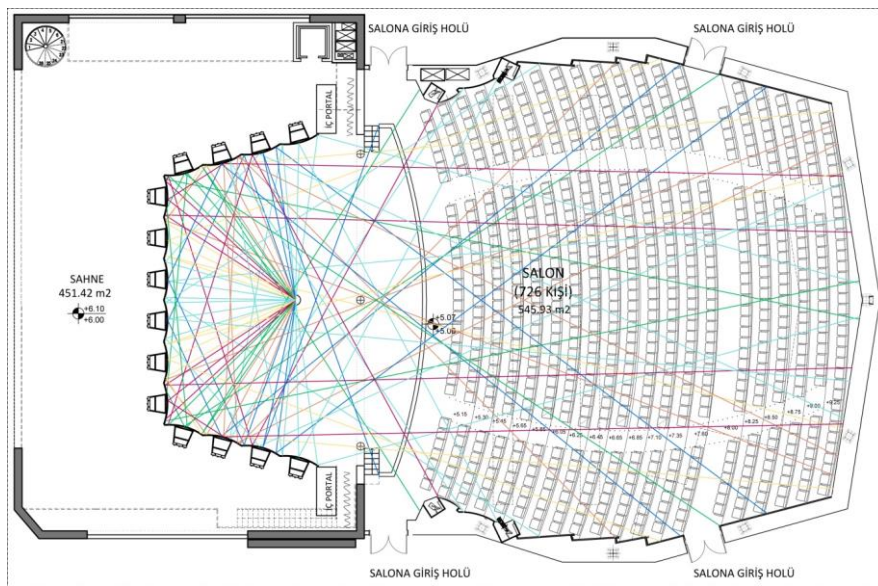




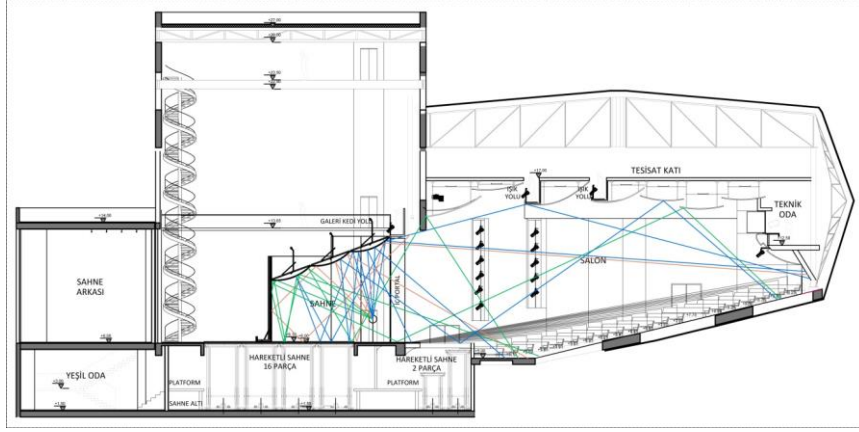
Şekil 5.8 Salonun Öneri Mimari Tasarımı Yansıma Örgüsü – Kesit

5.2.1.2 Orkestra Kabuğu Tasarımı

Salonun çok amaçlı işlevi gereğince projelendirme sürecinde değiştirilebilir doğal akustik yaklaşımları değerlendirilmiştir. Seslendirmesiz müzik performanslarında, sahne üzerindeki orkestranın oluşturduğu akustik enerjinin, oldukça geniş sahne alanına ve ses yutucu nitelikli, büyük sofita kulesi hacmine yayılarak kaybolmasını engellemek amacıyla sahne üzerinde ahşap orkestra kabuğu uygulanması önerilmiştir. Orkestrayı çevreleyecek kabuğun orkestradan yayılacak ses enerjisini seyirciye yönlendirmesi büyük önem taşımaktadır. Bu nedenle tasarlanan orkestra kabuğu için geometrik çalışma yapılmış ve yansıma örgüsü planda (Şekil 5.9) ve kesitte (Şekil 5.10) incelenmiştir.



Şekil 5.9 Orkestra Kabuğu Tasarımı Yansıma Örgüsü – Plan



Şekil 5.10 Orkestra Kabuğu Tasarımı Yansıma Örgüsü – Kesit

Orkestra kabuğunun yapısı gereği, sesi parterin ön bölümlerinde odaklama riski dikkate alınarak, kabuğu oluşturan paneller dışbükey form verilerek dağıtıcı biçimde oluşturulmuştur. Orkestra kabuğunun yatay ve dikey düzlemde oluşturduğu yansıma örgüsü Şekil 5.9 ve Şekil 5.10'da görülmektedir. Orkestra kabuğu, kaynaktan seyirciye ulaşan doğrudan ses enerjisini desteklemenin yanı sıra sahneye de ses enerjisi yansıtıyor olması nedeniyle müzisyenler için olumlu bir durum ortaya koyacaktır.

5.2.2 Hacim Akustiği Parametreleri Optimum Değerleri

Doğal akustik projelendirme sürecinde müzik işlevleri için yansıma süresi (T30), erken düşme süresi (EDT), netlik (C80 ve D50) ve yanıl enerji oranı (LF80), konuşma işlevleri için ise yansıma süresi (T30), erken düşme süresi (EDT) ve konuşma iletim katsayısı (STI) parametreleri değerlendirilmiştir.

Çalışmada optimum yansıma süresi aralığının belirlenmesinde öncelikle işlev, hacim büyüklüğü ve seslendirme gereksinimleri arasındaki ilişki irdelenmiştir. Akustik simülasyon çalışmalarında dinleyici alanı yüksekliği, tavan panellerinin yüksekliği ile sınırlandırılmıştır. Simülasyonun birinci ve üçüncü senaryosunda sahne alanı yüksekliği, sahne önü duvarının yüksekliği ile, ikinci senaryoda ise orkestra kabuğunun biçimi ile sınırlandırılmıştır. Bu durumda birinci ve üçüncü senaryoda salon hacmi 8.400 m³'e, ikinci senaryoda 5.100 m³'e düşmüş, optimum hacim akustiği parametrelerine bu büyüklükler dikkate alınarak karar verilmiştir. 8.400 m³ hacim değerlendirildiğinde kişi başına düşen hacim 11,6 m³ çıkmaktadır. Bu değer, çok amaçlı salon işlevi dikkate alındığında optimum aralığın üstündedir (Bölüm 4). 5.100 m³ hacim

değerlendirildiğinde ise kişi başına düşen hacim 7 m³ çıkmaktadır. Bu değer ise seslendirmesiz müzik işlevi için biraz düşük kalmaktadır.

YTÜ Merkez Kampüs Kültür ve Kongre Merkezi Çok Amaçlı Salonu, orkestra çukuruna sahip olması ve sahne mekaniği nitelikleri açısından tiyatro, müzikal, konuşma, konferans, seslendirmeli veya seslendirmesiz konserler, opera, bale ve üniversite salonu olmasının gerektirdiği tören, vb. pek çok etkinlikte kullanılmak üzere tasarlanmıştır. Akustik projelendirme sürecinde ele alınan üç ayrı senaryo için 8.400 m³ ve 5.100 m³ (orkestra kabuğu olması durumunda) hacim büyüklüğü olan salonun optimum yansım süresi değerinin belirlenmesi için Çizelge 5.2’de gösterildiği gibi farklı kaynaklardan yararlanılmıştır.

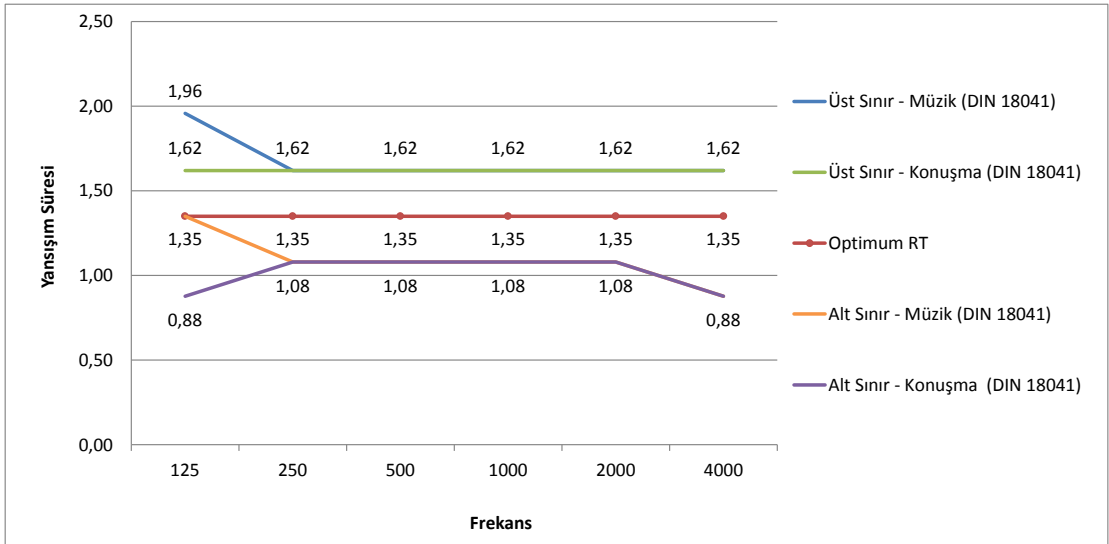
Çizelge 5.2 İşlev ve hacme göre optimum yansım süresi değerleri [8], [45], [51]

Performans Tipi	V (m ³)	Seslendirme Sistemi	Orkestra Çukuru	Orkestra Kabuğu	Optimum Yansım Süresi (RT) (s)		
					Marshall Long	Şazi Sirel	DIN 18041
Konferans	8.400	Var	Kapalı	Yok	1,10	1,05	1,10
Tiyatro	8.400	Var / Yok	Kapalı	Yok	1,30	1,10	1,30
Opera/ Bale/ Müzikal	8.400	Var / Yok	Açık/Kapalı	Yok	1,45	-	-
Konser	5.100	Yok	Kapalı	Var	1,60	1,40	1,75

Çizelge 5.2’de sunulan değerler dikkate alınarak salonun optimum yansım süresi değerinin 1,3 s. (tiyatro için üst sınır) ile 1,4 s. (konser için alt sınır) aralığı içinde olması gerektiğine karar verilmiş ve optimum yansım süresi 1,35 s. olarak belirlenmiştir. Alman standardı DIN 18041’de [51] belirtilen frekansa ve işleve göre değişen alt ve üst sınır değerleri dikkate alınarak hacimde ulaşılması hedeflenen yansım süresi aralığı Çizelge 5.3 ve Şekil 5.11’de yer alan grafikte görülmektedir.

Çizelge 5.3 Optimum, minimum ve maksimum yansıma süresi değerleri

	Frekans (Hz)					
	125	250	500	1000	2000	4000
Optimum RT	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35
Üst Sınır (Konuşma için-DIN 18041)	1,62	1,62	1,62	1,62	1,62	1,62
Alt Sınır (Konuşma için-DIN 18041)	0,88	1,08	1,08	1,08	1,08	0,88
Üst Sınır (Müzik için-DIN 18041)	1,96	1,62	1,62	1,62	1,62	1,62
Alt Sınır (Müzik için-DIN 18041)	1,35	1,08	1,08	1,08	1,08	0,88



Şekil 5.11 Optimum, minimum ve maksimum yansıma süresi değerleri grafiği

Erken düşme süresinin yansıma süresine olabildiğince yakın olması, en fazla %10 kadar kısa olması hedeflenmiştir. Müzik işlevi için irdelenen C80 (3) parametresi için, farklı kaynaklara göre değişiklik gösteren -2dB ile +4dB aralıkları optimum olarak hedeflenmiştir. D50 parametresi için belirlenen hedef ise %50'nin üzerinde değerler almasıdır. Dinleyicinin müzikle sarmalanması hissini irdelenmesi için dikkate alınan yanal enerji oranı parametresi LF (4) için optimum değer olarak dört orta frekans oktav bandının ortalaması için 0,20-0,25 aralığı hedeflenmiştir. Konuşma iletim katsayısı (STI) dikkate alındığında, salonun iyi olarak değerlendirilebilmesi için dinleyici noktalarında elde edilen değerlerin %60 ve üzerinde olması hedeflenmiştir. STI değeri için 0.60 ve 0.75 arası "iyi", 0.75 ve üzeri ise "çok iyi" olarak kabul edilmektedir.

5.2.3 Önerilen İç Yüzey Malzemeleri

Salon içinde malzeme önerileri mimari tercihler dikkate alınarak, kabul edilebilir yansımın süresi sınır değerleri içinde kalınması hedeflenerek belirlenmiştir. Elektro akustik kullanım da göz önüne alınarak kabul edilebilir aralığın alt sınırında olunması amaçlanmıştır.

Sahnedan gelecek doğal sesin arka dinleyici alanına yönlendirilmesi amacıyla yansıtıcı olması gereken sahne çevresi ile dinleyici alanı yan duvar yüzeylerinin ön bölümü düz ahşap olarak önerilmiştir. Hacim içerisinde bas frekans yutuculuğunu arttırmak amacıyla dinleyici alanı yan arka duvarları bas frekanslarda, arkadan gelecek istenemeyen yansımaları ve olası akustik kusurları engellemek amacıyla ise eğimli ve düz arka duvar yüzeyi ve teknik oda camlarının çevresi tüm frekanslarda yüksek yutuculuğa sahip perfore ahşap panel olarak önerilmiştir.

Salon tavan panelleri ise yansıtıcı nitelikli ahşap panel olarak önerilmiştir. Teknik hacim altında kalan yüzey ise bas frekansları yutucu nitelikli perfore ahşap panel olarak önerilmiştir.

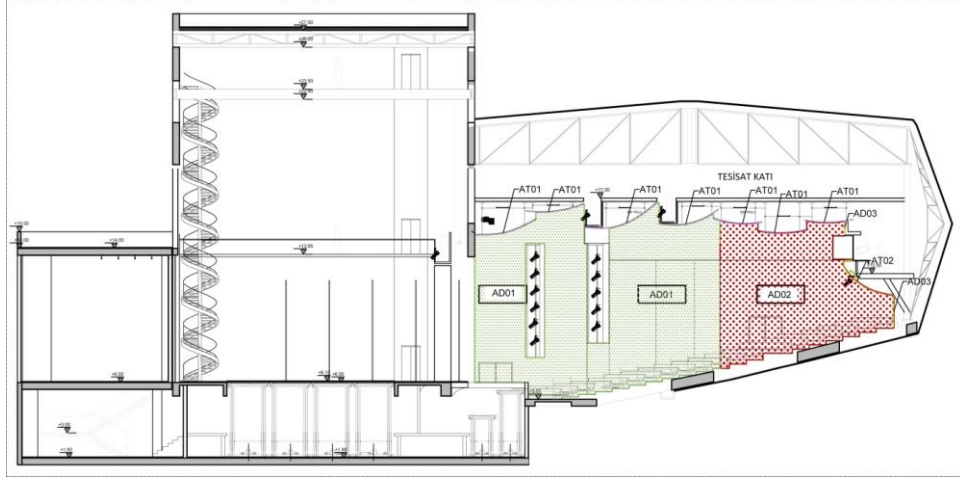
Akustik simülasyon çalışmalarında kullanılan malzemeler Çizelge 5.4'te sunulmuş, Şekil 5.1'de yer alan kesit üzerinde gösterilmiştir.

Çizelge 5.4 Kullanılan yüzey malzemeleri ve frekansa göre yutma çarpanları

Kullanım Yeri	Akustik Nitelik	Malzeme	Alan (m ²)	Frekansa Bağlı Akustik Yutuculuk Miktarı						
				125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	
Tavan	Sahne (Sen. 1 ve 3)	Yutucu	Sahne Açıklığı	458,7	0,49	0,66	0,80	0,88	0,82	0,70
	Salon	Yansıtıcı	Düz Ahşap	506	0,19	0,14	0,09	0,06	0,06	0,05
	Salon	Yutucu	Paneller Arası Açıklık	96,5	0,35	0,35	0,40	0,50	0,60	0,70
	Teknik Oda Altı	Yutucu	Perfore Ahşap Tip 02	56	0,95	0,15	0,03	0,01	0,00	0,00

Çizelge 5.4 Kullanılan yüzey malzemeleri ve frekansa göre yutma çarpanları (devam)

Döşeme	Sahne	Yansıtıcı	Ahşap Parke	466,6	0,15	0,11	0,10	0,07	0,06	0,07
	Salon	Yansıtıcı	Ahşap Parke (Din. alanı çıkarılmıştır)	114,2	0,15	0,11	0,10	0,07	0,06	0,07
	Orkestra Çukuru (Sen.1)	Yutucu	Müzişyenler	40,2	0,27	0,53	0,67	0,93	0,87	0,80
	Dinleyici Alanı	Yutucu	Kumaş ve Dinleyici	566,4	0,35	0,45	0,57	0,61	0,59	0,55
Duvar	Sahne Çev. Duvar Yüz.	Yansıtıcı	Düz Ahşap	98,9	0,19	0,14	0,09	0,06	0,06	0,05
	Sahne İçi Duvar Yüz.	Yansıtıcı	Sıva-Boya	391,3	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
	Sahne İçi ve Arkası Dekor/ Perde	Yutucu	Perde	362,3	0,30	0,45	0,65	0,56	0,59	0,71
	Orkestra Kabuğu(Sen. 2)	Yansıtıcı	Düz Ahşap	268,6	0,01	0,05	0,05	0,04	0,04	0,04
	Orkestra Çukuru (Sen.1)	Yansıtıcı	Düz Ahşap	77,4	0,19	0,14	0,09	0,06	0,06	0,05
	Salon Yan Ön Yüzeyler	Yansıtıcı	Düz Ahşap	297,8	0,19	0,14	0,09	0,06	0,06	0,05
	Salon Yan Arka Yüzeyler	Yutucu	Perfore Ahşap Tip 02	100,0	0,95	0,15	0,03	0,01	0,00	0,00
	Salon Arka Yüzey	Yutucu	Perfore Ahşap Tip 01	20,7	0,40	0,70	0,85	0,70	0,70	0,80
	Teknik Oda Camları Çev.	Yutucu	Perfore Ahşap Tip 01	97,4	0,40	0,70	0,85	0,70	0,70	0,80
	Cam	Yansıtıcı	Cam	38,3	0,18	0,06	0,04	0,03	0,02	0,02
	Kapı	Yansıtıcı	Ahşap	17,5	0,14	0,10	0,06	0,08	0,10	0,10
	Salon Yan Yüz. (Sen. 3)	Yutucu	Mot. Akustik Perde	244	0,43	0,75	0,87	1,00	1,00	1,00



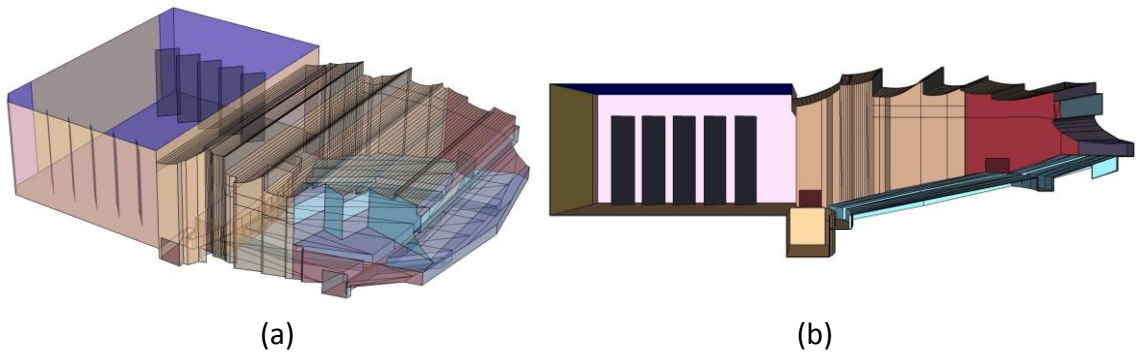
Şekil 5.12 Kullanılan Yüzey Malzemeleri

5.2.4 Akustik Modelleme Sonuçları

Çalışma kapsamında senaryo 1 ve senaryo 2 olarak incelenen opera, bale, seslendirmesiz müzikal ve seslendirmesiz batı müziği işlevlerine yönelik yapılan doğal akustik simülasyon çalışmasının sonuçları bu bölümde aktarılmıştır.

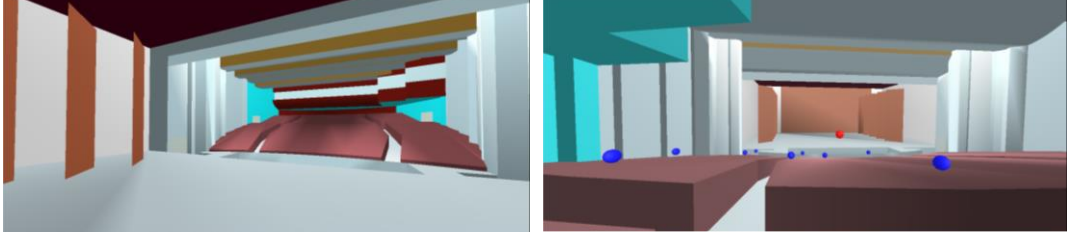
5.2.4.1 Birinci Senaryo

Salonda akustik simülasyonla hesapları yapılan birinci senaryoda hacimde sahne alanının ve orkestra çukurunun açık olduğu, salonun tiyatro, opera, bale ve seslendirmesiz müzikal gibi etkinlikler için kullanılacağı durum dikkate alınmıştır. Akustik simülasyona aktarılan çizim görselleri Şekil 5.13'te görülmektedir. Görsellerde belirtilen yüzey renkleri farklı malzemeleri ifade etmektedir.

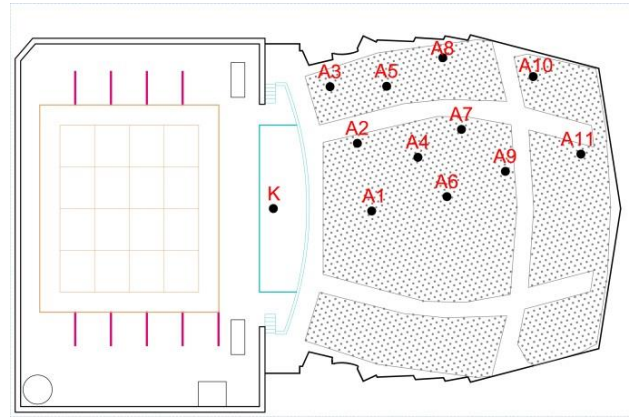


Şekil 5.13 Senaryo 1 için akustik simülasyonda kullanılan model görselleri
(a)Perspektif (b)Kesit

Odeon programından alınan üç boyutlu akustik simülasyon görselleri de Şekil 5.14'te sunulmuştur. Simülasyona aktarılan kaynak ve alıcı noktaları ise Şekil 5.15'te sunulmuş olan plan üzerinde görülmektedir.



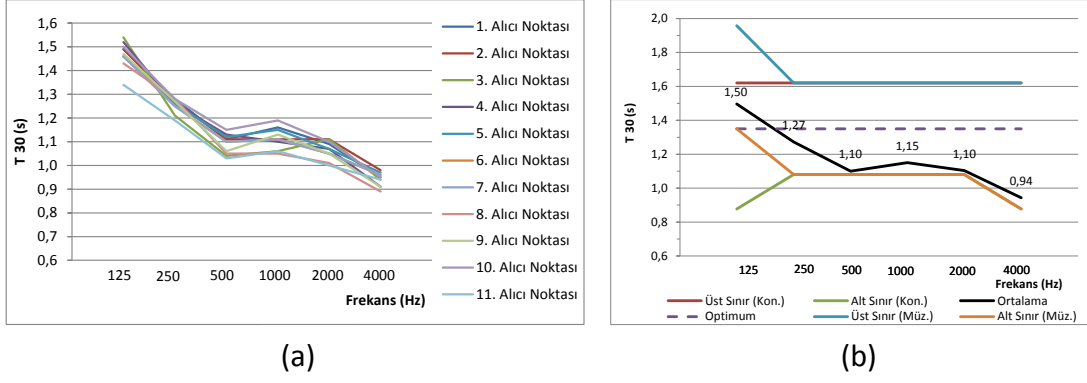
Şekil 5.14 Senaryo 1 için akustik simülasyon görselleri



Şekil 5.15 Kaynak ve alıcı noktaları

Yansıma Süresi; T30

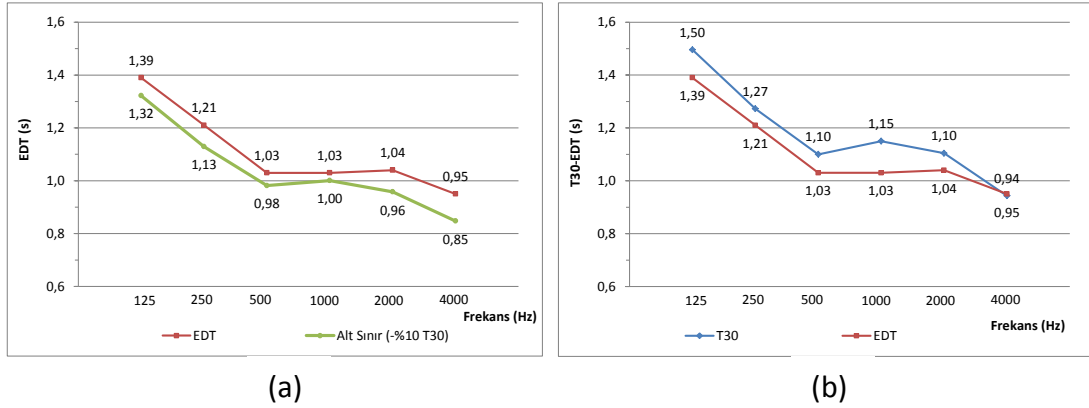
Bölüm 5.2.3'te aktarılan malzemelerin yüzeylere atanması sonucu, hacmin tam dolulukta olduğu durum dikkate alınarak ulaşılan T30 grafikleri de görülmektedir. Farklı alıcı noktalarındaki değerler incelendiğinde (Şekil 5.16-A), en arka köşelerdeki alıcılar dışında büyük farklar görülmediği ortaya konmuştur. Ortalama değer incelendiğinde (Şekil 5.16-B) ise tüm oktav bantlarda sonuçların optimum aralıkta kaldığı, orta ve üst frekanslarda alt sınıra oldukça yaklaştığı görülmektedir. Bu durum, hacimde seslendirme sistemi devreye gireceği kullanım için olumlu bir sonuç ortaya koyacaktır.



Şekil 5.16 Senaryo 1 için (a) Farklı alıcı noktalarında T30 grafiği (b) Ortalama T30 grafiği

Erken Düşme Süresi; EDT

Simülasyon sonucunda ulaşılan ortalama EDT değeri ile T30'un %10 düşüğü olarak belirlenen altı sınır Şekil 5.17-A'da görülmektedir. Ortalama EDT değeri hedeflenen alt sınırın altına düşmemiştir. Ortalama EDT ile bu değer T30 ile karşılaştırması da Şekil 5.17-B'de görülmektedir. Opera performansları için EDT değerinin T30'dan uzun olması olumlu görülmektedir (Bölüm 4). EDT daha uzun olmasa da iki eğrinin birbirine çok uzak çıkmaması, hacim içinde yayınlık ses alanına yakın bir ortama ulaşılması açısından olumludur.

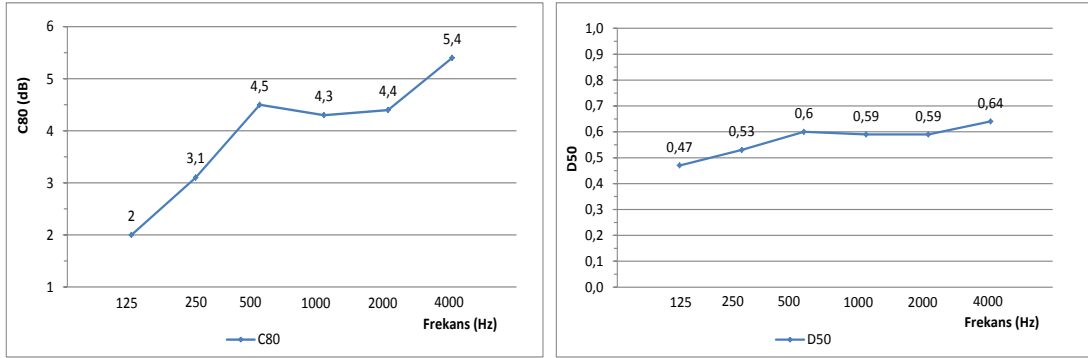


Şekil 5.17 Senaryo 1 için (a) Ortalama EDT grafiği (b) T30-EDT Karşılaştırması

Netlik; C80 ve Açıklık D50

Özellikle müzik işlevinin de yer aldığı etkinliklerde önem kazanan netlik (C80) parametresinin opera performansları için -2dB ile +4dB aralığında olması hedeflenmiştir. Şekil 5.18-(a)'da verilen simülasyon sonuçları incelendiğinde, C80(3)

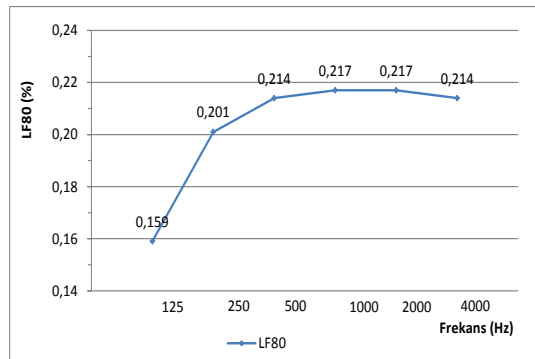
netlik değerinin +4,4 olduğu, yani optimum sınırların biraz üzerinde bulunduğu anlaşılmaktadır. Bu durum salondaki güçlü ilk yansılardan kaynaklanmaktadır. Opera performanslarında, şarkıcılar için incelenmesi gereken açıklık (D50) parametresine bakıldığında ise, Şekil 5.18-(b)'de görüldüğü gibi 125 Hz dışında frekanslarda %50'nin üzerinde olması olumlu bir sonuçtur.



Şekil 5.18 Senaryo 1 için (a) Ortalama C80 grafiği (b) Ortalama D50 grafiği

Yanal Enerji Oranı; LF80

Şekil 5.19'da görülen yanal enerji oranı sonuçları incelendiğinde LF80(4)'ün 0,21 çıktığı, böylelikle, hedeflenen 0,20-0,25 aralığına ulaşıldığı görülmektedir.

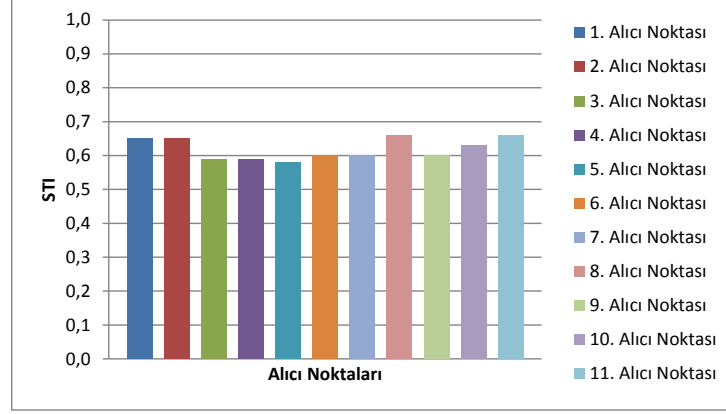


Şekil 5.19 Senaryo 1 Ortalama LF80 grafiği

Konuşma iletim katsayısı; STI

Şekil 5.20'de görülen değerler incelendiğinde, Senaryo 1 için sonuçların %60 ile %65 arasında olduğu görülmektedir. Tiyatro işlevi dikkate alındığında, ulaşılan yansımam süresi değerinin konuşma sınırının üzerine çıkmadığı görülmektedir. Her ne kadar orkestra çukurunun kapalı olması yansımam süresinin az da olsa daha da kılmasına yol

açarak STI değerlerini biraz yükseltecek olsa da, 726 kişi kapasiteli bu çok amaçlı salonun tiyatro işlevinde doğal akustikle kullanılması güçtür. Bu durum, özellikle konuşmanın ön planda olduğu tiyatro işlevinde, seslendirme sisteminin varlığını kaçınılmaz kılmaktadır.

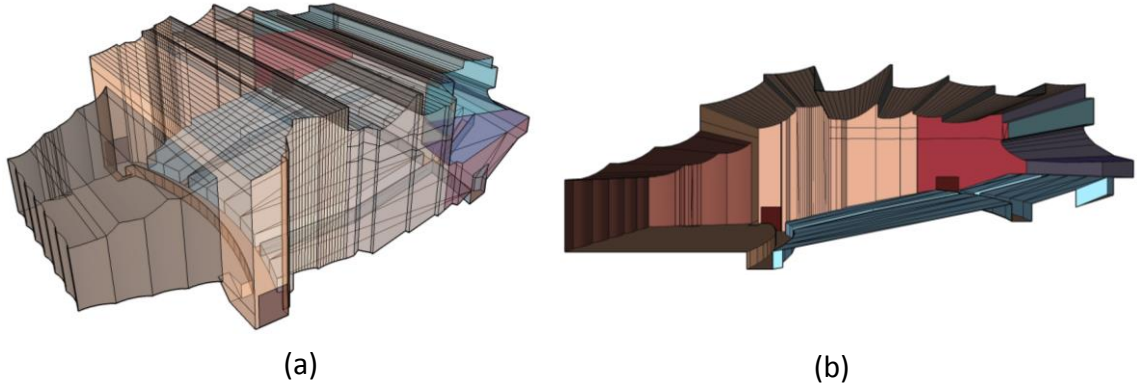


Şekil 5.20 Senaryo 1 için farklı alıcı noktalarında STI değerleri

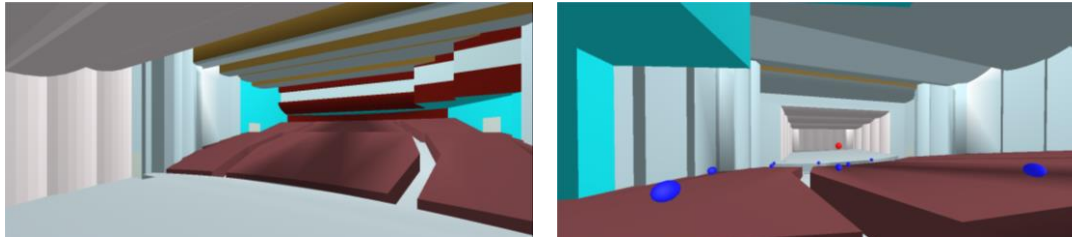
Odeon modelinden elde edilen sonuçlar ile birinci senaryonun seslendirmesiz opera, bale, müzikal kullanım şemalarında, yansıma süresi, erken düşme süresi ve yanal enerji oranı ve şarkıcılar için açıklık parametreleri açısından kabul edilebilir sınırlar içinde kalması sağlanmıştır.

5.2.4.2 İkinci Senaryo

Salonda akustik simülasyonla hesapları yapılan ikinci senaryoda hacimde orkestra çukurunun kapalı, sahne alanının orkestra kabuğu ile kapalı olduğu, salonun seslendirmesiz müzik konserleri için kullanılacağı durum dikkate alınmıştır. İkinci akustik simülasyona aktarılan çizim görselleri Şekil 5.21'de görülmektedir. Görsellerde belirtilen yüzey renkleri farklı malzemeleri ifade etmektedir. Simülasyon çalışmalarında orkestra kabuğu dışındaki salonun iç yüzey malzemeleri değiştirilmemiştir. Odeon programından alınan üç boyutlu akustik simülasyon görselleri de Şekil 5.22'de sunulmuştur. Şekil 5.15'te sunulmuş olan simülasyona aktarılan kaynak ve alıcı noktaları değiştirilmemiştir.



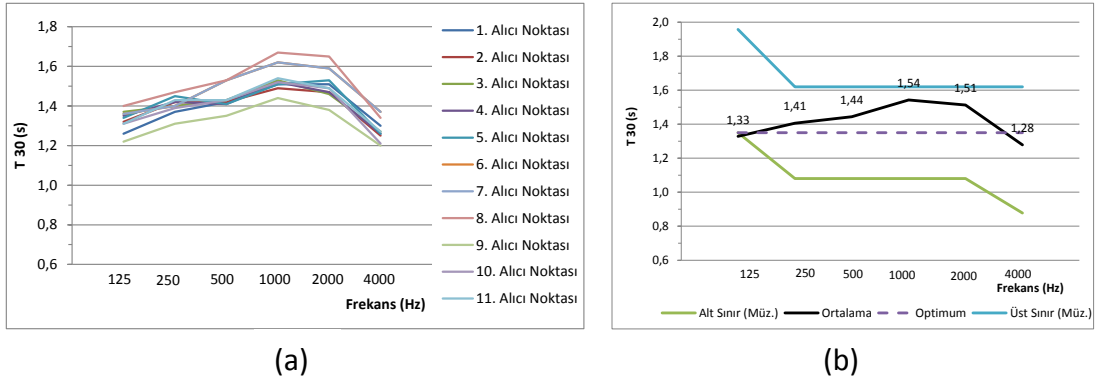
Şekil 5.21 Senaryo 2 için akustik simülasyonda kullanılan model görselleri
(a)Perspektif (b)Kesit



Şekil 5.22 Senaryo 2 için akustik simülasyon görselleri

Yansıma Süresi; T30

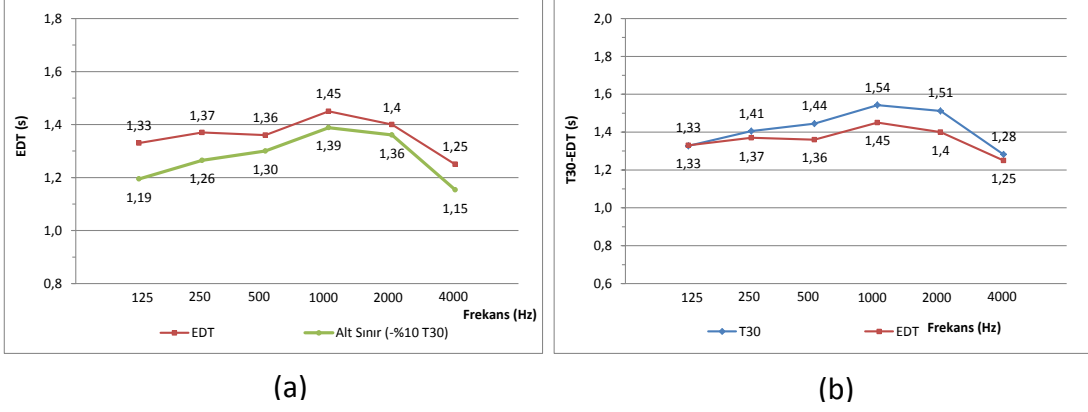
Senaryo 1’de kullanılan malzemelere yansıtıcı orkestra kabuğunun eklenmesi sonucu ulaşılan yansıma süresi grafikleri Şekil 5.23’te görülmektedir. Farklı alıcı noktalarında ki değerler incelendiğinde (Şekil 5.23-(a)), arkaya yakın yanlarda konumlanan alıcı noktaları (A7 ve A8) dışında çok büyük farklar görülmediği ortaya konmuştur. Ulaşılan ortalama değer tüm oktav batlarda sınır değerlerin içinde olduğu Şekil 5.23-(b)’de görülmektedir.



Şekil 5.23 Senaryo 2 için (a) Farklı alıcı noktalarında T30 grafiği (b) Ortalama T30 Grafiği

Erken Düşme Süresi; EDT

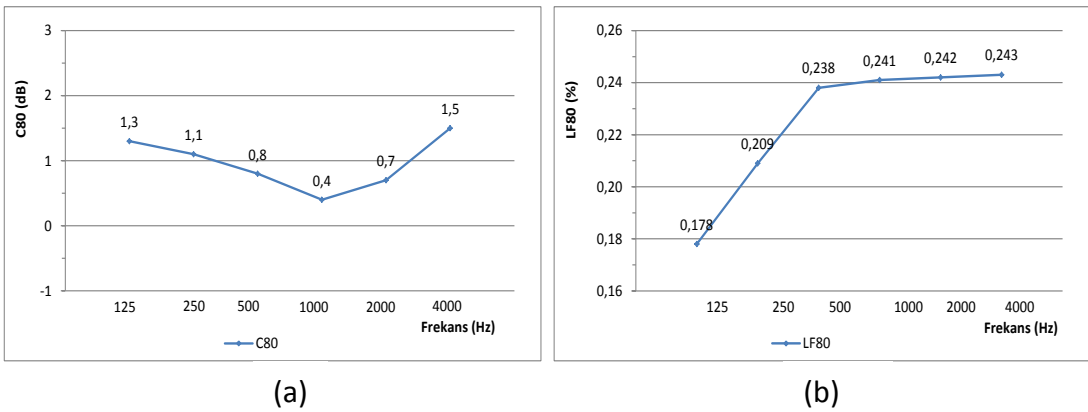
Şekil 5.24'te görülen, simülasyon sonucunda ulaşılan ortalama EDT değeri ile bu değerin T30 ile karşılaştırması grafiklerine göre, iki eğri bu senaryoda birbirine daha yakın çıkmış, hacim içinde yayınlık ses alanına daha yaklaşmıştır.



Şekil 5.24 Senaryo 2 için (a) Ortalama EDT grafiği (b) T30-EDT Karşılaştırması

Netlik; C80 ve Yanal Enerji Oranı; LF80

Şekil 5.25-A'da sunulan sonuçlar incelendiğinde, Senaryo 2 için de C80(3) değerinin 0,6 olduğu müzik için önerilen -2dB ile +2dB aralığında kaldığı görülmektedir. Şekil 5.25-B'de görülen yanal enerji oranı sonuçları incelendiğinde ise LF80(4)'ün 0,23 çıktığı, böylelikle, hedeflenen değer aralığına ulaşıldığı ve Senaryo 2'de daha olumlu bir sonuç elde edildiği görülmektedir.



Şekil 5.25 Senaryo 2 için (a) Ortalama C80 grafiği (b) Ortalama LF80 grafiği

5.3 Elektro Akustik Modelleme

Elektro akustik modelleme sürecinde tiyatro, konferans ve diğer seslendirmeli işlemlere yönelik olarak çalışmanın üçüncü senaryosu oluşturulmuştur. Bu senaryoda elektro akustik tasarıma yönelik olarak hacim akustiği parametrelerinin optimum düzeylerde olması için çalışma geliştirilmiştir. Bu amaçla, öncelikle değiştirilebilir akustik tasarım yaklaşımı ile hacmin yansıma süresinin düşürülmesi hedeflenmiştir. Sonrasında dinleyici alanının tümünde ses düzeyi ve anlaşılabilirliğinde homojen bir dağılım elde edilmesine yönelik hoparlör seçimi ve hoparlör yerleşimi çalışmaları yapılmıştır. Çalışmalar sürecinde hoparlör seçimine yönelik JBL Line Array Calculator II yazılımı kullanılmıştır. Seçilen hoparlörler EASE v4.3 yazılımı ile hacim içerisine yerleştirilmiş ve salonun akustik simülasyonu yapılarak hoparlörlerden yayılan ses enerjisinin dinleyici alanında oluşturacağı sonuçlar incelenmiştir. Yapılan çalışma sürecindeki tasarım yaklaşımları ve hedefleri, hoparlör seçimi ve yerleşimi ile elde edilen elektro akustik modelleme sonuçları bu bölüm kapsamında açıklanmıştır.

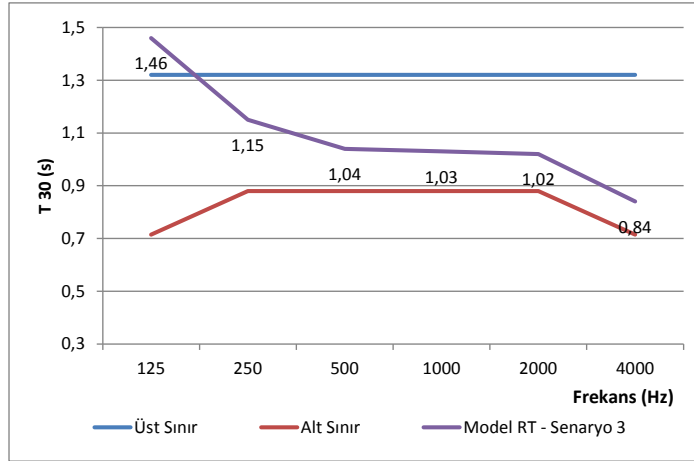
5.3.1 Tasarım Yaklaşımları ve Hedefleri

Elektro akustik modellemenin gerçekleştirildiği üçüncü senaryoda öncelikle hacim içinde yansımaların oluşturacağı olumsuz etkilerin engellenmesi amacıyla Şekil 5.26'da örnekleri görülen motorlu akustik perdeler eklenmiştir. Bu yaklaşım ile hacimde yansıma süresi değerlerinin düşürülmesi ve optimum değer, Çizelge 5.2'de doğal akustiğe yönelik tiyatro için sunulmuş olan değerlerden alt sınır olan 1,10 sn. olması hedeflenmiştir.



Şekil 5.26 Motorlu akustik perde örneği; Showtrek, Jands Staging Equipment [65]

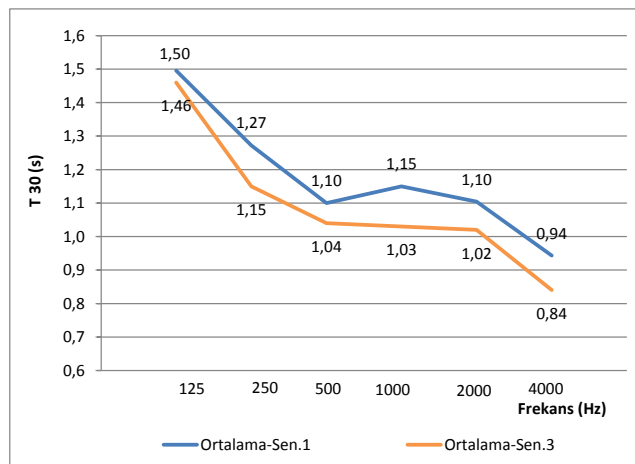
Yan yüzeylerde yutuculuğun artırılmasına yönelik yapılan uygulamanın hacmin yansıma süresi üzerindeki sonucu ODEON 10 yazılımı ile yapılan simülasyonda incelenmiştir. Ulaşılan yansıma süresi değerleri Alman Standardı DIN 18041'de konuşma için belirlenmiş alt ve üst sınır değerleri ile birlikte Şekil 5.27'de yer alan grafikte sunulmuştur.



Şekil 5.27 Senaryo 3 için Ortalama T30 Grafiği

Şekil 5.27'de görüldüğü gibi 125 Hz dışındaki oktav bantlarda yansıma süresi değerleri hedeflenen sınır değer aralığına getirilebilmiştir. 125 Hz'de değerinin uzun çıkmasının sebebi de motorlu akustik perdenin orta ve yüksek frekanslarda etkin yutuculuk değerlerine sahip olup, alçak frekanslarda olamamasıdır. Ancak 125 Hz'deki bu küçük farklılık herhangi bir akustik hataya yol açmayacaktır.

Yapılan çalışma ve eklenen motorlu akustik perdelerin 1. senaryo ile ortaya koyduğu farka yönelik karşılaştırma grafiği Şekil 5.28'de gösterilmiştir.



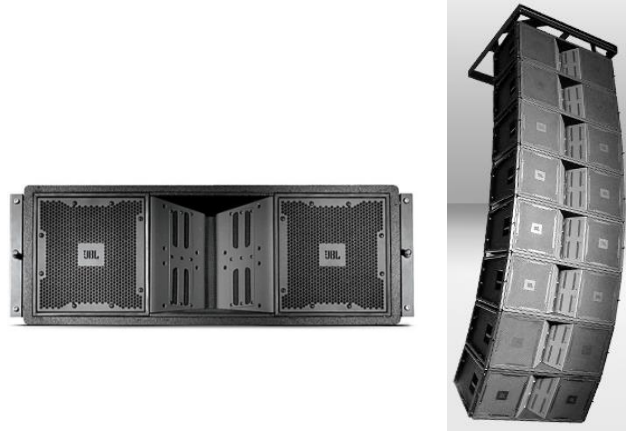
Şekil 5.28 Senaryo 1 ve Senaryo 3 T30 Karşılaştırması

Elektro akustik tasarım sürecinde, Bölüm 4’te belirtildiği gibi, tüm dinleyici alanında düzey farklılıkları minimumda olacak şekilde, yeterli ses düzeyinin, netliğin ve konuşmanın anlaşılabilirliğinin sağlanması hedeflenmiştir. Buna yönelik olarak oluşturulan senaryoda elektro akustik modelleme kapsamında Direkt Ses Basınç Düzeyi (SPL), Toplam Ses Basınç Düzeyi (Total SPL), netlik (C50) konuşma iletim katsayısı (STI) parametreleri değerlendirilmiştir. Ses basınç düzeyi değerleri işleve göre değişmekte olup, tasarım sürecinde tiyatro için sağlanması gereken 90dB değerine ulaşılması hedeflenmiştir. Netlik değerinin konuşmaya yönelik olarak pozitif değerlerde olması, STI değerininse “çok iyi” olarak kabul görmüş 0,75 ve üzeri değerlerde olması hedeflenmiştir.

5.3.2 Hoparlör Yerleşimi ve Seçimleri

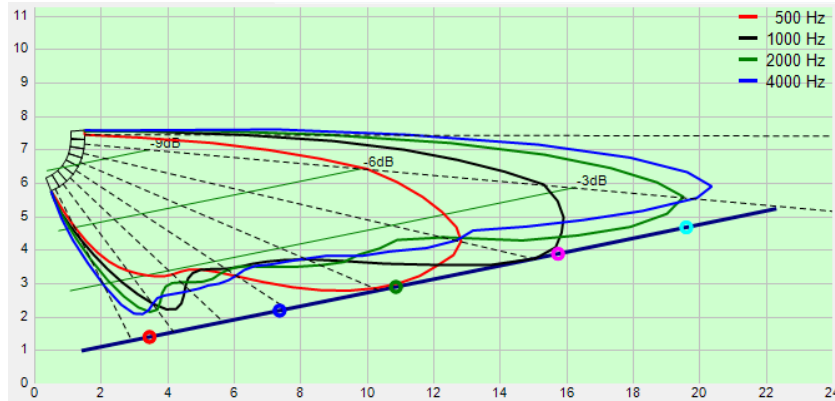
YTÜ Merkez Kampüs Çok Amaçlı Salonu için dinleyici alanının geniş geometrisi ve hacim içerisinde sergilenmesi hedeflenen farklı performans tipleri dikkate alınarak sahne alanı çevresinde konumlandırılmış çok kanallı hoparlör yerleşiminin en uygun sonuçları vereceği ön görülmüştür. Bu yaklaşımla sahne altına sol (L), orta (C) ve sağ (R) olarak üç adet hoparlör grubu konumlandırılmış, tüm dinleyici alanını kapsamaları dikkate alınarak belirlenen konumlara yerleştirilmek üzere line array hoparlör tasarımı çalışması yapılmıştır. Tüm dinleyici alanında hedeflenen homojen ses düzeyi ve kalitesinin sağlanması için sahne altına yerleştirilen line array hoparlörlere ek olarak, sahne zemini üzerine ön dolgu hoparlörleri yerleştirilmiştir.

Sol (L), orta (C) ve sağ (R) olarak tanımlanan hoparlör kanallarına yerleştirilmek üzere line array hoparlör tasarımı JBL Line Array Calculator II yazılımı ile yapılmıştır. Yapılan tasarımda Şekil 5.29’da görülen “JBL VerTec Series VT4887” modeli line array elemanları kullanılmıştır.



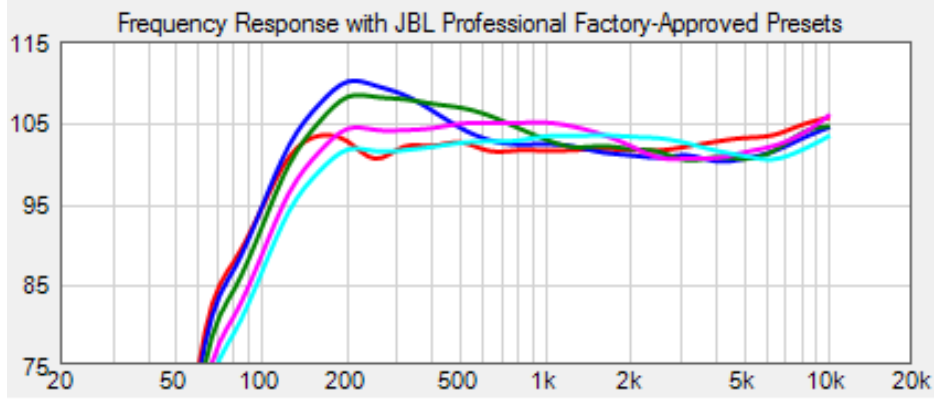
Şekil 5.29 Line array elemanı; JBL VerTec Series VT4887A [66]

Line array tasarımı sürecinde dinleyici alanı kesit düzleminde programa tanımlanmıştır. Oluşturulan hoparlör grubunun 500 Hz, 1000 Hz, 2000 Hz ve 4000 Hz oktav bantlardaki kapsama alanlarının dinleyici alanı ile ilişkisi irdelenerek, incelenen her oktav bandın, eşit ses düzeyi sınırına mümkün olduğunca yakın olması hedeflenmiştir. Buna yönelik, hoparlör grubunda bulunan her bir elemanın açlandırılması ve dinleyici alanına mesafeleri dikkate alınarak ses basınç düzeylerinde gerekli azaltmalar yapılmıştır. Tasarlanan line array hoparlör 8 adet elemandan oluşmaktadır. Bu çalışma sonucunda hoparlör yerleşimi, dinleyici alanı ve 4 oktav banttaki frekansların kapsama alanı ve ses basınç düzeyi arasındaki ilişki Şekil 5.30'da görülmektedir.

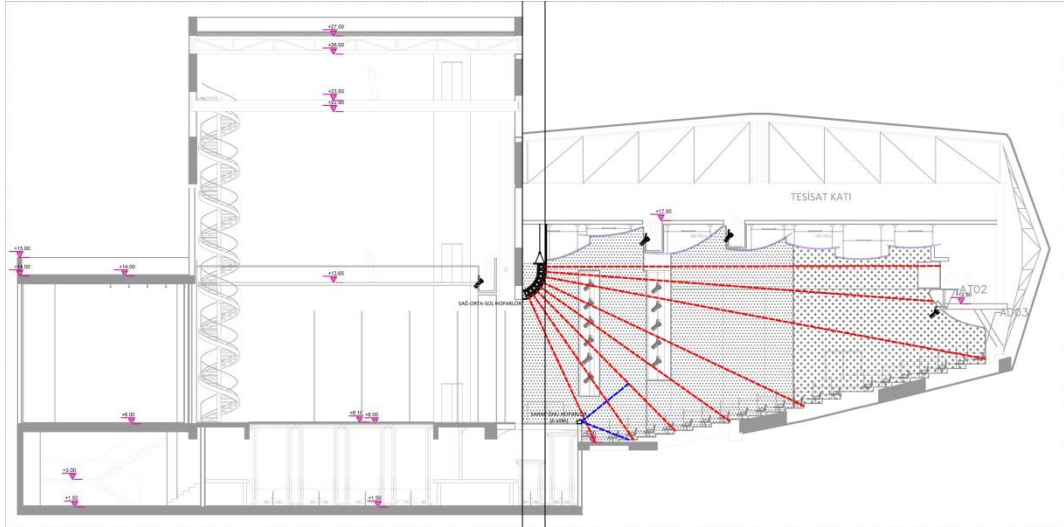


Şekil 5.30 Line array hoparlör tasarımı

Tasarlanan hoparlörün, Şekil 5.30'da görülen programda tanımlanmış olan dinleyici yüzeyi üzerindeki farklı noktalarda oluşturduğu frekans cevabı Şekil 5.31'de yer alan grafikte görülmektedir. Grafik incelendiğinde, dinleyici alanın orta bölümünde yer alan noktalarda, 200 Hz-500 Hz frekans aralığında düzeyin biraz yükselmesi dışında, değerlerin birbirine oldukça yakın çıktığı görülmektedir.

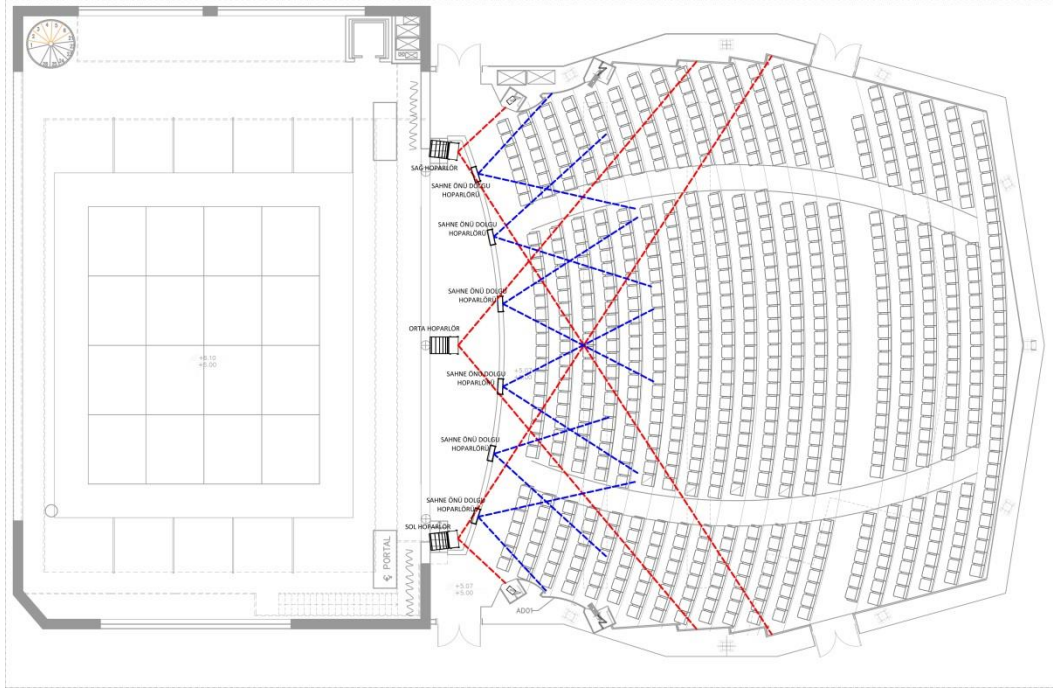


Şekil 5.31 Line array hoparlörün dinleyici alanının farklı noktalarındaki frekans cevabı. Oluşturulan hoparlörün mimari kesite entegre edilmiş hali Şekil 5.32’de görülmektedir. Yaklaşık 180 cm yüksekliği olan hoparlör grubunun sahne alınının önüne asılması gerekmektedir. Bunun için birinci tavan paneli bir miktar kısaltılmıştır. Sahne alınının önüne hoparlörü gizlemek üzere yeni bir eğimli panel önerilmiştir. Ancak bu panelin sol, orta ve sağ hoparlörün önüne gelen yüzeyleri ses geçirir nitelikte bir kumaş kaplanmalıdır.



Şekil 5.32 Hoparlör yerleşimi – kesit

Kesit düzleminde yapılan inceleme ile optimum hoparlör tasarımı yapıldıktan sonra, sol (L), orta (C) ve sağ (R) hoparlörlerin plan düzlemindeki yerleşime yönelik olarak çalışma Ease v4.3 yazılımı ile geliştirilmiştir. Hoparlör gruplarının tüm dinleyici alanını plan düzleminde de optimum düzeyde kapsamasına yönelik yapılan yerleşim ve açılardırma Şekil 5.33’te görülmektedir.



Şekil 5.33 Hoparlör yerleşimi – plan

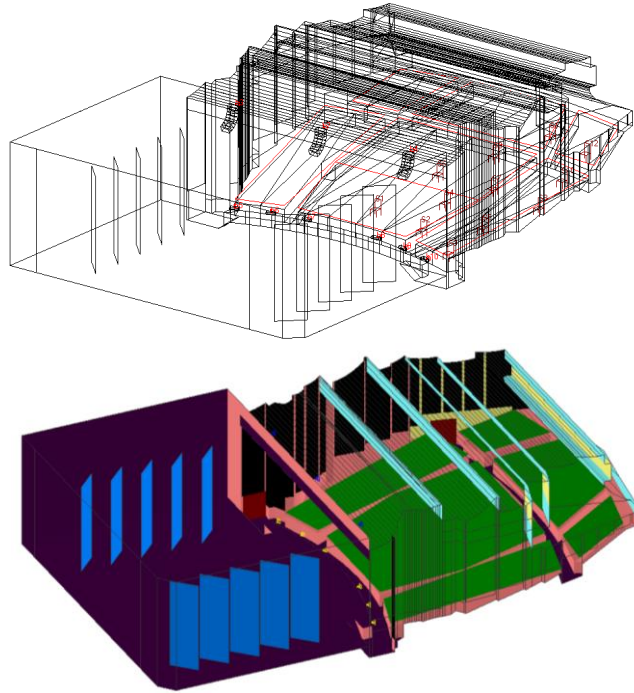
LCR hoparlörler dinleyici alanının ota ve arka bölümleri dahil tamamına yeterli ses enerjisini ulaştırmak üzere tasarlanıp konumlandırılmaları sebebiyle en ön sıralara, diğer sıralara göre uzakta kalmaktadır. Bu durumun ön sıralarda oluşturacağı olumsuz sonucun önüne geçilebilmesi adına, plan düzleminde tüm dinleyici alanını kapsayacak şekilde 6 adet dolgu hoparlörü sahne zemini üzerine konumlandırılmıştır. Sahne üzerinde dolgu hoparlörleri olarak Şekil 5.34’de görülen “JBL AC28/26-WRC” modeli hoparlörler kullanılmıştır. Sahne önü dolgu hoparlörlerinin kapsama alanları Şekil 5.32’de görülen kesit ve Şekil 5.33’de görülen plan üzerinde yer almaktadır.



Şekil 5.34 Sahne önünde kullanılan dolgu hoparlörleri [66]

5.3.3 Akustik Simülasyon Sonuçları

Çalışma kapsamında Senaryo 3 olarak incelenen tiyatro, konferans ve seslendirmeli işlemlere yönelik yapılan elektro akustik simülasyon çalışmasının sonuçları bu bölümde aktarılmıştır. Yapılan simülasyonda sol (L), orta (C) ve sağ (R) olmak üzere üç adet line array hoparlör ve 6 adet sahne üzeri dolgu hoparlörünün birlikte kullanılarak hesaplama yapılmıştır. Akustik simülasyondan görseller Şekil 5.35'te görülmektedir. Görsellerde belirtilen yüzey renkleri farklı malzemeleri ifade etmektedir. Şekil 5.15'te sunulmuş olan simülasyona aktarılan alıcı noktaları değiştirilmemiştir.



Şekil 5.35 Senaryo 3 için akustik simülasyon görselleri

Direkt Ses Basınç Düzeyi; SPL

Bölüm 5.2.3'te aktarılan malzemelerin yüzeylere atanması ve hoparlör bilgilerinin simülasyon programına girilmesi sonucu hoparlörden direkt dinleyiciye ulaşılan ses basınç düzeyi değerlerinin 1/1 oktav bantlardaki frekansa göre dağılımları ve değerleri Şekil 5.36'da yer alan grafiklerde görülmektedir. Noktadan noktaya farklılıklar incelendiğinde, tüm oktav bantlarda dinleyici alanının büyük bölümlerinde hedeflenen ± 3 dB fark sınırının içinde kalındığı görülmektedir. Ulaşılan ses basınç seviyesi düzeyleri ise tiyatro için hedeflenen minimum 90 dB değerini sağlamaktadır.

Toplam Ses Basınç Düzeyi; Total SPL

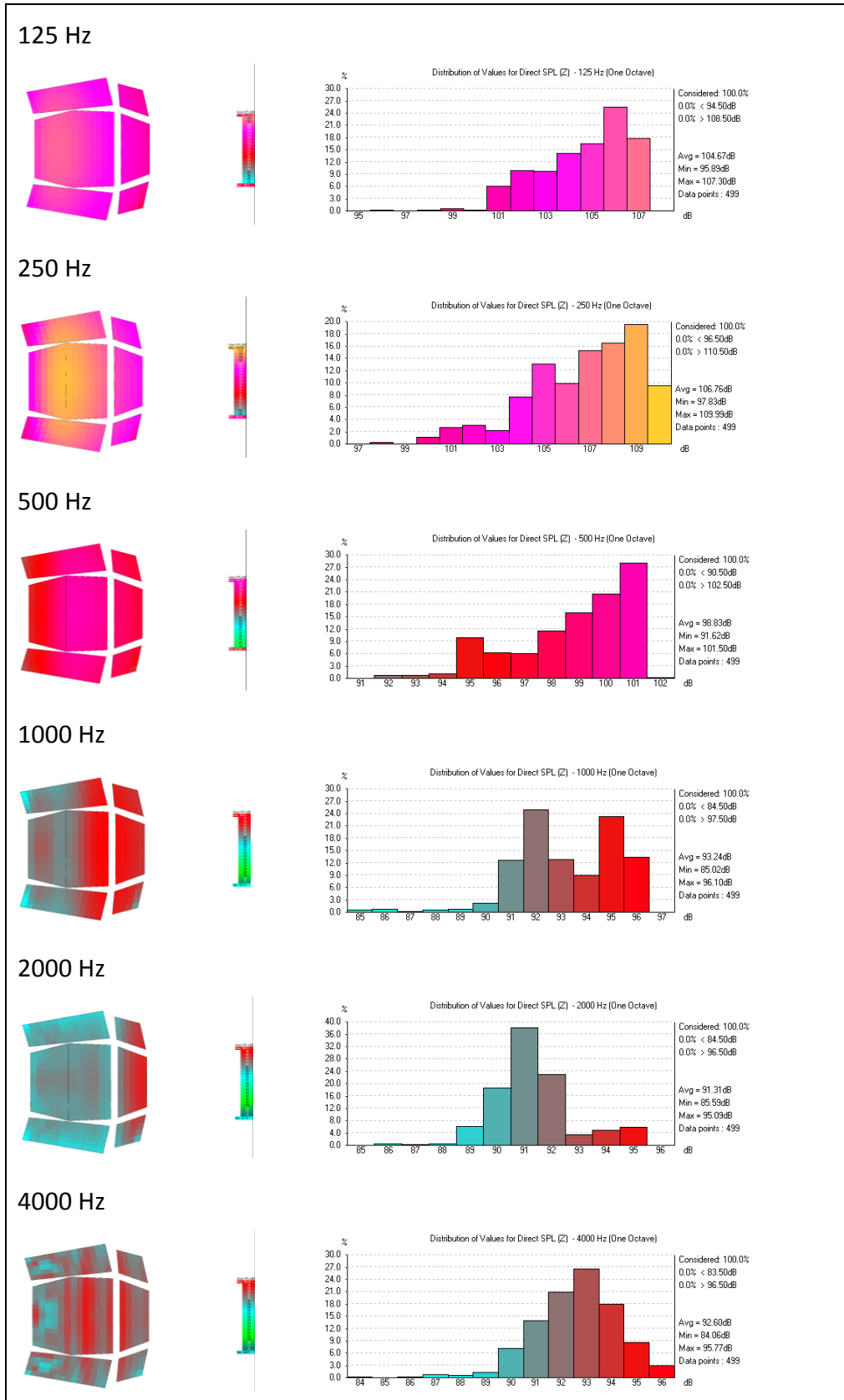
Hoparlörün dinleyici alanı üzerinde oluşturduğu ses basınç düzeyi değerlerine hacmin katkısının da görüldüğü toplam ses basınç düzeyi değerlerinin dinleyici alanındaki dağılımının ve değerlerin görüldüğü grafikler Şekil 5.37'de verilmiştir. Toplam ses basınç düzeyi değerleri direkt ve yansımış sesin toplamını ifade etmektedir. Bu nedenle Direkt SPL'e göre değerler daha yüksek çıkmıştır ancak yine dinleyici alanının büyük bölümlerinde hedeflenen ± 3 dB fark sınırının içinde kalındığı görülmektedir.

Netlik; C50

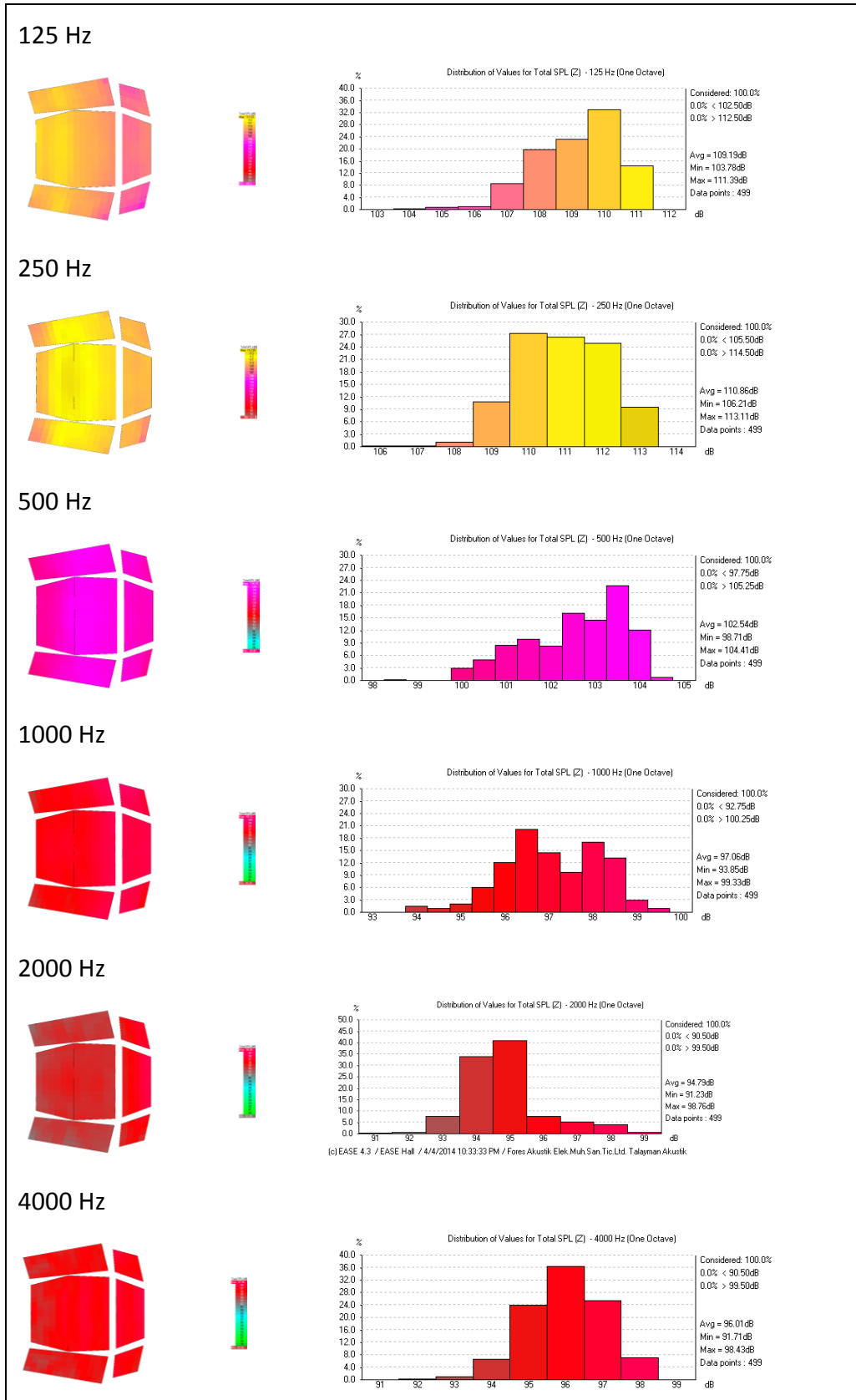
Konuşma için incelenen C50 parametresi için Şekil 5.38'de sunulan dağılım ve değerler incelendiğinde, 1/1 oktav bantlarda tüm frekanslarda sonuçların pozitif değerler aldığı görülmektedir. Yutucu yüzeylerin yoğunlaştığı, dinleyici alanının arka bölümlerine gidildikçe netlik değerlerinin arttığı görülmektedir. Bu durumun yanı sıra yansım süresi diğer frekanslara göre daha yüksek olan 125 Hz oktav bandında netlik değerlerinin de bir miktar daha düşük olduğu görülmektedir. Ancak ortalama sonuçlar değerlendirildiğinde hedeflenen değerlere ulaşıldığı görülmektedir.

Konuşma iletim katsayısı; STI

Senaryo 3 için tasarlanan elektro akustik sistem sonucunda ulaşılan dinleyici alanındaki STI dağılımı ve değerleri Şekil 5.39'da sunulmuştur. Dinleyici alanında yutuculuğun arttığı arka bölümlere gidildikçe STI değerlerinin de arttığı görülmektedir. Dinleyici alanının genelinde ulaşılan en düşük değer iyi (0.60-0.75) olarak kabul edilen 0.70, ortalama değer ise çok iyi (0.75-1.00) olarak kabul edilen 0,78'dir.

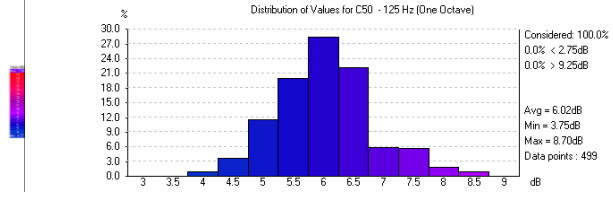


Şekil 5.36 Senaryo 3 için Direkt SPL dinleyici alanı dağılımı ve değerleri

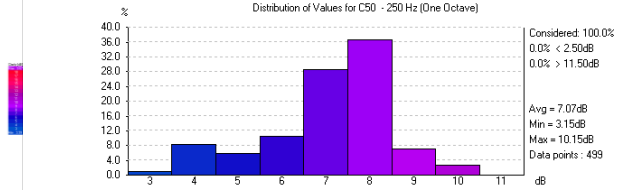
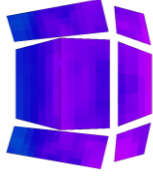


Şekil 5.37 Senaryo 3 için Toplam SPL dinleyici alanı dağılımı ve değerleri

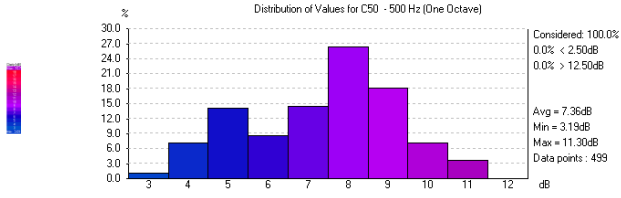
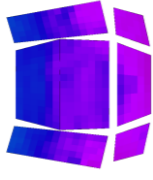
125 Hz



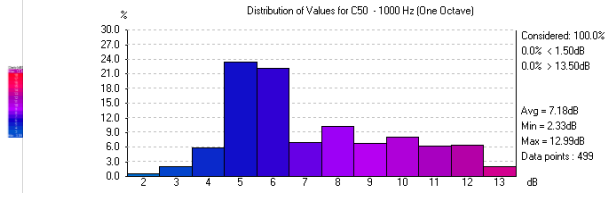
250 Hz



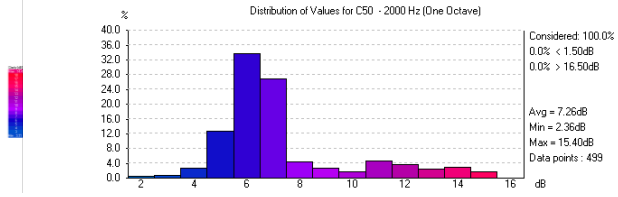
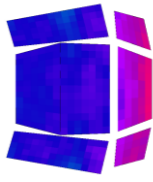
500 Hz



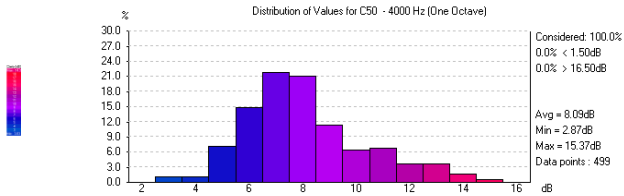
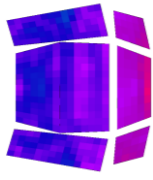
1000 Hz



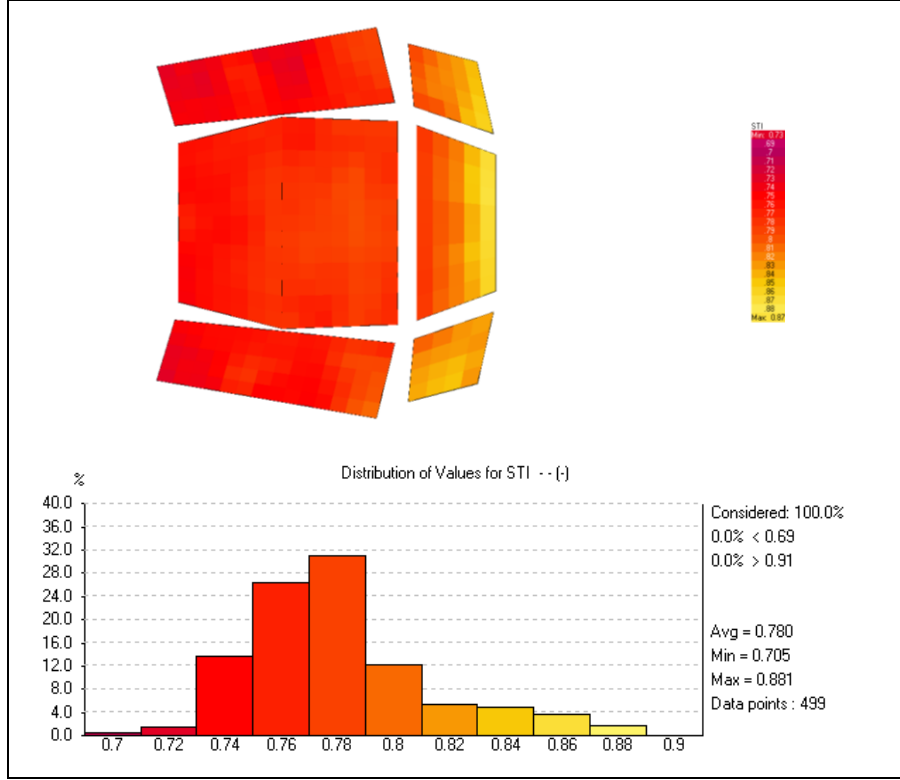
2000 Hz



4000 Hz



Şekil 5.38 Senaryo 3 için C50 dinleyici alanı dağılımı ve değerleri



Şekil 5.39 Senaryo 3 için STI dinleyi dinleyici alanı dağılımı ve değerleri

5.4 Genel Değerlendirme

Senaryo 1 için işlev ve teknik gereksinimler Çizelge 5.5'te, akustik simülasyon sonuçları Çizelge 5.6'da sunulmuştur.

Çizelge 5.5 Senaryo 1 için işlev ve teknik gereksinimler

Performans Tipi	Seslendirme Sistemi	Ork. Çukuru	Ork. Kabağı
Opera/Bale/Müzikal	Pasif	Açık	Yok

Çizelge 5.6 Senaryo 1 için akustik simülasyon sonuçları

Parametre	Kabul Edilebilir Aralık	Simülasyon Sonucu (Alıcı Noktaları Ortalaması)
T30 (500-1000 Hz)	1,08 – 1,35	1,13
EDT (500-1000 Hz)	0,97 – 1,22	1,03
C80 (3) (500-2000 Hz)	-2 – +4	+4,4
D50 (3) (500-2000 Hz)	> %50	0,59
LF80 (4) (250-2000 Hz)	0,20 – 0,25	0,21

Seslendirme sisteminin pasif olduğu Senaryo 1’de yansıma süresi, erken düşme süresi, (özellikle opera için dikkate alınan) D50 ve LF80’in kabul edilebilir sınırlar içinde kaldığı, netlik değerinin ise sınırın biraz üzerinde kaldığı görülmektedir. Bu durumun, hacimde, seslendirme sisteminin devreye gireceği senaryolar dikkate alınarak, yansıma süresinin alt sınıra yakın tutulması nedeniyle ortaya çıktığı söylenebilir.

Senaryo 2 için işlev ve teknik gereksinimler Çizelge 5.7’de, akustik simülasyon sonuçları Çizelge 5.8’de sunulmuştur.

Çizelge 5.7 Senaryo 2 için işlev ve teknik gereksinimler

Performans Tipi	Seslendirme Sistemi	Ork. Çukuru	Ork. Kabuğu
Konser	Pasif	Kapalı	Var

Çizelge 5.8 Senaryo 2 için akustik simülasyon sonuçları

Parametre	Kabul Edilebilir Aralık	Simülasyon Sonucu (Alıcı Noktaları Ortalaması)
T30 (500-1000 Hz)	1,35 – 1,70	1,49
EDT (500-1000 Hz)	1,22 – 1,53	1,41
C80 (3) (500-2000 Hz)	-2 – +4	0,6
LF80 (4) (250-2000 Hz)	0,20 – 0,25	0,23

Seslendirme sisteminin pasif, orkestra kabuğunun sahnede olduğu Senaryo 2’de yansıma süresi, erken düşme süresi, netlik ve yanal enerji oranı parametrelerinin tümünde kabul edilebilir aralığa ulaşıldığı görülmektedir. Senaryo 1 ile karşılaştırıldığında ise, yansıma süresinin uzadığı, erken düşme süresinin yansıma süresine daha yaklaştığı, netlik değerinin düşüp, yanal enerji oranı değerinin artarak seslendirmesiz müzik performansları için daha olumlu sonuç ortaya konduğu görülmüştür.

Senaryo 3 için işlev ve teknik gereksinimler Çizelge 5.9’da, akustik simülasyon sonuçları Çizelge 5.10’da sunulmuştur.

Çizelge 5.9 Senaryo 2 için akustik simülasyon sonuçları

Performans Tipi	Seslendirme Sistemi	Ork. Çukuru	Ork. Kabağı
Tiyatro, Konferans ve Seslendirmeli İşlevler	Aktif	Kapalı	Yok

Çizelge 5.10 Senaryo 1 için akustik simülasyon sonuçları

Parametre	Kabul Edilebilir Aralık	Simülasyon Sonucu (Dinleyici Alanı Ortalaması)
T30 (500-1000 Hz)	0,88-1,32	1,03
SPL (500-1000 Hz)	± 3dB fark	± 3dB
Toplam SPL (500-1000 Hz)	± 3dB fark	± 3dB
C50 (3) (500-2000 Hz)	> 0	7
D50 (3) (500-2000 Hz)	> %50	%83
STI	0,75 – 1,00	0,78

Seslendirme sistemi tasarımının ortaya koyduğu sonuçların incelendiği Senaryo 3’te yansım süresi değerinin motorlu akustik perdelerin etkisiyle Senaryo 1’e göre daha kısa olduğu, böylelikle, yansımanın seslendirme sistemi üzerinde sebep olabileceği olumsuz sonuçların mümkün olduğu kadar önüne geçilebildiği görülmektedir. Elektro akustik tasarıma yönelik incelenen dolaysız ve toplam ses basınç düzeyi değerleri için dinleyici alanı genelinde, ± 3dB olmak üzere en fazla 6dB fark aralığının sağlandığı, C50 değerinin pozitif, D50 değerinin %50’nin üzerinde sonuçlar olarak konuşma için uygun ortam oluşturulduğu ve STI değerinin “çok iyi” olarak kabul edilen aralıkta olduğu görülmektedir.

Çizelgeler halinde sunulan değerler incelendiğinde elde edilen sonuçların tüm senaryolar için kabul edilebilir aralıklarda kaldığı görülmüştür. Ancak elbetteki her senaryoda, her parametre için optimum değerler ortaya konulamamıştır. Bu durumun nedenlerinden biri, akustik çalışmanın, salonun mimari biçimleniş süreci tamamlanıp, iç yüzey malzeme seçimleri sürecinde başlamasıdır. Diğer sebebi ise farklı akustik gereksinimlere sahip hem müzik hem konuşma işlevli birden fazla performansın bir araya getirilmesidir. Ancak bütünleşik tasarım yaklaşımı ve değiştirilebilir akustik tasarım öğelerinin ortaya koyduğu olanaklarla, doğal ve elektro akustik tasarım işlevlerle birlikte değerlendirilip, tüm senaryolarda kabul edilebilir değerlere ulaşılabilmektedir.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Tezin amacı; i. performans mekânlarında, doğal ve elektro akustik tasarım yaklaşımlarının, ii. bu yaklaşımların işlevlerle ilişkisinin, iii. hangi işlevlerin, aynı mekânda, ne şekilde bir araya getirilebileceğinin, iv. farklı koşullarda dikkate alınması gereken akustik parametrelerin ortaya konmasıdır. Yapılan çalışma, sunulan bulguların bir performans mekânının akustik projelendirmesi ile örneklenmesini de kapsamaktadır.

Çalışmaya öncelikle performans mekânı kavramının ortaya konması ile başlanmıştır. Bu amaçla, performans sanatlarının sergilendiği mekânların tarihsel gelişim süreci incelenmiş, bu işleyle tasarlanan yapıların dünyadan ve Türkiye’den örnekleri listelenmiştir. Performans sanatları, antik dönemlerden beri, sahne – seyirci ilişkisinin kurgulandığı çeşitli mekânlarda izleyicilere sergilenmektedirler. Bu mekânlara yönelik mimari tasarım yaklaşımlarının, dönemlerde baskın olan sanatsal ve sosyal içerikli çeşitli unsurların ilerleyişle birlikte biçimlendiği ve teknolojik olanaklara paralel olarak değişim ve gelişim gösterdiği gözlemlenmiştir.

Performans mekânı kavramı 1970’li yıllarda ortaya çıkmıştır ve özellikle 2000’li yıllardan itibaren de çok çeşitli performansların sergilendiği, etkileyici görsel ve işlevsel özelliklere sahip olarak tasarlan yapılardaki artış dikkat çekicidir.

Tez çalışması sürecinde performans sanatları;

- Müzik (klasik batı müziği, caz, pop/rock)
- Müzik ve dansın bir arada sergilendiği gösteriler (bale, modern dans)

- Konuşma (tiyatro)
 - Müzik, dans ve konuşmanın bir arada sergilendiği gösteriler (opera, müzikal)
- şeklinde sınıflandırılarak incelenmiştir.

Performans mekânlarında, doğal ve elektro akustik tasarım yaklaşımlarının bütünleşik olarak ele alınması gerekliliği ve çözüm sürecinde değiştirilebilir akustik planlamanın önemi ortaya konmuştur.

Yapılan araştırmalarla doğal ve elektro akustik tasarım yöntemleri incelenmiş ve bu yöntemler doğal ve elektro akustik projelendirmeye gereksinim duyulan koşullar ve tasarımın temel kurgusu olarak aktarılmıştır. Doğal akustik tasarım açısından;

- Öznel ve nesnel hacim akustiği parametreleri
- Akustik kusurlar
- Mimari tasarıma yönelik çalışmalar
- Akustik hesaplamalar ve iç yüzey malzemeleri seçimleri

incelenmiş, bulgular ortaya konmuştur. Elektro akustik tasarım açısından da;

- Temel elektro akustik sistem ekipmanları
- Hoparlör yerleşimleri
- Temel elektro akustik tasarım kriterleri

incelenmiş, bulgular ortaya konmuştur.

Doğal ve elektro akustik tasarım süreçlerine yönelik yapılan inceleme sonrasında iki tasarım sürecinin ilişkilendirmesine yönelik araştırmalar geliştirilmiştir. Doğal ve güçlendirilmiş sesin yayılım, iletim ve ulaşım modelleri arasındaki farklılıklar açıklanmıştır. Doğal ses dikkate alındığında, sahnede bir veya birkaç farklı doğal kaynakla üretilen ses, sahnenin ve salonun aktif katkısı ile şekillenerek dinleyiciye iletilir. Güçlendirilmiş ses dikkate alındığında ise, sahnede üretilen sesin sahneyi terk etmeden, birbirlerinden bağımsız olarak toplanması, dinleyiciye aktarılmak istenen sesin elektronik düzenlenmeyle oluşturulması ve hacimde farklı yerlerde konumlandırılmış hoparlörler aracılığıyla kontrollü bir biçimde dinleyici bölümlerine

iletilmesi söz konusudur. Bu açıdan değerlendirildiğinde hacim akustiği parametrelerinin optimum değerlere ulaşması için doğal ve elektro akustik tasarım etkenleri ve uygulamaları fark göstermektedir. Yapılan araştırmalar ışığında, akustik parameterlerin öznel sonuçları, nesnel belirlemeleri, doğal ve elektro akustik tasarım etkenleri ve uygulamaları, bütünleşik tasarım yaklaşımı ile birlikte tez kapsamında sunulmuştur.

Doğal ve elektro akustik tasarım yaklaşımları arasındaki farklılıklar, her iki akustik tasarım modelinin de devrede olacağı perforans mekânları için hacimdeki akustik ortamın farklı işlevler sırasında değiştirilebilirliği gereksinimi doğurur. Bu nedenle, bütünleşik akustik tasarım yaklaşımı değerlendirildiğinde gerek doğal gerekse elektronik değiştirilebilir akustik tasarım yöntemlerine tez kapsamında yer verilmiştir.

Performans mekânlarında izlenmesi gereken akustik tasarım yöntemleri işleve bağlı olarak farklılıklar göstermektedir. Her ne kadar söz konusu salonlarda birden fazla işlevin bir arada sergilenmesi temel gereksinimlerden biri olsa da özellikle doğal akustik ortamla sergilenecek performanslar devrede olduğunda işlevsel sınırlandırmalar ön planda tutulmalıdır, keza değiştirilebilir akustik tasarım yöntemlerinin sunabildiği olanaklar kısıtlıdır. Tez çalışması kapsamında doğal ve elektro akustik tasarım yaklaşımlarına yönelik yapılmış olan çalışmalar farklı işlevlerle ilişkilendirilmiş, işleve bağlı optimum akustik tasarım hedefleri ortaya konmuştur. Bu çalışma öncesinde salonlarda işlevden bağımsız olarak sağlanması gereken akustik kusurlardan arınmışlık ilkesine yönelik doğal ve elektro akustik tasarım yaklaşımları ortaya konmuştur. İşleve bağlı akustik tasarım kapsamında salonlar öncelikle tek amaçlı ve çok amaçlı olarak gruplandırılmıştır. Konuşma ve tiyatro, müzik, opera, bale, modern dans ve müzikal işlevleri için tek amaçlı ve çok amaçlı hacimlerde hem doğal hem de elektro akustik gereksinimler açıklanmıştır. Çok amaçlı salonlara yönelik işlevler belirlenirken uygulamada en sık karşılaşılan kullanımlar dikkate alınarak sınıflandırma yapılmıştır.

Tez çalışmasında ortaya konan bulgular, YTÜ Merkez Kampüs Kültür ve Kongre Merkezi Çok Amaçlı Salonu'nun hem doğal akustik hem de elektro akustik tasarım yaklaşımları dikkate alınarak projelendirmesiyle örneklendirilmiştir. Salonda sergilenmesi talep edilen opera, bale, müzikal, klasik batı müziği konseri ve tiyatro konferans ve

seslendirmeli işlevler üç farklı senaryo ve akustik simülasyonla çalışılmıştır. Birinci senaryoda opera, bale, müzikal işlevleri, ikinci senaryoda ise klasik batı müziği konseri işlevleri için doğal akustiğe yönelik simülasyon çalışması Odeon yazılımı ile yapılmıştır. Konuşma ve tiyatro ile diğer seslendirmeli işlevlere yönelik çalışılan üçüncü senaryoda ise uygun hoparlör tasarımı ve yerleşimi çalışmaları yapılmış, elektro akustiğe yönelik simülasyon çalışması Ease yazılımı ile gerçekleştirilmiştir. Yapılan çalışmalar yansıma örgüsü analizleri yapılarak, tavan ve duvar panellerinin biçimlenişine yönelik önerilerle başlamıştır. Tasarım sürecinde değiştirilebilir doğal akustik yöntemleri dikkate alınmış, ikinci senaryo için orkestra kabuğu tasarımı yapılmış, üçüncü senaryo için motorlu akustik perde önerisi getirilmiştir. Simülasyon sonuçlarına dayanarak iç yüzey malzeme önerileri sunulmuş ve bütünlük akustik tasarım yaklaşımı ile üç senaryo için de incelenen akustik parametrelerin kabul edilebilir değerlere ulaştırılması sağlanmıştır.

Tez kapsamında yapılan çalışmalarda işleve bağlı sağlanması gereken optimum değerler dikkate alındığında, çok amaçlı hacimlerde tüm işlevler için optimum değerlere ulaşılmasının mümkün olmadığı bir kez daha ortaya konmuştur. Hacim akustiği parametrelerinde tüm işlevler için kabul edilebilir aralıkların sağlanması işlevlerin sınırlandırılması ve bazı işlevlerin doğal bazı işlevlerin elektro akustik tasarımla sunulması ile mümkün olmaktadır.

Çalışmada elde edilen bulgulara dayanılarak oluşturulan Çizelge 4.28'de tek amaçlı ve çok amaçlı hacimlerin sadece doğal veya sadece elektro akustik tasarım yöntemiyle çözümlenemeyeceği ve bütünlük akustik tasarım yaklaşımının ortaya konması durumunda hangi işlevlerin doğal hangi işlevlerin elektro akustik yöntemle dinleyiciye aktarılacağı ortaya konmuştur.

Çağdaş yapı türlerinin bir çoğunda olduğu gibi, performans mekânlarında yatırımcılar ve işletmeciler, gelişen teknolojinin sunduğu imkânlarla her sorunun ideal çözüme kavuşturulabileceği yanılgısına düşebilmektedirler. Bu noktada mimarların sorumluluğu öncelikle mekânda uygulanacak programın kesinleştirilmesinde ısrarcı olmak, ardından da mimari tasarımın akustik tasarımla koşut ilerlemesini sağlayarak, farklı mekân çözümleriyle tasarımı programa uygun duruma getirmektir.

Bu tez çalışması ile, farklı işlevler nedeniyle ortaya çıkan farklı gereksinimler dikkate alınarak, bir araya getirilebilecek performanslar ve hangi koşullarda başarılı akustik tasarıma ulaşılabileceği ortaya konmuştur.

KAYNAKLAR

-
- [1] Vitruvius, (1990). Mimarlık Üzerine On Kitap, 1. Baskı, Şevki Vanlı Mimarlık Vakfı Yayınları, Ankara.
 - [2] Beranek, L., (1962). Music, Acoustics and Architecture, Wiley, New York.
 - [3] Doelle, L., (1965). Acoustics in Architectural Design, National Research Council Canada Division of Building Research, Ottawa.
 - [4] Egan, D., (1988). Architectural Acoustics, McGraw-Hill, Inc., New York.
 - [5] Templeton, D., (1997). Acoustics in the Built Environment – Advice for the Design Team, Architectural Press, Oxford.
 - [6] Barron, M., (2010). Auditorium Acoustics and Architectural Design, Second Edition, Spon Press, Oxon
 - [7] Kuttruff, H., (2007). Acoustics an Introduction, Taylor&Francis, Oxon.
 - [8] Long, M. (2006). Architectural Acoustics, Elsevier Academic Press, Boston.
 - [9] Maekewa, Z. Rindel, H. ve Lord, P., (2011). Environmental and Architectural Acoustics, Spon Press, Oxon.
 - [10] Appleton, I. (2008). Building for the Performing Arts – A Design and Development Guide, Elsevier Ltd., Oxford.
 - [11] Hardy, H., (2006). Performing Art Facilities, John Wiley&Sons, Inc., New Jersey
 - [12] Davis, G. ve Jones, R., (1990). The Sound Reinforcement Handbook, Second Edition, Hal Leonard Publishing Corporation, Milwaukee.
 - [13] Davis, D. ve Davis, C., (1997). Sound System Engineering, Focal Press, Massachusetts.
 - [14] McCarthy, B., (2010). Sound Systems: Design and Optimization, Focal Press, Massachusetts.
 - [15] Turani, A., (2004), Dünya Sanat Tarihi, Remzi Kitabevi, İstanbul
 - [16] Roth, L.M., (2000). Mimarlığın Öyküsü, Kabalıcı Yayınevi, İstanbul.
 - [17] Türk Dil Kurumu, Odeon,
http://www.tdk.gov.tr/index.php?option=com_gts&arama=gts&guid=TDK.GT_S.5378a0bd8cd3e8.69478913

- [18] Wikipedia, John F. Kennedy Center for the Performing Arts, [http://en.wikipedia.org/wiki/John F. Kennedy Center for the Performing Arts](http://en.wikipedia.org/wiki/John_F._Kennedy_Center_for_the_Performing_Arts), 22 Ocak 2014.
- [19] Performing Arts Educators, Kennedy Center <http://performingartseducators.org/index.php/us-venues/kennedy-center/>
- [20] Synergetic Audio Concepts, Great Tours at SynAudCon Seminars <http://www.synaudcon.com/site/news/great-tours-at-synaudcon-seminars/>
- [21] McMullan&Associates ,Inc. Structural Engineers, John F. Kennedy Center Opera House Renovation Washington, DC <http://www.mcmse.com/projects/john-f-kennedy-center-opera-house-renovation-2>
- [22] DT Millwork Installation Inc., Porfolio, http://dtmillworkva.com/?page_id=21
- [23] Zorlu Center PSM, Mekan Kiralama, <http://www.zorlucenterpsm.com/tr/mezan-kiralama>
- [24] Bostancı Gösteri Merkezi Online, Bilgilendirme, http://bgmonline.net/index.php?option=com_frontpage&Itemid=1
- [25] Türk, E., (2011). İstanbul'daki Salonların Akustik Kalitesinin İncelenmesi ve Değerlendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, YÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [26] Wikipedia, Opera House, http://en.wikipedia.org/wiki/Opera_house, 21 Şubat 2014.
- [27] Hammond, M. (2006). Performing Architecture Opera Houses, Theatres and Concert Halls for the Twentyfirst Century, Merrel, London.
- [28] Uffelen, C.v., (2010). Performance Architecture and Design, Braun
- [29] Jaffe, J.C., (2010). The Acoustics of Performance Halls – Spaces for Music from Carnegie Hall to the Hollywood Bowl, W. W. Norton&Company, New York.
- [30] Wikipedia, List of Concert Halls, http://en.wikipedia.org/wiki/List_of_concert_halls, 23 Nisan 2014
- [31] Cumhurbaşkanlığı Senfoni Orkestrası, <http://www.cso.gov.tr/tr/fotograf-galerisi>
- [32] Borusan Kültür Sanat, Borusan Oda Orkestrası, [http://www.borusansanat.com/_Orkestra/Borusan Oda Orkestrasi.aspx](http://www.borusansanat.com/_Orkestra/Borusan_Oda_Orkestrasi.aspx)
- [33] Ege Üniversitesi Sağlık Kültür ve Spor Daire Başkanlığı, Borusan Quartet ile Klasik Müziğin Zirvesi, <http://sksdb.ege.edu.tr/haberler/?p=132>
- [34] Billie Holiday, Photo, <http://www.billieholiday.com/>
- [35] The University of Iowa, Arts Iowa, Jazz at Lincoln Center Orchestra featuring Wynton Marsalis, <http://arts.uiowa.edu/jazz-lincoln-center-orchestra-featuring-wynton-marsalis>
- [36] Adam Lambert Live, <http://www.adamlambertlive.org/wp-content/uploads/2012/07/Adam-Hammer0712.jpg>

- [37] Super Bowl Halftime Shows, <http://kirshnerevents.com/highlights/super-bowl-halftime-shows>
- [38] Waltz of the Snowflakes, <https://www.flickr.com/photos/16968576@N02/2325842745/in/photostream/>
- [39] On Stage: Learning From the Masters, <http://pittsburghcrosscurrents.com/2011/02/28/on-stage-learning-from-the-masters/>
- [40] Tiyatroda Dans, <http://www.tiyatrodunyasi.com/makaledetay.asp?makaleno=1175>
- [41] Festival di Spoleto, <http://ilmag.homelidays.it/eventi/festival-di-spoleto-4672>
- [42] Goldilocks (2007) - Scenic Design, https://secure.class.uh.edu/theatre_facapp1/Professor_Info.aspx?ProfID=7
- [43] La Boheme, <http://sfopera.com/Season-Tickets/Broadcast-Detail-Pages/La-Boheme.aspx#media-photos>
- [44] Jersey Boys, <http://www.haberler.com/etkinlik/etkinlik-27055/>
- [45] Sirel, Ş., (1974). Yapı Akustiği I Temel Bilgiler, İnkılâp ve Aka Basımevi, İstanbul.
- [46] T.C. Resmi Gazete, Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliği, 04.0.2010
- [47] Gade, A. C., (2007). "Acoustics in Halls for Speech and Music" Springer Handbook of Acoustics: Chapter 9, Springer Science+Business Media, New York.
- [48] Beranek, L., (2006). Concert and Opera Halls: How They Sound, Acoustical Society of America, New York.
- [49] Kara, E., (2009). Valensiya Santa Anna Şapeli'nin Restorasyon Sonraso Akustik Değerlendirmesi, Yüksek Lisans Tezi, YTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [50] ISO 3382-1:2009 (E), (2009). Acoustics – Measurement of room acoustic parameters – Part 1: Performance spaces, ISO, Switzerland.
- [51] DIN 18041:2004-05, (2004). Acoustic quality in small to medium-sized rooms, DIN, Germany
- [52] Grand Canal Theatre / Daniel Libeskind, <http://www.archdaily.com/52814/grand-canal-theatre-daniel-libeskind/>
- [53] YEM, (2011). Projeler/Yapılar 4 Kültür Yapıları, İstanbul.
- [54] Yüksel Can, Z., (2011). Oditoryum Akustiği Ders Notları, İstanbul.
- [55] Kuttruff, H., (2000). Room Acoustics, Fourth Edition, Spon Press, London.
- [56] Milton Keynes Theatre, http://www.conferences-uk.org.uk/floor_plans.asp?id=13474

- [57] The Hong Kong Academy for Performing Arts, Concert Hall, <http://www.hkapa.edu/venue/venues/>
- [58] Acoustacorp, Alice Tully Hall, <http://acoustacorp.com/?port=alice-tully-hall>
- [59] RPG Europe, RPG Triffusor, <http://www.rpgeurope.com/products/product/triffusor.html>
- [60] Danish Radio Concert Hall, <https://www.flickr.com/photos/cphark/3290310969/>
- [61] Wenger Corporation, Diva® Full-Stage Acoustical Shells, [http://www.wengercorp.com/Home/Catalog/english/09 Wenger Acoustical Equipment NP.pdf](http://www.wengercorp.com/Home/Catalog/english/09_Wenger_AcousticalEquipment_NP.pdf)
- [62] Figueras International Seating, Seats, <http://www.figueras.com/en/products.html>
- [63] Meyer Sound, Constellation, Downloads, Case Study, Zellerbach Hall, http://www.meyersound.com/sites/default/files/cs_zellerbach.pdf
- [64] Strong, J., (2010). Theatre Buildings a Design Guide, Routledge, Oxon.
- [65] Showtrek, Jands Staging Equipment, <http://www.showtrek.com/jands.html>
- [66] JBL Professional, Products, <http://www.jblpro.com/www/products>

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı :Dirun ERGİN
Doğum Tarihi ve Yeri :30.06.1988 Ankara
Yabancı Dili :İngilizce
E-posta :dirunergin@gmail.com

ÖĞRENİM DURUMU

Derece	Alan	Okul/Üniversite	Mezuniyet Yılı
Lisans	İç Mimarlık ve Çevre Tasarımı	Bilkent Üniversitesi	2009
Lise	Fen Matematik	ODTÜ Geliştirme Vakfı Özel Lisesi	2005

İŞ TECRÜBESİ

Yıl	Firma/Kurum	Görevi
2010-2012	Mekan Proje ve İnşaat Ltd. Şti.	İç Mimar
2012-	Talayman Akustik Müh. Ltd. Şti.	İç Mimar-Akustik Uzmanı

YAYINLARI

Bildiri

1. "YTÜ Merkez Kampüs Kùltür ve Kongre Merkezi Çok Amaçlı Salonu Hacim Akustiği Tasarımı", Dirun Ergin, Zerhan Yüksel Can, 10. Ulusal Akustik Kongresi, 16-17 Aralık 2013, İstanbul.