

T.C.
YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

KONSER SALONLARINDA DİNLEYİCİ KONUMUNDAKİ AKUSTİK
KOŞULLARIN BÜTÜNSEL AKUSTİK KALİTE ÜZERİNDEKİ
ETKİSİNİN BELİRLENMESİNE YÖNELİK BİR YAKLAŞIM

Burak UZUN

DOKTORA TEZİ

Mimarlık Anabilim Dalı

Yapı Fiziği Programı

Danışman

Prof. Dr. Zerhan YÜKSEL CAN

Eş Danışman

Prof. Dr. Neşe YÜĞRÜK AKDAĞ

Mart, 2022

T.C.
YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**KONSER SALONLARINDA DİNLEYİCİ KONUMUNDAKİ AKUSTİK
KOŞULLARIN BÜTÜNSEL AKUSTİK KALİTE ÜZERİNDEKİ
ETKİSİNİN BELİRLENMESİNE YÖNELİK BİR YAKLAŞIM**

Burak UZUN tarafından hazırlanan tez çalışması çalışması 04.03.2022 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Mimarlık Anabilim Dalı, Yapı Fiziği Programı **DOKTORA TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Zerhan YÜKSEL CAN
Yıldız Teknik Üniversitesi
Danışman

Prof. Dr. Neşe YÜĞRÜK AKDAĞ
Yıldız Teknik Üniversitesi
Eş Danışman

Jüri Üyeleri

Prof. Dr. Zerhan YÜKSEL CAN, Danışman
Yıldız Teknik Üniversitesi

Prof. Dr. Gülay ZORER GEDİK, Üye
Yıldız Teknik Üniversitesi

Prof. Dr. Nabi YÜZER, Üye
Yıldız Teknik Üniversitesi

Prof. Dr. Ayşe Erdem AKNESİL, Üye
Altınbaş Üniversitesi

Doç. Dr. Yahya Burak TAMER, Üye
Bahçeşehir Üniversitesi

Danışmanım Prof. Dr. Zerhan YÜKSEL CAN sorumluluğunda tarafımda hazırlanan “Konser Salonlarında Dinleyici Konumundaki Akustik Koşulların Bütünsel Akustik Kalite Üzerindeki Etkisinin Belirlenmesine Yönelik Bir Yaklaşım” başlıklı çalışmada veri toplama ve veri kullanımında gerekli yasal izinleri aldığımı, diğer kaynaklardan aldığım bilgileri ana metin ve referanslarda eksiksiz gösterdiğimi, araştırma verilerine ve sonuçlarına ilişkin çarpıtma ve/veya sahtecilik yapmadığımı, çalışmam süresince bilimsel araştırma ve etik ilkelerine uygun davrandığımı beyan ederim. Beyanımın aksinin ispatı halinde her türlü yasal sonucu kabul ederim.

Burak UZUN

İmza



Bu çalışma, Yıldız Teknik Üniversitesi Bilimsel Araştırma Proje Koordinatörlüğü'nün 2016-03-01-DOP03 numaralı projesi ile desteklenmiştir.

*Aileme
ve
eşime*



TEŞEKKÜR

Tez çalışması boyunca beni teşvik eden ve destekleyen, tez danışmanım değerli hocam Sayın Prof. Dr. Zerhan YÜKSEL CAN'a; eş danışmanım değerli hocam Sayın Prof. Dr. Neşe YÜĞRÜK AKDAĞ'a; tez süresi boyunca yardımlarını esirgemeyen değerli hocalarım Sayın Prof. Dr. Ayşe ERDEM AKNESİL, Sayın Prof. Dr. Nabi YÜZER ve Sayın Doç. Dr. Yahya Burak TAMER'e teşekkürlerimi sunarım.

Burak UZUN

İÇİNDEKİLER

KISALTMA LİSTESİ	IX
ŞEKİL LİSTESİ	X
TABLO LİSTESİ	XIII
ÖZET	XVI
ABSTRACT	XIX
1 GİRİŞ	1
1.1 Literatür Özeti.....	1
1.2 Tezin Amacı	2
1.3 Hipotez.....	4
2 ARAŞTIRMA SÜRECİNDE YAPILAN ÇALIŞMALAR VE BUNLARIN DEĞERLENDİRİLMESİ	6
2.1 Konuya İlişkin Günümüze Kadar Yapılan Çalışmaların Değerlendirilmesi 8	
2.1.1 Hacim Akustiği Parametreleri Üzerine Yapılan Çalışmalar.....	8
2.1.2 Dinleyici Algısı Üzerine Çalışmalar	17
2.1.3 Dinleyici Alanı Üzerine Çalışmalar.....	22
2.1.4 Hacim Akustiği Üzerine Bilgisayar Yazılımları İle İlgili Çalışmalar	23
2.1.5 Mevcut ve Sanal Mekan Değerlendirmeleri.....	25
2.1.6 Ölçme, Maket/Model Karşılaştırma Üzerine Çalışmalar.....	25
2.1.7 Literatür Taramasının Değerlendirmesi.....	26
2.2 Konser Salonlarının Mimari Biçimlenişleri İle İlgili Çalışmalar	27
2.2.1 Plan Tipolojilerine Göre Konser Salonları.....	29
2.2.2 Kişi Sayısına Göre Konser Salonları	37
2.3 2000 Yılından Sonra İnşa Edilen Konser Salonları	38
2.3.1 Plan Tipolojisine Göre Sınıflandırma	38
2.3.2 Kişi Sayısına Göre Sınıflandırma.....	42
2.4 Salonların Değerlendirmesi.....	47

3 BÜTÜNSSEL AKUSTİK KALİTENİN DEĞERLENDİRİLMESİNDE BÖLGESEL DURUMUN BELİRLEYİCİLİĞİNİN ÖNEMİ ÜZERİNE BİR YAKLAŞIM ÖNERİSİ	49
3.1 Yaklaşım Önerisi Süreçleri	50
3.2 Üzerinde Çalışılacak Konser Salonu Tiplerinin ve Boyutlarının Belirlenmesi	53
3.2.1 Klasik Dikdörtgen Plan Tipi	55
3.2.2 Yanal Yüzeyleri Farklı Dikdörtgen Plan Tipi	57
3.2.3 Üzüm Bağı/Arena Plan Tipi	59
3.3 Nesnel Parametrelerin ve Kabul Edilebilir Değerlerin Belirlenmesi.....	61
3.3.1 Yansıma Süresi T30/RT60	62
3.3.2 Erken Düşme Zamanı EDT.....	67
3.3.3 Netlik C80	68
3.3.4 Yanal Enerji Oranı LF	69
3.3.5 Hacim Akustiği Parametrelerinin Öznel Ayrım Aralıkları.....	71
3.4 Hacim Akustiği Modelleme Yazılımının Belirlenmesi.....	72
3.4.1 Işın İzleme Yöntemi	73
3.4.2 Görüntü Kaynak Yöntemi	73
3.4.3 Birleşik – Hibrit Yöntem	74
3.4.4 Hacim Akustiği Yazılımı.....	75
4 BÖLGESEL DURUMUN BELİRLEYİCİLİĞİNİN ÖNEMİ ÜZERİNE YAKLAŞIM ÖNERİSİNİN UYGULAMASI ve DEĞERLENDİRİLMESİ	76
4.1 Bilgisayar Modeli Kabulleri	77
4.2 Klasik Dikdörtgen Plan Tipi Hesaplamaları.....	79
4.3 Yanal Yüzeyli Dikdörtgen Plan Tipi Hesaplamaları	81
4.4 Üzümbağı/Arena Plan Tipi Hesaplamaları.....	83
4.5 Plan Tiplerine Göre Dağıtma Çarpanının Belirlenmesi.....	85
4.5.1 Klasik Dikdörtgen Plan Tipi	86
4.5.2 Yanal Yüzeyleri Farklı Dikdörtgen Plan Tipi	89
4.5.3 Üzümbağı Plan Tipi	91
4.6 Salonların Parametre Bazında İncelenmesi.....	95
4.7 Salonlardaki Bölgesel Dağılımının Parametre Bazında İncelenmesi.....	97
4.7.1 Klasik Dikdörtgen Plan Tipi	98

4.7.2 Yanal Yüzeyleri Farklı Dikdörtgen Plan Tipi	101
4.7.3 Üzümbağı Plan Tipi	104
4.7.4 Değerlendirme.....	106
4.8 Salonlardaki Parametrelerin Bölgesel Dağılımlarının Değerlendirilmesi	107
4.8.1 Klasik dikdörtgen Plan Tipi.....	108
4.8.2 Yanal Yüzeyleri Farklı Dikdörtgen Plan Tipi	111
4.8.3 Üzümbağı Plan Tipi	114
4.9 Salonların Parametre Dağılımlarının Birbirleri ile Karşılaştırılması.....	116
5 YAKLAŞIM ÖNERİSİNİN SINANMASI, İŞİTSELLEŞTİRME VE DİNLEME	
TESTLERİ	119
5.1 Salonun Seçimi ve İşitselleştirme Çalışması Yapılması.....	119
5.1.1 İşitselleştirme	119
5.1.2 İşitselleştirme İçin Hacim İçerisindeki Noktaların Belirlenmesi	120
5.1.3 İşitselleştirme İçin Seçilecek İcranın Belirlenmesi.....	122
5.2 İşitselleştirme Çalışmasının Sinanması.....	123
5.2.1 Anket Çalışması İçin Soruların Hazırlanması.....	123
5.2.2 Anket Sonuçlarının İstatistiksel Olarak Anlamlı Olup Olmadığının Belirlenmesi.....	125
5.2.3 İstatistiksel Değerlendirme	126
6 SONUÇ VE ÖNERİLER	130
6.1 Plan Tiplerine Göre İncelenen Parametrelerin Hacim İçerisindeki Bölgesel Dağılımının Değerlendirilmesi	131
6.2 Öznel Sonuçların Değerlendirmesi	133
6.3 Nesnel ve Öznel Değerlendirmelerin Karşılaştırması.....	135
KAYNAKÇA	137
A LİTERATÜR TARAMASI	144
B 2000 YILINDAN SONRA İNŞA EDİLEN KONSER SALONLARI ÖRNEKLERİ	163
C ANKET SORULARI	188
TEZDEN ÜRETİLMİŞ YAYINLAR	191

KISALTMA LİSTESİ

AQI	Akustik Kalite İndeksi
ASW	İşitsel Kaynak Genişliği
BQI	Çift Kulak Kalite İndeksi
BR	Bas Oranı
C80	Netlik, Müzik İçin
D50	Açıklık, Konuşma İçin
EDT	Erken Düşme Zamanı
G	Gürlük
IAAC	Kulaklararası Çapraz Korelasyon Çarpanı
ITDG	İlk Zaman Gecikme Aralığı
JND	Ayrıtedilebilir Fark
LF, LEF	Yanal Enerji Oranı
PEAQ	Algılanan Ses Kalitesi
RT, T30	Yansıma Süresi
STI	Konuşma İletim İndeksi
Ts,	Merkez Zamanı

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 2.1 Dikdörtgen Plan Tipi Örneği, Musicvereinssaal Konser Salonu, Viyana	30
Şekil 2.2 Yelpaze Plan Tipi Örneği, Tivoli Konser Salonu, Danimarka, 2005.....	32
Şekil 2.3 Royal Filarmoni Sahnesi, Londra 1951	32
Şekil 2.4 Arena Plan Tipi Örneği, Royal Konser Salonu, , 2009	33
Şekil 2.5 Üzümbağı Plan Tipi Örneği, Berlin Filarmoni Yapısı (1963).....	36
Şekil 2.6 Salonların Plan Tipolojisine Göre Sayıları.....	41
Şekil 2.7 Salonların Plan Tipolojisine Göre Yüzdelik Dağılımı.....	41
Şekil 2.8 Kişi Sayısı 500-1500 Olan Salonların Plan Tiplerine Göre Dağılımı	44
Şekil 2.9 Kişi Sayısı 500-1500 Olan Salonların Plan Tiplerine Göre Yüzdesel Dağılımı	44
Şekil 2.10 Kişi Sayısı 1500-2000 Olan Salonların Plan Tiplerine Göre Dağılımı	45
Şekil 2.11 Kişi Sayısı 1500-2000 Olan Salonların Plan Tiplerine Göre Yüzdesel Dağılımı	45
Şekil 2.12 Kişi Sayısı 2000 ve Üzeri Olan Salonların Plan Tiplerine Göre Dağılımı	46
Şekil 2.13 Kişi Sayısı 2000 ve Üzeri Olan Salonların Plan Tiplerine Göre Yüzdesel Dağılımı	46
Şekil 3.1 Hacim Akustiği Parametrelerinin Değerlendirme Süreci.....	50
Şekil 3.2 Hacim Akustiği Parametrelerinin Değerlendirme Sürecindeki İşleyiş..	51
Şekil 3.3 Dikdörtgen Plan Tipi Zemin Kat Parter Planı	55
Şekil 3.4 Dikdörtgen Plan Tipi Balkon Planı	55
Şekil 3.5 Dikdörtgen Plan Tipi Kesit A-A	56
Şekil 3.6 Klasik Dikdörtgen Plan Tipi Grid Bölgeleri.....	56
Şekil 3.7 Yanal Yüzeyleri Farklı Dikdörtgen Plan Tipi Zemin Kat Parter Planı...	57
Şekil 3.8 Yanal Yüzeyleri Farklı Dikdörtgen Plan Tipi Balkon Planı.....	57
Şekil 3.9 Yanal Yüzeyleri Farklı Dikdörtgen Plan Tipi Kesit.....	58
Şekil 3.10 Yanal Yüzeyli Dikdörtgen Plan Tipi Grid Bölgeleri.....	58
Şekil 3.11 Üzümbağı Plan Tipi Plan.....	59
Şekil 3.12 Üzümbağı Plan Tipi Kesit.....	59
Şekil 3.13 Üzümbağı Plan Tipi Grid Bölgeleri.....	60
Şekil 3.14 Farklı Akustikçilerin Optimum Yansıma Süreleri (Long, 2006).....	63

Şekil 3.15 Farklı Hacim ve Kullanım Özellikleri İçin Optimum Yansışım Süreleri	64
Şekil 3.16 Pretlove ve Turner’a Göre Hacim ve İşleve Göre Optimum Yansışım Süresi.....	64
Şekil 3.17 Everest ve Pohlmann’a Göre Optimum Yansışım Süresi ve Hacim Grafiği	65
Şekil 3.18 Müzik Türlerine Göre Yansışım Süresi ve Diğer Hacim Akustiği Parametrelerinin Optimum Değerleri	65
Şekil 3.19 Müzik Türlerine Göre Optimum Yansışım Süreleri	66
Şekil 3.20 Tüm Kullanımlara Göre Optimum Yansışım Süresi Aralıkları	66
Şekil 3.21 Işın İzleme (Ray Racing) Yöntemi.....	73
Şekil 3.22 Görüntü Kaynak Yöntemi.....	74
Şekil 3.23 Birleşik – Hibrit Yöntem.....	75
Şekil 4.1 Dikdörtgen Plan Tipi Frekans Bazında T30 Değerleri	80
Şekil 4.2 Dikdörtgen Plan Tipi Frekans Bazında EDT Değerleri.....	80
Şekil 4.3 Dikdörtgen Plan Tipi Frekans Bazında C80 Değerleri	81
Şekil 4.4 Dikdörtgen Plan Tipi Frekans Bazında LF Değerleri.....	81
Şekil 4.5 Yanal Yüzeyli Dikdörtgen Plan Tipi Frekans Bazında T30 Değerleri ...	82
Şekil 4.6 Yanal yüzeyli Dikdörtgen Plan Tipi Frekans Bazında EDT Değerleri...	82
Şekil 4.7 Yanal Yüzeyli Dikdörtgen Plan Tipi Frekans Bazında C80 Değerleri ...	83
Şekil 4.8 Yanal Yüzeyli Dikdörtgen plan Tipi Frekans Bazında LF Değerleri	83
Şekil 4.9 Üzümbağı Plan Tipi Frekans Bazında T30 Değerleri	84
Şekil 4.10 Üzümbağı Plan Tipi Frekans Bazında EDT Değerleri	84
Şekil 4.11 Üzümbağı Plan Tipi Frekans Bazında C80 Değerleri.....	85
Şekil 4.12 Üzümbağı Plan Tipi Frekans Bazında LF Değerleri	85
Şekil 4.13 Farklı Dağıtma Çarpanlarına Göre Yansışım Süreleri.....	88
Şekil 4.14 Farklı Dağıtma Çarpanlarına Göre Yansışım Süreleri.....	91
Şekil 4.15 Farklı Dağıtma Çarpanlarına Göre Yansışım Süreleri.....	94
Şekil 4.16 Her Üç Salonun Yansışım Süresi T30 Olarak Karşılaştırması	95
Şekil 4.17 Her Üç Salonun Erken Düşme Zamanı EDT Açısından Karşılaştırması	95
Şekil 4.18 Her Üç Salonun Netlik, C80 Değerleri Açısından Karşılaştırması	96
Şekil 4.19 Her Üç Salonun Yanal Enerji Oranı LF Açısından karşılaştırması.....	96
Şekil 4.20 Klasik Dikdörtgen Parter Planı, Parametrelerin Kabul Edilebilir Aralık İçinde ve Dışında Olan Bölgeleri	98

Şekil 4.21	Klasik Dikdörtgen 1.Balkon Planı, Parametrelerin Kabul Edilebilir Aralık İçinde ve Dışında Olan Bölgeleri	99
Şekil 4.22	Klasik Dikdörtgen 2.Balkon Planı, Parametrelerin Kabul Edilebilir Aralık İçinde ve Dışında Olan Bölgeleri	100
Şekil 4.23	Yanal Yüzeyli Dikdörtgen Parter Planı, Parametrelerin Kabul Edilebilir Aralık İçinde ve Dışında Olan Bölgeleri	101
Şekil 4.24	Yanal Yüzeyli Dikdörtgen 1.Balkon Planı, Parametrelerin Kabul Edilebilir Aralık İçinde ve Dışında Olan Bölgeleri	102
Şekil 4.25	Yanal Yüzeyli Dikdörtgen 2.Balkon Planı, Parametrelerin Kabul Edilebilir Aralık İçinde ve Dışında Olan Bölgeleri	103
Şekil 4.26	Üzümbağı Plan Tipi Kotlara Göre Dağılım ve Renk Lejantı	104
Şekil 4.27	Üzümbağı Plan Tipi Parametrelerin Kabul Edilebilir Aralık İçinde ve Dışında Olan Bölgeleri	105
Şekil 4.28	Klasik Dikdörtgen Plan Tipi Parter, 1. Balkon ve 2. Balkon Planları, Grid Bölgeleri	108
Şekil 4.29	Klasik Dikdörtgen Plan Tipi Kabul Edilebilir Aralık Dışında Kalan Parametrelerin Yerleri ve Dağılımı	109
Şekil 4.30	Yanal Yüzeyli Dikdörtgen Plan Tipi Parter, 1. Balkon ve 2. Balkon Planları, Grid Bölgeleri	111
Şekil 4.31	Klasik Dikdörtgen Plan Tipi Kabul Edilebilir Aralık Dışında Kalan Parametrelerin Yerleri ve Dağılımı	112
Şekil 4.32	Üzümbağı Plan Tipi Grid Bölgeleri.....	114
Şekil 4.33	Üzümbağı Plan Tipi Kabul Edilebilir Aralık Dışında Kalan Parametrelerin Yerleri ve Dağılımı	114
Şekil 5.1	İşitselleştirme İçin Seçilen Koltuk Yerleri ve Hangi Parametrelerin Kabul Edilebilir Aralıkda Olduğunu Gösteren Tablo	121

TABLO LİSTESİ

Tablo 2.1 Konu İle İlgili Yayınlanmış Çalışmaların Kategorize Edilmiş Çizelgesi .	7
Tablo 2.2 Salonlardaki Mimari Biçimlenişin Yıllara Göre Dağılımı	27
Tablo 2.3 1000 dinleyici ve üzeri konser salonu plan tipolojileri.....	28
Tablo 2.4 Dikdörtgen Plan Tipli Salonları	39
Tablo 2.5 Yelpaze Plan Tipli Konser Salonları	39
Tablo 2.6 Arena Plan Tipli Konser Salonları	40
Tablo 2.7 Üzümbağı Plan Tipli Konser Salonları	40
Tablo 2.8 Kişi sayısı 500-1500 Arasında Olan Salonlar	42
Tablo 2.9 Kişi Sayısı 1500-2000 Arasında Olan Salonlar	43
Tablo 2.10 Kişi Sayısı 2000 ve Üzerinde Olan Salonlar	43
Tablo 3.1 Ele Alınan Salonların Fiziki Değerleri	54
Tablo 3.2 Klasik Dikdörtgen Plan Tipi Fiziksel Değerleri	56
Tablo 3.3 Yanal Yüzeyleri Farklı Dikdörtgen Plan Tipi Fiziksel Değerleri	58
Tablo 3.4 Üzüm Bağı Plan Tipi Fiziksel Değerleri.	60
Tablo 3.5 Parametrelerin Özelliklerine Göre Sınıflandırılması	61
Tablo 3.6 Farklı Akustikçilere Göre Optimum Yansım Süreleri	67
Tablo 3.7 Hacim Akustiği Parametreleri Kabul Edilebilir Değerleri ve Öznel Ayrım Aralıkları	71
Tablo 3.8 Kullanılacak Parametrelerin Kabul Edilebilir Aralıkları	72
Tablo 4.1 Oktav Bantlara Göre Frekans Bazında Ses Kaynağı Gücü	78
Tablo 4.2 Kullanılan Gereçlerin Yutma Çarpanı Değerleri	79
Tablo 4.3 Salonun Ortalama Parametre Değerleri	80
Tablo 4.4 Salonun Oktav Bantlardaki Parametre Değerleri	80
Tablo 4.5 Kullanılan Gereçlerin Yutma Çarpanı Değerleri	81
Tablo 4.6 Salonun Ortalama Parametre Değerleri	82
Tablo 4.7 Salonun Oktav Bantlardaki Parametre Değerleri	82
Tablo 4.8 Kullanılan Gereçlerin Yutma Çarpanı Değerleri	83
Tablo 4.9 Salonun Ortalama Parametre Değerleri	84
Tablo 4.10 Salonun Oktav Bantlardaki Parametre Değerleri	84

Tablo 4.11 Klasik Dikdörtgen Plan Tipi İçin Dağıtma Çarpanı Tanımlanan Yüzeyler ve Alanları	86
Tablo 4.12 Klasik Dikdörtgen Plan Tipi Koltuk Sayıları	86
Tablo 4.13 Kabul Edilebilir Aralık İçerisinde Kalan Bölgeler, Dağıtma Çarpanı Uygulanmamış.	87
Tablo 4.14 Kabul Edilebilir Aralık İçerisinde Kalan Bölgeler, Yan Duvarlar/Sahne 0,1 Dağıtma Çarpanı Uygulanmış	87
Tablo 4.15 Kabul Edilebilir Aralık İçerisinde Kalan Bölgeler, Yan Duvarlar/Sahne/Tavan/Balkon Tavan/ Balkon Ön Yüzeyler 0,1 Dağıtma Çarpanı Uygulanmış	88
Tablo 4.16 Yanal Yüzeyli Dikdörtgen Plan Tipi İçin Dağıtma Çarpanı Tanımlanan Yüzeyler ve Alanları	89
Tablo 4.17 Yanal Yüzeyli Dikdörtgen Plan Tipi Koltuk Sayıları	89
Tablo 4.18 Kabul Edilebilir Aralık İçerisinde Kalan Bölgeler, Dağıtma Çarpanı Uygulanmamış.	89
Tablo 4.19 Kabul Edilebilir Aralık İçerisinde Kalan Bölgeler, Yan Duvarlar/Sahne 0,1 Dağıtma Çarpanı Uygulanmış	90
Tablo 4.20 Kabul Edilebilir Aralık İçerisinde Kalan Bölgeler, Yan Duvarlar/Sahne/Tavan/Balkon Tavan/ Balkon Ön Yüzeyler 0,1 Dağıtma Çarpanı Uygulanmış	90
Tablo 4.21 Üzümbağı Plan Tipi İçin Dağıtma Çarpanı Tanımlanan Yüzeyler ve Alanları.....	92
Tablo 4.22 Üzümbağı Plan Tipi Koltuk Sayıları	92
Tablo 4.23 Kabul Edilebilir Aralık İçerisinde Kalan Bölgeler, Dağıtma Çarpanı Uygulanmamış.	92
Tablo 4.24 Kabul Edilebilir Aralık İçerisinde Kalan Bölgeler, Yan Duvarlar/Sahne 0,1 Dağıtma Çarpanı Uygulanmış	93
Tablo 4.25 Kabul Edilebilir Aralık İçerisinde Kalan Bölgeler, Yan Duvarlar/Sahne/Tavan/ Balkon Ön Yüzeyler 0,1 Dağıtma Çarpanı Uygulanmış.	93
Tablo 4.26 Klasik Dikdörtgen Plan Tipi 4 parametrenin Grid Bölgelerindeki Dağılımı	100
Tablo 4.27 Yanal Yüzeyli Dikdörtgen Plan Tipi 4 parametrenin Grid Bölgelerindeki Dağılımı	103
Tablo 4.28 Üzümbağı Plan Tipi 4 Parametrenin Grid Bölgelerindeki Dağılımı	106
Tablo 4.29 Parametrelerin hangilerinin bir grid bölgesinde kabul edilebilir aralık dışında olduğunu gösteren lejant.....	107

Tablo 4.30 Klasik Dikdörtgen Plan Tipi Kabul Edilebilir Aralık İçinde Kalan Bölgeler	110
Tablo 4.31 Klasik Dikdörtgen Plan Tipi Grid Bölgelerinde Kabul Edilebilir Aralık Dışında Kalan Parametreler	110
Tablo 4.32 Yanal Yüzeyli Dikdörtgen Plan Tipi Kabul Edilebilir Aralık İçerisinde Kalan Bölgeler	113
Tablo 4.33 Yanal Yüzeyli Dikdörtgen Plan Tipi Grid Bölgelerinde Kabul Edilebilir Aralık Dışında Kalan Parametreler	113
Tablo 4.34 Üzümbağı Plan Tipi Kabul Edilebilir Aralık İçerisinde Kalan Bölgeler	115
Tablo 4.35 Üzümbağı Plan Tipi Grid Bölgelerinde Kabul Edilebilir Aralık Dışında Kalan Parametreler	115
Tablo 4.36 Tüm Plan Tipleri İçin Grid Bölgelerinde Kabul Edilebilir Aralık Dışında Kalan Parametreler ve Oranları	116
Tablo 5.1 Kabul Edilebilir Aralık Lejandı	120
Tablo 5.2 Hangi Parametrelerin Kabul Edilebilir Aralıkta Dışında Olduğunu Gösteren Tablo	122
Tablo 5.3 Koltuk Numaralarına Göre Nesnel Parametre Değerleri	125
Tablo 5.4 Koltuk Numaralarına Göre Anket Yanıtlarının İstatistiksel Değerleri Tablosu	127
Tablo 5.5 Dinleyici Noktalarının Birbirleri İle Karşılaştırılması	128
Tablo 6.1 Nesnel Parametre Sonuçlarının Salonlara Göre Değerlendirilmesi ..	133
Tablo 6.2 Nesnel ve Öznel Değerlendirme Sonuçları	135

Konser Salonlarında Dinleyici Konumundaki Akustik Koşulların Bütünsel Akustik Kalite Üzerindeki Etkisinin Belirlenmesine Yönelik Bir Yaklaşım

Burak UZUN

Yapı Fiziği Anabilim Dalı

Doktora Tezi

Danışman: Prof. Dr. Zerhan YÜKSEL CAN

Eş Danışman: Prof. Dr. Neşe YÜĞRÜK AKDAĞ

Müzik ve benzeri performans amaçlı salonların akustik açıdan iyi olarak nitelendirilebilmesi için, akustik tasarım aşamasında gerekli olan kriterler üzerine şimdiye kadar çok çeşitli araştırmalar yapılmıştır. Akustik biliminin gelişimi ile birlikte bu kriterleri sağlamaya yönelik çeşitli parametreler geliştirilmiş ve üzerinde çalışılmaya başlanmıştır. Parametrelerin kabul edilebilir aralıkları ise literatürde işlev ve hacme göre belirtilmiştir. Ancak parametrelerin hacim içerisindeki dağılımları, hala çalışılmaya devam eden bir alan olarak görülmektedir.

Hacim Akustiği, farklı işlev ve büyüklüğe sahip mekanlarda işitsel konforun sağlanmasını amaçlar. Bu amaç için, mekanın işlev ve hacmine bağlı olarak geliştirilmiş çeşitli hacim akustiği parametreleri kullanılır. Parametrelerin kabul edilebilir değerleri literatürde yalnızca işleve ve hacmin büyüklüğüne göre verilir. Bunun ile birlikte mekanın mimari formu ve biçimlenişi ise akustik kaliteyi

doğrudan etkilemektedir. Akustik bir bilim olarak gelişmeden önce yapılmış iyi akustiğe sahip olduğu kabul edilen mekanlar örnek alınarak yapılan akustik düzenlemeler, 20. YY'da akustik biliminin gelişmesi ile yerini çeşitli hesaplamalara bırakmıştır. Bilgisayarların gelişimi ile birlikte günümüzde neredeyse tüm akustik çalışmalar bilgisayar ortamında geliştirilmiş programlarla yapılmaktadır.

Geleneksel yöntemlerle yapılan hacim akustiği çalışmaları, akustik parametre değerlerinin salon ortalamaları üzerinden yapılırken, sanal ortamda yapılan modellemeler sayesinde, hacmin istenen noktalarındaki değerler elde edilebilmektedir. Günümüzde mekanların akustik tasarımı artık bilgisayar ortamında gerçekleştirilmekte, yine de tasarımlarda sıklıkla hacmin tümünü kapsayan ortalama değerler dikkate alınmaktadır. Diğer yandan, parametre değerlerinin dinleyici alanındaki dağılımının ortalama kabul edilebilir değerlerle ilişkisi, bir başka deyişle hacimde akustik konforun sağlandığı dinleyici bölge ya da noktalarının toplam dinleyici alanına oranı, mekanın bütünsel akustik konforunu etkilemektedir.

Müzik amaçlı salonlardaki bütünsel akustik kalitenin irdelendiği bu çalışmanın amacı, son dönemde inşa edilen konser salonlarının tipolojilerinden yola çıkarak, dinleyici konumundaki akustik kalite ile bütünsel akustik kalite arasındaki ilişkiyi ortaya koymaktır. Bunun için tez kapsamında çalışılan bölümler aşağıdaki gibi özetlenmiştir;

1. Bölümde literatür taraması sonucunda ulaşılan bilgiler ışığında salonlardaki bütünsel akustik kaliteyi sağlamaya yönelik çalışma alanının araştırmaya açık olduğuna değinilmiştir. Mimari biçimleniş ve akustik tasarımın, mekanda düzgün yayınlılık ve bütünsel akustik kaliteye etkilerinin araştırılmasının çalışmanın amacı olduğu ortaya konmuş ve tezin hipotezi belirlenmiştir.

2. Bölümde, literatür taraması çalışması ile ilgili değerlendirme yapılmış ve önemli örneklerden bazıları sistematik olarak sıralanmıştır. Literatürde taranan çalışmalar, belirli başlıklar altında toplanmış ve bunların içerikleri irdelenmiş ve değerlendirmesi yapılmıştır. Literatür çalışması sonrasında 2000 yılından sonra inşa edilen müzik amaçlı salonlar ile ilgili araştırma yapılmış ve son dönemde en sık kullanılan plan tipolojileri elde edilmiştir. Burdan yola çıkarak en fazla

kullanılan 3 adet plan tipi belirlenmiştir. Belirlenen plan tipleri, model çalışması için temel oluşturmuştur.

3.Bölümde, bütünsel akustik kalitenin sağlanması ve bölgesel durumun belirleyiciliğinin araştırılabilmesi için bir yaklaşım önerisi sunulmuştur. Farklı salonlarda parametrelerin karşılaştırılabilmesi ve değerlendirilmesi için çeşitli ön kabuller yapılmıştır. Kullanılacak nesnel parametreler, parametrelerin optimum aralıkları, değerlendirmeye alınacak oktav bantlar belirlenmiştir. Aynı zamanda 3 adet salon tipi için boyut ve kişi sayıları ile ilgili kabuller yapılarak bilgisayar ortamında modellenmiştir.

4.Bölümde, bilgisayar ortamında modellenen tüm salonların, seçilen hacim akustiği yazılımı ile hesapları yapılmıştır. Her salon öncelikle kendi içinde değerlendirilmiş, daha sonra birbirleri ile karşılaştırılması yapılmıştır. Salonların önce parametre bazında değerlendirmesi yapılmış, sonra bütünsel akustik kalite için bölgesel dağılımlar parametre bazında incelenmiştir.

5.Bölümde uygulama modelinin sınanması için bir yaklaşım önerisi sunulmuştur. Nesnel parametrelerin bölgesel bazda belirleyiciliğinin tespiti için, öznel değerlendirmelerle karşılaştırılmıştır. Bunun için modellenen salonlar arasından seçilen bir salon içerisinde işitselleştirme çalışması yapılmıştır. Elde edilen ses dosyaları, öznel değerlendirme için tecrübeli deneklere dinletilerek bir anket çalışması düzenlenmiştir. Ardından elde edilen sonuçların istatistiksel değerlendirmesi yapılmıştır.

6.Bölümde tüm çalışmada elde edilen sonuçların genel bir değerlendirmesi yapılmıştır. Sonuç olarak farklı plan tipolojilerine sahip salonların, birbirlerinden oldukça farklı akustik kaliteye sahip olduğu, oturma alanına göre bölgesel durumun, tüm salonlarda farklılık gösterdiği, dinleyici değerlendirmeleri ile nesnel parametrelerin arasında benzer bir ilişki olduğu ortaya konmuştur.

Anahtar Kelimeler: Hacim akustiği, konser salonları, akustik kalite, işitselleştirme

An Approach on The Effect of The Listener Position's Acoustical Conditions Adequacy on The Holistic Acoustics Quality of The Concert Halls

Burak UZUN

Department of Building Physics

Doctor of Philosophy Thesis

Supervisor: Prof. Dr. Zerhan YÜKSEL CAN

Co Supervisor: Prof. Dr. Neşe YÜĞRÜK AKDAĞ

Various researches have been carried out on the criteria required in the acoustic design stage in order to qualify the halls for music and similar performance purposes as acoustically good. With the development of acoustics, various parameters have been developed and studied to meet these criteria. The acceptable ranges of the parameter are specified in the literature according to function and volume. However, the distribution of parameters in the room is still seen as an area that continues to be studied.

Room Acoustics aims to provide auditory comfort in spaces with different functions and sizes. For this purpose, various room acoustic parameters developed depending on the function and volume of the space are used. Acceptable values of parameters are given in the literature only according to the function and size of the room. However, the architectural form and configuration of the space directly affect the acoustic quality. Acoustic arrangements made by taking as an example

the places that are accepted to have good acoustics, which were made before the development of acoustics as a science, left their place to various calculations with the development of acoustics in the 20th century. With the development of computers, almost all acoustic studies are carried out with programs developed in computer today.

While the room acoustic studies done with traditional methods are based on the average of the acoustic parameter values of the hall, the values at the desired points of the room can be obtained thanks to the modeling made in the virtual environment. Nowadays, the acoustic design of spaces is now carried out in the computer environment, however, the average values covering the entire volume are often taken into consideration in the designs. On the other hand, the relationship of the distribution of parameter values in the audience area with the average acceptable values, in other words, the ratio of the area or points where acoustic comfort is provided in the volume to the total audience area, affects the overall acoustic comfort of the space.

The aim of this study, which examines the holistic acoustic quality in music halls, is to reveal the relationship between the acoustic quality in the audience and the holistic acoustic quality, based on the typologies of the concert halls built recently. For this purpose, the sections studied within the scope of the thesis are summarized as follows;

In the first chapter, it is mentioned that the study area for providing the holistic acoustic quality in the halls is open to research in the light of the information obtained as a result of the literature review. It has been revealed that the aim of the study is to investigate the effects of architectural formation and acoustic design on uniform diffusivity and holistic acoustic quality in the space, and the hypothesis of the thesis has been determined.

In Chapter 2, an evaluation of the literature review study was made and some of the important examples were listed systematically. The studies scanned in the literature were gathered under certain titles and their contents were examined and evaluated. After the literature study, a research was conducted on the music halls built after 2000 and the most frequently used plan typologies in the last

period were obtained. Based on this, the 3 most used plan types were determined. The determined plan types formed the basis for the model study.

In Chapter 3, an approach proposal is presented to ensure the overall acoustic quality and to investigate the determinants of the regional situation. Various preliminary assumptions were made in order to compare and evaluate the parameters in different halls. Objective parameters to be used, optimum ranges of parameters, octave bands to be evaluated were determined. At the same time, assumptions about the size and number of people for 3 hall types were made and modeled in the computer environment.

In the 4th section, calculations of all the halls modeled in the computer environment were made with the selected room acoustic software. Each hall was first evaluated within itself and then compared with each other. The halls were first evaluated on the basis of parameters, and then the regional distribution related to the regional situation was examined on the basis of parameters for the holistic acoustic quality.

In Chapter 5, an approach proposal for testing the implementation model is presented. In order to determine the determinism of objective parameters on a regional basis, they were compared with subjective evaluations. For this, an auralization study was carried out in a hall selected among the modeled halls. A survey study was conducted by listening to the obtained audio files to experienced subjects for subjective evaluation. Then, statistical evaluation of the obtained results was made.

In Chapter 6, a general evaluation of the results obtained in the whole study is made. As a result, the halls with different plan typologies have quite different acoustic quality from each other, the regional situation according to the seating area differs in all the halls.

Keywords: Room acoustics, concert halls, acoustic quality, auralization

1.1 Literatür Özeti

Performans amaçlı mekanların tasarımı ve akustik düzenleme çalışmaları çok eski yıllara dayanmaktadır. Vitruvius, M.Ö 1. yüzyıl civarında yazdığı düşünülen “Mimarlık Üzerine On Kitap” isimli eserinde Roma ve Yunan tiyatrolarını incelemiş, tiyatro alanlarının mimari ve akustik düzenlemeleri ile ilgili çeşitli bilgiler vermiştir. Aynı zamanda bu düzenlemelerin uygulanması durumunda tiyatroların ses özelliği açısından dinleyiciye zevk verecek mükemmelliğe ulaştıracağını belirtmiştir (Vitruvius, 1990). Roma ve Yunan antik tiyatrolarının mimarileri ve kullanım amaçları hakkında mimarlık tarihçisi Fletcher, Yunan tiyatroların drama türü gösterilerden ziyade koro için tasarlandığını ve orkestranın durduğu dairesel bir sahnesi olduğunu belirtmiştir (Fletcher, 1905).

Müzik amaçlı mekanlardan olan Konser Salonları ve akustik tasarımları ile ilgili literatür ve araştırmalar ise Tiyatro üzerine yapılanlardan daha yeni tarihe dayanmaktadır. İnşa edilen konser salonlarının özellikleri ve akustik tasarımları ile ilgili, çeşitli araştırmalar yapılmıştır. Beranek (1962) bu alanda ilk kapsamlı çalışma olan “Music, Acoustics and Architecture” kitabında dünyanın farklı bölgelerinde inşa edilmiş konser salonu ve opera binalarını karşılaştırmıştır. Daha sonra “Concert Halls and Opera House” (2004) isimli güncellenmiş versiyonunda 100 adet konser ve opera salonunu akustik açıdan incelemiştir. Beranek’in 1962’de yayınladığı kitabı, Oditoryum akustiğinin tam açıklamasını ciddi şekilde yapmaya çalışan ve bu konudaki pek çok yanlış anlamayı cevaplamaya çalışan ilk kitap olarak söylenebilir (Barron M. , 2010).

Beranek’in çalışmalarına ilaveten, ilerleyen yıllarda konser salonlarını hacim akustiği açısından ele alan çeşitli çalışmalar yapıldığı görülmektedir. Bu tür çalışmalar yapılırken eskiden geleneksel yöntemler kullanılırken günümüzde ise, hacim akustiğinin gerektirdiği karmaşık hesapların neredeyse tamamı bilgisayar

ortamında çalışan yazılımlar aracılığı ile yapılmaktadır. Hesaplamalar sonucu elde edilen veriler, mekanın akustik kalitesini belirlemek için kullanılmaktadır.

Tez çalışması kapsamında yapılan literatür taraması sonucunda, bir mekandaki akustik kaliteyi belirlemek için, çeşitli hacim akustiği parametrelerinden yararlanıldığı görülmüştür. Aynı zamanda parametrelerin hacimdeki ortalama değerlerinin kullanıldığı, bölgesel ve noktasal durumun ise araştırmaya açık olduğu tespit edilmiştir. Bütünsel akustik kalite için, hacimdeki farklı oturma bölgelerinin toplam akustiğe etkisi, parametrelerin farklı bölgelerdeki kullanımı, sonuçların öznel değerlendirmelerle karşılaştırılması ve istatistiksel değerlendirmenin araştırmaya açık alanlar olduğu belirlenmiştir.

1.2 Tezin Amacı

Hacim Akustiği, farklı işlev ve büyüklüğe sahip mekanlarda işitsel konforun sağlanmasını amaçlar. Bu amaç için, mekanın işlev ve hacmine bağlı olarak geliştirilmiş çeşitli hacim akustiği parametreleri kullanılır. Parametrelerin kabul edilebilir değerleri literatürde yalnızca işleve ve hacmin büyüklüğüne göre verilir. Bununla birlikte mekanın mimari formu ve biçimlenişi ise akustik kaliteyi doğrudan etkilemektedir.

Günümüzde mimari tasarım ile konser salonları gibi hacim akustiği açısından önemli mekanlar, akustik tasarım ile birlikte yapılmaktadır. Akustik tasarım, mekansal biçimle birlikte malzeme seçimini de doğrudan etkilemektedir. Bilgisayar yazılımları gelişmeden evvel, hesaplamalar geleneksel yöntemlerle yapılmaktaydı. Günümüzde ise hesaplamalar bilgisayar ortamında geliştirilmiş programlarla yapılmaktadır.

Hacim akustiği çalışmalarında kullanılan geleneksel yöntemlerde, akustik parametre değerleri salon ortalamaları üzerinden olmaktadır. Bilgisayar ortamında yapılan sanal modeller sayesinde ise, hacmin farklı noktalarındaki tüm parametre değerleri elde edilebilmektedir. Yine de akustik tasarımlarda sıklıkla tüm hacim için ortalama değerler dikkate alınmaktadır. Diğer yandan, parametre

değerlerinin dinleyici alanındaki dağılımının ortalama kabul edilebilir değerlerle ilişkisi, bir başka deyişle hacimde akustik konforun sağlandığı dinleyici bölge ya da noktalarının toplam dinleyici alanına oranı, mekanın bütünsel akustik kalitesini etkilemektedir.

Bütünsel akustik kalite ise kuramsal olarak tüm dinleyici konumlarında, bütün parametre değerlerinin kabul edilebilir aralıkta olması ile sağlanır. Bu nedenle dinleyici noktaları üzerindeki parametre değerlerinin ayrı ayrı hesaplanması ve salonun genel ortalaması ile karşılaştırılması, hacmin bütünsel akustik kalitesini ortaya koyacaktır (Uzun & Can, 2020).

Hacimlerin akustik tasarımında işleve bağlı birçok akustik parametre kullanılır ve her bir parametrenin kabul edilebilir sınırlar içinde kalması hedeflenir. Ancak ortalama değerler, tüm dinleyici noktalarında tüm parametre değerlerinin kabul edilebilir aralıkta olduğunun göstergesi değildir. Müzik amaçlı salonlardaki bütünsel akustik kalitenin irdelendiği bu çalışmanın amacı, son dönemde inşa edilen konser salonlarının tipolojilerinden yola çıkarak, dinleyici konumundaki akustik kalite ile bütünsel akustik kalite arasındaki ilişkiyi ortaya koymaktır.

Bu amaca ulaşmak için klasik müzik amaçlı konser salonları üzerinde çalışılmasına karar verilmiştir. Bu bağlamda konser salonlarındaki mimari biçimlenişin, bütünsel akustik kalitenin değerlendirilmesi üzerindeki etkisi de incelenmiştir. Bütünsel akustik kalite açısından, parametre değerlerinin kabul edilebilir aralıkta olduğu bölgelerdeki dinleyici sayısının, toplam dinleyici sayısına oranı da farklı plan topolojileri için ortaya konmuştur. Böylece hem plan tipolojilerinin akustik kaliteye etkisi hem de ortalama değerler üzerinden gerçekleştirilen hacim akustiği değerlendirmelerinin geçerliliği irdelenmiştir.

Bu kapsamda yapılan çalışmalar aşağıda özetlenmiştir;

- 2000 yılından itibaren inşa edilen konser salonlarının plan tipolojileri araştırılmıştır. Bunların içerisinde sıklıkla kullanılanlar belirlenmiş ve sanal ortamda modellenmiştir,

- Sanal ortamda modellenen salonlardaki bütünsel akustik kalite için farklı oturma grupları arasındaki ilişki, bilgisayar programları yardımıyla incelenmiş ve nesnel parametreler üzerindeki etkisi araştırılmıştır,
- Modellenen hacimlerde, işitselleştirme (auralisation) çalışmaları yapılmış, öznel değerlendirme için deneklere dinletildikten sonra yapılan anket çalışması ile farklı algılar arasındaki ilişki ortaya konmuştur.

1.3 Hipotez

Müzik amaçlı salonlarda, akustik kalite açısından dikkate alınması gerekenler için literatürde çeşitli araştırmalar yapılmış olmakla birlikte hala araştırılacak ve değerlendirilecek pek çok alan bulunmaktadır. Yansıma süresi, hacimdeki en önemli parametrelerden biri kabul edilmekle birlikte, akustik kalitenin sağlanabilmesi için tek başına değerlendirmenin doğru olmayacağı, akustikçilerin görüş birliği içerisinde olduğu konulardan biridir. Sadece yansıma süresi değil, aynı zamanda diğer nesnel parametrelerin de birlikte değerlendirilmesi gerekmektedir. Parametrelerin hangilerinin, ne oranda değerlendirmeye katılacağı ile ilgili kesin bir görüş birliği olmamakla birlikte, konu ile ilgili önemli bazı çalışmalar mevcuttur (Beranek L. , 2004).

Bir hacmin akustik olarak değerlendirilebilmesi için gereken koşullar, nesnel ve öznel parametreler olmak üzere iki farklı grupta toplanmaktadır. Nesnel parametreler, ölçme veya hesaplama yoluyla elde edilebilir. Son yıllarda, gelişen hacim akustiği yazılımları sayesinde derinlemesine hesaplamalar yapılabilmekte ve pek çok nesnel parametre değeri elde edilebilmektedir. Nesnel parametrelerin hesapları sonucunda her ne kadar akustik konfor şartları sağlanıyo olsa da, çalışmalar dinleyicilerin algı ve beğenisine yönelik yapılmaktadır. Kısaca, nesnel parametreler ile öznel değerlendirmeler akustik konfor için birbirleri ile uyumlu olmak durumundadır. Ancak bu iki temel grup arasındaki uyumu sağlamak çeşitli sebeplerden ötürü kolay olmamaktadır. Bu sebeplerinden biri, insan algısı ve ayırt

etme eşiğinin, bilgisayar hesaplamalarındaki kadar küçük aralıkta olmaması, bir diğeri de öznel değerlendirmeyi etkileyecek çok sayıda faktörün bulunmasıdır. Bu durumlar öznel değerlendirmede sonuca ulaşmayı güçleştirmektedir.

Bir hacmin akustik açıdan değerlendirilebilmesi için literatürde farklı görüşler bulunmakla birlikte, parametrelerin kabul edilebilir aralıkları ve hacim içerisindeki dağılımları öne çıkmaktadır. Hacimdeki akustik koşulların sağlanması için dinleyici konumundaki parametre değerlerinin, bütünsel akustik konfor üzerindeki etkisi üzerine bir yaklaşım önerisinin geliştirilmesinin amaçlandığı bu çalışmanın hipotezi;

“Hacmin bütünsel akustik kalitesinin mekansal ortalama değerler üzerinden değerlendirilmesi yetersizdir”,

olarak belirlenmiştir.

ARAŞTIRMA SÜRECİNDE YAPILAN ÇALIŞMALAR VE BUNLARIN DEĞERLENDİRİLMESİ

Mekanlarda işitsel (akustik) konfor, istenmeyen seslerin ve insanları rahatsız eden akustik aktivitelerin olmaması olarak tanımlanabilir (Rindel, 2002). Bu tanım, akustik olarak ölçülen verilerden ziyade, bir kullanıcının bakış açısını sunar. Kişi için akustik konfor sesin kaynağı ve alıcısı olarak kişinin kendi kombinasyonudur. İşitsel konfor aynı zamanda, bir ortamdaki akustik koşullardan algılanan refah ve memnuniyet durumunu da gösterir (Vardaxis, Bard, & Waye, 2018).

İşitsel konfor özellikle müzik amaçlı mekanlarda önemli bir parametre olarak karşımıza çıkmaktadır. Müzik amaçlı mekanlarda uygun akustik koşulların sağlanması, hacmin mimari formuna, boyut oranları, büyüklükleri gibi fiziksel parametrelerin yanında, arka plan (fon) gürültüsü, hacmin yansıma süresi ve diğer bazı müzik amaçlı parametreler gibi akustik özelliklerine bağlıdır. Bu hacimlerin akustik açıdan düzenlenmesi ve tüm dinleyici bölgelerinde optimum akustik şartların sağlanması gerekmektedir. Bu şartların sağlanması için öncelikle hacim akustiği parametrelerinin incelenerek, kabul edilebilir aralık içerisinde olmaları sağlanmalıdır.

Hacim akustiği parametreleri, nesnel ve öznel olmak üzere iki şekilde değerlendirilmektedir. Nesnel olanlar hesaplamalar veya ölçmeler sonucunda elde edilebilmektedir. Bu açıdan, hacim akustiği parametreleri üzerine yapılan literatür çalışmaları 1 numaralı kategoride incelenmiştir. Öznel değerlendirmeler ise insanın bu parametreler üzerindeki algısını ölçmeye yönelik olmaktadır. Dinleyici algısı üzerine olan bu tür çalışmalar ise 2 numaralı kategoride incelenmiştir.

Hacimlerdeki akustik konfor şartlarının sağlanması sadece parametrelerin genel ortalamaları üzerinden değil, aynı zamanda bölgesel ve noktasal değerlendirmelerin de yapılmasını gerektirmektedir. Bununla ilgili ulaşılan bazı çalışmalar da 3 numaralı kategori altında değerlendirilmiştir.

Hacim akustiğinde tüm hesaplamalar için günümüzde bilgisayar ortamında çeşitli yazılımlar kullanılmaktadır. Çeşitli yazılımlar ve bunlarla ilgili değerlendirmeler 4 numaralı kategori altında sıralanmıştır. Hacim akustiğinde hesaplamalar, sanal ortamda bilgisayar yazılımları ile modellenen sanal hacimler üzerinden yapılabildiği gibi, mevcut hacimler için de ölçmeler yapılmaktadır. Aynı zamanda bunlar birbirleri ile de karşılaştırılmaktadır. Bununla ilgili değerlendirmeler ise 5. ve 6. kategorilerde incelenmiştir.

Tez çalışmasının amacı doğrultusunda işitsel konfor üzerine yapılan literatür taramasında konu ile ilgili makale, bildiri ve tezlerden oluşan çalışmalar incelenmiştir (EK A). Ulaşılabilen çalışmalar, konu, içerik, yazar ve yıllara göre ayrılmıştır. Toplam 6 başlık altında kategoriye ayrılan çalışmalar, kendi içlerinde ayrıca numaralandırılmış ve değerlendirilmiştir (Tablo 2.1, Çalışma numaralarının karşılıkları için Bkz. EK A).

Tablo 2.1 Konu ile ilgili yayınlanmış çalışmaların kategorize edilmiş çizelgesi

	KATEGORİ	ÇALIŞMA No
1	Hacim akustiği parametreleri üzerine çalışmalar	2,5,6,8,13,14,15,16,17,20,24,27,28,29,33,34,38, 39,46,47,48,50,53,56,57
2	Dinleyici algısı üzerine çalışmalar	19,20,35,36,58,37,39,43,45,46,47,48,51, 52,54
3	Dinleyici alanı üzerine çalışmalar	21,24,26,54
4	Akustik üzerine bilgisayar yazılımları ile ilgili değerlendirmeler	3,7,10,11,18,34,41, 25, 30, 42, 44
5	Mekan değerlendirmeleri (Mevcut ve Sanal)	7,22,36, 31
6	Ölçme, maket/model karşılaştırma	1,12,38,40, 45,52

Taranan çalışmalar farklı konular üzerinde kategorize edilse de, pek çoğunu aynı zamanda başka bir bölüm içerisinde değerlendirmek mümkündür. Literatürde konu ile ilgili çok sayıda çalışma olmakla birlikte, Ayşe Erdem AKNESİL'in "Salonların Hacim Akustiği Yönünden Değerlendirilmesinde Akustik Koşul Dağılımlarının Öneminin Ortaya Konulması ve İrdelenmesine Yönelik Bir Yaklaşım" (Aknesil, 1998) isimli çalışmasındaki öneriler ve gelişen bilgisayar teknolojisinin imkanları, bu tez çalışmasının başlangıç noktalarından birini oluşturmuştur.

2.1 Konuya İlişkin Günümüze Kadar Yapılan Çalışmaların Değerlendirilmesi

İşitsel konfor üzerine yapılan çok sayıda çalışma arasından seçilen örnekler, tez çalışmasının kapsamı doğrultusunda Tablo 2-1'deki gibi sınıflandırılmıştı. Bu çalışmalardan, önemli görülen bazılarının içerikleri ile ilgili kısa özetleri, konulara göre aşağıda sıralanmıştır. Tüm çalışmaların kapsamlı içerikleri ise bölüm EK A'da tablo şeklinde ayrıca verilmiştir.

2.1.1 Hacim Akustiği Parametreleri Üzerine Yapılan Çalışmalar

Salonların akustik açıdan tasarımlarının yapılabilmesi aynı zamanda farklı hacim akustiği parametrelerinin de kullanımını gerektirmektedir. Bu parametreler ISO-3382 standartında belirtilmiştir. Bu bölümde, literatür taraması sonucunda ulaşılan salonlardaki hacim akustiği parametreleri üzerine yapılmış araştırmalardan önemli bulunan birkaçı kısaca özetlenmiştir. Parametreler üzerine yapılan çalışmalar, tez konusu için önemli olduğundan daha fazla yer verilmiştir.

2.1.1.1 Konser Salonu Geometrisi, Nesnel Parametreler ve Ses Kalitesi Arasındaki İlişki (2)

Bu çalışmada, konser salonu tasarımında karşılaşılan bazı temel geometrik şekiller incelenerek, öznel ve nesnel parametre farklılıklarıyla geometrik şekiller arasındaki ilişkiler ortaya konmuştur. Çalışma kapsamında; yelpaze tipli plan, dikdörtgen tipli plan ve ters yelpaze tipli plan olmak üzere 3 farklı geometrik plan tipi seçilmiştir. Hacimler CATT 7.0 yazılımı ile modellenmiştir. Karşılaştırma için hacim akustiği parametrelerinden T30, G, LEF, C80 ve EDT hesaplatılmıştır. Elde edilen sonuçlar işitilebilirliğin derecesi üzerine niteliksel bir gösterge elde etmek için yeterli olmuştur.

Çalışmanın sonucunda dikdörtgen planlı salonlardaki yansımanın etkisinin (verilen hacimdeki salonlar için), diğer salon tiplerinden daha büyük olduğu görülmüştür (Essert, 1999).

2.1.1.2 Konser Salonu Tercihlerinde, Hacim Akustiği Parametreleri Öngörülerindeki Belirsizlikler, Açıklamalar ve Anlayış (5)

Ortalama konser dinleyicileri tarafından hangi salonların daha çok veya daha az tercih edildiği önemli bir parametre olarak kabul edilmektedir. Konser salonu akustiğinin biçimlendirilmesi, özellikle salon inşa edildikten sonra oldukça zor ve pahalı bir yatırımdır. Bu yüzden halkın salon tercihini öngören güvenilir bir yöntem ihtiyacı duyulmaktadır. Yüz yıllık hacim akustiği parametreleri tecrübesinden sonra genel bazı yaklaşımlar hala araştırılmaktadır. Hangi parametreler daha kritiktir, bu parametrelerin tercih edilebilir değerleri nelerdir? Tasarlanmış salonlarda sonucu nasıl öngörebiliriz? Tüm bu soruların cevapları çeşitli derecelerde belirsizlikler içermektedir. Belirsizlikler, salonların özellikle öznel değerlendirmelerinde ve sınıflandırmalarında ortaya çıkmaktadır.

Bu çalışmada, toplam 53 salon, 8 adet parametre ile birlikte incelenmiş ve değerlendirilmiştir. Bu değerlendirme sonucunda farklı parametrelerin kullanımının akustik tasarımı daha iyiye götüreceği görülmüştür. Yapılan değerlendirmeler LF ve IACC parametrelerinin H/W (high to width ratio) ve W (width) yerine kullanılabileceğini göstermiştir. Literatürdeki bazı önemli konser salonları, benzerlerinin üretilmesi için doğru salon değildir. Parametreler ve tercihler arasındaki ilişki doğrusal değildir. Daha fazla parametre kullanımının riskleri azaltacağı öngörülmüştür (Skalevik, 2013).

2.1.1.3 Hacim Akustiği Parametreleri İçin İhtiyaçlar Ve Bunların Nasıl Tanımlanacağı ile İlgili Soruların Yapılandırılması İçin Bir Öneri (6)

Hacim akustikçileri arasında, konser salonlarındaki hacim akustiği parametreleri ve nesnel yargılar arasındaki ilişki için yaygın bir fikir birliği bulunmaktadır.

Bunların bazıları ISO 3382-1’de tanımlanmıştır. Ancak bunların gereksinimleri için uluslararası bir standart bulunmamaktadır. Bu çalışmada yazarlar, planlama aşamasında iyi bir akustik elde etmek için gerekenlerin neler olduğunu ele almışlardır.

Nesnel, öznel veya psiko-akustik parametrelerin oldukça uzun bir listesi bulunmaktadır ve hepsi birbiri ile ilişki içerisinde yer almaktadır. Blauert’in oluşturduğu genel akustik kalite kavramı, fiziksel hacim akustiği parametrelerinin tanımı olarak yapılabilir. Bu parametreler 4 başlık altında toplanabilir;

Zamanla ilgili parametreler (RT, EDT, D50, C80, Ts, STI), yöne duyarlı parametreler (LF, IAAC, SDI), güç parametreleri (G, Sound Level), frekansa bağlı parametreler (BR-Bass Ratio, Warmth, Brilliance). Tüm bu parametrelerin tavsiye edilen optimum değerleri pek çok kitapta bulunabilir. Bununla birlikte bazı parametrelerin optimum değerleri bireysel tecrübe ve eğitime bağlı olarak değişmektedir. Örneğin en az iki türlü konser izleyicisi olduğu varsayılmaktadır. Daha akademik olanlar “transparency ve intimacy” tercih ederken normal izleyiciler “envelopment ve strength” tercih etmektedir (1970’lerde Gottingen grup tarafından bulunmuş ve Lokki yaptığı çalışmada doğrulanmıştır).

Hacim akustiği parametrelerinin minimum ve maksimum optimum değerleri de tanımlanmıştır. Tek bir parametre olarak genel akustik kalite endeksini (AQI) elde etmek için dinleyicilerin tercihlerini araştırmanın gerekli olduğu görülmüştür (Stephenson, 2013).

2.1.1.4 Yeni Bir Paradigma Arayışı. Parametreler Konser Salonu Akustiği

Hakkında Düşünme Biçimimizi Kısıtlama ve Etkileme Eğilimindedir (8)

Bu çalışmanın amacı, mevcut hacim akustiği parametrelerinin eksik yönlerini inceleyerek, tasarım prensipleri ve mevcutta olmayan ek parametreler geliştirerek önermektir.

Hemen tüm parametreler, impulse (patlama) yanıtının yönsüz hoparlör ve mikrofon ile kaydedilmesi sonucu elde edilmektedir. Hacimlerdeki tüm ölçümler

ise genel olarak, izleyici ve icracılar olmadan yapılmaktadır. Böylece, dinleyici ve icracıların performansları sonucunda oluşan akustik koşulları yansıtmayan ölçümler olmaktadır. Bu parametreler, frekans spektrumunun müzikal ve algısal kritik bölümünü göstermemektedir. 125-4000Hz aralığı hem olumlu özelliği olan çok düşük frekansları hem de işitme için zararlı olabilecek yüksek frekansları içermemektedir.

Çalışma kapsamında Royal festival salonu ve Sydney opera binası ele alınmış ve çeşitli düzenlemeler yapılmıştır. Sonuç olarak akustikçiler arasında bilgisayar tasarımları ve analizlerle bu konuda tecrübe sahibi olmak, artık kritik dinleme ve yaratıcı problem çözme tecrübesine sahip olmanın yerine geçmiştir. Elinde güçlü araçları olan, teknik olarak yeterli fakat tecrübesi olmayan uygulayıcıların olması, iyi bir akustik sonuç sağlamamaktadır (Kirkegaard, 2010).

2.1.1.5 Yansışım süresinin frekans özelliklerinin sarmalanmışlık parametresine olan etkisi (13)

Yansışımın dinleyicinin sarmalanmışlık hissine (LEV) katkıda bulunduğu bilinmektedir. Bu çalışmada, yansışım süresinin (RT) ve frekans özelliklerinin LEV üzerindeki etkilerini netleştirmek için üç dinleme testi yapılmıştır. Parametre olarak yansışım süresi ile yapılan ilk testin sonucu, LEV'i anlamlı şekilde etkilediğini göstermektedir. Yansışım süresinin frekans özelliklerine sahip ikinci ve üçüncü testlerin sonuçları, düşük frekanslardaki yansışım süresinin, yüksek frekanslardaki yansışım süresini olduğu gibi LEV'i de etkilediğini göstermiştir (Masayuki, Munehiro, Koichi, & Kimihoro, 2002).

2.1.1.6 58 Konser Salonunun Akustik Ölçümleri ve Öznel Sıralaması (56)

Bu çalışmada, akustik kalitelerine göre 58 adet konser salonunun sıralaması, yapılmıştır. Bunun için çeşitli orkestra şefleriyle görüşme, müzik kritik yazarları ve dinleyici görüşleri temel alınmıştır. Aynı zamanda salonlarda ölçümler yapılmış ve sıralamada nesnel parametreler de değerlendirilmiştir. Çalışma kapsamında

salonların değerlendirilmesi için ölçülen ve kullanılan parametreler; Yansıma süresi (RT) ölçümleri salonlar dolu iken yapılmıştır. Çalışmanın sonuçları, konser salonlarında ölçülen en önemli hacim akustiği parametresinin BQI (IACC), EDTmid, Gmid, G125, SDI ve ITDG olduğunu açıkça göstermiştir (Beranek L. , 2003).

2.1.1.7 Hacim Geometrisi ve Akustik Parametreler Arasındaki Korelasyona Dayalı Modeller: Alıcı Konumunun Önemi (15)

Akustik parametrelerin tasarımın ilk aşamalarında öngörülmesi, bu parametrelerin hacim geometrisi ve alıcı pozisyonundaki değişikliklerden nasıl etkilendiğinin anlaşılmasını gerektiriyordu. Farklı koltuklarda farklı izlenimlerin algılandığı görüldüğü için, bu parametrelerin alıcı pozisyonundaki değişiminin ayrıntılı olarak incelenmesi gerektiği, çalışmada belirtilmiştir (Bayazit, 2001).

2.1.1.8 Konser Salonlarının Akustik Kalitesinin Belirlenmesinde En Önemli Faktörlerin Araştırılması (16)

Bu çalışmada konser salonlarının genel akustik kalitesine (AQI) katkıda bulunan akustik faktörler araştırılmıştır. Analizler, Beranek'in altı ortogonal parametresi (EDT, T, IACC, Gmid, SDI ve BR), koltuk sayısı ve salon hacmi gibi diğer faktörler kullanılarak yapılmıştır. Beranek'in altı parametresinin hangisinin AQI'yi doğru tahmin etmede en önemli olduğunu ve diğer faktörlerin neler olduğunu belirlemek için çeşitli akustik faktör kombinasyonları denenmiştir. Beranek'in altı faktörünün AQI'nin iyi bir öngörüsünde bulunabileceği gösterilmiştir. Diğer bazı parametre kombinasyonlarının Beranek'in parametrelerini kullananlar kadar iyi tahminler verebileceği de çalışma içinde gösterilmiştir (Choi & Fricke, 2001).

2.1.1.9 Konser salonlarındaki öznel algı deneyimleri (20)

Müzikal algıyı incelemek için farklı araştırmacılar tarafından sayısız objektif parametre önerilmiştir. Sosyokültürel çevremizdeki işitsel tercihlere bağlı

gereklilikler nedeniyle bu parametrelerin seçimi gereklidir. Bu çalışmada, parametreler arasındaki bağımlılık veya bağımsızlık incelenmiştir.

Çalışma salonları tipolojik, fonksiyonel, konstrüksiyon, kapasite gibi yaygın olarak kullanılan kriterler gözönünde bulundurularak seçilmiştir. Bu salonlarda çok sayıda ölçüm yapılmış, dinleyiciler ve bir grup uzman tarafından öznel yargılar gözönünde bulundurularak tüm salonu kapsayan bir anket çalışması yapılmıştır.

Sonuçta anket, konser salonlarının değerlendirilmesinde iyi bir öznel ölçüm skalası sağlamıştır. Öznel faktörlerin, ilgili salonlarda ölçülen objektif parametrelerle güçlü bir korelasyon taşıdığı görülmüştür (Gimenez, ve diğerleri, 2007).

2.1.1.10 Hacim Akustiği Parametreleri ve Konser Salonu Koltukları Üzerindeki Dağılımı (28)

Performans hacimlerindeki akustik parametreler hakkındaki uluslararası fikir birliği, beş fiziksel nicelik ve bunlara karşılık gelen öznel parametreler, yani yansıma süresi (RT), güç (G), netlik (C80), görünen kaynak genişliği (ASW) ve sarmalanmışlık ile belirlenir. Beş parametrede, hacmin akustiğini (veya salonun bazı alt alanlarını) karakterize ettiği varsayılan beş ortalama değer seti olacaktır. Parametre bazında bakıldığında, yansıma süresi ortalamasına yakın olan bir koltuk bulmak kolay olsa da, bu beş parametrenin hepsinde ortalama ya yakın bir koltuk bulmak zor olacaktır. Bu çalışmada, mevcut 3 konser salonu bilgisayar ortamında modellenmiş ve hesapları yapılmıştır. Bu hesaplamalar sonucunda dinleyiciler tarafından algılanan beş akustik parametrenin (EDT, G, C80, LF ve LG,) çok az koltukta ortalama değerlere yakın olduğu görülmüştür (Skalevik M. , 2008).

2.1.1.11 Konser Salonu Akustik Parametrelerinin Tarihsel ve Kronolojik Evrimi (29)

Bu çalışmada, uluslararası alanda konser salonlarının akustik parametrelerinin tarihsel gelişimi incelenmiştir. Yirminci yüzyılın başlarından itibaren, akustik parametreler, konser salonu akustiğinin niteliğinin gittikçe daha fazla yönünü kapsayan sürekli bir gelişime sahip olmuştur. Çalışma içinde kronolojik olarak , çalışılan parametrelerin gelişimi üzerine güncellenmiş bir sunum yapılmıştır. Bunların çeşitliliğini göz önüne alarak, onlarca yıl içinde yer alan, bunları öneren ve mümkün olan yerlerde ilk kez sunuldukları makaleleri veya yayınları gösteren her parametre ele alınmıştır (Lacatis, ve diğerleri, 2008).

2.1.1.12 Konser Salonlarında Mimari Biçim ve Akustik Verimlilik (33)

Dinleyicilere yeterli erken yansıma sağlamak, sahne sanatlarında iyi bir akustik kalitenin ön şartıdır. Bununla birlikte, bir hacmin geometrisi ile erken enerji açısından akustik verimliliği arasındaki ilişki nadiren temel geometrik prensipler kullanılarak incelenmiştir. Bu çalışmada, dinleyiciye yansıyan erken enerjinin ortalama değerini düzlemlerin oluşturduğu açılar kullanarak tahmin etme olasılığı ele alınmıştır. Elde edilen formüller, çeşitli faktörlerin ortalama erken yansıyan enerji üzerindeki etkisini göstermektedir; özellikle, erken yansımaların varış yönünün, konser salonlarının akustik tasarımı için ilginç sonuçları vurgulayan önemli bir rol oynadığı bulunmuştur (Jurkiewicz, Wulfrank, & Kahle, 2012).

2.1.1.13 Konser Salonlarında Orkestral Müzikte Yüksek Tonlarla Kısmi Maskelemeye Maruz Kalan Alçak Tonların Ses Yüksekliği Algısı (39)

Salonlar için nesnel akustik parametreler genellikle 125 ila 4000 Hz arasındaki orta frekans oktav bantlarında ölçülür. Gerçekte, müzik enstrümanlarının frekans aralığı bundan daha geniştir ve bas enstrümanların alt notalarının temelleri 31.5 veya 63Hz oktav bantlarında bulunur. Bu bantlardaki seslerin üst tonları 125 Hz

bandına düşer. Bu çalışmada, 125Hz bandındaki üst tonların ve daha yüksek bandların 63Hz bandındaki bileşenlerin ses yüksekliği duyumunu ne derece etkilediğini belirlemek için tasarlanmış öznel deneyler yapılmıştır. Çalışmadaki sonuçlar, düşük ses tonu seviyesindeki farkın, en azından beraberindeki diğer enstrümanlar olduğunda güç (G) parametresinin 62,5 ila 63dB değişmesine rağmen, fark edilmeyeceğini göstermiştir (Nishihara & Hidaka, 2012).

2.1.1.14 Ortogonal Parametreler İle Doğrulan Konser Salonlarının Öznel Sıralaması (46)

Bu makale, İspanya'daki oditoryumlardaki canlı konserler izleyicileri için yapılan anket sonuçlarının ortalama değerlerinden elde edilen öznel değerlendirmeyi, en iyi değer verilen salonla ilgili olarak göze çarpan farklarla ifade edilen üç nesnel parametrenin (T, IAAC, LEV) ortalama değerleri üzerinden incelemektedir. Yazarlar son dönemde az sayıda parametrenin uygun kombinasyonu ile bir model belirleme üzerinde çalışmışlardır. Buna göre hacmin öznel değerlendirmesi ile ortogonal parametrelerin ortalama değerleri üzerinden bir kombinasyon elde etmişlerdir. Bu çalışmada yazarlar, konser salonlarının öznel ve nesnel değerlendirilmesinde parametreler arasındaki ilişkiyi ele almışlardır. Bunun için, sabit nesnel parametreleri belirledikten sonra belirlenen bölgelerdeki parametre değerlerinin, deneklerin öznel değerlendirmeleri ile karşılaştırılmasını önermişlerdir (Cerde, Gimenez, Cibrian, Giron, & Zamarreno, 2015).

2.1.1.15 Sadece Ayırt Edilebilir Farklar (JND) Üzerinde Farklı Test Yöntemlerinin Netlik (C80) Üzerindeki Etkileri (47)

Sahne sanatları mekanlarının araştırılması ve tasarımı için hacim akustiği ölçümlerinin sadece ayırt edilebilir farkları (JND) gereklidir. Bu çalışmanın amacı, farklı test yöntemlerinin müzik için netlik (C80) parametresinin JND üzerindeki etkilerini değerlendirmektir. C80 JND'nin şu anda ISO 3382: 2009'da belirtildiği gibi 1dB olduğunu ve yayınlanan diğer çalışmaların sonuçlarını doğrulamak için

bir ilk çalışma yapılmıştır. Ancak sonuçlar daha yüksek değerlerin gerekli olduğu göstermiştir. İkinci çalışmada, sabit uyaran yönteminin iki varyasyonunun kullanılmasının etkileri incelenmiştir; Birinci varyasyon, deneklerin her birini tam olarak dinleyerek sinyal çiftini değerlendirmesini gerektirirken, ikinci yaklaşım katılımcıların gerçek zamanlı olarak ileri geri gitmelerini sağlamıştır. Bu değişkenlikle daha tutarlı sonuçlar elde edilmiş ve sonuçlar 1 dB'den büyük bir C80 JND'yi göstermiştir. Son çalışmada, ikinci çalışmaya dayanarak birinci varyasyon kullanan geniş bir çalışma periyodu gerekmiş ve veriler ikinci varyasyon kullanılarak toplanmıştır. Yapılan analizde, bu çalışmada kullanılan koşullar için (konser salonu ve oda müziği salonu) C80 JND'nin yaklaşık 3 dB olduğunu ortaya koymuştur (Vigeant, ve diğerleri, 2015).

2.1.1.16 Büyük Yansışım Hacimlerindeki (T) Merkez Zaman ve (C) Netlik Parametresinin JND (Ayırt Edilebilir Farklar) Farkı (48)

Sadece ayırt edilebilir fark (JND) değerleri, şu anda pratikte kullanılan çoğu akustik parametre için mevcuttur. Bununla birlikte, konser salonlarında ve konuşma odalarında tipik olarak karşılaşılan koşullara göre 0.5 ile 2sn arasında değişen yansışım süresine göre belirlenmişlerdir. Yansışım süresi uzadığında, akustik olarak netliği tanımlayan ve ölçülen parametreler arasındaki ilişki önemli ölçüde değişebilir ve öznel algı da farklı olabilir. Bu çalışmada, 2 saniyeden 6 saniyeye kadar değişen yansışım süresi (RT) değerlerine sahip üç referans durumu dikkate alarak netlik (C) için yansışım süresinin JND üzerindeki etkisi araştırılmıştır. Öznel limitleri belirlemek için dinleme testleri yapılmıştır. Sonuçlar, müzik motiflerinden bağımsız olduğunu kanıtlamış ve netlik parametresindeki JND'nin yansışım süresinden neredeyse bağımsız olduğunu, merkez zamanı parametresindeki (Tc) JND'nin yansışım süresi ile anlamlı şekilde ilişkili olduğunu ve referans Ts değerinin% 8,5'i olarak kabul edilebileceğini göstermiştir (Martellotta, 2010).

2.1.1.17 Nesnel Hacim Akustiği Parametrelerinin ve Gelecekte İhtiyaçların İncelenmesi (53)

Çalışmada, konser salonları için gerekli olan hacim akustiği parametreleri üzerinde durulmuştur. Konser salonlarındaki koşulları değerlendirmek için kullanılan yansıma süresi (RT), ses gücü (G), netlik (C80) gibi nesnel parametrelerin kullanımına ilişkin ve bunların ölçümleriyle ilgili bir değerlendirme yapılmıştır. Özellikle sonuçlardaki değişimler ve ayırt edilebilir farklar (JND) ele alınmıştır. Ayrıca çeşitli salonlardaki ölçümlerle ilgili belirli sorunları gösteren ölçümler tartışılmıştır (Bradley, 2011).

2.1.1.18 Hacim Akustiği Parametrelerin Doğası ve Kullanılabilirliği Üzerine (57)

Performans alanlarının ölçümü için Netlik (C80), Merkez Zamanı (Ts), Görünür Kaynak Genişliği (ASW), Kulaklararası Çapraz Korelasyon (IACC) veya Algılanan Ses Kalitesi (PEAQ) gibi parametreler kullanılmaktadır. Bu parametrelerin hepsi ortak akustik verilerden, yani elasto-dinamik titreşimlerin ve dalgaların özelliklerinden kaynaklanmaktadır. Çalışmada Akustik Kalite için gerekli olan değerlendirme kriterlerinin bazı problemlere sahip olduğu özellikle dinleyicilerin içsel referanslarını dikkate almadıkları öngörülmüştür. Akustik kalite için fiziksel ve psikoakustik değerlendirmenin birlikte yapılması gerektiği vurgulanmıştır (Blauert, 2013).

2.1.2 Dinleyici Algısı Üzerine Çalışmalar

Nesnel değerlendirmeler için, hacim akustiği parametreleri kullanılırken, öznel değerlendirmeler dinleyicilerin kişisel görüşlerini yansıtmaktadır. Bu açıdan her iki değerlendirmenin sonuçlarının birbiri ile uyumlu olması beklenmektedir. Her iki durum değerlendirmesi için yapılan çok sayıda çalışma bulunmaktadır. Bunlardan önemli görülen bazılarını aşağıda yer verilmiştir.

2.1.2.1 Müzik İçin Performans Alanlarının İşitsel Kalitesi (19)

Ses kalitesi araştırmalarında, kalite yargılama sürecinin mevcut modelleri, seslerin karakterinin uygun referansların karakteriyle karşılaştırılmasına dayanmaktadır. Bu çalışmada yazarlar, öncelikle ses kalitesi ile ilgili bazı tanımlamalar yapıp, sonrasında uygun referansların tanımlanması ve özelliklerine ilişkin bazı problemleri ayrıntılı olarak ele almıştır. Çalışmada ses kalitesi, önem derecesine göre ses kalitesi, iletim kalitesi, işitsel sahne kalitesi ve ürün ses kalitesi olmak üzere 4 farklı seviyede tanımlanmıştır (Blauert & Jekosch, 2007).

2.1.2.2 Konser Salonlarındaki Öznel Algı Deneyimlerimiz (20)

Müzikal algıyı incelemek için farklı araştırmacılar tarafından sayısız nesnel parametre önerilmiştir. Sosyokültürel çevremizdeki işitsel tercihlere bağlı gereklilikler nedeniyle bu parametrelerin seçimi gereklidir. Bu makalede, sık kullanılan parametrelerin, sosyokültürel durumla ilişkisi ve bunların öznel değerlendirmeye etkisi incelenmiştir. Bunun için çalışma salonları, tipolojik, fonksiyonel, konstrüksiyon, kapasite gibi yaygın olarak kullanılan kriterler gözönünde bulundurularak seçilmiştir. Bu salonlarda çok sayıda ölçüm yapılmış, dinleyiciler ve bir grup uzman tarafından öznel değerlendirmeler gözönünde bulundurularak tüm salonu kapsayan bir anket yapılmıştır (Gimenez & Cibrian, 2007).

2.1.2.3 Öznel İşitsel Biçimleri Kullanarak Konser Salonu Akustiğinin Tercih Derecelendirmelerinin Elde Edilmesi (35)

Bu çalışmada, nesnel parametreler ve öznel tercihler arasındaki ilişki incelenmiştir. Sahneden 12m uzakta simüle edilmiş bir senfoni orkestrasıyla, dokuz konser salonu kaydedilmiştir. Yapılan dinleme testleri sonucunda, konser salonlarının Sarmalanmışlık / Gürlük, Yansıma, Baslık, Yakınlık, Açıklık ve Netlik gibi algısal özellikler kullanılarak ayırt edildiği görülmüştür. On yedi değerlendirici tercihlerine göre iki gruba ayrılmıştır. İlk grup, bireysel

enstrümanları ve melodi hatlarını duymanın oldukça kolay olduğu, nispeten samimi bir sesle konser salonlarını tercih etmiş, buna karşılık, ikinci grup sarmalanmışlık ve güçlü bas ile daha yüksek ve yansıma süresi uzun bir sesi tercih etmiştir. Çalışmanın sonucunda, tercihler ve öznel değerlendirmeler arasında bir ilişki görülse de iso 3382-1'de yer alan nesnel parametrelerle tam olarak açıklanamamıştır (Lokki, Patynen, Kuusinen, & Tervo, 2012).

2.1.2.4 İki Konser Salonunun Modellenmesi ve İşitselleştirilmesinin Değerlendirmesi(36)

Bu çalışmada, dinleyici bölgesinde algılanan akustik kaliteyi etkileyen parametreler araştırılmıştır. Konser salonlarının akustik kalitesinin öngörülmesi için akustik simülasyon ve işitselleştirme yapılarak değerlendirilmiştir. İki gerçek salon, Vienna Grosser Musikvereinssaal ve London Royal Festival Hall, bilgisayar ortamında Odeon V.5.0 kullanılarak modellenmiştir. Salonlardaki birkaç pozisyon için akustik parametreler hesaplanmış ve aynı salonlardaki akustik performansları değerlendirmek için öznel değerlendirmeler yapılmıştır. Patlama yanıtı ile elde edilen veriler işitselleştirmede kullanılmış ve tercih değerlendirmeleri için kulaklık ile deneklere çalınmıştır. Elde edilen yanıtlar iki salonda canlı performans sergileyen müzisyenlerden elde edilenlerle karşılaştırılmıştır. Öznel testlerin sonuçlarının derecelendirmelerden elde edilenlerle uyumlu olduğu sonucuna varılmıştır. Genel akustik tercihi değerlendirmek için Güç (Gmid) ve Bas Oranı (BR)'nın önemli parametreler olduğu bulunmuştur (Choi & Fricke, 2003).

2.1.2.5 İşitsel Performans İçin Mekanların Yeterliliğine İlişkin Kavramsal Görüşler (58)

Akustik Kalitesi olarak adlandırılan QoA (Quality of Acoustics), performans alanlarında dinlemeyi nasıl deneyimlediğimizin sıkça kullanılan bir tanımlayıcısıdır. Bu makalede yazarlar genel olarak işitsel kalitenin oluşumunda yer alan süreçlerin genel bir kavramsal modelini sunmuş ve QoA'e göre bir

referans sistemi tanımlamışlardır. Bunda da psikoakustik, algısal psikoloji, fizik ve iletişim bilimleri göz önünde bulundurulmuştur. Böylece genel kavramın belirli uygulamalar veya belirli dinleyiciler nedeniyle değişmemesine çalışılmıştır. Makalede, performans alanlarının Kalite Güvencesi ile ilgili bazı özel durumları, işlevsel yeterliliği, tipikliği, dinleme geleneği ve estetiği yansıtılmıştır. Son olarak, bilgisayar destekli değerlendirme ve Akustik Kalite (QoA)'nin değerlendirilmesine olanak sağlamak için mevcut yöntemler üzerinde durulmuştur (Blauert J. , 2013).

2.1.2.6 Konser Salonlarında İşitsel Uzaklık Algısı ve Tercihlerinin Sanal Akustik Kullanılarak İncelenmesi (37)

Bu çalışmada sahnede birden fazla ses kaynağı bulunan dört konser salonunda, işitsel mesafe algısını incelemek için çok kanallı ses ile bilgisayar ortamında işitselleştirme yapılmış ve deneklere dinletilmiştir. Elde edilen sonuçlar, mesafe algısının salon akustiğine bağlı olduğunu ortaya koymakta, Güç (G) parametresinin ve yansımış sesin dolaysız sesin enerji oranının bu salonlardaki algısal mesafelere göre değiştiğini göstermektedir. Sonuçlar ayrıca, bu gibi büyük alanlarda kısa mesafelerin olduğundan fazla tahmininin ses kaynaklarından 10 metreye kadar uzayabileceğini göstermektedir. Tercihler ise daha yakın koltukların diğerlerinden daha fazla sevildiğini ve bu tercihin algısal mesafelerdeki farkla ilişkili olduğunu göstermiştir (Kuusinen & Lokki, 2015).

2.1.2.7 Konser Salonlarında Tercih Dereceleri, Duyusal Profiller ve Akustik Ölçümler Arasındaki İlişkiler (45)

Bu çalışmada, Konser Salonu akustiği, tercih haritalarıyla incelenmiştir. Araştırma, daha önce Beethoven, Bruckner ve Mozart kompozisyonlarından alıntı yapılan dokuz konser salonunun ve üç senfonik müzikten toplanan veriler üzerinde gerçekleştirilmiştir. Bireysel olarak tahmin edilen tercihlerin üst üste bindirilmesi, hem uyarıcıların genel tercihini hem de bireysel dinleyiciler arasındaki farkları gösteren tercih haritaları oluşturmuştur. Müzik motifleri

arasındaki haritaların karşılaştırılması, her müzik sinyalinin tercih kararlarında farklı akustik niteliklerin ağırlıklandırılmasını nasıl etkilediğini göstermiştir. Bireyler arasındaki tercihlerdeki farklılıklar Beethoven ve Bruckner'in alıntılarında ortaya çıkarken, Mozart müzik motifi için cevaplar daha homojen olmuştur. Çalışma sonucunda nesnel parametreler ve öznel algıların korelasyonunun, iyi konser salonu akustiği için yanal ses enerjisinin önemini doğruladığı kanıtlanmıştır. Özellikle, yüksek frekanslardaki yanal erken enerjinin yakınlık algısı ve dolayısıyla tercih ile ilişkili olduğu bulunmuştur (Kuusinen, Patynen, Tervo, & Lokki, 2014).

2.1.2.8 Müzik Salonu Akustiğinin Öznel Değerlendirmesi: Uzman ve Uzman Olmayan Kullanıcıların Tepkisi (51)

Birçok çalışma akustik kaliteyi belirlemek için müzik salonlarındaki insan tepkisini ölçmeye çalışmıştır. Bu çalışmada, farklı gruplar için geçerli değerlendirme ölçeklerini tanımlamak ve müzik amaçlı hacimlerin akustiğinin genel değerlendirmesi ile ilgili kriterleri belirlemek için bir metodoloji oluşturulmaya çalışılmıştır. Çalışma içerisinde müzik salonu akustiğini kullanıcının perspektifinden analiz edilerek anlamsal ve farklı anlamlar aracılığıyla uzman ve uzman olmayanlar arasındaki algı farkları araştırılmıştır. Araştırma, Valensiya Bölgesinde (İspanya) 17 oditoryumda yapılan bir saha çalışması ile gerçekleştirilmiştir. Bu mekanların akustik kalitesine ilişkin algılar, uzman olmayan (236) ve uzman olan (74) iki farklı grupla incelenmiştir. Her iki grup arasındaki algı farklılıkları tespit edilerek ve analiz edilmiştir (Galiana, Llinares, & Page, 2012)

2.1.2.9 Hacim Akustiğinde Nesnel Parametreler İle Ölçülen Algı

Değerlendirmesi Arasındaki Uyuşmazlıklar: Bütünsel Bir Yaklaşım (52)

Çalışmada nesnel parametreler ile öznel değerlendirmeler ölçülmeye çalışılmıştır. Belirlenen şartlarda standart değerlendirmelere göre patlama yanıtı (576 alıcı) 16

konser salonunda ölçülmüş ve dinleyicilerin algı ve memnuniyeti canlı konserler sırasında bir anket doldurularak değerlendirilmiştir. Korelasyon analizleri ve çok boyutlu ölçeklendirme teknikleri, incelenen akustik parametrelerin mekansal ve çok-bantlı ortalama değerlerine ve anket maddelerine cevap verenlerin ortalama değerlerine uygulanmıştır. Sonuçlar, nesnel parametrelerle kullanıcıların yanıtları arasındaki korelasyonda bir ilişkinin var olduğunu göstermiştir. Öte yandan, tarafsız bir değerlendirme ve öznel bir objektif değerlendirmede mekanların koordinasyonunda çeşitli analizleri uygularken nesnel parametreler ve algısal cevaplar arasında bir ayarlama eksikliği gözlemlenmiştir. Akustik kalitenin nesnel değerlendirmelerle tanımlanabilmesi için bir parameter geliştirilmiştir (Gimenez A. , Cibrian, Cerda, Giron, & Zamarreno, 2014).

2.1.2.10 Akustik ve Görsel Uyarıcıların Konser Salonunda ve Opera

Tiyatrosunda Farklı Oturma Pozisyonları Tercihine Etkisi (54)

Çalışmada akustik ve görsel uyaranların, nesnel değerlendirmeler üzerindeki etkisi araştırılmıştır. Konser salonu ve opera tiyatrosundaki ses alanları ve çeşitli pozisyonların görüşleri bilgisayar ortamında simüle edilmiş ve farklı oturma pozisyonları için öznel tercihler araştırılmıştır. Çalışma sonucunda bazı pozisyonlar akustik olarak tercih edilirken, görsel olarak daha az tercih edilmiş veya tersi olmuştur. Böylece, görsel-işitsel etkileşimi daha fazla araştırmak için akustik kombinasyonları ve farklı pozisyonlardaki görsel uyaranlar kullanılarak test yapılmıştır (Sato, ve diğerleri, 2013)

2.1.3 Dinleyici Alanı Üzerine Çalışmalar

Hacim içerisinde dinleyici alanı, akustik tasarımın önemli bölümlerinden biridir. Nesnel ve Öznel parametrelerin, hem mevcut hem de bilgisayar ortamında elde edilmesine yönelik çeşitli çalışmalar bulunmaktadır. Bunlardan bazılarının özet bilgileri aşağıda sunulmuştur.

2.1.3.1 Koltuk Arası Boşluğun Yansışım Süresine Etkisi (21)

Bu çalışmada konser salonlarındaki koltuklar arasındaki boşluğun yansışım süresine olan etkisi araştırılmıştır. Yangın yönetmeliği, opera ve konser salonlarındaki koltuklar arasında belirli mesafe olmasını gerektirmektedir. Sonuç olarak, koltuklar arasındaki mesafe değiştirilince hacimlerin yansışım süresi de değişmektedir. Wrocław Teknoloji Üniversitesi Ders Tiyatrosu'nun modernizasyonu sırasında farklı koltuk aralıkları ve düzenlemeleri için yansışım süresi ölçümü yapılmıştır. Farklı ve sabit sayıda koltuk için ölçümler yapılmıştır. Koltuk blokları arasındaki boşluğun etkisi ile bir koltuk bloğunun çevresinin etkisi yansışım süresi açısından incelenmiştir (Rudno-Rudzinski, 2005).

2.1.3.2 Dinleyici İle İlgili Akustik Davranışlar (6)

Çalışmada, performans amaçlı salonlardaki en büyük ses yutucu alana sahip olan dinleyici koltuklarının akustik üzerindeki etkisi incelenmiştir. Aynı zamanda koltuk kaynaklı bazı akustik etkiler de (seat-dip effect) araştırılmıştır. Doğrudan gelen düşük frekanslı sesler ve koltukların üzerinde yataya yakın gelen ses nedeniyle erken yansımalar azalmaktadır. Koltuklar ve aralarındaki boşluklardan farklı yansıyan seslerin birbiri ile etkileşime girerek bu durumu oluşturmaktadır. Akustik simülasyon yazılımlarında bu etki nasıl uygulanabilir sorgulanmıştır (Rossell & Vicent, 2002).

2.1.4 Hacim Akustiği Üzerine Bilgisayar Yazılımları İle İlgili Çalışmalar

Teknolojinin son dönemlerde hızlı gelişimi ile birlikte bilgisayar yazılımları da akustik tasarımın vazgeçilmez unsurlarından olmuştur. Akustik tasarım ve ölçüm için geliştirilen farklı yazılımlar bulunmaktadır. Bunların kullanımı, birbirleri ile karşılaştırılması ve yeterlilikleri ile ilgili farklı çalışmalar mevcuttur. Bunlarla ilgili kayda değer görülen bazı makalelerin içerikleri sunulmuştur.

2.1.4.1 İki Akustik Simülasyon Yazılımının Karşılaştırmalı Analizi (3)

Bu çalışmada, Raynoise ve Odeon hacim akustiği simülasyon programlarının karşılaştırmalı bir analizi yapılmıştır. Modelleme doğruluğunun yaklaşım üzerindeki etkisi analiz edilmiştir. Aynı model her iki programda da simüle edilerek farklı yoğunlukta yüzeylere sahip 4 adet model üretilmiştir. Bunlar üzerinde öncelikle aynı ışın sayıları kullanılarak hesaplamalar yapılmıştır. Programlarda hesaplama zamanı, karmaşık modellerin üzerindeki davranışları, dağıtma, sonuçlarda yakınsama, kullanıcı arayüzü olanakları gibi sorular analiz edilmiştir (Sanmartin, Vela, San Martin, & Arana, 2002).

2.1.4.2 Hacim Akustiği Modellemelerinin Farkları ve Sonuçları (7)

Bu çalışmada Pecs konser ve konferans salonunun akustik tasarımı aşamasında kullanılan iki farklı hacim akustiği yazılımının (CATT ve Odeon) karşılaştırması ele alınmıştır. Karşılaştırma sırasında özellikle alt frekanslarda yansıma süresinde oluşan farkların nedeni araştırılmıştır. Farklı programlar için hazırlanan modellerde T30, EDT ve C80 parametreleri karşılaştırılmıştır. Modellemedeki farklılıkların parametrelerde oluşan değerler üzerinde etkisi olduğu varsayılrsa da, çalışmada kesin bir sonuca ulaşılamamıştır (Nagy, Kotschy, Gade, & Johannessen, 2010).

2.1.4.3 Işın İzleme Yöntemi Kullanılan Hacim Akustiği Tahminlerinin Değerlendirilmesi (10)

Hacim Akustiği yazılımlarında Işın İzleme (Ray-Tracing) yöntemi sıklıkla kullanılmaktadır. Çalışmada bu yöntem üzerine bazı yaklaşımlar değerlendirilmiştir. Yansıma süresinin doğru tahmin edilebilmesi için optimum değerlerin yarısı kadar bir sayı kullanılması öngörülmüştür (Vermeir & Mees, 1995).

2.1.5 Mevcut ve Sanal Mekan Değerlendirmeleri

Halihazırda yapılmış olan çeşitli performans amaçlı salonlar ve bilgisayar yazılımları üzerinden bunların değerlendirmeleri ile ilgili bazı çalışmalar bu bölümde incelenmiş ve kısa içerikleri sunulmuştur.

2.1.5.1 Bir Oditoryumun Akustik Değerlendirmesi (22)

Çalışmada, Romanya'da bulunan, dikdörtgen plan şemasına sahip mevcut bir oditoryumun akustik açıdan incelenmiştir. RT, EDT, C80, D50, Ts gibi parametreler araştırılmış, farklı oturma konumlarındaki durum ortaya konmuştur (Topa, Toma, Kirei, Saracut, & Farina, 2012).

2.1.5.2 Mimari Akustik Tasarımda Bilgisayar Yazılımı Kullanımı (31)

Bu makalede, bir akustik simülasyon program kullanılarak, tasarım sürecine olan katkısı araştırılmıştır. Genel olarak tasarım sürecinin 5 aşaması olan araştırma, kavramsallaştırma, geliştirme, detaylandırma ve inşa üzerindeki etkisi değerlendirilmiştir. Akustik simülasyon yazılımı olarak CATT tercih edilmiştir. Sonuç olarak ilk üç fazda akustik yazılımının kullanımının tasarım sürecine doğrudan etkisi olduğu değerlendirilmiştir (Schmidt & Kirkegaard, 2004).

2.1.6 Ölçme, Maket/Model Karşılaştırma Üzerine Çalışmalar

Akustik tasarımlarda, özellikle bilgisayar simülasyonu ile elde edilen sonuçların, uygulamadan sonraki durumla karşılaştırılması ne denli başarılı olduğunu gösterecektir. Zaman zaman da tersi uygulamalar karşılaştırma için yapılmaktadır. Bunla ilgili kayda değer bazı çalışmaların özetleri izleyen bölümde ele alınmıştır.

2.1.6.1 Hacim Akustiğı Parametrelerinin, Bilgisayar Simölasyonları ile Konser Salonlarında Ölçölenler Arasındaki Karşılaştırması (1)

Çalışmada, daha evvel Odeon program ile simölasyonu yapılan 11 konser salonunun bu kez yeni version kullanılarak elde edilen sonuçları karşılaştırılmıştır. Her bir salon için 4 farklı model oluşturulmuş, modeller yüzey sayıları azaltılarak sınıflandırılmıştır. Sonuç olarak yüzeyleri azaltılmış, basitleştirilmiş modellerin akustik simölasyon için yeterli olduğu belirlenmiştir (Shiokawa & Rindel, 2007).

2.1.6.2 Tarihi mekanların tasarımında uygulanan akustik hesaplamalar (12)

Bu çalışmada, mevcut 3 adet binanın yerinde ölçömleri yapılmış, aynı zamanda bu yapılar bilgisayar ortamında modellenerek Odeon 10 yazılımı içerisinde akustik hesapları yapılmıştır. Mevcut durum ve bilgisayar simölasyonu ölçömleri karşılaştırılmıştır. Özellikle EDT ve C80 parametrelerinde iki ölçüm arasında daha büyük fark bulunmuştur (Hyde, 2001).

2.1.7 Literatür Taramasının Değerlendirmesi

Konser salonları ile ilgili literatürde pek çok çalışma bulunmaktadır. Tez çalışmasının konusu ile ilgili ulaşılan çalışmalardan örnekler, Bölüm 2.1’de kısa özetler halinde anlatılmıştır. Farklı kategorileri içerisinde incelenen çalışmalar sonucunda, müzik amaçlı salonlarda bütünsel akustik kalite ve bölgesel durumun belirleyiciliği önemi üzerine yapılan çalışmalar olsa da, bu alanın yeni çalışmalara açık olduğu görölmüştür. Burdan yola çıkarak, düzgün yayınmışlığın hacimlerdeki etkisi üzerine bir çalışma yapılması ve bunun bütünsel akustik kalite üzerine olan etkisi araştırılmaya değer bulunmuştur.

2.2 Konser Salonlarının Mimari Biçimlenişleri ile İlgili Çalışmalar

Konser, kelime anlamı olarak TDK sözlüğünde “Sanatçıların müzik eserlerini bir topluluk önünde çalması veya söylemesi” olarak tanımlanmaktadır (TDK). Konser Salonu ise farklı müzik türlerini, en az kayıp ve hata ile verecek şekilde tasarlanmış hacimler olarak tanımlanabilir. Konser salonlarının tarihçesi oldukça eskiye dayanmaktadır. Erken dönem konser salonları 18. ve 19. yüzyıllarda inşa edilmeye başlansa da Akustik biliminin gelişmesiyle birlikte 20. ve 21. yüzyıllarda son durumuna gelmiştir.

Konser salonlarının akustik kalitesi için çeşitli parametrelerden bahsedilebilir. Bunlardan en önemlisi Yansıma Süresidir. Ancak, bir konser salonunun başarısı sadece yansıma süresine de bağlı değildir. Aynı zamanda onun mimari formuna, kullanılan malzemelere, duvar ve tavan yüzeylerindeki düzensizliklerle birlikte dinleyici koltuklarının kaplamasına bağlıdır (Beranek L. , 2004). Beranek’in yaptığı bu tanımlamadan sonra konser salonlarının başarısı ve gelişimi ile ilgili pek çok çalışma yapılmıştır. Barron, konser salonlarının gelişimini ele aldığı bildirisinde 2006 yılına dek yapılan salonları mimari biçimleniş açısından ele alarak bir tablo oluşturmuştur (Barron M. , 2006) (Tablo 2.2).

Tablo 2.2 Salonlardaki mimari biçimlenişin yıllara göre dağılımı

Plan Tipolojisi	Yıl
Klasik Dikdörtgen	1850-1905, 1970-2006
Tiyatro Formu (Arena)	1850-1935
Yelpaze	1925-1985
Üzümbağı	1960-2006

Mimari formların kullanımı açısından konser salonlarını inceleyenlerden biri olan Jurgen Meyer’de, 2011’de yayınlanan “Trends in Concert Hall Design – Experience of the Last 50 Years” adlı bildirisinde, 1960’lı yıllardan başlayarak inşa edilmiş olan, 1000 dinleyiciden daha büyük kapasiteli konser salonlarını ele almıştır.

İncelediği salonları onar yıllık periyotlara ayırarak, kullanılan plan tipolojilerinin dağılımını ortaya koymuştur (Meyer, 2011). Buna göre oluşturduğu sınıflandırma Tablo 2.3’de görülmektedir.

Tabloya bakıldığında altıgen formun 1960’larda sıklıkla kullanıldığı, sonraki yıllarda ise azalarak vazgeçildiği görülmektedir. Klasik dikdörtgen form ise 2000’li yıllara dek artan bir şekilde kullanılmıştır. Bununla birlikte arena formun ise klasik dikdörtgen formun arkasından geldiği görülmektedir. Yelpaze plan formuna bakıldığında ise 1960’lı yıllarda çokça tercih edildiğini ancak 2000 yıllara gelindiğinde bu plan tipinin tercihinin iyice azaldığı görülmektedir. Son yıllarda konser salonlarında özellikle görselliğin de öne çıkması ile Arena / Üzümbağı plan tipleri de daha sık kullanılmaya başlanmıştır.

Tablo 2.3 1000 dinleyici ve üzeri konser salonu plan tipolojileri

YIL	DİKDÖRTGEN	ALTİGEN	YELPAZE	ARENA
1960-69	%19	%31	%25	%6
1970-79	%26	%10	%41	%14
1980-89	%46	%3	%16	%24
1990-99	%70		%8	%13
2000-09	%58		%8	%27

Meyer’in yaptığı bu çalışman temel alınarak, üzerine bu bölümde dünya üzerinde 2000 yılından sonra inşa edilen konser amaçlı salonlar araştırılmış, plan tipolojileri ve kişi sayıları değerlendirilerek, bir katalog çalışması yapılmıştır. Çalışma sonucunda elde edilen tüm veri, kullanılan plan tipolojileri ve kişi sayılarına göre sınıflandırılmıştır. Elde edilen sonuçlar, tez çalışması içerisinde yaklaşım önerisi olarak kullanılacak olan plan tipolojilerinin belirlenmesine yardımcı olmuştur.

2.2.1 Plan Tipolojilerine Göre Konser Salonları

Konser salonları ilk tasarlandığı zamanlardan günümüze gelene dek bazı değişiklikler göstermişlerdir. 20.yy'a dek yapılan salonlar, teoriden çok daha evvel inşa edilen salonlar temel alınarak yapılmaktaydı (Barron M. , 2010) . 20.yy'da akustik biliminin gelişimi ile birlikte farklı tipolojiler de literatürde yer almaya başlamıştır.

Bugüne kadar inşa edilen salonları farklı şekillerde sıralamak ve birbirinden ayırmak mümkündür. Mimari formuna/plan tipolojisine, kişi sayısına, hacme ve müzik türüne göre gibi olmak üzere değişik şekillerde çeşitlendirilebilmektedir. Salonlarda uygulanan farklı plan tiplerinin farklı avantajları bulunmakla birlikte, bazı plan tipleri keskin biçimde birbirinden ayıramamakta veya birbirinin içinde değerlendirilebilmektedir. Şimdiye dek yapılan salonlar plan tiplerine göre incelendiğinde; dikdörtgen, arena, üzüm bağı ve yelpaze tiplerinin en yaygın olarak kullanıldığı literatürde görülmektedir (Talaske, 1982) (Hoffman, 2002) (Long, 2006).

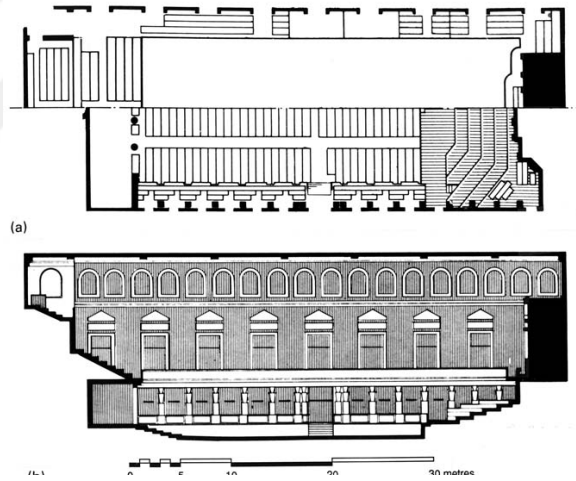
2.2.1.1 Klasik Dikdörtgen Plan Tipli Salonlar

Klasik dikdörtgen plan tipi, konser salonu plan tipolojileri içerisinde ilk dönemden beri kullanılagelen en klasik tasarımlardan biri olmuştur. Erken dönem salonlar genelde ayakkabı kutusu (shoe box) olarak isimlendirilen dikdörtgen formunda inşa edilmişlerdi. 18.yy'ın ikinci yarısında yapılan ilk gerçek konser salonlarının tamamı neredeyse dikdörtgen formunda, yaklaşık 400 veya daha az kişilik ve aynı zamanda görece olarak kısa yansıma süresine sahipti. İngiltere, Oxford'da yapılan Hollywell Music Room (1748), Viyana'da bulunan Redoutensaal ve Leipzig'de inşa edilen ilk Altes Gewandhaus (1780-1894) bunlardan bazıları olarak gösterilebilir (Beranek L. , 2004).

İlerleyen dönemlerde orkestral konserlerin popüleritesinin artmasıyla beraber konser için özel salonlar yapılmaya başlandı. İnşa edilen bu salonlar, diğerlerinde

göre çok daha uzun yansıma süresine sahipti. Dönem salonlarından Boston Müzik Salonu (1863), dikdörtgen forma sahip ve 2400 kişi kapasiteliydi. Yansıma süresi ise dolu halde 1.8sn üzerindeydi (Beranek L. , 2004). Dönemin dikdörtgen plan tipli konser salonları, özellikle yanal yüzeylerdeki yansımalarla orkestral müzikte tınıların dolgunluğuna ve dolayısıyla müziğe değer katmaktaydı.

18.yy sonları ve 19.yy başlarında inşa edilen konser salonlarının çoğu, şimdiye kadar yapılmış olanların en iyileri arasında gösterilmektedir ve klasik dikdörtgen plan tipinde inşa edilmişlerdir. Bunların arasında Avusturya Viyana'da bulunan Musicvereinssaal (Şekil 2.1) bilinen en iyi akustiğe sahip üç dört konser salonlarından biridir. Bu salondaki ses, Klasik ve Romantik dönem müzik için ideal kabul edilmektedir. Yansıma süresi 2 saniyeden biraz fazladır. Eninin dar olması, dinleyiciye güçlü yanal yansımalarla sarmalanmışlık hissi vermektedir. Duvarlar, kalın alçıdan yapılmıştır ve çok sayıda yansıtıcı dağıtıcı süslemeler sesin salon içerisinde dağılımını sağlamaktadır. (Long, 2006).



Şekil 2.1 Dikdörtgen plan tipi örneği, Musicvereinssaal konser salonu, Viyana

Dikdörtgen plan tipli salonlar, hacim akustiği yönünden müzik amaçlı kullanımlarda öne çıkmaktadır. Bu tür salonlarda genellikle uzun kenarlar birbirine paralel olarak yer alır. Uzun kenarlarda ve arkada sıklıkla balkon yer alır. Tavan büyük ölçüde düz, nadiren eğimli olabilmektedir. Sahne ise ön duvar tarafında bulunur. Yanal yansımalar ile birlikte, sarmalanmışlık hissi oldukça fazladır.

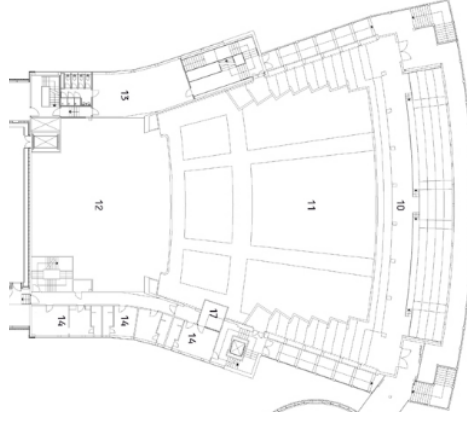
2.2.1.2 Yelpaze Plan Tipli Salonlar

Yelpaze plan tipi, görselliğin ön planda olduğu tiyatro gösterileri için ilk olarak Yunanlılar tarafından kullanılmıştır. Bu form sonraları konser salonları için de düşünülmüş ve kullanılmaya başlanmıştır. Ancak müzik amaçlı kullanımlarda akustik açıdan getirdiği olumsuz durum, pek çok akustikçiye zorlamıştır.

Bu form, sahne merkezli olacak şekilde, belirli bir açıda maksimum seyircinin sahneyi görmesine olanak sağlar. Yapılmaya başlandıktan sonra akustik açıdan sınırlamaları belirgin hale gelmeye başlamıştır. 1910-1970 yılları arasında klasik dikdörtgen formun pek kullanılmadığı görülmektedir. 1980'lerde hala yelpaze plan tipli konser salonları yapılmaktaydı (Barron M. , 2006).

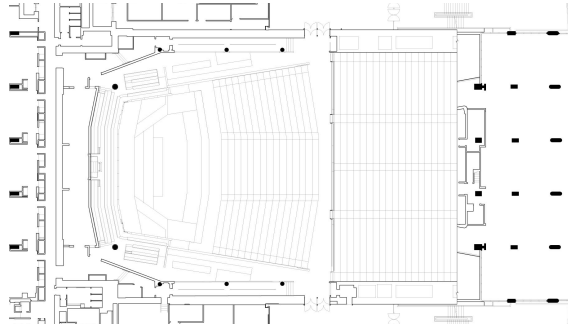
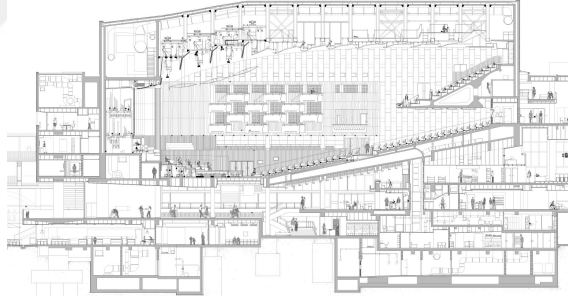
Yelpaze plan tipinin, konser salonları için uygun olmamasının bazı önemli nedenleri vardır. Bunların en önemlilerinden biri, arka taraftaki oditoryum duvarının içbükey olmasıdır. Bu durum, ön taraftaki sahne alanını merkez alan odaklanmış bir yankı üretir. Yelpaze plan tipli salonlar için bir diğer olumsuz durum, salonun boyutlarına göre, arka kısımda oluşan büyük alandır. Bu büyük genişlik, dinleyicilere ulaşan erken yansımaları oldukça azaltacaktır (Barron M. , 2010).

Akustik açıdan bakıldığında, müzik amaçlı salonlarda kullanımı pek tercih edilmemektedir. En önemli avantajı, görece olarak daha fazla dinleyicinin sahnenin her yerini eşit şekilde görmesini sağlamasıdır. Yan duvarlar izleyici alanında açılı olarak yer almaktadır. Salonun en geniş kısmı arka duvar tarafındadır. Yan duvarların açısı genellikle 35 ve 50 derece arasındadır. Fakat 10 dereceye kadar daha dar ve 100 dereceye kadar daha geniş salonlar da bulunmaktadır. Tavan genelde düzdür veya artan bir eğim olabilir. Sahne ise ön tarafta yer alır.



Şekil 2.2 Yelpaze plan tipi örneği, Tivoli konser salonu, Danimarka, 2005

Bu tip salonlarda özellikle yanal enerjinin faydalarından ortadaki dinleyiciler yeterli düzeyde faydalanamamaktadırlar. Bunun sebebi, kaynaktan gelerek yan duvarlara çarpan ses dalgalarının dolaysız sese neredeyse paralel olması ve böylece dinleyiciye önden gelecek yansımalar üretmesidir. Dolayısı ile bu durum, yanal enerji oranını (LEF) zayıflatacak ve dinleyicilerin sarmalanmışlık hissinde eksikliğe neden olacaktır. Ayrıca yan duvarlardan gelen yansımaların çoğu salonun merkezine hiç ulaşmayacaktır (Rossing, 2007).

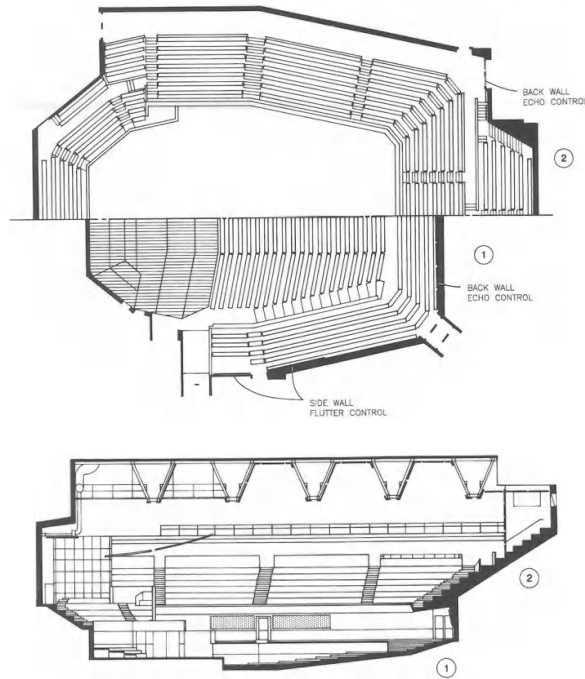


Şekil 2.3 Royal Filarmoni sahnesi, Londra 1951

Bu tür akustik problemleri azaltmak ve aynı zamanda sahne mesafesini azaltmak için, dikdörtgen plan içerisine yelpaze plan tipli oturma biriminin birlikte kullanıldığı salonlar da olmuştur. Londra, Royal Festival (Şekil 2.3) salonunun yelpaze plan tipinin avantajı, salonun uzunluğunun, orkestra bitiminde aynı sayıda dinleyici ve genişlikte olan dikdörtgen plan tipli bir salondan daha kısa olmasıdır. Dezavantajı ise arka duvar, balkon önü ve koltukların hepsinin ciddi şekilde yankı riskine neden olacak şekilde kavisli olmasıdır. Dikdörtgen salonlarda ise bu risk neredeyse yoktur, bu yüzden dikdörtgen plan tipi seçilmiştir. Dikdörtgen salonun ana dezavantajından kaçınmak için ise sahnenin ön kısmındaki dinleyici alanı, yelpaze şeklinde yapılmıştır (Parkin, Allen, Purkis, & Scholes, 1953).

2.2.1.3 Arena Plan Tipli Salonlar

Arena plan tipi antik çağdan beri gerek amfi tiyatrolarda gerekse arena ve benzeri amaçlı yapılarda kullanılmış aynı zamanda günümüzde mevcut tasarımlar için referans olmaya devam etmektedir (Barron M. , 1992).



Şekil 2.4 Arena plan tipi örneği, Royal konser salonu, 2009

Bu plan tipinde sahne salonun ortasında yer alır. Dinleyiciler sahnenin etrafını çevirecek şekilde yerleşmiş ve bölünmüştür. Tavan sahnenin üzerinde en yüksek noktadadır ve yan duvarlara doğru yükseklik azalır. Kaynak ve dinleyici arasındaki mesafe en aza indirildiğinden dolayı, dolaysız sesin en arkadaki dinleyiciye ulaşması ve konuşmanın anlaşılabilirliği açısından yeterli ölçüde olabilmektedir. Sahnenin arkasında ise genelde yansıtıcı bir yüzey bulunur (Şekil 2.4).

Arena plan tipine sahip salonlar, tiyatro ve konuşma için akustik açıdan daha elverişlidir. Kaynak ve dinleyici arasındaki mesafe en aza indirilir. Dolaysız ses yeterli enerjiye sahiptir. Sahnenin arkasında genelde yansıtıcı bir duvar bulunur. Bu durum müzik amaçlı kullanım için bazı sorunlar yaratır. Hacimdeki yansıma süresini arttırmak gereklidir. Bununla birlikte daire, küre gibi merkezi sahneli formlar, akustik kusurlar içerir ve homojen ses alanı için iyi değildir (Kahle Acoustics, 2006).

Arena plan tipli salonlarda akustik açıdan iki ana kaygı bulunmaktadır. Pek çok enstrüman yönlüdür ve salondaki yüzeylerin erken yansımaları sağlaması gerekir (Barron M. , 2010). Arena plan tipinde, mimari formdan kaynaklı oluşan özellikle daire ve iç bükey yüzeyler akustik bir kusur olan odaklanma oluşturacağı için istenmeyen geometrilerdir.

Düzgün olarak gelen erken yanal yansımaların bir konser salonundaki sesin kalitesine katkıda bulunduğu neredeyse evrensel olarak kabul görmüş bir olgudur. Bu durum, dikdörtgen plan tipindeki salonlarda diğerlerinden daha iyi olmakla birlikte, arena tipli salonlarda yanal yansımalar üretmek zordur (Beranek L. , 2014)

Sahne seyircilerle çevrelendiği için, dinleyiciler bu durumdan olumsuz etkilenecektir. Bu açıdan bakıldığında arena gibi merkezi sahneli plan tiplerinde, sahneden uzaklaştıkça yanal yansımaların etkisinin azalması beklenir. Bu durum için de bazı ek önlemler alınmalıdır. Özellikle odaklanma sorunu için, iç bükey yüzeyler akustik olarak yansıtıcı veya yutucu olarak tasarlanabilir. Akustik konforun sağlanması ve homojen bir dağılım için ise gerek sahne, gerek dinleyici alanlarına çeşitli yansıtıcı yüzeylerin konulması gerekebilir.

Sonuç olarak arena plan tipli salonlarda öncelikli olarak odaklanma gibi akustik kusurlardan kaçınmak gereklidir. Bu plan tipinde sahne ve uzak noktadaki bütünsel akustik kalite oldukça farklı olabilmektedir. Salon içerisinde homojen bir dağılım ve tüm dinleyici noktalarında akustik kaliteyi sağlamak için önlemler alınmalıdır.

2.2.1.4 Üzümbağı Plan Tipli Salonlar

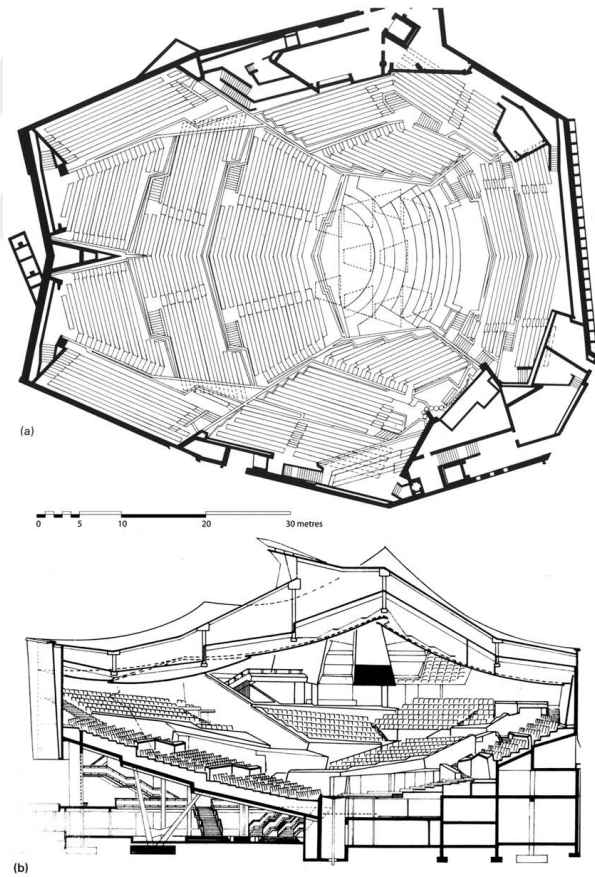
Hacim akustiği araştırmalarındaki ilerlemenin bir sonucu olarak, 1960 ve 1970'li yıllarda üzümbağı olarak adlandırılan plan tipi ortaya çıkmıştır. Seyircilerin sahnenin etrafına yerleştirilmesi ile birlikte arena plan tipi gibidir. Seyircilerin samimiyet adına, yelpaze plan tipinden daha fazla orkestra sahnesine yaklaşmasına neden olur ancak 1500-2000 kişi ve üzeri salonlar için uygundur (Rossing, 2007).

Üzümbağı plan tipi bu bağlamda arena plan tipi ile oldukça benzer yapı göstermekte ve zaman zaman birlikte değerlendirilmektedir. Arena plan tipinden ayrılan tarafı, dinleyicilerin teraslı şekilde sahneye yönelmesi olarak söylenebilir. Orkestranın etrafının seyircilerle sarılı olması ve mümkün olduğunca sahnenin oraya yakın olması prensibine dayanmaktadır. Sahne, arena tipli planlarda olduğu gibi salonun orta kısmına yakın bir yerde yer alır. Dinleyiciler sahnenin etrafında çeşitli alanlara bölünerek genellikle farklı kotlarda sıralanırlar. Tavanda bulunan yansıtıcı yüzeyler ve balkonlardaki oturma gruplarının önünde yer alan parçalı duvar yüzeyleri, yeterli yansımanın sağlanması ve müziğin seyircileri sarmalaması açısından oldukça önemlidir. Bu yüzeylerin yeterli alana sahip olması ve sesi homojen dağıtmaları, akustik kaliteyi belirleyen en önemli etmenlerden biridir.

En önemli ve ilk örneklerinden biri, mimar Hans Scharoun ve akustikçi Lothar Cremer işbirliği ile tasarlanan, Berlin Filarmoni Orkestrası yapısıdır (Şekil 2.5). Scharoun salonu tasarlarken, insanların müziğin etrafında toplanma isteğinden yola çıkmış ve tamamen merkezi bir sahne önermiştir. Ancak akustik gerekçelerle sahneyi arka tarafa almaya ikna edilmiştir. Böylece seyircilerin büyük çoğunluğu sahnenin önüne yerleşmiştir (Barron M. , 2010).

Merkezi plan tipine sahip olan Üzümbağı, aynı Arena tipli salonlarda olduğu gibi bazı akustik sorunları da beraberinde getirmektedir. Özellikle orkestrada bulunan yaylı çalgılar gibi enstrümanlar veya şarkıcılar tarafından gölgelenme olabilmektedir. Bu da sesin homojen dağılımını etkilemektedir.

Üzümbağı plan tipli salonlarda, yeterli yansımaları sağlamak zordur. Dikdörtgen plan tipli salonlarda olduğu gibi yeterli yanal yüzey bulunmamaktadır. Bu açıdan bakıldığında tavan tasarımı yeterli yansımaların sağlanması için önem kazanmaktadır. Aynı zamanda merkezi bir sahneye sahip olduğu için, tavan formunun akustik açıdan odaklanma yapmayacak şekilde tasarlanması gerekmektedir. Orkestra ve sahne bölümünden salona homojen bir dağılım için, yukardan sarkan bazı yansıtıcılar kullanılabilmektedir.



Şekil 2.5 Üzümbağı plan tipi örneği, Berlin Filarmoni yapısı (1963)

2.2.2 Kişi Sayısına Göre Konser Salonları

Konser salonlarını plan tipolojisi açısından sınıflandırmanın yanı sıra, kişi sayıları ve hacim açısından da sınıflandırmak mümkündür. Klasik müzik repertuarının bir kısmı, günümüzdeki büyük ölçekli salonlara göre daha küçük ölçekli salonlar için oluşturulmuştur. Aynı şekilde klasik müziğin başka bir senfonik repertuarı, özellikle 19. Ve 20. Yüzyıllarda daha kalabalık salonlar için yazılmıştır. Teknolojinin gelişimi ve özellikle enstrümanların gelişimini tamamlaması ve akustik güçlerinin artması ile daha büyük ölçekli salonlar inşa edilmeye başlanmıştır (Kahle Acoustics, 2006).

Literatüre bakıldığında, günümüzde konser salonlarının kişi sayısına göre sınıflandırılmasında keskin bir ayrım olmadığı görölmektedir. Bununla birlikte, bir değerlendirme yapılacak olursa 500-1500 kişi, 1500-2000 kişi ve 2000 kişi üzeri olmak üzere üç farklı kapasitede sınıflandırılması mümkündür.

Klasik müzik repertuarında yer alan senfonik eserlerde, orkestranın ses seviyesi dinleyici sayısına direk bağlı değildir. 500 ve 1500 kişi arasındaki salonlar hacim ve alan olarak daha küçük olduklarından dolayı akustik koşulların orkestranın ses seviyesi düşünölerek tasarlanması gereklidir.

1500 ve 2000 kişi sayısına sahip salonlar, senfonik bir eser için orkestranın ses seviyesiyle dengeli bir dağılım göstermektedir. Özellikle günümüzdeki klasik senfonik müzik repertuarının çoğunluğu yaklaşık bu büyüklükteki salonlar için oluşturulmuştur (Kahle Acoustics, 2006).

2000 kişi üzerindeki salonlar, kişi sayısının artması ile birlikte hacim olarak da büyüyecekleri için beraberinde ek akustik önlemler alınması gereklidir. Orkestraların ses seviyesi belirli olduğu için, büyük salonlarda ses enerjisini salona eşit yayılmasını sağlamak zorlaşmaktadır. Aynı zamanda yansıtıcı yüzeylere olan uzaklıklar da artacağı için akustik kusurlardan yankı oluşma riski de artacaktır. Bunlarla birlikte, günümüzde izleyici sayısı ve görselliğin de artması ile birlikte tercih edilmektedir (Beranek L. , 2014).

2.3 2000 Yılından Sonra İnşa Edilen Konser Salonları

Bir önceki bölümde kısaca sınıflandırması yapılan konser salonlarının 4 farklı plan tipolojisi üzerine, günümüzde inşa edilmiş olanlar çalışma kapsamına dahil edilmiştir. Bu bağlamda 2000 yılından sonra inşa edilen ve çeşitli büyüklüklerdeki konser amaçlı salonlar incelenmiştir. Bilgileri elde edilebilen salonlar çalışmaya dahil edilmiş, bazı çok küçük salonlar ise çalışmadan çıkarılmıştır. Ulaşılabilen tüm salonlar, plan tipolojileri, kişi sayıları ve toplam hacim yönünden sınıflandırılmıştır. Hacim bilgileri, çoğu salon için bulunmakla birlikte, bazılarında bu bilgiye ulaşamamıştır. Hatalı bir sonuca ulaşmamak için hacim bilgilerine göre sıralama değerlendirme dışı bırakılmıştır. Toplamda 48 adet salonun verisine ulaşılabilmiştir. Salonların planları, iç resimleri, kişi sayıları, mimari ve akustik çözümlerini yapan kişiler ve diğer bazı bilgilerin bulunduğu katalog çalışması ise EK B’de gösterilmiştir.

2.3.1 Plan Tipolojisine Göre Sınıflandırma

Çalışma kapsamında, tüm salonların mimari biçimlenişine göre sınıflandırılması veya plan tipolojileri ile değerlendirilebilmesi amaçlanmıştır. Bunun için salonların plan şemaları incelenerek hangi tipolojik sınıfa ait oldukları belirlenmiştir. Bu aşamada bazı salonları birden fazla mimari biçimleniş içerisinde değerlendirmek mümkün olsa da, sınırlandırmak için ait oldukları en yakın sınıflandırmaya dahil edilmişlerdir. Salonlar toplam 4 tabloda dikdörtgen, üzümbağı, arena ve yelpaze plan tipi olarak ayrı ayrı listelenmiştir. Dikdörtgen plan tipli salonlar Tablo 2.4’de, yelpaze plan tipli salonlar Tablo 2.5’de, arena plan tipli salonlar Tablo 2.6’da, üzümbağı plan tipli salonlar ise Tablo 2.7’de gösterilmiştir. Seçilen salonlar, dünyanın farklı yerlerinde yer almakla birlikte, Avrupa’da yapılan salonların bilgisine ulaşıldığından, daha fazla yer almıştır. Aynı zamanda tüm salonların dinleyici sayıları da yanlarında verilmiştir.

Tablo 2.4 Dikdörtgen plan tipli salonları

	Plan Tipi	Kişi Sayısı
La Maison Symphonique	Dikdörtgen	2100
Music Center at Strathmore	Dikdörtgen	1976
Segerstrom Concert Hall	Dikdörtgen	1954
Harpa Concert Hall	Dikdörtgen	1800
Bartok National Concert Hall	Dikdörtgen	1656
Malmö Live Concert Hall	Dikdörtgen	1600
Ongakudo Concert Hall	Dikdörtgen	1560
Weill Hall, Sonoma State University	Dikdörtgen	1400
House of Music	Dikdörtgen	1300
Tonhalle Maag Concert Hall	Dikdörtgen	1224
Guangxi Concert Hall	Dikdörtgen	1200
Kristiansand Concert Hall	Dikdörtgen	1200
Aarhus Concert Hall	Dikdörtgen	1178
Mariinsky Concert Hall	Dikdörtgen	1100
Adnan Saygun Konser Salonu	Dikdörtgen	1100
Anneliese Brost Musikforum	Dikdörtgen	1026
Lugano Arte e Cultura	Dikdörtgen	1000
Bimhuis Concert Hall	Dikdörtgen	735
Krzysztof Penderecki Center	Dikdörtgen	700
House of Music Innsbruck	Dikdörtgen	510

Tablo 2.5 Yelpaze plan tipli konser salonları

	Plan Tipi	Kişi Sayısı
Tivoli Concert Hall	Yelpaze	1660
Grand Theater Qingdao	Yelpaze	1200
Tianjin Grand Theater, Concert Hall	Yelpaze	1200
Great Amber Liepaja Concert Hall	Yelpaze	1010
Kodaly Centre	Yelpaze	999
New World Center Concert Hall	Yelpaze	748

Tablo 2.6 Arena plan tipli konser salonları

	Plan Tipi	Kişi Sayısı
Central Concert Hall	Arena	3500
Philharmonie de Paris	Arena	2400
National Grand Theater of China, Concert Hall	Arena	2017
Muza Kawasaki Symp. Hall	Arena	1997
Oriental Art Center, Concert Hall	Arena	1979
Nospr Katowice Concert Hall	Arena	1800
Sinfonia Varsovia Concert Hall	Arena	1800
Tivoli Vredenburg	Arena	1717
Jinan Grand Theater, Concert Hall	Arena	1600
Helzberg Hall	Arena	1600
Radio France	Arena	1461
Bing Concert Hall	Arena	842
Jinji Lake Concert Hall	Arena	509

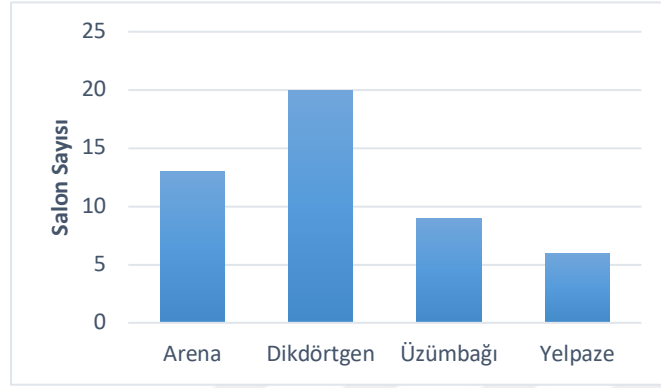
Tablo 2.7 Üzümbağı plan tipli konser salonları

	Plan Tipi	Kişi Sayısı
Walt Disney Concert Hall	Üzümbağı	2265
Elbphilharmonie	Üzümbağı	2100
Lotte World Tower	Üzümbağı	2036
Danish Radio Concert Hall	Üzümbağı	1800
Helsinki Music Center	Üzümbağı	1704
Shenzen Concert Hall	Üzümbağı	1576
Zaryadye Concert Hall	Üzümbağı	1560
Shanghai Symphony Hall	Üzümbağı	1200
La Seine Musicale	Üzümbağı	1152

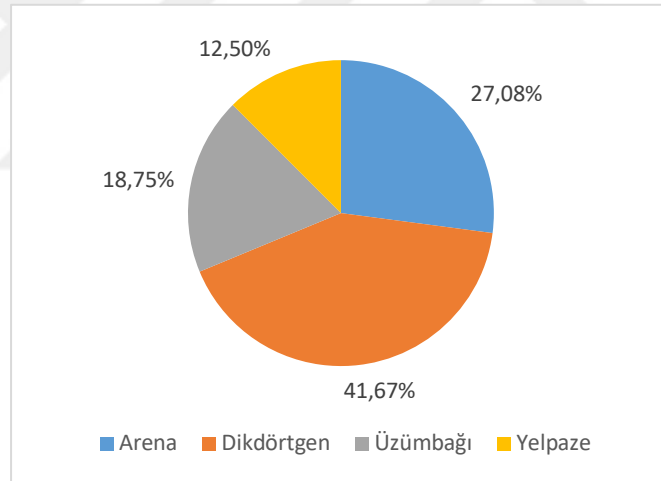
Tablolara bakıldığında, Dikdörtgen plan tipinin 2000 yılından sonra da hala en fazla kullanılan mimari biçimleniş olduğu görülmektedir. Yelpaze plan tipi, konser salonları için akustik bazı sorunlar barındırsa da az sayıda olmakla birlikte hala kullanılmaktadır. Arena ve üzümbağı plan tiplerinin son yıllarda görselliğin de önem kazanmasıyla birlikte fazlaca tercih edildiği tablolarda yer almaktadır.

Toplamda yapılan salonların tipolojik dağılımı toplam sayıya göre Şekil 2.6'da, yüzdelik dağılıma göre ise Şekil 2.7'de gösterilmiştir. Buna göre dikdörtgen plan

tipli salonlar %41.6 ile en fazla tercih edilen plan tipolojisi olmuştur. Arena plan tipi %27 ile dikdörtgen plan tipinin arkasından gelmiştir. Üzümbağı %18,7 oranında tercih edilmiş, yelpaze plan tipi ise %12,5 ile en az tercih edilen plan tipi olmuştur.



Şekil 2.6 Salonların plan tipolojisine göre sayıları



Şekil 2.7 Salonların plan tipolojisine göre yüzdelik dağılımı

Sonuç olarak 2000 yılından sonra inşa edilen müzik amaçlı salonlara bakıldığında, klasik dikdörtgen plan tipinin hala en fazla tercih edilen mimari biçimleniş olduğunu görüyoruz. Son yıllarda özellikle mimaride görselliğin öne çıkması ile arena ve üzümbağı plan tiplerinin artan bir şekilde kullanıldığı ve farklı mimari yaklaşımlarda tercih edildiğini görmekteyiz. Müzik amaçlı konser salonlarında akustik olarak bazı problemleri içerisinde barındıran yelpaze plan tipi en az tercih edilen olsa da, hala geleneksel olarak kullanıldığı da görülmektedir.

2.3.2 Kişi Sayısına Göre Sınıflandırma

Kişi sayısına göre yapılan sınıflandırmanın 3 farklı kategori altında olabileceği bölüm 2.2.2’de açıklanmıştı. Bu bölümde, salonlarda tercih edilen plan tipolojilerinin farklı kişi sayısına sahip salonlar üzerindeki dağılımı incelenmiştir.

Buna göre 500-1500 kişi sayısına sahip olan salonlar Tablo 2.8’de, 1500-2000 kişi sayısına sahip olan salonlar Tablo 2.9’da, 2000 ve üzeri kişi sayısına sahip olan salonlar ise Tablo 2.10’da görölmektedir.

Tablo 2.8 Kişi sayısı 500-1500 arasında olan salonlar

Salon	Plan Tipi	Kişi Sayısı 500-1500
Weill Hall, Sonoma State University	Dikdörtgen	1400
House of Music	Dikdörtgen	1300
Tonhalle Maag Concert Hall	Dikdörtgen	1224
Guangxi Concert Hall	Dikdörtgen	1200
Kristiansand Concert Hall	Dikdörtgen	1200
Aarhus Concert Hall	Dikdörtgen	1178
Mariinsky Concert Hall	Dikdörtgen	1100
Adnan Saygun Konser Salonu	Dikdörtgen	1100
Anneliese Brost Musikforum	Dikdörtgen	1026
Lugano Arte e Cultura	Dikdörtgen	1000
Bimhuis Concert Hall	Dikdörtgen	735
Krzysztof Penderecki Center	Dikdörtgen	700
House of Music Innsbruck	Dikdörtgen	510
Grand Theater Qingdao	Yelpaze	1200
Tianjin Grand Theater, Concert Hall	Yelpaze	1200
Great Amber Liepaja Concert Hall	Yelpaze	1010
Kodaly Centre	Yelpaze	999
New World Center Concert Hall	Yelpaze	748
Radio France	Arena	1461
Bing Concert Hall	Arena	842
Jinji Lake Concert Hall	Arena	509
Shanghai Symphony Hall	Üzümbağı	1200
La Seine Musicale	Üzümbağı	1152

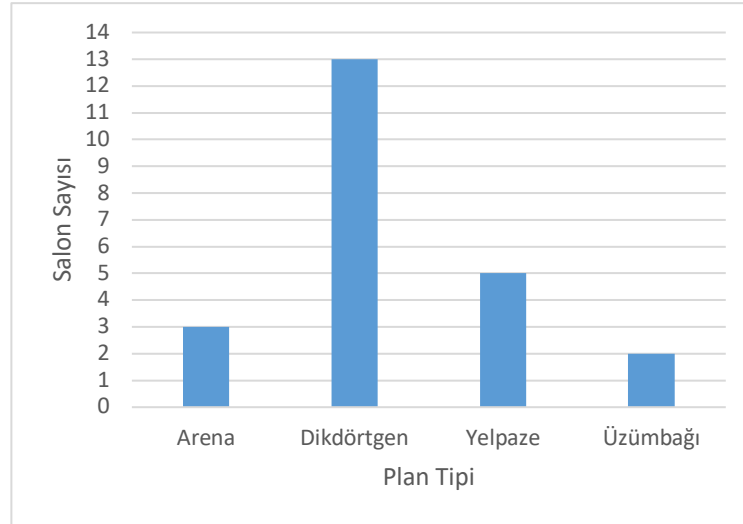
Tablo 2.9 Kişi sayısı 1500-2000 arasında olan salonlar

Salon	Plan Tipi	Kişi Sayısı 1500-2000
Music Center at Strathmore	Dikdörtgen	1976
Segerstrom Concert Hall	Dikdörtgen	1954
Harpa Concert Hall	Dikdörtgen	1800
Bartok National Concert Hall	Dikdörtgen	1656
Malmö Live Concert Hall	Dikdörtgen	1600
Ongakudo Concert Hall	Dikdörtgen	1560
Tivoli Concert Hall	Yelpaze	1660
Muza Kawasaki Symp. Hall	Arena	1997
Oriental Art Center, Concert Hall	Arena	1979
Nospr Katowice Concert Hall	Arena	1800
Sinfonia Varsovia Concert Hall	Arena	1800
Tivoli Vredenburg	Arena	1717
Jinan Grand Theater, Concert Hall	Arena	1600
Helzberg Hall	Arena	1600
Danish Radio Concert Hall	Üzümbağı	1800
Helsinki Music Center	Üzümbağı	1704
Shenzen Concert Hall	Üzümbağı	1576
Zaryadye Concert Hall	Üzümbağı	1560

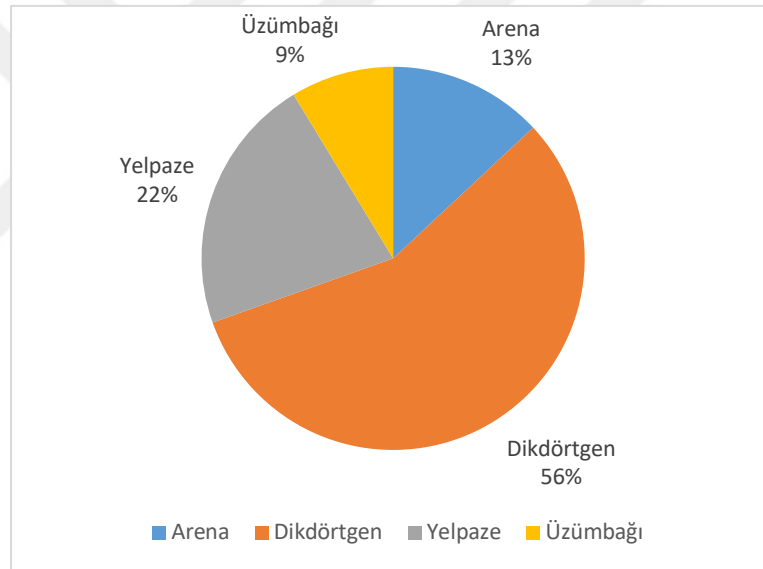
Tablo 2.10 Kişi sayısı 2000 ve üzerinde olan salonlar

Salon	Plan Tipi	Kişi Sayısı 2000 Üzeri
Central Concert Hall	Arena	3500
Philharmonie de Paris	Arena	2400
National Grand Theater of China, Concert Hall	Arena	2017
La Maison Symphonique	Dikdörtgen	2100
Walt Disney Concert Hall	Üzümbağı	2265
Elbphilharmonie	Üzümbağı	2100
Lotte World Tower	Üzümbağı	2036

Kişi sayılarına göre, her plan tipinin farklı büyüklükteki salonlarda kullanıldığı görülmektedir. Tablolar değerlendirildiğinde 500-1500 kişilik salonların dağılımı Şekil 2.8 ve Şekil 2.9’da, 1500-2000 kişilik salonların dağılımı Şekil 2.10 ve Şekil 2.11’de, 2000 kişi üzeri salonların dağılımı ise Şekil 2.12 ve Şekil 2.13’de gösterilmiştir.

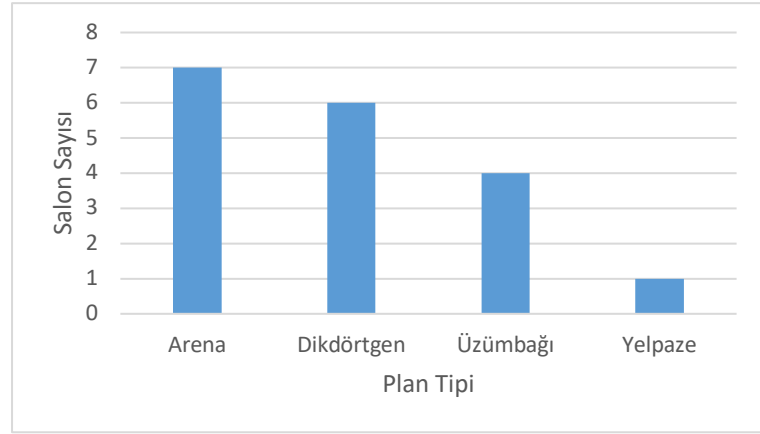


Şekil 2.8 Kişi sayısı 500-1500 olan salonların plan tiplerine göre dağılımı

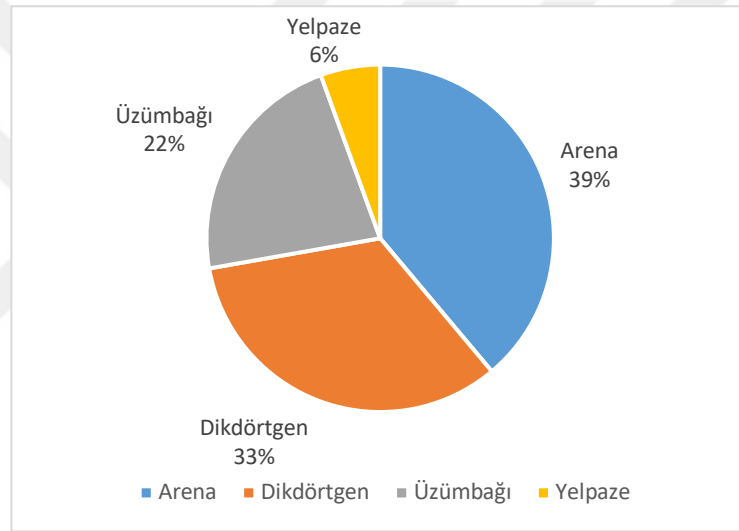


Şekil 2.9 Kişi sayısı 500-1500 olan salonların plan tiplerine göre yüzdesel dağılımı

500-1500 kişi arasındaki salonlara bakıldığında dikdörtgen plan tipinin çok fazla tercih edildiği görülmektedir. Bununla birlikte yelpaze plan tipi akustik açıdan bazı olumsuz özellikler göstermekle birlikte, ikinci olarak tercih edilmiştir. Arena ve üzümbağı ise en az tercih edilen salonlardan olmuştur.

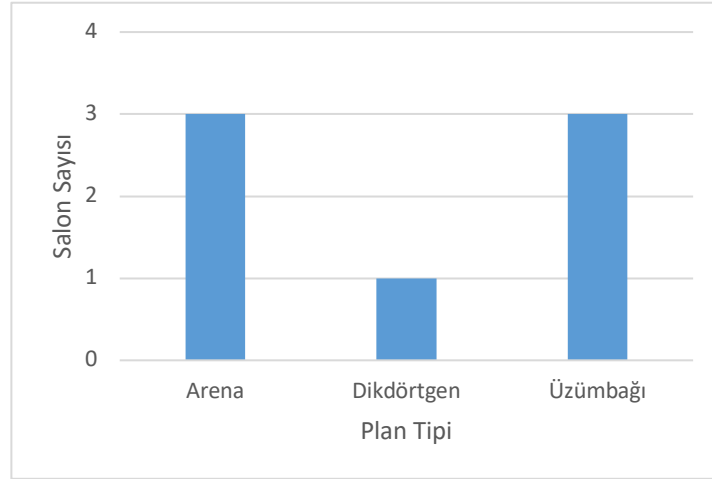


Şekil 2.10 Kişi sayısı 1500-2000 olan salonların plan tiplerine göre dağılımı

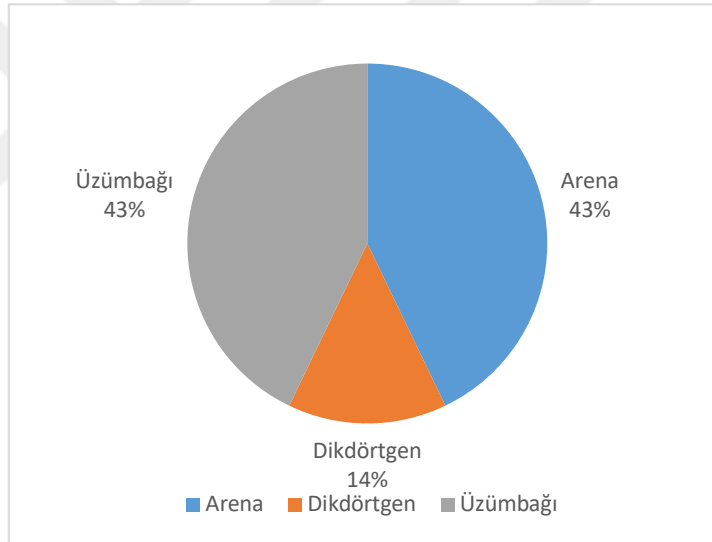


Şekil 2.11 Kişi sayısı 1500-2000 olan salonların plan tiplerine göre yüzdesel dağılımı

Kişi sayısı 1500-2000 arasında olan salonlara bakıldığında daha farklı bir dağılım olduğu görülmektedir. Kişi sayısının artması ile arena plan tipi daha fazla tercih edilmiştir. Benzer şekilde hemen ardından dikdörtgen plan tipi ve ardından üzümbağı plan tipinin geldiği grafikte görülmektedir. Yelpaze plan tipi bu kişi sayısının artması ve akustik nedenlerden dolayı en az tercih edilen plan tipi olmuştur.



Şekil 2.12 Kişi sayısı 2000 ve üzeri olan salonların plan tiplerine göre dağılımı



Şekil 2.13 Kişi sayısı 2000 ve üzeri olan salonların plan tiplerine göre yüzdesel dağılımı

Salonlardaki kişi sayısı 2000 üzerine çıktığında ise, arena ve üzümabağı plan tiplerinin ilk tercih olarak düşünüldüğü, dikdörtgen plan tipinin ise bunların gerisinde kaldığı anlaşılmaktadır. Yelpeze plan tipi ise bu büyüklükte hiç tercih edilmemiştir.

2.4 Salonların Değerlendirmesi

Tez çalışmasının bu bölümünde, 2000 yılından sonra inşa edilen modern konser salonları ele alınarak mimari biçimlenişin plan tipi ve kişi sayıları üzerine olan etkisini irdeleyen bir envanter çalışması yapılmıştır. Jorgen Meyer'in (Meyer, 2011) yaptığı çalışmaya ek olarak yelpaze, arena ve üzümbağı olmak üzere dört farklı plan tipi incelenmiş, aynı zamanda salonlardaki dinleyici sayıları üzerinden de değerlendirme yapılmıştır. Yapılan sınıflandırma sonucunda 2000 yılından sonra inşa edilen konser salonlarında kullanılan plan tipolojileri ve kişi sayılarına göre tercih edilen mimari biçimleniş ortaya konmuştur.

Çalışmaya, bilgilerine ulaşılabilen toplam 48 adet salon dahil edilmiştir. Salonlar ile ilgili teknik bilgiler ve çeşitli görseller EK B' de sunulmuştur. Mimari biçimlenişe göre yapılan değerlendirmeye göre en fazla tercih edilen plan tipinin hala klasik dikdörtgen olduğu, ardından sırayla arena, üzümbağı ve yelpaze plan tiplerinin geldiği görülmektedir. Kişi sayısına göre bakıldığında ise 500-1500 kişilik salonlarda yine dikdörtgen plan tipinin en fazla kullanıldığı sonrasında arena ve yelpaze plan tipinin tercih edildiği belirlenmiştir. 1500-2000 kişilik salonlarda arena ve dikdörtgen plan tipleri en fazla tercih edilirken, 2000 kişi üzerinde arena ve üzümbağı plan tipleri sıklıkla tercih edilmektedir.

Genel olarak bakıldığında nispeten küçük ölçekli salonlarda mimari biçimleniş olarak klasik dikdörtgen plan tipi daha fazla tercih edilmektedir. Salonların büyümesi ve kişi sayısının artması ile birlikte bu tercih tercihler değişiklik göstermektedir. Özellikle yüksek kişi sayısına sahip salonlarda, akustik ile birlikte görselliğin de öne çıkması ile arena ve üzümbağı plan tipinin kullanımı yaygınlaşmaktadır. Dikdörtgen plan tipinin ise 2000 kişi ve üzeri salonlarda daha az tercih edildiği görülmektedir. Yelpaze plan tipinin ise akustik gereklilikler nedeniyle de büyük salonlarda tercih edilmediği söylenebilir.

Bu bölümde yapılan çalışma sonucunda, 2000 yılından sonra inşa edilen konser salonları içinde en sık kullanılan mimari biçimleniş plan tipolojisi tercihleri elde edilmiştir. Klasik dikdörtgen, arena ve üzümbağı plan tipleri olarak belirlenen bu

tipolojiler, çalışma kapsamında ele alınacak salonların belirlenmesi için temel oluşturmuştur. Klasik dikdörtgen plan tipinin, müzik için en uygun plan tipi olduğu bilinmektedir. Bununla birlikte, klasik dikdörtgen plan tipi biçimlenişi içerisinde özellikle yan yüzeyleri geliştirilmiş plan tipleri sıklıkla uygulanmaktadır. Karşılaştırma yapılması açısından klasik dikdörtgen plan tipi ile birlikte yan yüzeyleri farklılaştırılmış plan tipi, uygulama modeli için seçilmiştir. Arena ve üzümbağı plan tipleri de temelde benzer yapı içermektedirler. Bu nedenle bu yapının son dönemdeki artan kullanımına bağlı olarak üzümbağı plan tipi karşılaştırma için üçüncü yapı olarak seçilmiştir. Plan tipolojileri, kişi sayıları ve hacimleri de doğrudan etkilediği için, büyüklüklerin belirlenmesine de yardımcı olmuştur.

BÜTÜNSEL AKUSTİK KALİTENİN DEĞERLENDİRİLMESİNDE BÖLGESEL DURUMUN BELİRLEYİCİLİĞİNİN ÖNEMİ ÜZERİNE BİR YAKLAŞIM ÖNERİSİ

Bütünsel akustik kalite, kuramsal olarak tüm dinleyici konumlarında, tüm parametre değerlerinin kabul edilebilir aralıkta olması ile sağlanır. Bu nedenle dinleyici noktaları üzerindeki parametre değerlerinin ayrı ayrı hesaplanması ve salonun genel ortalaması ile karşılaştırılması, hacmin bütünsel akustik kalitesini ortaya koyacaktır (Uzun & Can, 2020). Bu açıdan değerlendirildiğinde bir konser salonu içerisinde yer alan dinleyici noktalarının ve bunların bulunduğu bölgede yer alan parametre değerlerinin optimum aralıkta olup olmadığı önem kazanmaktadır. Bu bölgelerde hesaplanan parametre değerleri ne kadar fazla optimum aralık içerisinde yer alırsa o oranda bütünsel akustik kaliteyi olumlu olarak etkileyeceği görülmektedir.

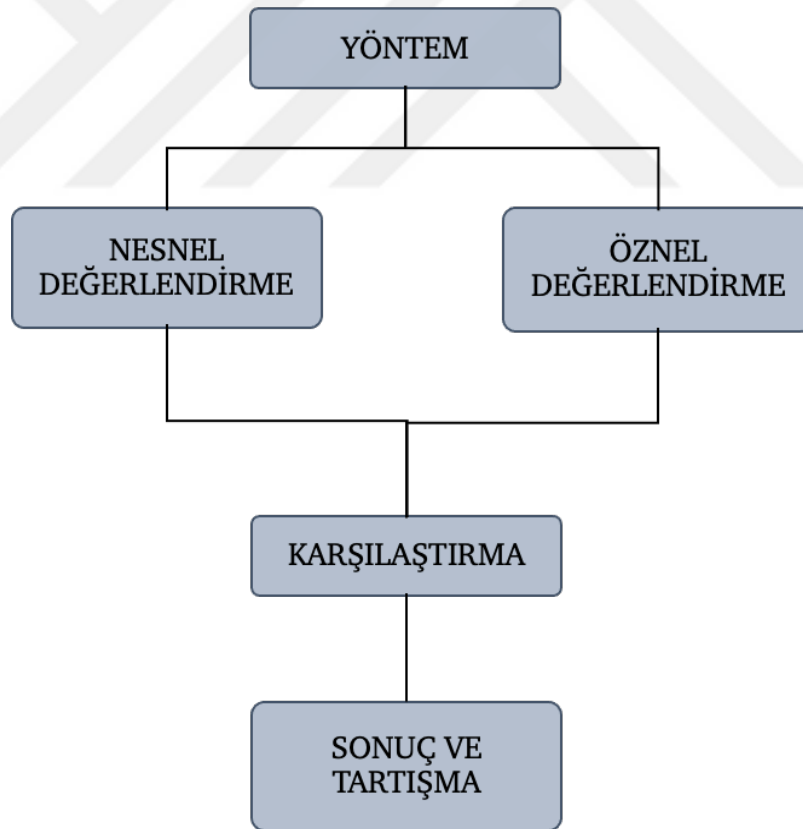
Literatüre bakıldığında, salonların akustik kalitesini değerlendirme için farklı çalışmalar olduğu görülmektedir. Hidaka yaptığı çalışmada alçak ve yüksek frekanslardaki ses seviyelerinin konser salonu üzerindeki etkisini irdelemiştir (Hidaka, Beranek, & Okano, 1995). Beranek, kitabında konser salonları ve opera binalarını incelemiş, salonlardaki akustik kalite için bazı yöntemler önerileri geliştirmiştir (Beranek L. , 2004).

Çalışmanın bu bölümünde Bütünsel Akustik Kalitenin değerlendirilmesinde bölgesel durumun ne derece belirleyici olduğunu tespit etmek için bir yaklaşım önerisi çalışması yapılmıştır. Yapılacak çalışmanın süreçleri belirlenmiş ve değerlendirilmiştir. Bu değerlendirme sonucunda seçilen plan tiplerinin boyutları, kişi ve hacim sayıları gibi fiziksel özellikleri belirlenmiştir. Bölgesel durumu araştırmak için gerekli olan dinleyici bölgeleri üzerinde grid yapısı oluşturulmuş, kullanılacak nesnel parametreler ve kabul edilebilir aralıkları ile ilgili çalışma

yapılmıştır. Aynı zamanda hacim akustiği hesaplarının yapılması için gereken yazılım belirlenmiştir.

3.1 Yaklaşım Önerisi Süreçleri

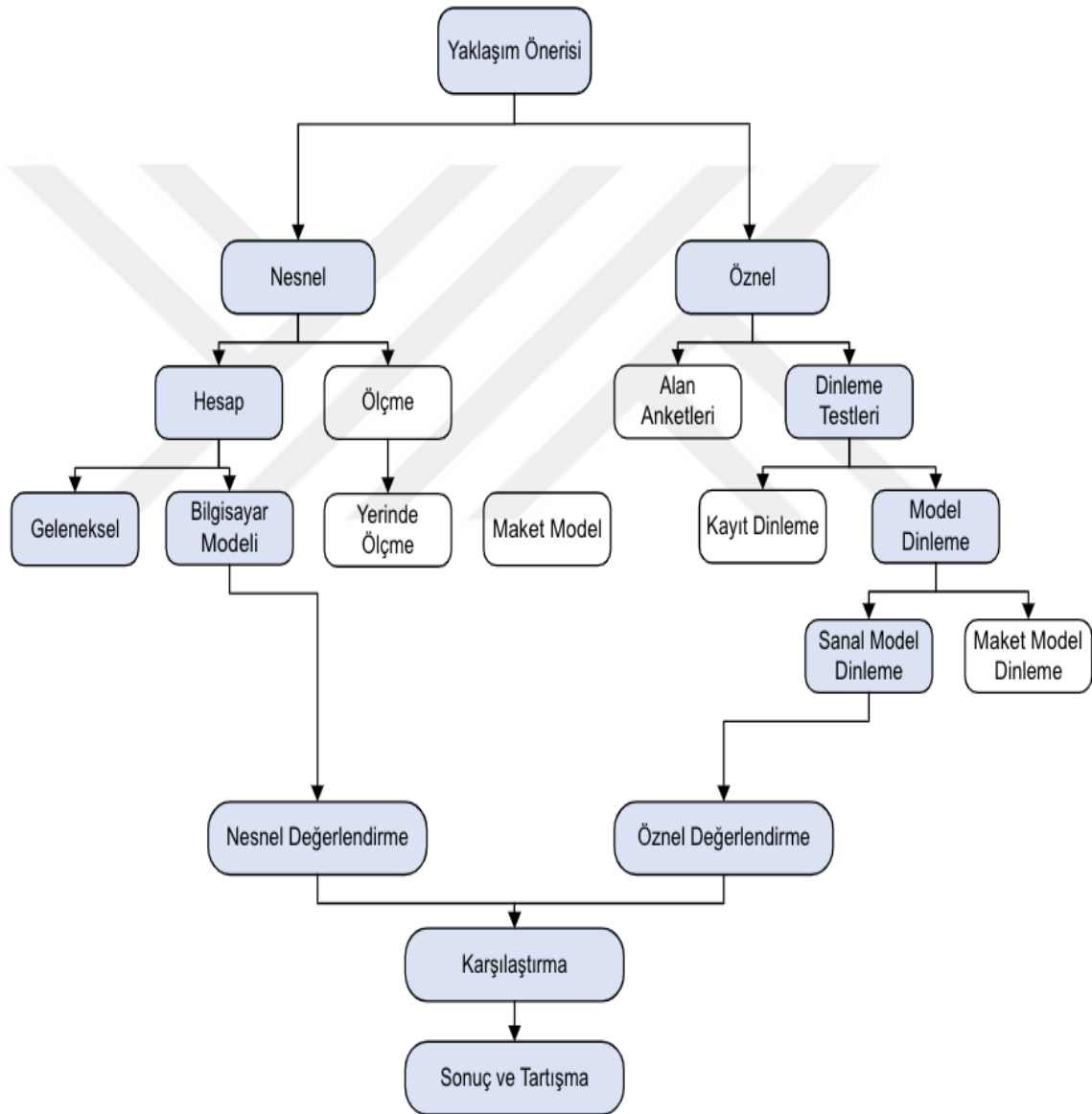
Hacim akustiği parametrelerinin nesnel ve öznel olarak değerlendirilmesi ve bu değerlendirmeler arasındaki ilişki, hacim akustiği çalışmaları açısından önem taşımaktadır. Nesnel ve öznel değerlendirmeler arasındaki ilişki ve bu süreç ile ilgili işleyiş farklılıklar gösterse de, temel olarak önemli adımlar literatürde de belirtilmiştir. Değerlendirme sürecinin işleyişi ve basamakları akış diyagramı olarak Şekil 3.1’de görülmektedir.



Şekil 3.1 Hacim akustiği parametrelerinin değerlendirme süreci

Değerlendirme sürecinde belirlenen yöntem doğrultusunda nesnel ve öznel çalışmalar yapılarak, bunların birbirleri ile karşılaştırılması gerekmektedir. Her iki değerlendirmeden elde edilen sonuçların birbirleri ile karşılaştırılması ile de sonuca ulaşılmaktadır.

Genel değerlendirme yapıldıktan sonra, süreç daha kapsamlı olacak şekilde detaylandırılmış ve yaklaşım önerisi için izlenecek yöntem renklendirilerek belirtilmiştir (Şekil 3.2).



Şekil 3.2 Hacim akustiği parametrelerinin değerlendirme sürecindeki işleyiş

Şekil 3.2’de izlenecek sürece ayrıntılı bakıldığında, nesnel ve öznel parametreler için detaylı şekilde çalışmaların olduğu görülmektedir. Nesnel parametrelerin elde edilmesi, yapım öncesi hesaplama veya ölçme ile olabilmektedir. Yapım öncesi aşamadaki akustik hesaplamalar, geleneksel yöntemler ve sanal ortamda bilgisayar programları yardımıyla olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Ölçmeler ise inşa edilmiş hacimlerin ölçmeleri ve maket/model üzerinden ölçme olarak iki şekilde yapılabilmektedir. Bu süreçler ile elde edilen veriler karşılaştırılarak bir değerlendirme yapılmaktadır.

Öznel değerlendirme süreci ise dinleme sonucu yapılan alan anketleri ve model dinleme şeklinde iki kısımda düşünülebilir. Model dinlemeleri, maket üzerinden yapılan dinlemeler veya sanal ortamda bilgisayar yazılımı ile üretilen seslerin dinlenmesi şeklinde olmaktadır.

Değerlendirme aşaması, hacim akustiği parametrelerinin hesaplamalar sonucunda elde edildiği nesnel değerlendirme ve kişisel tercihlerin yer aldığı öznel değerlendirme olarak iki farklı şekilde ele alınmaktadır. Nesnel değerlendirmeler, parametrelerin kabul edilebilir optimum aralıkları üzerinden gerçekleştirilirken. Öznel değerlendirmeler ise dinleme testleri ve alan anketleri şeklinde olabilmektedir. Dinleme testleri için bilgisayar yazılımları yardımı ile işitselleştirme (auralisation) yapılmakta ve deneklere bu sesler dinletilmekte ve anket ile sonuçlar alınmaktadır.

Öznel ve nesnel değerlendirme sonuçları biraraya getirilerek uygulanan yöntemin tutarlılığı belirlenmektedir. Bu aşamada çeşitli teknikler kullanılmakla birlikte, istatistiksel değerlendirme yöntemleri sonuç için belirleyici olmaktadır. Yaklaşım önerisi, parametrelerin değerlendirme sürecindeki işleyiş ile birlikte ele alınmış ve çalışmanın ilerleyen bölümlerinde değerlendirilmiştir.

3.2 Üzerinde Çalışılacak Konser Salonu Tiplerinin ve Boyutlarının Belirlenmesi

2000 yılından sonra inşa edilen konser salonları incelendiğinde, mimari form olarak 3 adet plan tipinin öne çıktığı görülmektedir. Klasik dikdörtgen, yanal yüzeyleri farklılaştırılmış ya da başka bir deyişle geliştirilmiş klasik dikdörtgen ve Üzümbağı plan tipinin son dönemde daha sık kullanıldığı, yapılan araştırmanın sonucu olarak belirlenmişti. Bu bölümde bilgisayar üzerinde salonların modellenmesi için gerekli olan kabullerle ilgili bilgiler açıklanmıştır.

Eskiden beri farklı plan tipinde yapılan salonlar bulunmaktadır. Çalışmada ele alınacak salon tipleri için, belirlenen hacim ve kişi sayısı üzerinden bir yaklaşım uygulanmıştır. 2. bölümde yer verilen araştırmanın sonuçları değerlendirildiğinde, 1500-2000 kişilik dikdörtgen plan tipli salonların müzik amaçlı olarak daha fazla kullanıldıkları görülmektedir. Bu bağlamda, çalışmada ele alınacak salonlar için başlangıç olarak klasik dikdörtgen formu baz alınmış, boyutların belirlenmesinde ise kişi sayısının yakınlığı ile birlikte akustiği en iyi konser salonları arasında yer alan “*Vienna Musikvereinssaal*” çıkış noktası olmuştur. Beranek, salonun akustik başarısını dikdörtgen plan tipine, nispeten küçük hacmine (15000m³) ve koltuk sayısına (1680) bağlamıştır. Salonun yüksek tavanı aynı zamanda uzun bir yansıma süresi (2sn) sağlamaktadır (Beranek L. , 2004, s. 173). Salonlar arasında daha rahat bir karşılaştırma yapabilmek için, diğer salonlar da *Musikvereinssaal* ile benzer boyut oranına sahip olacak şekilde düşünülmüş ve tasarlanmıştır.

Salonların boyut oranı belirlendikten sonra, dinleyici sayısı için kişi başına düşen hacim ele alınmıştır. Müzik amaçlı salonlar için, literatürde farklı hacim önerileri bulunmaktadır. Beranek’in 100 adet salonu incelediği çalışmasında kişi başına düşen hacmin 5.72m³ ile 21m³ arasında değiştiği görülmektedir (Beranek L. , 2004, s. 626). Kişi başına düşen hacim ile ilgili uygulamada da farklı değerler bulunduğundan, yaklaşık 1500 kişilik dinleyici için kişi başı ortalama 9m³’lük

hacim değeri, modellenecek salonların boyt oranlarına bakıldığında uygun bulunmuştur.

Ele alınan salonlarda balkon olup olmayacağı ile ilgili 2000 yılı sonrası yapılan salonların envanter taramasına bakıldığında (EK B), neredeyse tüm plan tiplerinde kullanıldığı görülmektedir. Bu yüzden salonların balkonlu olmasına karar verilmiştir. Üzümbağı plan tipinin kendi yapısından dolayı dinleyici alanları kademeli şekilde aşağı doğru indiğinden, ayrıca balkon yapılmamıştır.

Tavanlar, her plan tipinde farklı geometrik biçimlere ve eğimlere sahip olacağından dolayı, olası etkilerini minimuma indirmek için tüm salonlarda düz olmasına karar verilmiştir.

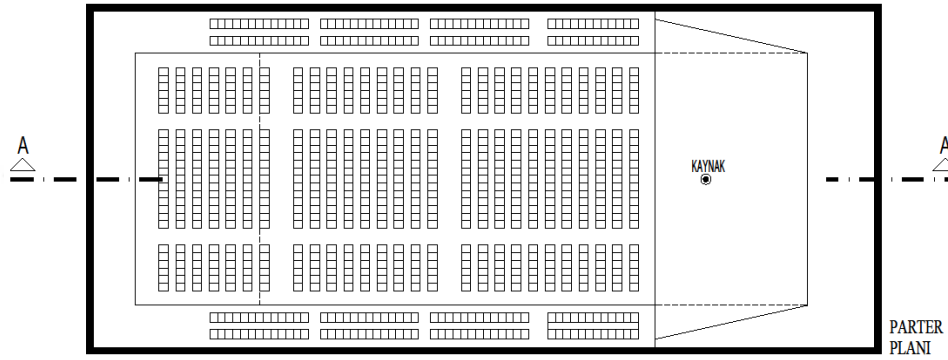
Tüm salonların kişi sayısı, hacim, kişi başına düşen hacim, toplam dinleyici alanı, kişi başına düşen dinleyici alanı, sahne alanı gibi fiziksel büyüklükleri ile ilgili değerler ise Tablo 3.1’de belirtilmiştir.

Tablo 3.1 Ele alınan salonların fiziki değerleri

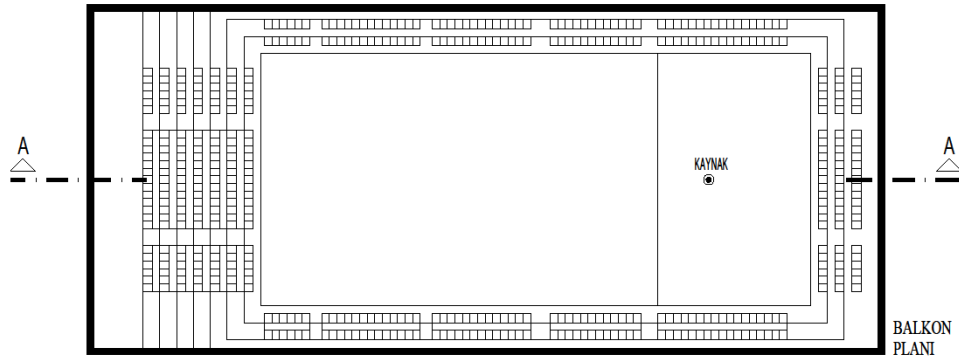
	Klasik Dikdörtgen	Yanal Yüzey Farklı Dikdörtgen	Üzümbağı / Arena
Kişi Sayısı	1549	1502	1510
Hacim m3	13950	13650	13430
Kişi Başına Düşen Hacim m3	9	9	8,9
Sahne Alanı m2	153	143	149
Toplam Dinleyici Alanı m2	711	764	613
Kişi Başına Düşen Dinleyici Alanı m2	0,45	0,49	0,41

3.2.1 Klasik Dikdörtgen Plan Tipi

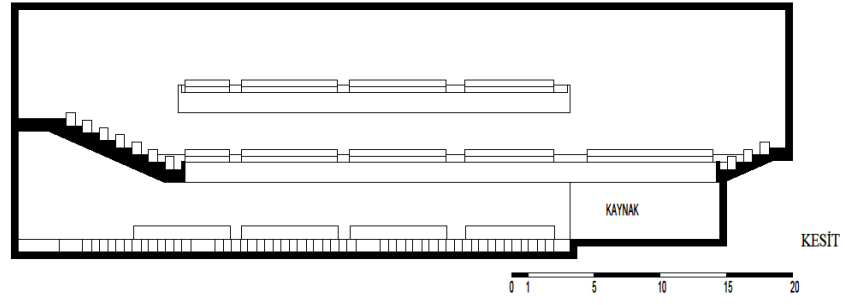
Klasik dikdörtgen plan tipi, yabancı literatürde “Shoebox” olarak da adlandırılmaktadır. Çalışma kapsamında modellenecek plan tipi için temel alınan, “*Vienna Musicvereinsaal*” salonu taban alanı boyutları 40.2m uzunluk, 19.8m genişlik, 17.4m yükseklik olarak ölçülmüştür (Beranek L. , 2004). Modelleme aşamasında bu ölçülerden yola çıkılarak tasarım yapılmıştır. Taban ölçüleri 46.5m uzunluk, 20m genişlik olacak şekilde düşünülmüş, yükseklik ise 15m alınmıştır. Hacim yaklaşık 13950 m³tür. Toplam dinleyici sayısı 1549 kişidir. Kişi başına düşen hacim yaklaşık 9m³ olmuştur. Dikdörtgen Plan Tipli salonun zemin kat planı, balkon katı planı ve kesiti sırasıyla Şekil 3.3, Şekil 3.4 ve Şekil 3.5’de gösterilmiştir. Salonun fiziksel bilgileri ise Tablo 3.2’de verilmiştir.



Şekil 3.3 Dikdörtgen plan tipi zemin kat parter planı



Şekil 3.4 Dikdörtgen plan tipi balkon planı

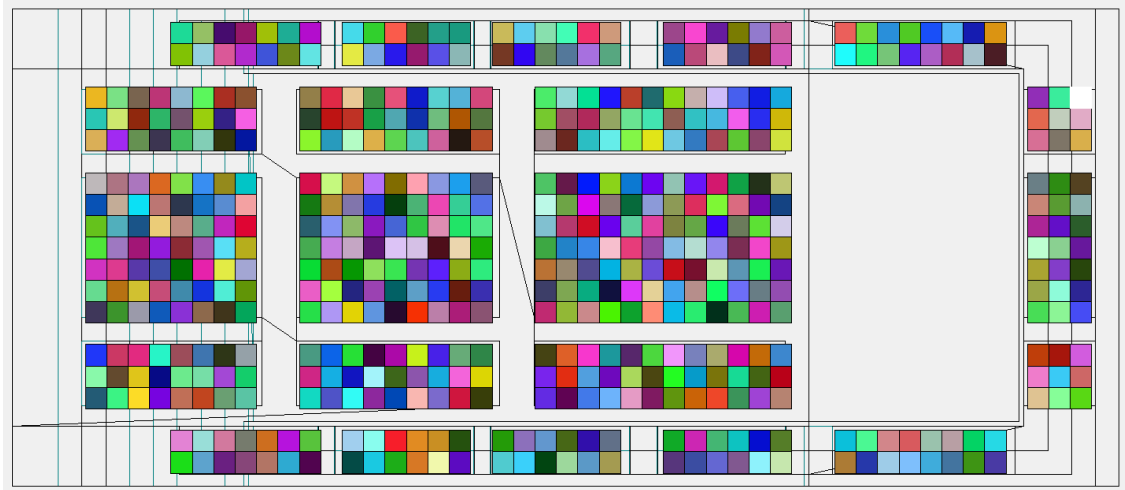


Şekil 3.5 Dikdörtgen plan tipi kesit A-A

Tablo 3.2 Klasik dikdörtgen plan tipi fiziksel değerleri

	Kişi Sayısı	Toplam Hacim	Kişi Başına Hacim	Sahne Alanı	Toplam Dinleyici Alanı	Kişi Başına Dinleyici Alanı
Klasik Dikdörtgen	1549	13950m ³	9m ³	153m ²	711m ²	0.45m ²

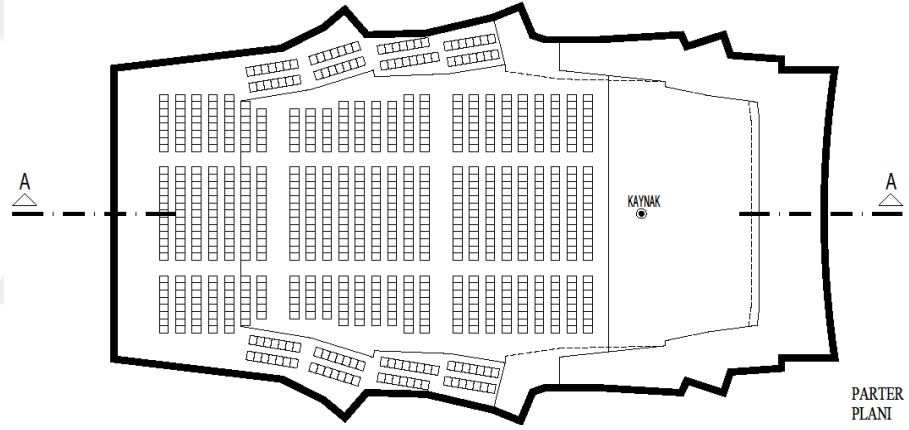
Alıcı noktalarını belirlemek için, dinleyici bölgeleri üzerinde oluşturulan grid düzeninde, toplamda 807 adet karolaj bölgesi olduğu görülmektedir. Bunların 464 tanesi alt kat, 259 adeti 1. Balkon, 84 adeti 2. Balkon bölgesinde yer almaktadır. Dinleyici alanı üzerinde yer alan grid bölgesi sistemi ise Şekil 3.6'da gösterilmiştir.



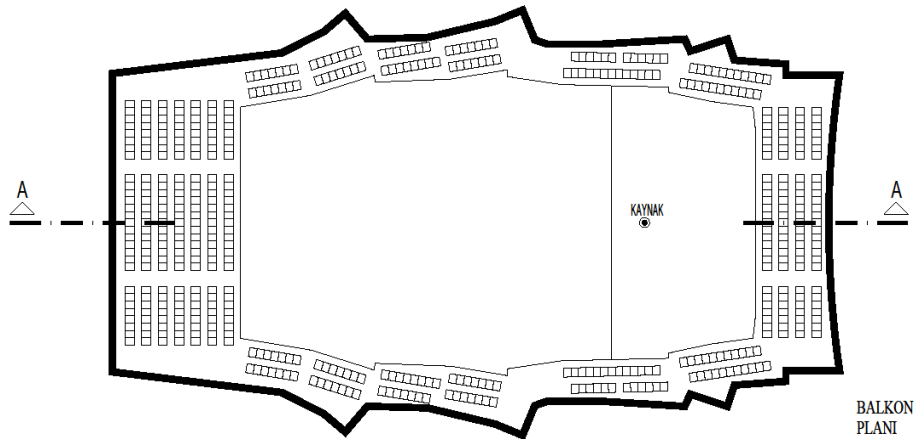
Şekil 3.6 Klasik dikdörtgen plan tipi grid bölgeleri

3.2.2 Yanal Yüzeyleri Farklı Dikdörtgen Plan Tipi

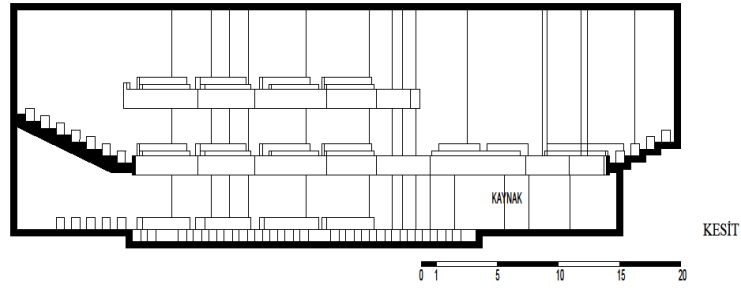
Klasik Dikdörtgen plan tipinin, yan yüzeylerine açılı verilip, farklılaştırılarak geliştirilmiş hali olarak tanımlanabilir. Çalışma kapsamında modellenen bu plan tipinde, klasik dikdörtgen plan tipi temel alınmış, aynı boyut oranları kullanılmıştır. Taban ölçüleri en geniş yerinde 43m x 25m, yükseklik ise 15m olacak şekilde belirlenmiştir. İç hacmi 13650m³ olmuştur. Toplam dinleyici sayısı 1502 kişidir. Kişi başına düşen hacim ise 9m³'tür. Yanal yüzeyleri farklı dikdörtgen plan tipinin zemin kat planı, balkon katı planı ve kesiti sıra ile Şekil 3.7, Şekil 3.8, Şekil 3.9'da gösterilmiştir. Salonun fiziksel bilgileri ise Tablo 3.3'de verilmiştir.



Şekil 3.7 Yanal yüzeyleri farklı dikdörtgen plan tipi zemin kat parter planı



Şekil 3.8 Yanal yüzeyleri farklı dikdörtgen plan tipi balkon planı

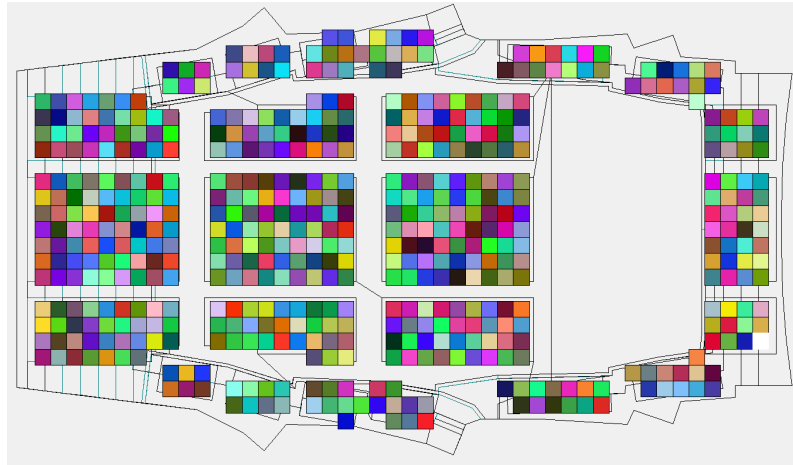


Şekil 3.9 Yanal yüzeyleri farklı dikdörtgen plan tipi kesit

Tablo 3.3 Yanal yüzeyleri farklı dikdörtgen plan tipi fiziksel değerleri

	Kişi Sayısı	Toplam Hacim	Kişi Başına Hacim	Sahne Alanı	Toplam Dinleyici Alanı	Kişi Başına Dinleyici Alanı
Yanal Yüzeyli Dikdörtgen	1502	13650m ³	9m ³	143m ²	764m ²	0.49m ²

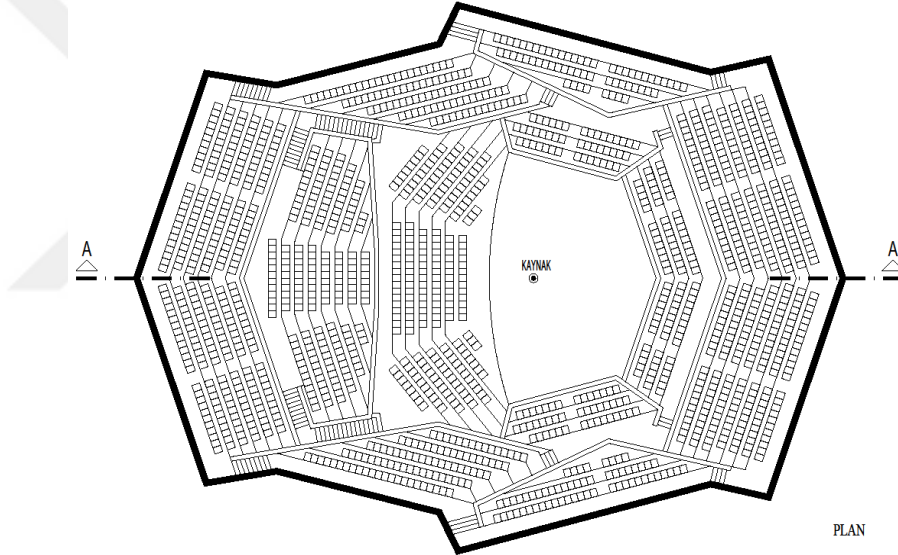
Alıcı noktalarını belirlemek için, dinleyici bölgeleri üzerinde oluşturulan grid düzeninde, toplamda 751 adet karolaj bölgesi oluşturulmuştur. Bunların 418 tanesi alt kat, 269 adeti 1. balkon, 64 adeti ise 2. balkon bölgesinde yer almaktadır. Dinleyici alanı üzerinde yer alan grid sistemi Şekil 3.10'da gösterilmiştir.



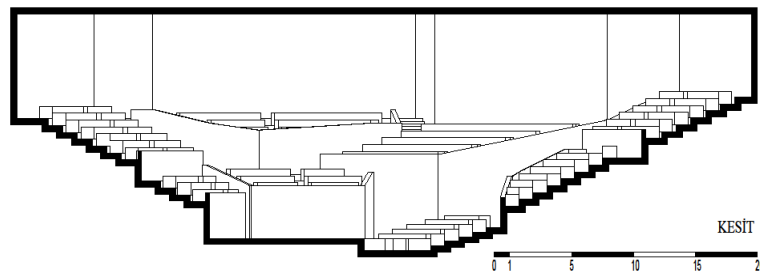
Şekil 3.10 Yanal yüzeyli dikdörtgen plan tipi grid bölgeleri

3.2.3 Üzümbağı/Arena Plan Tipi

Üzümbağı plan tipi, modellenen salonlar içerisinde diğerlerinden daha farklı yapıda ve sahne seyircilerin ortasında yer almaktadır. Bu özellikten dolayı kullanılan boyut oranı biraz farklılık göstermekle birlikte, büyük değişimlere gidilmemiş, hacim sabit tutulmuştur. Taban ölçüleri en geniş yerde 47m x 37m, tavan yüksekliği ise diğerleri ile aynı olacak şekilde 15m alınmıştır. İç hacmi 13430m³'tür. Toplam dinleyici sayısı 1510 kişidir. Kişi başına düşen hacim 8.9m³ olmuştur. Üzümbağı plan tipi için plan ve kesit sırasıyla Şekil 3.11 ve Şekil 3.12'de gösterilmiştir. Salonun fiziksel bilgileri Tablo 3.4'de verilmiştir.



Şekil 3.11 Üzümbağı plan tipi plan

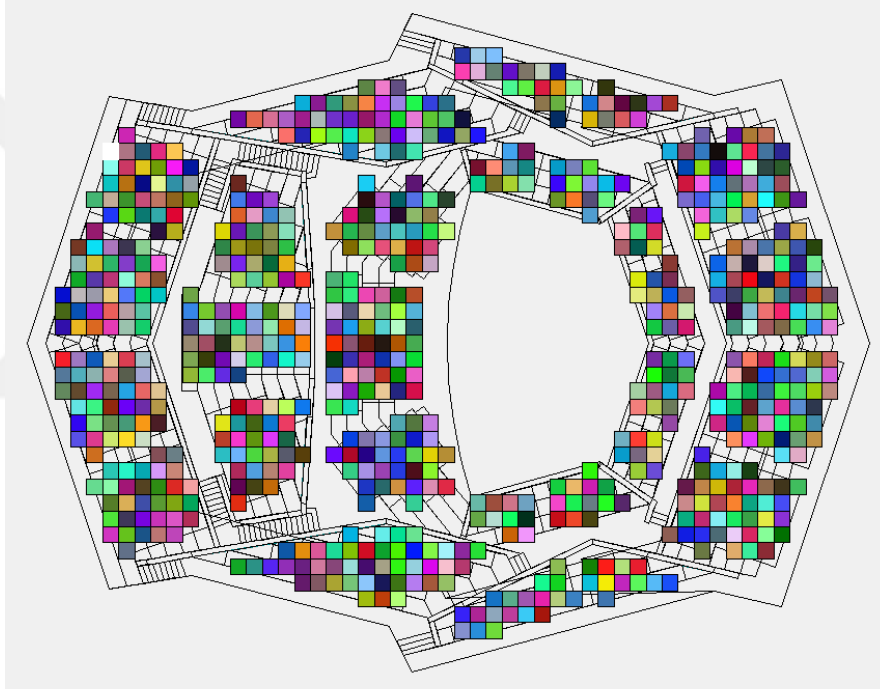


Şekil 3.12 Üzümbağı plan tipi kesit

Tablo 3.4 Üzümbağı plan tipi fiziksel değerleri

	Kişi Sayısı	Toplam Hacim	Kişi Başına Hacim	Sahne Alanı	Toplam Dinleyici Alanı	Kişi Başı Dinleyici Alanı
Üzümbağı Plan Tipi	1510	13430m ³	8.9m ³	149m ²	613m ²	0.41m ²

Alıcı noktalarını belirlemek için, dinleyici bölgeleri üzerinde oluşturulan grid düzeninde, toplamda 741 adet karolaj bölgesi oluşturulmuştur. Dinleyici alanı üzerinde yer alan grid sistemi Şekil 3.13’de gösterilmiştir.



Şekil 3.13 Üzümbağı plan tipi grid bölgeleri

3.3 Nesnel Parametrelerin ve Kabul Edilebilir Değerlerin Belirlenmesi

Müzik amaçlı salonlarda, dinleyici alanlarındaki akustik koşulları değerlendirmeye yönelik parametreler zaman, ses gücü, netlik ve uzamsal olarak 4 ayrı grupta incelenebilir. Bu parametreler özelliklerine göre ISO 3382-1’ de listelenmiştir (Bradley, 2010).

Tablo 3.5 Parametrelerin özelliklerine göre sınıflandırılması

	Parametre	Tanım
Zaman	T60 Yansıma Süresi	Fiziksel olarak önemli
	EDT, Erken Düşme Zamanı	Öznel olarak önemli
Ses Gücü	G, Ses Gücü, Gürlük	Ses gücü
Netlik	C80, Netlik	Müzik için netlik
	Ts, Merkez Zamanı	
Uzamsal	LF, Yanal Enerji Oranı	Görünür kaynak genişliği
	IAAC, Kulaklararası Çapraz Korelasyon Katsayısı	

Literatürde kullanılan ve günümüzde kabul gören pek çok hacim akustiği parametresi bulunmaktadır. Bu çalışma kapsamında seçilen parametrelerin, yaygın olarak değerlendirmelerde kullanılan nesnel parametrelerden olmasına dikkat edilmiştir. Genel olarak nesnel parametrelere bakıldığında (Tablo 3.5), Yansıma Süresi RT60, Erken Düşme Zamanı EDT, Gürlük G, Netlik C80, Merkez Zamanı Ts, Yanal Enerji Oranı LF ve Kulaklararası Çapraz Korelasyon Katsayısı IAAC parametrelerinin, temel olarak kullanıldığı görülmektedir. Tüm parametrelerin hesaplamalarda noktasal ve bölgesel bazda kullanılması değerlendirme açısından zor olacağından, başlangıç için G Gürlük, Ts Merkez zamanı, IAAC (Kulaklararası Çapraz Korelasyon Katsayısı) gibi parametreler, kapsam dışı bırakılmış, çalışmanın RT, EDT, C80, LF parametreleri ile sınırlandırılması uygun görülmüştür.

3.3.1 Yansışım Süresi T30/RT60

20. YY'ın başında W.C. Sabine, oditoryum akustiğı üzerine önemli ölçüde araştırma yapmış ve oditoryumun hacmi, içerdeki yutucu malzeme miktarı ve yansışım süresi olarak adlandırdığı bir nicelik arasında ampirik bir ilişkiye ulaştı. Sabine'in ortaya koyduğu bu ilişki, yansışım süresi olarak bilinmekte ve Sabine formülü ile hesaplanmaktadır (Ginn, 1978).

Herhangi bir hacmin yansışım süresini, hacim bilgisinden ve tüm yutucu yüzeylerin alanları ve yutma katsayılarından yola çıkarak kesin olarak hesaplamak teorik olarak mümkün olsa da, pratikte belirli bazı yaklaşımların ve tahminlerin yapılması gerekmektedir (Sabine, 1932).

Yansışım süresinin çok önemli olduğu kanıtlanmıştır, ancak tek başına iyi bir akustik için yeterli değildir. Başarılı bir oditoryum tasarımı için daha fazla özelliğın dikkate alınması gereklidir. Oditoryum formu ve boyutu artık son derece önemli olarak kabul edilmektedir (Barron M. , 2010).

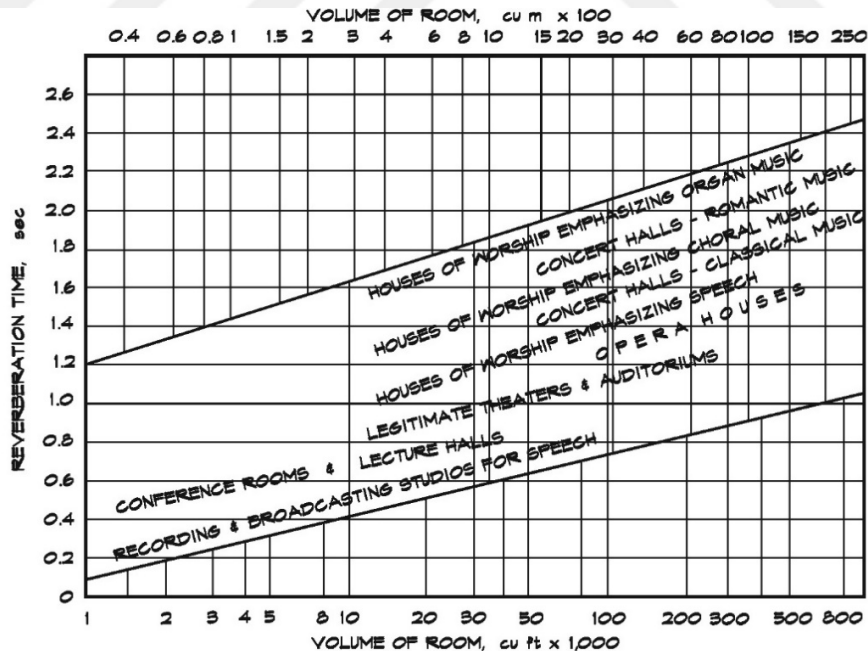
Yansışım, Yansışım Süresi (RT60) olarak bilinen bir parametre ile gösterilmektedir. Fiziksel ve matematiksel olmak üzere iki şekilde tanımlanabilir. Fiziksel olarak yansışım, bir ses kaynağının susturulmasından sonra hacmin içinde ses basınç seviyesinin 60dB düşmesi için geçen süredir. Birimi saniyedir. Matematiksel olarak, Sabine denklemi olarak bilinen RT60, mekanın hacmi ile doğru orantılı, mekandaki malzemelerin yutuculukları ile ters orantılıdır;

$$RT60 = 0,16 \times V \div A \quad (3.1)$$

formülü ile gösterilir. Burada V, metreküp cinsinden oda hacmi, A ise yüzeylerin metrik olarak Sabin cinsinden toplam yutuculuklarıdır. Hacmin boyutu arttıkça veya yüzeylerin ses yutuculukları azaldıkça, RT60 artmaktadır. Tersinde, hacmin boyutu küçüldükçe veya yüzeylerin yutma katsayısı arttıkça RT60 azalır (Rossing, 2007).

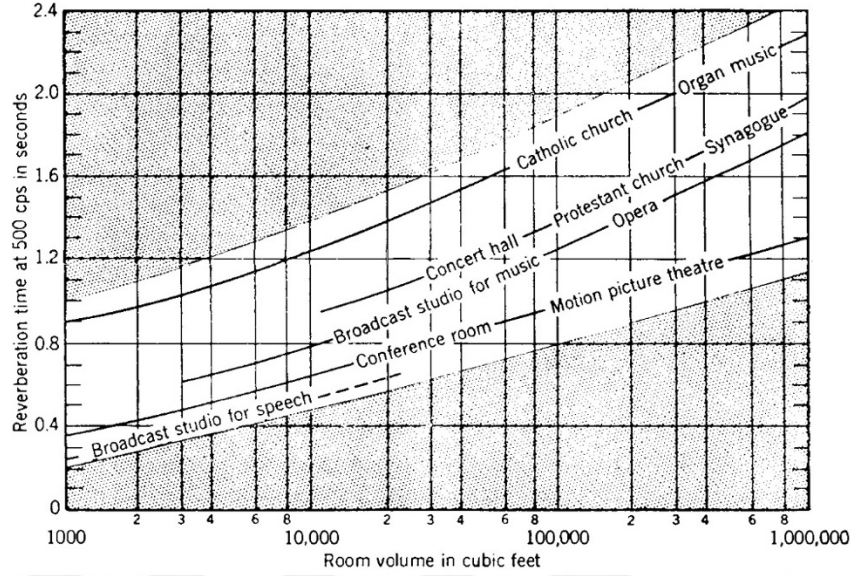
Yansışım sürelerinin optimum değeri, hacmin kullanım amacına ve büyüklüğüne göre değiştiği bilinmektedir. Hatta müzik amaçlı salonlarda farklı müzik türlerine göre bile değişkenlik gösteren yansışım süreleri olabilmektedir. Literatüre bakıldığında farklı yazarlar, hacim büyüklükleri ve kullanım amaçları için çeşitli optimum yansışım süresi önerilerinde bulunmuşlardır. Önerilen bu değerler incelenerek, modellenen salonların optimum yansışım süreleri için ortalama bir değer tespit edilmiştir.

Müzik amaçlı hacimler için yansışım süresinin daha uzun tercih edildiği bilinmektedir. Bununla birlikte örneğin bir Mozart Operası için yansışım süresi 1.2 – 1.5 saniye arasında olabilirken, Bir Wagner operası için 1.5-1.6 saniyelik yansışım süresi daha uygun olacaktır. Klasik romantik dönem orkestral senfonileri için ise 1.7-2.1 saniye idealdir. Bununla birlikte hacmin tüm kullanımları için en iyi olacak şekilde tek bir yansışım süresinden söz etmek doğru olmaz (Long, 2006). Aynı zamanda Long, 'de farklı yazarların (Doelle, Knudsen Harris, Long,2006) optimum yansışım sürelerini sentezleyerek bir tablo olarak sunmuştur (Şekil 3.14).



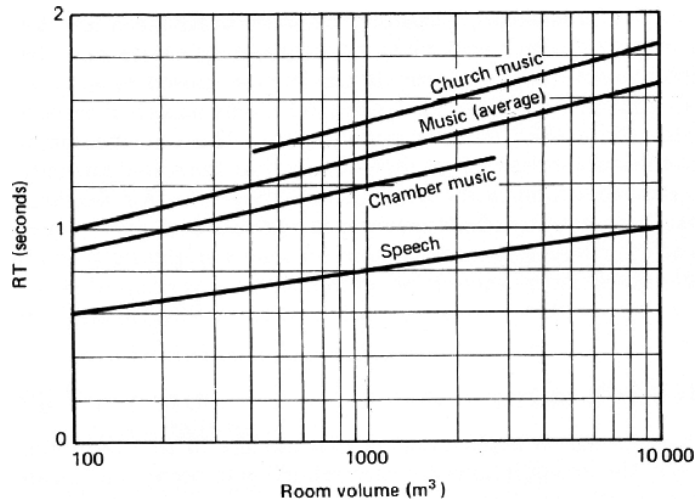
Şekil 3.14 Farklı akustikçilerin optimum yansışım süreleri (Long, 2006).

Halen kullanılmakta olan optimum yansıım sürelerinin 500 Hz frekans baz alınarak yapılan bir özetini de Beranek vermiştir (Beranek L. , 1996, s. 425) (Şekil 3.15).



Şekil 3.15 Farklı hacim ve kullanım özellikleri için optimum yansıım süreleri

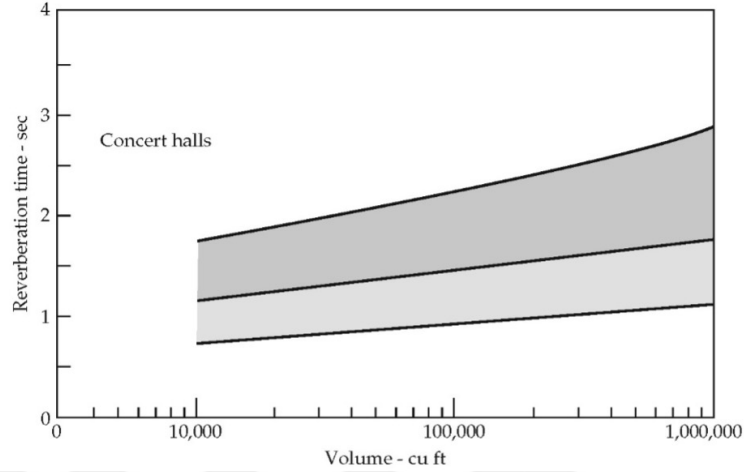
Pretlove ve Turner'a göre optimum yansıım süresi grafiği Şekil 3.16'da verilmiştir.



Şekil 3.16 Pretlove ve Turner'a göre hacim ve işleve göre optimum yansıım süresi

Everest ve Pohlmann, Master Handbook of Acoustics kitabında, Öznel yargıların da optimum yansıım süresini belirlemede etkin olduğunu belirtmişlerdir. Konser

salonlarında olması gereken optimum yansıım süresini müzik türü ve alanın hacmine göre oldurdukları tablo ise Şekil 3.17’de görölmektedir. Senfonik müzikler için üstte yer alan boyalı alan, opera ve oda müzikleri için ise altta yer alan açık renk boyalı alan optimum yansıım süresi/hacim grafiğini göstermektedir.



Şekil 3.17 Everest ve Pohlmann’a göre optimum yansıım süresi ve hacim grafiği

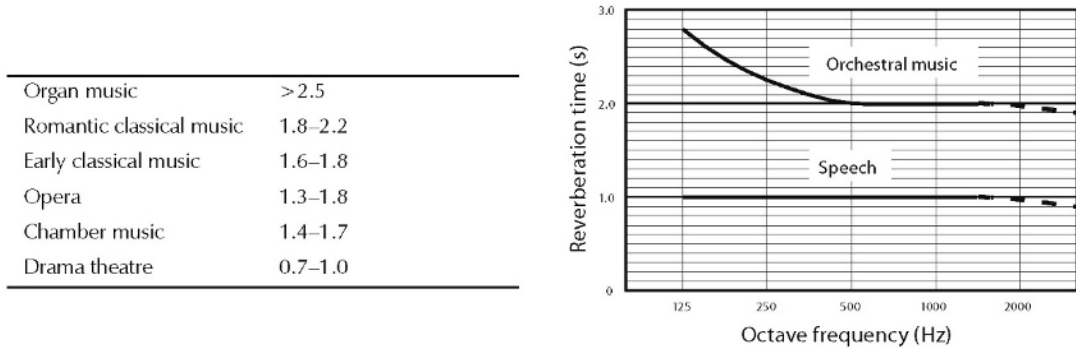
Bir diğr yazar Rossing, oda müziğı ve senfonik müziğı göre genel kabul gören yansıım süreleri ve diğr hacim akustiğı parametrelerini Şekil 3.18’de vermiştir (Rossing, 2007).

Parameter	Symbol	Chamber music	Symphony
Hall size	V/N	2500 m ³ /300 seats	25 000 m ³ /2000 seats
Reverberation time	T	1.5 s	2.0–2.4 s
Early decay time	EDT	1.4 s	2.2 s
Strength	G	10 dB	3 dB
Clarity	C	3 dB	–1 dB
Lateral energy fraction	LEF	0.15–0.20	0.20–0.25
Interaural cross correlation	1 – IACC	0.6	0.7
Early support	ST_{early}	–10 dB	–14 dB

Şekil 3.18 Müzik türlerine göre yansıım süresi ve diğr hacim akustiğı parametrelerinin optimum değrleri

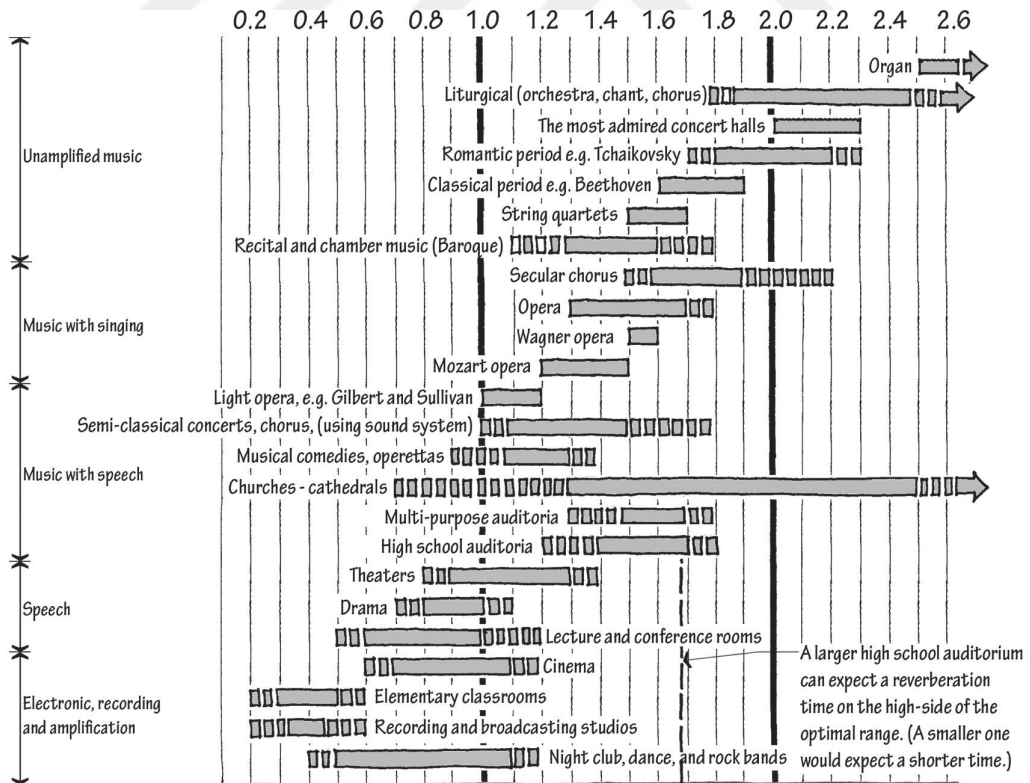
Barron ise “Auditorium Acoustics” isimli kitabında (Barron M. , 2010), Oditoryumlar için optimum yansıım süresinin icra edilecek performans bazında belirlenmesi gerektiğini yazmıştır. Literatürde ise optimum yansıım süresinin,

salon hacminin bir fonksiyonu olduğu konusunda pek çok yazı bulunmaktadır. Bu yaklaşımı Barron, küçük resital salonları için uygun görmüştür (Şekil 3.19).



Şekil 3.19 Müzik türlerine göre optimum yansıma süreleri

Ermann ise (Ermann, 2015), Egan'ın kitabından uyarladığı farklı kullanımlar için yansıma sürelerini bir tablo haline getirerek yayınlamıştır (Şekil 3.20).



Şekil 3.20 Tüm kullanımlara göre optimum yansıma süresi aralıkları

Optimum yansıma süresi için yapılan araştırmalar sonucunda elde edilen bilgiler değerlendirildiğinde ve bir araya getirildiğinde Tablo 3.6'daki optimum yansıma süresi aralıkları ortaya çıkmaktadır.

Tablo 3.6 Farklı akustikçilere göre optimum yansıma süreleri

	Beranek	Doelle, Knudsen & Harris, Long	Everest & Pohlman	Barron	Michael Erman	Turner
13000 m ³	1,8s	1,8-2,2s	1,7-2,6s	1,8-2,2s	1,8-2,5s	1,8s

13000m³'lük konser amaçlı bir salonun optimum yansıma süresinin en az 1.7sn en fazla 2.6sn olduğu görülmektedir. Aynı zamanda 1.8sn en fazla tavsiye edilen yansıma süresidir. Bu bilgiler doğrultusunda, 1.8 saniyenin biraz üzerinde olan 1.9 saniyelik optimum yansıma süresinin her üç hacim için de uygun olduğu kabul edilmiştir.

3.3.2 Erken Düşme Zamanı EDT

Genel olarak müzik amaçlı salonların akustiği iki kısımda ele alınabilir; erken ses ve geç yansımış ses. Erken sesler bazen erken düşme zamanı, samimiyet, netlik ve yanal genişlik açısından değerlendirilir. Geç yansımış ses, geç yansıma düşme zamanı, sıcaklık, ses yüksekliği ve parlaklık olarak kabul edilebilir. Yansıma ayrıca iki kısımda düşünülebilir, erken ve geç yansıma. İnsan kulağı erken yansımalarla karşı çok hassastır. Bunun nedeni çoğu müzikte, geç yansımının, sonraki notalar tarafından kısmen maskelenmesidir. Erken yansıma, büyük oranda tüm yansıma hakkındaki öznel değerlendirmemizi tanımlar (Rossing, 2007).

Erken Düşme Zamanı (EDT), sesin kaynaktan çıktıktan sonra 10dB azalması ve 6 faktörü ile çarpılması için geçen süredir. Yansıma süresi 60dB azalma için geçen süre olduğundan, bu sürenin yaklaşık altıda birine denk gelen eşdeğer bir zaman periyodunda faktör 6, EDT ve RT arasında doğrudan bir karşılaştırma yapılmasını sağlar (Beranek L. , 2004).

EDT (Erken Düşme Zamanı), yansımasının T (Yansıma) 'den daha iyi bir tanımlayıcısı olmasına rağmen, T hala en önemli nesnel parametre olarak kabul edilmektedir. Bu esas olarak T ile diğer hacim akustiği parametrelerinin çoğu arasındaki genel ilişkiden kaynaklanmaktadır. Birçok hacim akustiği teorisi, özellikle ses gücü, ses yutulması ve ses izolasyonu ölçümlerinin temeli olan yayınık alan teorisi ile değil, bu kavramla ilgilidir (Rossing, 2007).

Teorik olarak tam yayınık alan sağlandığı durumlarda, EDT ile RT'nin birbirine eş olması beklenir. Erken düşme zamanı EDT frekanslara göre farklılık gösterdiği için, hacimlerdeki ortalama değeri göstermesi açısından 500 ve 1000Hz oktav bantlarının ortalaması ($EDT_{500Hz+1000Hz}$) alınmaktadır.

EDT hacmin formuna, özellikle ilk 100ms'deki erken yansımalarla çok duyarlıdır. Erken düşme zamanı, Yansıma süresinden %10 dan fazla farklılık göstermemelidir. (Sacre, Mapp, & Saunders, 1997).

3.3.3 Netlik C80

Müzik için netlik C80, erken sesteki enerjinin, yansıyan sesteki enerjiye oranı olarak tanımlanabilir. Desibel (dB) cinsinden ifade edilir (Beranek L. , 2004).

C80, özellikle müzik dinleme için hassas algılanan netlik ve yansıma arasındaki denge ile ilgilidir. Dolaysız sesin 80ms içindeki enerjisi, dolaysız sesin ve erken yansımaların enerjisini içerir (Barron M. , 2010).

Netlik (Clarity) parametresi sesin kaynaktan çıktıktan sonraki ilk 0-80ms süre içindeki enerjisinin, 80ms den sonraki enerjisine oranı olarak da ifade edilebilir.

C “Clarity” bir konser salonunda müziğin şeffaflığını karakterize etmeyi amaçlayan parametre olarak ortaya çıkmıştır. Orijinal ismi “KlarheristmaB” dır. İlk olarak Reichardt tarafından tanımlanmıştır. Çeşitli orkestra müziği için olası C değerleri öznel tercihelere dayalı olarak hesaplanmıştır. Hızlı müzikal pasajlarda C nin 0dB olması yeterli olmaktadır. Buna karşılık C -3dB tolere edilebilmektedir (Reichardt, Abdel Alim, & Schmidt, 1974).

Formülü şu şekilde ifade edilir (Kuttruff, 2009) ;

$$C = 10 \log_{10} \left[\int_0^{80ms} [g(t)]^2 dt \div \int_{80ms}^{\infty} [g(t)]^2 dt \right] \quad (3.2)$$

$g(t)$ = Patlama yanıtı (impulse response)

C80 formülü ISO-3382 ye göre de aşağıdaki gibi gösterilebilir (Christensen, Koutsouris, & Rindel, 2013) ;

$$C_{80} = 10 \log_{10} \left[\int_0^{80ms} p^2(t) dt \div \int_{80ms}^{\infty} p^2(t) dt \right] \quad (3.3)$$

$P(t)$ = Zamana bağlı olarak patlama yanıtı (impulse response)

C80 frekansa göre değiştiğinden dolayı, hacim genel fikir verebilmesi için, 500Hz, 1000Hz ve 2000Hz oktav bantların ortalaması alınarak C80 (3) geliştirilmiştir. Günümüzde C80 değeri için literatürde -4db ile +1dB arası müzik için kabul edilebilir aralık olarak görülmektedir ve çalışmada bu değerler kullanılmıştır.

3.3.4 Yanal Enerji Oranı LF

Konser salonlarında dinleyiciler, sahnedeki müzisyenlerin yatay düzlemdeki yerlerini ve açılarını, müzisyenlerden olan uzaklık ve yükseklikleri, bulundukları salonun hacmini algılayabilirler. Hacimlilik (Spaciousness) olarak tanımlanan bu parametre, dinleyicinin ses tarafından sarmalandığını algılaması olarak tanımlanabilir.

Yan yüzeylerden gelen yansımalar Hacimliliği etkilemekte ve fazlalaştıkça bu etki güçlenmektedir (Kuttruff, 2009).

Hacimlilik ile ilgili son yıllarda çok fazla çalışma yapılmış ve bunla ilgili iki özellik tanımlanmıştır. İşitsel Kaynak Genişliği ASW (Auditory Source Width) ve Dinleyicinin Kuşatılması LE (Listener Envelopment). ASW, kaynağın dinleyici tarafından ne kadar geniş algılanışını tanımlamaktadır. LE ise dinleyicideki sarmalanmışlık etkisidir. Yapılan çalışmalar sonucunda hacimlilik ile ilgili nesnel parametreler ortaya konmuştur. ASW'nin tanımlayıcısı olarak Kulaklarası Çapraz Korelasyon Katsayısı IACC (Interaural Cross Correlation Coefficient), LE için ise Yanal Enerji Oranı LEF (Lateral Energy Fraction) geliştirilmiştir.

LEF formülü aşağıdaki gibi gösterilebilir (Kuttruff, 2009);

$$LEF = \int_{5ms}^{80ms} [g(t) \cos \theta]^2 dt \div \int_0^{80ms} [g(t)]^2 dt \quad (3.4)$$

$g(t)$ = patlama yanıtı (impulse response)

LF4 olarak gösterilen yanal enerji oranı, dinleyici konumunda ses kaynağının bulunduğu yönden gelmeyen (ya da dinleyicinin 180 derece arkasından) sesin, ses kaynağı dahil tüm yönlerden gelen sese oranına eşittir. Yanal enerji oranı, 0 ila 80ms zaman aralığını kapsar, ve 4 oktav banttaki (125, 250, 500 ve 1000Hz) yanal enerji oranlarının ortalamasına eşittir (Beranek L. , 2004).

LF4 için literatürde farklı aralıklar kabul edilebilmektedir. Genel olarak bakıldığında geniş konser salonlarında LF4 değeri 0 ila 0.5 arasında değişmektedir (Kuttruff, 2009). Literatüre bakıldığında, LF4 değerlerinin, genellikle 0.1 ila 0.25 arasında uygun olduğu görülmektedir. Çalışmada bu değerler kullanılmıştır.

3.3.5 Hacim Akustiği Parametrelerinin Öznel Ayırım Aralıkları

Hacim akustiğine kullanılan parametreler çeşitlilik göstermektedir. ISO 3382’de Zamana bağlı parametreler yansıma süresi T30 (veya RT60), erken düşme zamanı EDT, ses enerjisi ile ilgili parametreler güç G, netlik C50/C80, açıklık D50/D80, merkez zamanı Ts, yanal enerji oranı LF, bunların yanında kulaklararası çapraz korelasyon katsayısı IAAC ve erken destek St olarak belirtilmiştir. Bu parametreler ve çalışma kapsamında kullanılması uygun görülen parametrelerin kabul edilebilir değerleri ve öznel ayırım aralıkları ISO-3382’ye göre Tablo 3.7’de gösterilmiştir.

Tablo 3.7 Hacim akustiği parametreleri kabul edilebilir değerleri ve öznel ayırım aralıkları

	HACİM AKUSTİĞİ PARAMETRELERİ		TANIM	KABUL EDİLEBİLİR ARALIK		ÖZNEL AYRIM ARALIĞI
				Oda Müziği (2500m3)	Semfonik Müzik(25000m3)	
ISO 3382	ZAMAN İLE İLGİLİ	EDT (0 to -10 dB)	Erken Düşme Zamanı	1.4s	2.2s	5%
		T ₂₀ (-5 to -15 dB)	Yansıma Süresi 20			5%
		T ₃₀ (-5 to -15 dB)	Yansıma Süresi 30			5%
		RT60	Yansıma Süresi	1.5s	2.0-2.4s	5%
	SES ENERJİSİ İLE İLGİLİ	G	Gürlük	10 dB	3dB	1 dB
		C ₅₀ /C ₈₀	Netlik	3dB	-1dB	1 dB
		D ₅₀ /D ₈₀	Tanım			0.05
		T _s	Merkez Zamanı			10mS
		LF	Yanal Enerji Oranı	0.15-0.20	0.20-0.25	5%
		IACC	Kulaklararası Çapraz Korelasyon Katsayısı	0.6	0.7	
		ST _{early}	Erken Destek	-10dB	-14dB	

Çalışmada kullanılacak parametreler ve tablodaki değerler gözönünde bulundurularak referans değer olarak alınacak kabul edilebilir aralıklar belirlenmiştir. Parametreler salonun genel ortalaması ile birlikte aynı zamanda oturma grupları üzerinde yer alan grid bölge değerlerinde de kullanılacağı için, frekans bazında ortalama değer olarak düşünülmüştür. Yansıma süresi T30 için

+-%5, erken düşme zamanı EDT için yansıma süresinin %90' ı ve +-%5, netlik C80 için +1 ve -4 dB değerleri arası, yanal enerji oranı LF için 0.1 ve 0.25 değerleri arası parametrelerin kabul edilebilir değerleri olarak alınmıştır (Tablo 3.8).

Tablo 3.8 Kullanılacak parametrelerin kabul edilebilir aralıkları

	Kabul Edilebilir Aralık
T30 (500Hz+1000Hz)	$\pm\%5$ T30
EDT (500Hz+1000Hz)	$\pm\%5$ (T30*%90)
C80 (3) (500Hz+1000Hz+2000Hz)	+1>C80>-4
LF (4) (250Hz+500Hz+1000Hz+2000Hz)	0,10<LF<0,25

3.4 Hacim Akustiği Modelleme Yazılımının Belirlenmesi

Bir hacmin akustik açıdan değerlendirilebilmesi için günümüzde artık bilgisayar ortamında çalışan yazılımlar kullanılmaktadır. Akustik hesapların çok karmaşık olması ve tasarlanan salonların mimari biçimlenişleri ile birlikte bu yazılımlar, gerçeğe çok yakın sonuçlar vermesiyle neredeyse standart haline gelmiştir. Bu yazılımları kullanarak sadece akustik hesaplamalar değil, aynı zamanda hacim içerisinde işitselleştirme, görselleştirme gibi farklı özellikler de elde edilebilmektedir.

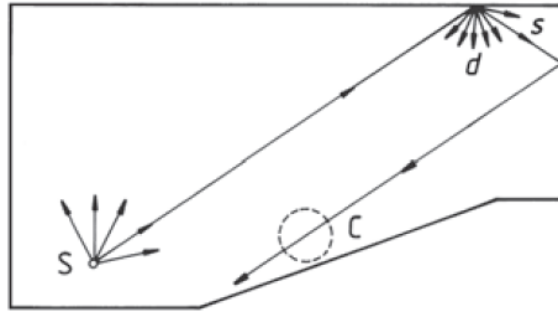
Hali hazırda kullanımda bulunan, ticari ve ticari olmayan çok fazla yazılım bulunmaktadır. Bu yazılımlar genel olarak hesap yaparken başlıca 3 değişik yöntem uygulamaktadır:

- Işın izleme Yöntemi (Ray Tracing)
- Görüntü Kaynak Yöntemi (Image Source Method)
- Birleşik -Hibrit Yöntem (Hybrid Method)

Her yöntem farklı hacim akustiği yazılımlarında kullanılmaktadır.

3.4.1 Işın İzleme Yöntemi

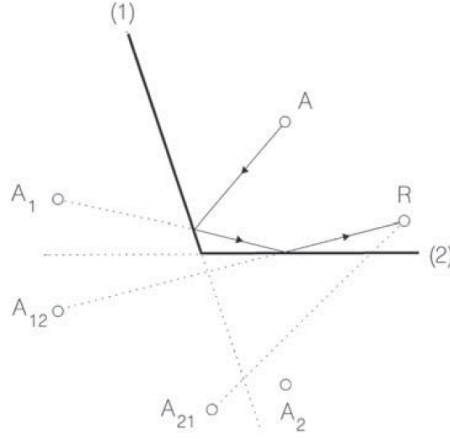
Bu yöntemde, bir t zamanında, belirli bir konumdaki ses kaynağından her yöne çok sayıda ses ışını yaydığı düşünülür. Her bir ışın, düzlem olduğu varsayılan bir duvara çarpana dek düz bir yol üzerinde hareket eder. Bu hareketin meydana geldiği nokta, önce ışın yolunun tüm duvar düzlemleri ile kesişimi hesaplanarak sonra ileri yönde en yakın olanı seçilerek elde edilir. Bu kesişim noktası, ışının aynasal veya dağınık olarak yansıtılacağı ilk nokta olarak belirlenir. Bu hesaplar yapılırken istenirse dağıtma katsayısı da eklenebilir ve havanın yutuculuğu da hesaba katılmalıdır. Işın izleme yöntemi süreci, pekçok yönden değiştirilip iyileştirilebilir. Bu açıdan ses yayılımının mutlaka çok yönlü olması gerekmez. Yönlü bir kaynak veya birkaç kaynak da kullanılabilir (Kuttruff, 2009).



Şekil 3.21 Işın izleme (ray tracing) yöntemi

3.4.2 Görüntü Kaynak Yöntemi;

Görüntü kaynak (image source) yöntemi aynı zamanda “ayna kaynak” (mirror source) yöntemi olarak da bilinmektedir. Bu yöntem oldukça eskiye dayanmaktadır. Pratik alanda uygulaması ise, sayısız oranda görüntü kaynağının oluşturulması ve ses alanına katkılarının toplanmasının bilgisayarlar yardımı ile kolay hale gelmesiyle olmuştur (Şekil 3.22) (Kuttruff, 2009).



Şekil 3.22 Görüntü kaynak yöntemi

Görüntü Kaynak yöntemi, bir ses ışını düzlem bir duvarla çarpıştığında ve yansıyan ses ışınının, duvar tarafından oluşturulan orijinal ses kaynağının ayna görüntüsü olan bir "görüntü kaynağından" kaynaklandığı düşünülebileceği fikrine dayanmaktadır (Rathnayake & Wanniarachchi, 2019).

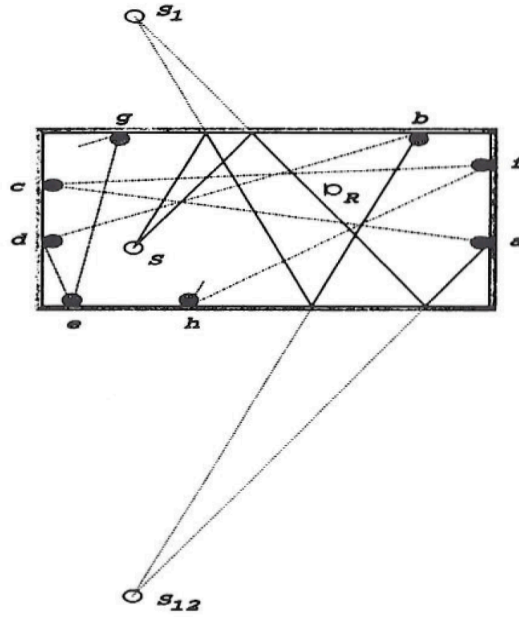
Bu yöntemle ışın izleme verileri, erken yansımalar için olduğu gibi, diğer görüntü kaynaklarının konumlarını oluşturmak için kullanılır. Bununla birlikte oluşturulan "görüntüler", yanıtın yansıyan bölümü ile ilgili bir varsayıma dayanarak ele alınır (Naylor, 1992).

Görüntü kaynak yönteminde gerçeğe çok yakın sonuçlar almak mümkündür. Ancak, hacim karmaşıklıklaştıkça, görüntü kaynak sayısı olması gerekenden çok daha fazla olabilmektedir. Bu yüzden karmaşık yüzeyli hacimlerde kullanışlı olmamaktadır.

3.4.3 Birleşik - Hibrit Yöntem

Işın İzleme ve Görüntü Kaynak metodlarının olumsuz özellikleri, bu yöntemin gelişimini sağlamıştır. Bu yöntemde iki metodun en iyi yönleri biraraya getirilmiştir. Buradaki ana fikir, geçerli olma olasılığı yüksek olan görüntü kaynaklarını bulmanın etkili bir yolunun, kaynaktan gelen ışınları izlemek ve çarptıkları yüzeyi not etmektir. Bu şekilde oluşturulan yansıma dizilerinin alıcı

konumuna göre bir katkı sağlayıp sağlamadığı test edilir (Şekil 3.23) (Rindel, 1995).



Şekil 3.23 Birleşik – Hibrit yöntem

3.4.4 Hacim Akustiği Yazılımı

Hacim akustiği yazılımları arasında ışın izleme ve görüntü kaynak metodlarının birleşimi olan birleşik-hibrit yöntemini kullanan ve dünyada büyük çoğunlukla referans olarak kabul edilmesinden dolayı Odeon programı, bu çalışmada akustik hesaplamalar için tercih edilmiştir.

BÖLGESEL DURUMUN BELİRLEYİCİLİĞİNİN ÖNEMİ ÜZERİNE YAKLAŞIM ÖNERİSİNİN UYGULAMASI ve DEĞERLENDİRİLMESİ

Hacim içerisindeki parametre dağılımlarının, hacmin akustik kalitesini etkilediği bilinmektedir. Bir hacmin akustik açıdan özelliğini tanımlayabilmek için en önemli parametre “yansıma süresi” olarak literatürde yer almaktadır. W.C. Sabine’in yaptığı çalışmalar sonucunda ortaya koyduğu bu parametre günümüzde de en belirleyici özelliğe sahip parametre kabul edilmektedir. Bununla birlikte, akustik bilimi geliştikçe hacmin değerlendirilmesi için yansıma süresi yanında daha farklı parametrelerin de ele alınması gerekliliği ortaya çıkmıştır.

Hacimleri bütünsel akustik kalite açısından değerlendirirken nesnel ve öznel yöntemlerin bir arada kullanılması daha sağlıklı sonuçlar vermektedir. Nesnel parametreleri hacim akustiği yazılımları ile hesapladıktan sonra, insan kulağının bu parametreleri nasıl değerlendireceğine dair öznel çalışmalar yapılması, akustik tasarımların doğruluğunu arttırmaktadır.

Tez çalışmasının bu bölümünde hacim içerisindeki bütünsel akustik kaliteyi değerlendirmek için bazı çalışmalar yapılmış ve bölgesel durumun belirleyiciliğinin önemini tespit etmek için bir yaklaşım önerisi sunulmuştur. Parametrelerin farklı hacim tiplerinde gösterdiği değişkenliği araştırmak ve bunları birbirleriyle karşılaştırmak için önceki bölümde belirlenen üç farklı salon tipi üzerinde çalışılarak, bilgisayar ortamında 3 boyutlu modelleri oluşturulmuştur. Bu modeller üzerinde seçilen parametrelerin kabul edilebilir aralıkları arasında kalacak şekilde malzeme/gereç yutuculukları tanımlanmıştır. Hacim akustiği hesaplamalarında son dönemde sıkça kullanılan dağıtma çarpanı katsayısını belirlemek için ayrı bir çalışma yapılmıştır. Bu hesaplar sonucunda, salonlardaki bölgesel dağılım parametre bazında incelenmiş ve değerlendirilmiştir.

4.1 Bilgisayar Modeli Kabulleri

Çalışma içerisinde, seçilen plan tipolojisindeki tüm salonlar bilgisayar ortamında AutoCAD yazılımı ile modellenmiştir. Odeon hacim akustiği programı, AutoCAD ile yapılan çizimleri yüzey model olarak kabul ettiği için, tüm salonlar buna uygun şekilde modellenmiştir. Yüzeylerin boyutları ile ilgili kabuller, Odeon kullanım kitabındaki tavsiyelere uygun şekilde yapılmıştır. Odeon, hesaplama için yüzeylerin çok küçük tutulmasından kaçınılmasını tavsiye etmektedir. Bu tür yüzeylerin kullanımı, hesaplamaları daha doğru yapmayacağı gibi, gereken süreyi de uzatacaktır (Odeon, 2020). Bu nedenle 10cm'den küçük yüzeylerden mümkün olduğunca kaçınılmaya çalışılmış ve bazı detaylar işlenmemiştir.

Hacimlerdeki yüzey yutuculuk özellikleri, mimari form ve büyüklük ile birlikte yansıma süresini (RT) etkileyen en önemli özelliklerdendir. Çalışma kapsamında modellenecek salonların yüzey yutuculukları, yaklaşık olarak aynı yansıma süresi elde etmeyi sağlayacak şekilde belirlenmiştir. Aynı zamanda frekans bazında da salonlar arasında yansıma süreleri açısından büyük farklar olmamasına dikkat edilmiştir. Yüzeylerin yutma katsayıları da her salon tipinde buna göre seçilerek değerlendirmeye alınmıştır. Yansıma süresini en fazla etkileyen gereçlerden olan koltuklar, tamamen dolu olacak şekilde düşünülmüştür. Tüm plan tipleri için ayrıntılı değerler ve gereçlerin yutuculuk katsayıları, kendi plan tiplerine ait bölümde ele alınmıştır.

Müzik amaçlı hacimlerde akustik hesaplamalar yapılırken, 125 Hz ile 4000 Hz arası oktav bantların değerlendirmeye alınması genelde yeterli olmaktadır. Bu çalışmada ise modellenen hacimlerde, orkestral müziğin icra edileceği düşünüldüğü için, daha geniş bir frekans aralığı tercih edilmiştir. Değerlendirmeye alınacak oktav bant frekansları 63Hz, 125Hz, 250Hz, 500Hz, 1000Hz, 2000Hz, 4000Hz ve 8000Hz olarak belirlenmiştir. Salonların genel ortalama değerleri için ise yine literatürde tercih edilen 63Hz-4000Hz aralığı kullanılmıştır.

Akustik hesaplamalar için kullanılan Odeon yazılımı, çeşitli ses kaynağı kullanımına olanak vermektedir (Odeon, 2020);

- Noktasal-Omni Kaynak (Omni-Directional Source)
- Çizgisel Kaynak (Line Source)
- Yüzey Kaynak (Surface Source)
- Sıralı Kaynak (Array Source)

Modellenen tüm salonlarda sahnede Noktasal (Omni Directional) ses kaynağı kullanılmıştır. Bu tür kaynaklar her yöne eşit ses enerjisi vermelidir. Gürlük (G) parametresi değerlendirmeye alınmamış olsa da, ses enerjisi ile ilgili kabullerin doğru hesaplanabilmesi için kaynağın ses düzeyi, Odeon kullanım kitabında belirtilen değerlere uygun olacak şekilde düzenlenmiştir. Buna göre kullanılan tüm oktav bantlarda ses gücü düzeyi 31dB olarak alınmış, kaynağın ses gücü düzeyi toplamda 40dB olmuştur (Tablo 4.1). Kaynağın sahne zemininden yüksekliği 160cm olarak belirlenmiştir.

Tablo 4.1 Oktav bantlara göre frekans bazında ses kaynağı gücü

63Hz	125Hz	250Hz	500Hz	1000H z	2000H z	4000H z	8000H z	Toplam Güç
31dB	31dB	31dB	31dB	31dB	31dB	31dB	31dB	40dB

Odeon hacim akustiği yazılımında hesaplamalar, enerji tabanlı olarak yapılmaktadır. Ses dalgaları, ışınlar ile gösterilmektedir (Odeon, 2020, s. 99).

Yazılımın “Room Setup” bölümünde hesaplamalar yapılırken, 3 ayrı hesaplama düzeyi önceden tanımlı olarak gelmektedir. Bunlar sırasıyla; “Survey”, “Engineering” ve “Precision” olarak adlandırılmıştır. Bu çalışmada en hassas yöntem olan “Precision” seçilmiştir. “Late Reflections” geç yansımalar ise “Precision” ön ayarında belirtilen değerden az olmamak kaydıyla tüm salonlar için 20000 olarak belirlenmiştir.

Dinleyici/alıcı noktalarını belirlemek ve parametrelerin birbirleri ile ilişkisini daha kolay değerlendirebilmek için, noktasal olarak değil, bölgesel alanlar üzerinde

çalışılmıştır. Her salonda tüm dinleyici bölgeleri, balkonlar dahil 90x90cm'lik karolajlara bölünmüş; her karolaj alanı, yaklaşık 2 kişilik dinleyicinin oturduğu yere denk gelecek şekilde hesaplanmıştır. Odeon program içerisinde, dinleyici alanı üzerinde yer alan karolajlı bölgeler, grid alanı olarak tanımlanmaktadır. Tüm salonlarda dinleyici bölgeleri üzerinde tanımlanan grid alanları, yerden 120cm yükseklikte olacak şekilde yerleştirilmiş ve hesaplar yapılmıştır.

4.2 Klasik Dikdörtgen Plan Tipi Hesaplamaları

Klasik Dikdörtgen plan tipinin, bilgisayar ortamında yapılan hesaplamaları ile ilgili değerlendirmeler aşağıda belirtilmiştir. Öncelikle Yansıma Süresinin (T30) belirlenen optimum düzeyde (1.9sn.) olmasını sağlamak için salonda kullanılan gereçlerin yutuculukları ve yüzeylerin alanları Tablo 4.2'de gösterilmiştir. Tabloda yutuculuk değerleri tanımlanan yüzeyler, bulundukları yere göre isimlendirilerek belirtilmiştir.

Tablo 4.2 Kullanılan gereçlerin yutma çarpanı değerleri

	Alan m2	63Hz	125Hz	250Hz	500Hz	1KHz	2KHz	4KHz	8KHz
Arka Duvarlar	280	0.09	0.09	0.67	0.49	0.21	0.09	0.07	0.07
Balkon Tavan	406	0.12	0.12	0.04	0.06	0.05	0.05	0.05	0.05
Sahne Yan Duvar	121	0.19	0.19	0.14	0.09	0.06	0.06	0.05	0.05
Tavan	930	0.14	0.14	0.1	0.06	0.05	0.04	0.03	0.03
Döşeme	602	0.1	0.1	0.07	0.05	0.06	0.06	0.06	0.06
Sahne Döşeme	166	0.1	0.1	0.07	0.05	0.06	0.06	0.06	0.06
Sahne Arka Duvar	171	0.18	0.18	0.12	0.1	0.09	0.08	0.07	0.07
Balkon Ön Yüzeyler	371	0.14	0.14	0.1	0.06	0.08	0.1	0.1	0.1
Yan Duvarlar	1001	0.12	0.12	0.04	0.06	0.05	0.05	0.05	0.05
Koltuklar (dolu)	1228.5	0.51	0.51	0.64	0.75	0.8	0.82	0.83	0.83

Belirlenen parametreler için salon ortalamaları Tablo 4.3, oktav bantlara göre parametre değerleri ve optimum aralıkları ise Tablo 4.4' de belirtilmiştir.

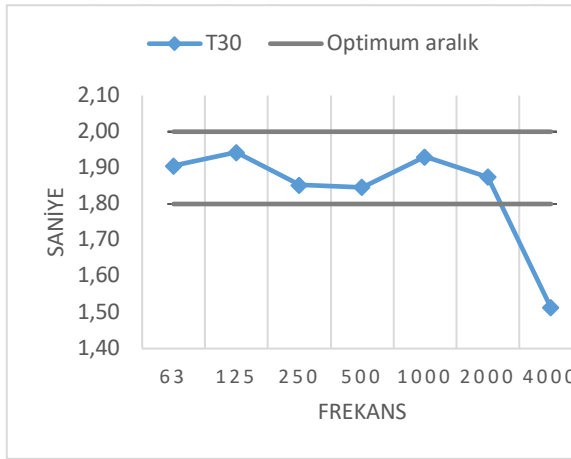
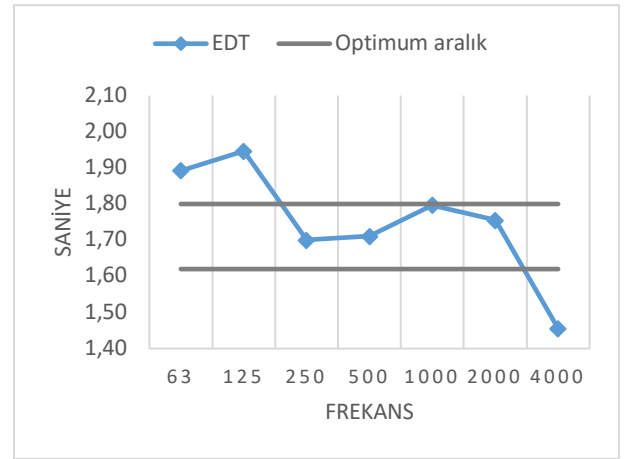
Tablo 4.3 Salonun ortalama parametre değerleri

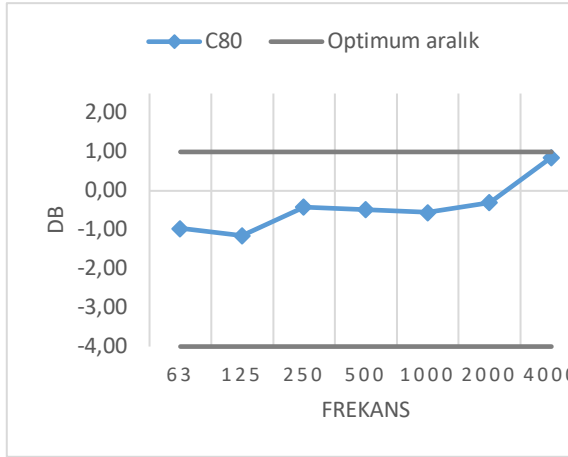
	ORTALAMA DEğER	OPTİMUM DEğER
T30 (500+1000)	1.89	$1,8 < T30 < 2$
EDT (500+1000)	1.75	$1,62 < EDT < 1,8$
C80_3 (500+1000+2000)	-0.44	$1 > C80 > -4$
LF_4 (250+500+1000+2000)	0.18	$0,10 < LF < 0,25$

Klasik Dikdörtgen tipli salonun, hesaplanan ortalama parametre değerlerinin optimum değerlerle karşılaştırılması sonucunda tüm değerlerin bu aralık içerisinde kaldığı görülmektedir.

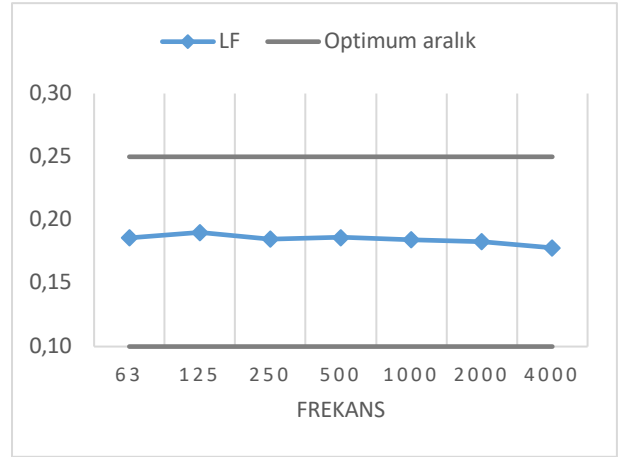
Tablo 4.4 Salonun oktav bantlardaki parametre değerleri

	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
T30	1.91	1.94	1.85	1.85	1.93	1.87	1.51	0.87
EDT	1.89	1.95	1.70	1.71	1.80	1.76	1.46	0.90
C80	-0.96	-1.15	-0.41	-0.48	-0.55	-0.30	0.86	4.57
LF	0.19	0.19	0.18	0.19	0.18	0.18	0.18	0.16

**Şekil 4.1** Dikdörtgen plan tipi frekans bazında T30 değerleri**Şekil 4.2** Dikdörtgen plan tipi frekans bazında EDT değerleri



Şekil 4.3 Dikdörtgen plan tipi frekans bazında C80 değerleri



Şekil 4.4 Dikdörtgen plan tipi frekans bazında LF değerleri

Tüm parametrelerin frekans bazında değerleri T30 Şekil 4.1’de, EDT Şekil 4.2’de, C80 Şekil 4.3’de, LF Şekil 4.4’de olacak şekilde gösterilmiştir.

4.3 Yanal Yüzeyli Dikdörtgen Plan Tipi Hesaplamaları

Yanal yüzeyli dikdörtgen plan tipinin, bilgisayar ortamında yapılan hesaplamaları ile ilgili değerlendirmeler, klasik dikdörtgen plan tipindeki gibi tablolarla gösterilmiştir. Yansıma Süresinin (T30) belirlenen optimum düzeyde (1.9sn.) olmasını sağlamak için, salonda kullanılan gereçlerin yutuculukları ve yüzeyleri belirlenerek Tablo 4.5’de detaylı şekilde açıklanmıştır. Tabloda yutuculuk değerleri tanımlanan yüzeyler, bulundukları yere göre isimlendirilerek belirtilmiştir.

Tablo 4.5 Kullanılan gereçlerin yutma çarpanı değerleri

	Alan m2	63Hz	125Hz	250Hz	500Hz	1KHz	2KHz	4KHz	8KHz
Arka Duvarlar	239	0.09	0.09	0.67	0.49	0.21	0.09	0.07	0.07
Balkon Tavan	380	0.19	0.19	0.14	0.09	0.06	0.06	0.05	0.05
Sahne Yan Duvar	150	0.19	0.19	0.14	0.09	0.06	0.06	0.05	0.05
Tavan	910	0.15	0.15	0.11	0.1	0.07	0.06	0.07	0.07
Döşeme	543	0.1	0.1	0.07	0.05	0.06	0.06	0.06	0.06
Sahne Döşeme	158	0.1	0.1	0.07	0.05	0.06	0.06	0.06	0.06
Balkon Ön Yüzey	325	0.18	0.18	0.12	0.1	0.09	0.08	0.07	0.07
Yan Duvarlar	1240	0.12	0.12	0.04	0.06	0.05	0.05	0.05	0.05
Koltuklar(dolu)	1204	0.51	0.51	0.64	0.75	0.8	0.82	0.83	0.83

Belirlenen parametreler için salon ortalamaları, oktav bantlara göre parametre değerleri ve optimum aralıkları ise Tablo 4.6'da belirtilmiştir.

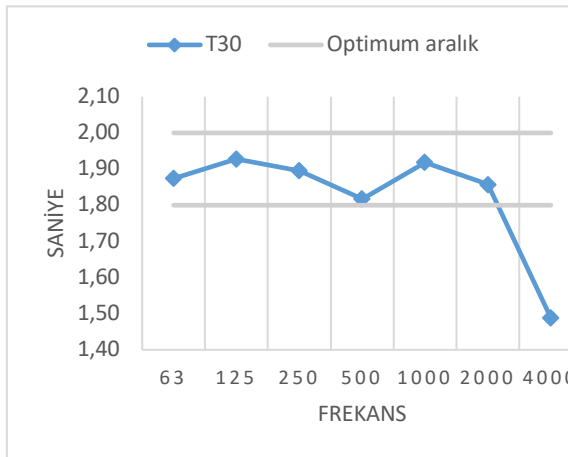
Tablo 4.6 Salonun ortalama parametre değerleri

	OPTİMUM ARALIK	ORTALAMA DEĞER
EDT (500+1000)	$1,62 < EDT < 1,8$	1.75
T30 (500+1000)	$1,8 < T30 < 2$	1.87
C80 (3) (500+1000+2000)	$1 > C80 > -4$	-0.03
LF (4) (250+500+1000+2000)	$0,10 < LF < 0,25$	0.22

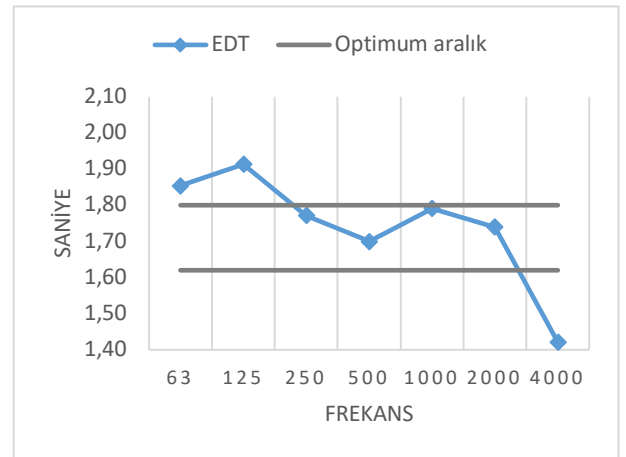
Yanal Yüzeyli Dikdörtgen Plan tipli salonun, hesaplanan ortalama parametre değerlerinin optimum değerlerle karşılaştırılması sonucunda tüm değerlerin bu aralık içerisinde kaldığı görülmektedir. Aynı şekilde salonun oktav bantlardaki parametre değerleri ise Tablo 4.7'de gösterilmiştir.

Tablo 4.7 Salonun oktav bantlardaki parametre değerleri

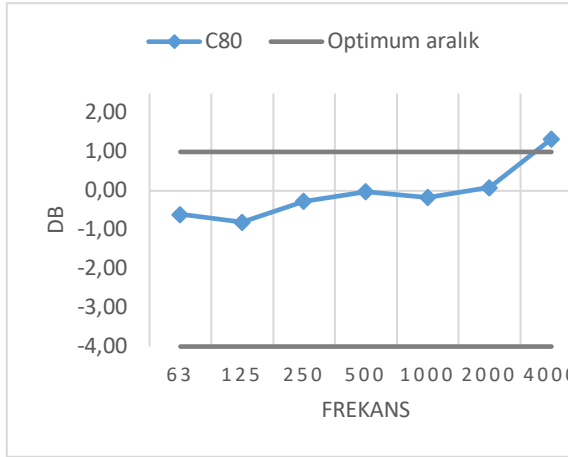
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
T30	1.87	1.93	1.90	1.82	1.92	1.86	1.49	0.87
EDT	1.85	1.91	1.77	1.70	1.79	1.74	1.42	0.85
C80	-0.60	-0.80	-0.27	-0.02	-0.17	0.09	1.33	5.02
LF	0.22	0.23	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22	0.20



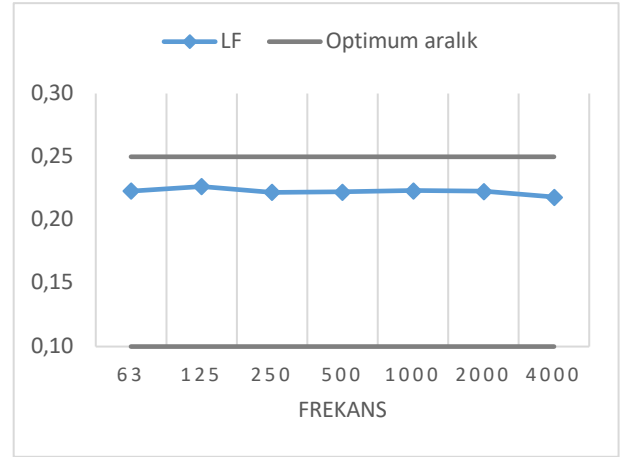
Şekil 4.5 Yanal yüzeyli dikdörtgen plan tipi frekans bazında T30 değerleri



Şekil 4.6 Yanal yüzeyli dikdörtgen plan tipi frekans bazında EDT değerleri



Şekil 4.7 Yanal yüzeyli dikdörtgen plan tipi frekans bazında C80 değerleri



Şekil 4.8 Yanal yüzeyli dikdörtgen plan tipi frekans bazında LF değerleri

Tüm parametrelerin frekans bazında değerleri ise T30 Şekil 4.5’de, EDT Şekil 4.6’da, C80 Şekil 4.7’de, LF Şekil 4.8’de verilmiştir.

4.4 Üzümbağı/Arena Plan Tipi Hesaplamaları

Üzümbağı/Arena plan tipinin, diğer iki plan tipinde olduğu gibi bilgisayar ortamında hesapları yapılmış ve bu hesaplamalar ile ilgili değerlendirmeler aşağıda belirtilmiştir. Yansıma süresini (T30) diğer hacimlerde olduğu gibi, belirlenen optimum düzeyde (1.9sn.) tutmak için salonda kullanılacak gereçlerin yutuculukları ve yüzeylerin alanları Tablo 4.8’de gösterilmiştir. Tabloda yutuculuk değerleri tanımlanan yüzeyler, bulundukları yere göre isimlendirilmiştir.

Tablo 4.8 Kullanılan gereçlerin yutma çarpanı değerleri

	Alan m2	63Hz	125Hz	250Hz	500Hz	1KHz	2KHz	4KHz	8KHz
Tavan	845	0.17	0.17	0.32	0.12	0.06	0.03	0.02	0.02
Tavan Bordür	447	0.19	0.19	0.14	0.09	0.06	0.06	0.05	0.05
Döşeme	585	0.1	0.1	0.07	0.05	0.06	0.06	0.06	0.06
Sahne Döşeme	163	0.1	0.1	0.07	0.05	0.06	0.06	0.06	0.06
Sahne Duvarlar	160	0.18	0.18	0.12	0.1	0.09	0.08	0.07	0.07
Balkon Ön Yüzeyler	567	0.18	0.18	0.12	0.1	0.09	0.08	0.07	0.07
Arka ve Yan Duvarlar	944	0.18	0.18	0.12	0.1	0.09	0.08	0.07	0.07
Koltuklar(dolu)	1192	0.51	0.51	0.64	0.75	0.8	0.82	0.83	0.83

Belirlenen parametreler için salon ortalamaları, oktav bantlara göre parametre değerleri ve optimum aralıkları ise Tablo 4.9’da belirtilmiştir.

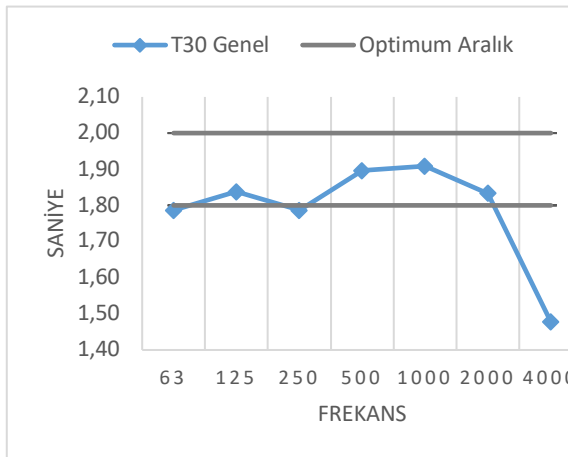
Tablo 4.9 Salonun ortalama parametre değerleri

	OPTİMUM ARALIK	ORTALAMA DEĞER
EDT (500+1000)	$1,62 < EDT < 1,8$	1.83
T30 (500+1000)	$1,8 < T30 < 2$	1.90
C80 (3) (500+1000+2000)	$1 > C80 > -4$	0.01
LF (4) (250+500+1000+2000)	$0,10 < LF < 0,25$	0.17

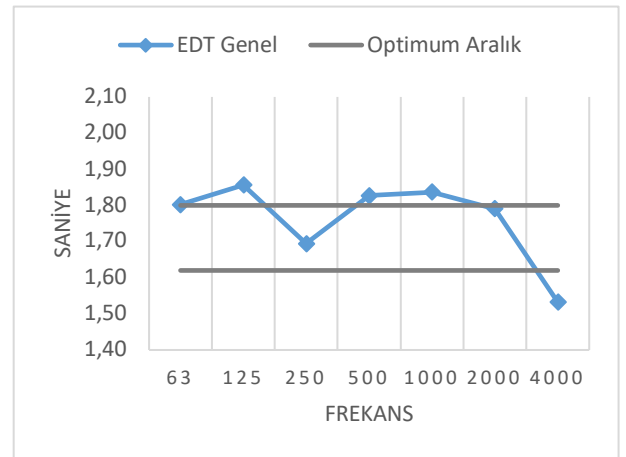
Üzümbağı plan tipli salonun, hesaplanan ortalama parametre değerlerinin optimum değerlerle karşılaştırılması sonucunda tüm değerlerin bu aralık içerisinde kaldığı görülmektedir. Salonun oktav bantlardaki parametre değerleri ise Tablo 4.10’da verilmiştir.

Tablo 4.10 Salonun oktav bantlardaki parametre değerleri

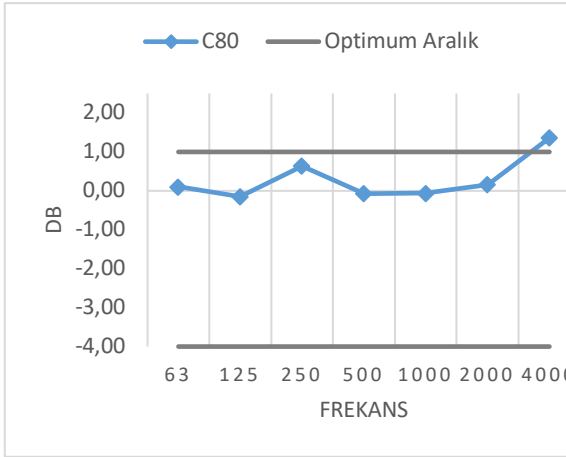
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
T30	1.79	1.84	1.79	1.90	1.91	1.83	1.48	0.87
EDT	1.80	1.86	1.69	1.83	1.84	1.79	1.53	0.94
C80	0.10	-0.15	0.64	-0.07	-0.06	0.16	1.36	5.34
LF	0.18	0.18	0.18	0.18	0.17	0.17	0.16	0.14



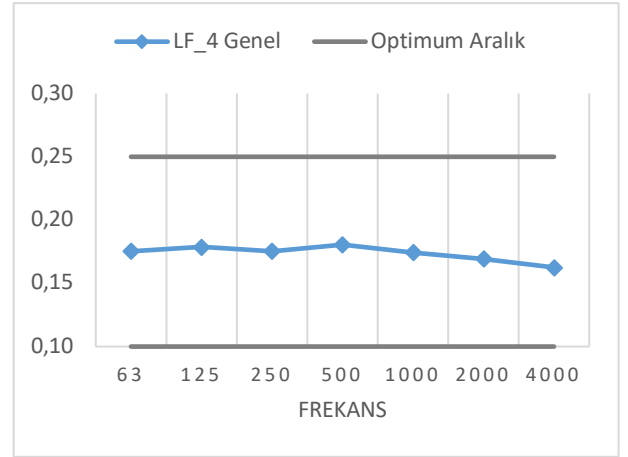
Şekil 4.9 Üzümbağı plan tipi frekans bazında T30 değerleri



Şekil 4.10 Üzümbağı plan tipi frekans bazında EDT değerleri



Şekil 4.11 Üzümbağı plan tipi frekans bazında C80 değerleri



Şekil 4.12 Üzümbağı plan tipi frekans bazında LF değerleri

Tüm parametrelerin frekans bazında değerleri T30 Şekil 4.9'da, EDT Şekil 4.10'da, C80 Şekil 4.11'de, LF Şekil 4.12'de gösterilmiştir.

4.5 Plan Tiplerine Göre Dağıtma Çarpanının Belirlenmesi

Hacim Akustiği hesaplamaları için kullanılan bilgisayar yazılımlarında, gereçlerin yutma çarpanları ile birlikte dağıtma çarpanlarının da eklenmesi, elde edilen sonuçların daha gerçekçi olmasını sağlamaktadır. Bu açıdan bakıldığında hacim akustiği programlarında bulunan dağıtma çarpanı parametresi, sıklıkla kullanılan bir özellik olmuştur. Hesapların gerçeğe yakınlığı ve doğruluğu açısından yüzeylere eklenen dağıtma çarpanının, sonuçları ne oranda etkilediği salon bazında bu bölümde incelenmiştir.

Dağıtma Çarpanı, doğrusal olmayan bir şekilde dağılan ses enerjisinin toplam yansıyan ses enerjisine oranı olarak tanımlanabilir. Bu çarpanın amacı, yüzeydeki dağılımı hacim akustiği modelleme yazılımlarında kullanmak üzere tanımlamaktır (Cox, Trevor J.; D'Antonio, P., 2009).

Bu bölümde, bilgisayar modeli üzerinde, yüzeylere verilecek dağıtma çarpanının, hacim akustiği parametre değerlerinin sonuçları üzerindeki olası etkisi incelenmiştir. Elde edilen sonuçlar, modellenecek salonların yüzeylerindeki

optimum çarpan değerinin belirlenmesi için kullanılmıştır. Salonlarda tavan ve yan yüzeylerde dağıtma çarpanının, belirlenen parametrelerden, yansıma süresi (T30), erken düşme zamanı (EDT), netlik (C80) ve yanal enerji oranı (LF) üzerindeki etkisi ortaya konmuştur.

Dinleyici alanı bir konser salonunda, hem koltukların malzemesi hem de icra edilen performansı dinleyen insan faktörü dolayısıyla yutuculuk ve dağıtıcılık açısından önemli bir yer tumaktadır. Salonların tamamı dinleyici ile dolu olarak düşünülmüş, dinleyici alanlarındaki dağıtma çarpanı Odeon kullanım kitabında önerilen şekilde frekans bazında 0,7 değeri olacak şekilde alınmıştır. Hacimlerde bulunan diğer farklı duvar ve tavan yüzeylerinin, yaklaşık 1-2cm'lik derinliği olan gereçlerle kaplı olduğu kabulü yapılmıştır. Buna göre yine Odeon yazılımının kullanım kılavuzunda belirtilen şekilde çarpan değeri 0,1 olarak alınmıştır. Tüm zemin kaplamaları ise, varsayılan değer olan 0,05 çarpan değerinde bırakılmıştır.

4.5.1 Klasik Dikdörtgen Plan Tipi

Klasik Dikdörtgen plan tipi için yapılan modele göre dağıtma çarpanı verilecek yüzeylerin alanları aşağıda Tablo 4.11'de gösterilmiştir. Hacmin parter, 1. ve 2. balkon alanlarında yer alan koltuk sayıları ise Tablo 4.12'de verilmiştir.

Tablo 4.11 Klasik dikdörtgen plan tipi için dağıtma çarpanı tanımlanan yüzeyler ve alanları

Klasik Dikdörtgen	Alan / m2
Yan Duvar	1173
Sahne Duvar	121
Tavan	930
Balkon Tavan	464
Balkon Ön Yüzey	371

Tablo 4.12 Klasik dikdörtgen plan tipi koltuk sayıları

	Parter	1. Balkon	2.Balkon	Toplam
Koltuk Sayısı	464	259	84	807

Salonda 1.9 saniyelik optimum Yansıma Süresi sağlandıktan sonra, yüzeylere sırası ile dağıtma çarpanı uygulanmış ve her birinin sonuçları tablolar halinde gösterilmiştir. Tüm hesaplamalarda Odeon yazılımının önermiş olduğu dinleyici koltuklarına 0,7 dağıtma çarpanı sabit olarak uygulanmıştır. Yapılan hesaplamalarda 3 farklı senaryo uygulanmıştır. İlk olarak, koltuklar hariç hiçbir yüzeye dağıtma çarpanı uygulanmamıştır. Sonuçlar Tablo 4.13'de gösterilmiştir.

Tablo 4.13 Kabul edilebilir aralık içerisinde kalan bölgeler, dağıtma çarpanı uygulanmamış

Klasik Dikdörtgen Plan Tipi	Dağıtma Çarpanı Yok							
	Parter 464 Grid		1.Balkon 259 Grid		2.Balkon 84 Grid		Toplam 807 Grid	
T30	410	88%	220	85%	49	58%	679	84%
EDT	294	63%	100	39%	19	23%	413	51%
C80	378	81%	204	79%	84	100%	666	83%
LF4	442	95%	247	95%	79	94%	768	95%
Tüm Parametreler	207	45%	49	19%	6	7%	262	32%

Sonraki aşamada koltuklar 0,7, yan duvarlar ve sahne duvarlarına 0,1 olacak şekilde dağıtma çarpanı verilmiştir (Tablo 4.14).

Tablo 4.14 Kabul edilebilir aralık içerisinde kalan bölgeler, yan duvarlar/sahne 0,1 dağıtma çarpanı uygulanmış

Klasik Dikdörtgen Plan Tipi	Dağıtma Çarpanı, Yan Duvarlar 0,10 / Sahne 0,10							
	Parter 464 Grid		1.Balkon 259 Grid		2.Balkon 84 Grid		Toplam 807 Grid	
T30	415	89%	65	25%	10	12%	490	61%
EDT	329	71%	58	22%	6	7%	393	49%
C80	375	81%	198	76%	84	100%	657	81%
LF4	442	95%	247	95%	80	95%	769	95%
Tüm Parametreler	227	49%	12	5%	0	0%	239	30%

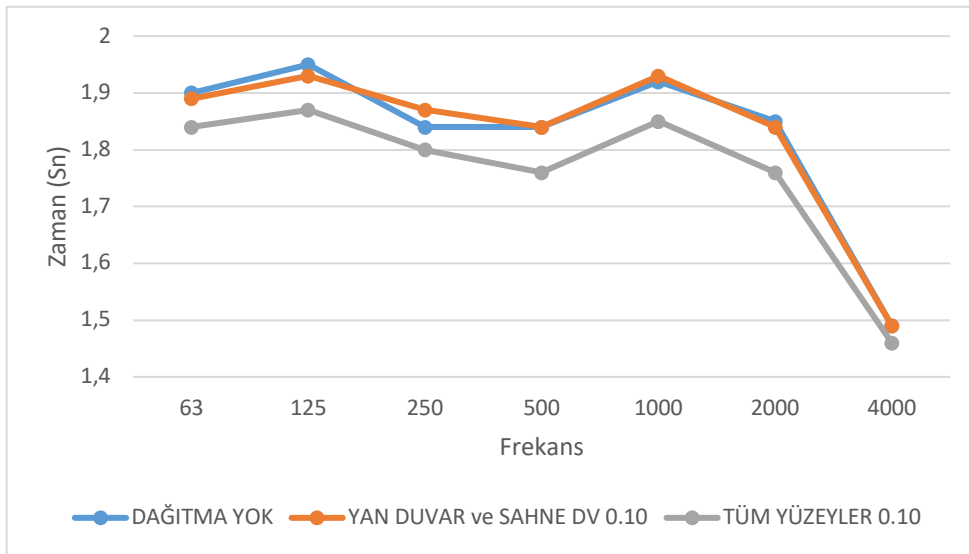
Son olarak koltuklar 0,7 yan duvarlar, sahne duvarları, tavan, balkon ön yüzeyleri ve balkon tavanları olmak üzere 0,1 dağıtma çarpanı uygulanarak hesaplar yapılmıştır. Tablo 4.15'de tüm yüzeylere uygulanan dağıtma çarpanı sonrası oluşan bölgesel durum görülmektedir.

Tablo 4.15 Kabul edilebilir aralık içerisinde kalan bölgeler, yan duvarlar/sahne/tavan/balkon tavan/ balkon ön yüzeyler 0,1 dağıtma çarpanı uygulanmış

Klasik Dikdörtgen Plan Tipi	Dağıtma Çarpanı, Yan Duvar 0,10 / Sahne 0,10 / Tavan 0,10 / Balkon Tavan 0,10 / Balkon Ön Yüzeyler 0,10							
	Parter 464 Grid		1.Balkon 259 Grid		2.Balkon 84 Grid		Toplam 807 Grid	
T30	300	65%	228	88%	70	83%	598	74%
EDT	376	81%	158	61%	18	21%	552	68%
C80	375	81%	197	76%	84	100%	656	81%
LF4	442	95%	244	94%	79	94%	765	95%
Tüm Parametreler	219	47%	101	39%	18	21%	338	42%

Yapılan hesaplardan sonra oluşan tablolara bakıldığında dağıtma çarpanı verilen yüzey arttıkça, yayınlık da artmaktadır. Yüzeylere herhangi bir dağıtma çarpanı verilmeden yapılan hesaplamalarda 239 adet koltuk bölgesi tüm parametrelerde kabul edilebilir alan içerisinde kalırken, yüzey alanı arttırılarak belirtilen tüm yüzeylere dağıtma çarpanı verildiğinde kabul edilebilir alan içerisinde kalan koltuk bölgesi 338'e yükselmiştir.

Her üç farklı durum için hesaplanan yansıma süreleri değerlendirildiğinde elde edilen grafik Şekil 4.13'de görülmektedir. İlk iki durumda dağıtma çarpanı yansıma süresi üzerinde fazla etkili olmazken, tüm yüzeylere verilen dağıtma çarpanı, tüm frekanslarda yansıma süresini aşağı çekmiştir.



Şekil 4.13 Farklı dağıtma çarpanlarına göre yansıma süreleri

4.5.2 Yanal Yüzeyleri Farklı Dikdörtgen Plan Tipi

Yanal Yüzeyli Dikdörtgen plan tipi için yapılan modele göre dağıtma çarpanı verilecek yüzeylerin alanları aşağıda Tablo 4.16’da gösterilmiştir. Hacmin parter, 1. ve 2. balkon alanlarında yer alan koltuk sayıları ise Tablo 4.17’de verilmiştir.

Tablo 4.16 Yanal yüzeyli dikdörtgen plan tipi için dağıtma çarpanı tanımlanan yüzeyler ve alanları

Dikdörtgen Yanal	Alan / m2
Yan Duvar	1240
Sahne Duvar	150
Tavan	910
Balkon Tavan	381
Balkon Ön Yüzey	325

Tablo 4.17 Yanal yüzeyli dikdörtgen plan tipi koltuk sayıları

	Parter	1. Balkon	2.Balkon	Toplam
Koltuk Sayısı	418	269	64	751

Salonda 1.9 saniyelik optimum Yansıma Süresi sağlandıktan sonra, yüzeylere sırası ile dağıtma çarpanı uygulanmış ve her birinin sonuçları tablolar halinde gösterilmiştir. Tüm hesaplamalarda Odeon yazılımının önermiş olduğu dinleyici koltuklarına 0,7 dağıtma çarpanı sabit olarak uygulanmıştır. Yapılan hesaplamalarda 3 farklı senaryo uygulanmıştır. İlk olarak, koltuklar hariç hiçbir yüzeye dağıtma çarpanı uygulanmamıştır. Sonuçlar Tablo 4.18’de gösterilmiştir.

Tablo 4.18 Kabul edilebilir aralık içerisinde kalan bölgeler, dağıtma çarpanı uygulanmamış

Yanal Yüzeyli Dikdörtgen Plan Tipi	Dağıtma Yok							
	Parter 418 Grid		1.Balkon 269 Grid		2.Balkon 64 Grid		Toplam 751 Grid	
T30	395	94%	255	95%	57	89%	707	94%
EDT	299	72%	115	43%	9	14%	423	56%
C80	352	84%	209	78%	62	97%	623	83%
LF4	293	70%	248	92%	54	84%	595	79%
Tüm Parametreler	177	42%	92	34%	8	13%	277	37%

Sonraki aşamada koltuklar 0,7, yan duvarlar ve sahne duvarlarına 0,1 olacak şekilde dağıtma çarpanı verilmiştir (Tablo 4.19).

Tablo 4.19 Kabul edilebilir aralık içerisinde kalan bölgeler, yan duvarlar/sahne 0,1 dağıtma çarpanı uygulanmış

Yanal Yüzeyle Dikdörtgen Plan Tipi	Dağıtma Çarpanı, Yan Duvar 0,10 / Sahne 0,10							
	Parter 418 Grid		1.Balkon 269 Grid		2.Balkon 64 Grid		Toplam 751 Grid	
T30	394	94%	247	92%	57	89%	698	93%
EDT	310	74%	105	39%	5	8%	420	56%
C80	345	83%	211	78%	64	100%	620	83%
LF4	295	71%	240	89%	57	89%	592	79%
Tüm Parametreler	173	41%	80	30%	4	6%	257	34%

Son olarak koltuklar 0,7, yan duvarlar, sahne duvarları, tavan, balkon ön yüzeyleri ve balkon tavanları olmak üzere 0,1 dağıtma çarpanı uygulanarak hesaplar yapılmıştır. Tablo 4.20’de tüm yüzeylere uygulanan dağıtma çarpanı sonrası oluşan bölgesel durum görülmektedir.

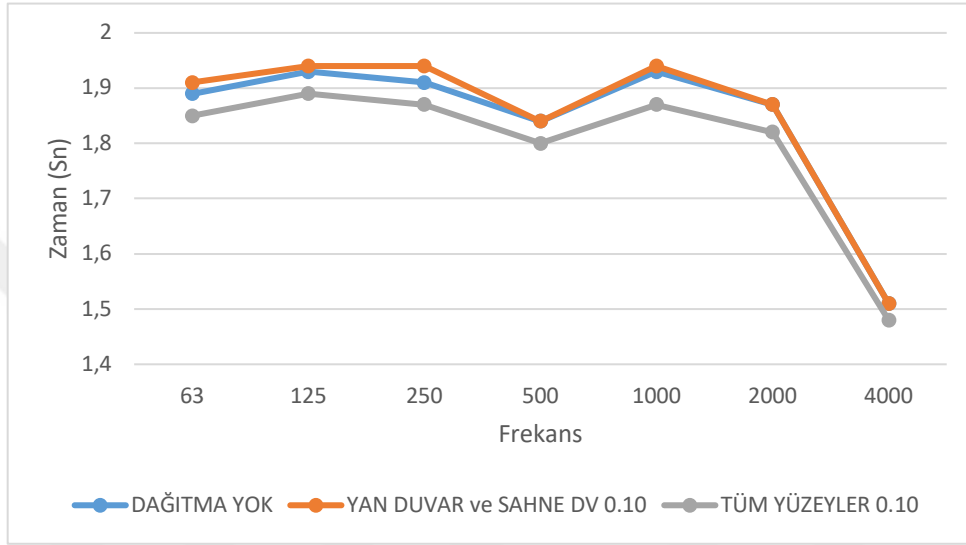
Tablo 4.20 Kabul edilebilir aralık içerisinde kalan bölgeler, yan duvarlar/sahne/tavan/balkon tavan/ balkon ön yüzeyler 0,1 dağıtma çarpanı uygulanmış

Yanal Yüzeyle Dikdörtgen Plan Tipi	Dağıtma Çarpanı, Yan Duvar 0,10 /Sahne 0,10 /Tavan 0,10 Balkon Tavan 0,10 /Balkn Ön Yüzeyler 0,10							
	Parter 418 Grid		1.Balkon 269 Grid		2.Balkon 64 Grid		Toplam 751 Grid	
T30	372	89%	236	88%	54	84%	662	88%
EDT	282	67%	134	50%	23	36%	439	58%
C80	347	83%	213	79%	63	98%	623	83%
LF4	295	71%	243	90%	56	88%	594	79%
Tüm Parametreler	170	41%	100	37%	17	27%	287	38%

Yapılan hesaplardan sonra oluşan tablolara bakıldığında dağıtma çarpanı verilen yüzey arttıkça, yayınlık da artmaktadır. Yüzeylere herhangi bir dağıtma çarpanı verilmeden yapılan hesaplamalarda 277 adet koltuk bölgesi tüm parametrelerde kabul edilebilir alan içerisinde kalırken, yüzey alanı arttırılarak belirtilen tüm yüzeylere dağıtma çarpanı verildiğinde kabul edilebilir alan içerisinde kalan koltuk bölgesi 287’e yükselmiştir. Klasik dikdörtgen plan tipi ile kıyaslandığında

çok daha az bir değişim olduğu görölmektedir. Yan yüzeylerin farklılaşması dolayısı ile tasarım aşamasından kaynaklı doğal bir dağıtma çarpanı etkisi olduğu düşünölebilir.

Her üç farklı durum için hesaplanan yansışım süreleri değerlendirildiğinde elde edilen grafik Şekil 4.14’de görölmektedir.



Şekil 4.14 Farklı dağıtma çarpanlarına göre yansışım süreleri.

Klasik Dikdörtgen planda olduğu gibi, bu plan tipinde de ilk iki durum yansışım süresi açısından benzer sonuç gösterirken, dağıtma çarpanının tüm yüzeylere uygulandığı durumda yansışım süresi tüm frekanslarda biraz gerilemiştir.

4.5.3 Üzümbağı Plan Tipi

Üzümbağı plan tipi için yapılan modele göre dağıtma çarpanı verilecek yüzeylerin alanları aşağıda Tablo 4.21’de gösterilmiştir. Hacmin parter, 1. ve 2. balkon alanlarında yer alan koltuk sayıları ise Tablo 4.22’de verilmiştir.

Tablo 4.21 Üzümbağı plan tipi için dağıtma çarpanı tanımlanan yüzeyler ve alanları

Üzüm Bağı Plan Tipi	Alan / m2
Yan Duvar	943
Sahne Duvar	117
Tavan	1292
Balkon Tavan	-
Balkon Ön Yüzey	438

Tablo 4.22 Üzümbağı plan tipi koltuk sayıları

	Parter	1. Balkon	2.Balkon	Toplam
Koltuk Sayısı	108	183	450	741

Salonda 1.9 saniyelik optimum Yansıma Süresi sağlandıktan sonra, yüzeylere sırası ile dağıtma çarpanı uygulanmış ve her birinin sonuçları tablolar halinde gösterilmiştir. Tüm hesaplamalarda Odeon yazılımının önermiş olduğu dinleyici koltuklarına 0,7 dağıtma çarpanı sabit olarak uygulanmıştır. Yapılan hesaplamalarda 3 farklı senaryo uygulanmıştır. İlk olarak, koltuklar hariç hiçbir yüzeye dağıtma çarpanı uygulanmamıştır. Sonuçlar Tablo 4.23’de verilmiştir.

Tablo 4.23 Kabul edilebilir aralık içerisinde kalan bölgeler, dağıtma çarpanı uygulanmamış

Üzüm Bağı Plan Tipi	Dağıtma Yok							
	Parter 108 Grid		1.Balkon 183 Grid		2.Balkon 450 Grid		Toplam 741 Grid	
T30	97	90%	168	92%	209	46%	474	64%
EDT	10	9%	55	30%	112	25%	177	24%
C80	6	6%	146	80%	441	98%	593	80%
LF4	76	70%	97	53%	340	76%	513	69%
Tüm Parametreler	3	3%	22	12%	42	9%	67	9%

Sonraki aşamada koltuklar 0,7, yan duvarlar ve sahne duvarlarına 0,1 olacak şekilde dağıtma çarpanı verilmiştir (Tablo 4.24).

Tablo 4.24 Kabul edilebilir aralık içerisinde kalan bölgeler, yan duvarlar/sahne 0,1 dağıtma çarpanı uygulanmış

Üzüm Bağı Plan Tipi	Dağıtma Çarpanı, Yan Duvar 0,10/ Sahne 0,10							
	Parter 108 Grid		1.Balkon 183 Grid		2.Balkon 450 Grid		Toplam 741 Grid	
T30	90	83%	165	90%	347	77%	602	81%
EDT	86	80%	29	16%	72	16%	187	25%
C80	5	5%	142	78%	443	98%	590	80%
LF4	77	71%	95	52%	335	74%	507	68%
Tüm Parametreler	4	4%	14	8%	59	13%	77	10%

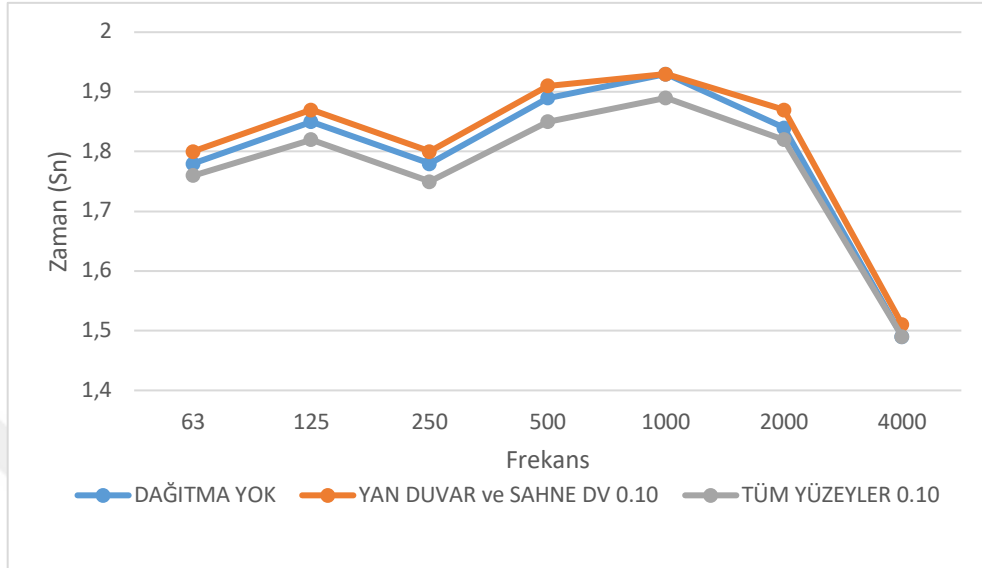
Son olarak koltuklar 0,7, yan duvarlar, sahne duvarları, tavan, balkon ön yüzeyleri ve balkon tavanları olmak üzere 0,1 dağıtma çarpanı uygulanarak hesaplar yapılmıştır. Tablo 4.25’de tüm yüzeylere uygulanan dağıtma çarpanı sonrası oluşan bölgesel durum görülmektedir.

Tablo 4.25 Kabul edilebilir aralık içerisinde kalan bölgeler, yan duvarlar/sahne/tavan/ balkon ön yüzeyler 0,1 dağıtma çarpanı uygulanmış

Üzüm Bağı Plan Tipi	Dağıtma Çarpanı, Yan Duvar 0,10 /Sahne 0,10 /Tavan 0,10 Balkon Parapetler 0,10							
	Parter 108 Grid		1.Balkon 183 Grid		2.Balkon 450 Grid		Toplam 741 Grid	
T30	74	69%	158	86%	362	80%	594	80%
EDT	89	82%	60	33%	101	22%	250	34%
C80	3	3%	136	74%	441	98%	580	78%
LF4	78	72%	100	55%	342	76%	520	70%
Tüm Parametreler	0	0%	33	18%	73	16%	106	14%

Üzümbağı plan tipi, diğer plan tiplerinden farklı bir yapıya sahip olduğu bilinmektedir. Bu yönden bakıldığında diğerlerine kıyasla daha az sayıda bölge kabul edilebilir aralık içerisinde kalmıştır. Sonuçlara bakıldığında dağıtma çarpanı verilen yüzey arttıkça, diğer plan tiplerinde olduğu gibi yayınlılık da artmaktadır. Yüzeylere herhangi bir dağıtma çarpanı verilmeden yapılan hesaplamalarda 67 adet koltuk bölgesi tüm parametrelerde kabul edilebilir alan içerisinde kalırken, yüzey alanı arttırılarak belirtilen tüm yüzeylere dağıtma çarpanı verildiğinde kabul edilebilir alan içerisinde kalan koltuk bölgesi 106’ya yükselmiştir.

Her üç farklı durum için hesaplanan yansıma süreleri değerlendirildiğinde elde edilen grafik Şekil 4.15’de görülmektedir.



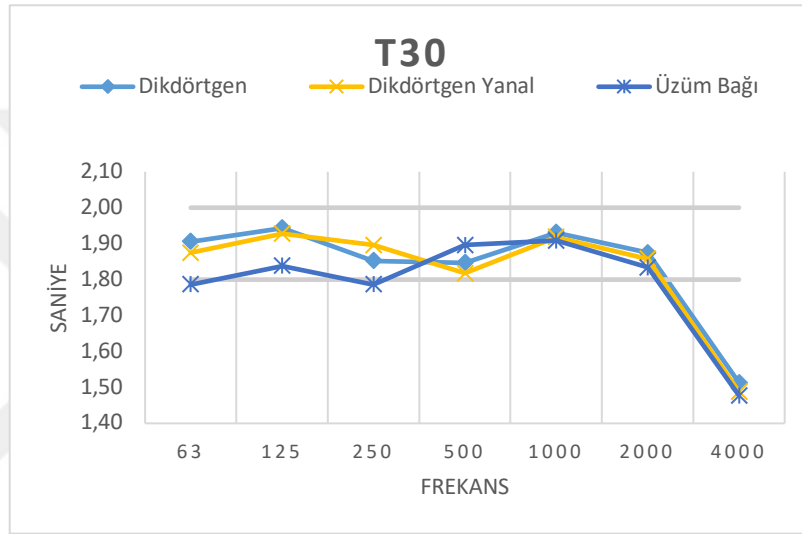
Şekil 4.15 Farklı dağıtma çarpanlarına göre yansıma süreleri

Üzümbağı plan tipinde üç farklı durum için frekans bazındaki yansıma sürelerine bakıldığında, yan duvar ve sahne duvarlarına uygulanan dağıtma çarpanı yansıma süresini bir miktar uzatırken, tüm yüzeylere uygulandığında sürenin aşağı düşmektedir.

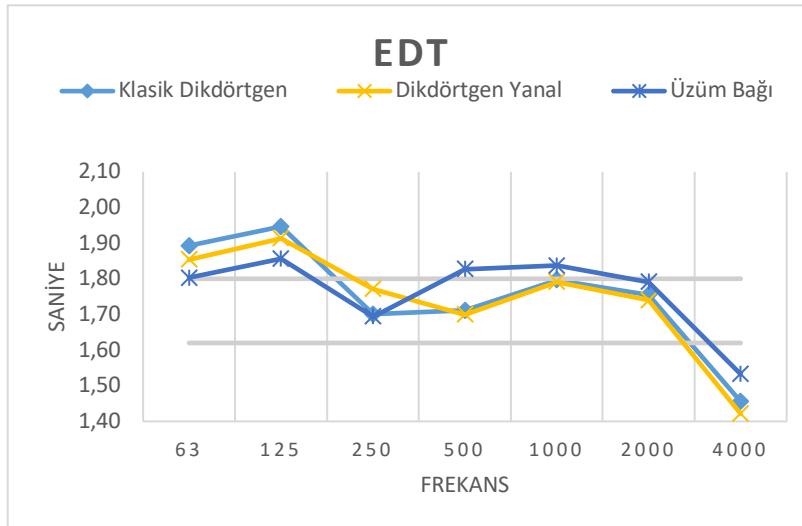
Sonuç olarak, her üç plan tipi için de yüzeylere verilen dağıtma çarpanının, hacim içerisindeki yayınlılığı arttırdığı görülmektedir. Bu açıdan bakıldığında, sonraki bölümlerde bölgesel durumu incelemek için yapılacak hesaplamalarda dağıtma çarpanının tüm yüzeylerde 0,1, koltuklarda ise 0,7 olarak alınması uygun görülmüştür.

4.6 Salonların Parametre Bazında İncelenmesi

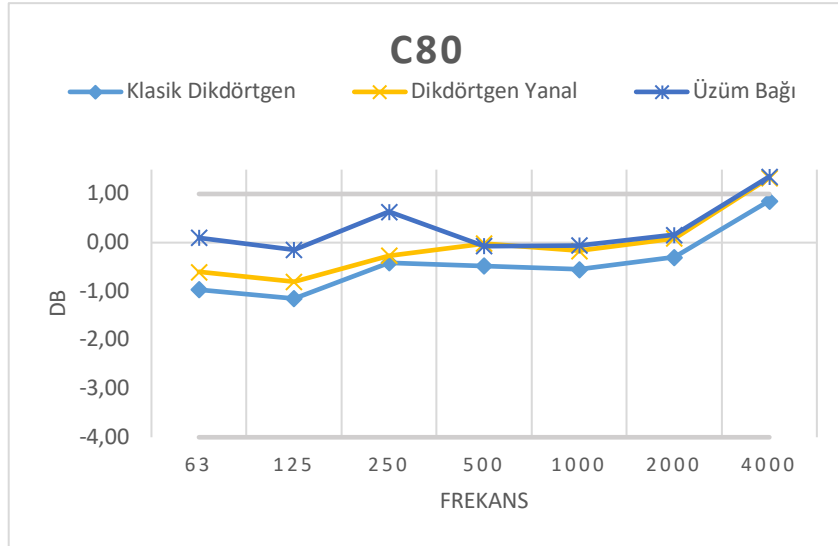
İncelenen her üç salonun parametre değerlerinin birbirleri ile karşılaştırması bu bölümde yapılmıştır. Aralarında olabilecek farkları belirlemek için, elden edilen sonuçlar grafik olarak gösterilmiştir. Salonların ortalama Yansıma Süreleri yaklaşık 1.9sn. olacak şekilde düzenlendiyse de frekans bazında birbirinden ayrılmaktadır. Yansıma süresi açısından oluşan farklar Şekil 4.16'da gösterilmiştir. Diğer parametreler EDT, C80 ve LF için salonların karşılaştırması ise sıra ile Şekil 4.17, Şekil 4.18 ve Şekil 4.19'da gösterilmiştir.



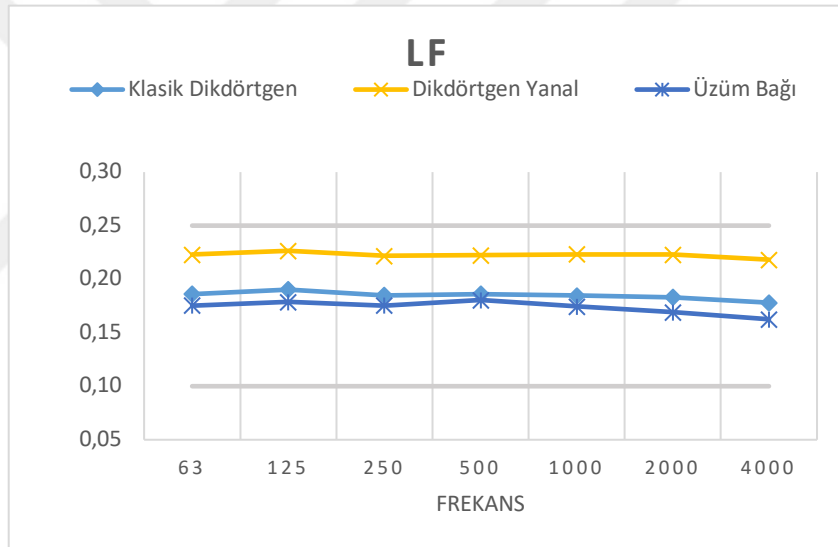
Şekil 4.16 Her üç salonun yansıma süresi T30 olarak karşılaştırması



Şekil 4.17 Her üç salonun erken düşme zamanı EDT açısından karşılaştırması



Şekil 4.18 Her üç salonun netlik, C80 değerleri açısından karşılaştırması



Şekil 4.19 Her üç salonun yanal enerji oranı LF açısından karşılaştırması

T30 Yansıma Süresi olarak salonlara bakıldığında, dikdörtgen ve yanal yüzeyli dikdörtgen plan tipli salonların frekans bazında birbirleri ile benzer sonuçlara sahip olduğu, üzümbağı plan tipinin ise özellikle alt frekanslarda ayrıldığı görülmektedir. Erken düşme zamanı EDT için her üç salonda 250 ve 500Hz civarında farklılaşma bulunmaktadır. Müzik için netlik C80 ve yanal enerji oranı LF parametresinde de benzer şekilde her iki dikdörtgen plan tipinden, üzümbağı plan tipinin ayrıldığı görülmektedir.

4.7 Salonlardaki Bölgesel Dağılımının Parametre Bazında İncelenmesi

Bu çalışmanın amaçlarından biri olan salonların hacimlerinde bölgesel dağılımın etkileri bu bölümde incelenmiş ve karşılaştırmalı olarak değerlendirmesi yapılmıştır.

Çalışma kapsamında modellenen üç salon hacim akustiği açısından incelendiğinde, parametre bazında özellikle yansıma süresi T30 açısından, elde edilen değerler salonların genel ortalamasını göstermektedir. Ancak bu ortalamalara bakıldığında, salonlarda parametre bazında dağılımın nasıl olduğu konusunda fikir vermemektedir. Dinleyici alanları üzerinde yapılacak çalışma ile bu parametreleri değerlendirmek daha sağlıklı sonuçlar verecektir. Bu açıdan Aknesil'in çalışması, bu çalışmanın çıkış noktalarından biri olmuştur (Aknesil, 1998).

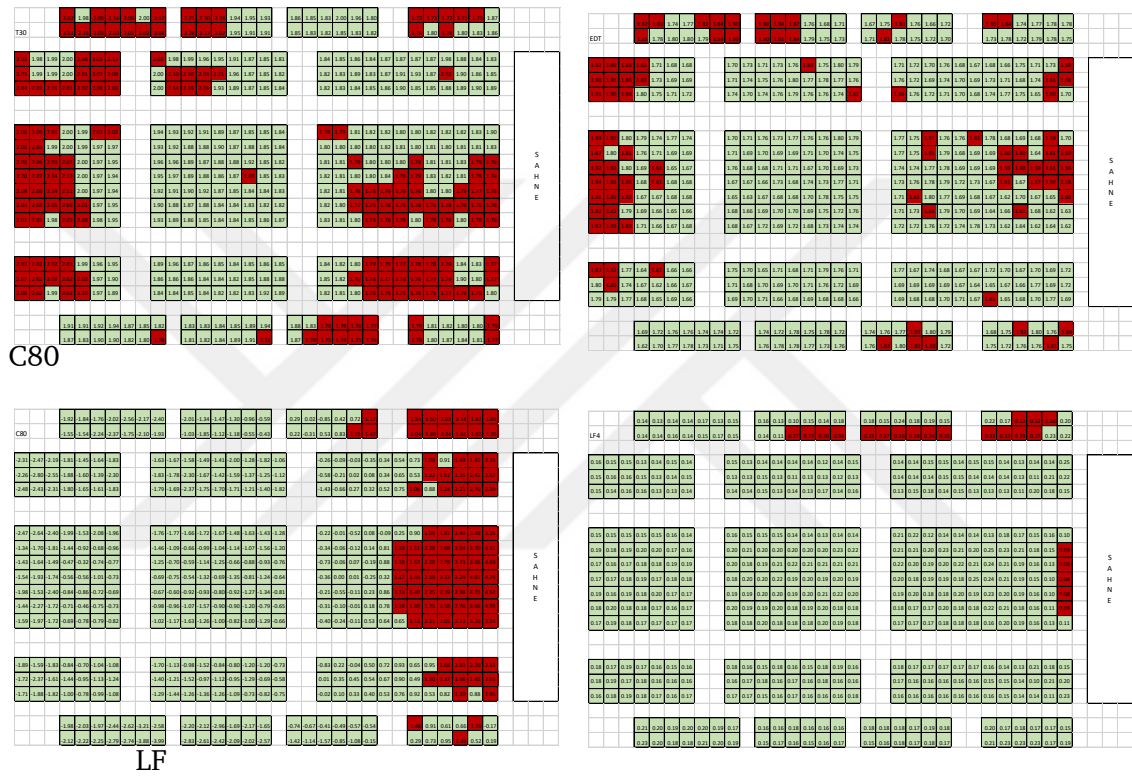
Salonların bölgesel olarak değerlendirilmesi yapılırken, öncelikle belirlenen grid alanları içinde 4 adet nesnel parametrenin kabul edilebilir aralık içerisinde olup olmadığı incelenmiştir. Buna uygun olacak şekilde plan tipleri için dinleyici alanları üzerinde bir karolaj sistemi oluşturularak elde edilen grid sistemi, Bölüm 3.2'de tüm plan tipleri için gösterilmişti. Yüzeylere uygulanacak dağıtma çarpanı da belirlendikten sonra, salonların optimum yansıma süreleri aynı olacak şekilde hesaplamalar yapılarak elde edilen sonuçlar grid düzeni üzerinde incelenmiştir. Bölgesel değerlendirme için parametrelerin kabul edilebilir aralık içerisinde kalan değerlerinin bulunduğu yerler yeşil, dışarısında kalan yerler ise kırmızı renkle ifade edilmiştir.

4.7.1 Klasik Dikdörtgen Plan Tipi

Klasik dikdörtgen plan tipinde, T30, EDT, C80 ve LF parametreleri için yapılan hesaplar sonucunda kabul edilebilir aralık içerisinde ve dışarısında kalan bölgeler yeşil ve kırmızı renkler ile belirtilmiştir. Parter bölümü Şekil 4.20, 1. Balkon Şekil 4.21, 2. balkon ise Şekil 4.22'de gösterilmiştir.

T30

EDT

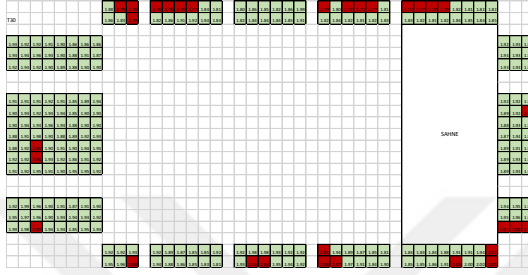


Şekil 4.20 Klasik dikdörtgen parter planı, parametrelerin kabul edilebilir aralık içinde ve dışında olan bölgeleri

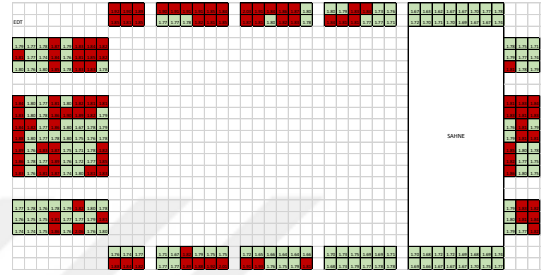
Parter bölümüne bakıldığında (Şekil 4.20) T30 yansıma süresi parametresi, sahneye yakın ön ve en uzak arka bölgelerde kabul edilebilir aralık dışına çıkmaktadır. EDT erken düşme zamanı parametresi de benzer özellik göstermiştir. C80 netlik parametresi kaynağa yakın sahne ön bölgelerinde kabul edilebilir aralık dışındadır. LF yanal enerji oranı ise sadece öndeki birkaç bölüm ve yan koltuklar haricinde tüm alan kabul edilebilir aralık içerisinde kalmıştır.

Üst katta 1. balkon bölümüne bakıldığında (Şekil 4.21) T30 yansıma süresi, parter bölümüne göre daha homojen dağılmıştır. Yan balkon koltukları haricinde diğer bölgeler kabul edilebilir aralık içerisinde. EDT parametresi dağılımı T30'a göre daha düzensizdir. C80 parametresi sahne arkası ve etrafında kabul edilebilir aralık dışında kalmıştır. LF yanal enerji oranı ise parter bölgesi gibi homojen dağılım göstermiştir.

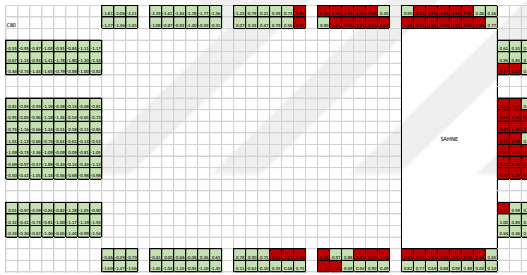
T30



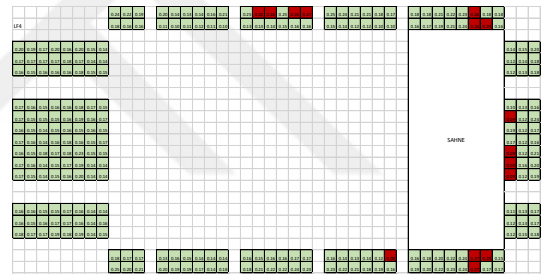
EDT



C80

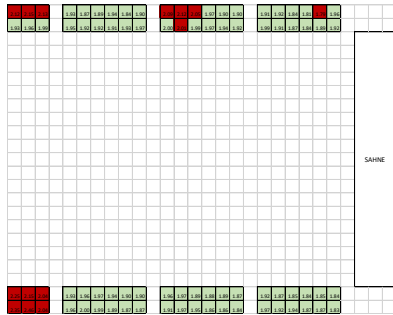


LF

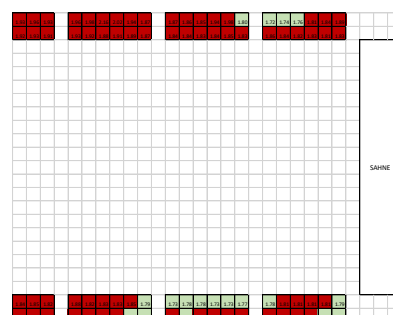


Şekil 4.21 Klasik dikdörtgen 1.balkon planı, parametrelerin kabul edilebilir aralık içinde ve dışında olan bölgeleri

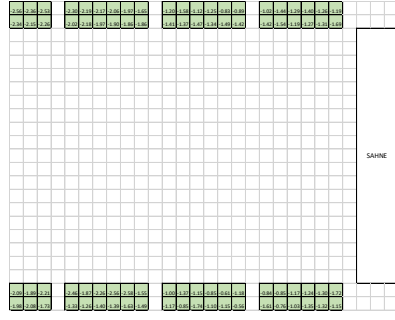
T30



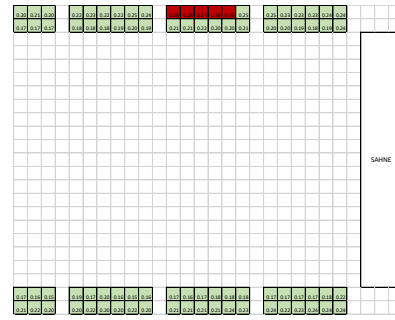
EDT



C80



LF



Şekil 4.22 Klasik dikdörtgen 2.balkon planı, parametrelerin kabul edilebilir aralık içinde ve dışında olan bölgeleri

En üst kat olan 2. balkon bölümünde (Şekil 4.22) T30 yansıma süresi en arka koltuklar haricinde kabul edilebilir aralık içerisinde. EDT parametresi ise çoğunluk olarak kabul edilebilir aralık dışında yer almıştır. C80 tamamen ve LF ise büyük çoğunluğu yine kabul edilebilir aralık içerisinde. Tüm parametrelerin salon içerisindeki her bir kat ve katlardaki gridlere göre dağılımı ise Tablo 4.26'da verilmiştir.

Tablo 4.26 Klasik dikdörtgen plan tipi 4 parametrenin grid bölgelerindeki dağılımı

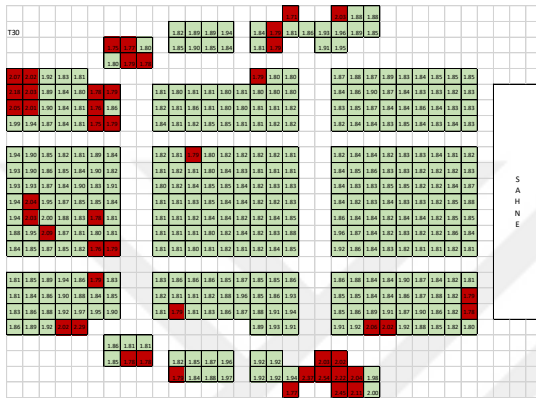
	Parter			1. Balkon			2. Balkon			Genel Toplam		
	Aralık İçinde Kalan	Bölge Sayısı	Oran	Aralık İçinde Kalan	Bölge Sayısı	Oran	Aralık İçinde Kalan	Bölge Sayısı	Oran	Aralık İçinde Kalan	Tüm Bölge Sayısı	Genel Oran
T30	300	464	64.7%	228	259	88.0%	70	84	83.3%	598	807	74.1%
EDT	376	464	81.0%	158	259	61.0%	18	84	21.4%	552	807	68.4%
C80	375	464	80.8%	197	259	76.1%	84	84	100%	656	807	81.3%
LF	442	464	95.3%	244	259	94.2%	79	84	94.0%	765	807	94.8%

Klasik dikdörtgen plan tipinde, yansıma süresi T30 için kabul edilebilir aralık içinde kalan toplam grid(dinleyici) oranı %74.1, erken düşme zamanı EDT için %68.4, netlik C80 için %81.3, yanal enerji oranı LF için %94.8 olmuştur. Yanal enerji oranı hepsi içinde en yüksek kabul edilebilir aralık içinde kalan parametre olmuştur.

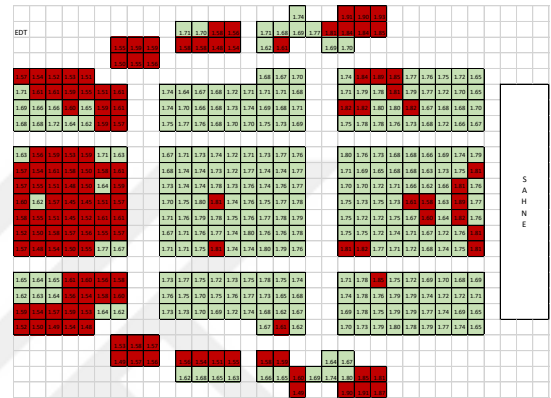
4.7.2 Yanal Yüzeyleri Farklı Dikdörtgen Plan Tipi

Yanal yüzeyleri farklı dikdörtgen plan tipinde, T30, EDT, C80 ve LF parametreleri için yapılan hesaplar sonucunda kabul edilebilir aralık içerisinde ve dışarısında kalan bölgeler yeşil ve kırmızı renkler ile belirtilmiştir. Parter bölümü Şekil 4.23, 1. balkon Şekil 4.24, 2. balkon ise Şekil 4.25’de gösterilmiştir.

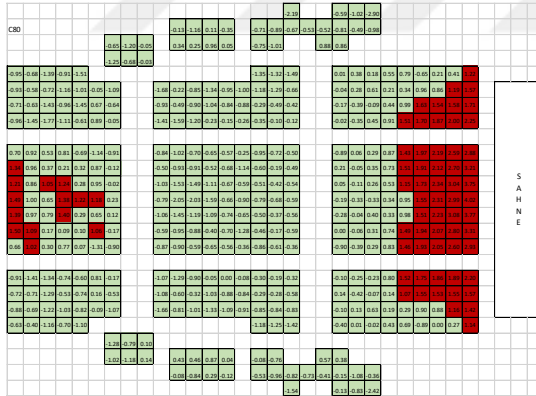
T30



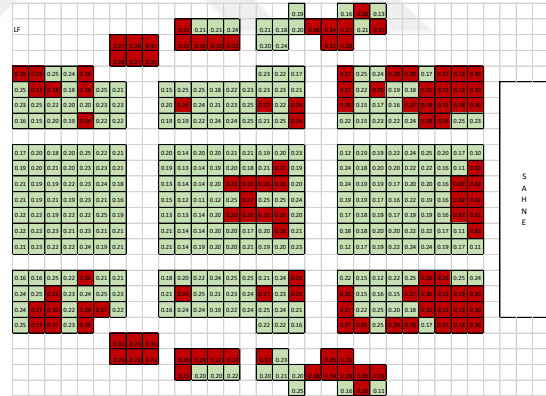
EDT



C80



LF

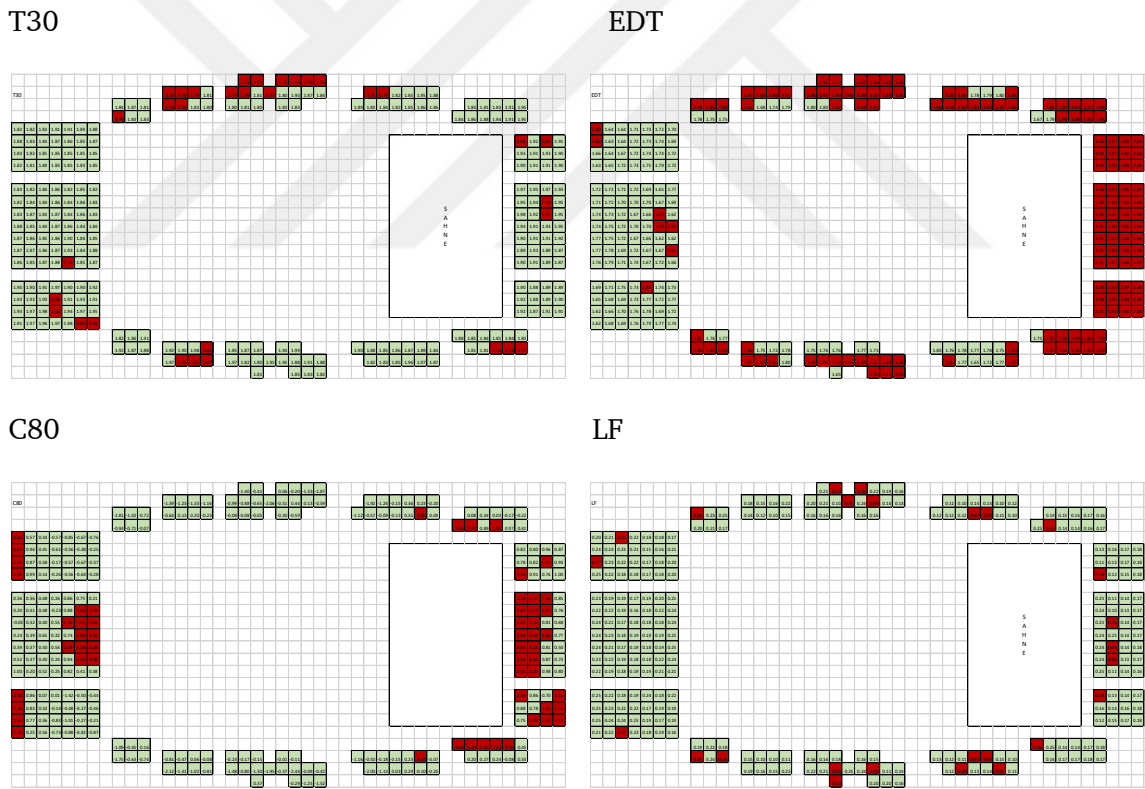


Şekil 4.23 Yanal yüzeyli dikdörtgen parter planı, parametrelerin kabul edilebilir aralık içinde ve dışında olan bölgeleri

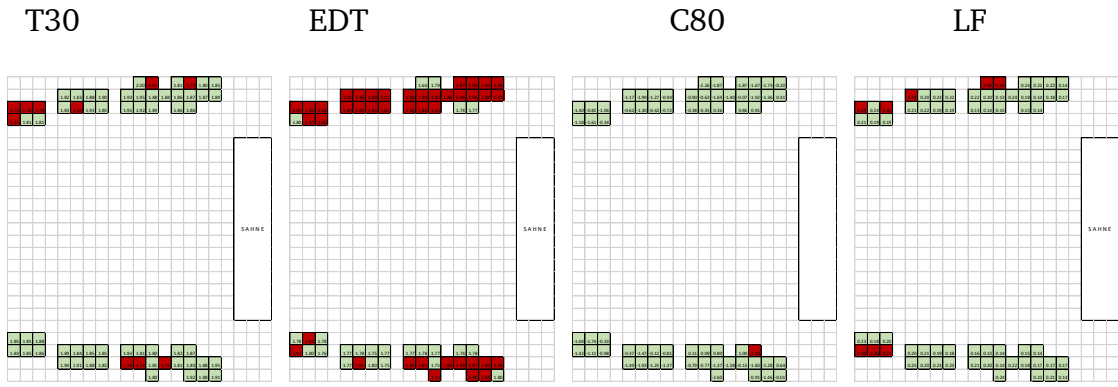
Parter bölümüne bakıldığında (Şekil 4.23) T30 yansıma süresi parametresi, dengeli bir dağılım göstermektedir. Sahneye yakın bölgeler klasik dikdörtgen plan tipinden farklı olarak kabul edilebilir aralık içerisinde kalmıştır. En arka koltuklar ve yan koltuk bölgelerinde bazı yerler kabul edilebilir aralık dışına çıkmaktadır. EDT erken düşme zamanı parametresinde arka kısımlar neredeyse tamamen kabul

edilebilir aralık dışındadır. C80 netlik parametresi kaynağa yakın sahne ön bölgelerinde ve en arka dinleme bölgelerinin bir kısmında kabul edilebilir aralık dışında kalmıştır. LF yanal enerji oranı ise simetrik bir dağılım sergilemektedir. Ön bölge ve yan koltuklardan bazıları kabul edilebilir aralık dışıdır.

Üst katta 1. balkon bölümüne bakıldığında (Şekil 4.24) T30 yansıma süresi bazı yan koltuk bölgeleri hariç kabul edilebilir aralık içerisindedir ve burada klasik dikdörtgen plan tipi işe benzerlik göstermiştir. EDT parametresi dağılımı T30'a göre daha düzensizdir. Sahne arkası ve yan koltuk bölgesi kabul edilebilir aralık dışında kalmıştır. C80 parametresi, sahne arkası ve arka balkon kısmı olarak kabul edilebilir aralık dışında kalmıştır. LF ise parter bölgesinden farklı olarak homojen dağılım göstermiştir.



Şekil 4.24 Yanal yüzeyli dikdörtgen 1.balkon planı, parametrelerin kabul edilebilir aralık içinde ve dışında olan bölgeleri



Şekil 4.25 Yanal yüzeyli dikdörtgen 2.balkon planı, parametrelerin kabul edilebilir aralık içinde ve dışında olan bölgeleri

En üst kat olan 2. balkon bölümünde (Şekil 4.25) T30 yansıma süresi koltuk bölgelerinde büyük oranda kabul edilebilir aralık içerisindedir. EDT parametresi ise çoğunluk olarak kabul edilebilir aralık dışında yer almıştır. C80 tamamen ve LF ise büyük çoğunluğu yine kabul edilebilir aralık içerisindedir. Tüm parametrelerin salon içerisinde ve katlardaki gridlere göre dağılımı ise Tablo 4.27’de verilmiştir.

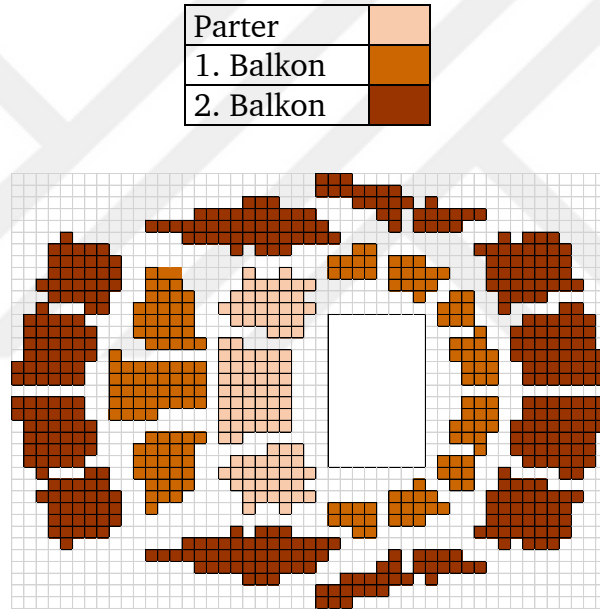
Tablo 4.27 Yanal yüzeyli dikdörtgen plan tipi 4 parametrenin grid bölgelerindeki dağılımı

	Parter			1. Balkon			2. Balkon			Genel Toplam		
	Aralık İçinde Kalan	Bölge Sayısı	Oran	Aralık İçinde Kalan	Bölge Sayısı	Oran	Aralık İçinde Kalan	Bölge Sayısı	Oran	Aralık İçinde Kalan	Tüm Bölge Sayısı	Genel Oran
T30	372	419	88.8%	236	269	87.7%	54	64	84.4%	662	752	88.0%
EDT	282	419	67.3%	134	269	49.8%	23	64	35.9%	439	752	58.4%
C80	347	419	82.8%	213	269	79.2%	63	64	98%	623	752	82.8%
LF	295	419	70.4%	243	269	90.3%	56	64	87.5%	594	752	79.0%

Yanal yüzeyli dikdörtgen plan tipine bakıldığında, yansıma süresi T30 için kabul edilebilir aralık içinde kalan toplam grid(dinleyici) oranı %88, erken düşme zamanı EDT için %58.4, netlik C80 için %82.8, yanal enerji oranı LF için %79 olmuştur. Klasik dikdörtgen plan tipinden daha yüksek oranda dinleyici bölgesi T30 parametresinde kabul edilebilir aralık içinde kalmıştır.

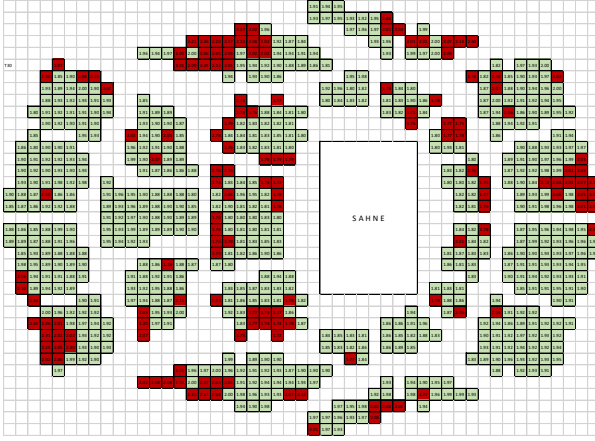
4.7.3 Üzümbağı Plan Tipi

Üzümbağı plan tipinde dinleyici alanları farklı kotlara oturduğu için tek plan şeklinde değerlendirilmiştir. Diğer plan tipleri ile karşılaştırmayı kolaylaştırmak adına farklı kotlara oturan alanlara aynı şekilde Parter, 1. balkon ve 2. balkon olacak şekilde isim verilmiştir (Şekil 4.26). Üzümbağı plan tipinde, T30, EDT, C80 ve LF parametreleri için yapılan hesaplar sonucunda kabul edilebilir aralık içerisinde ve dışarısında kalan bölgeler yeşil ve kırmızı renkler ile belirtilmiştir. Tüm grid alanları ise Şekil 4.27’de gösterilmiştir.

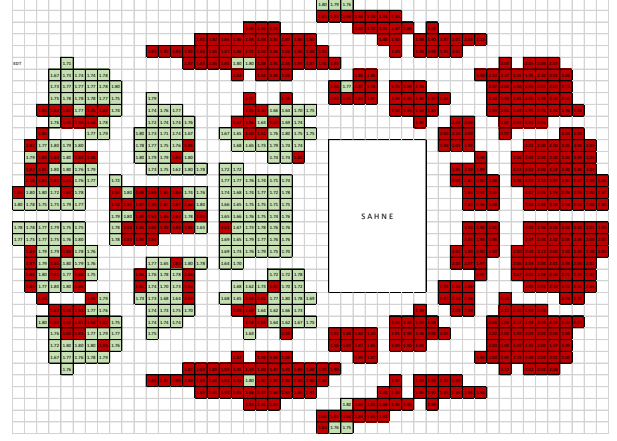


Şekil 4.26 Üzümbağı plan tipi kotlara göre dağılım ve renk lejantı

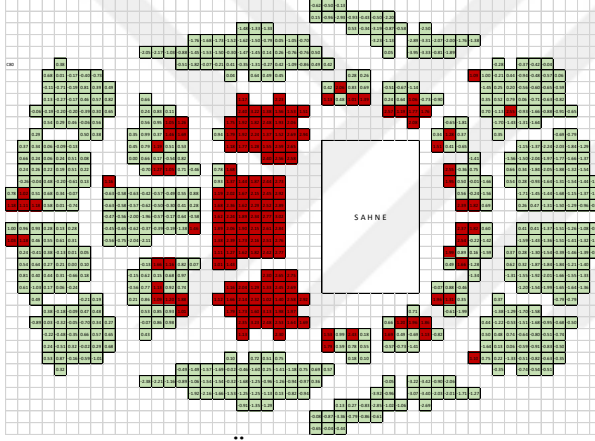
T30



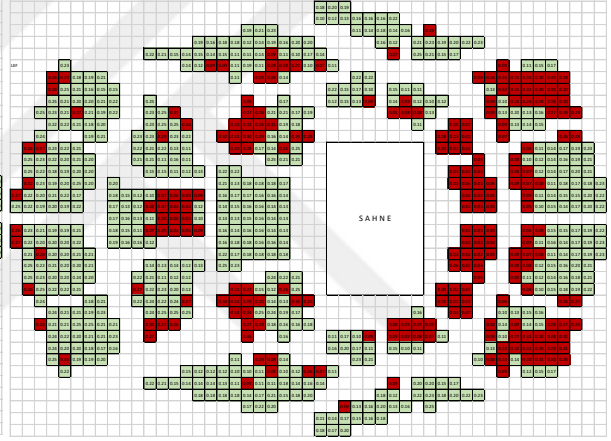
EDT



C80



LF



Şekil 4.27 Üzümbağı plan tipi parametrelerin kabul edilebilir aralık içinde ve dışında olan bölgeleri

Parter bölümüne bakıldığında T30 yansışım süresi parametresi, karışık bir dağılım göstermektedir. Sahneye yakın bölgeler klasik ve yanal yüzeyli dikdörtgen plan tipinden farklı olarak kabul edilebilir aralık içerisinde kalmıştır. 1. balkon olarak düşünülen bölge ve sahne arkasında yansışım süresi için kabul edilebilir aralıkta kalan alanların sayısı artmıştır. 2. balkon en üst kot yan koltuk bölgelerinde bazı yerler kabul edilebilir aralık dışına çıkmaktadır. EDT erken düşme zamanı parametresinde parter bölümü sahneye yakın yerler kabul edilebilir aralık içerisinde. 1. balkon orta bölge ve sahne arkası tamamen aralık dışındadır. C80 netlik parametresi kaynağa yakın parter bölümü tamamen kabul edilebilir aralık dışındadır. 1. balkon bölgesi, sahne arkası en yakın dinleyici bölgeleri kabul

edilebilir aralık dışındadır. 2. balkon ise neredeyse tamamı kabul edilebilir aralık içerisinde. LF yanal enerji oranı parametresi bu plan tipinde de simetrik bir dağılım sergilemektedir. Özellikle sahne arkası 1 ve 2. balkon bölgeleri kabul edilebilir aralık dışındadır. Parter alanı sağ ve sol dinleyici bölgeleri aynı şekilde aralık dışında kalmıştır. Tüm parametrelerin salon içerisinde ve katlardaki gridlere göre dağılımı ise Tablo 4.28’de verilmiştir.

Tablo 4.28 Üzümbağı plan tipi 4 parametrenin grid bölgelerindeki dağılımı

	Parter			1. Balkon			2. Balkon			Genel Toplam		
	Aralık İçinde Kalan	Bölge Sayısı	Oran	Aralık İçinde Kalan	Bölge Sayısı	Oran	Aralık İçinde Kalan	Bölge Sayısı	Oran	Aralık İçinde Kalan	Tüm Bölge Sayısı	Genel Oran
T30	74	108	68.5%	158	183	86.3%	362	450	80.4%	594	741	80.2%
EDT	89	108	82.4%	60	183	32.8%	101	450	22.4%	250	741	33.7%
C80	3	108	2.8%	136	183	74.3%	441	450	98%	580	741	78.3%
LF	78	108	72.2%	100	183	54.6%	342	450	76.0%	520	741	70.2%

Üzümbağı plan tipinde ise, yansıma süresi T30 için kabul edilebilir aralık içinde kalan toplam dinleyici oranı %80.4 olmuştur. Erken düşme zamanı EDT için %33.7, netlik C80 için %78.3, yanal enerji oranı LF için %70.2 olarak gerçekleşmiştir.

4.7.4 Değerlendirme

Her üç plan tipi için tablolar incelendiğinde, T30 yansıma süresinin yanal yüzeyli dikdörtgen plan tipinde en yüksek oranda olduğu görülmektedir. Klasik dikdörtgen plan tipi T30 parametresi için, üç salon arasında dinleyici bölgelerinde en az kabul edilebilir orana sahip salon olmuştur. Bunun aksine yanal enerji oranı LF de ise en yüksek oran klasik dikdörtgen plan tipinde görülmüştür. Üzümbağı plan tipi, T30 yansıma süresinde, klasik dikdörtgen plan tipinden daha iyi orana sahip olduğu belirlenmiştir.

4.8 Salonlardaki Parametrelerin Bölgesel Dağılımlarının Değerlendirilmesi

Parametreler tek başına değerlendirildiğinde tüm salonlarda, hangi bölgelerde ne kadar grid alanının kabul edilebilir aralık içerisinde kaldığı bir önceki bölümde (4.7) ayrıntılı şekilde incelenmişti. Bu bölümde bütünsel akustik kalite için, salonların grid bölgelerinde bölgesel dağılımları incelenmiştir.

Bütünsel akustik kalite için, grid bölgelerinde değerlendirmeye dahil olan tüm parametrelerin aynı anda kabul edilebilir aralık içerisinde kalması öngörülmektedir. Bunun için önceki bölümde parametre bazında hesaplanan dinleyici alanı grid bölgeleri üst üste getirilerek çakıştırılmış ve parametrelerin hepsinin kabul edilebilir aralık içerisinde yer aldığı grid bölgeleri bulunmuştur. Bu bölgeler içinde, tüm parametrelerin kabul edilebilir aralık içerisinde olduğu yerler yeşil renk ile gösterilmiştir. Aynı planlarda parametrelerden sadece biri bile kabul edilebilir aralık dışında kaldığında kırmızı ile gösterilerek, en olumlu bölgelerin belirlenmesine çalışılmıştır. Daha sonra kabul edilebilir aralık dışında kalan kırmızı bölgelerde hangi parametrelerin bulunduğu belirlenerek çalışma derinleştirilmiştir. Bu planlarda, bir ve daha fazla parametrenin kabul edilebilir aralık dışında olduğu alanlar kırmızıdan sarıya doğru bir renk geçişi ve taraması ile gösterilmiştir. Sonraki aşamada, her grid bölgesindeki parametrelerin renklere göre değerlendirilmesi yapılmıştır. Aynı zamanda her grid bölgesi için 4 adet parametrenin (T30, EDT, C80 ve LF), aynı anda kabul edilebilir aralık dışında kalanları tablo halinde listelenmiştir. Parametrelerin durumu ile ilgili renk ve tarama lejantı Tablo 4.29’da belirtilmiştir.

Tablo 4.29 Parametrelerin hangilerinin bir grid bölgesinde kabul edilebilir aralık dışında olduğunu gösteren lejant

															
T30 EDT C80 LF4	T30 EDT C80 LF4	T30 EDT C80 LF4	T30 EDT C80 LF4	EDT C80 LF4	T30 EDT C80 LF4	T30 EDT C80 LF4	T30 EDT C80 LF4	EDT C80 LF4	EDT C80 LF4	C80 LF4	LF4	C80	EDT	T30	TÜMÜ KABUL EDİLİR ARALIKTA

4.8.1 Klasik dikdörtgen Plan Tipi

Klasik dikdörtgen plan tipi için Parter, 1. balkon ve 2. balkon planları grid bölgeleri Şekil 4.28’de gösterilmiştir. Bir grid bölgesinde tüm parametreler kabul edilebilir aralık içinde ise yeşil, sadece bir parametre bile aralık dışında kaldığında kırmızı renk ile tanımlanmıştır.



Şekil 4.28 Klasik dikdörtgen plan tipi parter, 1. balkon ve 2. balkon planları, grid bölgeleri

Grid bölgeleri içerisinde parametreler kabul edilebilir aralık dışında olduğunda kırmızı ile gösterilmişti. Bu şekilde hangi parametrenin bir grid bölgesinde aralık dışında kaldığı görülmemektedir. Bunun için parametre bazında yeni bir çalışma yapılarak kabul edilebilir aralık dışında hangi parametrelerin kaldığı belirlenmiştir. Farklı desenler ve renklerle ifade edilen parametrelerin dağılımı Şekil 4.29'da görülebilir.



Şekil 4.29 Klasik dikdörtgen plan tipi kabul edilebilir aralık dışında kalan parametrelerin yerleri ve dağılımı

Tablo 4.30 Klasik dikdörtgen plan tipi kabul edilebilir aralık içinde kalan bölgeler

	Klasik Dikdörtgen Plan Tipi					
	Parter 464 Grid		1.Balkon 259 Grid		2.Balkon 84 Grid	
Parametreler Kabul Edilebilir Aralıkta	219	47.2%	101	39.0%	18	21.4%

Klasik dikdörtgen plan tipi için sadece kabul edilebilir aralık içinde yer alan parametrelerin katlara göre dağılımı Tablo 4.30'da gösterilmiştir. Buna göre parter bölümündeki koltukların %47.2'si, 1. balkondakilerin %39'u, 2. balkondakilerin ise %21.4'ü tüm parametrelerde aynı anda kabul edilebilir aralık içinde kalmıştır. Yukarı katlara giderken kabul edilebilir aralık içerisinde kalan koltuk sayısı azalmaktadır. Grid bölgelerindeki parametrelerin oransal durumu ise Tablo 4.31'de gösterilmiştir.

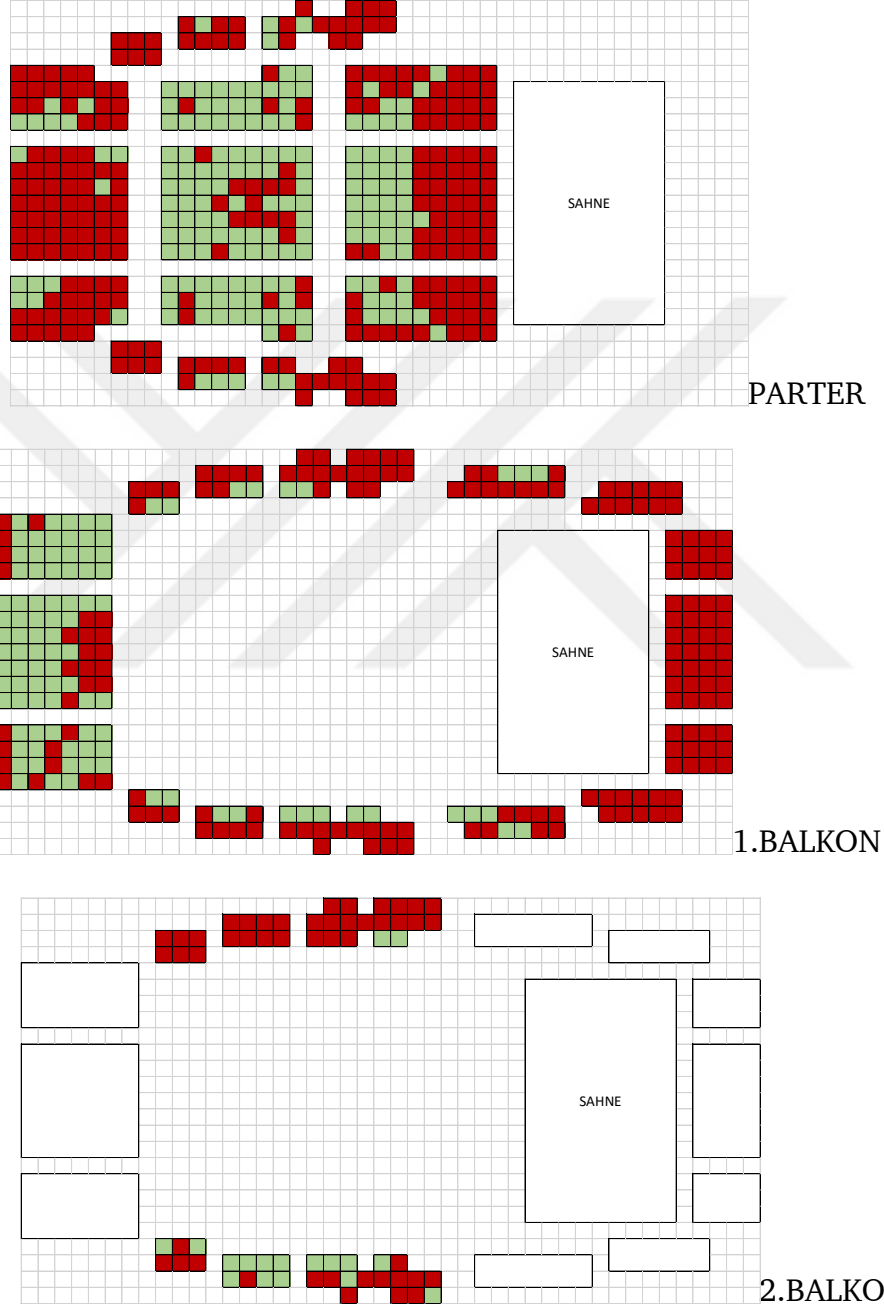
Tablo 4.31 Klasik dikdörtgen plan tipi grid bölgelerinde kabul edilebilir aralık dışında kalan parametreler

Klasik Dikdörtgen		Toplam Grid 807
4 Parametre Kabul Edilebilir Aralık Dışında	3	0.4%
3 Parametre Kabul Edilebilir Aralık Dışında	23	2.9%
2 Parametre Kabul Edilebilir Aralık Dışında	133	16.5%
1 Parametre Kabul Edilebilir Aralık Dışında	310	38.4%
Tüm Parametreler Kabul Edilebilir Aralık İçinde	338	41.9%

	Parametreler	Grid	Oran	Toplam Grid	Genel Oran
	T30 EDT C80 LF4	3	0%	3	0,4%
	T30 EDT C80	8	1,0%	23	2,9%
	T30 EDT LF4	4	0,5%		
	T30 C80 LF4	6	0,7%		
	EDT C80 LF4	5	0,6%		
	T30 EDT	63	7,8%	133	16,5%
	T30 C80	32	4,0%		
	T30 LF4	0	0,0%		
	EDT C80	21	2,6%		
	EDT LF4	6	0,7%		
	C80 LF4	11	1,4%		
	LF4	7	0,9%	310	38,4%
	C80	65	8,1%		
	EDT	145	18,0%		
	T30	93	11,5%		
	TÜMÜ ARALIK İÇİNDE	338	41,9%	338	41,9%

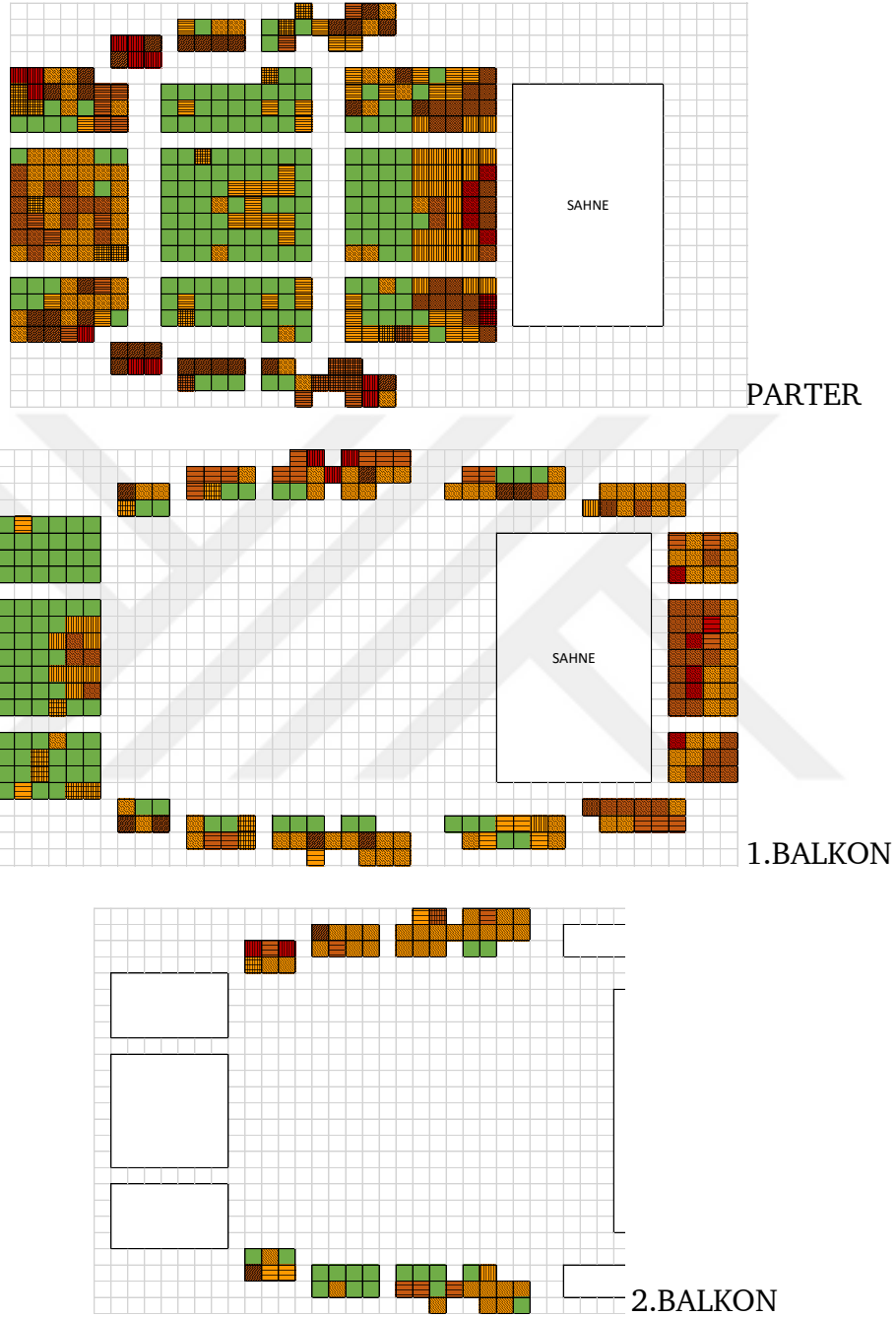
4.8.2 Yanal Yüzeyleri Farklı Dikdörtgen Plan Tipi

Yanal yüzeyleri farklı dikdörtgen plan tipi için Parter, 1. balkon ve 2. balkon planları grid bölgeleri Şekil 4.30'da gösterilmiştir. Tüm parametrelerin aynı anda kabul edilebilir aralık içinde olan yerleri yeşil, dışında olan yerleri ise kırmızı renk ile tanımlanmıştır.



Şekil 4.30 Yanal yüzeyli dikdörtgen plan tipi parter, 1. balkon ve 2. balkon planları, grid bölgeleri

Grid bölgeleri üzerinde hangi parametrelerin kabul edilebilir aralık dışında kaldığını belirlemek için yapılan çalışma sonucunda, farklı desenlere ve renklere göre parametrelerin dağılımı ise Şekil 4.31’de görülebilir.



Şekil 4.31 Klasik dikdörtgen plan tipi kabul edilebilir aralık dışında kalan parametrelerin yerleri ve dağılımı

Yanal yüzeyli dikdörtgen plan tipi için sadece kabul edilebilir aralık içinde yer alan parametrelerin katlara göre dağılımı Tablo 4.32’de gösterilmiştir. Buna göre parter

bölümündeki koltukların %40.7'si, 1. balkondakilerin %37.2'si, 2. balkondakilerin ise %26.6'sı tüm parametrelerde aynı anda kabul edilebilir aralık içinde kalmıştır. Klasik dikdörtgen plan tipinde olduğu gibi yukarı katlara giderken kabul edilebilir aralık içerisinde kalan koltuk sayısı azalmaktadır. Grid bölgelerindeki parametrelerin oransal durumu Tablo 4.33'de görülmektedir.

Tablo 4.32 Yanal yüzeyli dikdörtgen plan tipi kabul edilebilir aralık içerisinde kalan bölgeler

	Yanal Yüzeyli Dikdörtgen Plan Tipi					
	Parter 418 Grid		1.Balkon 269 Grid		2.Balkon 64 Grid	
Parametreler Kabul Edilebilir Aralıkta	170	40.7%	100	37.2%	17	26.6%

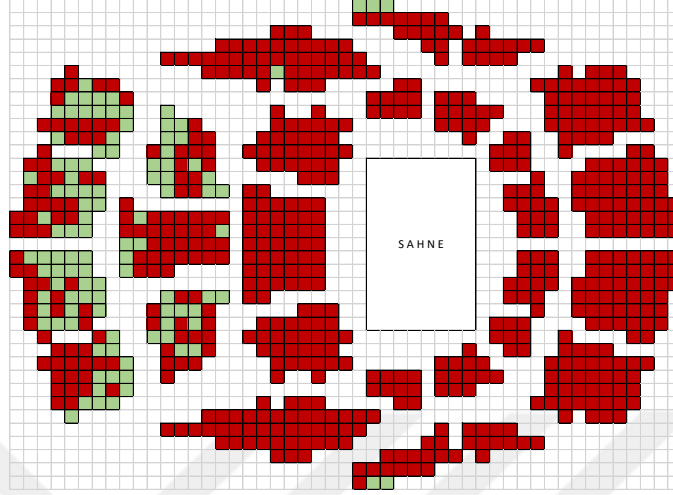
Tablo 4.33 Yanal yüzeyli dikdörtgen plan tipi grid bölgelerinde kabul edilebilir aralık dışında kalan parametreler

Yanal Yüzeyli Dikdörtgen	Toplam Grid 752	
4 Parametre Kabul Edilebilir Aralık Dışında	0	0.0%
3 Parametre Kabul Edilebilir Aralık Dışında	30	4.0%
2 Parametre Kabul Edilebilir Aralık Dışında	162	21.5%
1 Parametre Kabul Edilebilir Aralık Dışında	273	36.3%
Tüm Parametreler Kabul Edilebilir Aralık İçinde	287	38.2%

	Parametreler	Grid	Oran	Toplam Grid	Genel Oran
	T30 EDT C80 LF4	0	0%	0	0,0%
	T30 EDT C80	1	0,1%	30	4,0%
	T30 EDT LF4	17	2,3%		
	T30 C80 LF4	2	0,3%		
	EDT C80 LF4	10	1,3%		
	T30 EDT	40	5,3%	162	21,5%
	T30 C80	0	0,0%		
	T30 LF4	8	1,1%		
	EDT C80	49	6,5%		
	EDT LF4	42	5,6%		
	C80 LF4	23	3,1%		
	LF4	54	7,2%	273	36,3%
	C80	45	6,0%		
	EDT	152	20,2%		
	T30	22	2,9%		
	TÜMÜ ARALIK İÇİNDE	287	38,2%	287	38,2%

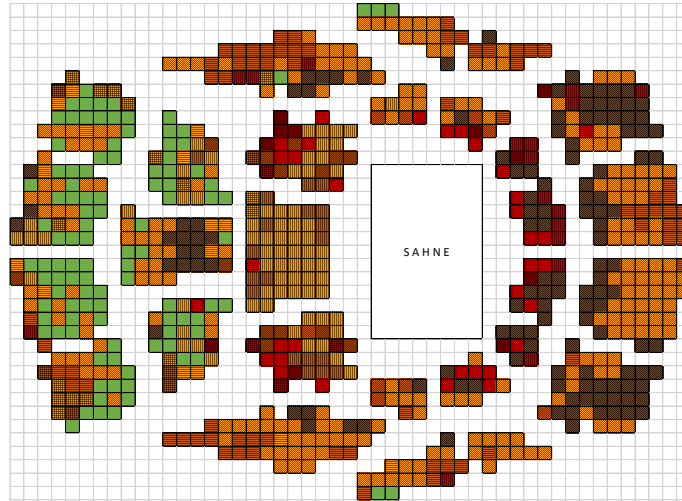
4.8.3 Üzümbağı Plan Tipi

Üzümbağı plan tipi için parter, 1. balkon ve 2. balkon planları grid bölgeleri Şekil 4.32’de gösterilmiştir.



Şekil 4.32 Üzümbağı plan tipi grid bölgeleri

Grid bölgeleri üzerinde hangi parametrelerin kabul edilebilir aralık dışında kaldığının belirlenmesi için yapılan çalışma sonucunda, farklı desenlere ve renklere göre parametrelerin dağılımı ise Şekil 4.33’de görülmektedir.



Şekil 4.33 Üzümbağı plan tipi kabul edilebilir aralık dışında kalan parametrelerin yerleri ve dağılımı

Üzümbağı plan tipi için sadece kabul edilebilir aralık içinde yer alan parametrelerin katlara göre dağılımı Tablo 4.34’de gösterilmiştir. Buna göre parter bölümünde tüm parametrelerde aynı anda kabul edilebilir aralık içinde hiçbir

koltuk kalmamıştır. 1.balkondakilerin %18'i, 2. balkondakilerin ise %16.2'si tüm parametrelerde aynı anda kabul edilebilir aralık içinde kalmıştır. İncelenen diğer plan tiplerinden farklı olsa da, bu plan tipinde de yukarı çıkıldıkça kabul edilebilir aralık içerisinde kalan koltuk sayısı azalmaktadır. Grid bölgelerindeki parametrelerin oransal durumu Tablo 4.35'dedir.

Tablo 4.34 Üzümbağı plan tipi kabul edilebilir aralık içerisinde kalan bölgeler

	Üzümbağı Plan Tipi					
	Parter 108 Grid		1.Balkon 183 Grid		2.Balkon 450 Grid	
Parametreler Kabul Edilebilir Aralıkta	0	0.0%	33	18.0%	73	16.2%

Tablo 4.35 Üzümbağı plan tipi grid bölgelerinde kabul edilebilir aralık dışında kalan parametreler

Yanal Yüzeyle Dikdörtgen	Toplam Grid 752	
4 Parametre Kabul Edilebilir Aralık Dışında	0	0.0%
3 Parametre Kabul Edilebilir Aralık Dışında	30	4.0%
2 Parametre Kabul Edilebilir Aralık Dışında	162	21.5%
1 Parametre Kabul Edilebilir Aralık Dışında	273	36.3%
Tüm Parametreler Kabul Edilebilir Aralık İçinde	287	38.2%

	Parametreler	Grid	Oran	Toplam Grid	Genel Oran
	T30 EDT C80 LF4	11	1%	11	1,5%
	T30 EDT C80	7	0,9%	55	7,4%
	T30 EDT LF4	17	2,3%		
	T30 C80 LF4	4	0,5%		
	EDT C80 LF4	27	3,6%		
	T30 EDT	68	9,2%	244	32,9%
	T30 C80	18	2,4%		
	T30 LF4	6	0,8%		
	EDT C80	9	1,2%		
	EDT LF4	128	17,3%		
	C80 LF4	15	2,0%		
	LF4	15	2,0%	325	43,9%
	C80	71	9,6%		
	EDT	223	30,1%		
	T30	16	2,2%		
	TÜMÜ ARALIK İÇİNDE	106	14,3%	106	14,3%

4.9 Salonların Parametre Dağılımlarının Birbirleri ile Karşılaştırılması

Parametrelerin bölgesel dağılımlarının bütünsel akustik kaliteyi etkilediği bilinmektedir. Tüm salonlardaki dağılımları karşılaştırmak için 4 adet nesnel parametrenin (T30, EDT, C80 ve LF) kabul edilebilir aralık dışında kaldığı grid bölgelerini ve dağılımını gösteren Tablo 4.31, Tablo 4.33 ve Tablo 4.35'deki bilgiler Tablo 4.36'da bir araya getirilerek, ayrıntılı şekilde gösterilmiştir.

Tablo 4.36 Tüm plan tipleri için grid bölgelerinde kabul edilebilir aralık dışında kalan parametreler ve oranları

Parametre	Kabul Edilebilir Aralık Dışında Olan Parametreler											
	Klasik Dikdörtgen				Yanal Yüzeyle Dikdörtgen				Üzüm Bağı			
	Grid 807	Oran	T. Grid	Oran Genel	Grid 752	Oran	T. Grid	Oran Genel	Grid 741	Oran	T. Grid	Oran Genel
T30,EDT, C80,LF4	3	0,4%	3	0,4%	0	0,0%	0	0,0%	11	1,5%	11	1,5%
T30,EDT, C80	8	1,0%	23	2,9%	1	0,1%	30	4,0%	7	0,9%	55	7,4%
T30,EDT,L F4	4	0,5%			17	2,3%			17	2,3%		
T30,C80,L F4	6	0,7%			2	0,3%			4	0,5%		
EDT,C80, LF4	5	0,6%			10	1,3%			27	3,6%		
T30,EDT	63	7,8%	133	16,5%	40	5,3%	162	21,5%	68	9,2%	244	32,9%
T30,C80	32	4,0%			0	0,0%			18	2,4%		
T30,LF4	0	0,0%			8	1,1%			6	0,8%		
EDT,C80	21	2,6%			49	6,5%			9	1,2%		
EDT,LF4	6	0,7%			42	5,6%			128	17,3%		
C80,LF4	11	1,4%			23	3,1%			15	2,0%		
LF4	7	0,9%	310	38,4%	54	7,2%	273	36,3%	15	2,0%	325	43,9%
C80	65	8,1%			45	6,0%			71	9,6%		
EDT	145	18,0%			152	20,2%			223	30,1%		
T30	93	11,5%			22	2,9%			16	2,2%		
TÜMÜ OLUMLU	338	41,9%	338	41,9%	287	38,2%	287	38,2%	106	14,3%	106	14,3%

Tabloda her dinleyici(grid) bölgesi içinde 4 farklı parametrenin bir grid bölgesi içerisinde farklı alternatiflerde kabul edilebilir aralık dışında kaldığı durumlar görülmektedir. Bu şekilde tüm parametrelerin birbirleriyle olan kombinasyonları elde edilmiştir. Her bir durum için, parametrelerin kabul edilebilir aralık dışında kalma oranı hesaplanmıştır. En son satırda ise diğerlerinden ayrı olarak tüm parametrelerin grid bölgelerinde kabul edilebilir aralık içerisinde olduğu bölgelerin sayı ve oranı gösterilmiştir. Bu yöntemle salonlarda parametre bazında bölgesel durum incelenebilmiştir.

Tabloda tüm parametrelerin olumlu olduğu duruma bakıldığında, klasik dikdörtgen plan tipinde %41.9, yanal yüzeyli dikdörtgen plan tipinde %38.2, üzümbağı plan tipinde ise %14.3 oranda koltuk, aynı anda kabul edilebilir aralık sınırları içerisinde kalmaktadır. Klasik dikdörtgen plan tipi, bölgesel durum incelendiğinde en başarılı salon olarak görülmektedir. Sonra yanal yüzeyli dikdörtgen, en sonda ise büyük bir farkla üzümbağı plan tipi salon gelmektedir.

Salonlarda parametre bazında değerlendirme yapmak için ise, hangi parametre incelenecekse, tabloda o parametrenin bulunduğu tüm satırların hesaba katılması gerekmektedir. T30 yansıma süresi için; klasik dikdörtgen plan tipinde %11.5 oranda dinleyici bölgesi kabul edilebilir aralık dışında kalmaktadır (Dinleyici bölgesinde sadece T30 parametresi kabul edilebilir aralık dışındadır). T30 ve LF parametre değerleri aynı anda kabul edilebilir aralık dışında kalmamıştır. T30 ve C80 parametrelerinin, aynı anda kabul edilebilir aralık dışında kaldığı oran %4 olmuştur, T30 ve EDT ise %7.8 olarak görülmektedir. T30, C80 ve LF parametrelerinin aynı anda kabul edilebilir aralık dışında olduğu dinleyici bölgesi oranı ise %0.07 ile oldukça düşüktür. Aynı şekilde, T30, EDT ve LF4 %0.05, T30, EDT ve C80 ise %1 oranındadır.

Klasik dikdörtgen plan tipinde T30, EDT, C80 ve LF parametrelerinin hepsinin aynı anda kabul edilebilir aralık dışında olduğu bölgelerin oranı ise %0.04 olarak görülmektedir. Yanal yüzeyli dikdörtgen plan tipinde bu oran %0 olarak gerçekleşmiş yani 4 parametre, hiçbir bölgede aynı anda kabul edilebilir aralık dışında kalmamıştır. Üzümbağı plan tipinde ise %1.5 oranında olmuştur.

Değerleri incelendiğinde, klasik dikdörtgen plan tipi ile yanal yüzeyleri farklılaştırılmış dikdörtgen plan tipinin oldukça yakın sonuçlara sahip olduğu, üzümbağı plan tipinin ise bütünsel akustik kalite açısından en olumsuz plan tipi olduğu görülmektedir.



YAKLAŞIM ÖNERİSİNİN SINANMASI, İŞİTSELLEŞTİRME VE DİNLEME TESTLERİ

Salonlar için yapılan nesnel hesaplamalar, tasarım aşamasında çok önemli olsa da tüm çalışmalar nihai dinleyici için yapılmaktadır. Bu bölümde modellemesi ve hesaplamaları yapılan salonların elde edilen nesnel sonuçlarının, öznel değerlendirmelerle ne kadar örtüştüğü belirlenmeye çalışılmıştır. Bu aşamada hacim akustiği yazılımının işitselleştirme özelliği kullanılmış ve müzik konusunda tecrübeli deneklere dinletilerek istatistiksel bir analiz yapılmıştır.

5.1 Salonun Seçimi ve İşitselleştirme Çalışması Yapılması

Şimdiye dek yapılan çalışmalarda üç adet salonun nesnel olarak hacim akustiği hesapları tamamlanmıştır. Bu çalışmalara bakıldığında klasik dikdörtgen ve yanal yüzeyli dikdörtgen plan tipi, tüm parametreler içinde kabul edilebilir aralıkta en fazla bölgesel alana sahip plan tipi olarak yer almaktadır. Kullanılan parametreler içerisinde yansıma süresi (T30) ele alındığında ise yanal yüzeyli dikdörtgen plan tipinin, üç hacim arasında en iyi sonuca sahip olduğu görülmektedir. Literatürde de yansıma süresi en belirleyici parametre olarak ele alındığından dolayı yanal yüzeyli dikdörtgen plan tipinin, işitselleştirme çalışması için uygun olduğuna karar verilmiştir.

5.1.1 İşitselleştirme

İşitselleştirme, sayısal bilgilerden (simüle edilmiş, ölçülmüş, sentezlenmiş), işitilebilir ses dosyaları oluşturma tekniğidir. Simülasyon ve işitselleştirme ile ilgili olarak dinleyiciler, sesin kalitesi, konfor veya rahatsızlık konusunda nihai karar vericidirler (Vorlander, 2020).

Psikoakustik ise bir bilim alanı olarak M.Ö. 500 civarından itibaren 2500 yılı aşkın bir geleneğe sahiptir. Yunan filozof Pisagor müzikal ses uyumu ve uyumsuzluğu üzerine çalışmıştı. Modern psikoakustikte kullanılabilecek yöntemler, Pisagor tarafından uygulananlar ile hemen hemen aynıdır. Karmaşık dijital sinyal işleme algoritmalarının yardımıyla üretilen sinyaller, kulaklı veya hoparlör aracılığı ile kişilere sunulur. Daha sonra deneklerden algıladıkları sesin perdesi, şiddeti veya tonu gibi duydukları niteliklere göre karar vermeleri istenir (Blauert, 2005).

Seçilen yanal yüzeyli dikdörtgen salon, bilgisayar ortamında modellenip hacim akustiği hesaplamaları yapıldıktan sonra elde edilen verilerin, psikoakustik çalışmalarla desteklenmesi gerekmektedir. Başka bir ifade ile nesnel parametrelerin, öznel değerlendirmelerle karşılaştırılması, insan algısının etkisini değerlendirmeye olanak tanıyacaktır.

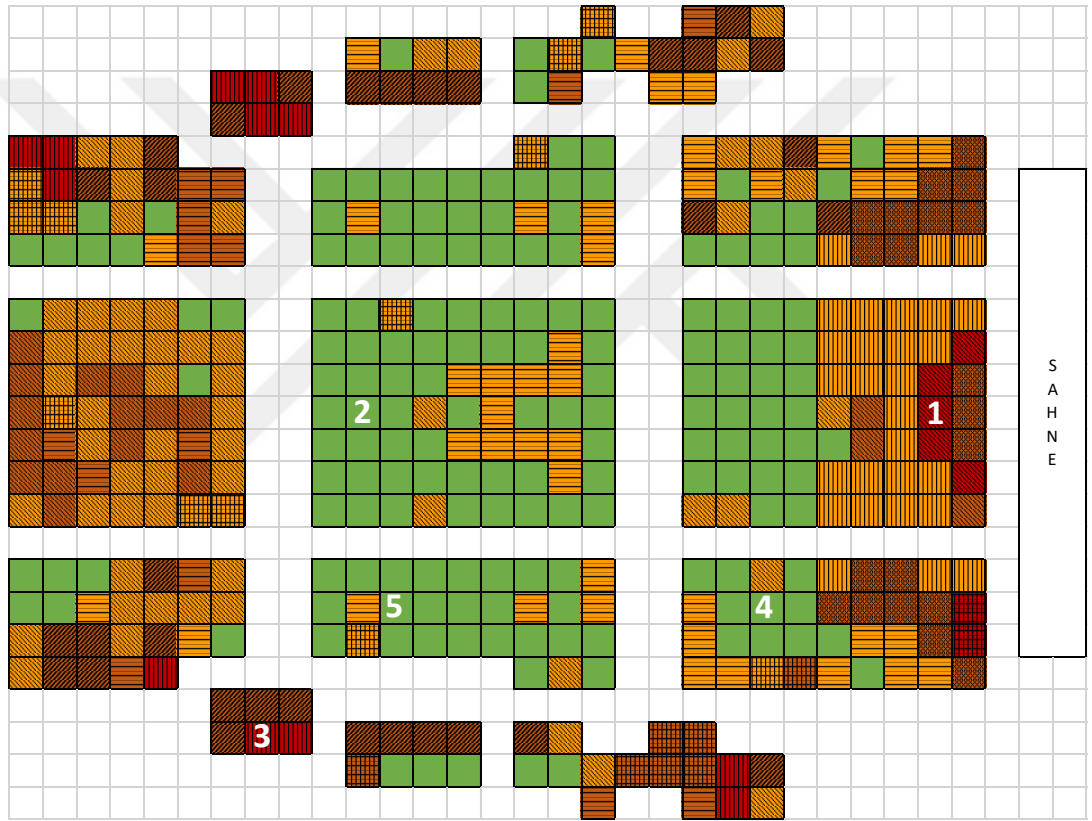
5.1.2 İşitselleştirme İçin Hacim İçerisindeki Noktaların Belirlenmesi

Yanal yüzeyli dikdörtgen plan tipi üzerinde yapılan grid hesaplamalarına bakıldığında, her bir grid bölgesindeki parametrelerin kabul edilebilir aralık içerisinde olduğu durum farklı olmaktadır. Tablo 5.1’de parametrelerin bir grid bölgesinde kaç tanesinin kabul edilebilir aralık içerisinde olduğunu belirten lejant gösterilmiştir. Burada yeşil renk ile gösterilen alanlar tüm parametrelerin grid bölgesinde kabul edilebilir aralıkta olduğunu, diğer renkler ise bir grid bölgesine kabul edilebilir aralık dışında kalan kaç parametre olduğunu göstermektedir.

Tablo 5.1 Kabul edilebilir aralık lejantı

4 Parametre Kabul Edilebilir Aralık Dışında	
3 Parametre Kabul Edilebilir Aralık Dışında	
2 Parametre Kabul Edilebilir Aralık Dışında	
1 Parametre Kabul Edilebilir Aralık Dışında	
Tüm Parametreler Kabul Edilebilir Aralık İçinde	

İşitselleştirme yapılacak bölgelerin seçimi için öncelikle yanal yüzeyli dikdörtgen plan tipi üzerinde Tablo 5.1’de belirtilen parametrelerin dağılımı incelenmiştir. Tüm parametrelerin grid alanlarında kabul edilebilir aralık içerisinde olduğu bölgeler ve aynı şekilde tüm parametrelerin grid alanlarında kabul edilebilir aralık dışında olduğu bölgeler belirlenmiştir. Bu aşamada, grid alanları üzerinde farklı akustik duruma sahip 5 adet koltuk yeri belirlenmiştir. Koltukların 3 adeti tüm parametrelerin kabul edilebilir aralık içerisinde kaldığı yerlerden, 2 adeti ise parametrelerin bu aralık dışında kaldığı yerler arasından seçilmiştir. Seçilen bu yerler, Şekil 5.1’de numaralarıyla birlikte gösterilmiştir.



Şekil 5.1 İşitselleştirme için seçilen koltuk yerleri ve hangi parametrelerin kabul edilebilir aralıkta olduğunu gösteren şekil

Seçilen koltuklar için hangi parametrelerin kabul edilebilir aralık dışında olduğu ise Tablo 5.2’de gösterilmiştir.

Tablo 5.2 Hangi parametrelerin kabul edilebilir aralıkta dışınd olduğunu gösteren tablo

T30 EDT C80 LF4	T30 EDT C80	T30 EDT LF4	T30 C80 LF4	EDT C80 LF4	T30 EDT	T30 C80	T30 LF4	EDT C80	EDT LF4	C80 LF4	LF4	C80	EDT	T30	TÜMÜ KABUL EDİLİR ARALIKTA	

Koltuk yerleşimlerine bakıldığında, seçilen 1 numaralı yerde, EDT, C80 ve LF parametrelerinin kabul edilebilir aralık dışında kaldığı görülmektedir. 2, 4 ve 5 numaralı bölgelerde tüm parametreler kabul edilebilir aralık içerisindedir. 3 numaralı bölgede ise T30, EDT ve LF4 kabul edilebilir aralık dışında kalmıştır. Bu bölgelere göre hacim akustiği yazılımı Odeon içerisinde tüm işitselleştirme çalışmaları yapılmıştır.

5.1.3 İşitselleştirme İçin Seçilecek İcranın Belirlenmesi

İşitselleştirme için kullanılacak ses dosyasının, tüm frekansları içerisinde barındıran bir klasik müzik icrası olması düşünülmüştür. Aynı zamanda işitselleştirm için kullanılacak ses dosyası kaydının, hacim akustiği yazılımı açısından, tam yansız bir odada (anechoic chamber) kaydedilmesi gerekmektedir.

Bu şartları sağlayan kayıtlar için yapılan literatür taraması sonucunda, Denon firmasının 1988 yılında yayınlanan “*Anechoic Orchestral Music Recording*” kaydı (Denon PG-6006) uygun görülmüştür. CD içerisinde bulunan W.A. Mozart bestesi “Le Nozze di Figaro” Figaronun Düğünü isimli operanın uvertür bölümü, geniş bir frekans aralığı içerdiğinden dolayı, işitselleştirme için seçilmiştir. Eserin orkestral olarak, ilk 20 saniyelik bölümü işitselleştirme ve dinleti için kullanılmıştır.

İşitselleştirme örnekleri, Odeon yazılımının sağladığı olanaklar doğrultusunda, 24 bit, 44.1 Khz örnekleme oranında hazırlanmıştır. Hazırlanan dosyalar internet ortamında deneklerin ulaşabileceği bir bulut platformuna yüklenmiştir.

5.2 İşitselleştirme Çalışmasının Sınanması

Bu süreçte, yapılan işitselleştirme dosyalarını müzik konusunda deneyimli deneklere dinletmek ve çalışmayı öznel değerlendirmeler sonucunda sınamak amacıyla bir anket çalışması düzenlenmiştir. Anket çalışması içerisinde daha evvel belirlenen ve 5 ayrı nokta için yapılan işitselleştirme dosyalarını deneklere dinletilerek sorulara yanıt vermeleri istenmiştir. Tüm denekler daha önce bulut ortamına yüklenen işitselleştirme dosyalarını kulaklık ile dinleyerek yanıt vermişlerdir.

5.2.1 Anket Çalışması İçin Soruların Hazırlanması

Dinleyicilerin bir ses sinyalinin nasıl algıladıklarını değerlendirmenin yolu, onların deneyimlerini veya duyduklarını ölçmek olacaktır. Dinleyicilerin deneyimlerini ölçme yolları iki farklı şekilde tanımlanabilir;

- 1- Algısal Ölçüm
- 2- Duyuşsal Ölçüm

- **Algısal Ölçüm,**

Algısal Ölçüm, insan algısı ve yorumu ile ilgili niceliklerin ölçümü olarak tanımlanabilir (Rossi, 2014).

Ses kalitesinin algısal ölçümünün, bir dizi bireysel işitsel özellik içeren çok boyutlu bir problem olduğu genel olarak kabul edilmektedir. Bu niteliklerin tespit edilmesinin ve ortaya çıkarılmasının da mümkün olduğu kabul edilmektedir (Bech & Zacharov, 2006).

- **Duyuşsal Ölçüm,**

Duyuşsal ölçümlerin amacı, ses uyarınının 'bütün' veya 'genel' izlenimini nesnel olarak ölçmektir. Bu, öznenin ve izlenimin, bireysel nitelikler, bağlam, ruh hali, beklentiler, önceki deneyim, gelenekler vb. üzerindeki etkisinin tek bir izlenimde birleştirildiği bir tür bütünleştirici zihinsel

durumda olduğunu varsayar. Bu durum ise dinleyicinin bir tür eyleminin temelini oluşturur (Bech & Zacharov, 2006).

Yukarda özet olarak açıklanmaya çalışılan 2 farklı yöntem, anket sorularının temelini oluşturmuştur. Nesnel parametrelerin sorgulandığı sorular “Algısal Ölçüm”, bütünsel olarak akustik kalitenin değerlendirilmesi istenen soru ise “Duyuşsal Ölçüm” yöntemi olarak ele alınmıştır. Sorular yukarda açıklanan algısal ve duyuşsal ölçüm temelinde hazırlanırken, yanıtlar ise istatistiksel değerlendirmenin kolay yapılabilmesi için ölçeklendirilmiştir. Literatürde sık kullanılan 5’li Likert ölçeği cevap seçeneklerinde kullanılmıştır. Algısal Ölçüm ile ilgili, dinleyicilere ilk aşamada icra üzerinden nesnel parametrelerin karşılaştırılması için sorular sorulmuş ve değerlendirmesi istenmiştir.

Birinci soruda yansıma süresi T30 için, sesteki zenginlik hissini değerlendirmeleri istenmiştir (Kabul edilebilir aralık 1.8-2.00sn). İkinci soruda netlik C80 parametresi için, dinledikleri parçadaki sesin netliği sorulmuştur (Kabul edilebilir aralık 1- -4dB). 3 ve 4. sorular yanıl enerji oranı LF değerlendirmesine yönelik düzenlenmiştir (Kabul edilebilir aralık 0.1-0.25). Dinleyiciler, müzikteki sarmalanmışlık hissini ve enstrümanların ayrı ayrı algılanıp algılanmadığını değerlendirmişlerdir. 5. Soru yansıma süresi T30 ve erken düşme zamanı EDT ile ilgili olarak sorulmuş ve dinleyicilerin parçalardaki frekans dengesini değerlendirmeleri istenmiştir (Kabul edilebilir aralık değerleri T30 1.-2.00sn, EDT 1.62-1.8sn).

Son soruda, duyuşsal ölçüm değerlendirmesi için ise dinledikleri parçalardaki toplam akustik kalite beğenisi sorulmuştur.

Soruların karşılığı olan parametre değerleri ve nesnel karşılıkları Tablo 5.3’de yer almaktadır. Burada koltuk numaraları işitselleştirme yapılan yerleri göstermektedir. Soru numaraları ise anketlerde sorulan soruların karşılığı olan nesnel parametre değerlerini belirtmektedir. Yeşil ve kırmızı renkler, seçilen koltuklardaki parametre değerlerinin kabul edilebilir aralıkta kalıp kalmadığını tanımlamak için kullanılmıştır. Buna göre Koltuk 1, T30 değeri açısından kabul edilebilir aralıka kalmakta ancak diğer tüm parametrelerde bu aralığın dışında

olduğu görülmektedir. Tabloda, kabul edilebilir aralık içerisinde veya dışarısında olan parametreleri tanımlamak için kullanılan renkler, İstatistiksel değerlendirme bölümündeki tablolarda da değerlendirmenin kolay olması açısından aynı şekilde kullanılmıştır.

Tablo 5.3 Koltuk numaralarına göre nesnel parametre değerleri

	Soru 1	Soru 2	Soru 3	Soru 4	Soru 5	Soru 6
	T30(1,80-2,00)sn	C80(1 - 4)dB	LF(0,1-0,25)	LF(0,1-0,25)	T30/EDT	Toplam Akustik Kalite
Koltuk 1	1,85	2,99	0,02	0,02	1,85/1,89	Olumsuz
Koltuk 2	1,81	-2,05	0,12	0,12	1,75/1,81	Olumlu
Koltuk 3	1,78	0,14	0,42	0,42	1,78/1,56	Olumsuz
Koltuk 4	1,83	-0,33	0,17	0,17	1,83/1,75	Olumlu
Koltuk 5	1,88	-0,88	0,23	0,23	1,88/1,76	Olumlu

5.2.2 Anket Sonuçlarının İstatistiksel Olarak Anlamlı Olup Olmadığının Belirlenmesi

Yeterli sayıda deneğin anketleri yapmasından sonra, elde edilen ham veriler, SPSS veri analiz programına aktarılmıştır. Anketleri dolduranlar arasından 36 kişinin verileri değerlendirmeye alınmıştır. Denekler, toplam 5 adet işitselleştirme noktası için, 6 şar adet soru cevaplamıştır.

Anket içerisinde yanıtlar Likert tipi ölçeğe göre 1 ila 5 arasında numaralandırılmıştır. Likert ölçeğinde 1 en kötü, 5 en iyi seviyeyi göstermektedir. Buna göre elde edilen ham veriler iki farklı şekilde incelenmiştir. Öncelikle koltuk numaralarına göre sorulara verilen yanıtlar incelenmiş, Aritmetik Ortalama, Mod, Standart sapma değerleri hesaplanmıştır. İkinci olarak koltuklara göre verilen

yanıtlar, istatistiksel olarak birbirleri ile karşılaştırılarak anlamlı bir fark olup olmadığı değerlendirilmiştir.

5.2.2.1 Aritmetik Ortalama

İstatistikte ortalamalar içinde en yaygın olarak kullanılan ortalama, aritmetik ortalamadır ve ortalama denildiğinde ilk akla gelen ortalama türüdür. Aritmetik ortalama, gözlem değerlerinin cebirsel toplamının gözlem sayısına bölünmesi ile hesaplanır (Özmen, ve diğerleri, 2018).

5.2.2.2 Mod

Bir seride en çok tekrarlanan değere “Mod” adı verilir. Tanım uyarınca Mod, basit ve frekans (sıklık) serilerinde en çok tekrarlanan gözlem değerlerinin belirlenmesi ile hesaplanır (Yüzer, Ağaoğlu, Tatlıdil, Özmen, & Işıklar, 2009).

Tez kapsamında, anket sonuçları bu açıdan değerlendirilmiş ve bir soruya verilen yanıtlar içerisinde en fazla işaretlenen seçeneklerin neler olduğu belirlenmiştir.

5.2.2.3 Standart Sapma

Standard sapma, bir seriyi oluşturan gözlemdeğerlerinin aritmetik ortalamadan farklarının Kareli ortalaması olarak tanımlanır (Yüzer, Ağaoğlu, Tatlıdil, Özmen, & Işıklar, 2009). Standart Sapma, aynı zamanda verilerin ortalamadan ne kadar farklılaştığını bize gösterir. Elde edilen verilerin dağılımının ne yaygınlıkta olduğunu gösteren ölçü olarak da tanımlanmaktadır.

5.2.3 İstatistiksel Değerlendirme

Anketler sona erdikten sonra, elde edilen yanıtlar SPSS istatistik programına girilmiştir. Elde edilen tüm sonuçlar Tablo 5.4’de ayrıntılı şekilde gösterilmiştir. Anketlerde kullanılan Likert ölçeği sonuçları, literatürde aritmetik ortalama ve standard sapma hesaplamalarında tercih edilmemektedir. Ancak elde edilen verilerin birbirleri ile farklı yöntemlerle karşılaştırması ve kullanıcı beğenilerini farklı yönden görmek açısından Mod ile birlikte kullanılmıştır. Programın yardımıyla öncelikle koltuk numaralarına göre verilen yanıtların aritmetik

ortalaması elde edilmiştir. Aritmetik ortalamalar için yapılan kabulde, yanıtların 5 sayısına yakınlığı beğenildiğini, 1 sayısına yakınlığı ise denekler

Tablo 5.4 Koltuk numaralarına göre anket yanıtlarının istatistiksel değerleri tablosu

		Soru 1 T30	Soru 2 C80	Soru 3 LF	Soru 4 LF	Soru 5 T30/EDT	Soru 6 Akustik Kalite
Koltuk 1	Ortalama	2.81	2.67	2.56	2.89	2.50	2.42
	Standart Sapma	1.17	1.07	1.11	1.17	1.03	1.13
	Mod	2	2	2	4	2	2
Koltuk 2	Ortalama	2.94	2.83	2.75	2.92	2.83	2.86
	Standart Sapma	1.15	1.03	1.13	1.08	1.08	1.10
	Mod	2	3	3	3	3	3
Koltuk 3	Ortalama	3.22	3.17	3.14	3.36	3.11	3.11
	Standart Sapma	0.90	0.91	1.05	0.93	1.01	0.82
	Mod	3	3	3	4	3	3
Koltuk 4	Ortalama	3.44	3.53	3.36	3.39	3.28	3.25
	Standart Sapma	0.94	0.94	1.05	0.93	1.09	0.94
	Mod	4	4	3	4	4	3
Koltuk 5	Ortalama	3.61	3.33	3.28	3.25	3.42	3.33
	Standart Sapma	0.96	1.01	1.09	1.16	1.02	1.04
	Mod	4	3	3	3	3	4

tarafından tercih edilmediğini göstermektedir. Aritmetik ortalamadan sonra, bir soruya verilen yanıtlar içerisinde en fazla işaretlenen seçeneğin hangisi olduğunu bulmak için mod hesaplanmıştır. Örneğin 1 numaralı koltuk için, ilk soruda en fazla yanıtı 2. Seçenek almıştır. Likert ölçeğine göre 1 e yakın olan cevaplar beğenilmediğini göstermektedir. Yansıma süresi T30 bu koltuk için kabul

edilebilir aralıkta kalsa da, diğer parametrelerin olumsuz olması denekler üzerinde yansıma süresinin etkisini azaltmış olarak değerlendirilebilir. Aynı şekilde 4 ve 5 numaralı koltuklarda tüm soruların cevaplarında en fazla tekrar eden seçenek 3 ve 4 olduğu için en çok beğenilen koltuk olmuşlardır. Bu değerlendirmeden sonra sonuçların standart sapması hesaplanmıştır.

İstatistiksel değerlendirme içerisinde, tüm deneklerin birbirleri ile olan karşılaştırması için “Bonferroni” yöntemi kullanılmıştır. Verilen yanıtların istatistiksel olarak anlamlı olup olmadığını belirlemek için “alpha” katsayısı 0.05 alınmıştır. Buna göre bir dinleyici noktasındaki yanıtların, diğer dinleyici noktasındaki yanıtlarla olan karşılaştırması ve birbirleri arasında anlamlı bir ilişki olup olmadığını belirlenmiştir (Tablo 5.5).

Tablo 5.5 Dinleyici noktalarının birbirleri ile karşılaştırılması

		Soru 1 Ortalama Farkı	Soru 2 Ortalama Farkı	Soru 3 Ortalama Farkı	Soru 4 Ortalama Farkı	Soru 5 Ortalama Farkı	Soru 6 Ortalama Farkı
Koltuk 1	2	-0.139	-0.167	-0.194	-0.028	-0.333	-0.444
	3	-0.417	-0.500	-,583*	-0.472	-,611*	-,694*
	4	-,639*	-,861*	-,806*	-0.500	-,778*	-,833*
	5	-,806*	-,667*	-,722*	-0.361	-,917*	-,917*
Koltuk 2	1	0.139	0.167	0.194	0.028	0.333	0.444
	3	-0.278	-0.333	-0.389	-,444*	-0.278	-0.250
	4	-0.500	-,694*	-,611*	-0.472	-0.444	-0.389
	5	-,667*	-0.500	-,528*	-0.333	-,583*	-,472*
Koltuk 3	1	0.417	0.500	-,583*	0.472	-,611*	-,694*
	2	0.278	0.333	0.389	-,444*	0.278	0.250
	4	-0.222	-0.361	-0.222	-0.028	-0.167	-0.139
	5	-0.389	-0.167	-0.139	0.111	-0.306	-0.222
Koltuk 4	1	-,639*	-,861*	-,806*	0.500	-,778*	-,833*
	2	0.500	-,694*	-,611*	0.472	0.444	0.389
	3	0.222	0.361	0.222	0.028	0.167	0.139
	5	-0.167	0.194	0.083	0.139	-0.139	-0.083
Koltuk 5	1	-,806*	-,667*	-,722*	0.361	-,917*	-,917*
	2	-,667*	0.500	-,528*	0.333	-,583*	-,472*
	3	0.389	0.167	0.139	-0.111	0.306	0.222
	4	0.167	-0.194	-0.083	-0.139	0.139	0.083

Tablo, grid düzlemi üzerinde yer alan işitselleştirme noktalarının öznel yanıtlara göre değerlendirmesini ve birbirleri ile karşılaştırılmasını içermektedir. Yeşil ile boyalı alanlar, dinleyici noktalarındaki yanıtların birbirleri ile karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğunu göstermektedir. İlk dinleyici noktası olan Koltuk 1 için bakıldığında, (deneklerin yanıtlarına göre) ilk soruda (yansıma süresi) 2 ve 3 numaralı dinleyici noktaları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığını görülmektedir. Yine Koltuk 1 için Yansıma Süresi olarak 4 ve 5 numaralı dinleyici noktaları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğu gözükmemektedir.

İlk soruyu yani Yansıma Süresini (T30) Nesnel sonuçlar ile karşılaştıracak olursak ise (Tablo 10), Koltuk 1 kabul edilebilir aralık içerisinde bulunmaktadır. Dinleyici değerlendirmelerinde ise Koltuk 1 ile 4 ve 5 arasında belirgin bir fark olduğu sonuçlarda görülmektedir. Yansıma süresi değeri kabul edilebilir aralık dışında olan tek dinleme noktası Koltuk 3 için işitselleştirmeleri dinleyen deneklerin yanıtlarına göre, diğer dinleme noktalarına göre anlamlı bir fark olmadığı tabloda görülmektedir.

Bu tez çalışmasının amacı, ilk bölümde belirtilen “Hacmin bütünsel akustik kalitesinin mekansal ortalama değerler üzerinden değerlendirilmesi yetersizdir” hipotezinden yola çıkarak, hacim içerisindeki akustik dağılımların bölgelere göre saptanması ve bu bölgelerdeki parametrelerin birbirleri ile olan ilişkisini ortaya koymak olarak belirlenmişti. Bu amaç için, tez çalışması boyunca bölgesel dağılımın incelenmesine yönelik pek çok çalışma gerçekleştirilmiştir. Akustik açıdan öncelikle nesnel parametreler ortaya konmuş sonrasında ise öznel değerlendirmeler ile elde edilen verilerin karşılaştırılması yapılmıştır.

Bölüm 2’de güncel literatür taraması yapılmış, dünya üzerinde 20. yüzyıldan sonra inşa edilen konser salonları hakkında envanter çalışması gerçekleştirilmiştir. Bu çalışma sonucunda elde edilen veriler doğrultusunda son dönemde en sık kullanılan 3 farklı plan tipolojisi belirlenmiştir. Yine aynı çalışmanın devamında, hacim büyüklüğünü belirlemeye yönelik kişi sayıları üzerinden bir değerlendirme yapılmıştır. 3. Bölümde bütünsel akustik kaliteye yönelik bir yaklaşım önerisi için ön kabuller yapılmıştır. 3 plan tipi için, alan, hacim ve kişi sayıları gibi fiziksel değerler belirlenmiş ve bilgisayar ortamında modellenmiştir. Bununla birlikte, akustik hesaplamalarda kullanılacak nesnel parametreler ve kabul edilebilir aralıkları ile ilgili çalışılmalar yapılmıştır. Aynı zamanda akustik hesaplamalarda kullanılacak yazılımın seçimi yapılmıştır. 4. Bölümde, tüm salonlar için akustik hesaplamalar yapılarak, elde edilen parametre değerlerinin bölgesel dağılımdaki etkisi incelenmiştir. Bölüm 5’de ise elde edilen nesnel sonuçlar, öznel değerlendirmelerle sınanmıştır. Bunun için öncelikle seçilen bir plan tipi üzerinde işitselleştirme çalışması yapılmış, sonrasında tecrübeli deneklere dinletilerek bir anket çalışması uygulanmıştır. Bunun sonucunda elde edilen sonuçlar istatistiksel olarak da karşılaştırılmış ve irdelenmiştir.

Çalışmada uygulanan yöntem için 3 farklı konser salonu tasarımı yapılmış, günümüzde en başarılı akustiğe sahip olan salonlardan olan Viyana Musikvereinsaal'ın plan tipi ve fiziksel özellikleri temel alınmıştır. Modellenen her üç salonun birbirileri ile karşılaştırmasının doğru olabilmesi için, aynı fiziksel özelliklere sahip olacak şekilde sınırlandırılmıştır. Tavanlar, karşılaştırmaların kolay yapılabilmesi için tüm planlarda düz olarak düşünülmüştür. Hesaplamalar için sahnede noktasal, yönsüz kaynak kullanılmıştır. Salonlar simetrik olmasına rağmen, yazılımın ışınsal hesaplama sistemi nedeniyle sonuçlar simetrik olacak şekilde bir dağılım göstermemektedir.

Grid bölgelerindeki hesaplamalarda parametrelerin sonuçlarının kabul edilebilir aralık sınırları içerisinde kalıp kalmadığı, oluşturulan formüle göre hesaplandığı için çok ufak farklılıklarla olumlu veya olumsuz bölge içerisinde olabilmektedir. Değerlendirme yapılırken elde edilen sonuçlar dikkate alınmıştır.

Tez çalışma boyunca elde edilen sonuçlar aşağıda sistematik biçimde sunulmuştur;

6.1 Plan Tiplerine Göre İncelenen Parametrelerin Hacim İçerisindeki Bölgesel Dağılımının Değerlendirilmesi

Bilgisayar ortamında modellenen salonlarda daha evvelden belirlenen toplam 4 adet hacim akustiği parametresi kullanılmıştır. T30 (Yansıma Süresi), EDT (Erken Düşme Zamanı), C80 (Netlik) ve LF (Yanal Enerji Oranı) olarak tüm parametrelerin salon bazında hem ortalama hem de bölgesel dağılımları incelenmiştir. Elde edilen sonuçlar plan tiplerine göre değerlendirilecek olursa :

- **Klasik Dikdörtgen Plan Tipi**

Tüm parametrelerin aynı anda en fazla kabul edilebilir aralık içerisinde kaldığı plan tipidir.

Yansıma Süresi T30'un kabul edilebilir aralıkta kaldığı bölge sayısı, diğer iki plan tipinden daha azdır.

Yanal Enerji Oranı LF'nin kabul edilebilir aralıkta kaldığı bölge sayısı, diğer iki plan tipinden daha fazladır.

Balkon katlarında yukarı çıkıldıkça, kabul edilebilir aralıkta olan parametre sayısı azalmaktadır.

- **Yanal Yüzeyli Dikdörtgen Plan Tipi**

Yansıım Süresi T30 parametresinin kabul edilebilir aralıkta kaldığı bölge sayısı, en fazla olan plan tipidir.

Netlik C80 parametresinin de kabul edilebilir aralıkta kaldığı bölge sayısı, en fazla olan plan tipidir.

Balkon katlarında yukarı çıkıldıkça, kabul edilebilir aralıkta olan parametre sayısı azalmaktadır.

- **Üzümbağı Plan Tipi**

Tüm plan tipleri içinde aynı anda kabul edilebilir aralıkta olan parametre sayısı en az olan plan tipidir.

Yansıım Süresi T30 Parametresi kabul edilebilir aralıkta olan bölge sayısı, Klasik Dikdörtgen plan tipinden daha fazla olmuştur.

EDT, C80 ve LF parametreleri açısından, diğer plan tiplerine göre daha az sayıda bölge kabul edilebilir aralık içerisinde kalmıştır.

Üzümbağı plan tipinin özelliğı olan kademeli teraslarda yukarı kotlara doğru çıkarken Kabul edilebilir aralıktaki parametre sayısında fazla bir değışiklik gözlemlenmemiştir.

Tüm plan tiplerinde nesnel parametrelerin sonuçları değıerlendirildiğinde, en iyi plan tipinin, literatürde olduğı gibi klasik dikdörtgen plan tipi olduğı görölmektedir. Üzümbağı plan tipi ise bütünsel akustik kalite açısından en az parametrenin aynı bölgede kabul edilebilir aralıkta kaldığı plan tipi olmuştur. Bölgesel dağılıma bakıldığında, klasik dikdörtgen plan tipinde, parter alanında sahneye yakın ön kısımlar, yan balkonlar ve sahne arkası bütünsel akustik kalite

açısından en olumsuz bölgelerdir. Parter alanının orta kısmı ise tüm parametrelerin kabul edilebilir aralıkta olması nedeniye bütünsel akustik kaliteyi sağlayan en iyi bölgedir. Yanal yüzeyli dikdörtgen plan tipi, bölgesel dağılım açısından klasik dikdörtgen plan tipine büyük oranda benzerlik göstermektedir. Üzümbağı plan tipi ise incelenen 3 plan tipi içerisinde bölgesel dağılım açısından en olumsuz görünen plan tipi olmuştur. Sahne etrafını çevreleyen bölgeler bütünsel akustik kalite açısından olumsuz bölgelerdir. Sahneye uzak bölgede yer alan üst teras katı ise parametrelerin en fazla kabul edilebilir aralık içerisinde kaldığı alan olmuştur.

Nesnel parametrelerin plan tiplerine göre değerlendirilmesi ise Tablo 6.1’de görülmektedir. Burada plan tipine göre en fazla kabul edilebilir aralıkta olan parametre, klasik dikdörtgen için LF4 yanal enerji oranı, yanal yüzeyli dikdörtgen ve üzümbağı plan tipi için yansıma süresi T30 olmuştur. Tüm salonlarda en fazla kabul edilebilir aralık dışında kalan parametre ise erken düşme zamanı EDT olarak görülmektedir.

Tablo 6.1 Nesnel parametre sonuçlarının salonlara göre değerlendirilmesi

	Klasik Dikdörtgen Plan Tipi	Yanal Yüzeyli Dikdörtgen Plan Tipi	Üzümbağı Plan Tiipi
En fazla kabul edilebilir aralıkta kalan parametre	Yanal Enerji Oranı LF4	Yansıma Süresi T30	Yansıma Süresi T30
En fazla kabul edilebilir aralık dışında kalan parametre	Erken Düşme Zamanı EDT	Erken Düşme Zamanı EDT	Erken Düşme Zamanı EDT

6.2 Öznel Sonuçların Değerlendirmesi

Öznel değerlendirme için Bölüm 5’de ayrıntılı şekilde anlatıldığı gibi yanal yüzeyli dikdörtgen plan tipli salon içerisinde 5 adet farklı noktadan yapılan işitselleştirme çalışmaları, tecrübeli deneklere dinletilerek, anket formlarını doldurmaları

istenmiştir. Bu anketlerden elde edilen öznel değerlendirmelerden elde edilen sonuçlara göre;

En beğenilen koltuk, parterin orta yan kısmı olmuştur. Tüm öznel parametre değerlendirmelerinde yüksek beğeni almıştır.

İkinci olarak beğenilen koltuk, sahneye yakın olan parterin orta alanında yer alan bölgede bulunan olmuştur. Burası da nesnel parametre sonuçları ile örtüşmektedir.

Denekler tarafından en az beğenilen koltuk, sahneye en yakın olan olmuştur. Nesnel parametrelere bakıldığında yansışım süresi hariç diğerlerinin kabul edilebilir aralık dışında kaldıkları görülmektedir. Ön bölgede deneklerin tercihlerinde yansışım süresinin diğer parametreler kadar etkili olmadığını göstermektedir.

En az tercih edilen ikinci bölge ise tüm parametrelerde kabul edilebilir aralık içerisinde olan, parterin orta bölgesinde yer alan koltuk olmuştur.

Nesnel parametre sonuçları kabul edilebilir aralık dışında olan yan balkondaki bölge, denekler tarafından, üçüncü beğenilen koltuk olmuştur. Nesnel parametre sonuçları ile öznel değerlendirmeleri farklılaşan tek bölgedir.

Anket sonuçlarının istatistiksel olarak değerlendirilmesi sonucunda, ilk dinleyici noktası olan Koltuk 1 için bakıldığında; (deneklerin yanıtlarına göre) ilk soruda yansışım süresi açısından, 2 ve 3 numaralı dinleyici noktaları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığı görülmektedir, aynı zamanda koltuk 1 ile 4 ve 5 numaralı dinleyici noktaları arasında ise istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğu gözükmemektedir. Yani dinleyiciler burada yansışım süresindeki farkları ayırt etmişlerdir.

İlk soruyu yani yansışım süresini (T30) Nesnel sonuçlar ile karşılaştıracak olursak Koltuk 1, kabul edilebilir aralık içerisinde bulunmaktadır. Dinleyici değerlendirmelerinde ise Koltuk 1 ile 4 ve 5 arasında belirgin bir fark olduğu sonuçlarda görülmektedir. Yansışım süresi değeri kabul edilebilir aralık dışında olan tek dinleme noktası Koltuk 3 için işitselleştirmeleri dinleyen deneklerin

yanıtlarına göre, diğer dinleme noktalarına göre anlamlı bir fark olmadığı görülmüştür.

6.3 Nesnel ve Öznel Değerlendirmelerin Karşılaştırması

Tez çalışmasında öznel değerlendirme için yanal yüzeyli dikdörtgen plan tipi ile işitselleştirme çalışması yapılmıştı. Bu plan tipi üzerinde elde edilen öznel değerlendirmeler ve diğer plan tiplerindeki nesnel sonuçlar karşılaştırmalı olarak Tablo 6.2’de gösterilmiştir. Nesnel değerlendirme sonucunda en iyi plan tipinin müzik amaçlı salonlarda, hala klasik dikdörtgen olduğu görülmektedir. Nesnel ve öznel değerlendirmelerin bölgesel olarak karşılaştırılması sonucunda ise bütünsel akustik kalite açısından en iyi alanların salonların orta ve orta yan bölgeleri olduğu, en olumsuz alanların ise sahne önündeki bölgeler olduğu belirlenmiştir. Öznel ve nesnel değerlendirmelerin karşılaştırılmasında tek farklı durum, 3 numaralı koltuk bölgesinde yani parter alanı yan balkon bölümünde ortaya çıkmıştır. Bu alan, nesnel açıdan olumsuz olarak görünürken, dinleyicilerin öznel değerlendirmeleri sonucunda beğenilmiştir.

Tablo 6.2 Nesnel ve öznel değerlendirme sonuçları

	Nesnel Sonuçlar	Öznel Sonuçlar
Hipotez	Hipotez Desteklendi	Hipotez Desteklendi
En iyi salon tipi	Klasik dikdörtgen	Çalışma yapılmadı
En olumlu bölge / En çok beğenilen bölge	Salonun orta kısımları ile orta yan bölgeler	Salonun orta kısımları ile parter yan balkon (3,4 ve 5. koltuklar)
En olumsuz bölge / En az beğenilen bölge	Sahneye yakın ön bölgeler ve yan balkonlar	Sahneye yakın ön bölgeler (1. koltuk)

Sonuç olarak bütün değerlendirmeler gözönüne alındığında; ortalama değerlerin salonun tüm noktalarında aynı akustik kalite olduğunun bir göstergesi olmadığı,

hacmin bütünsel akustik kalitesini değerlendirmekte yetersiz kaldığı ve plan tipolojilerinin bütünsel akustik kaliteyi etkilediği ortaya konmuştur. Salonları hem bölgesel hem de bölgeleri kendi içerisinde küçük parçalara ayırarak, bunların üzerinden değerlendirme yapmanın daha doğru sonuç vereceği görülmüştür.

Bu çalışmada elde edilen nesnel veriler aynı zamanda öznel değerlendirmelerle desteklenmiştir. Bu bağlamda elde edilen verilerin bütünsel akustik kalite üzerindeki etkisi ölçülmüştür. Yapılan işitselleştirme ve anket çalışmalarının değerlendirilmesi sonucunda çalışma kapsamında değerlendirilmeye alınan dört akustik parametrenin algısal etkilerinin farklı olduğu belirlenmiştir. Bu bağlamda kişisel tercihler ve algısal faktörlerin nesnel değerlendirmeler ile ilişkisi konser salonu tasarımlarında önemli bir etken olarak karşımıza çıkmaktadır.

Uygulanan yöntem, salonlarda bütünsel akustik kalitenin sağlanabilmesi için bölgesel dağılımların ayrıntılı biçimde incelenerek değerlendirilmesi gerektiğini ortaya koymaktadır. Çalışmada ele alınan bölgesel dağılımların parametre bazında incelenmesi sonucunda, bütünsel akustik kalite için tek başına parametrelerin ortalama değerlerinin kullanılmasının yeterli olmayacağı saptanmıştır. Aynı zamanda elde edilen nesnel sonuçların, öznel değerlendirilmelerle desteklenmesi gerekmektedir.

Çalışma sonucunda elde edilen mimari biçimleniş ve hacim içerisindeki bölgesel dağılıma ilişkin bulguların başka çalışmalarla birlikte desteklenmesi ve geliştirilmesi gerekmektedir. İleriki çalışmaların tez içerisinde yer almayan plan tipleri, parametreler ve farklı bölgesel yerleşimlerin gözönünde bulundurulması, başka hacim akustiği yazılımları kullanılarak karşılaştırmalar yapılması, farklı müzik türleri ile işitselleştirme yapılarak öznel değerlendirmelerde kullanılması çalışmanın geliştirilmesi açısından uygun olacaktır. Tez çalışması başlangıcında belirlenen hipotez, yapılan çalışmalarla kanıtlanarak, uygulanan yöntemin bu alandaki kuramsal çalışmalara farklı bir bakış açısı getireceği ve konser salonu tasarımlarına yardımcı olacağı düşünülmektedir.

- Acoustics, K. (2006). *Kahle Acoustics Philharmonie de Paris Acoustic Brief*. Kahle Acoustics Web Site:
http://www.kahle.be/articles/AcousticBrief_PdP_2006.pdf adresinden alındı
- Aknesil, A. E. (1998). *Salonların Hacim Akustiği Yönünden Değerlendirilmesinde Akustik Koşul Dağılımlarının Öneminin Ortaya Konulması ve İrdelenmesine Yönelik Bir Yaklaşım*. İstanbul: Doktora Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi.
- Barron, M. (1992). *Precedents in Concert Hall Form*.
- Barron, M. (2006). The development of concert hall design - A 111 year experience. *Spring Conference Futures in Acoustics 2006: Today's Research - Tomorrow's Careers. 28 Pt.1*. Southampton, UK.: Institute of Acoustics (IOA).
- Barron, M. (2010). *Auditorium Acoustics and Architectural Design*. New York: Spon Press.
- Bayazit, N. (2001). Models Based on Correlations Between Room Geometry and Acoustical Parameters: Importance of Receiver Position. *International Congresses on Acoustics*. Rome: ICA.
- Bech, S., & Zacharov, N. (2006). *Perceptual Audio Evaluation-Theory, Method and Application*. West Sussex, England: John Wiley & Sons.
- Beranek, L. (1996). *Acoustics*. Acoustical Society of America.
- Beranek, L. (2003). Subjective rank-orderings and acoustical measurements for fifty-eight concert halls. *Acta Acustica united with Acustica*, 89(3), 494-508.
- Beranek, L. (2004). *Concert Halls and Opera Houses*. NewYork: Springer.
- Beranek, L. (2011). Concert Hall Acoustics. *Architectural Science Review*, 54(1), 5-14.

- Beranek, L. (2014). Concert Hall Design : New Findings. *Institute of Acoustics*, 36(3).
- Blauert, J. (2005). *Communication Acoustics*. Berlin: Springer.
- Blauert, J. (2013). On the Nature and Usability of Room-acoustical Parameters. *AIA DAGA*. Merano: AIA.
- Bradley, J. S. (2010). Proceedings of the International Symposium on Room Acoustics. *Review of objective room acoustics measures and future needs*. Melbourne, Australia: ISRA.
- Bradley, J. S. (2011). Review of objective room acoustics measures and future needs. *Applied Acoustics*, 72, 713-720.
- Cerda, S., Gimenez, A., Cibrian, R., Giron, S., & Zamarreno, T. (2015). Subjective ranking of concert halls substantiated through orthogonal objective parameters. *The Journal of Acoustical Society of America*, 137(2), 580-584.
- Choi, Y., & Fricke, F. (2001). Investigation of the Factors Most Important for Determining the Acoustic Quality of Concert Halls. *International Congresses on Acoustics*. Rome: ICA.
- Christensen, C., Koutsouris, G., & Rindel, J. (2013). The ISO 3382 parameters: Can we simulate them? Can we measure them? *International Symposium on Room Acoustics*. Toronto, Kanada: ISRA 2013.
- Cox, Trevor J.; D'Antonio, P.;. (2009). *Acoustic Absorbers and Diffusers, Theory, Design and Application*. Taylor Francis.
- Ermann, M. (2015). *Architectural Acoustics Illustrated*. New Jersey: Wiley.
- Essert, R. (1999). Links between concert hall geometry, objective parameters and sound quality. *The Journal of Acoustical Society of America*.
- Everest, F., & Pohlmann, K. C. (2009). *Master Handbook of Acoustics*. Mc Graw-Hill.

- Fletcher, B. (1905). *A History of Architecture on The Comparative Method*.
London: Batsford.
- Gimenez, A., Cibrian, R., Romero, J., Cerda, S., Miralles, J., & Segura, J. (2007).
Our Experience in Subjective Perception in Concert Halls. *19th
International Congress on Acoustics*. Madrid, İspanya: ICA.
- Ginn, K. B. (1978). *Architectural Acoustics*. Naeurm, Danimarka: Brüel&Kjaer.
- Hidaka, T., Beranek, L., & Okano, T. (1995). Interaural cross-correlation, lateral
fraction, and low- and high-frequency sound levels as measures of
acoustical quality in concert halls. *Journal of Acoustical Society of
America*.
- Hidaka, T., & Nishihara, N. (2015). Acoustical Quality in Concert Halls as
Related to Hall Shape: Shoebox, Surround, and Other. *Psychomusicology:
Music, Mind, and Brain*, 25, 240-252. doi:10.1037/pmu0000050
- Hoffman, I. B. (2002). *Halls For Music Performance Another Two Decades Of
Experience: 1982-2002*. Acoustical Society Of America.
- Hyde, J. R. (2001). The Importance of Sound Strength (G) in Opera House
Acoustics: Intimacy and the Role of Early Reflections. *17th International
Congresses on Acoustics*. Roma, İtalya: ICA.
- ISO 3382. (2000). *ISO 3382 Acoustics. Measurement Of The Reverberation Time
Of Rooms With Reference To Other Acoustical Parameters*. Geneva,
Switzerland: ISO.
- ISO 3382-1. (2009). *Acoustics, Measurement Of Room Acoustic Parameters, Part
-1, Performance Spaces*. Genova, Switzerland: ISO.
- Jurkiewicz, Y., Wulfrank, T., & Kahle, E. (2012). Architectural shape and early
acoustic efficiency in concert halls (L). *The Journal of the Acoustical
Society of America*, 132(3), 1253-1256.
- Kirkegaard, R. L. (2010). In search of a new paradigm – Our ‘Parameters’ tend to
bias the ways we listen and constrain the ways we think about Concert

- Hall acoustics. *Inter Noise, Noise and Sustainability*. Lisbon, Portugal: InterNoise.
- Kuttruff, H. (2009). *Room Acoustics, Fifth Edition*. Abingdon, Oxon: Spon Press.
- Lacatis, R., Gimenez, A., Sevillano, A., Cerda, S., Romero, J., & Cibrian, R. (2008). Historical and chronological evolution of the concert hall acoustics parameters. *EuroNoise*. Paris, Fransa.
- Long, M. (2006). *Architectural Acoustics*. California, USA: Elsevier Academic Press.
- Martellotta, F. (2010). The just noticeable difference of center time and clarity index in large reverberant spaces. *Journal of Acoustical Society of America*, 128(2), 654-663.
- Masayuki, M., Munehiro, J., Koichi, N., & Kimihoro, S. (2002). Effects of frequency characteristics of reverberation time on listener envelopment. *Forum Acusticum Sevilla 2002*. Sevilla, İspanya: Forum Acusticum.
- Meyer, J. (2011). Trends in Concert Hall Design-Experiences of the Last 50 Years. *Forum Acusticum*.
- Nagy, A. B., Kotschy, A., Gade, A., & Johannessen, H. (2010). Room acoustical modelling differences and their consequences. *Inter Noise*. Lisbon, Portekiz: internoise.
- Naylor, G. (1992). Treatment of Early and Late Reflections in a Hybrid Computer Model for Room Acoustics. *124th ASA Meeting*. New Orleans, ABD: Acoustical Society of America.
- Nishihara, N., & Hidaka, T. (2012). Loudness perception of low tones undergoing partial masking by higher tones in orchestral music in concert halls. *The Journal of Acoustical Society of America*, 132(2), 799-803.
- Odeon. (2020, 03). *Odeon User's Manual*. Odeon Software:
<https://odeon.dk/download/Version15/OdeonManual.pdf> adresinden alındı

- Parkin, P., Allen, W., Purkis, H., & Scholes, W. (1953). The Acoustics of the Royal Festival Hall, London. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 25(2).
- Rathnayake, R., & Wanniarachchi, W. (2019). Image Source Method Based Acoustic Simulation For 3-D Room Environment. *International Journal of Scientific & Technology Research*, 8(11).
- Reichardt, W., Abdel Alim, O., & Schmidt, W. (1974). Abhängigkeit der grenzen zwischen brauchbarer und unbrauchbarer durchsichtigkeit von der art des musikmotives, der nachhallzeit und der nachhalleinsatzzeit. *Applied Acoustics*, 7(4), 243-264.
- Rindel, J. H. (1995). Computer Simulation Techniques for Acoustical Design of Rooms. *Acoustics Australia*, 23(3-83).
- Rindel, J., H.; . (1999). Links between concert hall geometry, objective parameters and sound quality.
- Rindel, J. H. (2002). Acoustical Comfort as a Design Criterion for Dwellings in the Future. *Sound in the Built Environment*. Auckland.
- Rossell, I., & Vicent, C. (2002). Forum Acusticum. *Acoustic Phenomena Associated to the Audience*. Sevilla, İspanya: SEA.
- Rossi, G. B. (2014). *Measurement and Probability*. Springer.
- Rossing, T. (2007). *Springer Handbook of Acoustics*. New York: Springer.
- Rudno-Rudzinski, K. (2005). Effect of seat spacing density on reverberation time. *Forum Acusticum*, (s. 2415-2419). Budapeşte, Macaristan.
- Sabine, P. E. (1932). *Acoutics and Architecture*. New York: McGraw Hill.
- Sacre, P., Mapp, P., & Saunders, D. (1997). *Acoustics in the Built Environmenr*. (D. Templeton, Dü.) Oxford: Architectural Press.
- Sanmartin, R., Vela, A., San Martin, M., & Arana, M. (2002). Comparative analyses of two acoustic simulation software. *Forum Acusticum Sevilla*. Sevilla, İspanya.

- Schmidt, A. M., & Kirkegaard, P. H. (2004). ON ARCHITECTURAL ACOUSTICS DESIGN USING COMPUTER SIMULATION. *11th International Congress on Sound and Vibration*. St. Petesburg, Rusya.
- Shiokawa, H., & Rindel, J. H. (2007). *Comparisons between Computer Simulations of Room Acoustical Parameters and Those Measured in Concert Halls*. Tokyo, Japonya: Report of the Research Institute of Industrial Technology, Nihon University.
- Skalevik, M. (2008). *Akutek*. Akutek:
https://www.akutek.info/Papers/MS_Parameters_Distribution.pdf
adresinden alındı
- Skalevik, M. (2013). Room acoustical parameters in predictions of concert hall preference about uncertainties, explanation and understanding. *International Conference on Acoustics, AIA-DAGA*. Merano, İtalya: DEGA.
- Stephenson, U. M. (2013). Requirements for Room Acoustical Parameters- A proposal for structuring the questions on how to define them. *International Conference on Acoustics, AIA-DAGA*. Merano, İtalya: DEGA.
- Talaske, R. H. (1982). *Halls For Music Performance, Two Decades Of Experience: 1962-1982*. Acoustical Society Of America.
- TDK. (tarih yok). *Türk Dil Kurumu*. Türk Dil Kurumu Sözlükleri:
<https://sozluk.gov.tr> adresinden alındı
- Thomas, D. R. (2007). *Springer Handbook of Acoustics* (Cilt S:313). Springer.
- Topa, M. D., Toma, N., Kirei, B. S., Saracut, I., & Farina, A. (2012). Experimental Acoustic Evaluation of an Auditorium. *Advances in Acoustics and Vibration, 2012*.

- Uzun, B., & Can, Z. Y. (2017). 21.Yüzyılda İnşa Edilen Konser Salonlarının Akustiğı Üzerine Bir İnceleme. *12. Ulusal Akustik Kongresi*. Urla, İzmir.
- Uzun, B., & Can, Z. Y. (2020). Konser Salonlarının Mimari Biçimlenişlerinin Bütünsel Akustik Kaliteye Etkisi Üzerine Bir Değerlendirme. *Megaron*, *15*(4), 614-623. doi:10.14744/MEGARON.2020.55563
- Vardaxis, N. G., Bard, D., & Waye, K. P. (2018). Review of acoustic comfort evaluation in dwellings-part 1: Associations of acoustic field data to subjective responses from building surveys. *Building Acoustics*, 151-170.
- Vermeir, G., & Mees, P. (1995). Evalution of room acoustical predictions using ray-tracing. *Euro Noise*.
- Vigeant, M. C., Celmer, R., Jasinski, C., Ahearn, M., Schaeffler, M., Giacomoni, C., . . . Ormsbee, C. (2015). The effects of different test methods on the just noticeable difference of clarity index for music. *Journal of Acoustical Society of America*, *138*(1), 476-491.
- Vitruvius. (1990). *Mimarlık Üzerine On Kitap*. Şevki Vanlı Mimarlık Vakfı Yayınları.
- Vorlander, M. (2020). *Auralization*. NewYork: Springer.
- Yüzer, A. F., Ağaoğlu, E., Tatlıdil, H., Özmen, A., & Işıklar, E. (2009). *İstatistik*. Eskişehir: Anadolu Üniversitesi.
- Zacharov, N. (2019). *Sensory Evaluation of Sound*. Taylor&Francis.

A

LİTERATÜR TARAMASI



	İSİM	KAYNAK	TARİH	YAZAR	ÖZET
1	Comparisons between Computer Simulations of Room Acoustical Parameters and those Measured in Concert Halls	Report of the Research Institute of Industrial Technology, Nihon University Number 89	2007	Rindel, J.H.; Shiokawa, H.	Bu bildiride, 11 konser salonunda ölçülen hacim akustiği parametreleri ile Odeon v5 yazılımı kullanılarak yapılan bilgisayar simülasyonu sonuçları karşılaştırılmıştır.
2	Links between concert hall geometry, objective parameters and sound quality	Acoustical Society of America Journal 105(2):986	1999	Robert Essert	Bu makalenin amacı, salon tasarımında karşılaştığımız bazı temel geometrik parametreleri ve çeşitlilik gösteren nesnel ve öznel farklılıkları araştırmak ve şekiller arasındaki eğilimleri daha iyi anlamaktır.
3	Comparative analyses of two acoustic simulation software	Forum Acusticum	2002	Sanmartin, R.; Vela, A.; San Martin, M.L.; Arana, M.	Bu çalışmada, Raynoise ve Odeon hacim akustiği simülasyon programlarının karşılaştırmalı bir analizi yapılmıştır. Modelleme doğruluğunun yaklaşım üzerindeki etkisi analiz edilmiştir. Aynı model her iki programda da simüle edilmiştir. En basit model için 40 yüzeyden, daha karmaşık model için 1497 yüzeye kadar değişen farklı hassasiyetlerde bir oda için dört geometrik model üretilmiştir. Hesaplama zamanı, karmaşık modellerin kararlılığı ve gücü, dağıtma işlemleri, sonuçlarda yakınsama, kullanıcı arayüzü olanakları gibi sorular analiz edilmiştir.
4	Modelling in auditorium acoustics from ripple tank and scale models to computer simulations	Forum Acusticum	2002	Rindel, Jens Holger	Bu bildiri, işitmenin akustik tasarımına yönelik araçlarla ve bu araçların son yüzyıldaki gelişimiyle ilgilidir. Dalga tankları sesin dalga yapısını, yansıtıcı bir kap içinde ancak iki boyutta modelleyebilmektedir. 1930'lardan bu yana yeni işitme tasarımını test etmek için yüksek frekanslı ses dalgaları kullanan ölçekli modeller kullanılmıştır. Hacim Akustiği parametrelerinin gelişimi, ölçekli model tekniğinin gelişmesiyle birlikte gelişti. Ancak, modeldeki sesi dinleme imkanı da ilk günlerden beri zor bir işti. Hacim Akustiği tasarımı için ilk bilgisayar modelleri 1967'de ortaya çıktı ve 1990'larda olgunlaştı. Sonuçlar gittikçe daha güvenilir hale geldi, hesaplama hızı önemli ölçüde arttı ve oditoryum akustiği analizleri için yeni yöntemler geliştirildi. Bunlardan biri de yüksek kalitede işitselleştirme olanağı olmasıydı.
5	Room acoustical parameters in predictions of concert hall preference-about uncertainties, explanation and understanding.	AIA DAGA	2013	Magne Skalevik	Konser salonu tercihi, ortalama konser meraklısı tarafından hangi salonların daha çok tercih edildiği veya daha az tercih edildiği sorusuyla ilgilidir. Tercihleri tahmin etmek istemek için nedenler; 1. Bilimsel veya akademik nedenler 2. Saf merak 3. Konser salonu planlama kararının temeli olabilir. Karar almaya yönelik tahminler riskli bir iştir. Konser salonu akustiği, salon yapıldıktan sonra iyileştirilmesi çok zor ve pahalıdır. Dolayısıyla, konser salonu için kullanıcıların tercihini tahmin etmek için güvenli yöntemlere olan talep yüksektir. Yani hangi fiziksel büyüklükler, parametreler kritik ve ilgili mi?

	İSİM	KAYNAK	TARİH	YAZAR	ÖZET
6	Requirement for room acoustical parameters- a proposal for structuring the questions on how to define them	AIA DAGA	2013	Uwe M. Stephenson	Hacim akustikçileri arasında, fiziksel olarak tarif edilen ve oditoryum akustiğindeki öznel yargılamalarla yüksek oranda ilişkili bazı hacim akustiği parametrelerinin olduğu konusunda fikir birliği vardır. Bazıları ISO 3382'de matematiksel olarak tanımlanır, sınır değerleri ders kitaplarında yayınlanır, ancak bunlar otomatik olarak geçerli bir kuvvete sahip değildir, Hacim Akustiği Parametrelerinin gereklilikleri konusunda uluslararası bir standart yoktur.
7	Room acoustical modelling differences and their consequences	Inter Noise	2010	Nagy,A.; Kotschy,A.; Gade, A.; Johannessen, H.	Pecs Konferans ve Konser Merkezi'nin detaylı tasarım aşamasında, akustik tasarımın değerlendirilmesine paralel olarak iki farklı hacim akustiği modelleme yazılımı kullanma fırsatını yakaladık. Temel olarak, her programın ihtiyacına uyacak şekilde hafifçe değiştirilmiş olan üç boyutlu, bir mimarın çizimi kullanılmıştır. Farklı hesaplama algoritmaları ve modelleme yaklaşımları nedeniyle, düşük frekans aralığında öngörülen ortalama yansımam sürelerinde yüzde 20'lik bir fark yaşanmıştır. Bu bildiride, bu farkla başlatılan araştırmaların sonuçlarını sunuyoruz. Salonun sadeleştirilmiş modelleri oluşturulmuş ve hesaplamalar yeniden yapılmıştır. Farklı yaklaşımların karşılaştırılması ve etkileri detaylı olarak gösterilmiştir.
8	In search of a new paradigm. Our Parameters tend to bias the ways we listen and constrain the ways we think about concert hall acoustics	Inter Noise	2010	Kirkegaard, R.L.;	Bu çalışmanın amacı, mevcut hacim akustiği parametrelerinin eksik yönlerini inceleyerek, tasarım prensipleri ve mevcutta olmayan ek parametreler geliştirerek önermektir. Hemen tüm parametreler, impulse (patlama) yanıtının yönsüz hoparlör ve mikrofon ile kaydedilmesi sonucu elde edilmektedir. Hacimlerdeki tüm ölçümler ise genel olarak, izleyici ve icracılar olmadan yapılmaktadır. Böylece, dinleyici ve icracıların performansları sonucunda oluşan akustik koşulları yansıtmayan ölçümler olmaktadır. Bu parametreler, frekans spektrumunun müzikal ve algısal kritik bölümünü göstermemektedir. 125-4000Hz aralığı hem olumlu özelliği olan çok düşük frekansları hem de işitme için zararlı olabilecek yüksek frekansları içermemektedir. Çalışma kapsamında Royal festival salonu ve Sydney opera binası ele alınmış ve çeşitli düzenlemeler yapılmıştır. Sonuç olarak akustikçiler arasında bilgisayar tasarımları ve analizlerle bu konuda tecrübe sahibi olmak, artık kritik dinleme ve yaratıcı problem çözme tecrübesine sahip olmanın yerine geçmiştir. Elinde güçlü araçları olan, teknik olarak yeterli fakat tecrübesi olmayan uygulayıcıların olması, iyi bir akustik sonuç sağlamamaktadır.
9	A room acoustical computer model for industrial environments - The model and its verification	Euro Noise	1998	Christiensen, C.L.	Bu çalışmada, endüstriyel alanda kullanılan büyük makinelerin, bilgisayar ortamında hacim akustiği yazılımı Odeon 3.0 ile modellenme yöntemi anlatılmaktadır. Odeon yazılımı, nokta kaynakların, yüzey kaynakların ve çizgi kaynakların modellenmesini sağlar ve bu üç kaynak türünü birleştirerek büyük makinelerin modellenmesini yapabilmektedir.

	İSİM	KAYNAK	TARİH	YAZAR	ÖZET
10	Evaluation of room acoustical predictions using ray-tracing	Euro Noise	1995	Vermeir G., Mees P.	Işın izleme yönteminin kullanımı, hacim akustiği alanında yaygın bir uygulamaya dönüşmüştür. Bu nedenle, algoritmalarındaki yeni gelişmelere duyulan ihtiyaç, hesaplama sonuçlarının doğrulanması ihtiyacına doğru kaymıştır. Bu katkıda, seçilen kıyaslamaların ve deneylerle yapılan iki karşılaştırmanın sonucu çalışmada sunulmuştur. İlk olarak temel girdi verilerinin hesaplama sonuçları üzerindeki etkisi araştırılmıştır. Araştırılan parametreler şunları içermektedir, ışınların açıklık açısı, yansıma sayısı, kaynak yönü, teorik model ve ses yutma ve ses dağıtma değerleri. İkinci olarak iki uygulama tartışılmıştır. İlk uygulama, dağılımı uygun şekilde modelleme ihtiyacı olan büyük bir üretim salonunda bir akustik işlemin etkinliğinin tahmini ile ilgilidir. İkinci uygulama, hesaplanan ve ölçülen hacim akustiği kriterleri arasındaki değerlendirme ve müzik için büyük bir salonun tasarımıyla ilgilidir.
11	The prediction of reverberation time in fitted rooms	Euro Noise	1998	Dance, S.M.; Pinder, J.N. ; Shield, B.M.	Yayınık olmayan dolu odalarda enerji azalması, geçmişte kapsamlı bir şekilde araştırılmamıştır. Bu çalışma için üç matematiksel model, varsayımsal bir uzayda yansıma süresini tahmin eden klasik bir formülle birlikte incelenmiştir. Kullanılan modelleme yöntemleri ışın izleme, görüntü kaynağı yöntemi ve piramit izlemeyi içermektedir. Varsayımsal araştırma, bilgisayar modeli üzerinde dört farklı senaryo kullanarak bağlantıların yansıma süresi üzerindeki etkisini incelemiştir.
12	Acoustic computing applied to heritage spacs design. Study about application limits.	Euro Noise	2012	Linares, J.; Bravo, J.M.; Uris, A.	Bu makale, İspanya'daki İpek Borsası veya Valencia Tüccarları binası olan Avrupa Gotik'in en temsili yapılarından biri olan üç hacmin orijinal akustik durumunu belirlemek için kullanılan ODEON 10 yazılımı ile gerçekleştirilen çalışmayı sunmaktadır. Bunu yapmak için, bir yandan, hacim akustik kalitesi için yerinde ölçümler yapılmış, diğer yandan, geometrik olarak modellenen üç hacim akustik hesaplama programı ODEON 10'a aktarılmıştır. Deneysel ve akustik hesaplama ile elde edilen sonuçlar birbirleri ile karşılaştırılmış ve bu programı kullanmanın sonuçları değerlendirilmiştir.
13	Effects of frequency characteristics of reverberation time on listener envelopment	Forum	2002	Masayuki, M.; Munehiro, J. ;Koichi, N. ; Kimihiro, S.	Yansımanın dinleyicinin sarmalanmışlık hissine (LEV) katkıda bulunduğu bilinmektedir. Bu yazıda, yansıma süresinin (RT) ve frekans özelliklerinin LEV üzerindeki etkilerini netleştirmek için üç dinleme testi yapılmıştır. Parametre olarak RT ile yapılan ilk testin sonucu, LEV'yi anlamlı şekilde etkilediğini göstermektedir. RT'nin frekans özelliklerine sahip ikinci ve üçüncü testlerin sonuçları, düşük frekanslardaki RT'nin, yüksek frekanslardaki RT'yi olduğu gibi LEV'yi de etkilediğini gösteren bir parametredir.

	İSİM	KAYNAK	TARİH	YAZAR	ÖZET
14	On the objective parameter of "Texture".	Forum	2002	Hidaka, T.	Bir dinleyicinin bir opera binasında yaşadığı ses kalitesinin bir endeksi olan "doku" olarak adlandırılan öznel izlenim, dinleyicinin kulaklarına ulaşan erken ses yansıma dizisine bağlanmıştır (Hidaka ve Beranek, JASA, 107, 368, 2000).). Olası fiziksel önlemlerden biri, dinleyicinin bir salondaki konumunda ölçülen dürtü yanıtındaki erken yansımaların sayısını saymaktır. Bu amaçla, olağan reflectogramlar, opera evlerinin akustik kalitesini değerlendirmede yardımcı olmak için bu yazıda gösterilen önemli yansımaların sayılmasında çok az yardımcı olurlar. Bu çalışma, erken yansıma sayısının sayılması için, geleneksel reflektogram yerine bant geçirilmiş bir dürtü yanıtının Hilbert Dönüşümü'ne dayanan bir zarf işlevi önermektedir. Bu yöntemin yalnızca fazın dürtü yanıtındaki etkisini silmesinin yanı sıra matematiksel olarak da rijit olması avantajı vardır. Yalnızca dürtü yanıtındaki genlik bilgisi çıkarılır ve herhangi bir genliğin yansıma sayısı sayılabilir. Bu "doku" ölçüsü arasındaki korelasyon, opera evlerinin daha önce <u>vayınlanmış subjektif değerlendirmesiyle ilişkilidir.</u>
15	Models Based on Correlations Between Room Geometry and Acoustical Parameters: Importance of Receiver Position	ICA	2001	Bayazit, N.T.	Akustik parametrelerin tasarımın ilk aşamalarında öngörülmesi, bu parametrelerin hacim geometrisi ve alıcı pozisyonundaki değişikliklerden nasıl etkilendiğinin anlaşılmasını gerektiriyordu. Farklı koltuklarda farklı izlenimlerin algılandığı görüldüğü için, bu parametrelerin alıcı pozisyonundaki değişiminin ayrıntılı olarak incelenmesi gerektiği, çalışmada belirtilmiştir.
16	Investigation of the Factors Most Important for Determining the Acoustic Quality of Concert Halls	ICA	2001	Choi, Y.J.; Fricke, F.R.	Bu çalışmanın amacı, konser salonlarının (AQI) genel akustik kalitesine katkıda bulunan akustik faktörleri araştırmaktır. Analiz, Beranek'in altı ortogonal parametresi (EDT, TI, IACC, Gmid, SDI ve BR) ve koltuk sayısı ve salon hacmi gibi diğer faktörler kullanılarak yapılmıştır. Beranek'in parametrelerinin 125-1000Hz frekans aralığındaki girdileriyle sinir ağı analizi kullanılmıştır. Beranek'in altı parametresinin hangisinin AQI'yi doğru tahmin etmede en önemli olduğunu ve diğer faktörlerin ne olduğunu belirlemek için çeşitli akustik faktör kombinasyonları denenmiştir. Beranek'in altı faktörünün AQI'nin iyi bir öngörüsünde bulunabileceği gösterilmiştir. Diğer bazı parametre kombinasyonlarının Beranek'in parametrelerini kullananlar kadar iyi tahminler verebileceği gösterilmiştir.
17	Concert hall acoustics 2001-2007	ICA	2007	Beranek L.	Konser ve Opera salonları araştırması tamamlandıktan bu yana büyük ilgi görmüştür [Beranek, Springer-Verlag 2004]. Bu makale, akustik konular için en yararlı görülen katkıların bir incelemesini ve analizini sunmaktadır. Makalede, Yansıma Süresi (T30), Erken Düşme Zamanı (EDT), Görünen Kaynak Genişliği (ASW), Yanal Enerji (LF), Kulaklar Arası Çapraz Korelasyon Çarpımı (IACC) ve Binaural Kalite İndeksi (BQI), Dinleyici Sarmalanması (LEV), Güç (G) gibi parametrelerle birlikte, Algılanan Bas, Doku, Netlik, Ses Lokalizasyonu ve Akustik Parametreleri Ölçmek gibi konular işlenmiştir.

	İSİM	KAYNAK	TARİH	YAZAR	ÖZET
18	Hybrid method for room acoustic simulation in real-time	ICA	2007	Schröder, D; Vorländer, M.	Günümüzde kullanılan gerçek zamanlı sanal gerçeklik sistemlerinde, hacim akustiği genellikle sanal ortama makul bir referans olmaksızın bir efekt olarak eklenmektedir. Bu nedenle, bu yaklaşımlarda, örneğin ekolar ve kavisli bozulmalar gibi farklı akustik etkiler fark edilmeden kalabileceğinden, örneğin konser salonları ve bina kompleksleri gibi hacimlerin sanal ortamda modellenmesi bu gibi uygulamalar için uygun olmamaktadır. Çalışmada, sanal ortamların dinamik hacim akustiği simülasyonu için gerçek zamanlı bir hibrit yöntem sunulmuştur. Geç yankılanan ses alanını belirlemek için ses kaynaklarının kesin yerleşimini sağlamak gerekmektedir. Görüntü kaynakları bir ışın izleme algoritması ile birleştirilmiştir. Ek olarak, kullanılan grafikler, otonom çalışan varlıkların, yani hacimlerin çevrimiçi olarak değiştirilebildiği, örneğin kapıların açılıp kapatılabildiği, portallar olarak esnek bir bağlantı için uyarlanmıştır. Bu çerçevenin kullanılması, serbestçe hareket edebilen ses kaynaklarının, hareketli bir dinleyicinin ve geometri değişikliğinin desteklendiği, rastgele sayıda birleştirilmiş hacmin etkileşimli bir işitselleştirilmesini sağlamaktadır.
19	Auditory quality of performance spaces for music	ICA	2007	Blauert, J.; Jekosch, U.	Son yirmi yılda, ses kalitesi akustiği içinde sıcak bir tartışma konusu haline gelmiştir. Mimari akustikçiler için bu, özellikle işitsel sahne ve iletim kalitesinin özellikleriyle ilgili olarak her zaman bu konuyu ele aldıkları için sürpriz değildir. Çünkü kapalı alan temelde üç boyutlu bir iletim sistemidir. Ses kalitesi araştırmalarında, kalite yargılama sürecinin mevcut modelleri, seslerin karakterinin uygun referansların karakteriyle karşılaştırılmasına dayanmaktadır. Daha genel bir modelleme yaklaşımı için, belirli öğeler, görevler, işlevler ve bireysel gözlemcilerden kaynaklanan tüm bireysellik ve özellikleri, referansların karakterine konulması önerilmiştir. Bu çalışmada, uygun referansların tanımlanması ve özelliklerine ilişkin bazı problemler ayrıntılı olarak ele alınmıştır. Böylece müzikal performanslar için alanlar örnek olarak alınmıştır. Tipiklik, işlevsel yeterlilik ve gelenek gibi konular da kısaca ele alınmıştır.
20	Our experience in subjective perception in concert halls	ICA, 19th International Congress on Acoustics	2007	Gimenez, A; Cibrian, R.	Müzikal algıyı incelemek için farklı araştırmacılar tarafından sayısız nesnel parametre önerilmiştir. Bunlar, dikkate alınması gereken temel niteliklere bağlı olarak, bu tür bir çalışmayla uğraşmanın farklı yollarını oluşturur. Sosyokültürel çevremizdeki işitsel tercihlere bağlı gereklilikler nedeniyle bu parametrelerin seçimi gereklidir. Bu makalede, bu konu üzerindeki çalışmalar, parametreler arasındaki bağımlılık veya bağımsızlık incelenerek sunulmuştur. Çalışma salonları tipolojik, fonksiyonel, konstrüksiyon, kapasite gibi yaygın olarak kullanılan kriterler gözönünde bulundurularak seçilmiştir. Bu salonlarda çok sayıda ölçüm yapılmış , dinleyiciler ve bir grup uzman tarafından öznel yargılar gözönünde bulundurularak tüm salonu kapsayan bir anket yapılmıştır.

	İSİM	KAYNAK	TARİH	YAZAR	ÖZET
21	Effect of seat spacing density on reverberation time	ForumAcusticum	2005	Krzysztof Rudno-Rudzinski	Kesin yangın kontrol yönetmeliği, opera ve konser salonlarında koltuklar, tiyatro salonu ve benzer hacimler arasında daha fazla mesafe gerektirir. Sonuç olarak, koltuklar değiştirilince salonların yansıma süresi değişir. Ek olarak, ne kadar yoğun olduklarına bağlı olarak koltuklar tarafından yutma çarpanı hakkında çok az veri vardır. Wrocław Teknoloji Üniversitesi Ders Tiyatrosu'nun modernizasyonu, farklı koltuk aralıkları ve düzenlemeleri için yansıma süresi ölçümü yapma imkanı sağladı. Konferans Tiyatrosu, küboidal bir şekle ve toplam 4000m3 kapasiteye sahiptir. Maksimum koltuk sayısı 449'dur. Farklı sayıda koltuk için ve sabit sayıda koltuk için ölçümler yapılmıştır. Koltuk blokları arasındaki boşluğun etkisi ile bir koltuk bloğunun çevresinin etkisi incelenmiştir. Ayrıca yansıma süresi ölçüm sonuçları yutma çarpanı bakımından analiz edilmiştir.
22	Experimental Acoustic Evaluation of an Auditorium	Hindawi Publishing Corporation Advances in Acoustics and Vibration Volume 2012	2012	Mariana Dana Topa, Norbert Toma, Botond Sandor Kirei, Ioana Saracur, Angelo	Çalışmada, Romanya'da bulunan, dikdörtgen plan şemasına sahip mevcut bir oditoryumun akustik açıdan incelenmiştir. RT, EDT, C80, D50, Ts gibi parametreler araştırılmış, farklı oturma konumlarındaki durum ortaya konmuştur.
23	Evaluation of the effect of dimensions and geometry on room acoustics in opera houses, concert halls and theatres	Gazi University Journal of Science Part B: Art, Humanities, Design And Planning GU J Sci Part:B	2014	Ferhat Eröz	Günümüzde nüfus artışı, çeşitli sosyal toplanma alanlarına olan ihtiyacı karşılamak için yapı faaliyetlerinde artışa neden olmuştur. Son yıllarda mimari akustik, akustik bilimi ve işitme önem kazanmıştır. Mimari akustiğin ilkeleri 1920'lerde belirlenmiş ve bunlar, opera binaları, tiyatrolar, konser ve konferans salonları söz konusu olduğunda tasarım aşamasında çözülmesi gereken önemli bir proje parametresi olmaya devam etmektedir. Bu çalışmada tasarımın ses işlevselliği için hacim, geometri ve yapısal biçim açısından önemi araştırılmıştır.
24	Objective and subjective evaluations of twenty-three opera houses in Europe, Japan and Americas	Acoustical Society of America	2000	Beranek, Hidaka	Çalışma kapsamında çeşitli hacim akustiği parametreleri, yansıma süresi (RT), erken düşme zamanı (EDT), netlik (C80), bas oranı (BR), güç (G), çapraz korelasyon katsayısı (IACC) ve başlangıç-gecikme aralığı (ITDG)), boş olarak 23 büyük opera binasında ölçülmüştür. Opera binalarının akustik kalitesinde derecelendirme ölçekleri içeren anketler, çeşitli orchestra şeflerine yollanmıştır. Nesnel ölçümler, öznel yanıtlarla karşılaştırılmıştır. Orchestra şefleri hem orchestra çukurunda hem de dinleme alanında salonları akustik kalite açısından değerlendirmişlerdir. Aynı zamanda hacim akustiği parametreleri ve öznel değerlendirme arasındaki ilişkiler ele alınmıştır. Akustik kaliteyi belirlemek için parametreler içinde en önemli bulgular; RT (veya EDT), Gm, ITDG, [1- IACCE3], doku, BR için daha düşük bir sınırlayıcı değer olması ve difüzyon, gürültü, titreşim, yankı, odaklanma gibi bazı olumsuzluklardan kaçınılması, ortalama izleyici seviyeleri arasındaki farklar, sahneden ve çukurdan gelen sesler için izleyici alanlarındaki ortalama seviyeler arasındaki farklar olmuştur.

	İSİM	KAYNAK	TARİH	YAZAR	ÖZET
25	The Application of Neural Network Analysis to Auditorium Acoustics	ICA	2001	F. Frickie	Sinir ağı analizi (NNA), yapı mühendisliğinden finansa kadar birçok alanda kullanılan nispeten yeni bir araştırma ve tasarım aracıdır. Mimari akustikte şimdiye kadar bu çözümden çok az yararlanılmıştır. Bu makalede NNA tekniği ana hatlarıyla verilmiş ve potansiyelini göstermek için oditoryum akustiğinde kullanımına ilişkin örnekler incelenmiştir. Bunlar, girdi olarak hem akustik hem de fiziksel parametreleri kullanarak salonlardaki yansıma süresi ve ses seviyelerinin ve salonların akustik kalitesinin hesaplarını içermektedir. Sinir ağı analizinin kullanımdaki avantajları ve sınırlamaları da kısaca özetlenmiştir.
26	Acoustic phenomena associated to the audience	Forum Acusticum (SEA Acustica)	2002	Ivana Rossell, Cristina Vicent	Tiyatro veya oditoryumlardaki seyirci alanı, hacimlerdeki en önemli ve büyük yutucu yüzeydir. Yutma çarpanı değerleri bir yazardan diğerine önemli ölçüde değişebilir. Bu değişkenlik, akustik tasarımlardaki temel sorunlardan biri haline gelmektedir. Yalnızca yutma çarpanı değeri değil, aynı zamanda kırınım, kenar etkisi, koltuk eğimi, seyirci dağılımı, oturma türü vb. gibi diğer akustik parametreler de kontrol edilmelidir. Bu makalede yazarlar küçük bir konferans salonunda teorik bir inceleme ve ölçümlerle deneysel bir çalışma sunarak bu parametrelerden bazılarını araştırmışlardır. Bir yansıma odasında dinleyici alanındaki yutma çarpanı ve salonlardaki koltuk eğimi etkisini analiz etmişlerdir.
27	The Importance of Sound Strength (G) in Opera House Acoustics: Intimacy and the Role of Early Reflections	17th International Congresses on Acoustics, Roma, ICA	2001	Jerald R. Hyde	Ses gücü, opera binası tasarımının başarısında anahtar bir akustik faktör olarak gösterilmektedir ve ana bileşen hacim tasarımı ve geometri tarafından sağlanan erken ses alanıdır. Erken ses alanı, geç enerji ve görsel faktörlerle birlikte, akustik parametre olan samimiyetle ilişkili olduğu varsayılmaktadır.
28	Room acoustic parameters and their distribution over concert hall seats	www.akutek.info	2008	M. Skalevik	Performans hacimlerindeki akustik parametreler hakkındaki uluslararası fikir birliği, beş fiziksel nicelik ve bunlara karşılık gelen öznel parametreler, yani yansıma, güç, netlik, görünür kaynak genişliği ve sarmalanmışlık ile belirlenir. Beş parametrede, salonun akustiğini (veya salonun bazı alt alanlarını) karakterize ettiği varsayılan beş ortalama değer seti olacaktır. Fakat bu karakteristik nitelikte bir koltuk bulma şansı nedir? Ortalama koltuk var mı? Bununla birlikte, örneğin bir koltuk bulmak basit olabilir; Ortalamaya yakın olan örneğin yansıma, salon ortalamasının değerlerine yakın beş parametrenin hepsinde bir koltuk bulmak daha zor olabilir.
29	Historical and chronological evolution of the concert hall acoustics parameters	Euro Noise	2008	R. Lacatis, A. Gimenez, A. Barba Sevillano, S. Cerda, J. Romero, R. Cibrian	Bu makale uluslararası alanda konser salonlarının akustik parametrelerinin tarihsel gelişimini incelenmiştir. Yirminci yüzyılın başlarından itibaren, akustik parametreler, konser salonu akustiğinin niteliğinin gittikçe daha fazla yönünü kapsayan sürekli bir gelişime sahip olmuştur. Bu çalışmada, kronolojik olarak, çalışılan parametrelerin gelişimi üzerine güncellenmiş bir sunum yapılmıştır. Bunların çeşitliliğini göz önüne alarak, onlarca yıl içinde yer alan, bunları öneren ve mümkün olan yerlerde ilk kez sunuldukları makaleleri veya yayınları gösteren her parametre ele alınmıştır.

	İSİM	KAYNAK	TARİH	YAZAR	ÖZET
30	The prediction of reverberation time using suitable neural networks	ICA	2001	J. Nannariello and F. Fricke	Çalışmada, oditoryum tasarımında yansıma süresini hesaplamaya yönelik bir sinir ağı yaklaşımı olan RT60 sunulmaktadır. Erken tasarım aşamasında kolaylıkla tanımlanabilen ve ölçülebilen girdi değişkenlerinin sayısı az olduğundan, bu çalışmanın amacı sinir ağı boyutunu küçültmek ve uygun veya optimal sinir ağlarını elde etmektir. Sonuçlar, basitleştirilmiş sinir ağlarının genelleme performansının verimli olduğunu göstermiştir.
31	On architectural acoustics design using computer simulation	11th Sound and Vibration Congress	2004	Anne Marie Due Schmidt, Poul Henning Kirkegaard	Bu makalede, bir akustik simülasyon programı kullanılarak, tasarım sürecine olan katkısı araştırılmıştır. Genel olarak tasarım sürecinin 5 aşaması olan araştırma, kavramsallaştırma, geliştirme, detaylandırma ve inşaa üzerindeki etkisi değerlendirilmiştir. Akustik simülasyon yazılımı olarak CATT tercih edilmiştir. Sonuç olarak ilk üç fazda akustik yazılımının kullanımının tasarım sürecine doğrudan etkisi olduğu değerlendirilmiştir.
32	Architectural guidelines to improve the acoustical quality Architectural guidelines to improve the acoustical quality in rooms for mentally challenged people	internoise	2001	L. Nijs, D. van Berlo, M. van der Voorden	Çalışmada zihinsel engelliler için hacimlerde akustik kaliteyi iyileştirmek için bir yöntem geliştirilmiştir. Gerekli yutma yüzeyi miktarı basit denklemlerden hesaplanabilmektedir.. Optimum "etkililik" için yutucu malzemeler her yöne yerleştirilmelidir.
33	Architectural shape and early acoustic efficiency in concert hall	ASA Journal	2012	Yann Jurkiewicz, Thomas Wulfrank, and Eckhard Kahle	Dinleyicilere yeterli erken yansıma sağlamak, sahne sanatlarında iyi bir akustik kalitenin ön şartıdır. Bununla birlikte, bir odanın geometrisi ile erken enerji açısından akustik verimliliği arasındaki ilişki nadiren temel geometrik prensipler kullanılarak incelenmiştir. Bu çalışma, dinleyiciye yansıyan erken enerjinin ortalama değerini düzlemlerin oluşturduğu açıları kullanarak tahmin etme olasılığını göstermektedir. Elde edilen formüller, çeşitli faktörlerin ortalama erken yansıyan enerji üzerindeki etkisini göstermektedir; özellikle, erken yansımaların varış yönünün, konser salonlarının akustik tasarımı için ilginç sonuçları vurgulayan önemli bir rol oynadığı bulunmuştur.

	İSİM	KAYNAK	TARİH	YAZAR	ÖZET
34	Computer simulations in room acoustics: Concepts and uncertainties	ASA Journal	2013	Michael Vorlander	Geometrik akustik, hacim akustik tasarımı ve danışmanlığı için standart bir model olarak kullanılır. Hacim akustik simülasyonu üzerine yapılan araştırma, odalardaki kırılma ve diğer dalga etkileri ve yayılma gibi yayılma etkilerinin daha doğru bir şekilde modellenmesine odaklanmaktadır. Bu alanda çok ilerleme kaydedilmiştir, böylece dalga modelleri de (örneğin, sınır elemanı yöntemi ve zaman alanındaki sonlu farklar) artık daha yüksek frekanslar için kullanılabilir. Çalışmada hacim simülasyon yöntemlerinin kavramları ve uygulamaları kısaca gözden geçirilmiştir. Sonuçta, mimari akustikteki simülasyonlar gerçekten güçlü araçlardır, ancak güvenilirlikleri yeterli bir çokgen modeli oluşturmak zorunda olan , yutma ve saçılma gibi sınır koşullarının doğru girdi verilerini seçmek zorunda olan kullanıcının becerilerine bağlıdır. Bu girdi verilerinin belirsizliği hakkında çok az şey bilinmektedir. Belirsizliklerin hata yayılması teorisi ile, sadece, fark edilebilir farktan daha iyi bir kesinlikte yansım süresinin öngörülmesinin, yansım odası ölçümlerinden elde edilemeyen bir kalitede girdi verisini gerektirdiği gösterilebilir.
35	Disentangling preference ratings of concert hall acoustics using subjective sensory profiles	ASA Journal	2012	Tapio Lokki, Jukka Patynen, Antti Kuusinen, and Sakari Tervo	Bu çalışmada, akustiğin öznel değerlendirmeleri, sahneden 12m uzakta bir koltukta simüle edilmiş bir senfoni orkestrasıyla, dokuz konser salonu kaydedilerek incelenmiştir. Kaydedilen müzik, öznel dinleme testleri ve kişisel kelime dağarcığı için mekansal olarak yeniden üretilmiş, ayrıca değerlendiricilerin tercihleri ve nesnel parametreler elde edilmiştir. Sonuçlar, konser salonlarının Sarmalanmışlık / Gürlük, Yansım, Başlık, Yakınlık, Açıklık ve Netlik gibi algısal özellikler kullanılarak ayırt edildiğini göstermektedir. On yedi değerlendirici tercihlerine göre iki gruba ayrılmıştır. İlk grup, bireysel enstrümanları ve melodi hatlarını duymanın oldukça kolay olduğu, nispeten samimi bir sesle konser salonlarını tercih etmiş, buna karşılık, ikinci grup sarmalanmışlık ve güçlü bas ile daha yüksek ve yansım süresi uzun bir sesi tercih etmiştir. Tüm salonlar tam olarak aynı mesafeden kaydedilmiş olsa da, tercihler en iyi şekilde öznel yakınlık ve bir dereceye kadar Başlık, Sarmalanmışlık ve Gürlük ile açıklanabilir. Sonuç olarak, ne tercihler ne de öznel değerlendirmeler bazı korelasyonlar bulursa da (ISO3382-1: 2009)' de yer alan objektif parametrelerle tam olarak açıklanamamıştır.

	İSİM	KAYNAK	TARİH	YAZAR	ÖZET
36	Evaluation of the Modelling and Auralization of Two Concert Halls	internoise	2003	Young-Ji Choi, Fergus R. Fricke	Çalışma, auditoria'nın algılanan akustik kalitesini etkileyen parametreleri araştırmayı amaçlamaktadır. Rapor, konser salonlarının akustik kalitesinin öngörülmesi için akustik simülasyonun değerlendirilmesi ve auralizasyonun ele alınmasıyla ilgilidir. İki gerçek salon, Vienna Grosser Musikvereinssaal ve London Royal Festival Hall, bilgisayar modelleme uygulaması Odeon V.5.0 kullanılarak modellenmiştir. Salonlardaki birkaç pozisyon için akustik parametreler hesaplandı ve aynı salonlardaki akustik performansları değerlendirmek için öznel değerlendirmeler yapıldı. Odalar için dürtü yanıt fonksiyonları, yankısız bir şekilde kaydedilmiş müzik sinyalleriyle sarsıldı. Elde edilen müzik, tercih değerlendirmeleri için kulaklık kullanan deneklere çalındı. Elde edilen tercihler sunuldu ve iki salonda canlı performans sergileyen müzisyenlerden elde edilenlerle karşılaştırıldı. Subjektif testlerin sonuçlarının derecelendirmelerden elde edilenlerle uyumlu olduğu sonucuna varılmıştır. Genel akustik tercihi değerlendirmek için Gmid ve BR'nin önemli parametreler olduğu bulunmuştur.
37	Investigation of auditory distance perception and preferences in concert halls by using virtual acoustics	ASA Journal	2015	Antti Kuusinena and Tapio Lokki	Bu çalışmada çok kanallı ses üretimine sahip sanal akustik, sahnede birden fazla ses kaynağı bulunan dört konser salonunda işitsel mesafe algısını incelemek için kullanılmıştır. Sekiz denek, sahnede kaynakların ortasına kadar 10 ila 26 metre arasında beş oturma pozisyonunda belirgin olan işitsel mesafeleri bildirmiştir. Mesafe tahminleri, mutlak mesafe tahmin işleminin yanı sıra, salon değerlendirmelerinin içinde ve arasında yapılanlar da dahil olmak üzere, serbest bir modül tahmin işlemi ile toplanmıştır. Ayrıca, her salondaki iki pozisyon ve salonlar arasındaki bir pozisyon için ikili tercihler sorgulanmıştır. Sonuçlar, mesafe algısının salon akustiğine bağlı olduğunu ortaya koymakta, G parametresinin ve yansımış sesin dolaysız sesin enerji oranının bu salonlardaki algısal mesafelere göre değiştiğini göstermektedir. Sonuçlar ayrıca, bu gibi büyük alanlarda kısa mesafelerin olduğundan fazla tahmininin ses kaynaklarından 10 metreye kadar uzayabileceğini göstermektedir. Tercihler ise daha yakın koltukların diğerlerinden daha fazla sevildiğini ve bu tercihin gücünün algısal mesafelerdeki farkla ilişkili olduğunu göstermiştir.

	İSİM	KAYNAK	TARİH	YAZAR	ÖZET
38	Investigation on the effect of aperture sizes and receiver positions in coupled rooms	ASA Journal	2013	Ning Xiang, Jose Escolano, Juan M. Navarro, Yun Jing	Bazı yeni konser salonu tasarımları, mimari akustikte bir dizi araştırma faaliyetini teşvik eden ana salona birleştirilmiş yansıma odalarını birleştirmiştir. İki veya daha fazla birleşik hacimli sistemler arasındaki bağlantı açıklıkları, birleştirilmiş hacimli sistemler boyunca ses yayılımı ve ses enerjisi bozulmaları için merkezi öneme sahiptir. Ek olarak, açıklığa göre ses kaynaklarının ve alıcıların pozisyonları da ses enerjisi dağılımları ve bozulmaları üzerinde de önemli bir etkiye sahiptir. Bu çalışma, hem akustik ölçek modellerini hem de difüzyon denklem modellerini kullanarak açıklık boyutunun çift hacimli sistemlerin davranışları üzerindeki etkisini araştırmaktadır. Bu fiziksel ve sayısal modellerde, açıklığa göre ses kaynağı ve alıcı konumları da incelenmiştir. Hem fiziksel ölçek modellerinden hem de sayısal modellerden elde edilen sonuçlar arasındaki sistematik karşılaştırmalar sayesinde bu çalışma, Hacim Akustiği modellemesi için difüzyon denklem modelinin geçerli aralıklarını ve sınırlamalarını ortaya koymaktadır.
39	Loudness perception of low tones undergoing partial masking by higher tones in orchestral music in concert halls	ASA Journal	2012	Noriko Nishihara and Takayuki Hidaka	Salonlar için nesnel akustik parametreler genellikle 125 ila 4000 Hz arasındaki orta frekans oktav bantlarında ölçülür. Gerçekte, müzik enstrümanlarının frekans aralığı bundan daha geniştir ve bas enstrümanların alt notalarının temelleri 31.5 veya 63 Hz oktav bantlarında bulunur. Bu bantlardaki temellerin üst tonları 125 Hz bandına düşer. Bu çalışmada, 125Hz bandındaki üst tonların ve daha yüksek bandların 63Hz bandındaki bileşenlerin ses yüksekliği duyumunu ne derece etkilediğini belirlemek için tasarlanmış öznel deneyler yapılmıştır. Bu deneylerde, müzik tonunun 125Hz bandında ve daha yüksek bileşenleri, maskeleye için kullanılan daha düşük olan bileşenlere karşı bir maske olması için kullanılmıştır. G (125Hz) ve G (alt bant) arasındaki farkın, alt banttaki temel tonları duymasını sağlayan eşik değeri belirlenmiştir. Yüksek frekanslı kısmi maskeleye gürültüsünün neden olduğu 63 Hz sinüzoidal tonlu maskeli ses şiddeti, maskeli ses seviyesi eşleştirme işlevine benzer bir prosedür esas alınarak belirlenmiştir. Sonuç olarak, düşük ses tonu seviyesindeki farkın, en azından beraberindeki diğer enstrümanlar olduğunda G'nin 62,5 ila 63 dB arasında değişmesine rağmen, fark edilmeyeceğini göstermektedir.

	İSİM	KAYNAK	TARİH	YAZAR	ÖZET
40	Mean-free-paths in concert and chamber music halls and the correct method for calibrating dodecahedral sound sources	ASA Journal	2014	Leo L. Beranek, Noriko Nishihara	Eyring/Sabine denklemleri, büyük ve düzensiz bir odada bir ses dalgasının bir yüzeyden diğerine düz çizgiler halinde hareket ettiğini, yüzeylerin ortalama bir ses yutma katsayısına sahip olduğunu ve yansımalar arasındaki ortalama serbest yolun $4 V/Stot$ olduğunu varsaymaktadır. Burada V, odanın hacmi ve Stot, tüm yüzeylerinin toplam alanıdır. Yüzeylerin dağıtma özelliği dikkate alınmamaktadır. $4 V/Stot$ ilişkisi orijinal olarak Knudsen tarafından yapılan deneysel belirlemelere dayanıyordu (Architectural Acoustics, 1932, s. 132–141). Bu çalışma 200 ila 5000 oturma kapasiteli çok çeşitli boş konser ve oda müziği salonları için ölçülen ses şiddeti Gmid ve yansıma süreleri RT60, kullanılarak $4 V/Stot$ ilişkisini deneysel olarak test etmeyi amaçlamaktadır. Çalışma, $4 V/Stot$ 'un, olağandışı şekle sahip salonlar dışında Sabine/Eyring denklemlerindeki ortalama-serbest yollar için kabul edilebilir bir ilişki olduğunu göstermektedir. Ayrıca, G ses şiddetini ölçmek için kullanılan on iki yüzölçümü, yönsüz ses kaynağını kalibre etmek için uygun yöntem, yani tam yansıma odası yöntemi de ele alınmıştır.
41	Multi-Channel Orchestral Anechoic Recordings for Auralizations	ISRA	2010	Michelle C. Vigeant, Lily M. Wang, Jens Holger Rindel, Claus Lynge Christensen, and Anders Christian Gade	Çalışmada Danimarka Teknik Üniversitesi'nde (DTU) Haziran 2005'te tam yansısız odada kaydedilen orkestral müzik kayıtları ile ilgili bilgi verilmiştir. Brahms'ın 4 No'lu Senfonisi, 3. bölüm ve Mozart'ın 40 No'lu Senfonisinin g minör bölümünün her orkestral bölümü, beş adet 0,5" DPA mikrofon kullanılarak dijital olarak kaydedilmiştir. Kayıtlar, DTU'nun yaklaşık 1000 m ³ boş alana ve 50 Hz alt frekans limitine sahip geniş yansısız kuru odasında yapılmıştır. Her müzisyen ayrı ayrı kaydedilmiş ve tüm kayıtların genel senkronizasyonuna yardımcı olmak için müzisyenler parçayı kulaklıktan dinlemişlerdir. Ayrıca çalarken bir orkestra şefinin videosu izlettirilmiştir. Genel olarak, yaylı parçalar için iki ila üç ayrı müzisyen kaydedilmiş, kalan piriç, nefesli çalgılar ve vürmalı çalgılar için yalnızca bir enstrümentalist kaydı yapılmıştır. Bu kayıtlar, ayrı enstrümanlar, küçük topluluklar veya bütün bir orkestra olarak her enstrümanın bazı yön özelliklerini içeren işitselleştirmeler oluşturmak için hacim akustiği modelleme yazılım programlarında kullanılmak üzere düzenlenmiştir.
42	Neural network predictions of acoustical parameters in multi-purpose performance halls	ASA Journal	2013	L. Y. Cheung and S. K. Tang	Bu çalışmada Hong Kong'da farklı oturma kapasitelerine ve tasarımlarına sahip iki çok amaçlı performans salonunda detaylı binaural (çift kulak için) ses ölçümü yapılmıştır. Sınırlı sayıda ölçüm noktası kullanılarak akustik özelliklerin hesaplanmasında sinir ağı yönteminin kullanımının etkinliği incelenmiştir. Ses kaynağına göre izleyici konumları, sinir ağına girdi olarak kullanılmıştır. Sonuçlar, her bir özel salon alanında eşit olarak yerleştirilmiş dokuz ölçüm noktası kullanan sinir ağı eğitim planının, salon ayarı ve tasarımından bağımsız olarak en iyi seçim olduğunu göstermektedir. Salon genişliğinin sinir ağı hesabının büyük miktarda eğitim verisi gerektirmediği, ancak yansıma ile ilgili parametre tahminlerinin doğruluğunun artan eğitim verisi hacmi ile arttığı bulunmuştur.

	İSİM	KAYNAK	TARİH	YAZAR	ÖZET
43	Perception of Objective Parameter Variations in Virtual Acoustic Spaces	PhD Thesis	2013	Aglaia Foteinou	Bu tezde, işlenmiş bir alan için elde edilen objektif akustik ölçümlerdeki güvenilirliğin öznel dinleme deneyimi açısından doğruluk ve güvenilirliği gerektirip gerektirmediği araştırılmıştır. İşitselleştirmeler, mevcut bir alanın patlama yanıtı ölçümlerine veya bilgisayar tabanlı akustik modelleri kullanan simülasyonlara dayanarak yaratılabilir. Bu yöntemlerin doğrulamaları genellikle standart nesnel akustik ölçümlerin izlenmesine ve bunların belirli koşullar altında nasıl değiştiğine odaklanmaktadır. Bununla birlikte, doğru ve inanılır bir işitselleştirme için, ortaya çıkan sanal işitsel ortamın öznel kalitesi, en azından önemli olarak kabul edilmelidir.
44	Predicting the Acoustics of Concert Halls Using an Artificial Neural Network	Acoustics Australia Journal	2006	Fergus Fricke and Chan Hoon Haan	Çalışmada yapay sinir ağları kullanılarak konser salonlarının tasarımına alternatif bir yaklaşım araştırılmıştır. Çalışmanın bir parçası olarak, ziyarete gelen müzisyen ve orkestra şeflerinden, çoğu Avrupa ve Kuzey Amerikada bulunan 60'ın üzerinde konser salonu için tercihleri hakkında bir anket doldurmaları istenmiştir. Ayrıca ABD'deki Müzik Eleştirmenleri Derneği üyeleri kullanılarak benzer bir anket yapılmıştır. Bu sonuçlar salon tercihlerini salonların fiziksel özellikleriyle ilişkilendirmek için kullanılmıştır. Salonların akustiğini etkileyen en önemli özelliğin iç yüzeylerdeki dağıtıcılık olduğu tespit edilmiştir. Bir sinir ağı analizi, çalışmada kullanılan salonları tanımlamak için yalnızca yedi geometrik faktör kullanıldığında, salonların hesaplanan ve değerlendirilen akustik derecelendirmeleri arasında yüksek bir korelasyon göstermiştir. Bildiride ayrıca, müzisyenler ve müzik eleştirmenleri tarafından konser salonlarına ilişkin değerlendirmelerin karşılaştırılması ve her iki grubun farklı salon türleri için tercihlerinin karşılaştırması da yer almaktadır.
45	Relationships between preference ratings, sensory profiles, and acoustical measurements in concert halls	ASA Journal	2014	Antti Kuusinen, Jukka Patynen, Sakari Tervo, and Tapio Lokki	Bu çalışmada, Konser Salonu akustiğinin tercihleri, tercih haritalarıyla incelenmiştir. Araştırma, daha önce Beethoven, Bruckner ve Mozart kompozisyonlarından alıntı yapılan dokuz konser salonunun ve üç senfonik müzikten toplanan veriler üzerinde gerçekleştirilmiştir. Bireysel tercihler, tanımlayıcı duyuşal verinin çok faktörlü analizi ile elde edilen üç boyutlu bir gizli duyuşal alan üzerine göre elde edilmiştir. Bireysel olarak tahmin edilen tercihlerin üst üste bindirilmesi, hem uyarıcıların genel tercihini hem de bireysel dinleyiciler arasındaki farkları gösteren tercih haritaları oluşturmaktadır. Müzik motifleri arasındaki haritaların karşılaştırılması, her müzik sinyalinin tercih kararlarında farklı akustik niteliklerin ağırlıklandırılmasını nasıl etkilediğini göstermektedir. Bireyler arasındaki tercihlerdeki farklılıklar Beethoven ve Bruckner'in alıntılarında ortaya çıkarken, Mozart müzik motifi için cevaplar daha homojen olmuştur. Genel olarak yakınlık, tercihle bağlantılı ana özellik olarak tanımlanmaktadır, ancak aynı zamanda ses şiddeti, sarmalanmışlık ve bas da önemlidir. Çalışma göstermiştir ki, nesnel parametrelerin ve öznel algıların korelasyon analizi, iyi konser salonu akustiği için yanal ses enerjisinin (LEF) önemini kanıtlamaktadır. Özellikle, yüksek frekanslardaki yanal erken enerjinin yakınlık algısı ve dolayısıyla tercih ile ilişkili olduğu bulunmuştur.

	İSİM	KAYNAK	TARİH	YAZAR	ÖZET
46	Subjective ranking of concert halls substantiated through orthogonal objective parameters	Journal of Acoustical Society of America	2015	Salvador Cerda and Alicia Gimenez, Rosa Cibrian, Sara Giron and Teofilo Zamarreno	Bu makale, İspanya'daki oditoryumlardaki canlı konserler izleyicileri için yapılan anket sonuçlarının ortalama değerlerinden elde edilen küresel öznel değerlendirmeyi, en iyi değer verilen salonla ilgili olarak göze çarpan farklarla ifade edilen üç ortogonal objektif parametrenin ortalama değerleri üzerinden incelemektedir. Sonuçlar, ortogonal parametrelerin nispi varyasyonlarının doğrusal bir kombinasyonunun, numunenin genel olarak algılanan kalitesini büyük ölçüde açıklayabileceğini göstermektedir. Bununla birlikte, bazı ortogonal parametrelerin ortalama değerleri örnek değildir ve bu, probleme alternatif bir yaklaşımın gerekli olduğunu göstermektedir. Çalışmada bununla ilgili çeşitli olasılıklar önerilmiştir.
47	The effects of different test methods on the just noticeable difference of clarity index for music	Journal of Acoustical Society of America	2015	Michelle C. Vigeant, Robert D. Celmer, Chris M. Jasinski, Meghan J. Ahearn, Matthew J. Schaeffler, Clothilde B. Giacomoni, Adam P. Wells, and Caitlin I. Ormsbee	Sahne sanatları mekanlarının araştırılması ve tasarımı için hacim akustiği ölçümlerinin yalnızca fark edilebilir farkları (JND) gereklidir. Bu çalışmanın amacı, farklı test yöntemlerinin müzik için netlik (C80) parametresinin JND üzerindeki etkilerini değerlendirmektir. C80 JND'nin şu anda ISO 3382: 2009'da (Uluslararası Standardizasyon Örgütü, İsviçre, 2009) belirtildiği gibi 1dB olduğunu ve yayınlanan diğer çalışmaların sonuçlarını doğrulamak için bir ilk çalışma yapılmıştır. Ancak sonuçlar daha yüksek değerlerin gerekli olduğu göstermiştir. İkinci çalışmada, sabit uyaran yönteminin iki varyasyonunun kullanılmasının etkileri incelenmiştir; Birinci varyasyon, deneklerin her birini tam olarak dinleyerek sinyal çiftini değerlendirmesini gerektirirken, ikinci yaklaşım katılımcıların gerçek zamanlı olarak ileri geri gitmelerini sağlamıştır. Bu değişkenlikle daha tutarlı sonuçlar elde edilmiş ve sonuçlar 1 dB'den büyük bir C80 JND'yi göstermiştir. Son çalışmada, ikinci çalışmaya dayanarak birinci varyasyon kullanan geniş bir çalışma periyodu gerekmiş ve veriler ikinci varyasyon kullanılarak toplanmıştır. Analiz, bu çalışmada kullanılan koşullar için (konser salonu ve oda müziği salonu) C80 JND'nin yaklaşık 3 dB olduğunu ortaya koymuştur.
48	The just noticeable difference of center time and clarity index in large reverberant spaces	Journal of Acoustical Society of America	2010	F. Martellotta	Sadece fark edilebilir JND değerleri, şu anda pratikte kullanılan çoğu akustik parametre için mevcuttur. Bununla birlikte, konser salonlarında ve konuşma odalarında tipik olarak karşılaşılan koşullara göre 0.5 ile 2sn arasında değişen yansıma süresine göre belirlenmişlerdir. Yansıma süresi uzadığında, akustik netliği tanımlayan ve ölçülen parametreler arasındaki ilişki önemli ölçüde değişebilir ve öznel algı da farklı olabilir. Bu çalışmada, 2 saniyeden 6 saniyeye kadar değişen T yansıma süresi değerlerine sahip üç referans durumu dikkate alarak netlik için yansıma süresinin JND üzerindeki etkisi araştırılmıştır. Ölçülen B-formatındaki patlama yanıtları istenen değişiklikleri elde etmek için uygun şekilde değiştirilmiş ve daha sonra 4 kanallı bir oynatma sisteminde sunum için iki müzik motifiyle işlenmiştir. Öznel limitleri belirlemek için eşleştirilmiş karşılaştırmalara dayalı dinleme testleri yapılmıştır. Sonuçlar, müzik motiflerinden bağımsız olduğunu kanıtlamış ve netlik parametresindeki JND'nin yansıma süresi T'den neredeyse bağımsız olduğunu, merkez zamanı parametresindeki (Tc) JND'nin yansıma süresi ile anlamlı şekilde ilişkili olduğunu ve referans TS değerinin% 8,5'i olarak kabul edilebileceğini göstermiştir.

	İSİM	KAYNAK	TARİH	YAZAR	ÖZET
49	The optimisation of surface treatments in auditoria	11. Sound and Vibration Congress	2004	D J Oldham	Çalışmada salonların hacim akustiği tasarımında kullanılmak üzere bir dinleyici tarafından alınan erken ve geç ses enerjisinin oranına dayanan bir dizi endeks geliştirilmiştir. Bu makale, iyi bir akustik için optimize edilecek yüzey işlemleri seçimini sağlayan bu çalışmaya dayalı yazılımın geliştirilmesini anlatmaktadır. Konuşma veya müzik için iyi koşullar elde etmek ve yöntemin nasıl uygulanabileceği konusunda bilgi verilmiştir.
50	Theory and measurement of early, late and total sound levels in rooms	ASA Journal	2015	Mike Barron	1988'de hacimlerde, revize edilmiş bir ses seviyesi dağılımı teorisi önerilmiş ve bu durum, yansıyan ses seviyesinin bir kaynaktan uzaklaştıkça azaldığı gözlemine dayanmıştır. Bu davranış, konser salonlarında her yerde bulunur ve akustik olarak yayınık bir alanda ortaya çıktığı gösterilmiştir. Bu çalışma daha genel bir teorik çıkarım sunmakta ve ölçülen erken, geç ve toplam ses seviyelerinin yanı sıra erken-geç indeksinin teorik tahminlerle karşılaştırılmasını sağlamaktadır. Konser alanlarındaki ölçülen ses seviyelerinin, kaynak-alıcı mesafesi ile doğrusal bir ilişkiyle saçılması da teorik bir öngörümlerle karşılaştırılmıştır. Orjinal formülasyon konser hacimleri için en iyisini kanıtlamasına rağmen, temel teoride iki değişiklik araştırılmıştır. Revize edilen teori ortalama davranışı iyi eşleştirir ve aynı yansıma süresi ve oditoryum hacmine sahip yayınık bir ses alanındaki öngörülen davranışı ifade etmektedir. Aynı zamanda konser salonlarındaki tutarlı sapmalar tasarım da detayları ile eşleştirilmiştir.
51	Subjective evaluation of music hall acoustics: Response of expert and non-expert users	Building and Environment Journal /58	2012	Miguel Galiana a, Carmen Llinares , Álvaro Page	Birçok çalışma akustik kaliteyi belirlemek için müzik salonlarındaki insan tepkisini ölçmeye çalışmıştır. Ancak, tüm bu çalışmalar uzmanlar tarafından tanımlanan parametreleri kullanmıştır. Bu yaklaşımın önemli bir dezavantajı olabilir çünkü bu tür kavramları değerlendirmek zorunda olan kullanıcılar kendi kavramsal yapılarına uymayan parametreleri anlayamaz veya yanlış anlayabilirler. Bu çalışmada, farklı gruplar için geçerli değerlendirme ölçeklerini tanımlamak ve müzik amaçlı hacimlerin akustiğinin genel değerlendirmesi ile ilgili değerlendirme kriterlerini belirlemek için bir metodoloji oluşturulmaya çalışılmıştır. Çalışma içerisinde müzik salonu akustiğini kullanıcının perspektifinden analiz edilerek anlamsal ve farklı anlamlar aracılığıyla uzman ve uzman olmayanlar arasındaki algı farkları araştırılmıştır. Araştırma, Valensiya Bölgesi (İspanya) 17 oditoryumunda yapılan bir saha çalışması ile gerçekleştirilmiştir. Bu mekanların akustik kalitesine ilişkin algılar, uzman olmayan bir grupta (236) ve diğer uzmanlarla (74) incelenmiştir. Her iki grup arasındaki algı farklılıkları tespit edilerek ve analiz edilmiştir.

	İSİM	KAYNAK	TARİH	YAZAR	ÖZET
52	Mismatches between objective parameters and measured perception assessment in room acoustics: A holistic approach	Building and Environment Journal /74	2014	Alicia Giménez , Rosa María Cibrián , Salvador Cerdá , Sara Girón , Teófilo Zamarreño	Konser salonları alanındaki psikoakustik araştırmalar, dinleme algısı ile ilgili birçok yönün henüz tam olarak anlaşılmadığını ortaya koymuştur. Bir yandan, performans alanlarının nesnel hacim akustiği, bazılarında standartlaştırılmış ve bazılarında olmayan parametrelere yansır, ancak bunlar, insan tepkisinin sınırlı algısal niteliği ile ilgilidir. Genel olarak, bu nesnel parametreler insanın doğasından gelen sadeleştirmelerinden dolayı akustik ayrıntıları doğru şekilde tanımlayamazlar. Bu şartlar altında standart değerlendirmelere göre patlama yanıtı (576 alıcı) 16 konser salonunda ölçülmüş ve dinleyicilerin algı ve memnuniyeti canlı konserler sırasında bir anket doldurularak değerlendirilmiştir. Korelasyon analizleri ve çok boyutlu ölçeklendirme teknikleri, incelenen akustik parametrelerin mekansal ve çok-bantlı ortalama değerlerine ve anket maddelerine cevap verenlerin ortalama değerlerine uygulanmıştır. İlk sonuçlar, nesnel parametrelerle kullanıcıların yanıtları arasındaki korelasyonda bir ilişkinin var olduğunu göstermektedir. Öte yandan, nesnel ve öznel bir değerlendirmede mekanların koordinasyonunda çeşitli analizleri uygularken nesnel parametreler ve algısal cevaplar arasında bir ayarlama eksikliği gözlemlenmiştir. Son olarak, sonuçlar nesnel parametreler ve öznel yanıtlar arasındaki uyumsuzluğu göstermesine rağmen, hacim akustığının üç parametresinin verilerinden nesnel bir değerlendirme modeli uygulandığında iyi bir uyum göstermiştir.
53	Review of objective room acoustics measures and future needs	Applied Acoustics Journal /72	2011	J.S. Bradley	ISO 3382-1, konser salonu ses alanlarının bazı belirli yönlerini derecelendirmek için genellikle yararlı olarak kabul edilen bir dizi nesnel hacim akustiği parametresini açıklar. Düşme zamanları, enerji oranları, ses gücü ölçümleri ve ses alanlarının mekansal yönleriyle ilgili bilgi içerir. Çoğu durumda, soruları ortaya çıkaran önlemlerin veya uygulamalarının ayrıntıları vardır. Genel olarak, konser salonlarındaki koşulları değerlendirmek için bu objektif önlemlerin nasıl geliştirileceğini ve kullanılacağını keşfetmek için pek çok gerçekçi araştırma yapılmamıştır. Erken Düşme Zamanı (EDT) gibi iyi belirlenmiş bazı ölçümler için, değerlerini en iyi nasıl hesaplayacağımızdan emin değiliz. Enerji oranları gibi diğer ölçümler için, değişiklikler sıklıkla önerilmektedir, ancak önerilen değişikliklerin öznel değerlendirmelerini desteklememektedir. Mekansal izlenimin ölçülmesi gibi diğer durumlarda, iki yaklaşım önerilmiştir, ancak göreceli değerleri iyi anlaşılmamıştır. Daha karmaşık ölçümler önermek kolaydır, ancak genel kullanırlılıklarını göstermek çok daha zordur. Öte yandan, genel olarak tanımlanmış bazı özellikler ilgili nesnel ölçümleri kabul etmemiştir. Daha birçok önemli ve genel sorun, her bir miktar için tasarım kriterleri ve her ölçü için farkedilebilir farkların daha iyi anlaşılması ihtiyacına ilişkindir. Bu çalışmada, çeşitli salonlardaki ölçümlerle ilgili belirli sorunları gösteren her bir ölçüm tartışılmıştır.

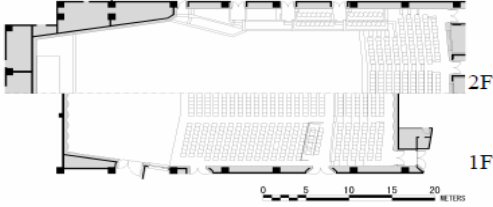
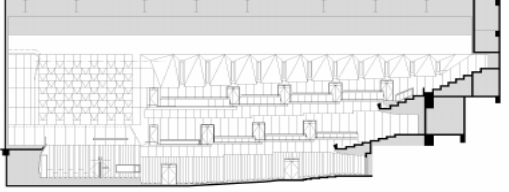
	İSİM	KAYNAK	TARİH	YAZAR	ÖZET
54	Effect of acoustic and visual stimuli on preference for different seating positions in a concert hall and an opera theater	ICA	2013	Shin-ichi Sato*, Adrián Saavedra, Alejandro Bidondo, Shuo Wang, Yue Zhe Zhao, Shuo Xian Wu, Nicola Prodi and Roberto Pompoli	Çalışma kapsamında öncelikle konser salonu ve opera tiyatrosundaki ses alanları ve çeşitli pozisyonların görüşleri simüle edilmiş ve farklı oturma pozisyonları için öznel tercih araştırılmıştır. Öncelikle, görsel uyarıcı olan ve olmayan koltuk tercihinde, orijinal ses seviyesi korunmuş (her pozisyonundaki ses basıncı seviyesi, oditoryumdaki patlama yanıtı ölçümleri olarak) sonrasında ise opera salonunu inceleyen önceki çalışmada nesnel koltuk tercihi ses seviyesi ile en yüksek korelasyonu gösterdiği için [Sato ve diğerleri, Acta Acustica ile birleşmiş Acustica, 98 (2012) 749-759] eşitlenmiş ses seviyesi karşılaştırılmıştır. Çalışma sonucunda bazı pozisyonlar akustik olarak tercih edilirken, görsel olarak daha az tercih edilmiş veya tersi olmuştur. Böylece, görsel-işitsel etkileşimi daha fazla araştırmak için akustik kombinasyonları ve farklı pozisyonlardaki görsel uyaranlar kullanılarak başka bir test yapılmıştır.
55	Certainties and uncertainties from using a selection of data to predict concert hall preference	www.akutek.info	2013	M. Skalevik	Son yüz yılda birçok araştırmacı, konser salonlarının fiziksel özellikleri ile dinleyicilerin aynı salonların akustiğini değerlendirmeleri arasındaki olası ilişkiyi araştırmıştır. Yazar daha önce bazı hacim akustiği parametrelerinin uygun nitelik kriterleri ile Beranek'in 58 salon sıralamasından bir salon seçiminin öznel sıralamasını açıklamak için nasıl kullanılabileceğini göstermişti. Çalışmada, kullanılan çevrimiçi bir konser salonu akustik derecelendirme anketinin başlatılmasına yol açan yeterli miktarda öznel ve nesnel veri eksikliği olduğu ortaya çıkmıştır. Bu makalede, yazarın araştırmasından elde edilen sonuçlar, seçilen bilgilerin boyutunun bu tür sonuçlardaki istatistiksel belirsizlikleri nasıl etkilediğinin bir gösterimi ile sunulmuştur. Tahmin yönteminde olan belirsizlik, doğal olarak, nesnel veriler için katı kabul sınırları olan bir "önce güvenlik" politikasına yol açmaktadır. Sonuç olarak, birçok beğenilen salon, çoğaltma için tavsiye edilmeyecektir. Çalışmada elde edilen sonuçların daha sonraki çalışmalarda tartışılması gerekmektedir.
56	Subjective rank-orderings and acoustical measurements for fifty-eight concert halls	Acta Acustica/89	2003	Leo L. Beranek	Bu çalışmada, akustik kalitelerine göre 58 adet konser salonunun sıralaması, yapılmıştır. Bunun için çeşitli orkestra şefleriyle görüşme, müzik kritik yazarları ve dinleyici görüşleri temel alınmıştır. Aynı zamanda salonlarda ölçümler yapılmış ve sıralamada nesnel parametreler de değerlendirilmiştir. Çalışma kapsamında salonların değerlendirilmesi için ölçülen ve kullanılan parametreler; RT Yansıma Süresi, ölçümleri salonlar dolu iken yapılmıştır. Çalışmanın sonuçları, konser salonlarında ölçülen en önemli hacim akustiği parametresinin BQI(IACC), EDTmid, Gmid, G125, SDI ve ITDG olduğunu açıkça göstermiştir. Bu parametreler salonların sınıflandırılması için bazı yönlerden birleştirilebilmiştir. Çalışmanın geliştirilmesi için Texture (doku) ve Late Lateral Strength Factor'de ele alınmalıdır.

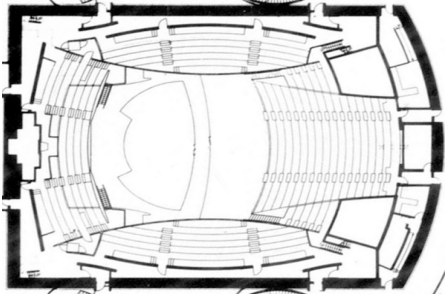
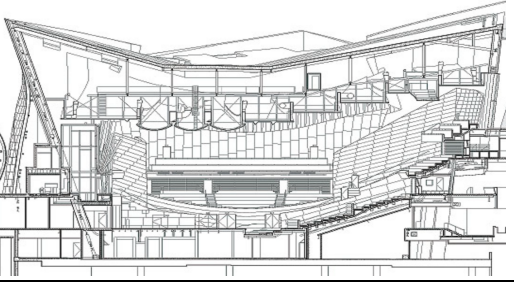
	İSİM	KAYNAK	TARİH	YAZAR	ÖZET
57	On the Nature and Usability of Room-acoustical Parameters	AIA DAGA	2013	Blauert, J.	Performans alanlarının işitsel deneyimini kapsamlı bir şekilde temsil eden parametreleri tanımlamak, akustikçilerin eski bir rüyasıdır. Bu tür parametrelerden oluşan bir dizi, ISO 3382'de standardize edilmiş olanlar gibi aslında kullanılmaktadır. Clarity (C80), Center Time (Ts), Görünür Kaynak Genişliği (ASW), İnteraural Çapraz Korelasyon (IACC) veya Algılanan Ses Kalitesi (PEAQ) gibi daha karmaşık parametreler bunlardan bazılarıdır. Bu parametrelerin hepsi ortak akustik verilerden, yani elasto-dinamik titreşimlerin ve dalgaların özelliklerinden kaynaklanmaktadır. Sonuç olarak, çok düşük miktarda nesnellik içermektedirler. Bu, akustik tasarımcılar ve danışmanlar tarafından kabul görmekle birlikte, aynı zamanda işitsel deneyim tahminlerine dikkatsizce uygulandığında ciddi bir risk oluşturmaktadır. Bu çalışmada performans alanlarının işitsel deneyiminin epistemolojik temelleri, söz konusu alanların işitsel niteliğini tanımlarken ve öngöründe bulunurken yani "akustik" olarak adlandırılan şeylerden bahsederken, hacim akustiği parametrelerinin dikkatli kullanımını teşvik etmek amacıyla tartışılmıştır.
58	Conceptual Aspects Regarding the Qualification of Spaces for Aural Performance.	Acta Acustica	2013	Jens Blauert	Akustik Kalitesi olarak adlandırılan QoA, performans alanlarında dinlemeyi nasıl deneyimlediğimizin sıkça kullanılan bir tanımlayıcısıdır. Terim, özellikle akustikçi olmayan kişiler arasında oldukça popüler olmasına rağmen, bilimsel olarak iyi tanımlanmamıştır. Daha yakından bakmak, QoA'nın karmaşık ve çok katmanlı bir sorun olduğunu göstermektedir. QoA'nın oluşum sürecini analiz ederken veya modellerken, her birinin gerçek alaka düzeyi ve belirginliğinin duruma ve kullanıcıya özgü olduğu çeşitli kalite özelliklerinin dikkate alınması gerekmektedir. Bu makalenin ilk bölümünde, genel olarak işitsel kalitenin oluşumunda yer alan süreçlerin genel bir kavramsal modelinin mimarisi sunulmuş ve QoA'ya göre yeterli bir referans katman sistemi tanımlanmış; psikoakustik, algısal psikoloji, fizik ve iletişim bilimleri göz önünde bulundurulmuştur. İşitsel kalitenin farklı yönlerini birlikte tartışmak için çaba sarf edilmiştir. Böylece genel kavramın belirli uygulamalar veya belirli dinleyiciler nedeniyle değişmemesine çalışılmıştır. Uygun referansların belirlenmesi ve belirtilmesi ile ilgili bazı problemler daha ayrıntılı olarak ele alınmıştır. Bu bağlamda nesnellik ve geçerlilik konularına değinilmiştir. Makalenin ikinci bölümünde, performans alanlarının Kalite Güvencesi ile ilgili bazı özel hususlar, işlevsel yeterliliği, tipikliği, dinleme geleneği ve estetiği yansıtılmıştır. Çalışmada, ele alınan kavramların kültürlerarası ve evrensel bir geçerliliği ortaya konulmuş, böylece onları eski çağlardan günümüze kadar geniş bir yelpazedeki performans alanlarında QOA'nın ilgili özelliklerini düzenlemek ve analiz etmek için yararlı bir çerçeve oluşturulmuştur. Son bölümde, QoA'nın bilgisayar destekli değerlendirmeleri ile ilgili bilgi verilmiştir.

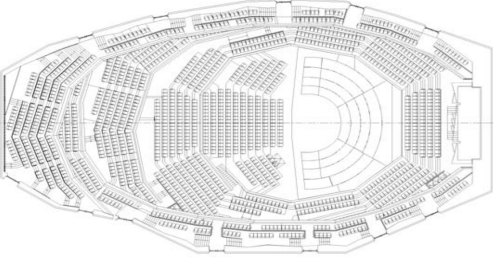
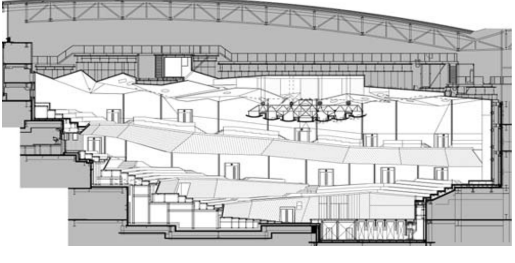
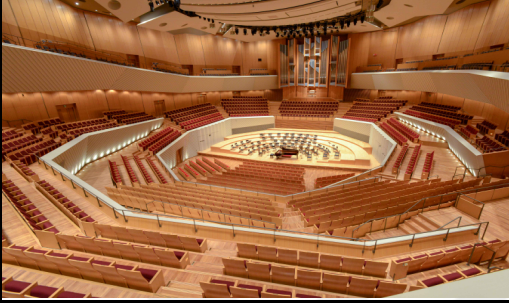
B

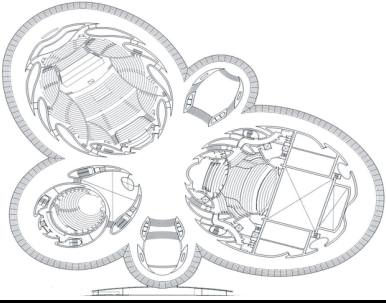
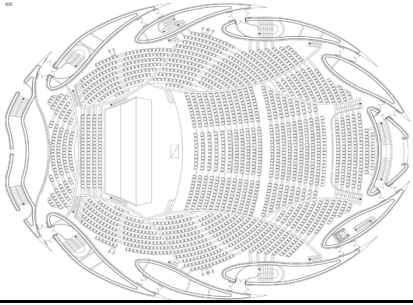
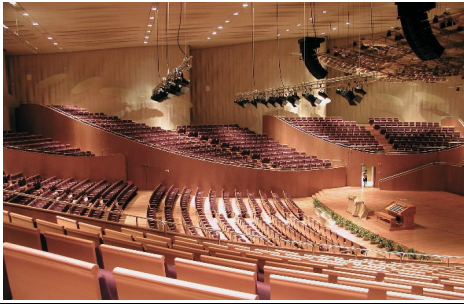
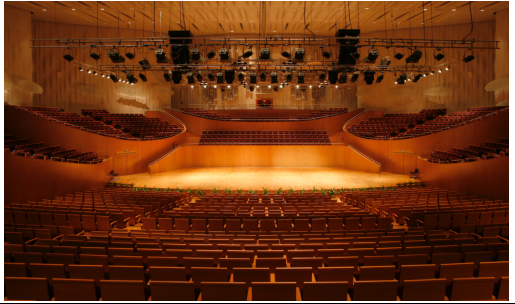
**2000 YILINDAN SONRA İNŞA EDİLEN KONSER
SALONLARI ÖRNEKLERİ**

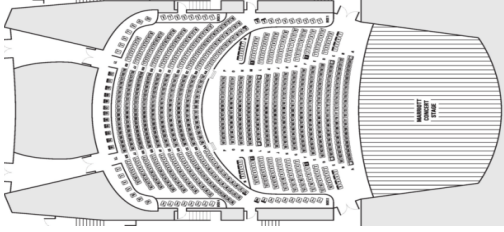
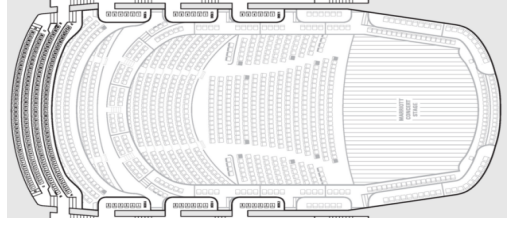
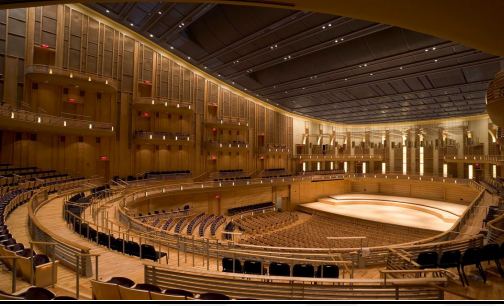


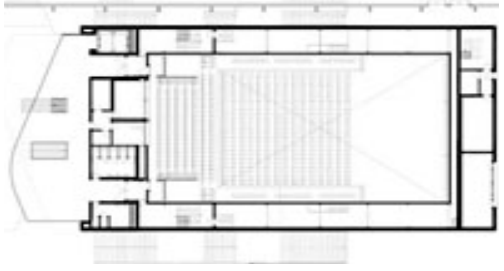
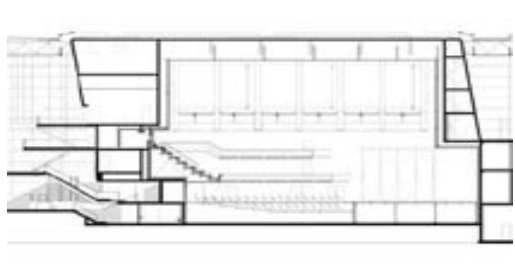
2000 YILI SONRASI KONSER SALONLARI - 1				
ÖZELLİKLER	SALONUN İSMİ	Ongakudo Concert Hall	BULUNDUĞU YER	Kanazawa, Japonya
	MİMARİ	Yoshinobu Ashihara	YAPIM YILI	2001
	KAPASİTE	1560	AKUSTİK PROJE	Nagata
	HACİM	18700	PLAN TİPİ	Dikdörtgen
PLAN ve KESİTLER				
				

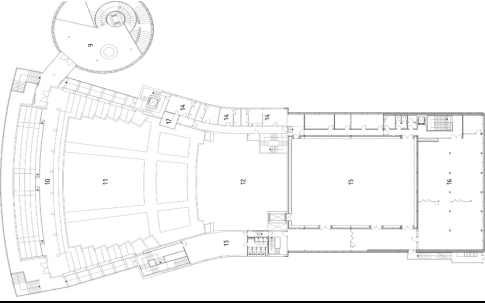
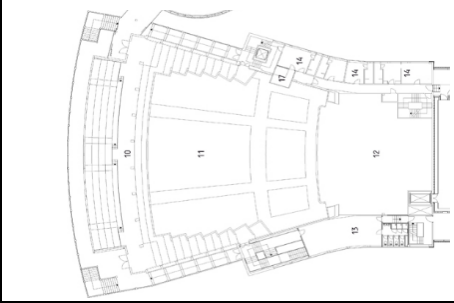
2000 YILI SONRASI KONSER SALONLARI - 2				
ÖZELLİKLER	SALONUN İSMİ	Walt Disney Concert Hall	BULUNDUĞU YER	Los Angeles, CA, ABD
	MİMARİ	Frank O. Gehry	YAPIM YILI	2003
	KAPASİTE	2265	AKUSTİK PROJE	Nagata
	HACİM	30600	PLAN TİPİ	Üzümbağı
PLAN ve KESİTLER				
				

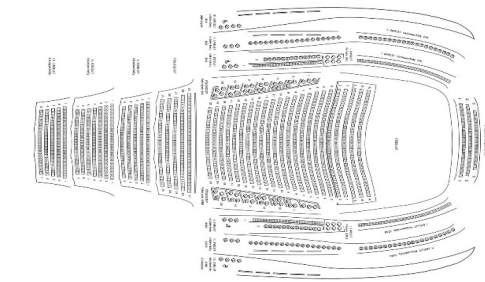
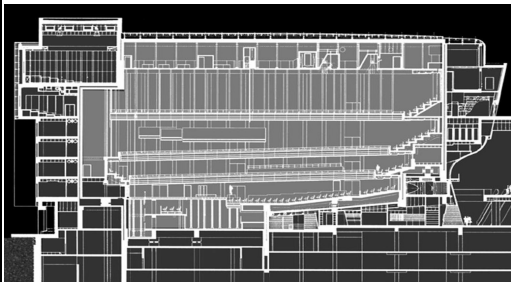
2000 YILI SONRASI KONSER SALONLARI -3				
ÖZELLİKLER	SALONUN İSMİ	Muza Kawasaki Symp. Hall	BULUNDUĞU YER	Kanagawa, Japonya
	MİMARİ	MHS Planners	YAPIM YILI	2004
	KAPASİTE	1997	AKUSTİK PROJE	Nagata
	HACİM	m3	PLAN TİPİ	Arena
PLAN ve KESİTLER				
				

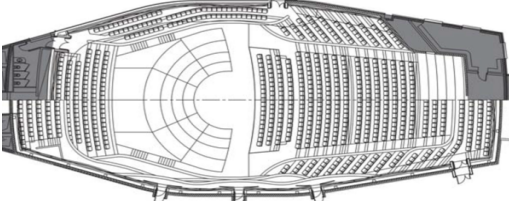
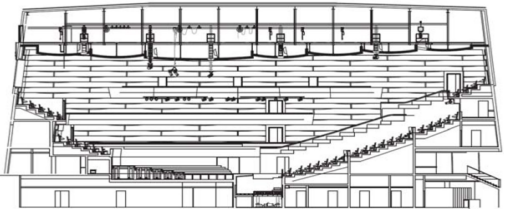
2000 YILI SONRASI KONSER SALONLARI -4				
ÖZELLİKLER	SALONUN İSMİ	Oriental Art Center, Concert Hall	BULUNDUĞU YER	Shanghai, Çin
	MİMARİ	Paul Andreu	YAPIM YILI	2004
	KAPASİTE	1979	AKUSTİK PROJE	CSTB
	HACİM	m3	PLAN TİPİ	Arena
PLAN ve KESİTLER				
				

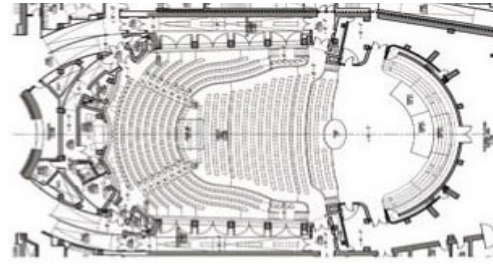
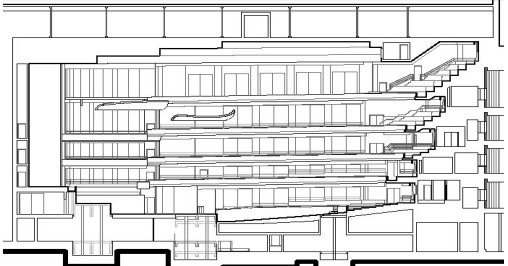
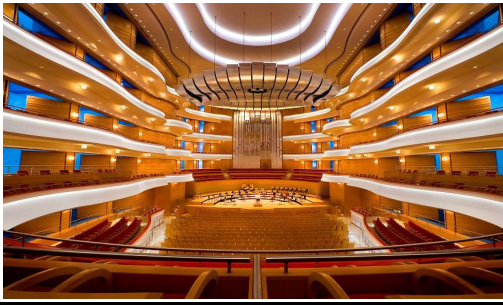
2000 YILI SONRASI KONSER SALONLARI -5				
ÖZELLİKLER	SALONUN İSMİ	Music Center at Strathmore	BULUNDUĞU YER	Maryland, ABD
	MİMARİ	William Rawn	YAPIM YILI	2005
	KAPASİTE	1976	AKUSTİK PROJE	Kirgegaard
	HACİM	m3	PLAN TİPİ	Dikdörtgen
PLAN ve KESİTLER				
				

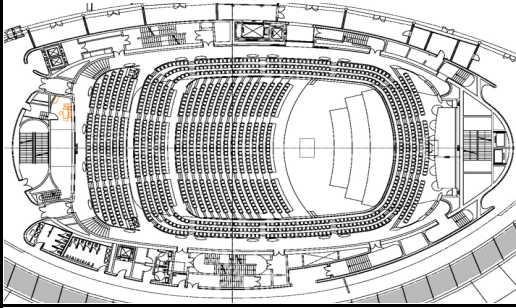
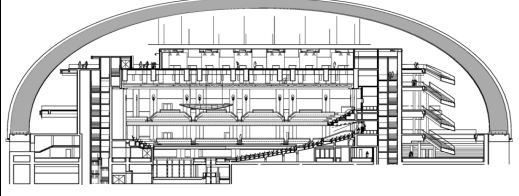
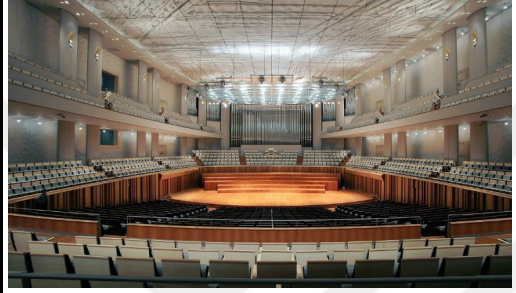
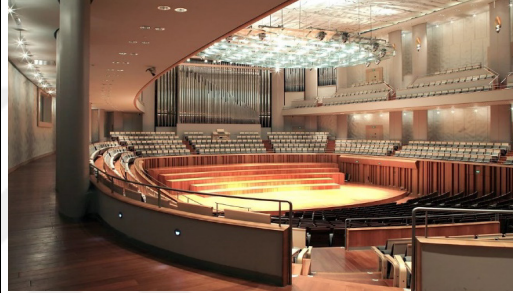
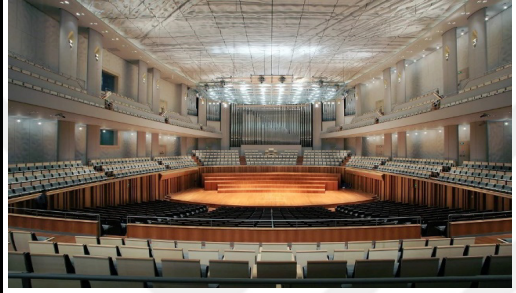
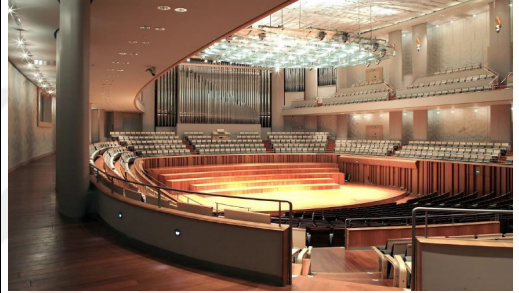
2000 YILI SONRASI KONSER SALONLARI -6				
ÖZELLİKLER	SALONUN İSMİ	Bimhuis Concert Hall	BULUNDUĞU YER	Amsterdam, Hollanda
	MİMARİ	3XN Architects	YAPIM YILI	2005
	KAPASİTE	735	AKUSTİK PROJE	Peutz BV
	HACİM	6000	PLAN TİPİ	Dikdörtgen
PLAN ve KESİTLER				
				

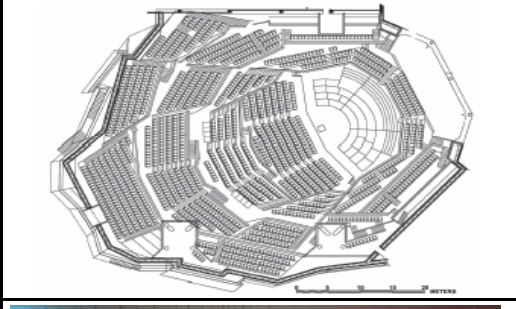
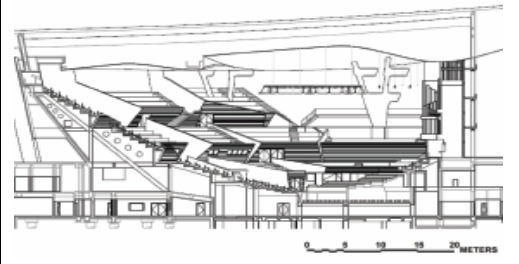
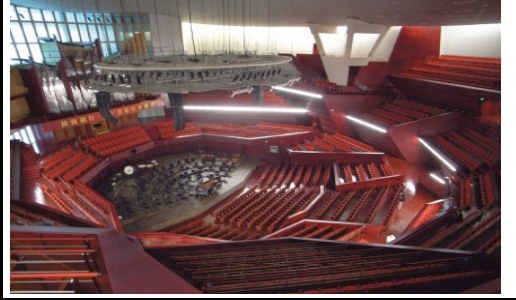
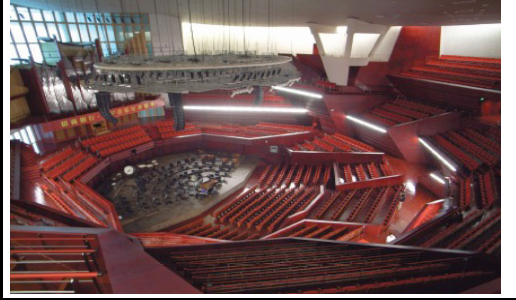
2000 YILI SONRASI KONSER SALONLARI -7				
ÖZELLİKLER	SALONUN İSMİ	Tivoli Concert Hall	BULUNDUĞU YER	Kopenhag, Danimarka
	MİMARİ	3XN Architects	YAPIM YILI	2005
	KAPASİTE	1660	AKUSTİK PROJE	Arte Consulting
	HACİM	m3	PLAN TİPİ	Yelpaze
PLAN ve KESİTLER				
				

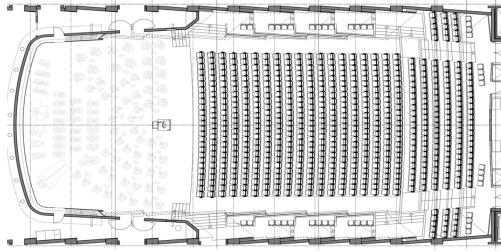
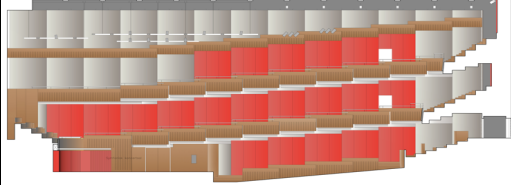
2000 YILI SONRASI KONSER SALONLARI -8				
ÖZELLİKLER	SALONUN İSMİ	Bartok National Concert Hall	BULUNDUĞU YER	Budapeşte, Macaristan
	MİMARİ	Gabor Zoboki	YAPIM YILI	2005
	KAPASİTE	1656	AKUSTİK PROJE	Artec
	HACİM	m3	PLAN TİPİ	Dikdörtgen
PLAN ve KESİTLER				
				

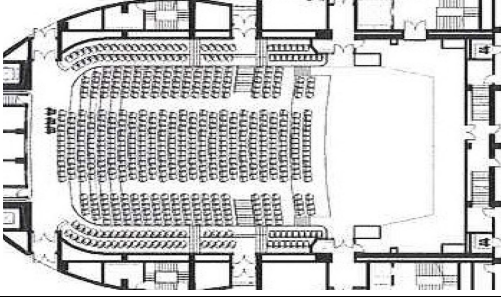
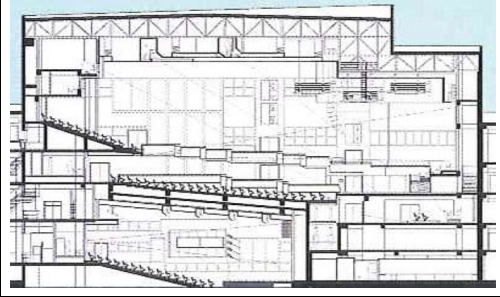
2000 YILI SONRASI KONSER SALONLARI -9				
ÖZELLİKLER	SALONUN İSMİ	Mariinsky Concert Hall	BULUNDUĞU YER	Saint Petersburg, Rusya
	MİMARİ	Fabre Speller Pumain	YAPIM YILI	2006
	KAPASİTE	1100	AKUSTİK PROJE	Nagata
	HACİM	12000	PLAN TİPİ	Dikdörtgen
PLAN ve KESİTLER				
				
GÖRÜNÜŞLER				

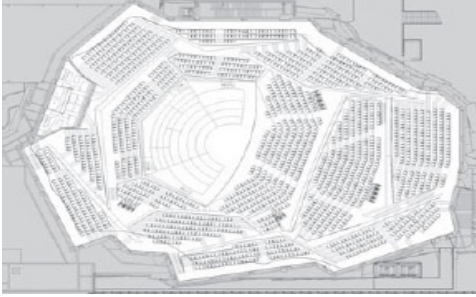
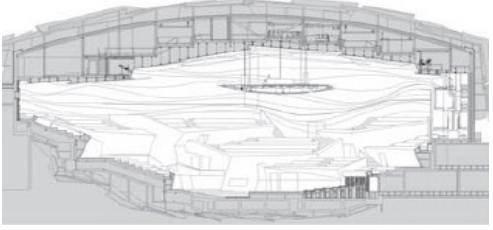
2000 YILI SONRASI KONSER SALONLARI -10				
ÖZELLİKLER	SALONUN İSMİ	Seegerstrom Concert Hall	BULUNDUĞU YER	California, ABD
	MİMARİ	Pelli Clarke Pelli Architects	YAPIM YILI	2006
	KAPASİTE	1954	AKUSTİK PROJE	Artec
	HACİM	m3	PLAN TİPİ	Dikdörtgen
PLAN ve KESİTLER				
				
GÖRÜNÜŞLER				

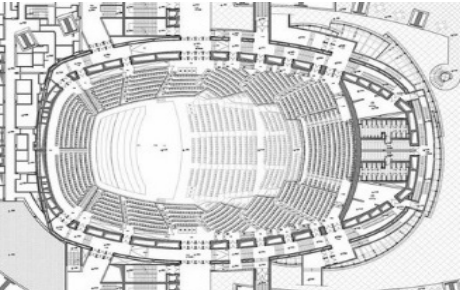
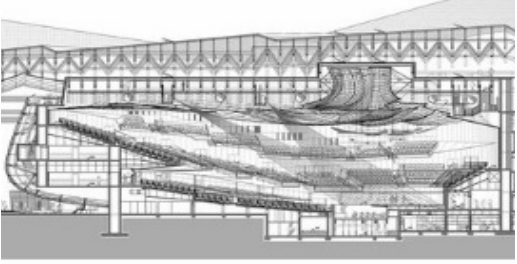
2000 YILI SONRASI KONSER SALONLARI - 11				
ÖZELLİKLER	SALONUN İSMİ	National Grand Theater of China, Concert Hall	BULUNDUĞU YER	Pekin, Çin
	MİMARİ	Paul Andreu	YAPIM YILI	2007
	KAPASİTE	1576	AKUSTİK PROJE	CSTB
	HACİM	m3	PLAN TİPİ	Arena
PLAN ve KESİTLER				
				
GÖRÜNÜŞLER				

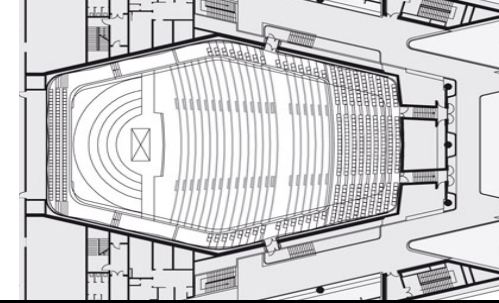
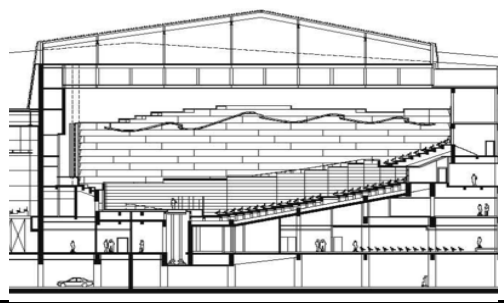
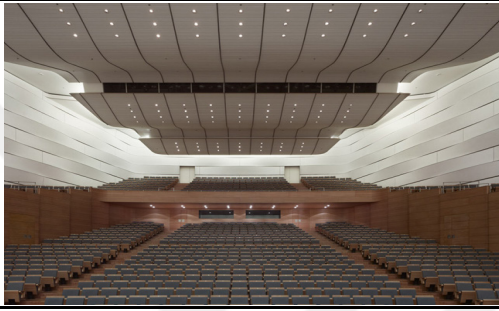
2000 YILI SONRASI KONSER SALONLARI - 12				
ÖZELLİKLER	SALONUN İSMİ	Shenzen Concert Hall	BULUNDUĞU YER	Shenzen, Çin
	MİMARİ	Arata Isozaki	YAPIM YILI	2007
	KAPASİTE	1576	AKUSTİK PROJE	Nagata
	HACİM	25000	PLAN TİPİ	Üzümbağı
PLAN ve KESİTLER				
				
GÖRÜNÜŞLER				

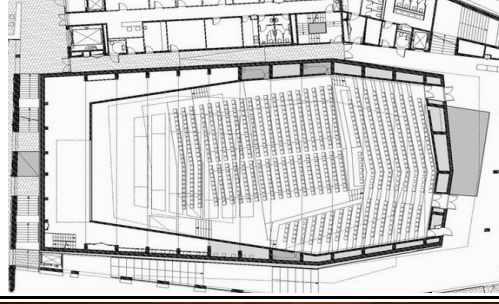
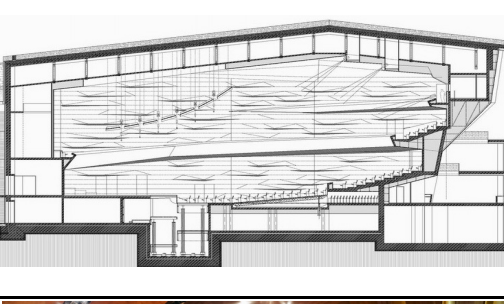
2000 YILI SONRASI KONSER SALONLARI - 13				
ÖZELLİKLER	SALONUN İSMİ	Aarhus Concert Hall	BULUNDUĞU YER	Aarhus, Danimarka
	MİMARİ	C.F. Moller Architects	YAPIM YILI	2008
	KAPASİTE	1178	AKUSTİK PROJE	Artec / Cowi
	HACİM	m3	PLAN TİPİ	Dikdörtgen
PLAN ve KESİTLER				
				

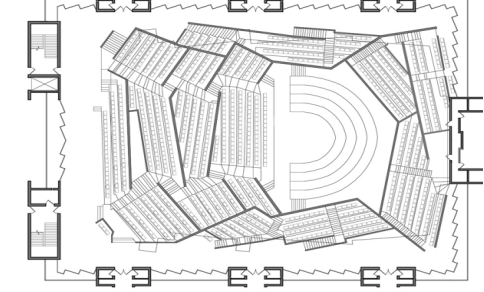
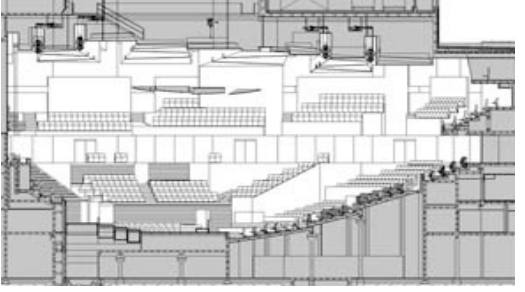
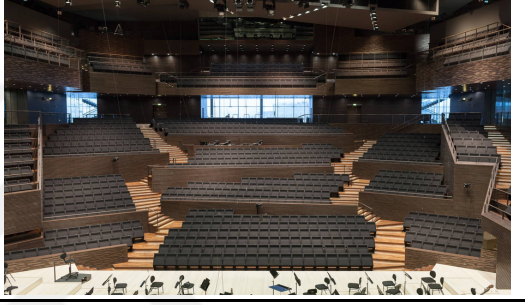
2000 YILI SONRASI KONSER SALONLARI - 14				
ÖZELLİKLER	SALONUN İSMİ	Adnan Saygun Konser Salonu	BULUNDUĞU YER	İzmir, Türkiye
	MİMARİ	Tevfik Tozkoparan, Emre Ulaş	YAPIM YILI	2008
	KAPASİTE	1100	AKUSTİK PROJE	Arup
	HACİM	m3	PLAN TİPİ	Dikdörtgen
PLAN ve KESİTLER				
				

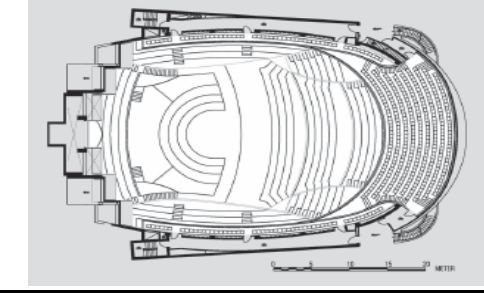
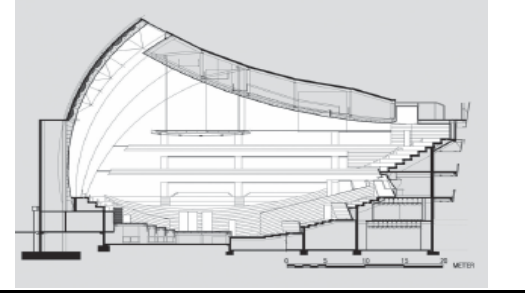
2000 YILI SONRASI KONSER SALONLARI -15				
ÖZELLİKLER	SALONUN İSMİ	Danish Radio Concert Hall	BULUNDUĞU YER	Kopenhag, Danimarka
	MİMARİ	Jean Nouvel	YAPIM YILI	2009
	KAPASİTE	1800	AKUSTİK PROJE	Nagata
	HACİM	28000	PLAN TİPİ	Üzümbağı
PLAN ve KESİTLER				
				

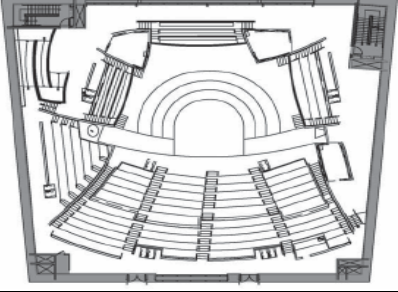
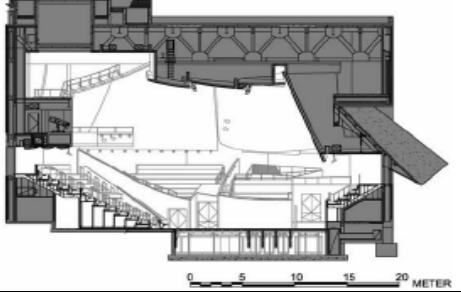
2000 YILI SONRASI KONSER SALONLARI -16				
ÖZELLİKLER	SALONUN İSMİ	Central Concert Hall	BULUNDUĞU YER	Astana, Kazakistan
	MİMARİ	Manfredi Nicoletti	YAPIM YILI	2009
	KAPASİTE	3500	AKUSTİK PROJE	XU Acoustique
	HACİM	m3	PLAN TİPİ	Arena
PLAN ve KESİTLER				
				

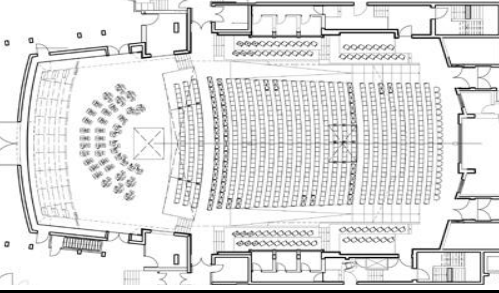
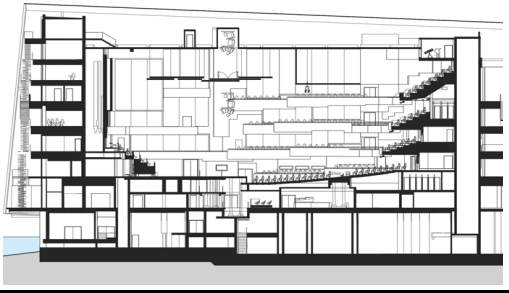
2000 YILI SONRASI KONSER SALONLARI - 17				
ÖZELLİKLER	SALONUN İSMİ	Grand Theater Qingdao	BULUNDUĞU YER	Qingdao, Çin
	MİMARİ	GMP Architect, Von Gerkan	YAPIM YILI	2010
	KAPASİTE	1200	AKUSTİK PROJE	Muller BBM
	HACİM	m3	PLAN TİPİ	Yelpaze
PLAN ve KESİTLER				
				

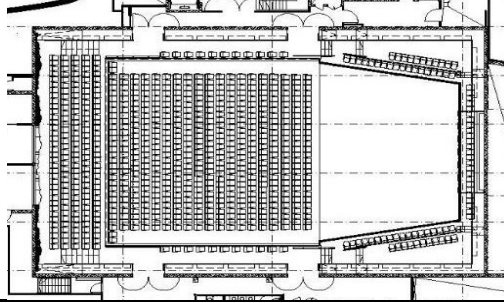
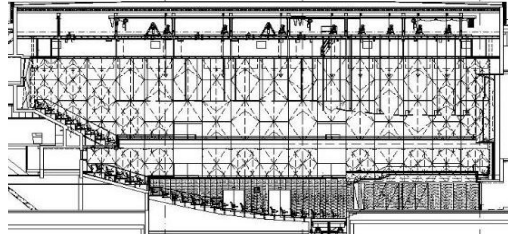
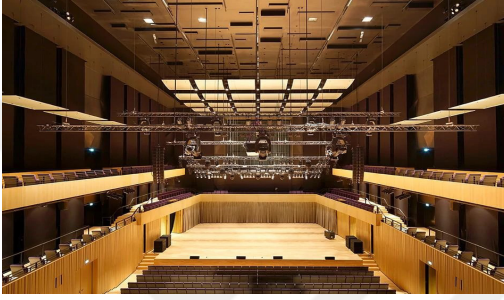
2000 YILI SONRASI KONSER SALONLARI - 18				
ÖZELLİKLER	SALONUN İSMİ	Kodaly Centre	BULUNDUĞU YER	Pecs, Macaristan
	MİMARİ	Epitesz Studio	YAPIM YILI	2010
	KAPASİTE	999	AKUSTİK PROJE	E. Arato, A.C. Gade
	HACİM	m3	PLAN TİPİ	Yelpaze
PLAN ve KESİTLER				
				

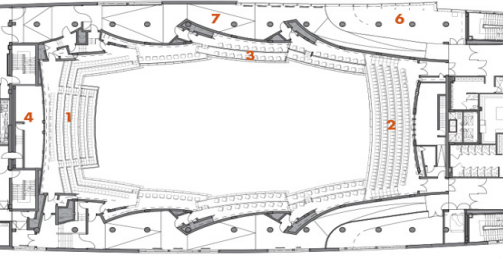
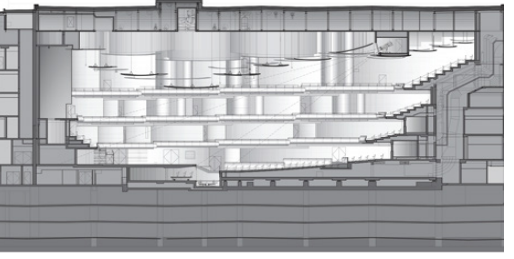
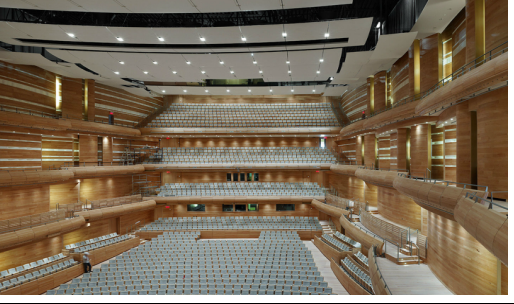
2000 YILI SONRASI KONSER SALONLARI -19				
ÖZELLİKLER	SALONUN İSMİ	Helsinki Music Center	BULUNDUĞU YER	Helsinki, Finlandiya
	MİMARİ	Laiho Pulkkinen Raunio	YAPIM YILI	2011
	KAPASİTE	1704	AKUSTİK PROJE	Nagata
	HACİM	24000	PLAN TİPİ	Üzümbağı
PLAN ve KESİTLER				
				

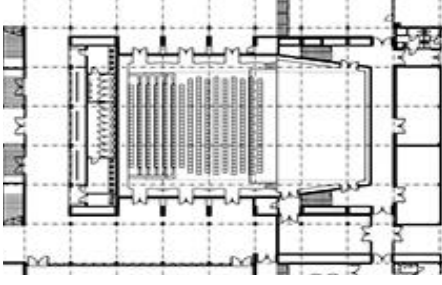
2000 YILI SONRASI KONSER SALONLARI -20				
ÖZELLİKLER	SALONUN İSMİ	Helzberg Hall	BULUNDUĞU YER	Kansas City
	MİMARİ	Moshe Safdie	YAPIM YILI	2011
	KAPASİTE	1600	AKUSTİK PROJE	Nagata
	HACİM	19000	PLAN TİPİ	Arena
PLAN ve KESİTLER				
				

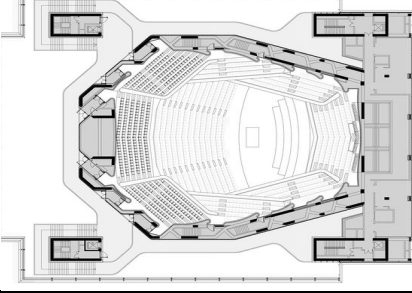
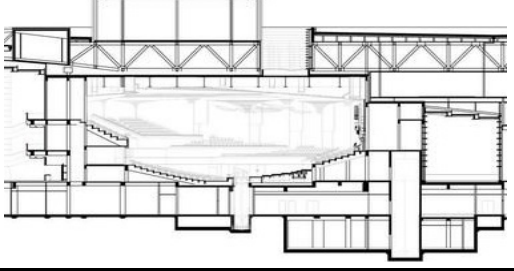
2000 YILI SONRASI KONSER SALONLARI -21				
ÖZELLİKLER	SALONUN İSMİ	New World Center Concert Hall	BULUNDUĞU YER	Miami, FL, ABD
	MİMARİ	Frank O. Gehry	YAPIM YILI	2011
	KAPASİTE	748	AKUSTİK PROJE	Robert F Mahoney
	HACİM	14200	PLAN TİPİ	Yelpaze
PLAN ve KESİTLER				
				

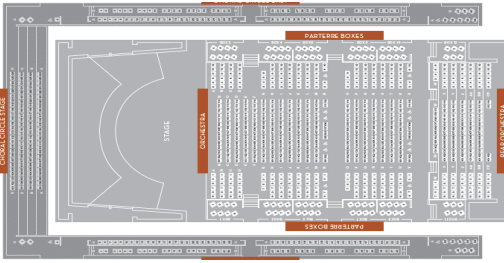
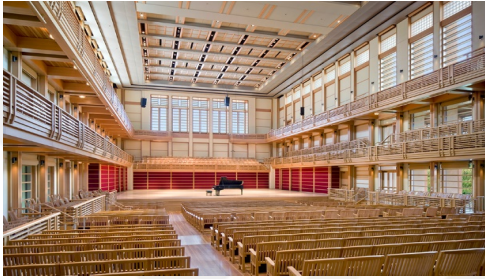
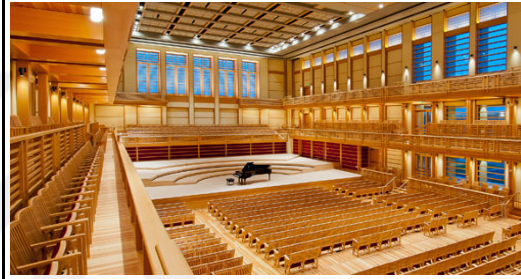
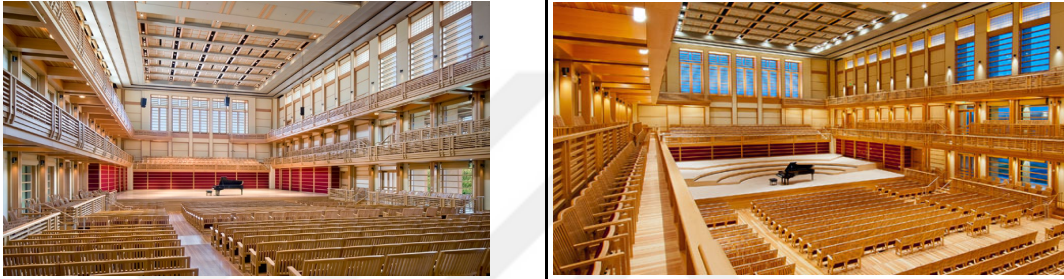
2000 YILI SONRASI KONSER SALONLARI -22				
ÖZELLİKLER	SALONUN İSMİ	Harpa Concert Hall	BULUNDUĞU YER	Reykjavik, İzlanda
	MİMARİ	Henning Larsen	YAPIM YILI	2011
	KAPASİTE	1800	AKUSTİK PROJE	Artek
	HACİM	m3	PLAN TİPİ	Dikdörtgen
PLAN ve KESİTLER				
				

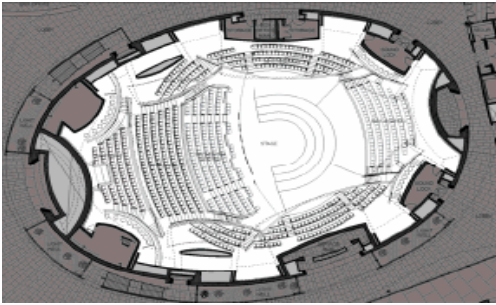
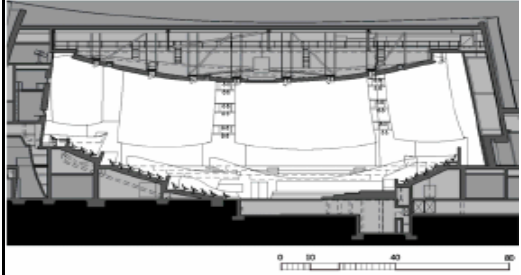
2000 YILI SONRASI KONSER SALONLARI -23				
ÖZELLİKLER	SALONUN İSMİ	Kristiansand Concert Hall	BULUNDUĞU YER	Kristiansand, Norveç
	MİMARİ	ALA Architects	YAPIM YILI	2011
	KAPASİTE	1200	AKUSTİK PROJE	Arup
	HACİM	m3	PLAN TİPİ	Dikdörtgen
PLAN ve KESİTLER				
				

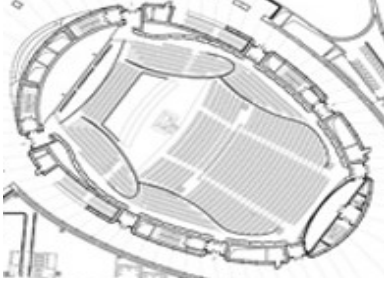
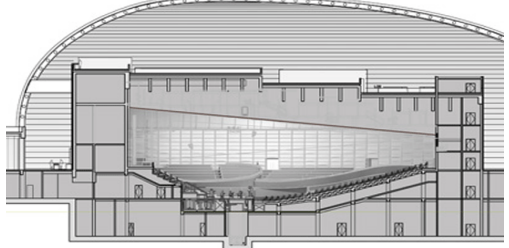
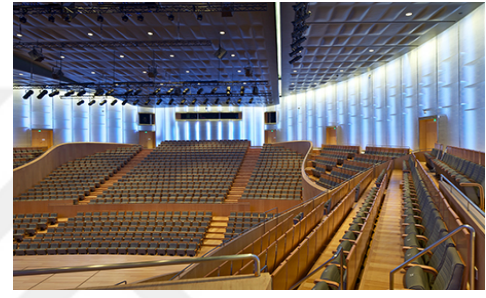
2000 YILI SONRASI KONSER SALONLARI -24				
ÖZELLİKLER	SALONUN İSMİ	La Maison Symphonique	BULUNDUĞU YER	Montreal, Kanada
	MİMARİ	Diamond Schmitt	YAPIM YILI	2011
	KAPASİTE	2100	AKUSTİK PROJE	Arte Consulting
	HACİM	m3	PLAN TİPİ	Dikdörtgen
PLAN ve KESİTLER				
				

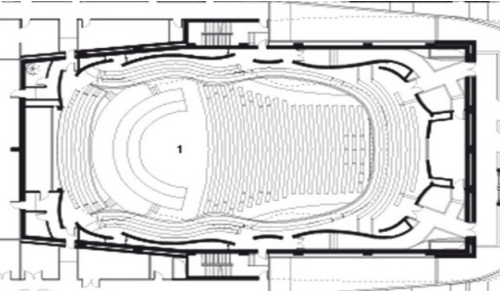
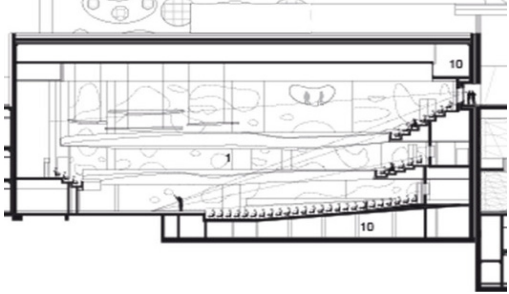
2000 YILI SONRASI KONSER SALONLARI -25				
ÖZELLİKLER	SALONUN İSMİ	Kryzstof Penderecki Center	BULUNDUĞU YER	Luslawice, Polonya
	MİMARİ	DDJM	YAPIM YILI	2012
	KAPASİTE	700	AKUSTİK PROJE	Muller BBM
	HACİM	9000	PLAN TİPİ	Dikdörtgen
PLAN ve KESİTLER				
				
GÖRÜNÜŞLER				

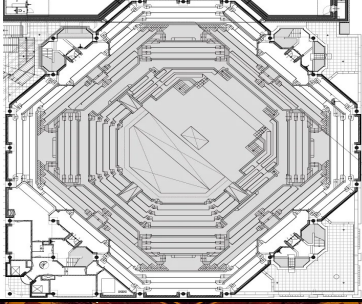
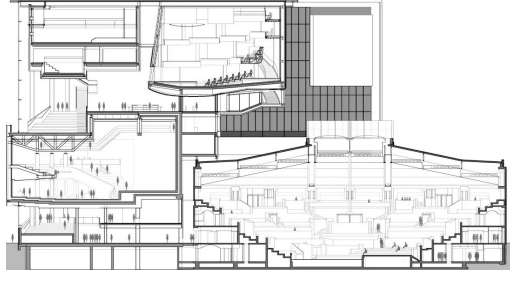
2000 YILI SONRASI KONSER SALONLARI -26				
ÖZELLİKLER	SALONUN İSMİ	Tianjin Grand Theater, Concert Hall	BULUNDUĞU YER	Tianjin, Çin
	MİMARİ	GMP Architect, Von Gerkan	YAPIM YILI	2012
	KAPASİTE	1200	AKUSTİK PROJE	Muller BBM
	HACİM	m3	PLAN TİPİ	Yelpaze
PLAN ve KESİTLER				
				
GÖRÜNÜŞLER				

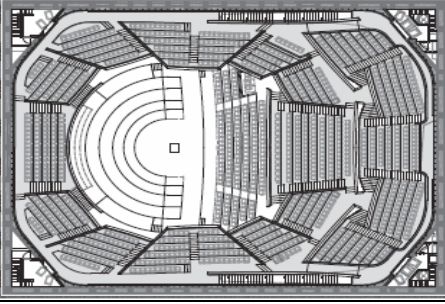
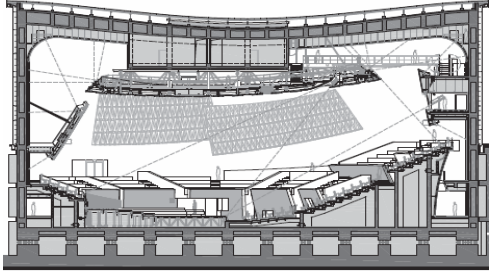
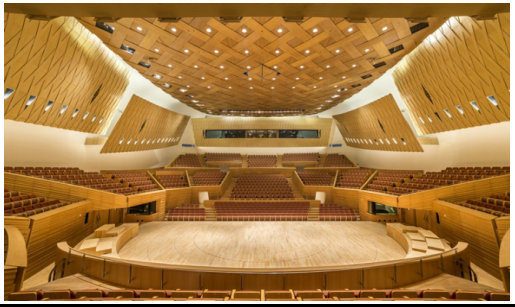
2000 YILI SONRASI KONSER SALONLARI -27				
ÖZELLİKLER	SALONUN İSMİ	Weill Hall, Sonoma State University	BULUNDUĞU YER	California, ABD
	MİMARİ	William Rawn	YAPIM YILI	2012
	KAPASİTE	1400	AKUSTİK PROJE	Kirkegaard
	HACİM	m3	PLAN TİPİ	Dikdörtgen
PLAN ve KESİTLER				
				
GÖRÜNÜŞLER				

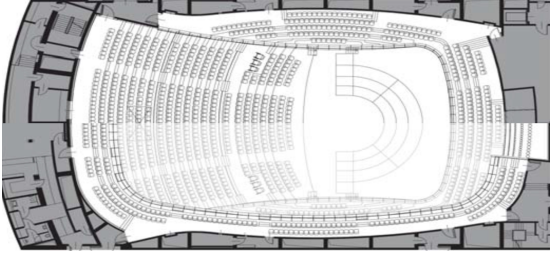
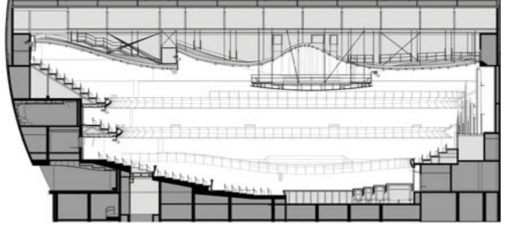
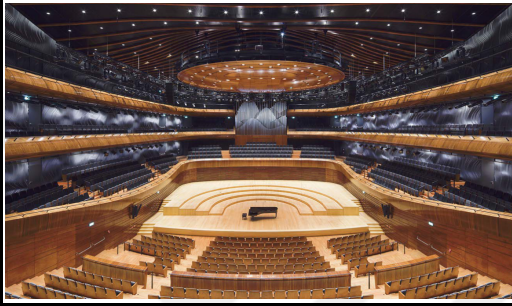
2000 YILI SONRASI KONSER SALONLARI -28				
ÖZELLİKLER	SALONUN İSMİ	Bing Concert Hall	BULUNDUĞU YER	Stanford, ABD
	MİMARİ	Ennead Asrchitect	YAPIM YILI	2013
	KAPASİTE	842	AKUSTİK PROJE	Nagata
	HACİM	17000	PLAN TİPİ	Arena
PLAN ve KESİTLER				
				
GÖRÜNÜŞLER				

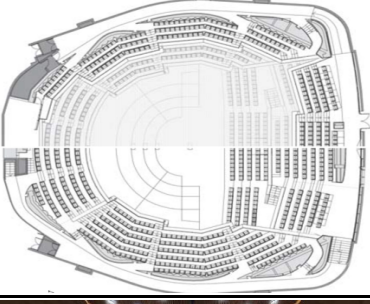
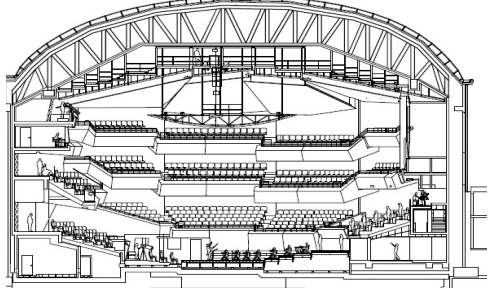
2000 YILI SONRASI KONSER SALONLARI -29				
ÖZELLİKLER	SALONUN İSMİ	Jinan Grand Theater, Concert Hall	BULUNDUĞU YER	Jinan, Çin
	MİMARİ	Paul Andreu	YAPIM YILI	2013
	KAPASİTE	1600	AKUSTİK PROJE	Kahle Acoustics
	HACİM	m3	PLAN TİPİ	Arena
PLAN ve KESİTLER				
				

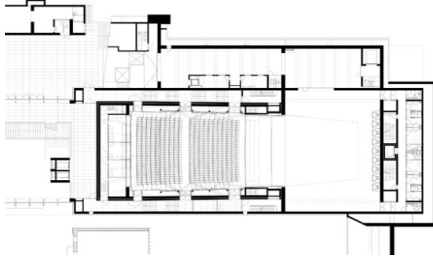
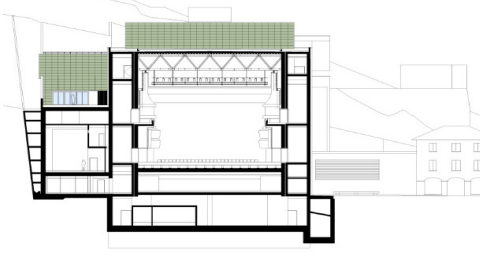
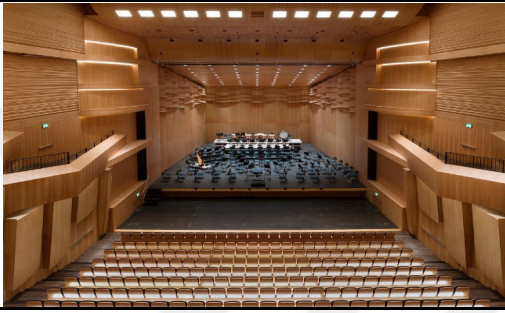
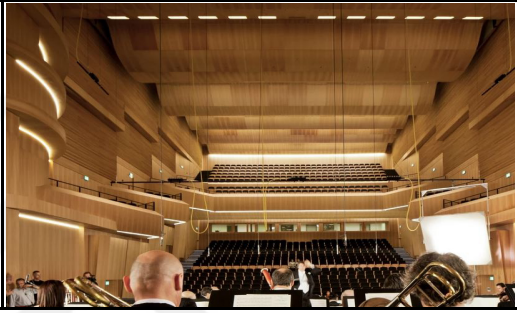
2000 YILI SONRASI KONSER SALONLARI -30				
ÖZELLİKLER	SALONUN İSMİ	House of Music	BULUNDUĞU YER	Aalborg, Danimarka
	MİMARİ	Coop Himmelblau	YAPIM YILI	2014
	KAPASİTE	1300	AKUSTİK PROJE	Arup
	HACİM	18000	PLAN TİPİ	Dikdörtgen
PLAN ve KESİTLER				
				

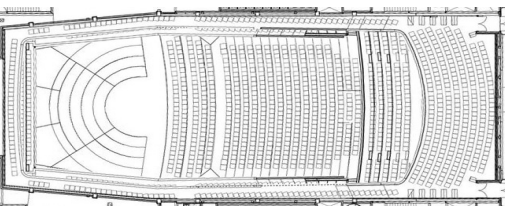
2000 YILI SONRASI KONSER SALONLARI -31				
ÖZELLİKLER	SALONUN İSMİ	Tivoli Vredenburg	BULUNDUĞU YER	Utrecht, Hollanda
	MİMARİ	Herman Hertzberger	YAPIM YILI	2014
	KAPASİTE	1717	AKUSTİK PROJE	Royal Haskoning DHV
	HACİM	m3	PLAN TİPİ	Arena
PLAN ve KESİTLER				
				

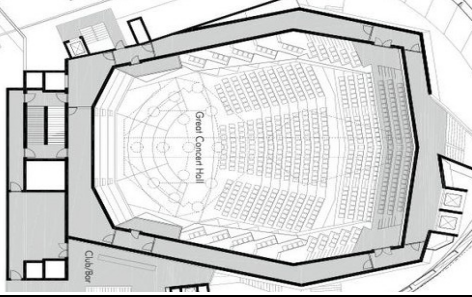
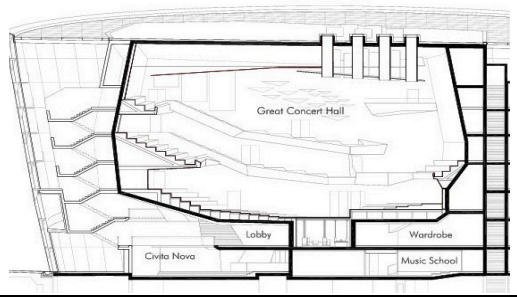
2000 YILI SONRASI KONSER SALONLARI -32				
ÖZELLİKLER	SALONUN İSMİ	Shanghai Symphony Hall	BULUNDUĞU YER	Shanghai, Çin
	MİMARİ	Arata Isozaki	YAPIM YILI	2014
	KAPASİTE	1200	AKUSTİK PROJE	Nagata
	HACİM	20000	PLAN TİPİ	Üzümbağı
PLAN ve KESİTLER				
				

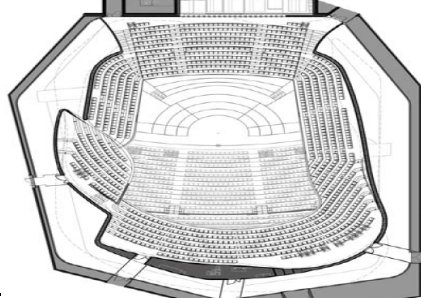
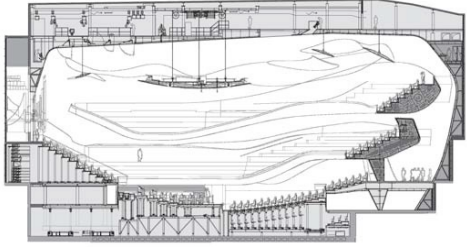
2000 YILI SONRASI KONSER SALONLARI -33				
ÖZELLİKLER	SALONUN İSMİ	Nospr Katowice Concert Hall	BULUNDUĞU YER	Katowice, Polonya
	MİMARİ	Konior Studio	YAPIM YILI	2014
	KAPASİTE	1800	AKUSTİK PROJE	Nagata
	HACİM	22000	PLAN TİPİ	Arena
PLAN ve KESİTLER				
				

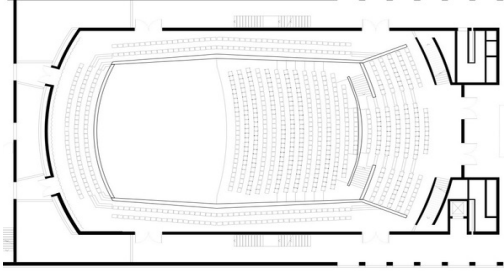
2000 YILI SONRASI KONSER SALONLARI -34				
ÖZELLİKLER	SALONUN İSMİ	Radio France	BULUNDUĞU YER	Paris, Fransa
	MİMARİ	A.S. Architecture Studio	YAPIM YILI	2014
	KAPASİTE	1461	AKUSTİK PROJE	Nagata
	HACİM	14500	PLAN TİPİ	Arena
PLAN ve KESİTLER				
				

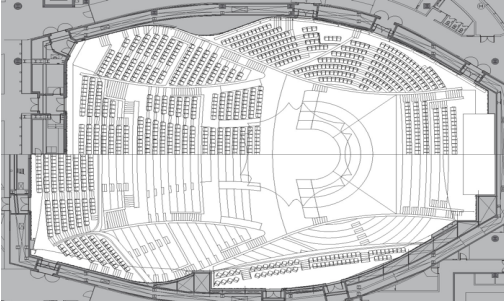
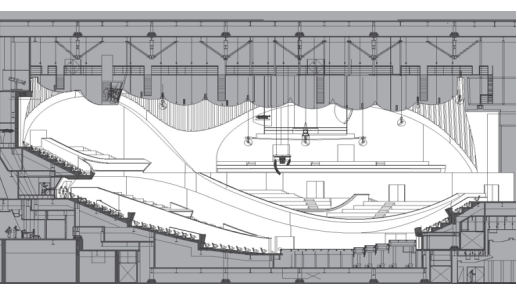
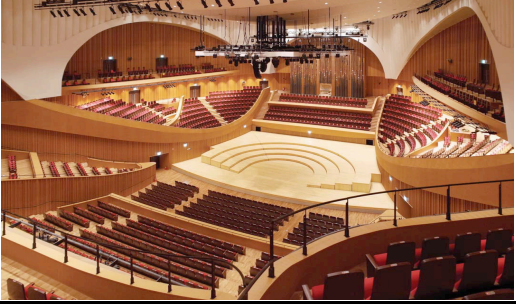
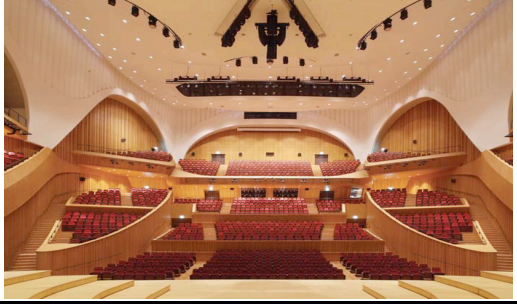
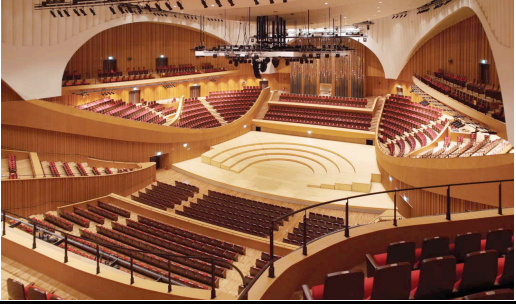
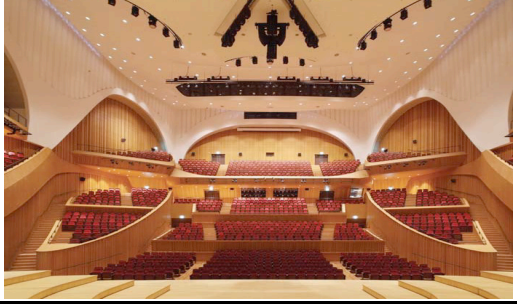
2000 YILI SONRASI KONSER SALONLARI -35				
ÖZELLİKLER	SALONUN İSMİ	Lugano Arte e Cultura	BULUNDUĞU YER	Lugano, İsviçre
	MİMARİ	Ivano Gianola	YAPIM YILI	2015
	KAPASİTE	1000	AKUSTİK PROJE	Muller BBM
	HACİM	m3	PLAN TİPİ	Dikdörtgen
PLAN ve KESİTLER				
				

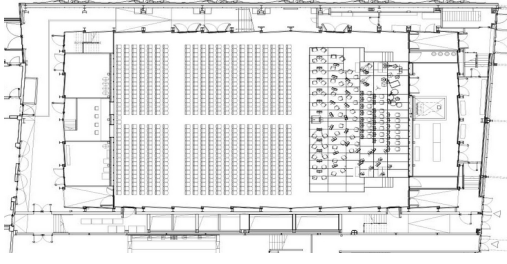
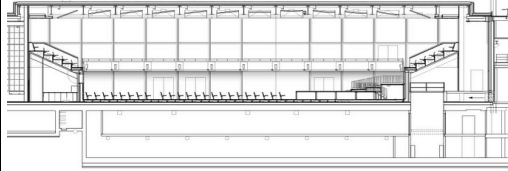
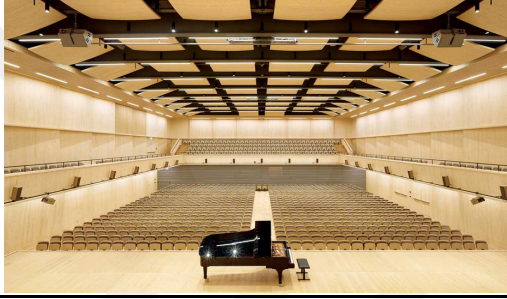
2000 YILI SONRASI KONSER SALONLARI -36				
ÖZELLİKLER	SALONUN İSMİ	Malmö Live Concert Hall	BULUNDUĞU YER	Malmö, İsveç
	MİMARİ	Schmidt,Hammer,Lassen	YAPIM YILI	2015
	KAPASİTE	1600	AKUSTİK PROJE	Akustikon
	HACİM	m3	PLAN TİPİ	Dikdörtgen
PLAN ve KESİTLER				
				

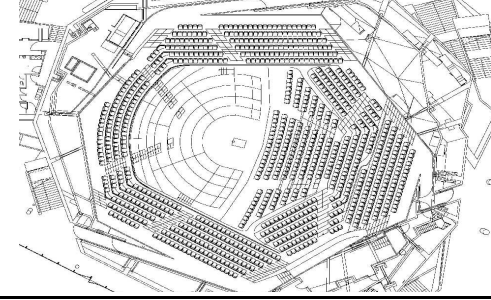
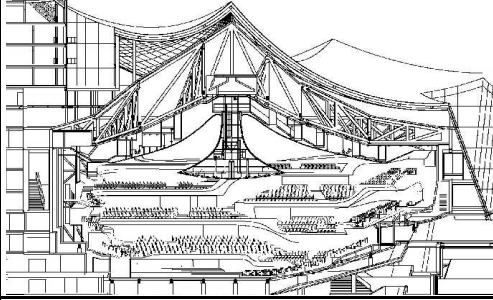
2000 YILI SONRASI KONSER SALONLARI -37				
ÖZELLİKLER	SALONUN İSMİ	Great Amber Liepaja Concert Hall	BULUNDUĞU YER	Liepaja, Litvanya
	MİMARİ	Volker Giencke	YAPIM YILI	2015
	KAPASİTE	1010	AKUSTİK PROJE	Muller BBM
	HACİM	m3	PLAN TİPİ	Yelpaze
PLAN ve KESİTLER				
				

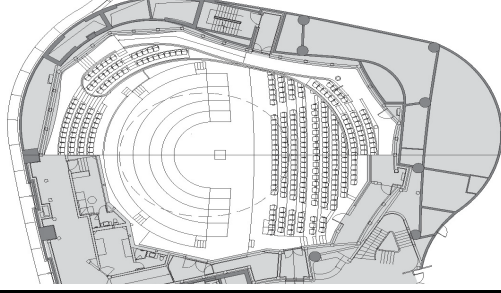
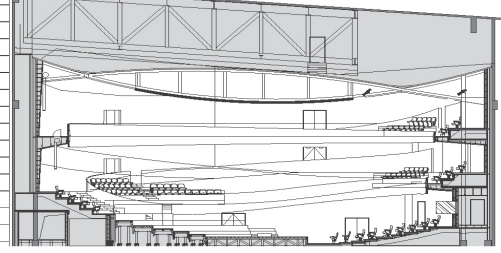
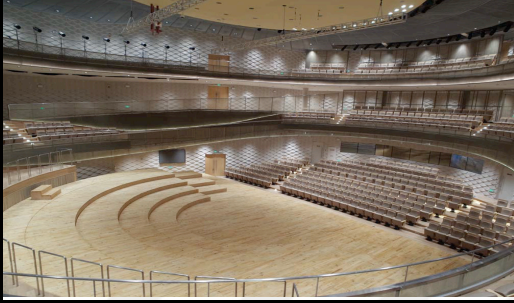
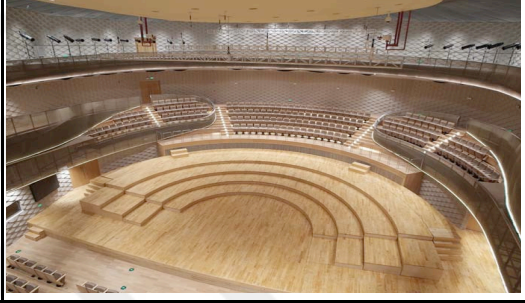
2000 YILI SONRASI KONSER SALONLARI -38				
ÖZELLİKLER	SALONUN İSMİ	Philharmonie de Paris	BULUNDUĞU YER	Paris, Fransa
	MİMARİ	Jean Nouvel	YAPIM YILI	2015
	KAPASİTE	2400	AKUSTİK PROJE	Nagata
	HACİM	37700	PLAN TİPİ	Arena
PLAN ve KESİTLER				
				

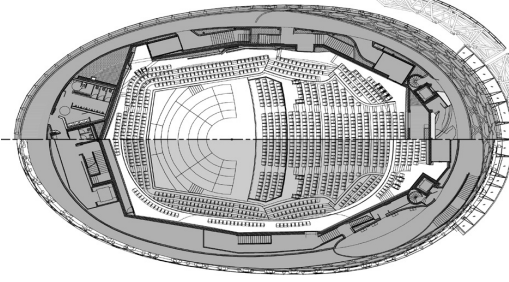
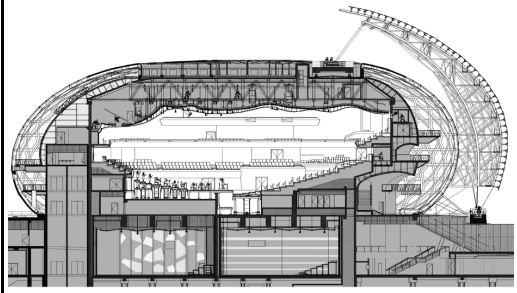
2000 YILI SONRASI KONSER SALONLARI -39				
ÖZELLİKLER	SALONUN İSMİ	Anneliese Brost Musikforum	BULUNDUĞU YER	Bochum, Almanya
	MİMARİ	Bez+Kock Architect	YAPIM YILI	2016
	KAPASİTE	1026	AKUSTİK PROJE	Muller BBM
	HACİM	m3	PLAN TİPİ	Dikdörtgen
PLAN ve KESİTLER				
				
GÖRÜNÜŞLER				

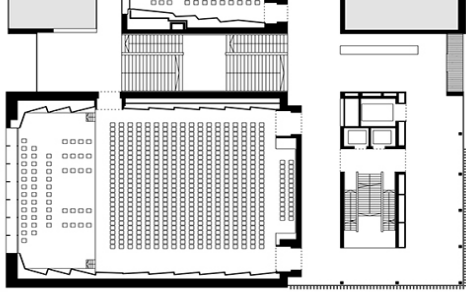
2000 YILI SONRASI KONSER SALONLARI -40				
ÖZELLİKLER	SALONUN İSMİ	Lotte World Tower	BULUNDUĞU YER	Seul, Güney Kore
	MİMARİ	Designcamp Moon Park	YAPIM YILI	2016
	KAPASİTE	2036	AKUSTİK PROJE	Nagata
	HACİM	32600	PLAN TİPİ	Üzümbağı
PLAN ve KESİTLER				
				
GÖRÜNÜŞLER				

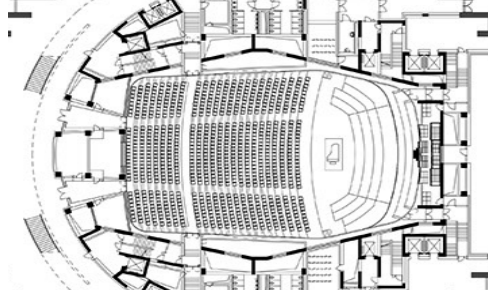
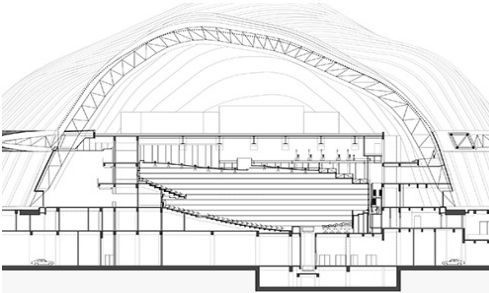
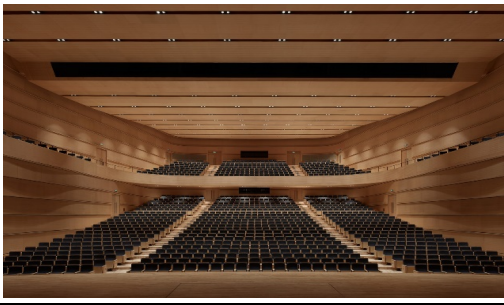
2000 YILI SONRASI KONSER SALONLARI -41				
ÖZELLİKLER	SALONUN İSMİ	Tonhalle Maag Concert Hall	BULUNDUĞU YER	Zurich, İsviçre
	MİMARİ	Spillmann Echsle	YAPIM YILI	2017
	KAPASİTE	1224	AKUSTİK PROJE	Muller BBM
	HACİM	9900	PLAN TİPİ	Dikdörtgen
PLAN ve KESİTLER				
				

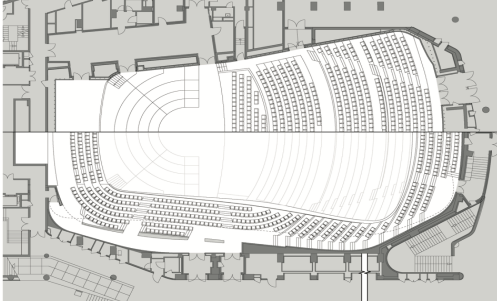
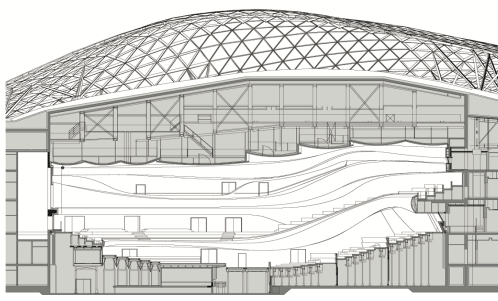
2000 YILI SONRASI KONSER SALONLARI -42				
ÖZELLİKLER	SALONUN İSMİ	Elbphilharmonie	BULUNDUĞU YER	Hamburg, Almanya
	MİMARİ	Herzog & de Meuron	YAPIM YILI	2017
	KAPASİTE	2100	AKUSTİK PROJE	Nagata
	HACİM	23000	PLAN TİPİ	Üzümbağı
PLAN ve KESİTLER				
				

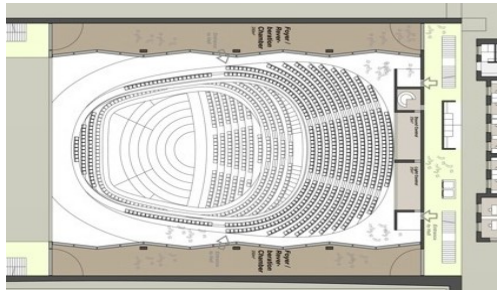
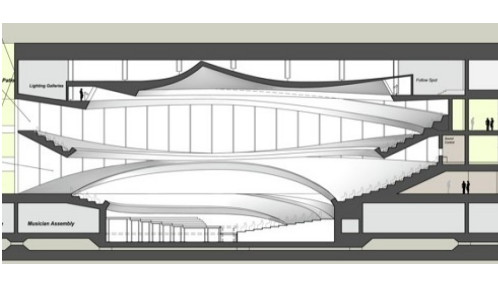
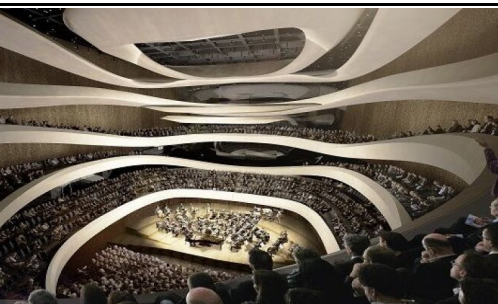
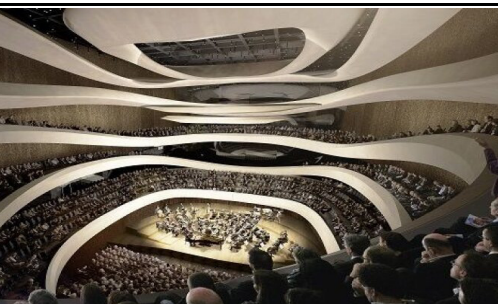
2000 YILI SONRASI KONSER SALONLARI -43				
ÖZELLİKLER	SALONUN İSMİ	Jinji Lake Concert Hall	BULUNDUĞU YER	Suzhou, Çin
	MİMARİ	Tongji Architectural Design	YAPIM YILI	2017
	KAPASİTE	509	AKUSTİK PROJE	Nagata
	HACİM	9600	PLAN TİPİ	Arena
PLAN ve KESİTLER				
				

2000 YILI SONRASI KONSER SALONLARI -44				
ÖZELLİKLER	SALONUN İSMİ	La Seine Musicale	BULUNDUĞU YER	Boulogne-Billancourt, Fransa
	MİMARİ	Shigeru Ban	YAPIM YILI	2017
	KAPASİTE	1152	AKUSTİK PROJE	Nagata
	HACİM	13800	PLAN TİPİ	Üzümbağı
PLAN ve KESİTLER				
				

2000 YILI SONRASI KONSER SALONLARI -45				
ÖZELLİKLER	SALONUN İSMİ	House of Music Innsbruck	BULUNDUĞU YER	Innsbruck, Avusturya
	MİMARİ	Erich Strolz	YAPIM YILI	2018
	KAPASİTE	510	AKUSTİK PROJE	Muller BBM
	HACİM	4000	PLAN TİPİ	Dikdörtgen
PLAN ve KESİTLER				
				
GÖRÜNÜŞLER				

2000 YILI SONRASI KONSER SALONLARI -46				
ÖZELLİKLER	SALONUN İSMİ	Guangxi Concert Hall	BULUNDUĞU YER	Guangxi, Çin
	MİMARİ	GMP Architect, Von Gerkan	YAPIM YILI	2018
	KAPASİTE	1200	AKUSTİK PROJE	Muller BBM
	HACİM	m3	PLAN TİPİ	Dikdörtgen
PLAN ve KESİTLER				
				
GÖRÜNÜŞLER				

2000 YILI SONRASI KONSER SALONLARI -47				
ÖZELLİKLER	SALONUN İSMİ	Zaryadye Concert Hall	BULUNDUĞU YER	Moskova, Rusya
	MİMARİ	Vladimir Plotkin	YAPIM YILI	2018
	KAPASİTE	1560	AKUSTİK PROJE	Nagata
	HACİM	23300	PLAN TİPİ	Üzümbağı
PLAN ve KESİTLER				
				
GÖRÜNÜŞLER				

2000 YILI SONRASI KONSER SALONLARI -48				
ÖZELLİKLER	SALONUN İSMİ	Sinfonia Varsovia Concert Hall	BULUNDUĞU YER	Varşova, Polonya
	MİMARİ	Atelier Thomas Pucher	YAPIM YILI	2019-
	KAPASİTE	1800	AKUSTİK PROJE	-
	HACİM	m3	PLAN TİPİ	Arena
PLAN ve KESİTLER				
				
GÖRÜNÜŞLER				

C

ANKET SORULARI



Kişisel Bilgiler

Lütfen aşağıdaki sorulara yanıt veriniz. Verdiğiniz kişisel bilgiler hiçbir şekilde başkalarıyla paylaşılmayacak ve Akademik bir araştırmada kullanılacaktır.

* Gerekli

İsminiz? *

Yaşınız? *

Yalnızca bir şıkkı işaretleyin.

- ☐ 20 ve Altı
☐ 21-30
☐ 31-40
☐ 41-50
☐ 51-60
☐ 61 ve Üzeri

Cinsiyetiniz? *

Yalnızca bir şıkkı işaretleyin.

- ☐ Erkek
☐ Kadın

İşitsel Bir Sorununuz Var mı? *

Yalnızca bir şıkkı işaretleyin.

- ☐ Evet
☐ Hayır

Eğitim Düzeyiniz? *

Yalnızca bir şıkkı işaretleyin.

- ☐ Orta Öğretim /Lise
☐ Lisans
☐ Yüksek Lisans
☐ Doktora

Salon A - Dinleme Noktası- (1-5)

Aşağıda linkleri verilen dosyaların ilk 5 tanesi W.A. Mozart'ın Figaronun Düğünü adlı Operasından Uvertürün farklı oturma pozisyonlarına ait kayıtlarını içermektedir. Dinlediğiniz parça numaralarına göre lütfen aşağıdaki soruları cevaplayınız. Dinletileri kulaklık kullanarak yapınız. Soruları cevaplarken 1 den 5 e dek 1 en kötü, 5 en iyi olacak şekilde işaretleyiniz. Teşekkürler...

Dinlenecek Parça – (1-5)

<https://drive.google.com/open?id=1K7JDQgVCW7NDVPLzkadErCOkmT1Ou6yW>

1-Dinlediğiniz parçada sesteki zenginlik hissi nasıldı?

	1	2	3	4	5	
Çok Kötü	☐	☐	☐	☐	☐	Çok İyi

2-Dinlediğiniz parçada sesin netliği nasıldı?

	1	2	3	4	5	
Çok Kötü	☐	☐	☐	☐	☐	Çok İyi

3-Dinlediğiniz parçada sarmalanmışlık hissi nasıldı(Müzik sizi içine aldı mı)?

	1	2	3	4	5	
Çok Kötü	☐	☐	☐	☐	☐	Çok İyi

4-Sahnedeki enstrümanları ayrı ayrı algılayabildiniz mi?

	1	2	3	4	5	
Çok Kötü	☐	☐	☐	☐	☐	Çok İyi

5-Dinlediğiniz parçanın bas tiz (frekans) dengesi nasıldı?

	1	2	3	4	5	
Çok Kötü	☐	☐	☐	☐	☐	Çok İyi

6-Dinlediğiniz parçada salonun genel akustik kalitesini beğendiniz mi?

Yalnızca bir şıkkı işaretleyin.

	1	2	3	4	5	
Çok Kötü	☐	☐	☐	☐	☐	Çok İyi

Makaleler

1. Uzun, B., & Can, Z. Y. (2020). Konser Salonlarının Mimari Biçimlenişlerinin Bütünsel Akustik Kaliteye Etkisi Üzerine Bir Değerlendirme. *Megaron*, 15(4), 614-623. doi:10.14744/MEGARON.2020.55563

Konferans Bildirileri

1. Uzun, B., & Can, Z. Y. (2017). 21.Yüzyılda İnşa Edilen Konser Salonlarının Akustiğı Üzerine Bir İnceleme. *12. Ulusal Akustik Kongresi*. Urla, İzmir.
2. Uzun, B., & Can, Z. Y (2018). Dağıtma Çarpanı Değışimlerinin, Müzik Amaçlı Hacimlerin Akustik Kalitesindeki Etkisi Üzerine Bir Değerlendirme. 1. Mimarlık Ve Şehircilik Sempozyumu Yıldız Teknik Üniversitesi Mimarlık Fakültesi, İstanbul