



T.C
İSTANBUL AREL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
Mimarlık Anabilim Dalı

**ODİTORYUMLARIN AKUSTİK AÇIDAN
DEĞERLENDİRİLMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ
Gülşah Sibel BAYRAMOĞLU
136101003

Danışmanı: Prof. Dr. Yıldız SEY

İSTANBUL, 2017



T.C
İSTANBUL AREL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
Mimarlık Anabilim Dalı

**ODİTORYUMLARIN AKUSTİK AÇIDAN
DEĞERLENDİRİLMESİ**

Yüksek Lisans Tezi

Tezi Hazırlayan: **Gülşah Sibel BAYRAMOĞLU**

KABUL VE ONAY

Gülşah Sibel Bayramoğlu tarafından hazırlanan “Oditoryumların Akustik Tasarımı” başlıklı bu çalışma, Savunma Sınavı tarihinde yapılan savunma sınavı sonucunda başarılı bulunarak jürimiz tarafından Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan: Prof. Dr. Yıldız Sey

(Danışman)

Üye: Prof. Dr. Mete Tapan

Üye: Yrd. Doç. Dr. Volkan Çakır

Yukarıdaki imzaların adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylarım.

[İ m z a]

[Unvanı, Adı ve SOYADI]

Enstitü Müdürü

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge ve şekillerin kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

YEMİN METNİ

Yüksek lisans tezi olarak sunduğum “Oditoryumların akustik tasarımı” başlıklı bu çalışmanın, bilimsel ahlak ve geleneklere uygun şekilde tarafımdan yazıldığını, yararlandığım eserlerin tamamının kaynaklarda gösterildiğini ve çalışmanın içinde kullanıldıkları her yerde bunlara atıf yapıldığını belirtir ve bunu onurumla doğrularım.

Kasım 2017

Gülşah Sibel BAYRAMOĞLU



ONAY

Tezimin kâğıt ve elektronik kopyalarının İstanbul Arel Üniversitesi Fen Bilimler Enstitüsü arşivlerinde aşağıda belirttiğim koşullarda saklanmasına izin verdiğimi onaylarım:

- Tezimin tamamı her yerden erişime açılabilir.
- Tezim sadece İstanbul Arel yerleşkelerinden erişime açılabilir.
- Teziminyıl süreyle erişime açılmasını istemiyorum. Bu sürenin sonunda uzatma için başvuruda bulunmadığım takdirde, tezimin tamamı her yerden erişime açılabilir.

Kasım 2017

Gülşah Sibel BAYRAMOĞLU

ÖZET

ODİTORYUMLARIN AKUSTİK AÇIDAN DEĞERLENDİRİLMESİ

Gülşah Sibel BAYRAMOĞLU

Yüksek Lisans Tezi, Mimarlık Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Yıldız SEY

Haziran, 2017 - 108 Sayfa

Bu tez çalışması dört bölümden oluşmakta olup; birinci bölüm giriş, ikinci bölüm konferans salonları, üçüncü bölüm salonların fiziksel sınırlarının belirlenmesi ve akustik kusurlar, dördüncü bölümde konferans salonlarında akustik değerlendirme yöntemleri kavramsal olarak açıklanmış, sonuç bölümünde oditoryum akustiği çalışacak olan mimarlara yol göstermek amacıyla akustik tasarım grafiği sunulmuştur.

Bu tez çalışmasında, özellikle işitsel açıdan önemli olan mekânların tasarımıyla ilgilenenlere, konu hakkında bilgiler sunulmuş, bir konferans salonunun hacim akustiği açısından incelenmesinde kullanılabilecek performans kriterleri, gürültü mevzuatı ve var olan veya yeniden yapılacak olan bir salonun akustik konfor koşulları açısından nasıl olması gerektiği değerlendirilmiştir.

Genel olarak konferans salonlarının tarihsel gelişimi, işlevi ve işleyişiyle ilgili mimari özellikler, iyi bir işitme için gerekli reverberasyon süresi, arka plan gürültüsü, hacim akustiği içinde yer alan akustik kusurlar ve bunların nelere bağlı olduğu ve yapı akustiği tasarım parametreleri kapsamında duvar, döşeme, tavan, kapı ve pencere gibi yapı bileşenleri incelenmiştir.

Bu çalışmada, salonun arka plan gürültüsü, mevcut reverberasyon süresi bulunarak, konferans salonları için ulusal ve uluslararası standartlara uygun olup olmadığı saptanarak eğer uygun değilse yapı bileşenleri için çözüm önerileri yapılarak; olması gereken reverberasyon süresine ulaşmak için bir çözüm yolu bulunacaktır.

Anahtar Kelimeler: Oditoryum, Akustik, İyi İşitme Koşulları, Reverberasyon Süresi.

ABSTRACT

ACOUSTICAL EVALUATION OF AUDITORIUMS

Gülşah Sibel BAYRAMOĞLU

Master Thesis, Architecture Department

Advisor: Prof. Dr. Yıldız SEY

June, 2006 - 108 pages

This thesis consist of four sections that first section is introduction, second section is conference halls, third section is determination of the physical limits of the halls and their acoustic defects, fourth section is conceptual description of acoustic assessment methods in conference halls and conclusion section is a presentation of acoustic design chart that will guide architects who will work on auditorium acoustics.

In this thesis, background information provided to the ones interested in design of places that are aurally important, performance criteria that should be used for evaluation of a conference hall's volume acoustic and noise regulation determined, and acoustic comfort conditions of an existing and/or newly build hall have been evaluated.

In general, historical development of conference halls, their architectural features related to function and operation, reverberation time that required for a good hearing, background noise, acoustic errors present in volume acoustic and their causes, and building components such as wall, floor, ceiling, doors and windows have been evaluated within building acoustics design parameters.

In this study, a solution will be provided to reach required reverberation time by finding existing reverberation time, determining if it is appropriate for national and international standards of conference halls and providing solutions for building components if it is not appropriate.

Keywords: Auditoriums, Acoustic, Good Hearing Conditions, Reverberation time.

ÖNSÖZ

Bu çalışmada amaç; mimari form, boyut ve yüzey saçıcılığının akustik parametreler üzerindeki etkilerini incelemek ve yeni tasarlanacak olan veya tasarımı yapılmış konferans salonlarının mimari akustik açıdan daha verimli olması veya daha verimli hale nasıl getirilmesiyle alakalı olarak izlenecek aşamalar yer almaktadır.

Konferans salonları konuşma amaçlı salonlar olup, buradaki amaç en iyi anlaşılabilirliği sağlamaktır. Bunu yaparken gerek tasarım gerek arka plan gürültüsü ve malzeme seçimi çok önemlidir. Gürültü denetimi ve yönetimi yönetmeliğinde belirlenen kriterler doğrultusunda yapılan hesaplamalar neticesinde olması gereken reverberasyon değerini yakalamak için gerekli işlemlerin yapılması gerekmektedir.

Tez çalışmamda; planlanmasında, araştırılmasında, yürütülmesinde ve oluşumunda ilgi ve desteğini esirgemeyen, engin bilgi ve tecrübelerinden yararlandığım, yönlendirme ve bilgilendirmeleriyle çalışmamı bilimsel temeller ışığında şekillendiren sayın hocam Prof. Dr. YILDIZ SEY'e teşekkürlerimi sunarım.

İstanbul, 2017

Gülşah Sibel BAYRAMOĞLU

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
ÖZET	v
ABSTRACT	vi
ÖNSÖZ	vii
KISALTMALAR LİSTESİ	xi
TABLolar LİSTESİ.....	xii
ŞEKİLLER LİSTESİ	xiii
FOTOĞRAF LİSTESİ.....	xvi
EKLER LİSTESİ	xvii

1. BÖLÜM

GİRİŞ

1.1. Problemin Tespiti.....	3
1.2. Çalışmanın Amacı	3
1.3. Araştırma Metodolojisi.....	4
1.4. Ünitelerin Planı.....	4

2. BÖLÜM

ODİTORYUMLAR

2.1. Oditoryumların Tarihsel Gelişimi, İşleyişi ve İşlevi	6
2.2. Oditoryumların Mimari ve Akustik Özellikleri.....	17
2.3. Oditoryumlarda Form	18
2.3.1. Dikdörtgen Formlu Salonlar	21
2.3.2. Yelpaze Formlu Salonlar	22
2.3.2.1 Dikdörtgen ve Yelpaze Plan Tiplerinin Karşılaştırılması.....	24
2.3.3. At Nalı Biçimli Salonlar	26
2.3.4. Elmas veya Serbest Salon Tipleri (Üzüm Bağı – Vineyard)	27
2.4. Konuşma Amaçlı Salonların Anlaşılabilirliğini Sağlayan Özellikler, Akustik Tasarım Kriterleri.....	28
2.4.1. Arka plan gürültü düzeyi	29
2.4.2. Reverberasyon Süresi (RT).....	30
2.4.3. Erken Sönümlenme süresi (EDT)	31

2.4.4 Ayırt Edilebilirlik (D50)	32
2.4.5 Netlik (C80)	34
2.4.6. Ses Basınç Düzeyi (SPL)	35
2.4.7. Toplam Ses Düzeyi Güç (G).....	35
2.4.8. Bas Oranı (BR) – Tiz Oranı (TR)	37
2.4.9. Yanal Enerji Oranı (LEF)	38
2.4.10. Konuşma İletim Katsayısı (STI)	38
2.5.Yapı Akustiği Tasarım Parametreleri	39
2.5.1. Hacim	40
2.5.2 Döşeme Eğimi.....	42
2.5.3 Tavan.....	43
2.5.4. Yan ve Arka Duvarlar	46
2.5.5. Balkon	48
2.5.5.1. Balkon Ön Korkuluğu	50
2.5.5.2. Balkon Altı	53
2.5.5.3. Balkon Üstü.....	53
2.5.6. Basamak ve Koltuk Önleri.....	54
2.5.7. Sahne.....	54
2.5.7.1. Çerçeve sahne	56
2.5.7.2 Çevreli sahne	57
2.5.7.3 Arena sahne	59
2.5.7.4 Değişken sahne	59
2.6. Salonların fiziksel sınırlarının belirlenmesi ve akustik olumsuzluklar.....	60
2.6.1. Odaklanma	60
2.6.1.1. Odaklanmanın İç Bükey Yüzeylerle Önlenmesi.....	61
2.6.1.2. Odaklanmanın Dış Bükey Yüzeylerle Önlenmesi	63
2.6.2.Yankı.....	64
2.6.3. Vurgusal Yankı.....	65

3. BÖLÜM

ODİTORİYUMLARDA AKUSTİK DEĞERLENDİRME YÖNTEMLERİ

3.1. Teorik Yöntemler.....	67
3.1.1. İstatistiksel Yöntemlerle Reverberasyon Süresinin Hesaplanması....	67
3.1.2. Sabine Yöntemi.....	67

3.1.2.1. Eyring Yöntemi	69
3.1.2.2. Stephens & Bate Yöntemi	69
3.2. Geometrik Yöntem	70
3.3. Deneysel Yöntemler	71
3.3.1. Akustik Maket	71
3.3.2. Bilgisayar Modelleme	71

4. BÖLÜM

KONFERANS SALONLARINDA AKIŞ DİYAGRAMININ OKUNMASI	76
--	-----------

5.BÖLÜM

SONUÇ	79
ÖNERİLER.....	82
KAYNAKÇA.....	83
EKLER	88
ÖZGEÇMİŞ	90

KISALTMALAR LİSTESİ

M.Ö.	: Milattan Önce
M.S.	: Milattan Sonra
y.y.	: Yüz Yıl
m.	: Metre
m³	: Metre Küp
o.r.t.	: Ortalama
S.n.	: Saniye
dB	: Desibel
v.b.	: Ve Benzeri
f.	: frekans
N	: maksimum dinleyici sayısı
Hz.	: hertz
ms.	: mili saniye
T.B.M.M	: Türkiye büyük millet meclisi
LEGA	: Eşdeğer gürültü düzeyi
RT	: Reverberasyon süresi
m².	: metre kare
A	: alan
S	: Yüzey alanı
V	: salon hacmi
r.	: (katsayı) konuşma amacı için 4, konser alanı için 5, koro için 6 olarak alınır.
ITDG	: İlk yansımanın gecikme süresi
EDT	: Erken sönümleme süresi
D50	: Belirginlik
C80	: Berraklık
LF80	: Yanal yansıma oranı
BR	: Bas oranı
TR	: Tiz oranı
G	: Toplam ses düzeyi güç
STI	: Konuşma iletim indisi
P:t	: Anındaki ses basıncı
SPL	:Ses basınç düzeyi
LEF	:Yanal enerji oranı

TABLULAR LİSTESİ

	<u>Sayfa No</u>
Tablo 2.1. Salonların Kişi Başına Olması Gereken m ³ Sınır Değerleri	40
Tablo 3.1. Dış Ortam Gürültü Seviyesi Sınır Değerleri.....	73
Tablo 3.2. İç Ortam Gürültü Seviyesi Sınır Değerleri	74
Tablo 4.1. 1000 m ³ salon için olması gereken reverberasyon süreleri.....	77
Tablo 4.2. Olması gereken ve var olan reverberasyon süreleri.....	78



ŞEKİLLER LİSTESİ

	<u>Sayfa No</u>
Şekil 2.1. Olimpiaco Tiyatrosunun Planı	10
Şekil 2.2. Pölsen Kültür Merkezi Kesit	14
Şekil 2.3. Konferans Salonlarında Mimari İşlev	17
Şekil 2.4. Mimari Formlar	20
Şekil 2.5. Uygun En ve Boy İçin Hacim Aralığı	21
Şekil 2.6. Dikdörtgen Biçimli Form	22
Şekil 2.7. Yelpaze Biçimli Salonlar	23
Şekil 2.8. Yelpaze Biçimli Salon Örneği, Karakas Üniversitesi Oditoryumu..	24
Şekil 2.9. Dikdörtgen ve Yelpaze Formlu Plan Tiplerinin Yansıma Analizi...	25
Şekil 2.10. Değişik Plan Tiplerinin Yararlı Yanal Yansıtımalarının Karşılaştırılması	25
Şekil 2.11. At Nalı Biçimli Salon Örneği, Teatro Alla Scala, Milano	26
Şekil 2.12. Üzüm Bağı salon örneği, Sydney Opera Binası Konser Salonu	27
Şekil 2.13. Ülkemizde Geçerli Olan “Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliği’nde Bu İşlevde Kullanılan Salonlar İçin Kabul Edilebilen Sınır Gürültü Düzeyleri	30
Şekil 2.14. Çeşitli Aktiviteler İçin Önerilen Optimum Reverberasyon Süreleri	31
Şekil 2.15. Erken Sönümlenme Süresi	32
Şekil 2.16. Konuşma ve Müzik İçin D50 C80 Değerlerinin Öznel Berraklık Algısında Karşılığı	34
Şekil 2.17. Anlaşılabilirlik Yüzdesi ile STI İlişkisi	39
Şekil 2.18. (a) Sabit Eğimli Dinleyici Alanı (b) Artan Eğimli Dinleyici Alanı Sabit ve Artan Eğimli Dinleyici Alanında İşitme Açıları ($\alpha < \beta$).....	43
Şekil 2.19. Tavan Yansıtıcılarının Yerleştirilmesi	45
Şekil 2.20. Arka Duvarlara Delikli Ses Yutucu Malzemeler ile Kaplanması ..	47
Şekil 2.21. Arka Duvar Ve Tavan Arasındaki Köşenin Pahlanması ve Saçıcılık Sağlamak Amaçlı Duvar Yüzeyine Farklı Çaplarda Silindirler Kaplanması	47
Şekil 2.22. Balkon Altı Derinliği ile Açıklığı Arasındaki İlişki	48

Şekil 2.23. Mekân Tavanı Kesitlerinin Ses Yansımalarına Etkisi.....	49
Şekil 2.24. Balkon Derinliği ve Yüksekliği Arasındaki İlişki	49
Şekil 2.25. Uçan Balkon.....	50
Şekil 2.26. Konuşma ve müziğin kapladığı ses düzeyleri ve frekans salonları grafığı	51
Şekil 2.27. Frekans dalga boyu ilişkisi	52
Şekil 2.28. Balkon Korkulukları İçin İyileştirme Alternatifleri	52
Şekil 2.29. Balkon tasarımında dikkat edilmesi gereken konular	53
Şekil 2.30. Akustik Açından Balkon ve Balkon Altı Bölümlerin Boyut ve Formunun Seçilmesi	54
Şekil 2.31. Çerçeve Sahne Örnekleri.....	56
Şekil 2.33. Çevreli Sahne Örnekleri.....	58
Şekil 2.34. Çevreli Sahne Örnekleri.....	58
Şekil 2.35. Arena Tip Salonun Plan Şeması.....	59
Şekil 2.36. Salonun A - A Kesit Şeması.....	59
Şekil 2.37. Değişken Sahne Olarak Kullanılma Durumları	60
Şekil 2.38. Planda Odaklanma	61
Şekil 2.39. Kesitte Odaklanma	61
Şekil 2.40. Küçük Yarıçaplı Yüzeypden Ses Işınlarının Yansıması	62
Şekil 2.41. Yarıçapı İki Yükseklik Kadar Olan Örtü Yüzeypinden Sesin Yansıması	62
Şekil 2.42. Yarıçapı Salonun İki Katı Uzunluğu Kadar Olan Arka Duvardan Sesin Yansıması.....	63
Şekil 2.43. Odaklanmanın Dış Bükey Yüzeyplerle Önlenmesi	63
Şekil 2.44. Dolaysız ve Yansıyan Ses	64
Şekil 2.45. Yankı ve Ses Uzaması Olmaması Durumunda, Dolaylı ve Yansıyan Ses İlişkisi.....	64
Şekil 2.46. Yankıyı Engellemek İçi Yapılması Gerekenleri Gösterir Kesit.....	65
Şekil 2.47. Vurgusal Yankıya Yol Açan Yüzeypeler.....	65

Şekil 2.48. Vurgusal Yankıya Yol Açmayan Yüzeyler.....	66
Şekil 3.1. Planda Oditoryumdaki Yansıma Analizi	70
Şekil 3.2. Kesitte Oditoryumdaki Yansıma Analizi	70
Şekil 4.1. Farklı maksatlar için elverişli reverberasyon süreleri	77



FOTOĞRAF LİSTESİ

	<u>Sayfa No</u>
Fotoğraf 2.1. Aspendos Tiyatrosu Üstten Görünüş	8
Fotoğraf 2.2. Olimpico Tiyatrosu Sahne ve Seyirci Kısmından Bir Görünüş. 10	10
Fotoğraf 2.3. Grosser Müzik Salonun İçten Görünüşü.....	11
Fotoğraf 2.4. Wiener Musikverein Müzik Salonunun Dış Görünüşü.....	11
Fotoğraf 2.5. T.B.M.M Dış Görünüşü	12
Fotoğraf 2.6. T.B.M.M İç Görünüşü	13
Fotoğraf 2.7. Pölten Kültür Merkezi Dış Görünüş	13
Fotoğraf 2.8. Pölten Kültür Merkezi Dış Görünüş	14
Fotoğraf 2.9. Lowry Merkezi Dış Görünüş	15
Fotoğraf 2.10. Lowry Merkezi İç Görünüş.....	15
Fotoğraf 2.11. Philharmoni Dış Görünüş	16
Fotoğraf 2.12. Philharmoni İç Görünüş	16
Fotoğraf 2.13. Philharmoni İç Görünüş	17
Fotoğraf 2.14. Dikdörtgen Biçimli Salon Örneği, Grosser Musikvereinsaal, Viyana.....	22
Fotoğraf 2.15. Yelpaze Biçimli Salon Örneği, Karakas Üniversitesi Oditoryumu.....	23
Fotoğraf 2.16. At Nalı Biçimli Salon Örneği, Teatro Alla Scala, Milano.....	27
Fotoğraf 2.17. Üzüm Bağı Salon Örneği, Sydney Opera Binası Konser Salonu	28

EKLER LİSTESİ

Ek-1. Akustik Tasarım Grafiği.....	88
Ek-2. Akustik Tasarım Grafiği Açıklaması.....	89



1. BÖLÜM

GİRİŞ

Oditoryum; konferans, konser veya tiyatro gösterilerinin yapılabileceği gibi düzenlenmiş büyük salonlara verilen isimdir.

Antik çağda oditoryumlar arazinin tabii meybinden istifade ederek ortada konuşmacının ve bunun etrafında dairesel formda dinleyicilerin oturmasıyla meydana gelirken günümüzdeki yansıması zamanla ve inşaat sektörünün ilerlemesiyle kapalı mekânlarda verilmek istenen etkinin daha iyi olabileceğini ortaya konmuştur. Şöyle ki ses açık ortamlarda sadece dinleyiciye direk ses ulaşırken, kapalı mekânlarda duvardan ve tavadan yansıyan ses de ulaşmaktadır. Buda dinleyiciye ulaşan sesin etkisini artırmaktadır.

Günümüzde teknolojik ilerlemeler ile çevremizde gürültü kaynakları artmış ve insanın gerek fizyolojik gerekse psikolojik yan etkileri ile konforunu olumsuz yönde etkileyen bir hal almıştır.

Toplanma mekânları tasarlanırken mimari kullanım ve görselliğin yanında mimari akustik konforu kesinlikle dikkate alınması gereken bir parametredir.

Kapalı mekanlarda sesin yayılması açık mekanlardakinden farklı koşullar ortaya çıkarmaktadır. Kapalı mekânlarda sesin yayılması, açık mekanlardaki sesin yayılmasından farklı koşullar ortaya çıkarmıştır. Sesin açık havada küresel dalgalar şeklinde yayılmasından dolayı arkadaki seyirciye sesin şiddeti uzaklığın karesiyle ters orantılı olarak gideceğinden arkalarda oturanlar için açık havada sesin ulaşması zorken kapalı mekânda karşı duvarlardan yansıyan ses, arka sıralarda oturana açık havadan daha da şiddetli gelecektir. Fakat oditoryumun tasarımı, hacmi ve ses yansıma kusurları; yankı ve uzun reverberasyon sürelerine sebep olması ve berrak bir ses elde edilememesinden dolayı hacim akustiği bu kısımda devreye girer.

Hacim akustiği, hacim içindeki ses kaynağından çıkan seslerin, tüm dinleyicilerin kulaklarına en iyi koşullarda ulaşmasını amaçlayan akustik dalıdır. (Yüksel Can ve Özçevik, 2011-2012)

İyi işitme koşullarının sağlanması için gerekli akustik kriterler göz önüne alınarak mimari tasarım, hacim ve seçilecek malzemelerin belirli kriterlere uygunluğu gerekir.

Kapalı mekânlarda akustik kusurların oluşması hacim akustiğiyle ilgili araştırmalara sebep olmuştur.

Yüzyılın ilk yarısında reverberasyon süresinin, bir hacmin akustik kalitesini belirlemede kullanılan başlıca parametreyken; günümüzde pek çok farklı parametre ve bileşenin de göz önünde bulundurulması gerektiği bilinmektedir. Her bir akustik parametre için uygun koşulların belirlenmesi, pek çok değişkene bağlı olduklarından dolayı oldukça karmaşık ve zaman alıcı bir işlemdir (Ökten, 2010).

Bu çalışmanın amacı; mimari form, boyut ve yüzey saçıcılığının akustik parametreler üzerindeki etkilerini incelemektir.

Mimari anlamda akustik yaklaşık olarak 100 yıl öncesinde ilk olarak Wallace Clement Sabine adlı bir bilim adamı tarafından incelenmeye başlanmıştır. En geniş anlamıyla “ses bilim” olarak adlandırabileceğimiz bu bilim dalı, pek çok bilim adamının ilgisini çekmiş ve gelişimine Wallace Clement Sabine’in ortaya koyduğu “reverberasyon süresi” parametresinin keşfinden sonra büyük bir ivme ile devam ederek günümüzde pek çok soruya gerek subjektif gerekse objektif cevaplar verebilir; mimarinin akustik sorunlarını aydınlatılabilir duruma gelmiştir (Ökten, 2010).

Mimari akustik çok geniş bir tanım olmakla birlikte farklı mekân, kullanım ve amaca göre bu tanımın gerektirdiği kriterler de farklılaşmaktadır. Dolayısıyla bir mekânın mimari anlamda akustiğini incelerken bu mekânın hangi amaca hitap ettiğini bilerek değerlendirmeye başlamamız gerekmektedir (Ökten, 2010).

Konuşma amaçlı salonlar sadece büyük hacimde konferans, kongre salonları değil küçük hacimde toplantı salonları, mahkeme salonları, müzakere salonları ve derslikleride içerisine almaktadır.

Konuşma amaçlı salonları diğer salonlardan (müzik,opera,tiyatro) ayıran en büyük fark ise; ses kaynağının salon içinde farklı noktalarda olmasıdır. Konuşma amaçlı salonlar sırasında söyleşi yapan biri kaynak gibi görünse de konferansta her söz hakkı alan kişinin birer ses kaynağı özelliği göstereceğinden konuşma amaçlı salonlarda ses kaynağının belli bir noktası yoktur. Dolayısıyla sesin anlaşılabilmesi için kullanacağımız yansıtıcı malzemelerin yeri diğer salonlara göre farklılık gösterecektir.

Özellikle salonun ortalarında konuşan bir konuşmacıdan çıkan ses; arkasında ve yanında bulunan dinleyicilere çok zayıf ulaşacağından salon planının da ona göre tasarlanması ve konuşanın karşısında kalan duvarlara gerekli yansıtıcıların ilave edilmesi gerekmektedir. Bu yansıtıcılardan yansiyarak gelen ses yanda ve arkada oturan seyirciye ulaşacağından sesin etkisini artıracaktır.

Büyük salonlarda, karşı duvarlara yerleştirilen yansıtıcıların yankıya sebep olacağı göz ardı edilmemeli ve tasarım ile malzeme seçimi ve yerleşimi için bütün esaslar göz önünde bulundurulmalıdır.

1.1. Problemin Tespiti

Türkiye de akustik henüz yeterince bilinen ve önemsenen seviyede değildir. Ve genelde yapılacak olan oditoryumlar inşaat aşaması bittikten sonra akustik danışmandan yardım istenmektedir. Oysa tasarım aşamasında dikkat edilecek ve maliyetleri oldukça düşürecek önlemler alınması gerekirken, konu hakkında fazla bilgiye sahip olmayan meslektaşlarımın sadece içerde kullanılacak malzemelerle bir salonun akustik olumsuzlukları giderilebilir düşüncesini düzeltmek beni bu konuya yönlendiren en büyük nedendir. Bu çalışmayı yaparken karşılaştığımız en büyük olumsuzluk da konuyla alakalı yeterince kaynak olmaması, Türkçe kaynakların da kısıtlı olmasıdır.

1.2. Çalışmanın Amacı

Yeniden tasarlanacak olan konuşma amaçlı salonlarda olması gereken ses düzeyini belirleyen yönetmelik gereği ‘çevresel gürültünün değerlendirilmesi ve yönetimi yönetmeliği’ kriterler doğrultusunda yapılması

gereken yapının boyutları, yanına gelecek mahallerin belirlenmesi, arka plan gürültüsü, ses olumsuzlukları oluşmaması için yapılması gerekenler, malzeme seçimi ve yerleşimi bu tezde anlatılmak istenmiştir. Bu problemlerle karşılaşılacak olan mimarlara yol göstermek amacıyla da tezin sonunda bir cep kitapçığı sunulmaktadır.

1.3. Araştırma Metodolojisi

Eğer konferans salonu tasarlanmışsa tündengekim tasarlanmamışsa tümevarım ve deney yöntemi uygulanmıştır. Yani tümünden gelimden kasıt her şeyiyle tasarlanmış bir oditoryumun bundan sonraki aşamaları içinde hacmin ne kadar olacağı, yönü gibi olaylar artık yapıldığından akustik açıdan en son yaptığımız malzeme seçimiyle devam ederken, tüme varımda baştan itibaren oditoryumun kaç kişilik olacağı, hacmi yönü gibi aşamalardan başlanmalıdır.

Hacim akustiğinde en önemli şey, iyi işitme koşullarının sağlanabilmesidir. Tezin konusu konferans salonları olduğundan, iyi işitmeden kasıt; konuşmanın anlaşılabilirliğidir. Bunun içinde, iyi işitme için yapılması gerekenler Baytın tarafından aşağıdaki gibi özetlenmiştir:

- 1- Ses emici malzemelerin seçim ve tatbiki
- 2- Dış gürültünün tecridi
- 3- Reverberasyon karakteristiğinin temini
- 4- Ses yüksekliğinin tesbiti
- 5- Salon form ve konstrüksiyonun tanzimi (Baytın, 1963:3)

Konferans salonlarındaki akustik kriterler bir grafik yardımıyla mimarlara kolaylık sağlanması amacıyla dizayn edilmiştir.

1.4. Ünitelerin Planı

Bu tez çalışması beş bölümden oluşmakta olup; birinci bölüm giriş, ikinci bölüm oditoryumlar, üçüncü bölüm oditoryumların akustik değerlendirme yöntemleri, dördüncü bölümde ise tezin amacı da anlatan; konferans salonları tasarlanırken hangi yolları izlememiz, nelere dikkat etmemiz gerektiğini açıklayan akış diyagramını nasıl okuyacağımız anlatılırken beşinci

bölümde de konferans salonlarında akustik değerlendirme yöntemleri kavramsal olarak açıklanmış, son bölümde ise sonuca yer verilmiştir.



2. BÖLÜM

ODİTORYUMLAR

Oditoryum latince ‘audire’ yani işitmek anlamına gelmektedir. Konferans salonları, konser, tiyatro gösterilerinin sergilendiği mekânlardır ve akustik gelişim açısından ele alınabilir.

2.1. Oditoryumların Tarihsel Gelişimi, İşleyişi ve İşlevi

Eski devirlerde açık havada sakin ve düz bir sahada bir konuşmacıların etrafında toplanmış dinleyici kitlesini, oditoriumların ana tipi olarak görürüz. İklimin müsait olduğu Akdeniz ve Ön Asya bölgelerinde açık hava toplantıları uzun zaman seyir ve dinlenme ihtiyaçlarını karşılayan imkânlar olarak devam etmiştir. Bunu zamanla dinleyicilerin buldukları mahalin arkaya doğru bir meyille yükselmesi takip etmiştir. Araziden istifade edilerek konuşmacının ve sahnenin etrafında dairesel bir tarzda yükselen meşhur yunan tiyatrosu vücut bulmuştur. Bunların etrafında tavan ve duvar mevcut olmadığından yankı ve reverberasyon müddeti gibi sorunlar yoktu. Ses enerjisi direkt yolla gidiyor yansıyan sesin ise dinleyiciye bir faydası yoktu. Bunun neticesinde ses yüksekliği yetersiz kalıyordu. (Baytın, 1963: 15)

Buna rağmen o zamanın tasarımcıları sahne-seyirci uzaklığını artırmadan seyirci sayısını artırmak için salonlarda balkonlar ve bir kaç katlı yan localar düzenleyerek bu yerlerin yeterli ses düzeyine ulaşmasını sağlamışlardır. (Abdülrahimov, 1998: 67)

Medeniyet batıya ve kuzeye ilerledikçe orta ve kuzey Avrupanın soğuk ikliminde oditoryum tavan ve duvarlarla kapatmak zorunda kalmış ve bunun akabinde de yankı problemleri ortaya çıkmıştır. (Baytın, 1963: 15)

Kubbelerin kullanılması balkonların çıkarılması malzeme olarak taş, sıva gibi sert malzemeler kullanılması, akustikte daha fazla problemler meydana getirmiştir. Artık oditoryumlar dinlemekten çok seyre hizmet eden mekânlar olmuştur.

Dolayısıyla kuzey Avrupa’da kapalı sahalarda akustik tedbirler alınmaya başlanmıştır. (Baytın, 1963: 15)

Topluma açık ilk konser salonları Londra'da XVIII-XIX yy da faaliyete başlamıştır. Bu arada kimi kiliselerde, konser salonu olarak kullanılmıştır.

Bir sonraki, dönemde sosyete için yapılmış dans ve konser amaçlı salonlar yer almıştır. (Abdülrahimov, 1998: 66)

Tarihe baktığımızda XVI. yy da konferans salonu görmek oldukça zordur. Bu tür konuşma amaçlı mekânları genelde bir mahkeme veya kiliselerde görülebilmektedir. Bu tarihlerde genelde müzik ve gösteri amaçlı mekânları görmek mümkündür.

Yakın tarihe baktığımızda ise, Mimari akustik dünyasında binalarda sesin davranışını anlamayı sağlayan, üstün bir ilerleme dönemini başlatan reverberasyon eşitliği 1898 yılında, Sabine tarafından geliştirildiğinden 20. yy, Sabine asrı olarak kabul görmüştür. Yüzyılın ilk yarısında, reverberasyon ve gürültü kontrolü türlerinde önemli ilerlemeler meydana gelirken, ikinci yarısına kadar akustik kalitenin değerlendirildiği dinleyici salonlarının tasarımında sanatsal veya bilimsel olarak büyük adımlar atılmamış, ancak mevcut algılama ve dinleme düzeyinin ifade edilmesinde önemli mertebe kaydedilmiştir. (Abdülrahimov, 1998: 40)

Beraneğin bu yüzyılın son yarısında yaptığı değerlendirmeler, tanımlamalar ve öne sürdüğü yeni parametreler ile akustik tasarıma yönelik katkıları dikkate değerdir. (Cavanaugh, Wilkes ve Jaffe, 2009)

Günümüzde konferans salonları, kültür merkezleri, tiyatro ve konser salonlarının işleyişi tamamen elektronik ses sistemleri ile yapılmaktadır.

Kültür merkezi projeleri; kongre ve konferans salonları, tiyatro salonları, konser salonları, sergi salonları ve fuaye kısımlarından oluşmaktadır. Profesyonelce tasarlanmış yapılarda, gelişmiş teknolojiler tek başına yeterli olmamakla birlikte konusunda uzman, deneyimli ve tecrübeli bir ekip çalışmasına gereksinim duyulmaktadır.

Tarihsel akışa baktığımızda ise; geçmişten günümüze gelene kadar bazı yıllarda yapılmış salon örnekleri verilmiştir;

Aspendos Tiyatrosu - MS 2: Aspendos, Serik ilçesinin 8 kilometre doğusunda, Köprü Çayı'nın dağlık bölgesinden düzlüğe ulaştığı yerde M.Ö. 10. yüzyılda Akalar tarafından kurulmuş ve antik devrin mamur zengin kentlerinden biridir. Buradaki Tiyatro M.S. 2. yüzyılda Romalılar tarafından inşa edilmiştir. (Aspendos Antik Kenti, Anonim, b.t.)

Aspendos tiyatrosu yarım daire şeklinde planlanmış üstü açık gösteri merkezi olarak kullanılmaktadır. Ortada bir sahne ve onun etrafında dairesel formda seyirciler bulunmaktadır. Yarım daire formunda olan Aspendos tiyatrosunda sahne orkestradan daha yukardadır. Tiyatro sütun ve tonozlar üzerinde yükselerek mimari bir bütünlük kazanmıştır.



Kaynak: Mimar Zenon'un Aşkı:Aspendos Tiyatrosu,Anonim, b.t.

Fotoğraf 2.1. Aspendos Tiyatrosu Üstten Görünüş

Olimpico Tiyatrosu-1585: 1414'te, Romalı mimar Vitruvius'un Mimarlık Üzerine adlı kitabı keşfedildi ve Avrupa dillerine çevrildi. Bu yapıta dayanılarak İtalya'da Roma tiyatroları inşa edilmeye başladı.

Roma tiyatroları İspanya'dan orta doğuya doğru inşa edilen nerdeyse aynı tip tiyatrolardır. En belirgin özelliği ise tonoz ve kemer kullanımı sebebiyle yüksek yapılabilmekteydi. Bu sayede büyük ve kompleks olabiliyordu. Yunan

tiyatroları bir yamaca yaslanılarak yapıldı. Roma'da ise mimarının gelişmesiyle düz alana inşa ediliyordu.

Roma'da seyircinin oturduğu yer ve orkestra yarım yuvarlakken Antik Yunan'da ise seyircinin oturduğu kısım at nalı; orkestra ise tam daire şeklinde olurdu. Roma tiyatrolarında sahne ile seyirci aynı koddayken Yunan tiyatrolarında sahne seyirciden daha aşağı bir koddadır.

Bu çalışmaların ürünü olan Venedikli mimar Andrea Palladio'nun tasarlayıp 1585'te Vincenzo Scamozzi'nin tamamladığı Vicenza'da ki Olimpico Tiyatrosu, Avrupa'nın günümüze ulaşan en eski kapalı tiyatrosudur. (Aknesil, 1997)

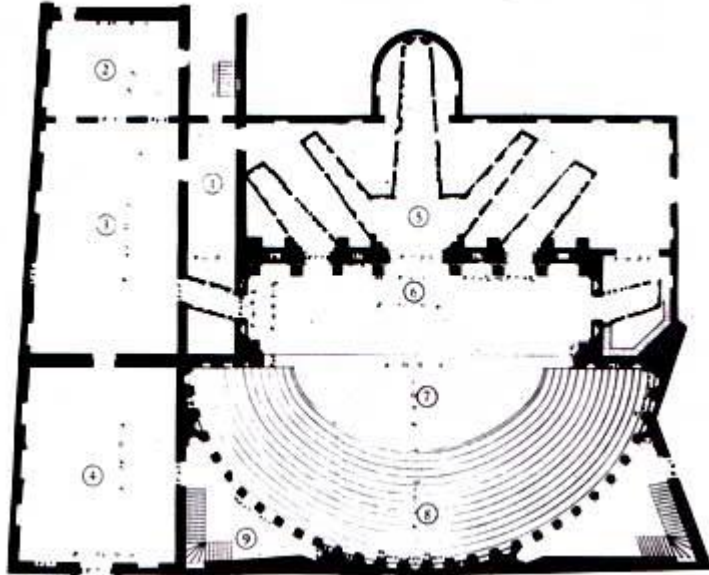
Mimar Vincenzo, Scamozzinin, geri plandaki kemerlerin arkasına, sokak sahnelerini gösteren üç boyutlu perspektif panoları yerleştirmişti. Rönesans tiyatrosunun en özgün yönlerinden biride perspektife verdiği önemdir. (Aknesil, 1997)

Olimpico Tiyatrosu 3000 kişilik olup elips şeklindedir. Orta kapının yanlarındaki dört kapı geriye doğru gittikçe daralan sokaklara açılmakta; izleyen herkes kendini bu sokakların karşısında bulmaktadır. Yan kapıların üstünde balkon gibi yerler hem loca olarak hem de oyun alanı olarak kullanılmıştır.



Kaynak: The Production of Edipo Re at the Teatro Olimpico, Vicenza, in 1585, Anonim, b.t.

Fotoğraf 2.2. Olimpico Tiyatrosu Sahne ve Seyirci Kısımından Bir Görünüş



Kaynak: The Production of Edipo Re at the Teatro Olimpico, Vicenza, in 1585, Anonim, b.t

Şekil 2.1. Olimpiaco Tiyatrosunun Planı

Wiener Musikverein-1870: Danimarkalı mimar *Franz Joseph* tarafından 1863 tasarlanmıştır.

1744 kişilik büyük salon yanında birçok da müzik salonundan oluşmakta olup dikdörtgen forma sahip salon iyi bir akustiğe sahiptir. Büyük salon 49 m uzunluğunda 19 m genişliğinde ve 18 m yüksekliğindedir. Büyük salonun şekli, boyutları ve heykeller erken ve çok sayıda yansıma için iyi bir akustiğe sahiptir.



Kaynak: Grosser Musiksalon, Anonim, b.t.

Fotoğraf 2.3. Grosser Musiksalonun İçten Görünüşü



Kaynak: Wiener Musikverein Musiksalon, Anonim, b.t.

Fotoğraf 2.4. Wiener Musikverein Musiksalonunun Dış Görünüşü

T.B.M.M.-1961: T.B.M.M 1938 açılan bir proje yarışmasında, yarışmayı kazanan Prof. Dr. Holzmeister tarafından tasarlanmış ve daha sonra öğrencilerinden Mimar Ziya Payzın, yapı detaylarının çizimi için görevlendirilmiştir.

TBMM binasının mimari özellikleri ve genel yapısı, Türkiye Cumhuriyeti'nin gücünü simgeleyecek bir biçimde, ağırbaşlı, sağlam ve dayanıklı nitelikte tasarlanmıştır. Tüm mekânları anıtsal, dengeli ve üç boyutlu düzenlemeye göre ele alınmıştır. TBMM binasının yerleşim alanı 19.372 metrekaredir. Bodrum kat üzerine dört kat olarak inşa edilen binanın toplam kullanım alanı ise 56.775 metrekaredir. Ön cephe uzunluğu 248 metredir. (TBMM, 2015)

Bina betonarme karkas olarak yapılmıştır. Dış duvarlar üçte biri kuyruklu, kısmen katrakta kesilmiş, kısmen elle işlenmiş beyaz traverten ile kaplanmıştır. Anıtsal ölçekli yapılar grubunun simetrik düzenlemesinde, ortada, arazinin en yüksek noktasında, büyük toplantı salonlarını içeren merdivenli ve sütunlu giriş ile ana kütle bulunmaktadır. Ana kütle, birbirine paralel iki sıra halinde yanlara uzanan kanatlar ve bunları birleştiren köprülerle zenginleştirilmiştir. (TBMM, 2015)



Kaynak: Fotoğraflarla TBMM, Anonim,b.t.

Fotoğraf 2.5. T.B.M.M Dış Görünüşü



Kaynak: TBMM Genel kurulu, Anonim, b.t.

Fotoğraf 2.6. T.B.M.M İç Görünüşü

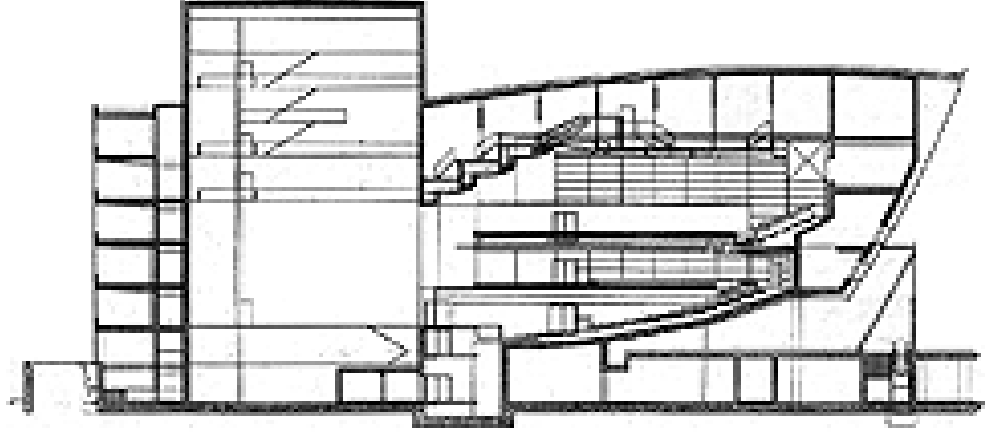
Pönten Kültür Merkezi- 1997: Festspielhaus St. Pölten, Avusturyalı mimar Klaus Kada tarafından tasarlanmıştır. Çeşitli boyutlara sahip olduğu için farklı kültürel etkinliklere uygun dört salon içerir.

Büyük salon 1.063 kişiliktir. Orkestra konserleri için özel bir akustik kabuk inşa edilmiştir.



Kaynak: Schmolke, 2011:97

Fotoğraf 2.7. Pönten Kültür Merkezi Dış Görünüş



Kaynak: Schmolke, 2011:101

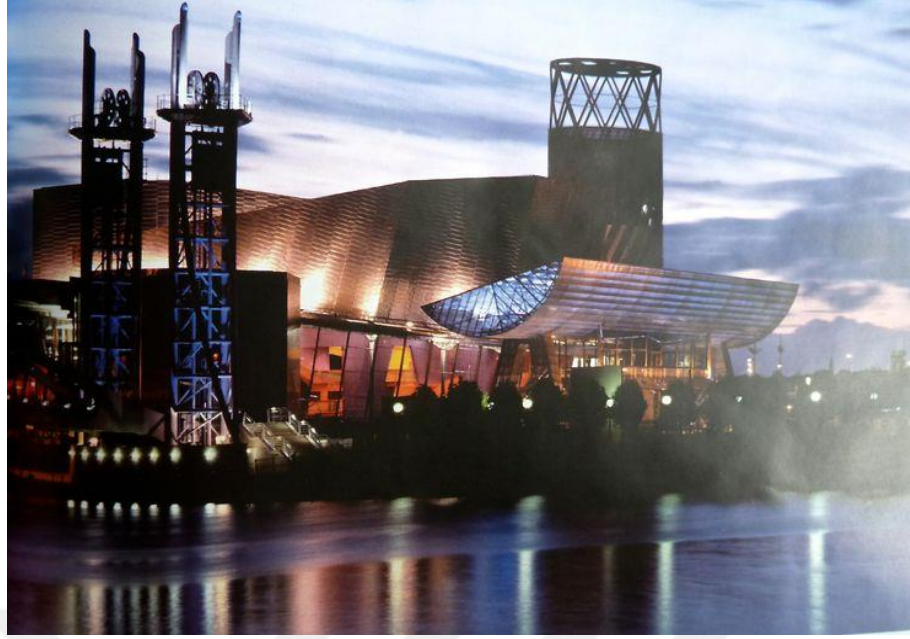
Şekil 2.2. Pölten Kültür Merkezi Kesit



Kaynak: Schmolke, 2011:97

Fotoğraf 2.8. Pölten Kültür Merkezi Dış Görünüş

Lowry Merkezi-2000: Lowry Merkezi Manchester'daki tiyatro ve galeri kompleksidir. Kuzey Batı İngiltere'deki endüstriyel sahnelerin sade görüntüleri ile tanınan 20. yüzyılın son dönem ressamı LS Lowry'den almıştır. Kompleks 12 Ekim 2000 tarihinde Kraliçe 2. Elizabeth tarafından resmi olarak açıldı.



Kaynak: Schmolke, 2011:194

Fotoğraf 2.9. Lowry Merkezi Dış Görünüş



Kaynak: Schmolke, 2011:196)

Fotoğraf 2.10. Lowry Merkezi İç Görünüş

Philharmoni Salonu-2016: Almanya'nın Hamburg şehrinde inşa edilen yapı, kültürel ve konut kompleksi olarak tasarlanmıştır. Yapıda üç konser salonu mevcuttur. Büyük salon 2100 kişi kapasiteli olup üzüm bağı tarzında tasarlanmıştır. Resital Salonu, resital, oda müziği ve caz konserlerinin gerçekleştirilmesi için tasarlanmıştır. Yapı 2016'da tamamlanmıştır.



Kaynak: Schmolke, 2011:11

Fotoğraf 2.11. Philharmoni Dış Görünüş



Kaynak: Schmolke, 2011:14

Fotoğraf 2.12. Philharmoni İç Görünüş



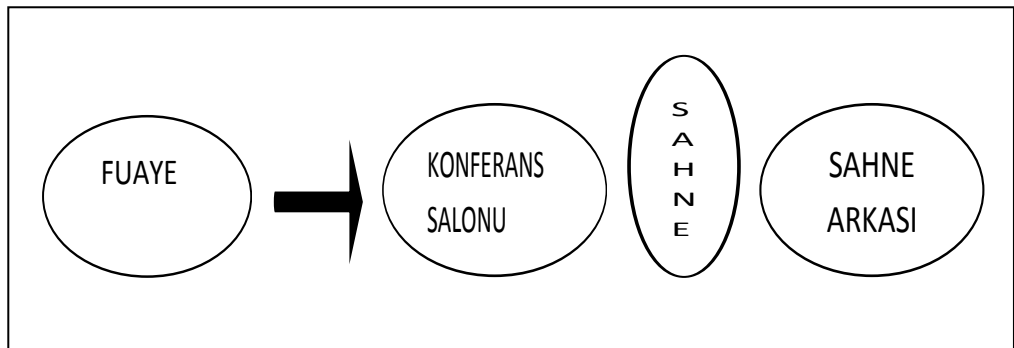
Kaynak: Schmolke, 2011:14

Fotoğraf 2.13. Philharmoni İç Görünüş

Geçmişten günümüze gelindiğinde, salonlarda gözlenen değişimler özellikle açık hava tiyatrolarından kapalı alanlara dönüşmesi en belirgin değişimdir. Genelde yarım daire formdan elips, dikdörtgen ve günümüze geldiğimizde üzüm bağı formlarını görmekteyiz. Ayrıca salonlardaki kişi sayısını artırmak ve sahneye daha yakın hale getirmek için balkonların sıkça kullanıldığını görmekteyiz. Geçmişteki yapılarda yansıtıcı eleman olarak heykeller ve taş oymacılığı varken malzemenin gelişmesiyle akustik malzemeler kullanıldığını görmekteyiz.

2.2. Oditoryumların Mimari ve Akustik Özellikleri

Oditoryumun amacı konuşmadır. Oditoryumlar arkada bir fuaye içerde sahne, sahne arkası ve dinleyici çoğunluğuna bağlı olarak balkondan oluşur.



Şekil 2.3. Konferans Salonlarında Mimari İşlev

Anlaşılabilirlik, konuşma amaçlı mekân tasarımında sağlanması gereken en önemli koşuldur. Konuşmanın anlaşılabilir olması için diğer sesler tarafından bastırılmaması gerekir.

Arka plan gürültüsü konuşmanın anlaşılabilir olmasını engelleyen önemli bir faktördür. Arka plan gürültüsünün kontrolü ise gürültüye neden olan dış mekân sesleri, mekanik sesler ve yansıyan seslerle ilişkilidir. Dolayısıyla konferans salonunun etrafındaki hacimler dolaylı da olsa konferans salonunu etkileyeceğinden yanına gelecek hacimler konumlandırılırken dikkat edilmelidir. Jeneratör, makine dairesi, gibi mahaller konferans salonundan uzak konumlandırılmalı veya gerekli gürültü önlemleri alınmalıdır.

Bir iç mekânda ses kaynağından çıkan sesin, iç yüzeylerde peşi peşine yansiyarak, daha sonra sesin tamamen sönümlenmesi duruma gelmesi olayına reverberasyon denir. Ses enerjisi her yansımada bir oranda yutulur ve belli bir süre yol alır. Böylece çok kısa süreli bir ses bile, reverberasyon olayından ötürü, olduğundan daha uzun olarak algılanır. (Yapı Akustiğinde 30 Terim 30 Tanım, Anonim, b.t.)

Abdurahimov'un da belirttiği gibi konferans salonlarında konuşmacı dışındaki tüm dış sesler kısa süreli dahi olsa etkisi daha uzun süreli olacağından salonun akustiğini olumsuz etkileyecektir. Reverberasyonun en aza indirildiği salonlar ideale en yakın salonlar olacaktır (Abdülrahimov, 1998: 74)

Konferans salonlarında; iç kısımda kullanılan malzemelerin sesin yayılmasında büyük etkisi vardır. Tercih edilen malzemelerin, ses kaynağı olan konuşmacının bulunduğu merkezden uzak ya da yakın olmasına bakılmaksızın homojen yayılım göstermesine neden olacak niteliklere sahip malzemeler seçilmesi gerekmektedir.

2.3. Oditoryumlarda Form

Oditoryumlarda Şekil 2.4 de belirtilen formlar genelde kullanılır. Fakat oditoryumlarda sağlanması gereken kriterlerden anlaşılabilirlik bu mekânlarda

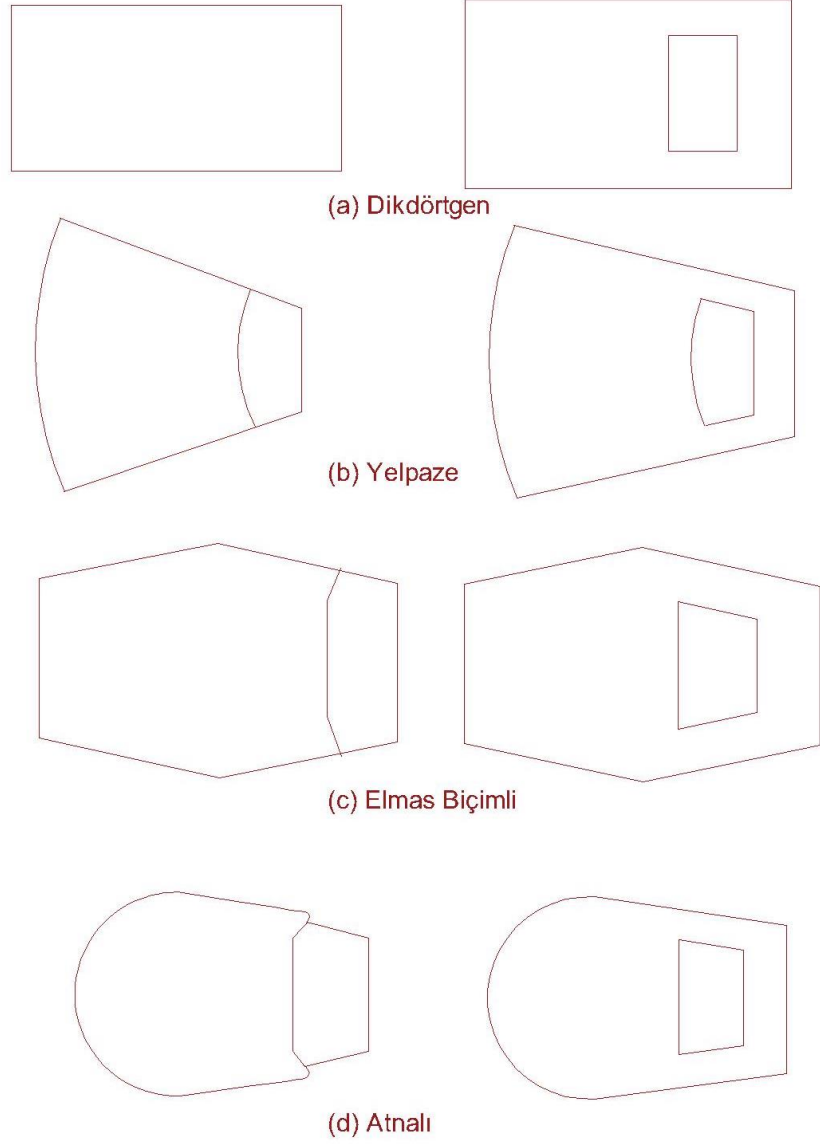
birinci derecede önem kazanır. Konferans ve tiyatro, konuşma işlevinin ana türleridir.

Akustik açıdan temel amaç izleyicilerden her birinin konuşulan bütün kelimeleri net bir biçimde duymasının sağlanmasıdır. Görsel açıdan öne çıkan amaç ise izleyicinin oyuncuların yüzlerindeki ifadeyi ve vücut hareketlerini net bir biçimde görmelerinin sağlanmasıdır. Oyuncular açısından amaç ise, sahne alanının ve dekorun kalabalıkta olsa, boşta olsa seyircinin bütün dikkatini kendi üstlerine çekecek nitelikte olmalıdır.

Oditoryumlarda farklı formlar vardır. Aşağıda sıralanmıştır:

- Dikdörtgen form
- Yelpaze form
- Elmas form
- Atnalı formu
- Üzüm bağı

olarak ayrılmaktadır.



Şekil 2.4. Mimari Formlar

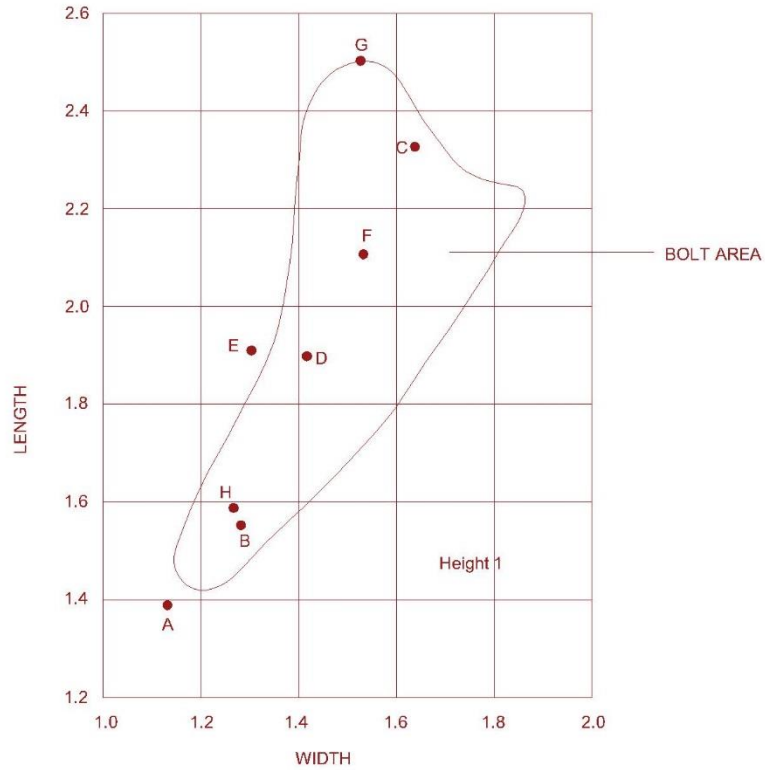
Yukarıda mimari formlara ait iki örnek bulunmaktadır. Bunlardaki farklılık sahenin yerinin farklılaşmasıdır. Sahnelerle alakalı kısım 2.4.8 de detaylıca anlatılmıştır.

2.3.1. Dikdörtgen Formlu Salonlar

Dikdörtgen formlu salonlarda akustik kusurların olmaması için uygun hacim boyut oranları açısından çok sayıda öneriler geliştirilmiştir.

Bu oranlar genellikle tam dikdörtgenler prizması biçimli hacimler için öngörülmüştür. Bu oranların hacmin ortalama en, boy ve yüksekliği alınarak uygulanmasında yarar vardır. (Yüksel Can ve Özçevik, 2011-2012.)

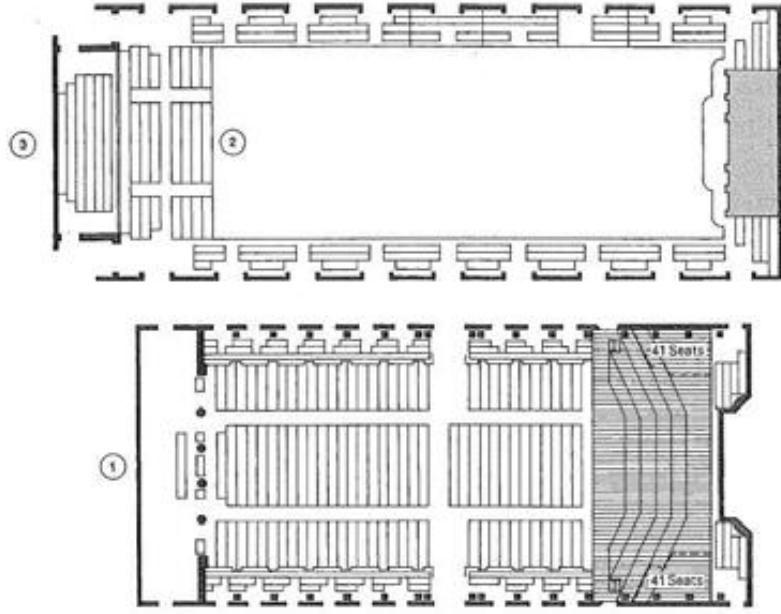
Aşağıda verilen ölçümler uygun hacim aralığı için gerekli en ve boy oranlarını içermektedir. Yapılacak olan oditoryumda seçilen en ve boy kesişimi alan içinde kalırsa akustik açıdan daha iyi sonuçlar verecektir.



Kaynak: Yüksel Can ve Özçevik, 2011-2012

Şekil 2.5. Uygun En ve Boy İçin Hacim Aralığı

Dikdörtgen salonlarda gerekli en ve boy seçildiğinde akustik açıdan en iyi etkiyi veren salonlar yansıtıcı eleman olarak kullanılan işlemeli salonlardır. Dekoratif işlemler yansıtıcı özelliği göstereceğinden sesin etkisini artıracaktır.



Kaynak: Yüksel Can ve Özçevik, 2011-2012

Şekil 2.6. Dikdörtgen Biçimli Form



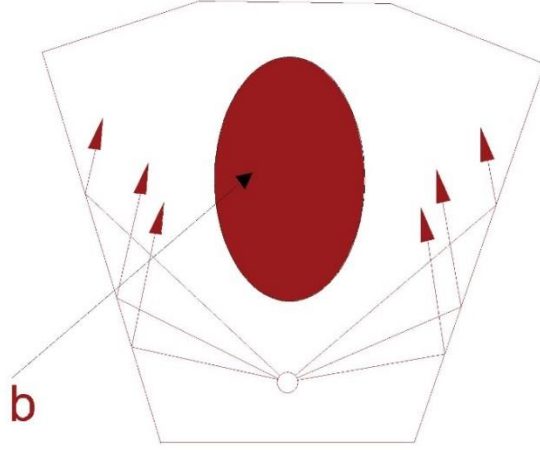
Kaynak: Grosser Musikvereinsaal-Musikverein Wien, Anonim, b.t.

Fotoğraf 2.14. Dikdörtgen Biçimli Salon Örneği, Grosser Musikvereinsaal, Viyana.

2.3.2. Yelpaze Formlu Salonlar

Yelpaze biçimi daha çok dinleyicinin sahneye eşit uzaklıkta konumlandırılmasına olanak tanır. Bu nedenle de mimarlar tarafından tercih edilir. Ancak geniş ve büyük yelpaze biçimli salonlarda dinleyici alanının ortasındaki alan (b) akustik koşullar yanal yansımaların yetersizliğinden ötürü kötüdür. Bu alanlar hacimlilik ve ses gücü (strenght) açısından da yetersizdir. Bu nedenle yelpazenin açıklık açısı önem kazanır. Yelpaze biçimi salonlarda

arka duvar nedeni ile odaklanma ve yankıya yol açabilir. (Yüksel Can ve Özçevik, 2011-2012)

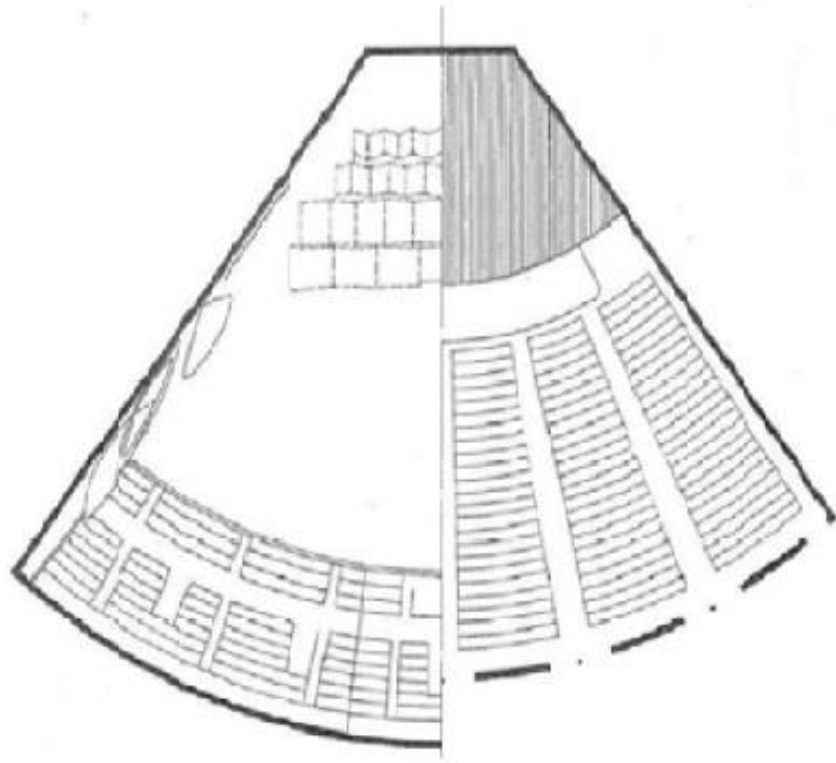


Şekil 2.7. Yelpaze Biçimli Salonlar



Kaynak: Yüksel Can, ve Özçevik, 2011-2012.

Fotoğraf 2.15. Yelpaze Biçimli Salon Örneği, Karakas Üniversitesi Oditoryumu, Venezuela

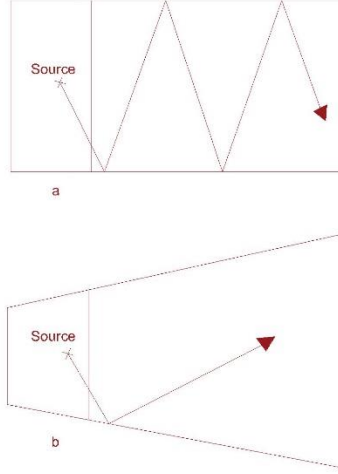


Kaynak: Yüksel Can ve Özçevik, 2011-2012

Şekil 2.8. Yelpaze Biçimli Salon Örneği, Karakas Üniversitesi Oditoryumu

2.3.2.1 Dikdörtgen ve Yelpaze Plan Tiplerinin Karşılaştırılması

Dikdörtgen ve yelpaze formlardaki en önemli farklılık dikdörtgen planda daha fazla yanıl yansıma varken, yelpazede çok az yanıl yansımayı görmekteyiz. Dikdörtgen planda seyircilerin neredeyse hepsine yanıl yansımalar ulaşırken yelpaze formda sadece arka kısımlardaki seyirciye yanıl yansımanın faydası vardır. Buda dikdörtgen planda yanıl yansımanın katkısı daha fazla olduğu ve seyirciye ulaşan sesin etkisinin de daha fazla olduğunu göstermektedir.



Şekil 2.9. Dikdörtgen ve Yelpaze Formlu Plan Tiplerinin Yansıma Analizi

Aşağıdaki şekilde farklı plan tiplerindeki yararlı yanıl yansımalar gösterilmektedir.



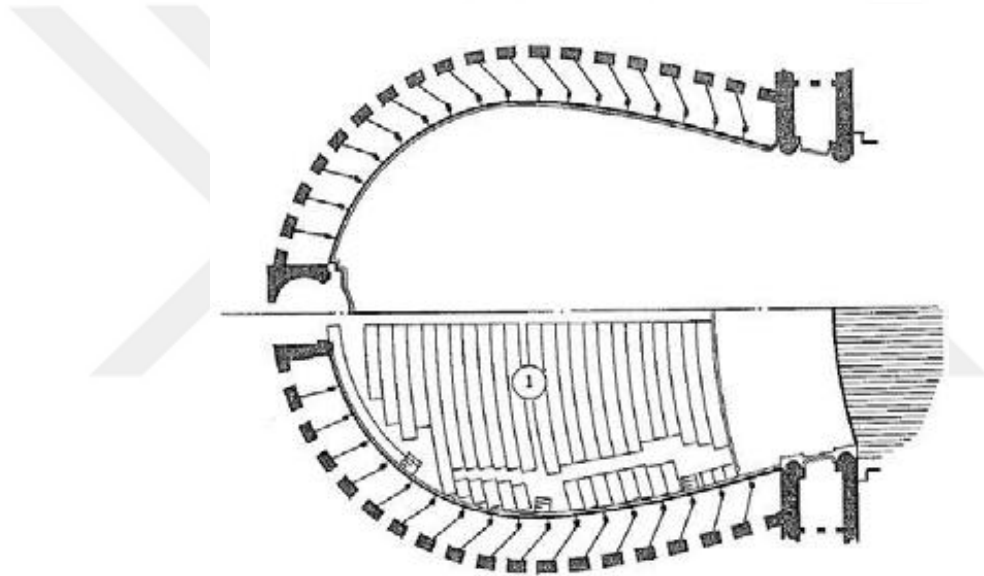
Şekil 2.10. Değişik Plan Tiplerinin Yararlı Yanıl Yansımalarının Karşılaştırılması

Şekil 2.10'da görüldüğü gibi salonun geometrisi yelpaze formundan dikdörtgen formuna yaklaştıkça yani duvar arasındaki açı 0'a yaklaştıkça dinleyicilere daha fazla yanıl yansımalar ulaşmaktadır. En geniş yelpaze formulu salonda dinleyici neredeyse hiç yanıl yansıma alamamaktadır. Ters yelpaze formuna döndükçe dinleyici daha fazla yanıl yansıma aldığı gibi arka duvarlardan da

gelen yansımalarla dinleyici ses tarafında kuşatılmaya başlamaktadır (Mehta ve ark., 1999:207-307).

2.3.3 At Nalı Biçimli Salonlar

At nalı planlı salonlarda daha fazla sayıda dinleyiciyi sahneye eşit uzaklıkta yerleştirme imkânı vardır. (Yüksel Can ve Özçevik, 2011-2012) Bununla birlikte at nalı salonlarda toplam yutuculuk arttığından reverberasyon süresi göreceli olarak daha kısa olur. Yapım teknolojilerindeki gelişmeler ve değişen mimari beğeniler günümüzde Mimarların at nalı biçimini tercih etmemelerine yol açmaktadır. (Yüksel Can ve Özçevik, 2011-2012)



Kaynak: Beranek ve Martin, 1996

Şekil 2.11. At Nalı Biçimli Salon Örneği, Teatro Alla Scala, Milano

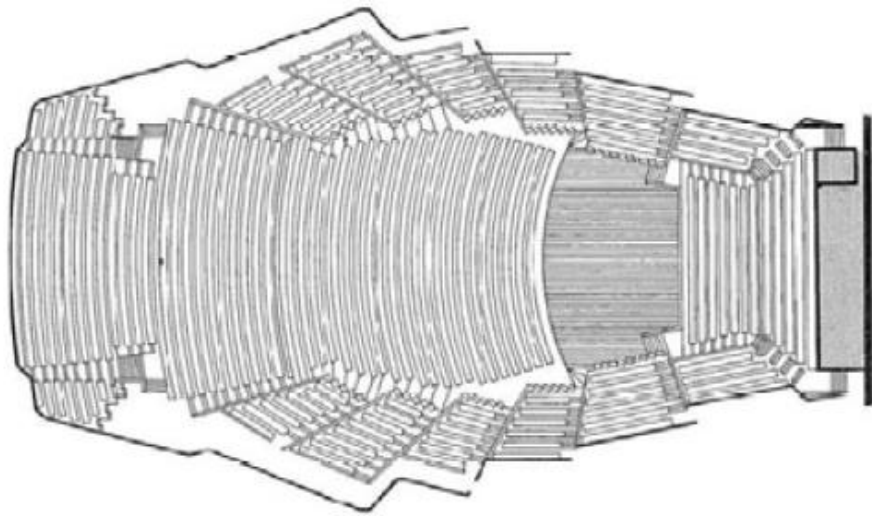


Kaynak: Beranek ve Martin, 1996

Fotoğraf 2.16. At Nalı Biçimli Salon Örneği, Teatro Alla Scala, Milano

2.3.4. Elmas veya Serbest Salon Tipleri (Üzüm Bağı – Vineyard)

Bu salon biçimlerinin kökeni salonun akustik kalitesini koruyarak orkestra alanını dinleyici alanına yakınlaştırma isteğinden kaynaklanmıştır. Bu istek, karmaşık çözümler gerektirir. Kaynağa yakınlık çok sayıda yansıma sağlamaya yönelik olarak, konumlandırılmış yansıtıcı yüzeyler sayesinde yüksek açıklık (definition) ve sesin tam hissedilmesini sağlar. Gelişigüzellik doğal bir ses dağıtımı ya da en azından farklı yansıtıcı yüzeyler eklenmesi ile değişiklik yapılmasına olanak sağlar. (Yüksel Can ve Özçevik, 2011-2012)



Kaynak: Beranek ve Martin, 1996)

Şekil 2.12. Üzüm Bağı salon örneği, Sydney Opera Binası Konser Salonu



Kaynak: Beranek ve Martin, 1996

Fotoğraf 2.17. Üzüm Bağı Salon Örneği, Sydney Opera Binası Konser Salonu

Plan tiplerine bakıldığında; Dikdörtgen plan genelde iyi yanal yansıma sağlar ve yüksek akustik kalite oluşturur. Bu biçim özellikle müzik için tercih edilir. Yelpaze planın akustik performansı genişliğine ve işlevine bağlıdır. Daha fazla dolaysız ses ve yanal ses gerektiren konuşma amaçlı işlevler için bu biçim daha uygundur. At nalı plan tiyatro ve opera için de uygundur. Merkezi ya da gelişigüzel planların akustik başarısı yanal ve tavan yansıtıcılarının tasarımına bağlıdır. (Yüksel Can, Özçevik, 2011-2012)

2.4. Konuşma Amaçlı Salonların Anlaşılabilirliğini Sağlayan Özellikler, Akustik Tasarım Kriterleri

- Arka plan gürültü düzeyi
- Reverberasyon süresi
- Erken sönümlenme süresi (EDT)
- Ayırt edilebilirlik (D50)
- Netlik (C80)
- Ses basınç düzeyi (SPL)
- Toplam ses düzeyi güç (G)

- Bas oranı (BR)-Tiz oranı (TR)
- Yanal enerji oranı (LEF)
- Konuşma iletim katsayısı (STI) den oluşmaktadır.

2.4.1. Arka plan gürültü düzeyi

Akustik açıdan önemli bütün hacimlerde olduğu gibi, konferans, tiyatro, konser, opera vb. etkinliklerin gerçekleştirildiği salonlarda, işitsel konforun sağlanabilmesi için dikkate alınması gereken ilk ölçüt salondaki mevcut gürültü düzeyidir. Salonu etkileyen yapı içi ve yapı dışı gürültüler, salonda gerçekleştirilen etkinliklerin seyirci ya da dinleyicilerce algılanmasını nitelik ve nicelik açısından zedeleyebilir. Bu nedenle salonlardaki mevcut gürültü düzeyleri belirlenmiş değerlerin altında tutulmuş olmalıdır.

Açık ve kapalı mekânlarda, gerçekleştirilen işlevler doğrultusunda, insanların içinde bulunmaktan rahatsızlık duymayacakları gürültü düzeyleri yani kabul edilebilir gürültü düzeyleri belirlenmiştir. Kabul edilebilir düzeyler, bir yandan; bireysel, toplumsal, psikolojik vb. gibi öznel, öte yandan da; gürültünün düzeyi, süresi, tayfsal yapısı, oluşum zamanı, yinelenme durumu vb. gibi nesnel etkenlere bağlıdır. (Karabiber, 1999:30)

Kabul edilebilir gürültü düzeyleri ulusal yönetmeliklerle belirlenir ve büyük sıklıkla Eşdeğer Gürültü Düzeyi LeqA olarak verilir.

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

Kaynak: Çevresel gürültünün değerlendirilmesi ve yönetimi yönetmeliği ekler, Anonim, b.t

Şekil 2.13. Ülkemizde Geçerli Olan “Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliği’nde Bu İşlevde Kullanılan Salonlar İçin Kabul Edilebilen Sınır Gürültü Düzeyleri

2.4.2. Reverberasyon Süresi (RT)

Kapalı hacimlerde, ses kaynağının kapatılmasının ardından, sesin varlığının ardışık yansımalarla düşmesi için gerekli olan, mekândaki sesin duyulmaz hale gelmesine kadar geçen süre reverberasyon süresi olarak tanımlanmaktadır. Sesin frekansına, ortamın hacmine ve yutuculuğuna bağlı olan reverberasyon süresi, hacmin akustik performansının saptanmasında en belirgin parametredir ve aşağıda verilen Sabine formülü ile hesaplanmaktadır. (Cavanaugh, Wilkes ve Jaffe, 1999; Irvine ve Richards,1998:194)

$$R_t = 0,161 V/A$$

$$V = \text{Salonun toplam hacmi (m}^3\text{)}$$

$$A = \text{Salondaki toplam yutuculuk}$$

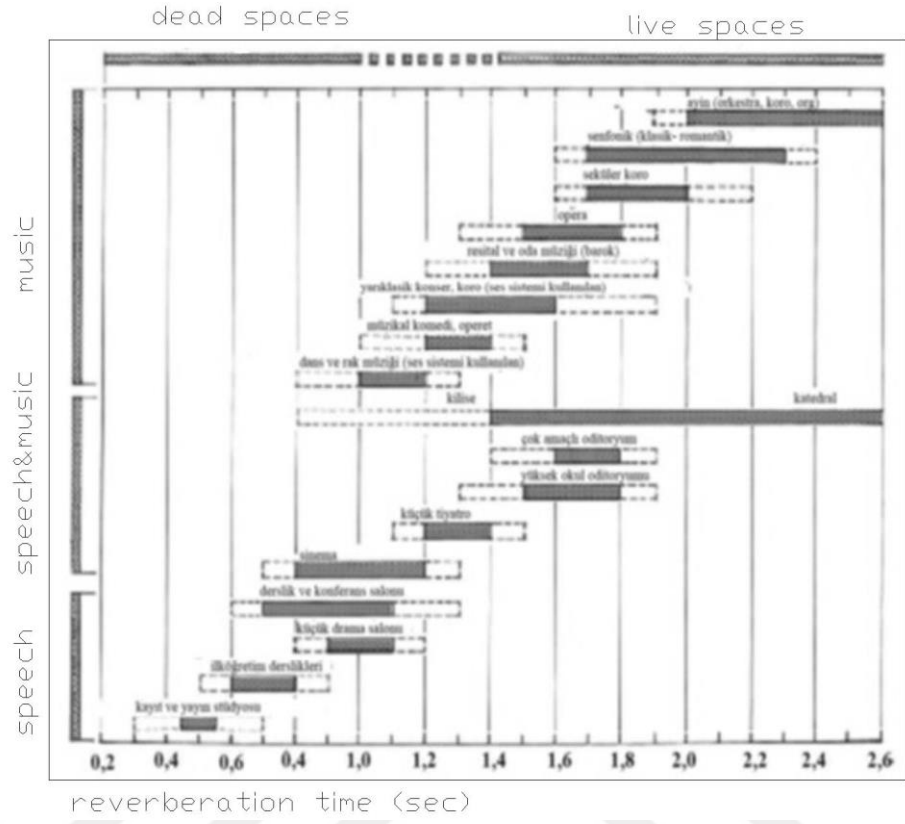
$$= (S_1a_1 + S_2a_2 + S_3a_3 \dots \dots \dots S_n a_n)$$

$$S = \text{Yüzey alanı (m}^2\text{)}$$

$$a = \text{Yüzeyin yutuculuk katsayısı}$$

Reverberasyon süresinin uygun değerleri öncelikle hacmin işlevi esas alınarak saptanmaktadır. Çok uzun R_t konuşmayı daha az anlaşılır, müziği ahenksiz kılmakta ve yüksek arka plan gürültüsüne sebep olmaktadır. Kısa R_t

ise arka plan gürültüsünü bastırır da konuşmayı boğmakta ve müzik sesini zayıf, kesik kılmaktadır (Demirkale, 2007: 131)



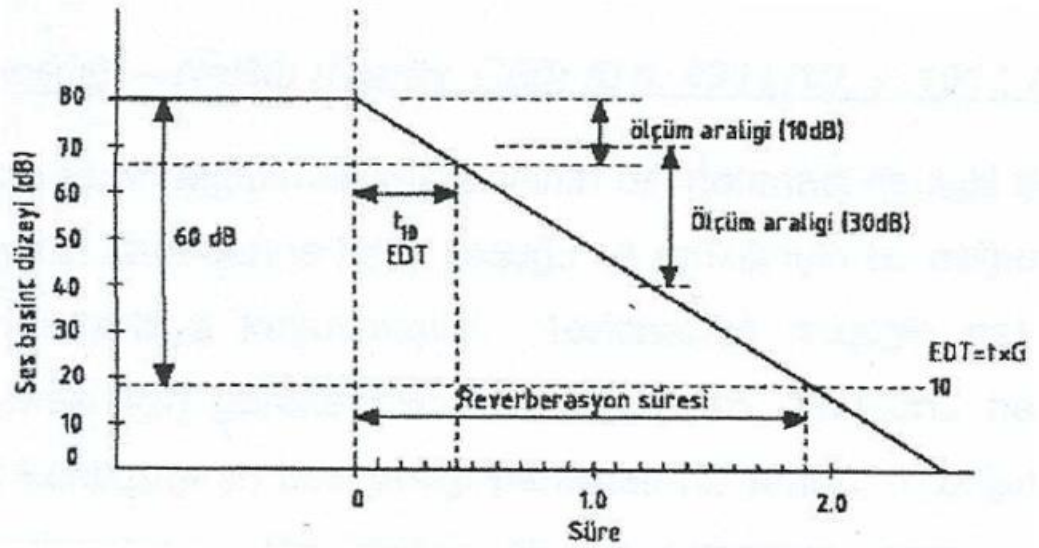
Kaynak: Egan, 2007:64

Şekil 2.14. Çeşitli Aktiviteler İçin Önerilen Optimum Reverberasyon Süreleri

2.4.3. Erken Sönümlenme süresi (EDT)

Ses kaynağı kapatıldıktan sonra ses basınç düzeylerinde 10 dB düşme için geçen sürenin 6 katına eşit süre olarak tanımlanmaktadır.(Çalışkan, 2005)

Sonuç olarak erken sönümlenme süresi; ses kaynağının susmasından sonraki 0 dB ile -10 dB arasındaki düşüş için geçen sürenin 6 faktörü ile çarpımı olarak ölçülmekte ve EDT olarak ifade edilmektedir. (Beranek, 1992)



Kaynak: Beranek, 1992

Şekil 2.15. Erken Sönümlenme Süresi

EDT akustik canlılığın ölçütüdür, uzun EDT, müziğin canlılığını artırmaktadır. EDT, salonun doluluğuna, RT'den daha az bağlıdır ve dinleyicisiz ortamda ölçülmektedir. Beranek çalışmalarında, 52 salon arasında boş salondaki EDT ve dolu salondaki RT60 arasındaki yaklaşık 0,3 sn'lik fark olduğu ortaya çıkmıştır. (Long, 2005: 312)

$$EDT = RT60 - 0 + 0,3$$

EDT, Sabine eşitliğine benzer bu formülden de hesaplanabilir ancak bu RT ve EDT değerlerini birbirinden ayıramaz. EDT değeri, her bir alıcı noktasına ulaşan ilk yansımaları, dolayısıyla, hacmin geometrisinin etkisini detaylı olarak analiz etmektedir. Konser salonu tasarımında model üzerinde ölçüm veya ışın yöntemiyle de saptanabilen EDT değerinde öncelikle, orkestranın çevresinde yer alan yansıtıcı yüzeylere çarpan ışınlar etkilidir. (Karabiber, 1991)

2.4.4 Ayırt Edilebilirlik (D50)

Thiele, direkt sestten sonraki ilk 50ms içinde alıcıya ulaşan yansımaların, ayırt edilebilirlik düzeyini belirlediğini ve konuşmanın anlaşılabilirliği açısından faydalı sesleri oluşturduğunu ortaya koymuştur. (Özçevik, 2005)

Bu faydalı yansımalarından oluşan ses enerjisinin, toplam ses içindeki oranını ortaya koymaya yönelik olarak geliştirilen ayırt edilebilirlik değişkeni, D50, 50ms'lik erken ses limiti için, erken ve geç yansımalar arasındaki ses enerjisinin logaritmik oranı ile hesaplanabilmektedir. Yani D50 kaynak açıldıktan sonraki 0–50 ms ile 0–∞ ms zaman aralıklarında dinleyiciye ulaşan toplam ses enerjileri arasındaki orandır. Konuşmanın anlaşılabilirliğini ölçen önemli akustik değişkenlerden biri olan ayırt edilebilirlik, zamana bağlı lineer bir sistem olarak öngörülen hacmin yanıt eğrisine bağlı olarak da hesaplanabilir. (Özçevik, 2005)

Ayırt edilebilirlik parametresi (D50) aşağıdaki eşitlik kullanılarak hesaplanabilir (Barron, 1993:223-297)

$$D50 = \frac{\int_0^{50} p^2(t) dt}{\int_0^{\infty} p^2(t) dt}$$

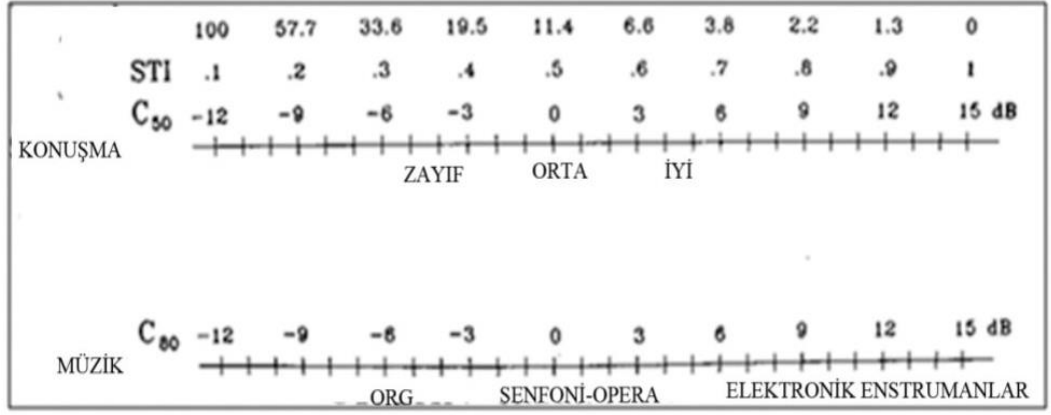
D50= Ayırt Edilebilirlik

p = t anındaki Anlık Ses basıncı

Özgün ismi “Deutlichkeit” olan ayırt edilebilirlik, bazen 50ms oranı olarak da adlandırılır. Bore, açıklık parametresinin hece anlaşılabilirliği ile yakından ilişkili olduğunu ve bu ilişkinin incelenen hacme bağlı olmadığını deneysel olarak kanıtlamıştır. Deneyde, konuşma anlaşılabilirliğini elde etmek için şu yollar izlenmiştir:

Anlamsız heceler dizisi bir hacimde okunmuş, salonun farklı bölümlerinde oturan dinleyicilerden ne duyduklarını yazmaları istenmiştir. Doğru anlaşılan heceler yüzdesi konuşma anlaşılabilirliğini ölçmek için nispeten güvenilir bir ölçüt olarak kabul edilir. Buna heceler anlaşılabilirliği de denir.

D50 değerlerinin artmasıyla, konuşmanın anlaşılabilirliği artmaktadır. %50'nin üzerindeki D50 değerleri optimum olarak kabul edilmektedir.



Kaynak: Karabiber, 1988

Şekil 2.16. Konuşma ve Müzik İçin D50 C80 Değerlerinin Öznel Berraklık Algısında Karşılığı

2.4.5 Netlik (C80)

Netlik icranın her ayrıntısının algılanma derecesini tanımlar. Bunun zıttı, seslerin geç ulaşan yansımış ses bileşenleri ile bulanıklaşmasıdır. Yani netlik büyük oranda yansımının tamamlayıcısı olan bir özelliktir. Netlik ve açıklık yanıt eğrisinde 80 ya da 50ms'den önce ve sonra gelen seslerin dB cinsinden oranıdır. Oran büyük olduğunda erken sesler baskın olur yani ses netleşir. Konuşma amaçlı hacimler için D50, müzik amaçlı hacimler için ise C80 kullanılır. (Aknesil, 1997)

Netlik parametresinin ortaya çıkış mantığı, başlangıçtaki ses enerjisi ile yansımış ses enerjisini birbirinden ayırmaktır. Bu parametre, ses kaynağı açıldıktan sonraki 0-80ms ile 80-∞ms zaman aralıklarında dinleyiciye ulaşan ses enerjileri arasındaki bir oran olarak ifade edilmektedir. (Kowaltowski ve ark.,2006)

$$C80 = 10 \log \left[\frac{\int_0^{0,08} p^2(t) dt}{\int_{0,08}^{\infty} p^2(t) dt} \right]$$

C80= Netlik (dB)

2.4.6. Ses Basınç Düzeyi (SPL)

Kapalı bir hacimdeki toplam ses düzeyi, yansıyan ses düzeyi ile o noktadaki direkt ses düzeyi toplamı olarak tanımlanmaktadır. Mekândaki toplam ses düzeyinin tüm dinleyici konumlarında yeterli işitmeyi sağlayacak düzeyde olması konuşmanın anlaşılabilirliği bakımından önemlidir.

Mekânlarda yeterli anlaşılabilirlik için konuşmacı-dinleyici arasında dolaysız bir ses iletişiminin kurulması gerekir. Bu açıdan, konuşmacıdan dinleyicilere dolaysız olarak gelen sesin, yansıyan sese oranla belli bir değerin altına düşmemesi gerekir. Yapılan araştırmalar, yansımış ses-dolaysız ses ayırımının 11 dBA'yı aşmaması durumunda, yeterli anlaşılabilirliğin sağlanabileceğini göstermektedir. (Yüksel Can, b.t.)

Toplam ses düzeyinin yeterliliği, hacimdeki fon gürültüsüne, insan kulağının duyarlılığından ötürü frekansa, sesin türüne bağlı olarak değişim göstermektedir.

Salonlardaki mevcut arka plan gürültüsü, kaynağı maskeleyebileceğinden toplam ses basınç düzeyi ile birlikte incelenmesi gerekir. Hacimdeki toplam ses enerjisinde dolaysız sesin belli bir oranda olması anlaşılabilirlik için oldukça önemlidir.

2.4.7. Toplam Ses Düzeyi Güç (G)

Akustik olarak güç, salonun orta noktasında ölçülen ses basınç düzeyi ile aynı kaynağın hiç yansıma olmayan odada kaynaktan 10 m uzaklıkta ölçülen ses basınç düzeyi arasındaki farktır ve G olarak ifade edilmektedir. (Çelebi Şeker, 2013)

Buna göre; $G = \text{SPL salon} - \text{SPL yansıma olmayan oda}$

Buradaki sesin yüksekliği kişinin kulağına gelen sesin algıladığı yüksekliktir. Ses kaynağı, gücü ve ürettiği ses yüksekliği büyük oranda sabit olduğundan, salonda algılanan ses yüksekliğinin bir belirleyicisidir. Salonun büyüklük ve kapasitesinin bir fonksiyonu olarak algılanan ses yüksekliği parametresi, başlıca dört mimari tasarım faktöründen etkilenmektedir.

Bunlar;

1. Salonun önünden arkasına doğru yayılırken dolaysız sesin yüksekliği düşeceğinden, dinleyicinin sahneye olan uzaklığı,

2. Uzaktan dolayı azalan ses yüksekliği etkili yansımalarla güçlendirilerek artıracığı için, dinleyiciye doğru yönlendirilmiş erken ses enerjisi yansıtan yüzeyler,

3. Üretilen ses enerjisini yutarak düşüreceği için salondaki ses yutucu malzemelerin miktarı,

4. Sahne ve dinleyici alanının toplamı ile hacim ne kadar büyük ise algılanan ses yüksekliği o kadar düşeceği için salondaki akustik etki o kadar etkilenecektir.

Dinleyici alanının büyüklüğü, ses yüksekliğinde ayrıca etkili bir bileşendir. Bunun sebebi, orkestranın ürettiği belirli ses enerjisi dinleyicilere eşit dağıtıldığında, dinleyici sayısı ne kadar fazla ise kişi başına düşen ses enerjisinin o kadar az olacaktır. Algılanan ses yüksekliği kişi başına düşen hacim ile ters orantılıdır. (Özkartal, 2011)

Düşük oturma kapasitelerinde ses yüksekliğinin kontrolü için koltuk başına düşen hacmin büyük olması, yüksek kapasiteli salonlarda ise değerli olan ses enerjisini korumak ve iyi değerlendirmek için küçük olması tercih edilmektedir. (Izenour, 1996: 85; Khaiyat ve Boyer, 1994; Cavanaugh, Wilkes ve Jaffe, 1999; Beranek, 2004:74)

Akustikte sesin algılanan yüksekliği yargısı, 'ses yüksekliği' (strengthfactor) olarak adlandırılan nesnel parametre ile ölçülmekte ve 'G' ile simgelenmektedir. G, standart bir ses kaynağı için, salondaki toplam ses düzeyinin dB türünden ifadesidir. (Izenour, 1996: 85; Khaiyat ve Boyer, 1994; Cavanaugh, Wilkes ve Jaffe, 1999; Beranek, 2004:74)

Bir diğer ifade ile ses yüksekliği (G), sahnede bulunan çok yönlü bir ses kaynağından salon içerisinde bir noktaya gelen ses basınç düzeyi (SPL) ile

anekoik odada, eşdeğer bir kaynağın 10 m uzağında oluşan ses basınç düzeyinin (SPL) dB cinsinden oranıdır. (Çelebi Şeker, 2013)

Genellikle 6 oktav frekans bandında ölçülmektedir, aşağıdaki formül ile de hesaplanmaktadır.

Toplam ses düzeyi güç (G)

$$G = 10 \log \left[\frac{\int_0^{\infty} p^2(t) dt}{\int_0^{\infty} p_{A2}^2(t) dt} \right] \text{ dB}$$

G = Güç (dB)

P = t anındaki anlık ses basıncı

2.4.8. Bas Oranı (BR) – Tiz Oranı (TR)

Düşük frekanslardaki seslerin (125 ve 250 Hz) çınlama ve erken sönümlenme süresinin, orta frekanslardaki seslere (500 ve 1000 Hz) oranıdır ve BR olarak ifade edilmektedir. (Beranek, 2004: 96)

Buna göre;

$$BR = \frac{RT_{125 \text{ Hz}} + RT_{250 \text{ Hz}}}{RT_{500 \text{ Hz}} + 1000RT_{1000 \text{ Hz}}}$$

BR: bas oranı, olarak verilmektedir.

Bas seslerde yansıtıcı ve emici malzemelerin oranlanması çok önemlidir.

Bas seslerin canlılığı, sıcaklık olarak tanımlanmaktadır. Düşük frekanslardaki seslerin çınlama ve erken sönümlenme sürelerinin, orta frekanslardaki seslerin çınlama ve erken sönümlenme sürelerinden uzun olduğu durumlarda hissedilmektedir. Düşük frekanstaki seslerin çınlama sürelerinin de fazla uzun olması düşük frekanstaki seslerin baskınlığından dolayı rahatsız edici olarak hissedilebilirler. BR değerinin 1,0' den büyük olması durumunda sesin sıcaklığından bahsedilebilir. Hacmin yüzeylerinin, hava boşluklu hafif malzemelerden yapılması, düşük frekanslardaki seslerin yutulmasını sağlamaktadır. (Beranek, 2004: 96; Özer,1979:20)

Bir salonda RT süresi 1,8 sn.'den büyük ise tercih edilen BR değeri 1,1 ile 1,25 arasındadır. RT süresinin 1,8 sn.'nin altına düşmesi durumunda ise BR değeri 1,1 ile 1,45 arasında olmalıdır. (Doelle, 1972: 28)

2.4.9. Yanal Enerji Oranı (LEF)

Özellikle müzik işlevli hacimlerde dinleyicilerin müzikle sarmalandığını hissetmesi oldukça önemlidir. Böylelikle dinleyiciler içinde buldukları hacmin büyüklüğünü ve canlılığını algılayabilirler. Bu öznel parametre 'hacimlilik' olarak tanımlanır ve yan duvarlardan dinleyiciye ulaşan ses enerjisi ne kadar fazla ise hacimlilik hissi güçlenmiş olur. (Çalışkan,2005)

Yanal yansımaları; Salon içinde konsol olarak oluşturulan balkonlar, Teras şeklinde salona bakan mekânlar oluşturmaktadır. Teraslı tasarımlar her ne kadar salonu genişleten bir tasarım biçimi olsa da; terasların yarattığı yan duvarlar, merkezdeki dinleyiciyi sararak hacimce sarmalanma hissini ve yakınlığı artırmaktadır. (Beranek, 2004: 98)

2.4.10. Konuşma İletim Katsayısı (STI)

Konuşmanın anlaşılabilirliği ile ilgili çalışmalar on dokuzuncu yüzyılda başlamıştır. Fakat bu çalışmalar, nitel ölçümlere dayanmamaktadır. Fletcher ve Steinberg, 1924'te konuşmanın anlaşılabilirliği ile ilgili ilk nicel ölçümleri yapmışlardır. Bu ölçümler, söylenen harfin, kelimenin ve cümlenin yüzde kaç doğru anlaşıldığını gösteren çalışmalardır. French ve Steinberg, 1947'de konuşmanın anlaşılabilirliği ile ilgili en kapsamlı çalışmayı yaparak AI'yı (articulation index) geliştirmişlerdir. Bundan sonraki dönemlerde araştırmalarda konuşmanın anlaşılabilirliği ve AI üzerinde etkili olan nedenler araştırılmıştır. Yapılan çalışmalarda, ortamın arka plan gürültüsünün, mekân içinde konumlanmanın, uzaklığın ve çınlama süresinin konuşmanın anlaşılabilirliğini etkiledikleri öne sürülmüştür. (Barron, 2009: 472)

Konuşmanın anlaşılabilirliği, geleneksel olarak bir salonda dinleyiciler ve çeşitli kelime listeleri ile yürütülen testler aracılığıyla yürütülmektedir. Bu testler aracılığıyla ölçülen yöntem AI (articulation index) adı verilmektedir. AI,

0 ile 1,0 arasında değer alır ve değer 1'e yaklaştıkça konuşmanın anlaşılabilirliği artmaktadır. (İlisulu, 2010)

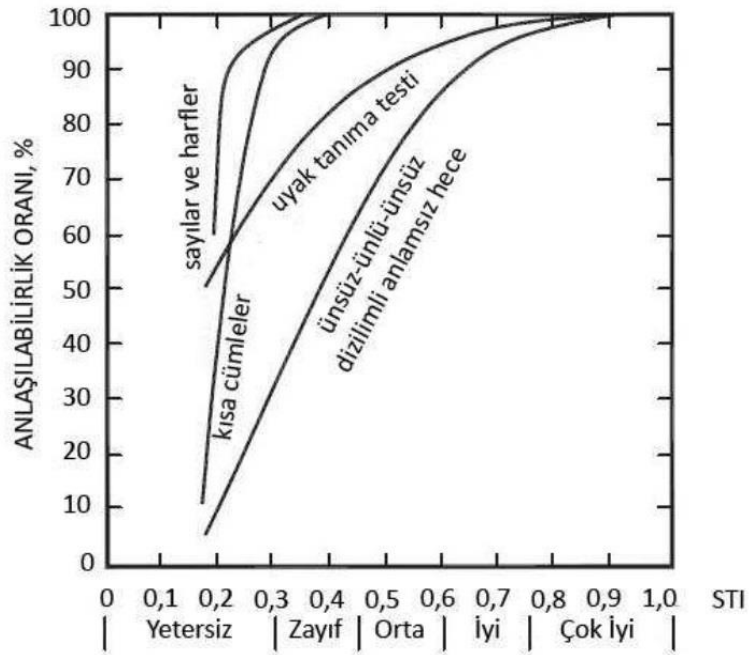
AI Konuşmanın Anlaşılabilirliği

>0,7 Çok İyi

0,5 – 0,7 İyi

0,3 – 0,5 Ortalama

<0,3 Zayıf



Kaynak: Kowaltowski ve ark, 2006

Şekil 2.17. Anlaşılabilirlik Yüzdesi ile STI İlişkisi

2.5.Yapı Akustiği Tasarım Parametreleri

Bir yapının akustik açıdan istenen kriterleri sağlaması için öncelikle hacim ve daha sonra içerde uygulanacak tavan, yan duvarlar, balkonlar, döşeme eğimi ve basamakların tasarımına da dikkat edilmesi gerekir. Aşağıda sırayla nelere dikkat edilmesi gerektiği açıklanmaktadır.

2.5.1. Hacim

Konuşma amaçlı salonların hacmi, hacmin işlevine bağlıdır. Göreceli olarak 30-40 kişilik derslikler için 55-60m³ yeterlidir. Küçük konferans salonları 50 ile 100 kişi kapasiteli olabilir. 100 kişiden fazla dinleyicili konferans salonları seslendirme sistemi desteği kullanılacak biçimde tasarlanmalıdır. (Yüksel Can ve Özçevik, 2011-2012)

Salonun hacmi, reverberasyon süresini ve hacim içerisinde yayılacak olan sesin yüksekliğini kaynaktan çıkan ses düzeyi ile birlikte doğrudan etkileyen bir faktördür. Özellikle hacmin işlevine uygun reverberasyon süresine ve salon kapasitesine göre belirlenmesi gereken salon hacmi, toplam salon hacmi veya kişi başına düşen minimum hacim olarak iki şekilde hesaplanabilmektedir. Genellikle koltuk sayısının artırılması amacıyla kişi başına düşen hacmin azaltılmasına yönelik bir eğilim olsa da her salon tasarımcısının kendi tercihi olan ve iyi sonuçlar veren hacim değerleri geniş bir aralıktadır. Konser salonları için dinleyici başına olması gereken hacim değerlerini Long en az - 6.2 m³, orta - 7.8 m³, en fazla - 10.8 m³ olarak, Everest ise 5.6-11m³ aralığında önermektedir. (Beranek and Martin, 1996; Türk, 2011)

Hacim büyüklüğü kişi başına düşen hacimle belirlenir. Konuşma için optimum reverberasyon süresi kısa olduğundan, kişi başına düşen hacimde küçüktür; 2,5-4,3 m³. Elektro akustik olmayan hacimlerde kişi başına hacim 4,5 ile 11,3 m³ arasında değişir. Hacim küçüldükçe kişi başına düşen hacim artar. Çok amaçlı hacimlerde, kişi başına düşen hacim bu ikisi arasındadır; 5,1-8,5 m³. (Yüksel Can, ve Özçevik, 2011-2012)

Tablo 2.1. Salonların Kişi Başına Olması Gereken m³ Sınır Değerleri

İşlev	Kişi Başına Düşen Hacim (m ³)
Konuşma	2,5-4
Tiyatro	4-6
Opera	6-8
Çok Amaçlı	6-

Kaynak: Yüksel Can ve Özçevik, 2011-2012

Dinleyici sayısı ve kullanılacak hacmin birbiri ile ilişkisini gösteren bağlantı aşağıdaki gibidir. Şöyle ki dinleyici sayısı biliniyorsa olması gereken hacim bulanabilir. Veya hacim biliniyorsa olması gereken dinleyici sayısı aşağıdaki formülden hesaplanabilir.

$$N = 1,54 V^{0,75}$$

N = Maksimum dinleyici sayısı

V= Hacim

$$V = 1000 \text{ m}^3$$

$$N = 1,54 \times 1000^{0,75} = 274 \text{ kişi}$$

Salonun biçimi, genel geometrik yapısı, hacmin yanıt eğrisi ile simgelenen önemli bir akustik kriterin belirleyicisidir.

İyi akustik gerektiren bir yapı temel tasarım aşamasından başlayarak bir akustik danışman eşliğinde ilerlemelidir.

Hacmin boyutlar arasındaki oranlar hacmin öz frekanslarını belirler. Hacmin öz frekanslarının olabildiğince düzgün dağılımı, iyi akustik tasarımın koşuludur. (Yüksel Can ve Özçevik, 2011-2012)

Şekil 2.4 de görülen mimari formlardan Dikdörtgen tipi plan genellikle müzik işlevli salonlar için uygun olup yanal yansımaların daha fazla olması sebebiyle müzik için tam da istenen bir durumdur. Dikdörtgen planlı salonlarda daha fazla yanal yansımaların olduğu şekil 2.9 da detaylıca anlatılmıştır.

Küçük hacimlerde basit formların tercih edilmesi uygundur. Kısacası, dikdörtgen tipi plan çok sayıda yanal yansıma sağlar ve yelpaze plan tipinin aksine özellikle müzik işlevi daha uygundur.

Yelpaze biçimi daha çok dinleyicinin sahneye eşit uzaklıkta konumlandırılmasına olanak tanırken özellikle büyük yelpaze biçimli salonlarda yanal yansımalar orta alanda yetersiz kalmaktadır. Dolayısıyla bu tür salonlara daha çok konuşma amaçlı salonlar için daha idealdir. Yelpaze tipi salonlarda

açıklık artıkça yanal yansımalar orta alanda azalacağında anlaşılabilirliği etkileyecek bir sebep olarak karşımıza çıkar.

Ayrıca Yelpeze biçimi salonlarda arka duvarın çoğunlukla içbükey tercih edilmesi salonda, odaklanma ve yankı adı verilen akustik kusurlara sebep olabilir.

Yelpeze planının akustik performansı genişliğine ve işlevine bağlıdır. Daha fazla dolaysız ses ve daha az yanal yansıma gerektiren konuşma amaçlı işlevler için bu biçim daha uygundur. Dinleyici ile ses kaynağı arasındaki uzaklık 30 ile 40 metreden fazla olursa dolaysız sesin bir salonda dinleyiciye ulaşması zordur. Dinleyici oturma alanının dairesel yapılandırılması kaynak-alıcı uzaklığı en aza indirir. Bu nedenle konuşma işlevli hacimlerde yelpeze ya da yarım daire tipi planlar tercih edilmelidir. (Yüksel Can ve Özçevik, 2011-2012)

At nalı planlı salonlarda daha fazla sayıda dinleyiciyi sahneye eşit uzaklıktadır. At nalı salon tiplerinde karşılaşılan sorun ise yutuculuğun artmasıdır. Buda göreceli de olsa reverberasyon süresini azaltmaktadır. At nalı salon tipleri opera salonları için idealdir.

Sahneye daha çok dinleyiciyi yakın konumlandırmak için ortaya çıkan üzümabağı plan, günümüze yakın dönem salonlarında çoğunlukla tercih edilmektedir. Bu tip plana sahip salonlarda sahne merkezi konumlandırıldığı için yansıtıcı yüzeylerin her yöndeki etkinliği denetlenerek tasarım yapılmalıdır. Gelişigüzel plan, sesin dağıtımı ya da en azından farklı yansıtıcı yüzeyler eklenmesi ile değişiklik yapılmasına olanak sağlar.

Gelişigüzel planların akustik başarısı yanal ve tavan yansıtıcılarının tasarımına bağlıdır. (Cox ve Antonio, 2003)

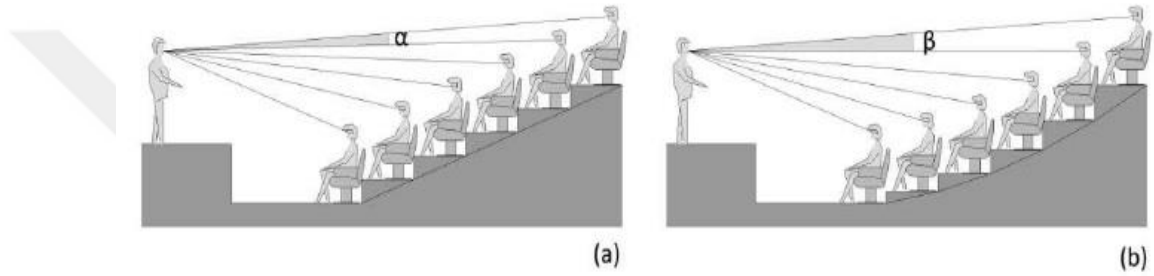
2.5.2 Döşeme Eğimi

Kaynaktan dinleyiciye direkt ulaşan ses hacmin duvarları ve tavanından etkilenmez.

Bununla birlikte, direkt ses hacmin geometrisine bir başka deyişle alıcıya ulaşmaya kadar geçen yola ve belli bir dinleyiciye ulaşan ses enerjisinin hacim açısına bağlıdır. (Yüksel Can ve Özçevik, 2011-2012)

Kaynak-dinleyici uzaklığı kısaltıldıkça dolaysız ses düzeyi artar. Plan tipleri dinleyici alanına oranla ortalama kaynak-dinleyici uzaklığı dikkate alınarak karşılaştırılabilir.

Kaynağın konumlandığı zeminin yükseltilmesi, dinleyici alanının eğimlendirilmesi ve dinleyici koltuklarının şaşırtılarak konumlandırılması dolaysız ses iletimi açısından olumlu kabul edilir.



Kaynak: Yüksel Can ve Özçevik, 2011-2012

Şekil 2.18. (a) Sabit Eğimli Dinleyici Alanı (b) Artan Eğimli Dinleyici Alanı Sabit ve Artan Eğimli Dinleyici Alanında İşitme Açıları ($\alpha < \beta$)

Şekildeki oranlar normalize edilmiş ortalama uzaklıkları göstermektedir.

Kaynağın kısa kenarda olduğu dar dikdörtgen salonda kaynak-dinleyici uzaklığının uzun, yarım daire planda ise kısa olduğu görülmektedir. (Yüksel Can ve Özçevik, 2011-2012)

Dinleyiciye dolaysız ulaşan ses uzaklığın karesi ile ters orantılı olarak azalır. Dolayısıyla dinleyicilere ulaşan dolaysız sesin yeterli olması için kaynakla dinleyici arasındaki uzaklık önemlidir. Yapılan çalışmalarda bu uzaklığın 40m'yi aşmaması gerektiği belirtilmiştir. Öte yandan yan duvarlardan yansiyarak gelen sesin etkisi de önemlidir. Bu açıdan salon genişliği 32m'yi aşmamalıdır. (Yüksel Can ve Özçevik, 2011-2012)

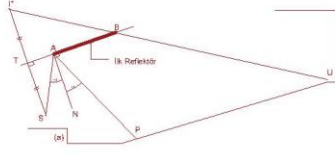
2.5.3 Tavan

Akustik konfor için yan duvarlardan gelen yansımalar oldukça önemlidir. Ancak yan duvarlardan gelen yansımalar yeterli olmamaktadır. Yanal

yansımaları destek olarak tavanlara saçıcı emici ve yansıtıcı yüzeyler kullanmak suretiyle sesin etkisi artırılabilir. Özellikle konuşma amaçlı salonlarda yansımaların dinleyicinin başının üstünden geçmesi yeterliyken müzik amaçlı salonlarda sesin tiz ve bas sesleri net olarak anlamaları için saçılarak her yönden gelmesi istenmektedir. Her yönden gelen sesin ise mekânın dinleyiciyi etkisi altına alması istenmektedir.

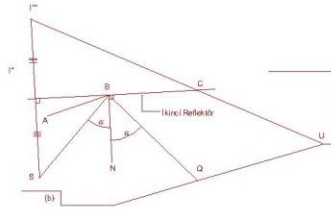
Tavan yansıtıcıları salonun bir tarafına giden ses enerjisini yükseltmek için yansıtıcıların şekillerde gösterilen nitelikte olması tercih edilmelidir.





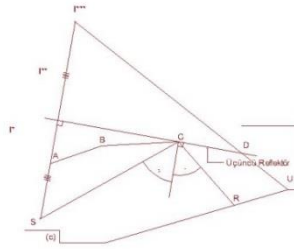
İLK REFLEKTÖR KONUMU

- (i) Reflektör başlangıç noktası olarak A tercih edilir.
- (ii) A ile S kaynağı birleştirilir
- (iii) Seyirci noktalarını P ve U seç, varolan PU bölgelerinden ses yansıması gerekli reflektör alanıdır.
- (iv) A ile P birleşme noktası, ve SAP birleşme noktaları AN açıortay olsun.
- (v) TAB kesikli, AN normal çizgi çizilir. Çizgi reflektör eğimini temsil eder
- (vi) I^*TAB arkasında, böylece $ST=I^*$ ce ST çizgisi TB' ye dik; Bölüm 3.9'a bakınız.
- (vii) I^*U birleşme noktası böylece I^*U TAB kesikli çizgisini B'den keser. Reflektör, AB çizgisi tarafından temsil edilir.



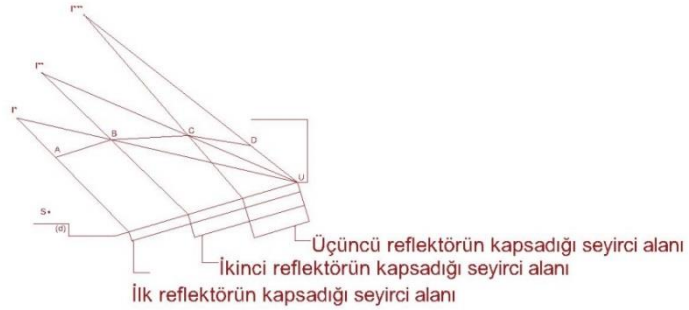
KİNCİ REFLEKTÖR KONUMU

- (i) Reflektör başlangıç noktası olarak B tercih edilir.
- (ii) B ile S kaynağı birleştirilir
- (iii) Seyirci noktalarını Q ve U seç, varolan QU bölgelerinden ses yansıması ikinci reflektör alanıdır. Şimdi ilk reflektör için belirtilen (iv), (vi) adımlarını izleyin. İkinci reflektör BC tarafından temsil edilir.



ÜÇÜNCÜ REFLEKTÖR KONUMU

Reflektör başlangıç noktası olarak C noktasını seçerek, ikinci reflektörle aynı adımları izleyin. Bu, CD çizgisi yansıtıcı reflektörü, RU izleyici alanını kapsamaktadır.



Kaynak: Mehta ve ark, 1999:207-307

Şekil 2.19. Tavan Yansıtıcılarının Yerleştirilmesi

Yansıtıcılar yerleştirilirken direkt ses ile yansıyan sesin aldığı yollar arasındaki mesafenin 20 m'yi geçmemesi gerekmektedir. Geçtiği takdirde odaklanma ve yankı gibi akustik kusurlar meydana gelebilir.

Eğer mekân fazla yüksek değil ve salon zemini yeteri kadar eğimlendirilmiş ise düz bir tavan gerekli yansımaları oluşturmak için yeterli olacaktır. Eğer mimari tasarım açısından gerekli ise eğrisel yüzeylere sahip tavan yansıtıcıları kullanılabilir. Bu tür yansıtıcıların çapı, eko ve odaklanma gibi akustik kusurlara yol açmamak için tavan yüksekliğinin iki katı ya da yarısından daha az olmamalıdır. (Everest and Pohlmann, 2009:389) Tavanda kullanılan yansıtıcı yüzeylerin herhangi bir yöndeki boyutu 2,5 m'den kısa olmamalıdır. Çünkü ses dalgalarının bir engelden ötürü doğrultu değiştirmesi olayına kırınma adı verilir. Ses ışınının rastladığı köşe, kenar, engel ve benzerlerinin boyutları, ses ışınının dalga boyundan küçükse, kırınma olayı gerçekleşir. Yüksek dereceli yansımalar sağlanabilmesi için yüzey kütlelerinin ağır olması gerekmektedir. (Mehta ve ark, 1999:207-307)

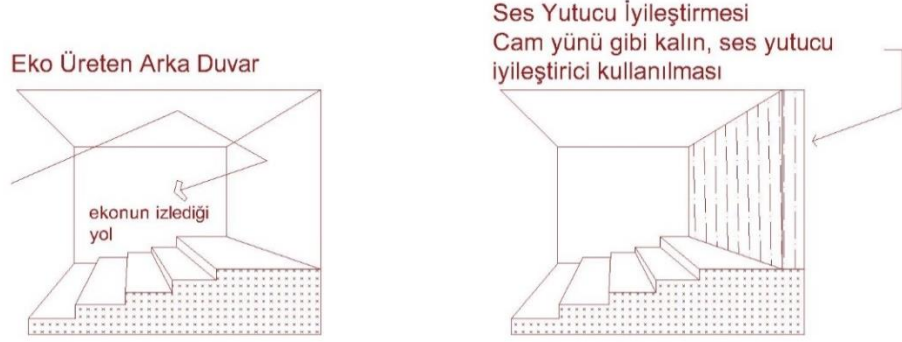
2.5.4. Yan ve Arka Duvarlar

Yan duvarlar, yararlı yansımalar oluşturarak salonun arka tarafına ulaşan sesi güçlendirirken yanal yansımalar ile akustik yakınlığı sağlamaktadırlar. Buna karşın büyük salonlarda bazı duvarlar eko ve geç yansıma gibi akustik kusurlara neden olmaktadır. Bu duruma neden olabilecek duvarlar pürüzsüz ve yansıtıcı yüzeyler olarak değil, saçıcı ya da yüksek yutma katsayısına sahip malzemeler ile kaplanarak tasarlanmalıdır.

Düz yansıtıcı arka duvarlar orta ve geniş salonlarda eko, istenmeyen ve gecikmiş yansımalar ve kaynak yakınında odaklanma gibi akustik kusurlara neden olmaktadır.

Bu durum:

1. Arka duvarlara delikli ses yutucu malzemeler ile kaplayarak,



Kaynak: Egan,2007,87

Şekil 2.20. Arka Duvarlara Delikli Ses Yutucu Malzemeler ile Kaplanması

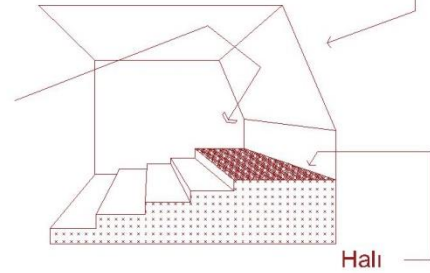
2. Arka duvar ve tavan arasındaki köşeyi pahlayarak,

3. Saçıcılık sağlamak amaçlı duvar yüzeyine farklı çaplarda silindirler kaplayarak düzeltilebilmektedir. (Knudsen and Harris,1988:164)

Yüzey Modülasyonu
(farklı çaplarda silindirler kullanarak ideal saçınımı sağlamak)



Eğilendirilmiş Yüzey
(yararlı geç kısa yansımalar için)
Eğilendirilmiş yüzey



Kaynak: Egan,2007,88

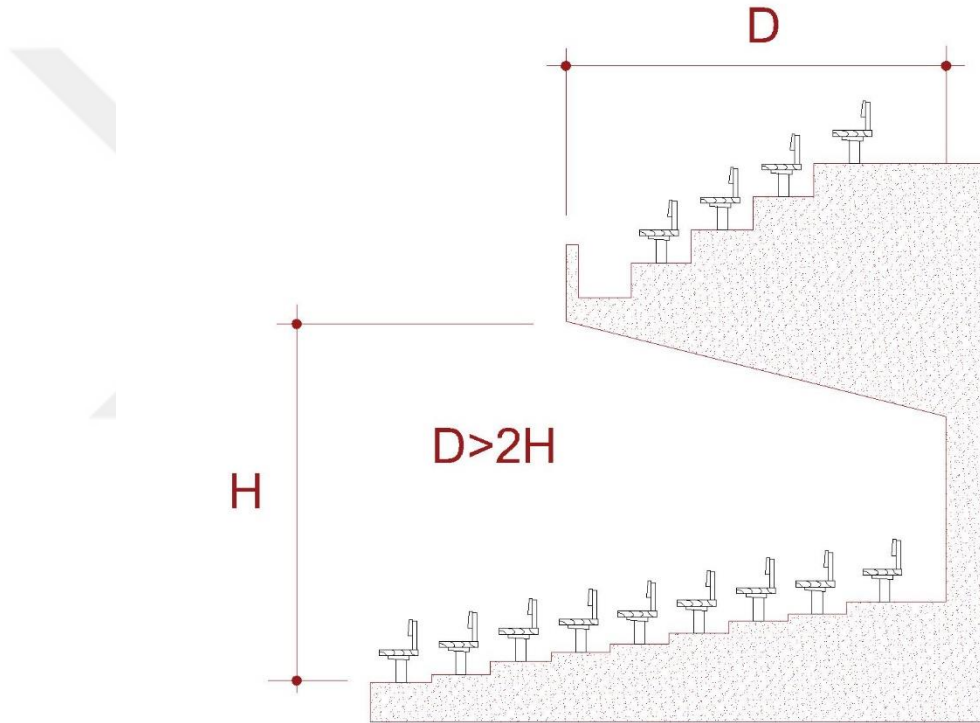
Şekil 2.21. Arka Duvar Ve Tavan Arasındaki Köşenin Pahlanması ve Saçıcılık Sağlamak Amaçlı Duvar Yüzeyine Farklı Çaplarda Silindirler Kaplanması

Bir salon tasarımında akustik açıdan ne kadar yüksek olması gerektiği hakkında bir formül yoktur. Ancak yüksekliğin artması kişi başına düşen hacmi artırdığından yansıyan ışınların yolunun uzaması akustik kusurlara sebep olmaktadır.

Form olarak içbükey tavanlar odaklanma ve yankıya yol açtığından kaçınılması gereken formlardır.

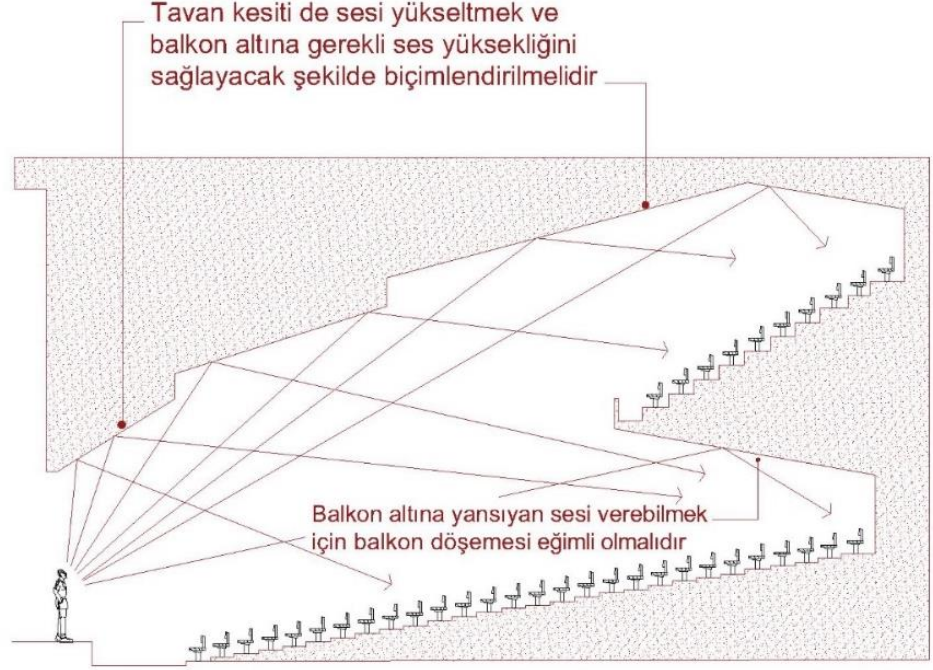
2.5.5. Balkon

Balkonlar geniş salonlarda dinleyici ile konuşmacı arasındaki mesafeyi düşürmek için kullanılmaktadır. Fakat balkonların derinliğinin fazla tutulması bazı akustik kusurlar doğurmaktadır. Bunlardan biri akustik gölgedir. Bu etkinin oluşmaması için balkon derinliği, balkon yüksekliğinin 2 katından fazla olmamalıdır. (Mehta ve ark, 1999:207-307)



Kaynak: Mehta ve ark, 1999:207-307

Şekil 2.22. Balkon Altı Derinliği ile Açıklığı Arasındaki İlişki

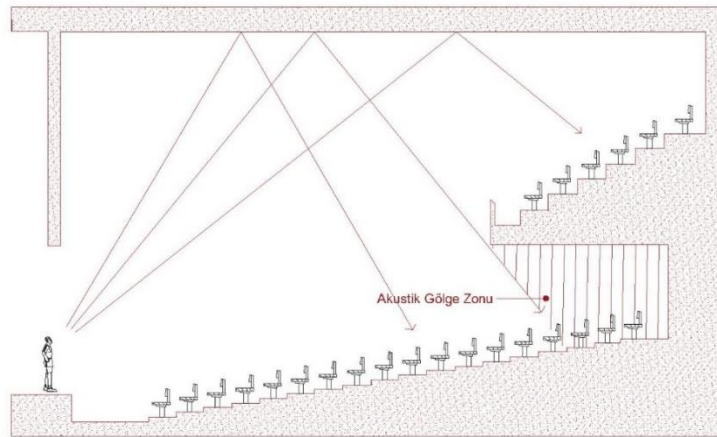


Kaynak: Mehta ve ark, 1999:207-307

Şekil 2.23. Mekân Tavanı Kesitlerinin Ses Yansımalarına Etkisi

Buna bağlı olarak balkon altının derinliği az ve balkon ağız açıklığı fazla olmalıdır.

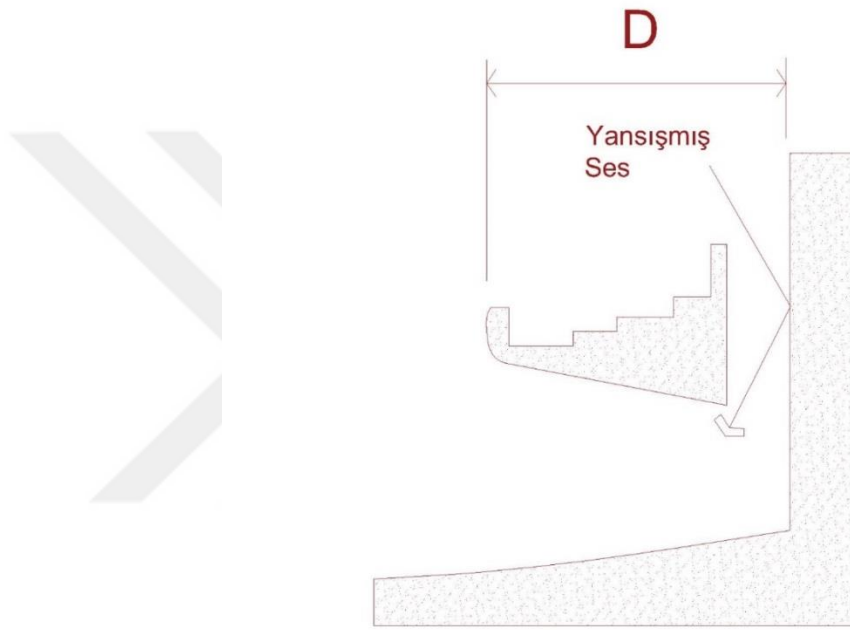
Berane konser salonları için D/H oranının “1” den, operalar içinse “2” den küçük olmasını önermiştir. (Yüksel Can ve Özçevik, 2011-2012)



Kaynak: Mehta ve ark, 1999:207-307

Şekil 2.24. Balkon Derinliği ve Yüksekliği Arasındaki İlişki

Akustik gölgeden korunmanın bir başka yolu ise; balkonun bağımsız çalışmasıdır. Buna “uçan balkon” uygulaması denilmektedir. Bu sistemde balkon arka duvardan kopartılmakta, balkona ulaşım bir veya birkaç noktadan köprü ile sağlanmaktadır. Bu sayede balkonun arkası açık kalmakta ve balkon altında oturan dinleyicilere arka taraftan da yansıyan ses ulaşabilmektedir. Burada amaç, oturan dinleyicilerin akustik konforunu yükseltmektedir. Uçan balkon uygulamasında balkon derinliği balkon altı yüksekliğinden bağımsızdır. (Egan,2007: 96)



Kaynak: Egan,2007:96

Şekil 2.25. Uçan Balkon

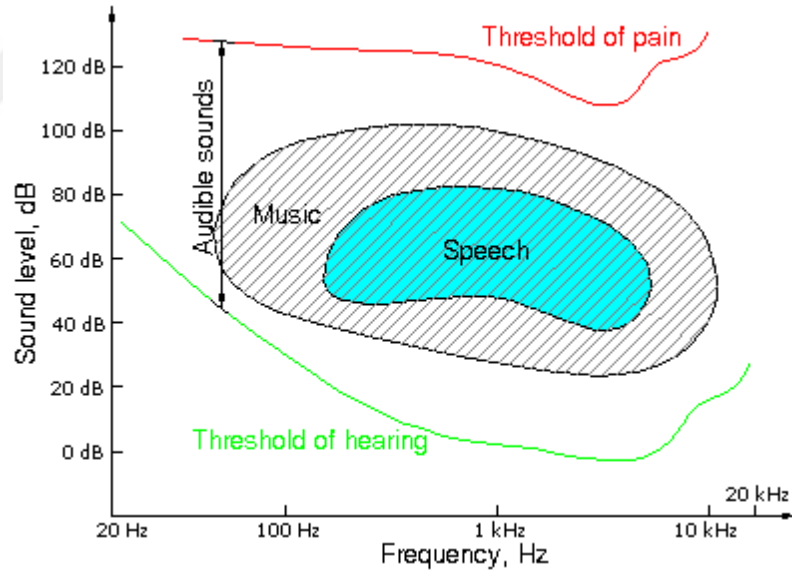
2.5.5.1. Balkon Ön Korkuluğu

Balkon korkulukları doğru tasarlanmalıdır. Yanlış tasarlanan balkon korkulukları öndeki oturma grupları üzerinde akustik bir kusur olan ekoya neden olmaktadır.

Parapet yüksekliği, konuşma frekansının dalga boyundan uzun olmalıdır. (Mehta ve ark, 1999:207-307) Çünkü bir ortamda yayılan ses, karşısına herhangi bir madde çıktığı zaman bu maddeye çarpar, çarpan ses enerjisinin bir kısmı maddeyi geçerken bir kısmı madde tarafından yutulur ve geri kalanı da bilinen yansıma kurallarına göre yansır. Ses enerjisinin geçme, yutulma ve yansıma

oranları, maddenin cinsi, boyutları, geometrik şekli ve yüzeyinin durumu ile doğrudan ilişkilidir. Bu nedenle sesin yansımaları, düzgün ve dağınık yansımalar olarak ikiye ayrılabilir. Eğer ses ışınının rastladığı köşe, kenar, engel ve benzerlerinin boyutları, ses ışınının dalga boyundan küçükse, kırınma olayı gerçekleşir. Sesin dalga boyu engelin boyutlarından küçükse de düzgün bir yansımaya gerçekleşir. Yani, ışığa benzer şekilde düz ve pürüzsüz bir yüzey üzerine gelen ses dalgası, geliş açısı ile eşit açı yaparak yüzeyden yansımaktadır. (Erdoğan, 2007)

Bu kısımda sesin dalga boyu Korkulukların içbükey yüzey olması ise odaklanmaya neden olmaktadır. Tasarımdaki bu seçim, korkulukların cam elyafı gibi yutucu malzemelerle kaplanması ile giderilebilmektedir. (Mehta ve ark, 1999:207-307)

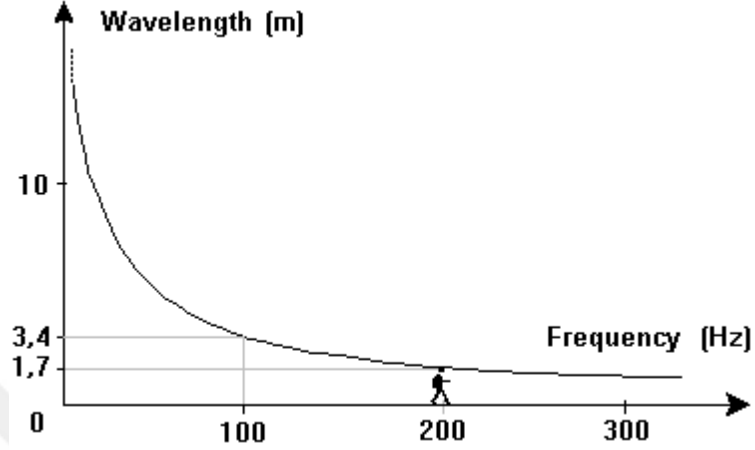


Kaynak: Yüksel Can ve Özçevik, 2011-2012)

Şekil 2.26. Konuşma ve müziğin kapladığı ses düzeyleri ve frekans alanları grafiği

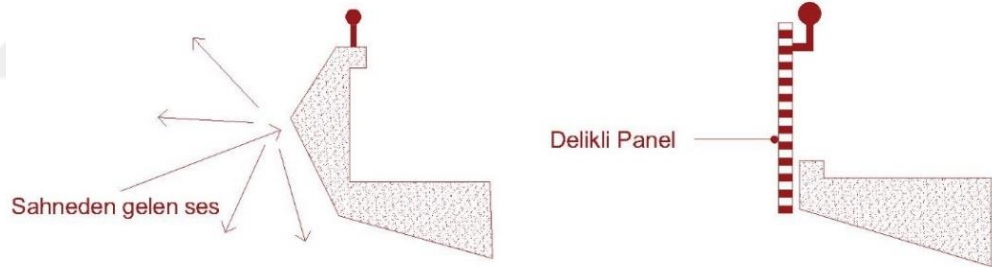
Ses düzeyleri ve frekans alanları grafiğinde de görüldüğü gibi konuşmanın anlaşıldığı frekans aralığı 250 Hz ile 4000 Hz aralığıdır. Diğer şekildeki grafiğe baktığımızda ise; işitme alanı frekansına karşılık gelen dalga

boyu 2,5 m olup seçilen malzemelerin 2,5 m büyük olması gerektiğini görüyoruz.



Kaynak: Yüksel Can ve Özçevik, 2011-2012)

Şekil 2.27. Frekans dalgı boyu ilişkisi



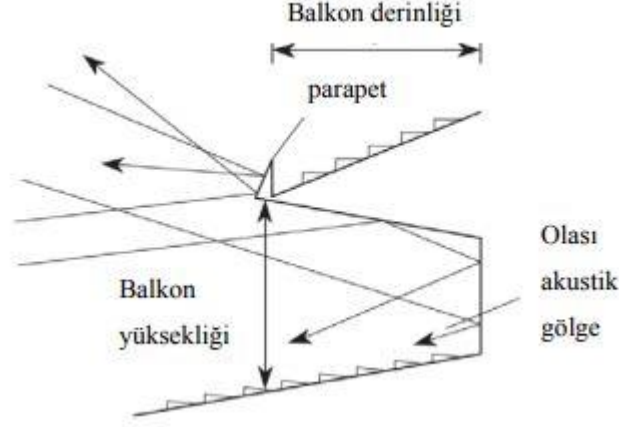
Kaynak: Mehta ve ark, 1999:207-307

Şekil 2.28. Balkon Korkulukları İçin İyileştirme Alternatifleri

Mekân tavanlarının kesitleri balkon altlarında, yansıyan sesin akışı sağlanabilecek şekilde tasarlanmalıdır.

Balkon önündeki korkulukta aynı arka duvar gibi düşünölmelidir. Burası da genelde arka koltuklar gibi içbükey yani yelpaze formu olarak düzenlendiğinden odaklanmalara sebep olmaktadır. Dolayısıyla balkon önlerinin de emici bir malzemeyle kaplanması gerekir.

2.5.5.2. Balkon Altı



Kaynak: Everest and Pohlmann, 2009

Şekil 2.29. Balkon tasarımında dikkat edilmesi gereken konular

Balkon derinliği balkon altı yüksekliğinin iki katından az olmalıdır. İdeali, derinliğin yükseklikten fazla olmamasıdır (Şekil 2.29).

- Altında bulunan oturma alanı olabildiğince sığ ve ön açıklığı yüksek olmalıdır.

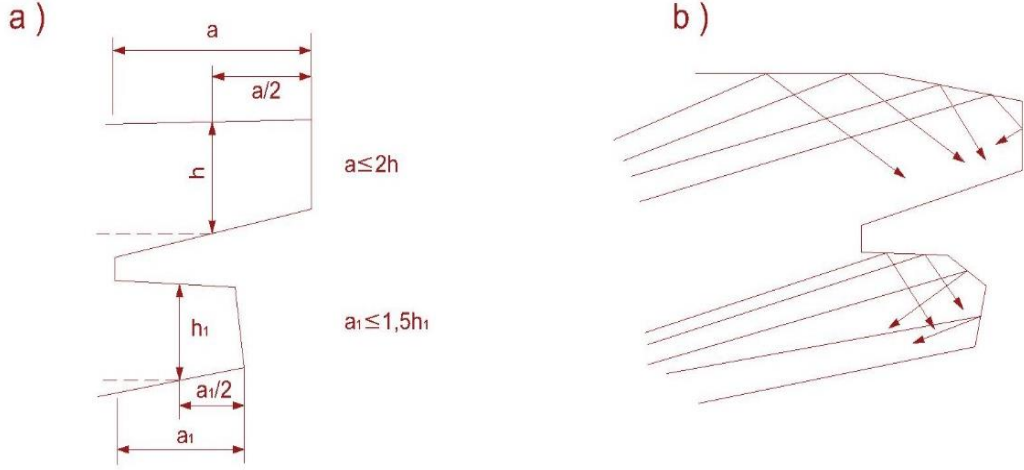
- Balkon altı, dolaysız sesi kuvvetlendirmek için yansıtıcı olmalıdır. • Parapetin ön kısmı istenmeyen yansımaları engellemelidir.

- Doğrudan görüş açısı sağlamak için, en arkadaki dinleyici ve yukarıda asılı yansıtıcı yüzeyler ve dinleyici arasındaki açının konser salonlarında 45° den, opera salonlarında 25° den az olmaması gerekmektedir. (Long, 2006: 76; Everest and Pohlmann, 2009:147, Egan, 2007:236)

2.5.5.3. Balkon Üstü

Balkon üstünün önünden arka duvara kadar olan derinliği salon tavanından gelen yansımış dalgaların balkon üstüne gelmesi sebebi ile balkon altı derinliğinden fazla olabilir. Burada yükseklikle derinlik arasındaki mesafe

1/3 olması yeterlidir. Balkonun en arka sırasındaki kod ile en öndeki sırası arasındaki kodun açı değeri 20 derece olmalıdır. (Yüksel Can ve Özçevik, 2011-2012)



Kaynak: Yüksel Can ve Özçevik, 2011-2012)

Şekil 2.30. Akustik açıdan balkon ve balkon altı bölümlerinin boyut ve formunun seçilmesi

Balkon altı derinliği a_1 , balkon altı ort. yüksekliği h_1 'in 1,5 katından, balkon derinliği (a) ise ort. yüksekliğin (h) iki katından fazla olmamalıdır. (Yüksel Can ve Özçevik, 2011-2012)

2.5.6. Basamak ve Koltuk Önleri

Basamak ve koltuk önlerinin de arka duvar veya balkon korkuluğu gibi sesi öne yansıtacağından emici malzemelerle kaplanması gerekir. Koltukların altının da emici malzemeye kaplanması boş olduğunda katlanan koltuğun da aynı konforu sağlaması için uygun olacaktır.

2.5.7. Sahne

Ses kaynağından (konuşmacı) çıkan sesin dinleyicilere en az kayıpla ulaşmasında sahne tasarımının büyük bir rolü vardır.

Sahne tasarlanırken;

1- Dinleyicilere nicelik (sayısal) ve nitelik (hissedilen) açısından yeterli ses enerjisi göndermek

2- Sahneyi kullanan tüm konuşmacıların veya müzisyenlerin birbirlerinin seslerini en iyi biçimde duyması sağlanmalıdır.

3- Sahne, planda ve kesitte, sesi salona yönlendirecek biçimde tasarlanmalıdır.

4- Ses kusurları önlenmelidir.

Sahnedeki önemli olan müzik icra eden veya konuşanların birbirini duyması hem de dinleyicilerin onları duymasıyla alakalıdır. Genelde küçük sahneler uygun sonuç verse de opera gibi salonlarda bu mümkün değildir.

Dolayısıyla Brenak ve Barron sahne tasarımında şunları ön görmüştür. Beranek icracı başına 1,9 m² alan öngörür, bu da 100 kişilik bir orkestra için 190 m² alana gereksinim duyulduğunu ortaya koyar. En iyi salonların sahne alanları bundan küçüktür. Barron ise 100 kişilik orkestra için 150 m² önerir. (Yüksel Can ve Özçevik, 2011-2012)

Sahnedeki akustik konforun salonun diğer kısımlarında da aynı olması beklenir. Bazı sahnelerde bulunan balkonlar akustik konforu düşürdüğünden konuşmacının veya oyuncunun daha fazla efor sarf etmesine sebep olur. Doğru tasarlanmış sahne dekorlarıyla bu olumsuz koşullar ortadan kaldırılabilmektedir.

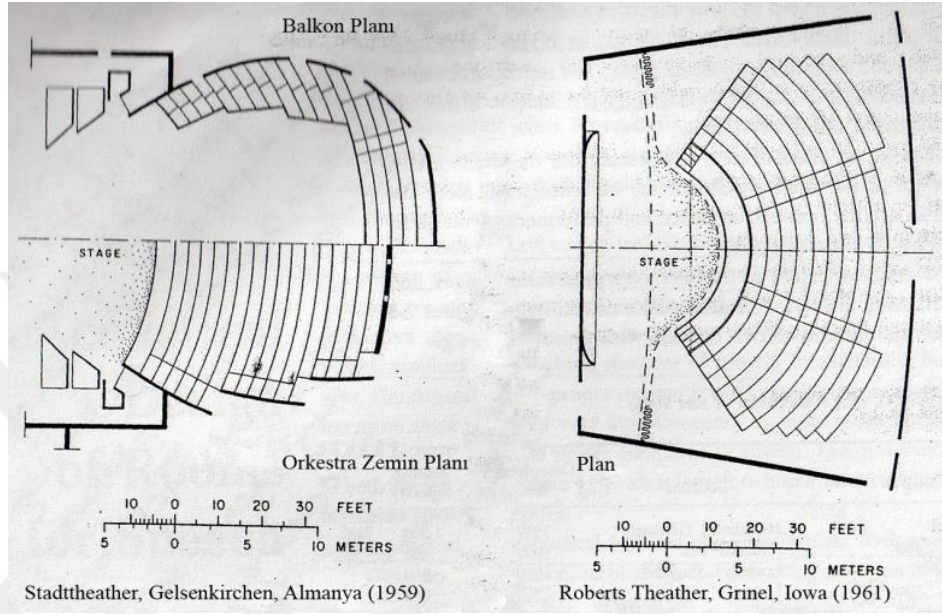
Sahne yüzeyleri sesi direkt seyirciye ulaştırılabilecek şekilde yansıtıcı olarak tasarlanmalıdır. Sahne döşemesi en az 3 cm hava boşluklu ahşap kaplama olarak seçilerek istenmeyen sahne yansımalarını engellemek amacıyla koyu renge boyanmalıdır. (Doelle, 1972: 57; Mehta ve ark, 1999:207-307)

Sahne Türleri

Çerçeve sahne, çerçevesiz sahne, arena sahne ve değişken sahne olarak dört tiptir.

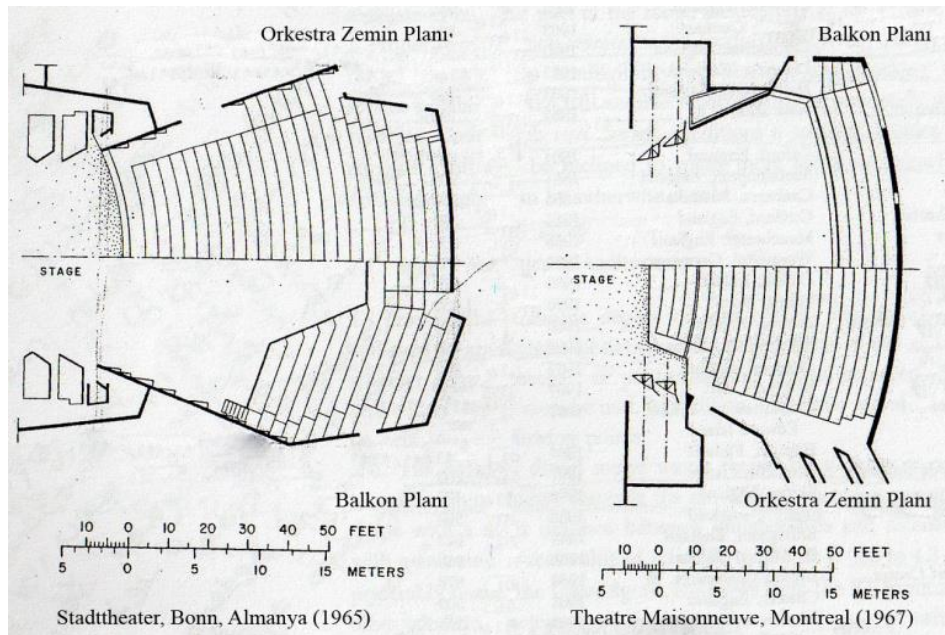
2.5.7.1. Çerçeve sahne

Performansın sergilendiği alan oditoryumun bir tarafındadır. Sahnenin kapalı bir kutu içinde olduğu ve seyircinin performansı çerçeve boşluğundan izlediği sahne türüdür. Eski Yunan ve Roma açık hava tiyatrolarındaki sahneden etkilenecek geliştirilmiştir. (İlisulu, 2010)



Kaynak: İlisulu, 2010

Şekil 2.31. Çerçeve Sahne Örnekleri



Kaynak: İlisulu, 2010

Şekil 2.32. Çerçeve Sahne Örnekleri

Bu tür salonlarda oluşan akustik kusurlar aşağıda açıklanmıştır:

- Sahnenin tek bir açıdan izlenebiliyor olması dinleyici ile sahne arasındaki mesafenin artması sebebiyle özellikle arka taraflara sesin ulaşmaması söz konusu olur. Bu durumda da ses güçlendirici sistemler kullanmak zorunda kalınır.

- Sahne dekorları ve aydınlatma armatürleri, sesi yükseltmek için kullanılacak ses yansıtıcı yüzeyler için performans alanı yakınında yeterli yüzeyi bulmayı zorlaştırmaktadır.

Seyirci kapasitesi sahnedeki çok uzaklaşmadan balkonlu tasarımlarla artırılabilir. Zemin kademelenmesinin doğru yapılması iyi görüş açısı sağlayamayacağı için salon yüksekliğini artırarak istenmeyen uzun çınlama süresine ve derin balkonlu tasarımlarla da akustik gölgeye neden olabilmektedir. (İlisulu, 2010)

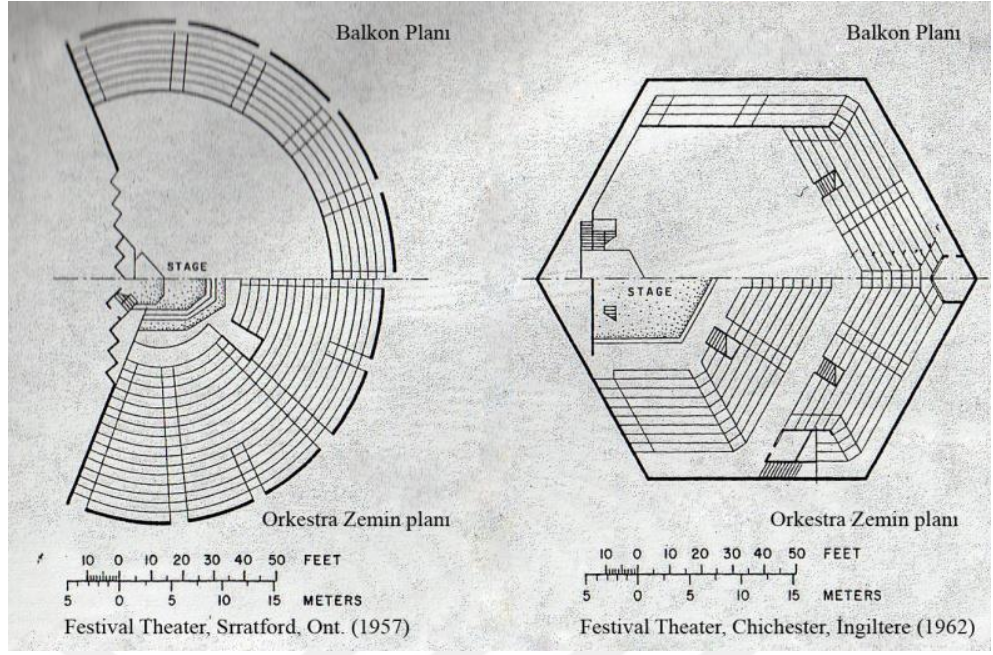
2.5.7.2 Çevreli sahne

Adından da anlaşılacağı üzere dinleyici tarafından çevrelenmiş sahne türüdür. Bu sahne türü akustik yakınlığı ve oyuncu seyirci arasındaki ilişkiyi güçlendirmekte, 17-19 m uzaklık içinde 1000-2000 kişilik oturma kapasitesini sağlayabilmektedir. Aynı oturma kapasitesi çerçeve sahnede 30-37 m uzaklık gerektirmektedir. (Doelle, 1972: 63)

Bu tür salonlarda oluşan akustik kusurlar şunlardır:

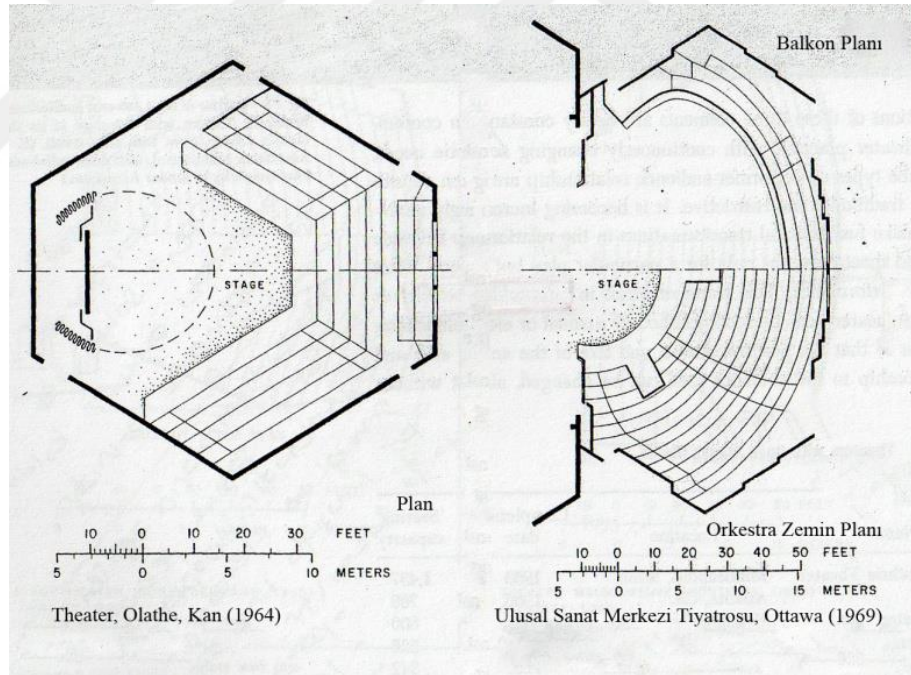
- Seyircinin sahneyi çevrelemesi performansın bir kısmında oyuncunun seyirciye arkasını dönmesine neden olmaktadır. Bu durum konuşmanın anlaşılabilirliğini etkilemektedir.

- Aydınlatma armatürlerinin sahne çevresinde konumlandırılması ses yansıtıcı yüzeylerin sahneye yakın konumlandırılmasını zorlaştırmaktadır. (Doelle, 1972: 63)



Kaynak: Doelle, 1972: 63

Şekil 2.33. Çevreli Sahne Örnekleri

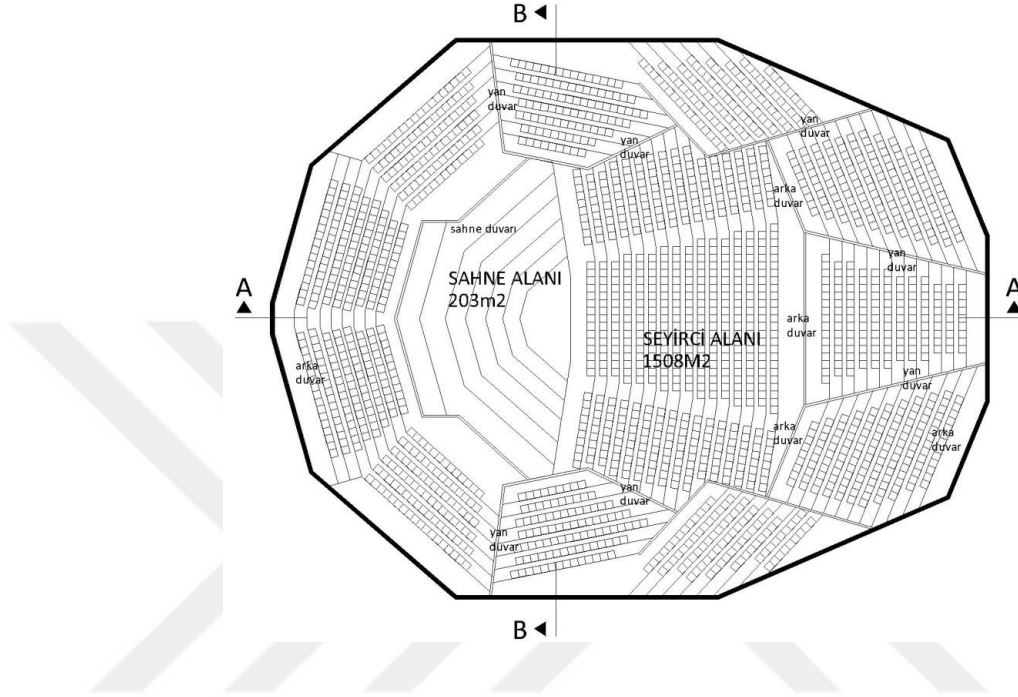


Kaynak: Doelle, 1972: 64

Şekil 2.34. Çevreli Sahne Örnekleri

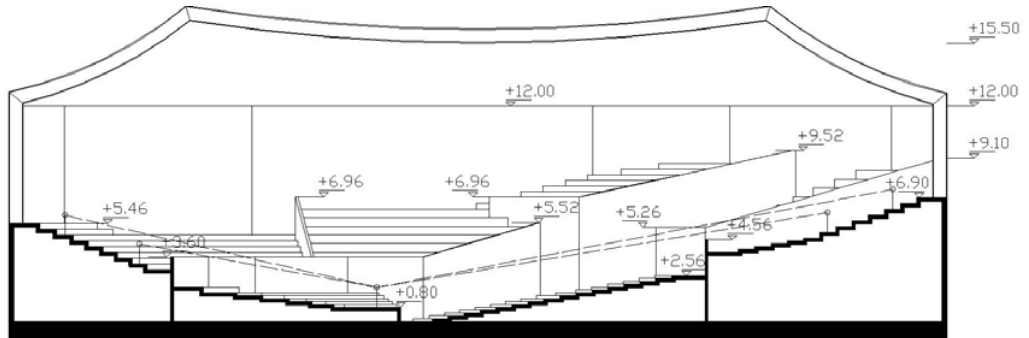
2.5.7.3 Arena sahne

Amfi tiyatro şemasını şeklinde olup konuşmacı ile seyirciyi birbirine yaklaştırmaktadır. Burada meydana gelen akustik kusurlar çerçeveli sahne ile aynıdır.



Kaynak: Doelle, 1972: 64

Şekil 2.35. Arena Tip Salonun Plan Şeması



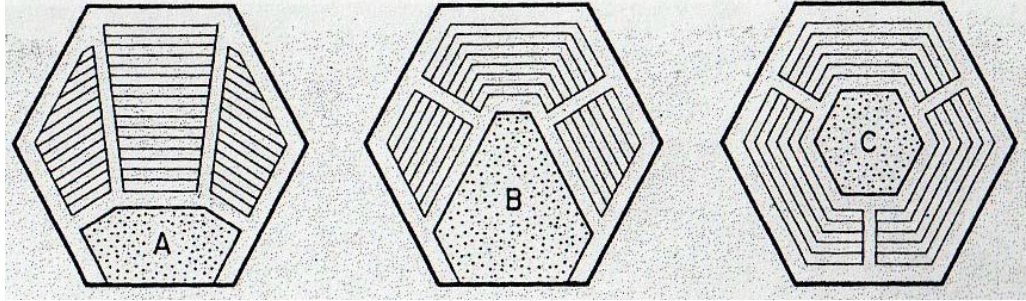
Kaynak: Doelle, 1972: 65

Şekil 2.36. Salonun A - A Kesit Şeması

2.5.7.4 Değişken sahne

Modern tiyatroların gelişmesi ve değişen estetik değerleri yukarıda açıklanan sahne türlerini geleneksel ve sınırlayıcı kılmaktadır. Aynı zamanda *multiform*

theatres olarak adlandırılan değişken sahneler manüel ve elektromekanik sistemlerle ayarlanarak limitsiz mekânlar ortaya çıkarmaktadır. Bu sayede oyun alanının pozisyonu, şekli, boyutu, seyirci ile olan ilişkisi ayarlanabilmektedir. (Doelle, 1972: 65)



Kaynak: Doelle, 1972: 65

Şekil 2.37. Değişken Sahne Olarak Kullanılma Durumları

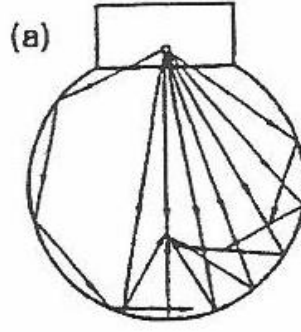
2.6. Salonların fiziksel sınırlarının belirlenmesi ve akustik olumsuzluklar

Salonların boyutlarının, biçiminin ve sesin yansımaları için gerekli olan en boy gerekli aralıkta olmadığı durumda odaklanma, yankı gibi akustik olumsuzluklar ortaya çıkar.

2.6.1. Odaklanma

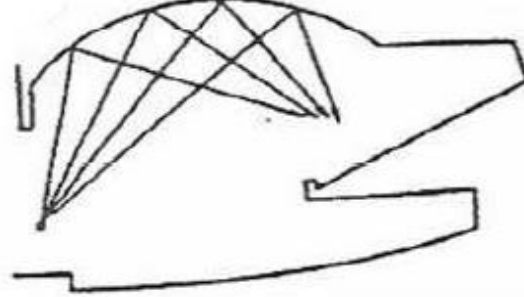
İç bükey yüzeylerin, ses ışınlarının bir noktada ya da çok küçük bir alanda toplanmalarına yol açmasına odaklanma denir. (Yüksel Can, Özçevik, b.t.)

- Odaklanma, hacimde ikincil ses kaynağı yaratarak kaynağın yerinin algılanmasını güçleştirir.
- Hacimde ses alanının düzgün yayılmasına engel olur.
- Hacimde ses düzeylerinin düzgün dağılımına engel olur.



Kaynak: Yüksel Can ve Özçevik, 2011-2012

Şekil 2.38. Planda Odaklanma



Kaynak: Yüksel Can ve Özçevik, 2011-2012

Şekil 2.39. Kesitte Odaklanma

Odak noktası,

- hacmin içinde,

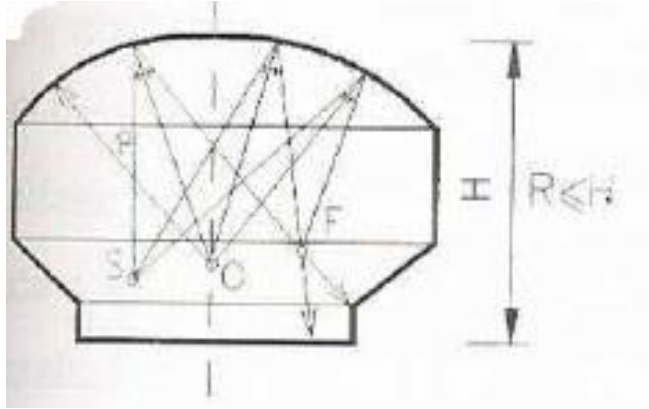
- çeperlerine yakın

- hacmin dışında olur. Hacmin içinde ve çeperlerine yakın olduğunda, ikincil kaynak yaratır, hacim içinde yayınık ses alanının oluşmasına engel olur, sesin sönmesinde düzensizlikler yaratır.

- Odak noktası hacmin (yeterince) dışında olduğunda zararlı değildir.

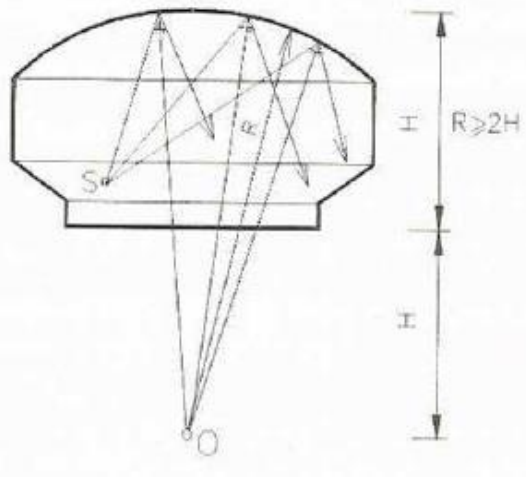
2.6.1.1. Odaklanmanın İç Bükey Yüzeylerle Önlenmesi

Farklı yarıçaplı içbükey yüzeylerden ses ışınlarının yansımaları aşağıda gösterilmiştir.



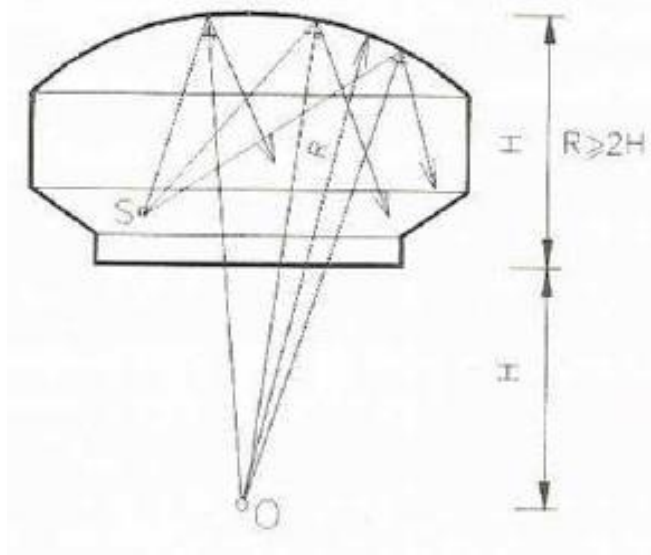
Kaynak: Yüksel Can ve Özçevik, 2011-2012

Şekil 2.40. Küçük Yarıçaplı Yüzeyden Ses Işınlarnın Yansıması



Kaynak: Yüksel Can ve Özçevik, 2011-2012

Şekil 2.41. Yarıçapı İki Yükseklik Kadar Olan Örtü Yüzeyinden Sesin Yansıması



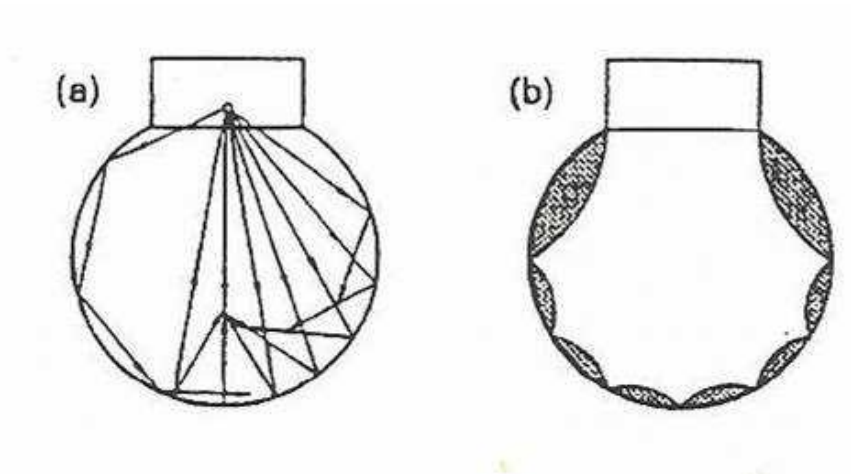
Kaynak: Yüksel Can ve Özçevik, 2011-2012

Şekil 2.42. Yarıçapı Salonun İki Katı Uzunluğu Kadar Olan Arka Duvardan Sesin Yansıması

- Örtü konstrüksiyonunun yarıçapı (R), salon yüksekliğinin (H) iki katından fazla olmalıdır. $R \geq 2H$ (Yüksel Can ve Özçevik, 2011-2012.)

- Salon arka duvarı içbükeylik yarıçapı (R), ses kaynağından arka duvara kadar olan uzaklığın iki katından fazla olmalıdır. $R \geq 2L$ (Yüksel Can ve Özçevik, 2011-2012)

2.6.1.2. Odaklanmanın Dış Bükey Yüzeylerle Önlenmesi

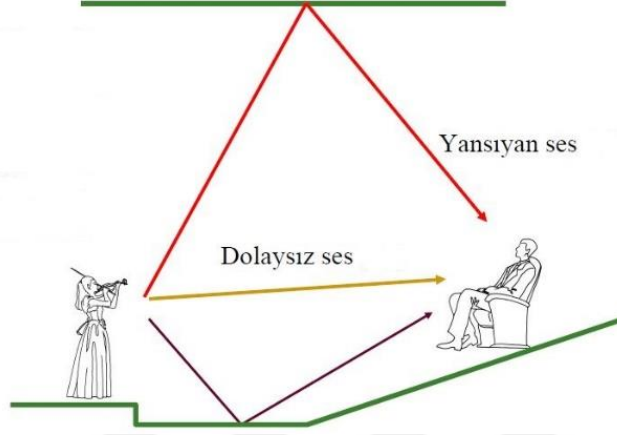


Kaynak: Yüksel Can ve Özçevik, 2011-2012

Şekil 2.43. Odaklanmanın Dış Bükey Yüzeylerle Önlenmesi

2.6.2. Yankı

Yankı, dolaysız sese oranla dinleyicileri rahatsız edecek derecede yüksek düzeyli gecikmiş yansımadır.

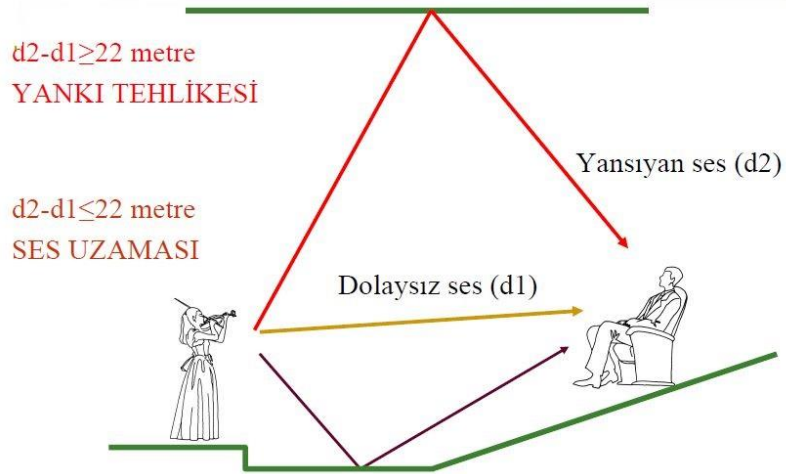


Kaynak: Yüksel Can ve Özçevik, 2011-2012

Şekil 2.44. Dolaysız ve Yansıyan Ses

Alıcıya ulaşan dolaysız ve yansıyan sesler arasındaki düzey (dB) ve süre (sn) farkı az ise, olay, ses uzaması olarak algılanır. Ses uzaması, yararlı bir etkidir.

Alıcıya ulaşan yansıyan sesin düzeyi yüksek ve dolaysız ve yansıyan sesler arasındaki süre farkı fazla ise, olay, yankı olarak algılanır. Yankı, zararlı ve istenmeyen bir etkidir.



Kaynak: Yüksel Can ve Özçevik, 2011-2012

Şekil 2.45. Yankı ve Ses Uzaması Olmaması Durumunda, Dolaylı ve Yansıyan Ses İlişkisi

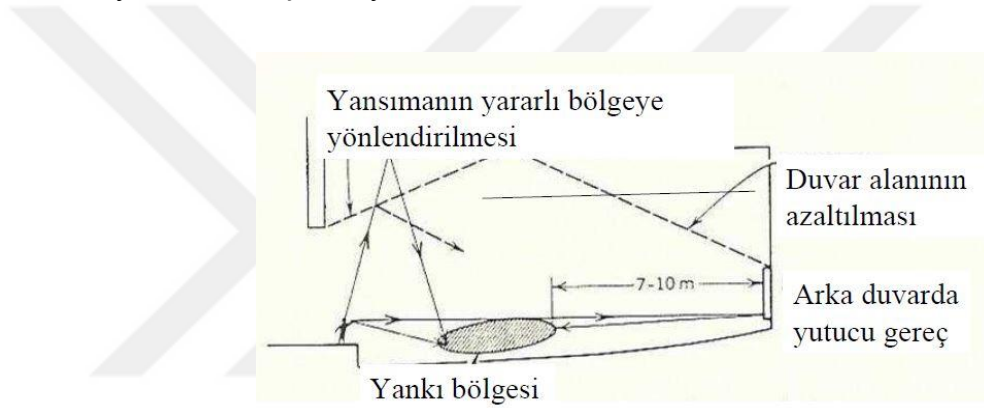
Dolaysız ses ile yansiyarak gelen seslerin yolları arasında 22 metreden fazla fark olduğunda yankı tehlikesi oluşur. Bu da en uzun kenarı 11 metreden fazla olan salonlarda yankı tehlikesi olduğunu gösterir.

Yankıyı önlemek için;

- Yansıyan sesin alıcıya ulaşma süresi kısaltılır. (En uzun kenar 11 metreden kısadır)

- Yansıyan sesin düzeyi azaltılır. (Yüzey yutucu yapılır.)

- Yansıtıcı yüzey, sesi yankıya neden olmayacağı bir doğrultuya yansıtacak biçimde yeniden düzenlenir.

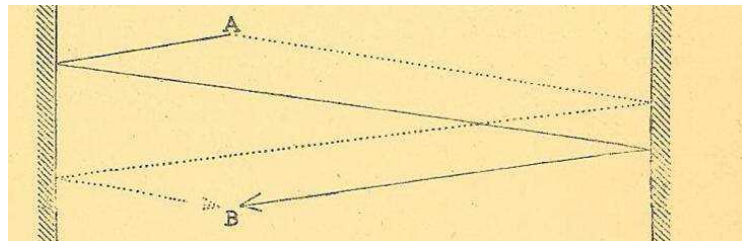


Kaynak: Yüksel Can ve Özçevik, 2011-2012

Şekil 2.46. Yankıyı Engellemek İçin Yapılması Gerekenleri Gösterir Kesit

Yankı, genelde kaynağa yakın yüksek tavan ve /ya da uzak arka duvardan kaynaklanır. Kaynağa yakın dinleyici alanı, yankı tehlikesi taşır.

2.6.3. Vurgusal Yankı

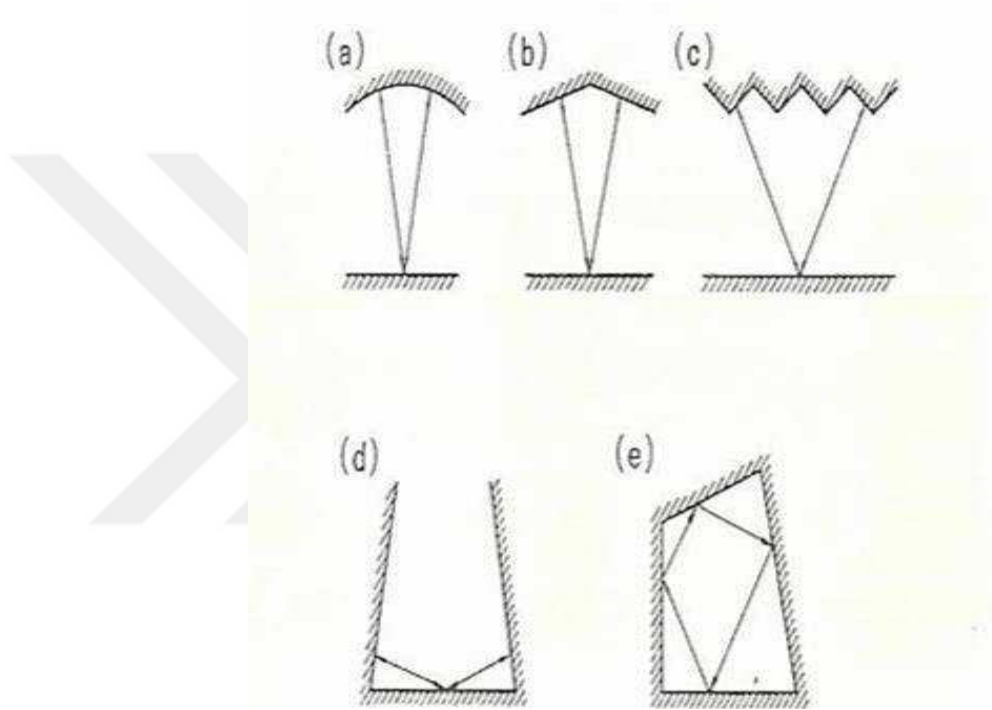


Kaynak: Yüksel Can ve Özçevik, 2011-2012

Şekil 2.47. Vurgusal Yankıya Yol Açan Yüzeyler

Vurgusal yankı, paralel ve yansıtıcı yüzeyler arasında, sesin faz farkından kaynaklanan bir olaydır. Ses düzeyinde sık ya da seyrek tekrarlar olarak algılanır.

- Yüzeylerin paralelliğini bozmak (3-5derecelik fark dahi etkili olur).
- Yüzeylerden en az birini yutucu gereçlerle kaplamak.
- Yüzeyin üzerine dış bükey elemanlar yerleştirmek.



Kaynak: Yüksel Can ve Özçevik, 2011-2012

Şekil 2.48. Vurgusal Yankıya Yol Açmayan Yüzeyler

3. BÖLÜM

ODİTORYUMLARDA AKUSTİK DEĞERLENDİRME YÖNTEMLERİ

Akustik değerlendirme yöntemleri; teorik yöntemler, geometrik yöntemler ve deneysel yöntemler olarak üçe ayrılır

3.1. Teorik Yöntemler

Hacmin akustik özelliklerini belirlemede ilk olarak kullanılan teorik yöntem reverberasyon süresinin hesabıdır. Reverberasyon hesabı da iki şekilde yapılır. Biri istatistiksel diğeri de sabine yöntemidir. Teorik yöntemde hacmin ne amaçla kullanılacağı işitsel konfor koşullarının belirlenmesi önemlidir.

3.1.1. İstatistiksel Yöntemlerle Reverberasyon Süresinin Hesaplanması

Hacim akustiği ile ilgilenen araştırmacılar reverberasyon süresini hesaplamak için kullanılan formülleri başlangıçta yeterli görmemişlerdir. (Şerefhanoğlu,1994)

Ancak 1900'lü yıllardan sonra hacim akustiği alanında yaygın olarak kullanılan formüller geliştirilmiştir. Bunlardan özellikle Sabine, Eyring ve Stephens & Bate formülasyonları, istatistiksel yöntemlerle reverberasyon süresi hesaplamalarında kullanılan üç farklı yöntem olarak ön plana çıkmıştır.

3.1.2. Sabine Yöntemi

Reverberasyon süresini hesaplamak için en geleneksel olan yöntem Sabine Yöntemidir. 1900 yılında Wallace Sabine tarafından geliştirilmiştir. (Yüksel Can, Özçevik, b.t.)

Sesin havada yol alırken enerjisinin bir kısmını yitirmesi burada göz ardı edilmiştir. Enerjinin yutulma yüzdesi, bir yüzeyden yansıma sırasında yutulursa o yüzeyin ses yutuculuk katsayısı α 'dır.

Dinleyici kulağına, yorumcudan gelen sesin ulaşmasından sonra duvarlar, tavan ya da balkon önlerinden gelen ilk yansımanın ulaşması arasında geçen süre reverberasyon süresidir. Salonun farklı konumlarında değişen bu

değere İlk zaman gecikme farkı (early delay) adı verilir ve çoğunlukla milisaniye birimi ile değerlendirilir. Bunun için iki değer verilir:

1- Parterde merkez çizgisinin herhangi bir yanındaki koltuk (varsa en öne çıkan balkon önü ile sahne arasının ortasındaki),

2- Balkonda, balkon önü ile arkasındaki uzaklığı ortalayan koltuk.

Bu durum 45-22 milisaniye olarak alınır ve parterin ortasındaki koltuk için ilk zaman gecikme farkı 45 milisaniye, balkon ortasındaki koltuk için 22 milisaniye demektir. Eğer salonda balkon bulunmuyorsa bunun için tek değer verilir. (Khayat. Ve Boyer, 1994).

Ses büyük bir hacimdeki davranışı, ses ışınları yansıtıcı yüzeyler arasında sonsuz sayıda yol izler. Yansımalar arasındaki ortalama uzaklık, ortalama serbest yol olarak adlandırılır.

Bir ses kaynağının sabit güçle harekete geçirilmesiyle şiddette istatistiksel artma, kapatıldığında ise azalma formu görülür.

Sabine formülü, azalmanın periyodu süresince gerçek istatistiksel koşulların sağlanabildiği hacimler için güvenilir bir yöntemdir ve şu durumda gerçekleşir; birime kıyasla α 'nın küçük olduğu, yani; dalga sınırlarının yok olmadan önce çok sayıda yansımaya maruz kaldığı (yutuculuk az, yansıma sayısı fazla) anlamına gelir.

Tamamen mükemmel ses yutuculuğuna sahip olan yüzeylerden oluşan bir hacimde ($\alpha = 1$) Sabine formülü uygulanırken; farklı tip yüzeylerin alanlarını, yutuculuk katsayıları ile çarparak elde edilenlerin her birini toplanır. Bu toplama yansıma sırasındaki havanın yutuculuğu eklenir. Bu, "4mV" ile ifade edilir (V: salon hacmi, m: bir düzlem dalgasının birim uzaklıktaki kaybettiği enerji oranı). Sabine formülü, tüm yüzeylerin ortalama yutuculuğunun 0,2'den az olduğu durumlarda pratik ve doğru sonuç verir. (Irvine ve Richards, 1998: 102)

3.1.2.1. Eyring Yöntemi

1930 yılında Carl Eyring bu yöntemi Sabine Yöntemi'nde değişiklik yaparak bir alternatif olarak önerdi. Bu değişiklik; ses yutma katsayısının 0,5 m/sn daha yüksek tutulması şeklinde ortaya atılmıştır. (Mehta ve ark, 1999:230)

Sesin yaygın bir durumda bulunduğu bir hacimde, farklı alanların yutuculukları arasındaki fark önemsizmeyecek kadar küçük ise ortalama yansımadan söz edilebilir. (Aknesil, 1997)

Bir yüzeye enerji çarptığında yutulan enerji α ise, yansıyan enerji; $1-\alpha$ dir (Baytın, 1963:56).

Sabine ve Eyring arasındaki temel fark; Sabine'in, hacimde sesin azalmasının sürekli olduğunu, Eyring'in ise sesin, yansılarda aralıklarla azaldığını belirtmesinden kaynaklanmaktadır. Bu nedenle Eyring'in formülü genellikle ortalama yutuculuğun yüksek olduğu hacimlerde kullanılırken, Sabine'in formülü, titreşim kontrolünün az yapıldığı, ortalama yutuculuk katsayısının 0.25 sınır değerine sahip hacimlerde daha doğru sonuçlar vermektedir. Bu yaklaşım farkından doğan, iki formül sonuçları arasındaki fark yaklaşık %2'dir ve bu miktarın, reverberasyon süresine etkisi çok önemli değildir hatta α 'nın küçük değerleri için bu iki formülün eşit olduğundan söz edilebilir. (Irvine ve Richards, 1998: 123)

3.1.2.2. Stephens & Bate Yöntemi

Kullanımı nispeten çok pratik olan ve grafik kullanmayı gerektirmeyen bu yöntemin, pratikliğine rağmen doğruluk yüzdesi yüksek olup, benzer sonuçlar verir. Bu yöntemdeki temel formül:

$$T = r (0,0012 + 0,1070)$$

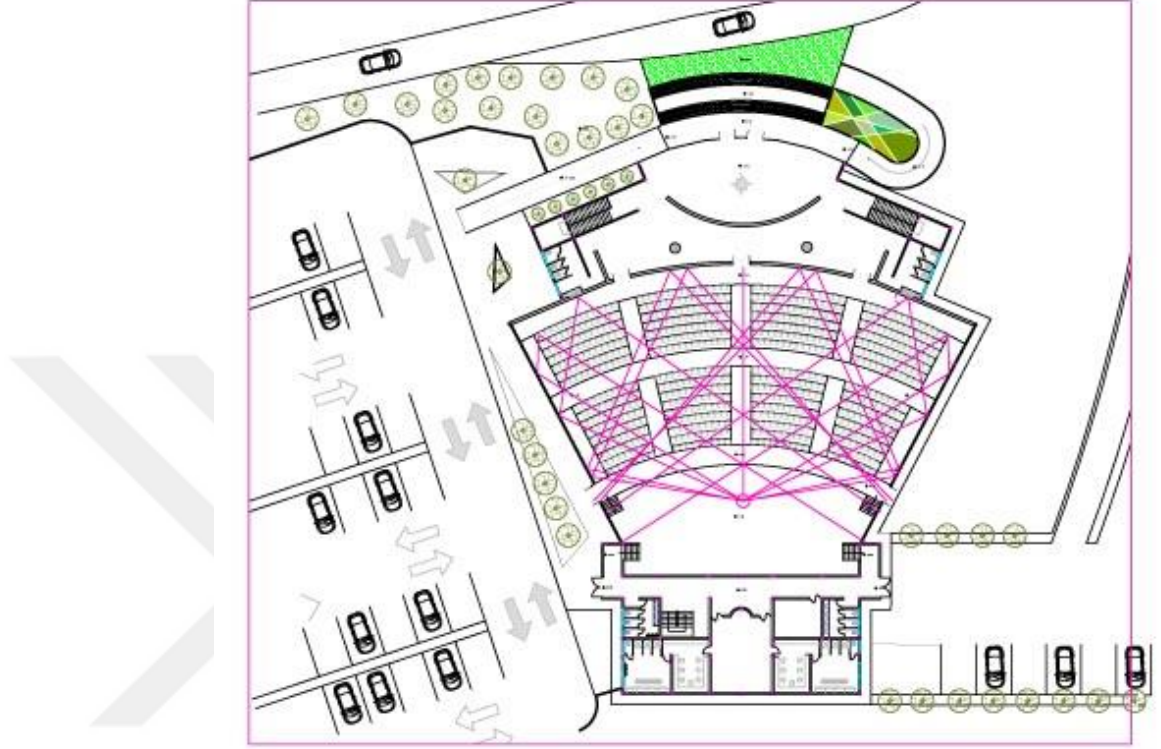
T: reverberasyon süresi, milisaniye

V: salon hacmi,

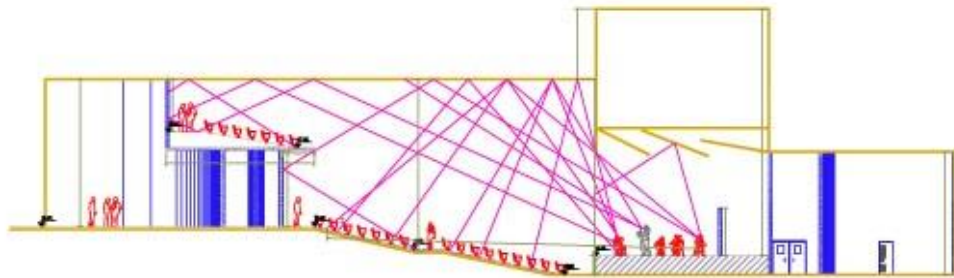
r: (katsayı) konuşma amacı için 4, konser alanı için 5, koro için 6 olarak alınır.

3.2. Geometrik Yöntem

Geometrik yöntemde; ışın analizi sayesinde sesin homojen dağılıp dağılmadığını ve yankı gibi akustik kusurların nerelerde oluşacağını görebiliriz.



Şekil 3.1. Planda Oditoryumdaki Yansıma Analizi



Şekil 3.2. Kesitte Oditoryumdaki Yansıma Analizi

3.3. Deneysel Yöntemler

Hacim akustiği konusunda deneysel alanda yaygın olarak kullanılan yöntemlerin başında mevcut hacim içerisinde çeşitli ses ölçüm aletleri kullanılarak ölçüm yapılması gelir.

3.3.1. Akustik Maket

Akustik maket, planlaması ve akustik tasarımı yapılmış olan mekânın 1/50 veya 1/20 ölçekli maketlerin yapılarak, değişik noktalara konan ses kaynağından çıkan sesin ölçülmesi işlemidir. Fakat burada önemli olan konu şudur;

1/10 ölçekli modelde, hacimde kullanılan malzemeler ve boyutları gerçek boyutunun onda biri oranına indirgenmelidir. Makette kullanılmak üzere seçilen malzemelerin yutma katsayıları gerçek boyutlarındakinden 10 kat daha yüksek frekanslarda benzer veriler vermektedir. Örnek olarak, beton yaklaşık olarak 1000 Hz 'de 0,01 yutma katsayısına sahiptir. Beton simüle etmek için kullanılan bir modelde, 10,000 Hz' de yutma katsayısı 0,01 olması gerekirdi. Ses kaynağı tarafından üretilen frekansların, modelin ölçeği ile aynı oranda artırılması gerekir. (Everest ve Pohlmann, 2009:45)

3.3.2. Bilgisayar Modelleme

Bilgisayar modellemede öncelikle yapılması gereken üç boyutlu olarak oditoryum tasarımının bilgisayar ortamında oluşturulmasıdır. Bu yapıldıktan sonra sahneye yerleştirilen ses kaynağı işleve bağlı olarak piyasada bulunan birçok yazılım programına atılan üç boyutlu modele kendi içerisinde ses ışınları göndererek yansıma, kırılma ve emilmelerin nerede olduğu nerede akustik kusurların meydana getirdiğini gösteren programdır. Bu yöntem daha çok farklı tasarımları olan büyük projelerde kullanılması akılcıdır.

Ses kaynaklarının yön ve frekans özellikleri, piyasada bulunan bilgisayar modelleme programlarında listelenmiştir. Sanal kaynaklar iç hacimde ses dalgalarının yayılmasını sağlamaktadır. Hacmin akustik implus yanıtını geliştirmek için bilgisayar modelinde kullanılan iki temel yöntem vardır; bunlar

ışın yöntemi ve görüntü izleme yöntemidir. Işın izleme yöntemi, seçilmiş olan ses ışınları kaynaktan hacmin içerisine doğru yayılır. Yayılım gösteren ışınlar, hacmin sınır yüzeyinden yansıma yapacaktır. Burada yansıyan ışınları ses dalgaları gibi düşünebiliriz. Ses dalgalarının genlik ve varış zamanı modelde seçilen noktalarda kaydedilecektir. Oktav bant frekans aralığında, hacim yüzeylerine yutucu katsayıları atanmaktadır. Oditoryum akustiği için, birçok mevcut programlarda sesin yaklaşık yayılma ve kırınımı ile ilgili veri elde edilebilir. Bu konudaki araştırmalar halen devam etmektedir. Hacmin akustik implus yanıt ve yansımaların tahminlerini ve sonuçlarını kayıt edilebilmektedir. Burada bazı programlar birden çok yansımaları ayrı ayrı hesaplayamayabilir. Diğer bir yandan görüntü yöntemi geriye dönük çalışır. Bilgisayar tarafından belirlenen kaynaktan oluşan yansımalar yine bilgisayar tarafından belirlenen alıcıların iç hacimdeki yüzeylerinden yansıtılır. İç hacmin yüzeylerine giden ışınlar sahne üzerindeki kaynaktan takip edilmektedir. (Everest ve Pohlmann, 2009: 53)

Bilgisayar modeli çalışmaları; iç hacimlerde ses basınç düzeylerinin dağılımını gösteren, kaynak ve alıcı arasındaki belirli ses yolları ve ışın diyagramları, belirli konumlarda akustik dürtü yanıtı tahmin ve birçok akustik tasarım parametrelerini hesaplamasında kullanılmaktadır. (Everest ve Pohlmann, 2009: 54)

Konferans Salonu Tasarım ve Değerlendirme Süreci: Tasarım yapılırken ve tasarım biterken bir ortam yaratılmalıdır. Başlangıçta olan bir proje varsa izlenilmesi önerilen yollar aşağıdaki gibidir:

- Arka plan gürültü düzeyi
- Ses perdesi
- Cephe sisteminde ses geçiş kaybı,
- Salonun fiziksel sınırlarının belirlenmesi
- Hacim büyüklüğü
- Hacmin biçimlenişi
- Akustik kusurlar
- Salonun iç yüzeylerinin biçimlendirilmesi
- Kaynak dinleyici ilişkisi

- Sahne tasarımı
- Oditoryum için olması gereken reverberasyon hesabı
- Yüzey gereçlerinin seçimi
- Yutucu yüzeyler
- Yansıtıcı yüzeyler
- Dağıtıcı yüzeyler

Konferans salonunda olması gereken arka plan gürültüsü Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliği esas alınarak tanımlanan konferans salonu için ses seviyesi aşağıdaki tabloda gösterilmiştir.

Tablo 3.1. Dış Ortam Gürültü Seviyesi Sınır Değerleri

Alanlar	Yenilenmiş/Onarılmış yollar		Mevcut yollar	
	Lgündüz (dBA)	Lgece (dBA)	Lgündüz (dBA)	Lgece (dBA)
Kırsal alanlar	55	45	60	50
Gürültüye duyarlı alanlar (eğitim, kültür ve sağlık alanları), yazlık yerleşim alanları ve kamp yerleri	60	50	65	55
Yerleşim alanları	63	53	68	58
İş alanları ve yerleşim alanları	65	55	70	60
Endüstriyel alanlar	67	57	72	62

Kaynak: Çevresel gürültünün değerlendirilmesi ve yönetimi yönetmeliği ekler, Anonim, b.t.

Eğer yapılan ölçümde belirlenen değerin üzerinde bir değer çıkması karşısında ya cephe ya da ses perdesi ile arka plan gürültü seviyesi istenen seviyede tutulmalıdır.

Konferans salonunda; içerde olması gereken gürültü düzeyi de şekildeki gibidir.

Tablo 3.2. İç Ortam Gürültü Seviyesi Sınır Değerleri

Kullanım Alanı		Kapalı Pencere L_{eq} (dBA)	Açık Pencere L_{eq} (dBA)
		Kullanım alanlarında herhangi bir faaliyet olmadığı durumlardaki değerler:	
Kültürel Tesis Alanları	Tiyatro salonları	30	40
	Sinema salonları	30	40
	Konser salonları	25	35
	Konferans salonları	30	40
Sağlık Tesis Alanları	Yataklı tedavi kurum ve kuruluşları, dispanser, poliklinik, bakım ve huzur evleri ve benzeri.	35	45
	Dinlenme ve tedavi odaları	25	35
Eğitim Tesisleri Alanları	Okullardaki derslikler, özel eğitim tesisleri, kreşler, laboratuvarlar ve benzeri.	35	45
	Spor salonu,	55	65
	Yemekhane	45	55
	Kreşlerdeki yatak odaları	30	40
Turizm Yerleşme Alanları	Otel, motel, tatil köyü, pansiyon ve benzeri yatak odası	35	45
	Konaklama tesislerindeki restoran	35	45
Sit Alanları	Arkeolojik, doğal, kentsel, tarihi ve benzeri.	55	65
Ticari Yapılar	Büyük ofis	45	55
	Toplantı salonları	35	45
	Büyük daktilo veya bilgisayar odaları	50	60
	Oyun odaları	60	70
	Özel büro (uygulamalı)	45	55
	Genel büro (hesap, yazı bölmeleri)	50	60
	İş merkezleri, dükkânlar ve benzeri.	60	70
	Ticari depolama	60	70
	Lokantalar	45	55
Kamu Kurum Kuruluşları	Ofisler	45	55
	Laboratuvarlar	45	55
	Toplantı salonları	35	45
	Bilgisayar odaları	50	60
Spor Alanları	Spor salonları ve yüzme havuzları	55	65
Konut Alanları	Yatak odaları	35	45
	Oturma odaları	45	55

Kaynak: Çevresel gürültünün değerlendirilmesi ve yönetimi yönetmeliği ekler, Anonim, b.t.

Gerekli gürültü düzeyleri sağlandıktan sonra hacmin işlevine bağlı olarak olması gereken reverberasyon süresi elde edilene kadar tavan, döşeme ve yan duvarlar saçıcı, yansıtıcı ve emici malzemelerle kaplanacaktır.

Malzeme seçimi konusu; yeni projesi yapılacak konferans salonu kısmında detaylı bir şekilde anlatılacaktır.



4. BÖLÜM

KONFERANS SALONLARINDA AKIŞ DİYAGRAMININ OKUNMASI

Yeni tasarımı yapılacak olan oditoryumda meslektaşlarıma yardımcı olacağını düşündüğüm iki adet akış diyagramı hazırlanmıştır. Bu bölümde diyagramlardan nasıl faydalanılacağı anlatılmıştır. Öncelikle yeniden yapılacak olan salonun hangi amaçla (müzik, konuşma, çok amaçlı) olacağını belirledikten sonra formunun ne olacağı, bu forma bağlı olarak kaç kişilik ve hacminin ne olması gerektiği belirlenmelidir. Konferans salonları için yelpaze form genellikle kullanılmasına rağmen tasarımın ne getireceği de göz ardı edilemez. Fakat hacim ve kişi sayısının; akustik açıdan belirlenen kriterlere (çevresel gürültünün değerlendirilmesi yönetimi ve yönetmeliği) uyulması daha iyi akustik koşullar oluşturacağı da unutulmamalıdır.

Hacim ve dinleyici sayısı genellikle işveren tarafından verilecektir. Verilen bilgi dinleyici sayısı da olsa hacimde olsa diğer bilinmeyen aşağıdaki eşitlikle bulunabilir. Örneğin 274 kişinin bulunacağı salonun yaklaşık 1000 m³ olması gerektiği aşağıdaki eşitlikte de görülmektedir.

$$N = 1,54 V^{0,75}$$

N = Maksimum dinleyici sayısı

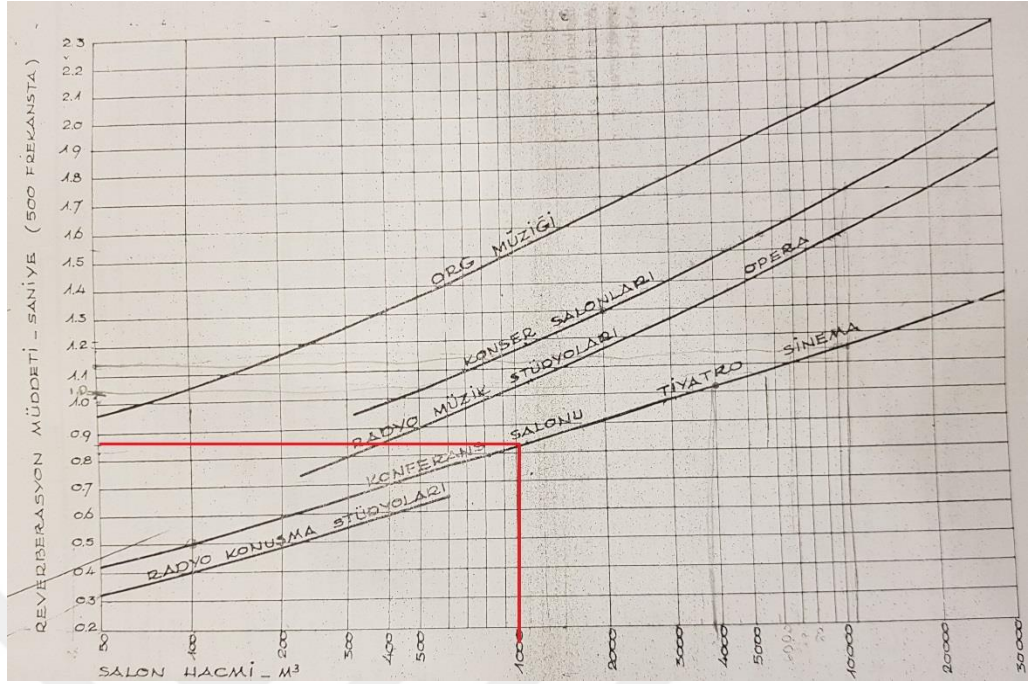
V= Hacim

$$N= 274$$

$$274 = 1,54x V^{0,75} = 1000 m^3$$

Hacmi veya dinleyicisi sayısı belli olan konuşma amaçlı salonlar için olması gereken reverberasyon değeri reverberasyon grafiği yardımıyla bulunabilir.

Salonlarda olması gereken hacime göre elverişli reverberasyon süreleri aşağıdaki grafikte görülmektedir. 1000 m³ lük konferans salonlarında 500 hz için olması gereken reverberasyon süresi aşağıdaki tabloda görüldüğü gibi 0.87 sn civarındadır.



Kaynak: (Baytın, 1963:61).

Şekil 4.1. Farklı maksatlar için elverişli reverberasyon süreleri

Aşağıda oluşturduğumuz tabloda 500hz frekans için reverberasyon süresi 0.87 sn bulunmuştur. 1000hz, 2000hz ve 4000hz deki sesler içinde 500 hz değeri vermemizin sebebi insan kulağı için gerekli olmayan frekans aralığıdır.

125 hz için ise 500hz frekans baz alınarak 1.4 çarpanıyla çarpılmasıyla

$$1.4 \times 0.87 = 1.22 \text{sn}$$

250 hz için ise 500 hz baz alınarak 1.2 çarpanıyla çarpılmasıyla

$$1.2 \times 0.87 = 1.04 \text{ bulunur.}$$

		Frekans (Hz)					
		125	250	500	1000	2000	4000
KONFERANS	R(sn)	1,22	1,04	0,87	0,87	0,87	0,87
	V (m3)	1000,00					
	A (sabine)	132,18	154,21	185,06	185,06	185,06	185,06

Tablo 4.1. 1000 m3 salon için olması gereken reverberasyon süreleri

1000 m³ hacim için olması gereken reverberasyon değerleri bulunduğundan sonra aşağıda verilen reverberasyon eşitliğinden de olması gereken yutuculuk değeri de bulunur.

Bundan sonra gerekli arka plan gürültü önlemleri alındıktan ve saçıcı, emici yüzeyler gerekli kısımlara yerleştirildikten sonra yeniden istatistiksel olarak hesaplamalar yapılır. Aşağıdaki tabloda da görüldüğü gibi; salonun hangi alanına hangi yüzeyleri eklemişse onların emicilik değeriyle çarpıp, yerleştirdiğimiz yüzeylerle elde ettiğimiz yutuculuk değerini bulup olması gereken yutuculuk seviyesine gelmeye çalışılır.

$$R_t = 0,161 V/A$$

$$V = \text{Salonun toplam hacmi (m}^3\text{)}$$

$$A = \text{Salondaki toplam yutuculuk}$$

$$= (S_1a_1 + S_2a_2 + S_3a_3 + \dots + S_n a_n)$$

$$S = \text{Yüzey alanı (m}^2\text{)}$$

$$a = \text{Yüzeyin yutuculuk katsayısı}$$

Eleman adı	ALAN (m ²)	MALZEME	FREKANS (Hz)											
			125		250		500		1000		2000		4000	
			a	S.a	a	S.a	a	S.a	a	S.a	a	S.a	a	S.a
DÖŞEME	748	HALI	0,03	22,44	0,09	67,32	0,25	187,00	0,31	231,88	0,33	246,84	0,44	329,12
MOBİLYA	170	AHŞAP	0,02	3,40	0,02	3,40	0,02	3,40	0,04	6,80	0,04	6,80	0,03	5,10
SEYİRCİ	270	SEYİRCİ-KOLTUK	0,37	99,90	0,48	129,60	0,68	183,60	0,73	197,10	0,77	207,90	0,74	199,80
DUVAR	290,00	SIVA&BOYA	0,02	5,80	0,02	5,80	0,03	8,70	0,04	11,60	0,04	11,60	0,03	8,70
	145,00	SAÇICI PANEL	0,37	53,65	0,40	58,00	0,32	46,40	0,40	58,00	0,40	58,00	0,44	63,80
	300,00	EMİCİ PANEL	0,68	204,00	0,70	210,00	0,70	210,00	0,64	192,00	0,52	156,00	0,50	150,00
	60,00	CAM PANEL	0,04	2,40	0,04	2,40	0,03	1,80	0,03	1,80	0,02	1,20	0,02	1,20
KAPI	76,78	SIRADAN KAPI	0,14	10,75	0,10	7,68	0,06	4,61	0,08	6,14	0,10	7,68	0,10	7,68
PENCERE		CAM PANEL	0,18	0,00	0,06	0,00	0,04	0,00	0,03	0,00	0,02	0,00	0,02	0,00
TAVAN	1188,00	ALCIPAN	0,15	178,20	0,11	130,68	0,04	47,52	0,04	47,52	0,07	83,16	0,08	95,04
		AHŞAP PANEL	0,15	0,00	0,11	0,00	0,10	0,00	0,07	0,00	0,06	0,00	0,07	0,00
HACİM (V)(m ³)	11167,00	HAVA (m ³ için)	0,00	0,00		0,00		0,00		0,00	0,01	111,67	0,02	223,34
		TOPLAM EMİCİLİK (A)	580,54		614,88		693,03		752,84		890,85		1083,78	
		HESAPLANAN REVERBERASYON SÜRESİ	3,10		2,92		2,59		2,39		2,02		1,66	
		KONUŞMA İÇİN İSTENEN REVERBERASYON SÜRESİ	1,61		1,38		1,15		1,15		1,15		1,15	
		KONSER İÇİN İSTENEN REVERBERASYON SÜRESİ	2,38		2,04		1,70		1,70		1,70		1,70	

Tablo 4.2. Olması gereken ve var olan reverberasyon süreleri

Grafik yöntemiyle de yansıma ve odaklanmanın nerde olabileceğine bakarak akustik olumsuzlukların oluşmaması için yerleştirdiğimiz yüzeylerde gerekirse farklı formlar seçebiliriz.

5.BÖLÜM

SONUÇ

Yeni planlanan bir konferans salonunda akustik konfor açısından dikkat edilmesi gereken konular Ek1 ve Ek 2 tablosunda detaylıca anlatılmıştır.

Özellikle her performans sanatlarının kullanıma özgü akustik gereklilik getirmektedir. Dolayısıyla konferans salonu, müzik, tiyatro ve çok amaçlı salonlar için ayrı ayrı tasarım parametreleri ve akustik gereklilikler vardır. Akustik olarak iyi bir mekân olan bir yer dinleyiciye hiç fark etmeden mimarisi ve akustik özellikleri sebebiyle etkisi altına alınmalıdır.

Akustik tasarım, özellikle mimari tasarım ile etkileşimli ve ona paralel yürütülecek birer süreçtir ve burada mimar ile akustik danışmanın birlikte çalışması son derece önemlidir. (Neubauer and Kostek, 2001)

Tasarım yapmadan önce akustik danışmanın mimar ve işverenle yapım aşamasının en önemli kısmı olan bazı hedefleri belirlemeleri gerekir. Kaç kişilik olacağı, hacmi ve salonun işlevi gibi parametreler önceden konuşulması gerekmektedir. Buna bağlı olarak akustik tasarım parametreleri de değişecektir. Ayrıca konferans salonu için iyi görüş açıları havalandırma tahliye ve aydınlatma gibi birçok ihtiyaçlar da göz önüne alınmalıdır.

Bunu esas olarak hazırladığımız; mimarlara yardımcı olmak, onlara bir yol haritası çıkarmak için Ek 1 ve Ek 2 de hazırlanmış olan tablolardan yardım alınabilir.

Mimari programda teknik ve estetik tasarım özelliklerinin yanında, fonksiyonel konfor da gözetilmeli, fuaye, dinleyici salonu, sahne ve teknik destek hacimleri gibi farklı işlevlerdeki tüm birimlerin özellikleri ayrı ayrı hesaba katılmalıdır. (Özkartal, 2011)

Bunlar belirlendikten sonra; ne kadar dinleyici veya dinleyici sayısına göre ne kadarlık bir hacme gereksinimiz olduğunu aşağıdaki formülden bulmamız mümkündür.

$$N = 1,54 V^{0,75}$$

N = Maksimum dinleyici sayısı

V= Hacim

$$V = 1000 \text{ m}^3$$

$$N = 1,54 \times 1000^{0,75} = 274 \text{ kişi}$$

$$V = 5000 \text{ m}^3$$

$$N = 1,54 \times 5000^{0,75} = 915 \text{ kişi}$$

Ayrıca salonun dinleyici sayısı, toplam zemin alanına (dinleyici alanı + sahne alanı) göre şu şekilde hesaplanabilmektedir. (Everest and Pohlmann, 2009)

$$\text{Toplam zemin alanı} = 0,7N \text{ m}^2$$

(N: Dinleyici sayısı)

Bunun sebebi akustik konfor düzeyinin artırılması hedeflenen dinleyicilerin kendilerinin ve hava hacminin salon akustiğine ciddi bir etken olarak katılmalarıdır.

Kumaş kaplı bir koltuk üzerindeki bir dinleyicinin sağlayabileceği yutuculuk değerleri 500 Hz frekansında 4-5 sabin civarındadır. (Irvine and Richards, 1998: 123)

Bu etki simülasyonla değerlendirilirken, dinleyicilerin oturduğu alan salondaki en önemli ve en büyük yutucu yüzeyi oluşturduğundan, basitçe zeminde kapladıkları alanı ifade eden, hacmin bir tek alt yüzünün tamamen yutucu olduğu varsayılmaktadır.

En iyi konser salonlarında dinleyici kapasitesinin düşük olduğu kabul görmüş bir gerçektir, klasik konser salonlarının kapasitesi 1700 - 2600 kişi aralığındadır. Tercih edilen kapasite aralığı olan 1700 - 2200 kişilik salonlarda, maksimum akustik kaliteyi yakalamak, büyük rakamlara kıyasla daha kolaydır ve 2600' ün üzerine çıkıldıkça başarı şansı düşmektedir. Beranek'in çalışmasında en iyi olarak değerlendirdiği dokuz salonun ortalama kapasitesi yaklaşık 1850 kişi, en kötü sekizinin ise yaklaşık 2800 kişi olduğu

görülmektedir. (Beranek and Martin, 1996; Yüksel Can ve Özçevik, 2011-2012; Özkartal, 2011)

Salonun geometrik biçimi salonun akustik kalitesinde en etkin kriterlerden bir diğeri olan geometrik biçim, dinleyici sayısına uygun olarak, sesin salonun arkalarına doğru yönlendirerek tüm salona istenilen nitelikte ve homojen yayılmasını destekleyecek şekilde belirlenmelidir

Günümüzde birçok akustik danışman da, salon çok büyük değil ise, ayakkabı kutusu yaklaşımının yan yansımaları katkısı olduğu konusunda hemfikirlerdir. Çünkü bu plan biçiminde, yan duvarlarının birbirine paralel ve yakın olmasından dolayı, salondaki ses kalitesi için gerekli olan güçlü yan yansımalar ve erken yansımalar için uzun sönümlenme süreleri sağlanmaktadır. Bu da özellikle salonda mekânsal algılama ve dinleyicilerin kuşatılması hissini güçlendirmektedir. Beranek'in konser salonlarını incelediği çalışmasında, en başarılı bulunduğu sekiz salondan altısı bu temel biçimdedir. Günümüzde dar en, düşük oturma kapasitesi, üstlerde yansıtıcılar gibi geleneksel özellikler ile beraber ilginç tasarım elemanlarının kombinasyonu ile bu biçimin uygulanmasına devam edilmektedir. (Özkartal, 2011)

Bu kararlar alındıktan sonra gerekli olan reverberasyon süresi için malzeme seçimine gidilebilir.

İstenen hacim ve formda akustik olarak yetersiz olduğu durumlarda tavan ve duvarlara gerekli emici saçıcı ve yansıtıcı elemanlar koymak zorunda kalabiliriz.

Çünkü akustik başarı için, özellikle yeterli saçılma ve dağılma olmalıdır. Eski salonlarda yan ve arka balkonlar, daha eski salonlarda nişlerle ve heykellerle detaylı modülasyonlar, yeni salonlarda ise tavan ve duvar alanlarında hesaplanmış yüzey modülasyonları düzgün geometriyi bozarken, salon içinde sesin daha homojen dağıtılmasına da olanak tanımaktadır. (Yüksel Can ve Özçevik, 2011-2012)

ÖNERİLER

Hacim akustiği hakkında çalışma yapacak olan arkadaşlar şu konularda da araştırma yapabilirler:

- Büyük hacimli salonların elektronik ses sistemleriyle desteklenmesi durumunda nasıl bir yol izlenebilir.
- Çevresel gürültünün çok fazla olduğu ölkemizde alınması gereken önlemler ve çevresel gürültünün değerlendirilmesi ve yönetim yönetmeliği kriterleri göz önüne alınarak mimarların vaziyet planından dış cephede kullanılması gereken malzemelerin neler olması gerektiğine kadar araştırılabilir.
- Sesin insan üzerindeki dört etkisi olan ‘psikolojik, fizyolojik, davranışsal ve bilişsel’ etkileri hem deneysel hem de anket yardımıyla araştırılabilir.

KAYNAKÇA

Abdülrahimov, R. (1998). *Salonların Akustiği ve Tasarımı*. Trabzon: K.T.Ü. Mühendislik Mimarlık Fakültesi Mimarlık Bölümü.

Aknesil, A.E. (1997). Salonların hacim akustiği yönünden değerlendirilmesinde akustik koşul dağılımlarının öneminin ortaya konması ve irdelenmesine yönelik bir yaklaşım. *Doktora Tezi*. İstanbul: Yıldız Teknik Üniversitesi FBE.

Aknesil, A.E. (1997). Salonların Hacim Akustiği Yönünden Değerlendirilmesinde Akustik Koşul Dağılımlarının Öneminin Ortaya Konulması ve İrdelenmesine Yönelik Bir Yaklaşım. *Doktora tezi*. İstanbul: Yıldız Teknik Üniversitesi FBE

Aspendos Antik Kenti.(t.y.) [http://www.ulkemiz.com/aspendos antik kenti](http://www.ulkemiz.com/aspendos_antik_kenti) (22 Temmuz 2016).

Barron, M.(1993). *Auditorium Acoustics and Architectural Design*. 1.Baskı.London:E&Fn Spon Press.

Barron, M.(2009). *Auditorium acoustics and architectural design*. 2nd ed. New York: Spon Press.

Baytın, T. (1963). *Binalarda akustik tedbirler*. İstanbul: İstanbul Teknik Üniversitesi Matbaası.

Beranek, L. ve D.W. Martin. (1996) Concert & opera halls: how they sound. *The Journal of the Acoustical Society of America*. 99.5, 2637-2637.

Beranek, L.L.(1992) Concert hall acoustics. *The Journal of the Acoustical Society of America*. 92.1,1-39.

Beranek, L.L.(2004) *Concert Halls and Opera Houses: Music, acoustics and architecture*.2.nd edition.New York: Springer

Cavanaugh, W.J., J.A. Wilkes ve J.C Jaffe.(1999).Architectural acoustics: principles and practice. *The Journal of the Acoustical Society of America*. 105.5, 2548-2548.

Cox, T.J. and P. D. Antonio (2003). Engineering art: the science of concert hall acoustics. *Interdisciplinary science reviews*. 28.2, 119-129.

Çalışkan, M.(2005) Gürültü: Temel Kavramlar. *TTMD-Isıtma, Soğutma, Havalandırma, Klima, Yangın ve Sıhhi Tesisat Dergisi*. 39.1, 9-20.

Çalışkan, M.(2010) *Odtü Mimarlık Fakültesi Yapı Bilimleri Yüksek Lisans Programı Mimari Akustik 1 Ders Notları*. Ankara.

Çelebi Şeker, N. N. (2013). Salonların Mimari Tasarımının Akustik Performansa Etkileri: Dikdörtgen, Fan, Elmas Salon Örnekleri, *Yüksek Lisans Tezi*, İstanbul: İstanbul Teknik Üniversitesi FBE.

Çevresel gürültünün değerlendirilmesi ve yönetimi yönetmeliği ekler.(t.y.) <http://www.resmigazete.gov.tr>.(25 Temmuz 2016)

Demirkale, S.Y. (2007) *Çevre ve Yapı Akustiği*. İstanbul: Birsen Yayınevi.

Doelle, L.L.(1972) *Environmental Acoustics*. USA: McGraw-Hill.

Egan, D.(2007)*Architectural acoustics*. U.S.A: J.Ross Publishing.

Erdoğan Y, (2007). Asidik ve Bazik Pomzadan Üretilen Yapı Malzemelerinin Mühendislik Özelliklerinin Arastırılması, *Doktora Tezi*, Adana: Çukurova Üniversitesi FBE.

Everest, F.A. and K.C. Pohlmann. (2009) *Master Handbook of Acoustics*. USA:Mcgraw Hill.

Fotoğraflarla TBMM. (t.y.) <http://www.tbmm.gov.tr/>. (23 Temmuz 2016)

Grosser Musikvereinsaal-Musikverein Wien. (t.y.) <https://tr.pinterest.com>. (24 Temmuz 2016).

Grosser Müzik Salonu.(t.y.) <https://en.wikipedia.org>.(23 Temmuz 2016)

Wiener Musikverein Müzik Salonu, (t.y.) <https://en.wikipedia.org>. (23 Temmuz 2016)

- Irvine, L.K., Richards, R.K. (1998), *Acoustics and Noise Control Handbook For Architects and Builders*. U.S.A: Krieger Pub Co.
- Izenour, G.C.(1996) *Theatre Design*.Canada: Yale University Press.
- İlisulu, S.G.(2010) Tiyatro Salonlarının Akustik Açından Değerlendirilmesi Ve Bir Örnek Çalışma:: İstanbul Büyükşehirbelediyesi Beyoğlu Sahnesi. *Yüksek Lisans Tezi*. Ankara: Gazi Üniversitesi FBE.
- Karabiber, Z. (1988) Seslendirme Döşemi Yapılmayacak Dersliklerde Yeterli Anlaşılabilirlik Sağlayacak İç Mekan Düzenleme Kriterlerive Bunlara Bağlı Koşullar. *Doktora Tezi*. İstanbul:Yıldız Üniversitesi FBE.
- Karabiber, Z.(1991) *Mimari Akustikle İlgili Başlıca Terim Tanım Formül ve Büyüklükler*. İstanbul: Yıldız Üniversitesi Mimarlık Fak. Baskı İşliğı.
- Karabiber, Z.(1999) *Gürültü Etkilenmesi ve Denetlenmesinde Yeni Yaklaşımlar, in Yapıda Yalıtım Konferansı Bildiriler Kitabı*. İstanbul: TMMOB Makina mühendisleri odası.
- Khaiyat, S.A. ve L.L. Boyer.(1994). Effect of concave sound reflecting surfaces on speech intelligibility and the articulation index. *The Journal of the Acoustical Society of America*. 96.5,3267-3268.
- Knudsen, V.O. and C.M. Harris. (1988) *Acoustical Designing in Architecture*. USA: Acoustical Society of America.
- Kowaltowski, D.C., et al.(6-8 September 2006) Design Evaluation and Strategies: the case of University Auditoriums. *PLEA 2006-23rd International Conference on Passive and Low Energy Architecture, Conference Proceedings*. Switzerland:631-637)
- Kurra, S.(2009). *Çevre Gürültüsü ve Yönetimi I*. İstanbul: Bahçeşehir Üniversitesi Yayınları.
- Long, M. (2005) *Architectural Acoustics*.USA: Elsevier Academic Press.

Mehta, M., Johnson J., and Rocafort J. (1999) *Architectural acoustics: principles and design*. USA: Prentice Hall.

Mimar Zenon'un Aşkı:Aspendos Tiyatrosu.(t.y.)

[http://www.ulkemiz.com/mimar-zenon'un-aski-aspendos-tiyatrosu](http://www.ulkemiz.com/mimar-zenon-un-aski-aspendos-tiyatrosu) (22 Temmuz 2016)

Neubauer, R. and B. Kostek. (2001) Prediction of the reverberation time in rectangular rooms with non-uniformly distributed sound absorption. *Archives of Acoustics*, 26.3

Ökten, G. (2010). Mimari Form Ve Yüzey Sacıçılığının Akustik Parametreler Üzerindeki Etkisi. *Yüksek Lisans Tezi*. İstanbul: İstanbul Teknik Üniversitesi FBE.

Özcevik, A.(2005) Mimari Tasarım Studyolarında İşitsel Konfor Gereksinimleri ve Bir Örnek. *Yüksek Lisans Tezi*. Eskişehir: Anadolu Üniversitesi FBE.

Özer, M.(1979) *Yapı Akustiği ve Ses Yalıtımı*. İstanbul: Arpaz Matbaacılık.

Özkartal, N.E. (2011) Konser salonlarında akustik konfor parametrelerinin analizi ve bir örnek çalışma. *Yüksek Lisans Tezi*. Ankara: Gazi Üniversitesi FBE.

Schmolke, B. (2011) *Construction and desing manual theatres and concert halls*. Asia: DOM publishers.

Şerefhanoglu, M.(1994).Yapılarda Gürültü Sorunu ve Denetimi. *Çevre, Yapı ve Endüstride Akustik Sorunlar ve Gürültü Kontrolü Eğitim Semineri*. İstanbul. 121-144.

TBMM Genel kurulu. (t.y.) <http://www.meclishaber.gov.tr>. (23 Temmuz 2016)

TBMM. (2015). *TBMM Binaları*.

<https://www.tbmm.gov.tr/yayinlar/tbmm-binalari-tr-20102016.pdf>. (23 Temmuz 2016)

The Production of Edipo Re at the Teatro Olimpico, Vicenza, in 1585. (t.y.)

<http://www.cockaigne.org.uk/research/olimpico.html> (23 Temmuz 2016)

Türk, E. (2011). İstanbuldaki salonların akustik kalitesinin incelenmesi ve değerlendirilmesi. *Yüksek Lisans Tezi*. İstanbul: Yıldız Teknik Üniversitesi FBE.

Yapı Akustiğinde 30 Terim 30 Tanım. (t.y.)

http://www.yfu.com/kitapciklar/yapi_fiziginde_30_terim_30_tanim.pdf

(24 Temmuz 2016)

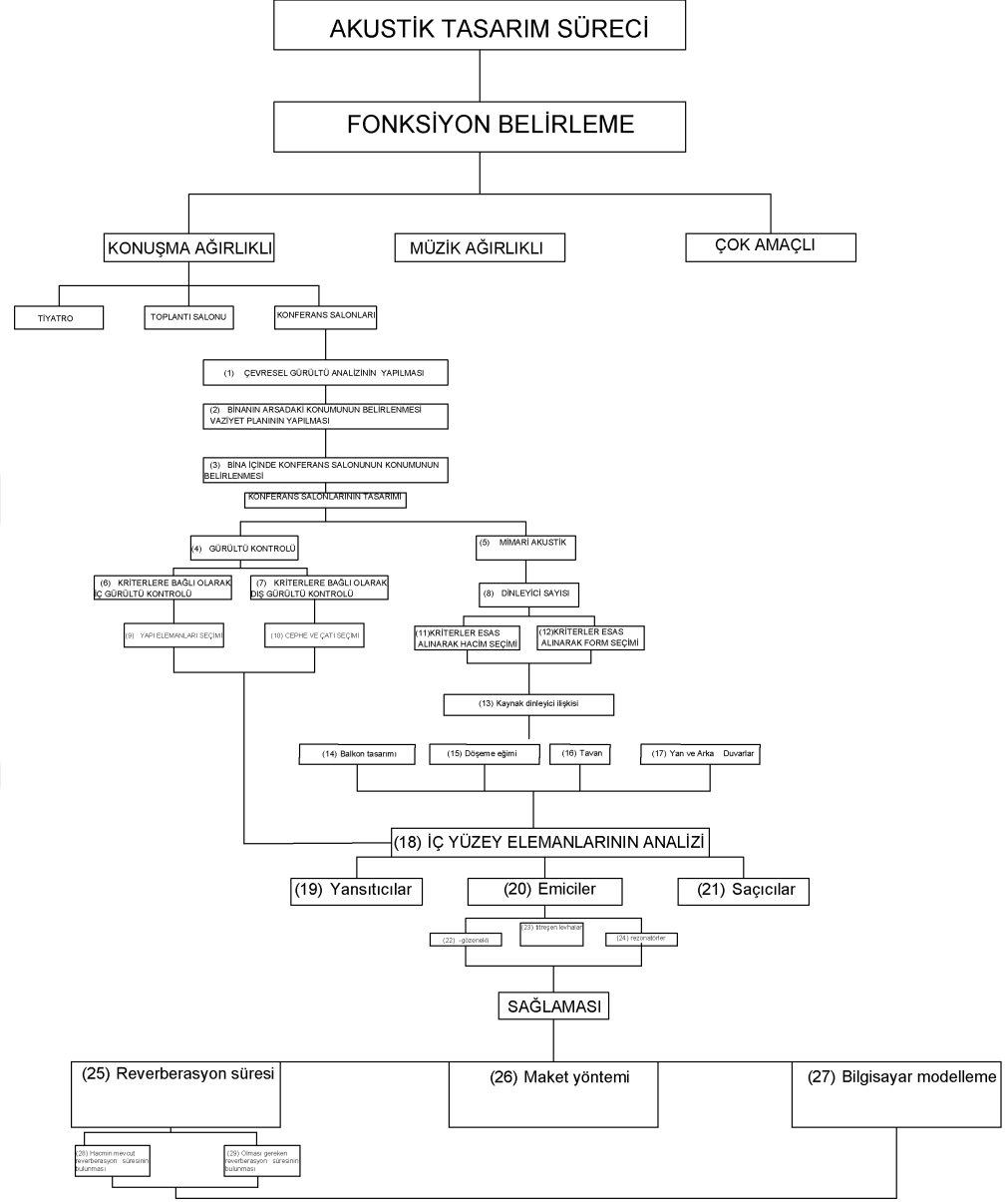
YARBİS. (2011-2012). *Oditoryum Akustiği Ders Notları*.

<http://www.yarbis1.yildiz.edu.tr> (25 Temmuz 2016).

Yüksel Can Z., Özçevik A. (2011-2012). *Yapı Fiziği 2, Hacim Akustiği*. İstanbul: Yıldız Teknik Üniversitesi Mimarlık Fakültesi Yapı Fiziği Bilim Dalı.

EKLER

Ek-1. Akustik Tasarım Grafiği



Ek-2. Akustik Tasarım Grafiği Açıklaması

- (1) ÇEVRESEL GÜRÜLTÜ ANALİZİNİN YAPILMASI: Yapının çevresinde yer alan gürültü kaynaklarının tesbiti.
- (2) BİNANIN ARSADAKİ KONUMUNUN BELİRLENMESİ VAZİYET PLANININ YAPILMASI: Bina arsada konumlandırılırken ses açısının önemli mekanlar gürültü kaynağına uzak olacak şekilde yerleştirilmeli.
- (3) BİNA İÇİNDE KONFERANS SALONUNUN KONUMUNUN BELİRLENMESİ: Bina içerisinde konferans salonu yerleştirilirken özellikle mekanik hacim , insan sirkülasyonunun fazla olmadığı yere kısa konferans salonunda arka plan gürültüsü oluşturmayacak şekilde yerleştirilmelidir.
- (4) GÜRÜLTÜ KONTROLÜ
- (5) MİMARİ AKUSTİK
- (6) KRİTERLERE BAĞLI OLARAK İÇ GÜRÜLTÜ KONTROLÜ: Konferans salonları için belirlenen kriterler aşağıdaki tabloda yer almaktadır.



- (7) KRİTERLERE BAĞLI OLARAK DIŞ GÜRÜLTÜ KONTROLÜ

Kriter	Değer
Diğer	

- (8) DİNLEYİCİ SAYISI
- (9) YAPI ELEMANLARI SEÇİMİ
- (10) CEPHE VE ÇATI SEÇİMİ
- (11) KRİTERLER ESAS ALINARAK HACİM SEÇİMİ
 - *Hacmi belirleyen etkenler
 - Kaç kişilik
 - Formun etkisi
 - Tasarlanan salonun hangi amac için kullanılacağı
 - Tasarlanan salonun hangi amac için kullanılacağı
 - (Konuşma, müzik,)
- (12) KRİTERLER ESAS ALINARAK FORM SEÇİMİ

*Seçilen formun hem dinleyicinin iyi işitmesi , hem sahneye yakınlığı düşünülerek tasarlanmalıdır. Ayrıca seçilen formun enini ve boyunun, akustik kusurlar oluşturmaması için doğru seçilmelidir. Özellikle konuşma amaçlı salonlarda salonun boyunun 9-12 m geçmemesine dikkat edilmeli. Form da ayrıca dikkat edilmesi gereken akustik kusurlardır.

- Odaklanma
- Yankı
- Ses uzaması

Alıcıya ulaşan dolaysız ve yansıyan sesler arasındaki düzey (dB) ve süre (sn) farkı az ise, olay, SES UZAMASI olarak algılanır. Ses uzaması, YARARLI bir etkidir.

Alıcıya ulaşan yansıyan sesin düzeyiyüksek ve dolaysız ve yansıyan sesler arasındaki süre farkı fazla ise, olay, YANKI olarak algılanır. Yankı, ZARARLI ve istenmeyen bir etkidir.

ODAKLANMA hacmin içinde, çeperlerine yakınhacmin dışındadır. Hacmin içinde ve çeperlerine yakın olduğunda, ikincil kaynak yaratır, hacim içindedeyakın ses alanının oluşmasına engel olur, sesinsönmesinde düzgünsüzlükler yaratır. Odak noktası hacmin (yeterince) dışında olduğunda zararlı değildir.

- (13) Kaynak dinleyici ilişkisi

*Dolaysız ses ters kare yasa göre azalır. Dolaysız sesin yeterli olması için kaynakla dinleyici arasındaki uzaklık en fazla 40 m olmalıdır. Öte yandan erken yanal yansımalar da hacim etkisi için önemlidir. Bu açıdan salon genişliği 32 m'yi aşmamalıdır.

- (14) Balkon tasarımı

*Balkon yapılmasının en büyük nedeni uzaklığı azaltmaktır. fakat dikkat edilmesi gereken balkon altında akustik gölge olmaması için balkon çıkıntısının balkon altı yüksekliğinin iki katından küçük olması gerekir.

- (15) Döşeme eğimi

*Döşemenin eğimlendirilmesi , koltukların şaşırtılarak konumlanması direk ses açısında önemli bir parametredir.

- (16) Tavan

*Yan duvarlardan gelen yansıyan ses genelde yeterli olmamakta bu yüzden de tavana yansıtıcılar konmalıdır. Yansıtıcılar yerleştirilirken direk ses ile yansıyan sesin aldığı yollar arasındaki mesafe 20 m geçmemesi gerekir.

- (17) Yan ve Arka Duvarlar

*Yan duvarlar tavandan gelen sesle beraber arka tarafa ulaşan sesi güçlendirir. fakat büyük salonlarda duvarlar yankı ve geç yansımaya sebep ol böyle bir durumda duvarlar pürüzsüz ve yansıtıcı yüzeyler olarak tasarlanmalıdır.

- (18) İÇ YÜZEY ELEMANLARININ ANALİZİ

*Yukarıda yapılan gerek teorik gerekse deneysel değerlendirme yöntemleriyle elde edilen sonuçlara göre konferans salonuna kullanılacak malzemenin nereye , kaç metre kare ve emicimi saçıcı mı yansıtıcı mı kullanılacağı belirlenen aşamadır.

- (19) Yansıtıcılar
- (20) Emiciler
- (21) Saçıcılar
- (22) -gözenekli
- (23) titreşen levhalar
- (24) rezonatörler
- (25) Reverberasyon süresi
- (26) Maket yöntemi
- (27) Bilgisayar modelleme
- (28) Hacmin mevcut reverberasyon süresinin bulunması
- (29) Olması gereken reverberasyon süresinin bulunması

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

ADI VE SOYADI: Gülşah Sibel Bayramoğlu

DOĞUM YERİ VE TARİHİ: ERZURUM-1977

MEDENİ HALİ: BEKÂR

E-MAIL: info@gsbmimarlik.com

ADRES (EV): Lalapaşa mah. Fuar yolu cad. mavi site B blok no:13 Yakutiye
/ERZURUM

ADRES (İŞ): Lalapaşa mah. Fuar yolu cad. mavi site B blok altı no: 8Yakutiye
GSB Mimarlık Yakutiye /ERZURUM

TELEFON

(EV/CEP): 05335151925

(İŞ):4422373741

EĞİTİM DURUMU

2009-2013 İstanbul Arel Üniversitesi Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi
Mimarlık Bölümü

1994-2000 Atatürk Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Fizik Bölümü

1991-1994 Erzurum Lisesi

1990- 1993 Gazi Ahmet Muhtar Paşa Ortaokulu

1984-1989 İnönü İlköğretim Okulu

YABANCI DİL: İngilizce

İŞ TECRÜBESİ

2000-2003 Bayramoğlu Yem ve Un fabrikası
Pozisyon: Yönetici

2003-2004 Başöğretmen İlköğretim Okulu
Pozisyon: Öğretmen

2012-2013 Sey Akustik Danışmanlık (Zorlu Center Projesi)

2013-2015 Oran İnşaat (6306 Sayılı Kanun Gereği) Bağdat cad.ve civarında kat karşılığı konut projeleri.

2015 GSB Mimarlık (Sahibi)