

78401

**MİMAR SINAN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**İÇ MİMARİDE HACİM AKUSTİĞİNİN
TASARIMA ETKİLERİ**

(Konser Salonları, Çok Maksatlı Salonlar ve
Tiyatro Salonları için, Ses Ölçümünün İrdelenmesi.)

**İÇ MİMARLIK BÖLÜMÜ
YÜKSEK LİSANS TEZİ**

Yöneten: Prof. Dr. Murat ERİÇ
Hazırlayan: İç Mimar Müjgan BAYOĞLU

İstanbul, 1998

İÇİNDEKİLER

	Sayfa No
SEMBOL LİSTESİ	iv
ŞEKİL LİSTESİ	v
TABLO LİSTESİ	vii
GRAFİK LİSTESİ	viii
RESİM LİSTESİ	ix
FORMÜL LİSTESİ	x
ÖZET	1
GİRİŞ	3
1. BÖLÜM	6
HACİM AKUSTİĞİ	6
1.1. İÇ MEKANLARDA SES BASINÇ DÜZEYİ	7
1.1.1. Yansımış ve Direkt Ses Basınç Düzeyi	9
1.1.2. Toplam Ses Basınç Düzeyi	10
1.2. İÇ MEKAN SİSTEM HESAPLANMASI	12
1.2.1. Kullanılış Amaçları Ve Hacim Özellikleri	12
1.2.2. Uygulama Aşamaları	17
1.3. REVERBRASYON SÜRESİ ÖLÇMELERİ	21
1.3.1. Hacimde Ses Düzeyi Dağılımları	26
1.3.2. Öz Frekanslar Ve Yanıt Eğrisi	27
1.4. SESGEÇİRMEZLİKLE İLGİLİ ÖLÇMELER	29
1.4.1. Havada Doğan Sesler İçin Laboratuvarda Ve Yerinde Ölçmeler	30
1.4.2. Katılarda Doğan Sesler İçin Laboratuvarda Ve Yerinde Ölçmeler	35
1.5. BÖLÜM DEĞERLENDİRMESİ	38
2. BÖLÜM	41
İÇ MİMARİDE HACİM AKUSTİĞİNİN TASARIMA ETKİLERİ	41
2.1. SES YUTUCU VE YANSITICI MALZEME İLE İLGİLİ UYGULAMALAR	42
2.1.1. Yalıtım Malzemeleri Ve Bileşik Konstrüksiyonlar	42
2.1.2. İnşaat Malzemeleri Ve Yüzey Kaplamaları	45
2.2. AKUSTİK DÜZENLEME İLE İLGİLİ UYGULAMALAR	51
2.2.1. Oturma Kapasitesi Ve İnsanın Ses Yutuculuğu	52

2.2.2. Koltuk Tasarımı	55
2.3. SES ÖLÇÜMÜ İLE İLGİLİ UYGULAMALAR	66
2.3.1. Ölçüm Aletlerinin Fonksiyonları	66
2.3.2. Analiz Örnekleri	73
2.4. BÖLÜM DEĞERLENDİRMESİ	75
3. BÖLÜM	79
İÇ MİMARİDE HACİM AKUSTİĞİNDE SES ÖLÇÜMÜNÜN İRDELENMESİNDE KULLANILAN YÖNTEM VE BUNA İLİŞKİN KABULLERİN YAPILMASI	79
3.1. PLAN ŞEMASI YÖNÜNDEN FARKLI HACİMLERDE SES ÖLÇÜMÜ	82
3.1.1. Dikdörtgen Taban Planlı Prizmatik Salonlar	83
3.1.2. Parabol Ve Elips Taban Planlı Prizmatik Salonlar	85
3.1.3. Yelpaze Taban Planlı Prizmatik Salonlar	87
3.2. KULLANIM YÖNÜNDEN FARKLI HACİMLERDE SES ÖLÇÜMÜ	90
3.2.1. Konser Salonları	90
3.2.1.1. Cemal Reşit Rey Konser Salonu	93
3.2.1.2. A.K.M. Büyük Salon Ve Konser Salonu	99
3.2.2. Çok Amaçlı Salonlar	112
3.2.2.1. Yıldız Üniversitesi Oditoryumu	114
3.2.3. Tiyatro Salonları	120
3.2.3.1. Kenterler Tiyatrosu	122
3.2.3.2. Muammer Karaca Tiyatrosu	128
3.3. HACİM AKUSTİĞİNE ETKİLERİYLE MEVCUT HACİMLERİN KARŞILAŞTIRMALI OLARAK İRDELENMESİ	134
3.3.1. Hacimlerin Ses Dağılımlarının Karşılaştırmalı Olarak İrdelenmesi	134
3.3.2. Hacimlerin Yansımış Ve Direkt Ses Düzeylerinin İrdelenmesi	139
3.3.3. Hacimlerin Reverbrasyon Süresi Ölçmelerinin İrdelenmesi	142

SONUÇ	145
YARARLANILAN KAYNAKLAR	149
EKLER	151
Ek 1 : Logaritmik ve Desibel Skala	152
Ek 2 : Malzemelerin Ses Yutuculuk Tablosu	157
Ek 3 : Terimler Sözlüğü	164
ÖZGEÇMİŞ	167



SEMBOL LİSTESİ

- A** Bir ışının t süre kadar yol aldıktan sonra gördüğü yüzey alanı(m²)
- A_h** Havanın ses yutuculuğu (Sabine-m²)
- A_y** Hacimdeki yüzeylerin toplam ses yutuculuğu (Sabine-m²)
- A_b** Birimlerin toplam ses yutuculuğu(Sabine-m²)
- a** Yutma çarpanı(m/sn)
- c** Havadaki ses hızı (m/sn)
- d** Kaynak-alıcı uzaklığı (m)
- S** Toplam yüzey alanı (m²)
- T** Yansıma süresi (Reverberation time)(sn)
- Topt** Optimal yansıma süresi (sn)
- t** Kaynak açıldıktan sonra ışınların yol aldıkları süre (sn)
- V** Hacim büyüklüğü (m³)
- W** Ses kaynağının gücü (Watt)
- W₀** Referans ses gücü (Watt)

ŞEKİL LİSTESİ

No	Konu	Sayfa No
Şekil 1	Ses alanlarının yayılması.	8
Şekil 2	Çift cidar uygulaması.	28
Şekil 3	Birbirinden yalıtılmış deney odaları.	32
Şekil 4	Sesgeçirmezlik değerinin ölçümünü veren düzenek.	33
Şekil 5	Kesin sonuç veren sonometrenin kullanımı.	34
Şekil 6	Apartmanlarda sonometrenin kullanımı.	34
Şekil 7	Kaydedilmiş sonucun incelenmesi.	34
Şekil 8	Ses düzeyi kaydedici ile kaydedilmiş bir tayf diyagramı.	36
Şekil 9	Döşemelerin darbe gürültüsü iletimlerinin labaratuarda ölçülmesi.	36
Şekil 10	İntegralli sonometrenin kullanımı.	37
Şekil 11	Ses basınç düzeyinin mikrofon ve sonometre ile ölçümü.	37
Şekil 12	Bileşik konstrüsyon yapı elemanlarının, ses izolasyon uygulamaları ile ilgili detaylar.	44
Şekil 13	Ahşap ızgaraya çakılarak yapılan prefabrike akustik üniteler.	47
Şekil 14	Ses yutucu malzemeleri metal askılarla tavana taşıtma yöntemi.	47
Şekil 15	Oturan dinleyicilere yansiyarak gelen ses dalgaları, büyük oranda yutulurlar.	53
Şekil 16	İnsanın ses yutuculuğu, birey olarak değil, kitle olarak etkilidir.	55
Şekil 17	Akustik salonlarda kullanılan koltukların yerleşim ölçüleri.	56
Şekil 18	Ses ölçme sisteminde yer alan elemanlar.	66
Şekil 19	Oda ve bina akustiği ölçüm aygıtlarının birbirleriyle olan iletişimleri ve düzeneğin kurulması.	68
Şekil 20	Araştırma yöntemi kapsamında, çalışma yapılan salonlardaki inceleme ve değerlendirme evreleri.	81
Şekil 21	Dikdörtgen taban planlı prizmatik hacimlerde ses dağılımı.	83
Şekil 22	Paralel duvarlar arasında yansıyan ses dalgaları.	84
Şekil 23	Dikdörtgen salonlarda dışa açılarak sesi yansıtan duvarlar.	84
Şekil 24	Parabol ve elips taban planlı prizmatik salonlarda ses dağılımı.	85
Şekil 25	Parabol ve elips taban planlı prizmatik salonlarda enine kesitte görülen ses dağılımları.	87

Şekil 26	Yelpaze taban planlı prizmatik salonlarda yan duvarlar belli açılarda birbirinden uzaklaşmaktadır.	88
Şekil 27	Yelpaze formda yan duvarlardaki ses yansıması arka alanlardaki ses seviyesini desteklemektedir.	88
Şekil 28	Yelpaze formda, balkon altı derinliği azalarak arka sıralarda ses seviyesi desteklenmektedir.	89
Şekil 29	Dikdörtgen taban planlı prizmatik salonlarda mevcut ses dağılım grafikleri.	136
Şekil 30	Yelpaze taban planlı prizmatik salonlarda mevcut ses dağılım grafikleri.	138
Şekil 31	Hacim akustiği sistem hesaplanması akış diyagramı.	20



TABLO LİSTESİ

No	Konu	Sayfa No
Tablo 1	Farklı kullanım amaçlarına göre hacim ve reverbrasyon süresi arasındaki oranlar.	16
Tablo 2	Bileşik konstrüksiyon ve bazı yalıtım malzemelerinin gürültü azaltma katsayıları.	45
Tablo 3	Çeşitli inşaat malzemeleri ve yüzey kaplamalarının gürültü azaltma katsayıları.	48
Tablo 4	Bazı gereçlerin 512 Hz'deki ses yutma çarpanları.	52
Tablo 5	Çeşitli akustik birimlerin yutma çarpanları.	54
Tablo 6	CRR Konser Salonu reverbrasyon ölçüm tablosu.	94
Tablo 7	AKM Büyük Konser Salonu reverbrasyon ölçüm tablosu.	100
Tablo 8	AKM Konser Salonu reverbrasyon ölçüm tablosu.	107
Tablo 9	Yıldız Üniversitesi Oditoryumu reverbrasyon ölçüm tablosu.	115
Tablo 10	Kenterler Tiyatrosu reverbrasyon ölçüm tablosu.	123
Tablo 11	Muammer Karaca Tiyatrosu reverbrasyon ölçüm tablosu.	129

GRAFİK LİSTESİ

No	Konu	Sayfa No
Grafik 1	Konuşma fonksiyonu içinde harflerin gösterilişi.	14
Grafik 2	Topt değerlerinin frekans analiz grafiği.	14
Grafik 3	Reverbrasyon süresinin grafik anlatımı.	21
Grafik 4	Hacimde mikrofon ve hoparlör konumlandırılmasında oluşan ses iletiminin bir örneği.	29
Grafik 5	İki oda arasındaki ses düzey farkları.	32
Grafik 6	Yapı elemanlarında yüzey ağırlığı, ses geçiş kaybı ilişkisi.	43
Grafik 7	Yaklaşık 250 Hz'deki, koltuk gereçlerinden ötürü ses yutuculuğunun arttığı salonların frekans fonksiyonunda reverbrasyon süreleri.	57
Grafik 8	CRR Konser Salonu frekans karakteristik grafiği.	95
Grafik 9	CRR Konser Salonu ses dağılım grafiği.	97
Grafik 10	AKM Büyük Konser Salonu frekans karakteristik grafiği.	101
Grafik 11	AKM Büyük Konser Salonu ses dağılım grafiği.	103
Grafik 12	AKM Konser Salonu frekans karakteristik grafiği.	108
Grafik 13	AKM Konser Salonu ses dağılım grafiği.	110
Grafik 14	Yıldız Üniversitesi Oditoryumu frekans karakteristik grafiği.	116
Grafik 15	Yıldız Üniversitesi Oditoryumu ses dağılım grafiği.	118
Grafik 16	Kenterler Tiyatrosu frekans karakteristik grafiği.	124
Grafik 17	Kenterler Tiyatrosu ses dağılım grafiği.	126
Grafik 18	Muammer Karaca Tiyatrosu frekans karakteristik grafiği.	130
Grafik 19	Muammer Karaca Tiyatrosu ses dağılım grafiği.	132

RESİM LİSTESİ

No	Konu	Sayfa No
Resim 1	İçi dolu ve kübik yüzeyli paneller.	49
Resim 2	Arras Koleji'nde çok amaçlı salon içinde kullanılan panel ses yutucular.	50
Resim 3	Dijon'da European Yüksekokulu'nda tavandaki ses yutucular.	51
Resim 4	Paris Bastille Operasında kullanılan, rezonatör işlevi yüklenmiş koltuk detayı.	58
Resim 5	Sesin şiddetine etki eden havalandırma sistemini taşıyıcı kanallarla yüklenmiş bir koltuk detayı.	60
Resim 6	Quinette Gallay firmasının Cnit isimli, çok amaçlı salonlar için üretilmiş koltuk tasarımı.	61
Resim 7	Quinette Gallay firmasının Japonya'daki Saison isimli oditoryumda kullanılan Bravo adlı koltuk tasarımı.	63
Resim 8	Tiyatro salonları için üretilmiş Katsushika isimli koltuk tasarımı.	63
Resim 9	Oda ve Bina akustiği ölçüm aygıtlarının kullanılmasına ait bir uygulama.	69
Resim 10	Brüel and Kjaer firmasının 2231 nolu sonometresi ve bilgisayar bağlantısı.	71
Resim 11	Brüel and Kjaer firmasının 1994'de tasarımı yaptığı en yeni sonometresi.	72
Resim 12	Cel Instruments firmasının ilk dijital sonometresi.	72
Resim 13	Brüel and Kjaer firmasının sonometresi ve grafik dökümü.	74
Resim 14	CRR Konser Salonu sahne görünüşü.	93
Resim 15	AKM Büyük Konser Salonu'nun iç görünüşü.	99
Resim 16	AKM Konser Salonu'nun iç görünüşü.	106
Resim 17	Yıldız Üniversitesi Oditoryumu'nun iç görünüşü.	114
Resim 18	Kenterler Tiyatrosu'nun iç görünüşü.	122
Resim 19	Muammer Karaca Tiyatrosu'nun iç görünüşü.	128

FORMÜL LİSTESİ

No	Konu	Sayfa No
Formül 1	Ses şiddeti düzeyi	7
Formül 2	Yeğlilik düzeyi	8
Formül 3	Küresel direkt sesin düzeyi	9
Formül 4	Küresel yansımış sesin düzeyi	9
Formül 5	Toplam ses yutuculuk	10
Formül 6	Direkt ses düzeyi ve ilk yansımış sesin düzeyi	11
Formül 7	Yansımış ses düzeyi	11
Formül 8	Toplam ses düzeyi	11
Formül 9	Ortalama yutma çarpanı	22
Formül 10	Ortalama yutma çarpanının açık yazılışı	22
Formül 11	Eyring'e göre ortalama yutma çarpanı	22
Formül 12	Eyring'e göre reverbrasyon süresi	22
Formül 13	Optimal reverbrasyon süresi	23

ÖZET

İşitsel algılamanın önemli olduğu konser salonları, oditoryum ve tiyatro salonları gibi mimari mekanlarda, hacmin akustik gereksinimleri karşılayabilmesi yanında, hacim akustiğinin tasarımına olan etkileri konusunda da uzun yıllardır süregelen oldukça kapsamlı çalışmalardan söz edilmektedir. Bilimsel ve teknolojik gelişme arttıkça, akustik özelliklerin tasarımdaki etkileri üzerine daha geniş kapsamlı, derinlemesine araştırmalar yapılmaya başlanmıştır.Öte yandan hacim akustiğinin tasarıma olan etkileri konusu, üzerinde yeterli düzeyde çalışılmayan bir alan olarak kalmıştır.

Bir başka deyişle hacimlerin akustik açıdan değerlendirilmelerinin yeterliliği, parametrelerin doğru saptanması, ölçümlerin yapıp irdelenmelerinin yanısıra, hacim akustiğinin tasarıma olan etkilerine de bağlıdır.

Bu sav doğrultusunda bu çalışmanın amacı, "Hacim akustiği açısından önemli olan mimari mekanlarda (konser salonu, oditoryum, tiyatrolar gibi) özellikle tasarım aşamasında gerekli olan önlemlerin saptanması ve bunlarla ilgili akustik kriterler arasındaki ilişkilerin tasarıma olan etkilerinin ortaya konulması" olarak belirlenmiştir.Belirlenen bu amaca yönelik olarak yapılan bu tez çalışması, üç ana bölümden oluşmaktadır.

Bölüm 1'de akustik teriminin tanımıyla başlanıp bir hacmin akustik açıdan tanımlanması ve değerlendirilmesine yönelik olarak geliştirilmiş çok sayıda ölçüt arasından konuya uygun olanlarına yer verilmiştir.

Ayrıca iç mimaride hacim akustiğinde tasarımın öneminin, akustik değerlendirmelerde bir ön koşul olması gerekliliği ve buna rağmen birçok akustik ortamda, hacim akustiği ölçüleriyle tasarım arasındaki ilişkiler ya yeterince sağlanamadığından ya da gözardı edildiğinden ideal tasarımın çoğunlukla sağlanamadığı görüşü ortaya atılarak, bu konuya tez kapsamında yapılan çalışmalarda açıklık getirileceği belirtilmiş ve tezin amacı ortaya konulmuştur.

Bölüm 2'de tez konusuyla ilgili olacak önemli hacim akustiği parametreleri konusunda bilgiler, hacimleri akustik açıdan değerlendirmeye yönelik olarak yöntem arayışları ve hacim akustiği koşullarının ölçülmesine yönelik yöntemlere yer verilmiştir.Bunlar iç mekanlarda ses basınç düzeyi, iç mekan sistem hesaplaması, reverbrasyon süresi ölçümleri ve ses geçirmezlikle ilgili ölçmeler alt başlıklarında açıklanılmıştır.

Bölüm 2'de, iç mimaride mekanların, hacim akustiği açısından değerlendirilmelerinde, konu ile ilgili uygulamalardan tezin amacına yönelik

olanların, tasarıma etkilerine yer verilmiştir. Bunlar; ses yutucu ve yansıtıcı malzeme ile ilgili uygulamalar, iç mekanın akustik düzenlenmesi ile ilgili uygulamalar ve ses ölçümü ile ilgili uygulamalar olmak üzere üç alt başlıkta sunulmuştur.

Bölüm 3'de, öncelikle hacim akustiğinde ses ölçümünün irdelenmesine yönelik olarak yapılan bu tez çalışmasında, ortaya konan yöntem yer verilmektedir. Ayrıca ses ölçümünün tasarıma etkilerinin irdelenmesi ve bunların sonucunda ortaya konan bulgularda yer almaktadır.

İç mimaride hacim akustiğinde ses ölçümünün inceleme ve değerlendirilmesi;

- Plan şeması yönünden farklı hacimlerde ses ölçümünün irdelendiği,
- Kullanım yönünden farklı hacimlerde ses ölçümünün irdelendiği,
- Hacim akustiğine etkileriyle mevcut hacimlerin karşılaştırılması olarak

irdelendiği alt başlıklar olmak üzere üç altbaşlıkta gerçekleştirilmiştir.

Plan şeması yönünden farklı hacimlerde ses ölçümü, çalışma kapsamına alınan salonların dikdörtgen, parabol ve elips, yelpaze taban planlı prizmatik salonlar olarak incelenmesi sonucunda, çeşitli prizmatik hacimler arasındaki farklılıkların ortaya konmasına,

Kullanım yönünden farklı hacimlerde ses ölçümünün irdelenmesi, konularına göre farklılık gösteren, konser salonları, oditoryumlar ve tiyatrolar gibi çalışma kapsamına alınan altı salonda; ışın diyagramlarının ve reverbrasyon ölçümlerine göre frekans karakteristik grafiklerinin çıkartılarak sonuçların değerlendirilmesine,

Hacim akustiğine etkileriyle mevcut hacimlerin karşılaştırmalı olarak irdelenmesinde ise; çalışma kapsamına alınan salonlarda ortaya atılan yöntemlere göre yapılan çalışmalar sonunda, ışın diyagramlarının, yansımış ve direkt ses düzeylerinin ve reverbrasyon süresi ölçmelerinin uygun değerde olup olmadığının araştırılması sonucunda, tasarıma etkilerinin belirlenmesine yöneliktir.

3. ve sonuç bölümünde, tez kapsamında belirlenen yöntemlere göre yapılan çalışmalardan elde edilen sonuçların genel bir değerlendirmesi yapıldıktan sonra, çalışma kapsamına alınan salonlarda 1.bölümde açıklanan hacim akustiği parametreleri açısından belirgin ayrımlar bulunduğu, bu ayrımların plan şemalarına, kullanım amaçlarına ve hacim akustiğine olan etkilerine bağlı olarak değiştiği, ayrıca bu değerlere göre de tasarımlarının farklılık gösterdiği saptanmıştır. Böylelikle, bu çalışmanın çıkış noktası olan iç mimaride hacim akustiğinin

tasarıma olan etkilerinin, akustik açıdan gözardı edilemeyen önemde olduğu, yani tasarıma olan etkilerin belirtilmediği akustik değerlendirmelerin yetersiz olacağı savının geçerliliği kanıtlanmıştır.

Ekler bölümünde ise, inceleme ve değerlendirmelerde yararlanılmış olan logaritma ve desibel skalası, malzemelerin yutuculuk katsayılarını veren tablo ve hacim akustiği ile ilgili küçük bir, terimler sözlüğü sunulmuştur.



1. GİRİŞ

Görme, ısınma, havalandırma, su, ışık gibi kişinin yaşantısında önem kazanmış olaylar arasında işitme olayı da aynı düzeyde değerli bir istektir. Anlam bakımından işitme kavramı ile ilgili bir deyim olan, "Akustik sözcüğü Yunanca "akoystiki" deyiminden gelmiştir."(10) Hacim akustiği ise akustiğin en önemli bölümlerinden biridir ve kısaca bir hacimde, seslerin isteklere ve gereksinimlere uygun biçimde doğmasını, yayılmasını ve sönmesini kapsayan olayları içermektedir. İşitsel algılamanın önemli olduğu konser salonu, oditoryum, tiyatro salonu gibi prizmatik hacimlerin akustik değerlendirmelerinin olumlu özellikler taşıyabilmesi, hacim akustiği başlığı altında açıklanan parametrelerle tasarımın dengeli bir ilişkisinin kurulmasına bağlıdır ve bu aşamada dikkate alınması gerekenler, uzun yıllardan beridir süregelen ve günümüzde bile sonuçlanamamış bir araştırma alanını oluşturmaktadır.

Prizmatik bir hacmi akustik açıdan değerlendirebilmede yararlanılan parametreleri genel olarak öznel ve nesnel olmak üzere ikiye ayırmak mümkündür. Hesaplamalar ve ölçümlere nesnel ölçütler, daha çok kişisel beğeni ve mekansal konforla belirlenen değerlere öznel ölçütler denilmektedir. Hacim akustiği ile ilgili çalışmaların temel amacı, salonu dolduran dinleyicilerin mekanı algılama ve değerlendirmelerinde, estetik oranları, ergonomiyi, konforu oluşturmak olduğundan, asıl olan ölçütler şüphesiz ki tasarımın bütünüyle ilgili olan öznel ölçütlerdir. İdeal olan tasarıma yaklaşılabilme için, nesnel ve öznel değerlendirmelerin birbirleriyle uyum göstermeleri, bir başka deyişle, hacim akustiği kriterlerinin tasarımı olumlu yönde etkilemesi gerekmektedir. Akustik özellikler gösteren bir hacimde, hacim akustiğinin tasarıma olan etkilerinin dikkate alınmadığı değerlendirmeler ise, büyük olasılıkla yanlış ve eksik olacaktır. Bu yüzden bu konu , üzerinde yeterli olarak çalışılmamış bir alan olarak kalmıştır.

Bu tez çalışmasında, hacim akustiği parametrelerinin, tasarımı kaçınılmaz olarak dikkate alınmayı gerektirecek düzeyde etkilediği savının irdelenmesi gerçekleştirilecektir. Bu sav doğrultusunda bu çalışmanın amacı; "Hacim akustiği açısından önemli olan konser salonu, oditoryum ve tiyatro salonu gibi mimari mekanlarda özellikle tasarım aşamasında gerekli olan önlemlerin saptanması ve bunlarla ilgili akustik parametreler arasındaki ilişkilerin tasarıma olan etkilerinin ortaya konulması olarak belirlenmiştir."

(10)-s.1

Tasarıma olan etkilerinin belirlenmesinin önem ve gerekliliğinden yola çıkılarak, bu tez kapsamında geliştirilen yeni ve özgün yöntem çerçevesinde, hacim akustiğinin tasarıma olan etkileri; plan şeması yönünden farklı hacimlerde ses ölçümünün, kullanım yönünden farklı hacimlerde ses ölçümünün ve hacim akustiğine olan etkileriyle mevcut hacimlerin karşılaştırmalı olarak irdelenmesi olmak üzere , birbiri ile ilişkili üç başlık altında incelenecek ve değerlendirilecektir.

• Plan şeması yönünden farklı hacimlerde ses ölçümü, çalışma kapsamına alınan salonların; dikdörtgen , parabol ve elips , yelpaze taban planlı prizmatik hacimler olarak incelenmesi amacına göre, farklı plan şemalarındaki etkilerin ortaya konması biçiminde ele alınmaktadır.

• Kullanım yönünden farklı hacimlerde ses ölçümü, çalışma kapsamına alınan İstanbul'daki altı salonda, salonlarla ilgili tanımlamalar verildikten sonra mevcut ışın diyagramlarının ve reverbrasyon ölçümlerine göre frekans karakteristik grafiklerinin çıkartılarak salonların akustik kusurlarının belirlenmesi amacına yönelik olarak irdelenmektedir.

• Hacim akustiğine etkileriyle mevcut hacimlerin karşılaştırmalı olarak irdelenmesinde ise, çalışma kapsamına alınan salonlarda ortaya atılan yöntemle göre yapılan çalışmalar sonunda; ışın dağılım grafiklerinin, yansımış ve direkt ses düzeylerinin ve reverbrasyon süresi ölçmelerinin uygun değerde olup olmadığının ortaya konulması sonucunda bütün bunların tasarıma etkilerinin belirlenmesi amacına yönelik çalışmaları kapsamaktadır.

Çalışmada iç mimaride hacim akustiğinin tasarıma olan etkilerinin hacim akustiği ölçütleri aracılığı ile belirlenmesi amaçlanmaktadır. Bu konudaki pek çok ölçütten konuya uygun olanlar seçilmiş ve konu belli sınırlar içinde tutulmaya çalışılmıştır. İstanbul'da çalışma kapsamına alınan altı salon öncelikle hacim ve malzeme özellikleri ile tablolarla tanıtılmış, daha sonra reverbrasyon hesapları yapıp frekans karakteristik grafikleri çıkartılmış, ışın dağılım grafikleri 1/100 ölçekte projelerde çalışılmış ve tüm bunların sonunda salonların akustik kusurları ortaya çıkarılıp değerlendirmeler yapılmıştır. Bu tezde ortaya atılan sav ve savın irdelenmesi amacına yönelik olarak oluşturulan, iç mimari de hacim akustiğinin tasarıma olan etkilerinin incelenme ve değerlendirilmelerine ilişkin yöntem ile, hacimlerin akustik yönden değerlendirilme sürecine hem öznel hem de nesnel alanda katkıların sağlanması amaçlanmıştır.

1. BÖLÜM

Bu bölümde araştırmalar sonucu ortaya çıkan olgulara dayanarak hacim akustiği konusu aıklanılacaktır.Hacim akustiği, genel olarak tanımlandıktan sonra; iç mekanlarda ses düzeyi, iç mekan sistem hesaplanmasına ait uygulama akış diyagramı, reverbrasyon süresi ölçmeleri, ses geirmezlikle ilgili ölçmeler olmak üzere dört altbaşlıkta ele alınacak ve ayrıca bu altbaşlıklarda ayrıntılı olarak anlatılacaktır.

HACİM AKUSTİĞİ

Akustiğin tasarımcıları ilgilendiren bölümüne, yapı akustiği adı verilmektedir."Yapı akustiği iki ana bölüme ayrılır.Bunlardan biri hacim akustiği, öteki ise , gürültü denetimidir.Hacim akustiği; bir mekanda bilinçli olarak oluşturulan konuşma ve müzik gibi seslerin dinleyicilere, hem mekanın hem de seslerin özellikleri gözönüne alınarak, en uygun biçimde iletilebilmesi konularını içine almaktadır." (10)Diğer bir deyişle, hacim akustiği dinleyiciye, konuşmanın anlaşılabilir bir açıklıkta, müziğin ise, doğal nitelikte eriştirilmesini amaçlamaktadır."Yapı akustiği konularının içinde, geçmişi en eski olan konu hacim akustiğidir.Eski Yunanlılardan beri, seslerin biçimlenmesinde, hacimlerin ve yapı elemanlarının etkili olduğu farkedilmiş ve söz konusu biçimlendirmeyi etkileyecek çabalar gösterilmiştir."ağdaş anlamda hacim akustiğinin temelleri ise, 20. yy.' ın başlarında, Wallace Clement Sabine tarafından atılmıştır."(12)

Bilim ve teknolojideki hızlı gelişmeye paralel olarak ilerleyen hacim akustiği konuları, günümüzde elektroakustiğin de katkısıyla, kuramsal ve kılğısal alanda büyük gelişmeler göstermiştir.Elektroakustiğin gelişmesi, hacim akustiği alanı içinde yer alan; reverbrasyon süresi, yanıt eğrisi, gereçlerin yutma arpanları, konuşmanın anlaşılabilirliği, müziğin yetkin düzeyde dinlenebilmesi gibi pek çok konuda çeşitli ölçmeler yapılabilmesine olanak tanıyarak, kuramsal alandaki çalışmalara yardımcı olmuştur.Yapı akustiği, ya da başka bir deyişle gürültü denetimi, rahatsızlık verici etkisi olan seslerin denetlenmesi konularını içine almaktadır.

(10) - s. 4

(12) - s. 2

Kentlerde ve yapılarda gürültünün artması, yapı tekniğinde iskelet taşıyıcılar ve hafif gereçlerin kullanılması ile ortaya çıkan gürültü denetimi konusu, geçmişi yarım yüzyılı aşmayan ama hızla gelişen önemli bir dal oluşturmuştur. Elektroakustiğin, yapı akustiğine olan katkısı, hacim akustiğinde de olduğu gibi çok önemli bir rol oynayarak kuramsal çalışmaların, kılgısal çalışmalarda ölçmelerle desteklenmesini ve genişlemesini sağlamıştır.

Mimari akustiğin malzemesi olan ses; fiziksel bir olay olan, moleküllerin sıkışıp seyrelmeleri sonucu oluşan fizyolojik bir duyulanmadır. Seslerin, insanda uyandırdığı duyulanmaların biçim ve büyüklüklerin, yalnızca insanın fizyolojik yapısı ile sınırlandırılmayan, psikolojik, sosyolojik ve hatta etnik etkenlere olan bağımlılığı, mimari akustikle ilgili çalışmaların çok yönlü olmasını gerektirmektedir.

1.1. İÇ MEKANLARDA SES BASINÇ DÜZEYİ

Bu kavrama açıklık getirmeden evvel, öncelikle ses basıncını ve buna bağlantılı olarak düzeyi tanımlamakta yarar vardır. "Bir ortamda birim zaman içinde, birim alana gelen ses enerjisi miktarı Ses Şiddeti (I) olarak tanımlanır. (watt/cm²) Ancak ses şiddeti fiziksel bir değer olduğu ve tek başına bir anlam ifade etmediği için, işitilebilen en küçük ses şiddetine logaritmik oranı şeklinde belirlenen ses düzeyi olarak ölçülmesi gerekir. Formülü;

$$B = 20 \log \frac{P}{P_0} \quad \text{(Formül 1)}$$

P Ses basıncı (Mikrobar)

şeklinde dir. "(4) İnsan sesler arasındaki ayrımı kulağıyla oranlayarak yaptığından böyle logaritmik bir formül çıkmıştır. Akustikte verilen bir büyüklüğün, örneğin ses basıncının aynı cinsten bir referans büyüklüğe (işitilebilen en küçük ses şiddetine) oranının logaritmasının on katına düzey denildiğini formülden de görmekteyiz. Düzey kullanıldığında logaritmik skala ve desibel biriminin söz konusu olduğu bilinmelidir. Desibel biriminin de logaritmasal bir büyüklük olduğu unutulmamalıdır. Bu bakımdan dB cinsi büyüklüklerin toplama ve çıkarma işlemleri yapılırken, dB' in (mikrowatt/cm²)'ye daha sonra da mikrowatt/ cm²' nin de dB' e çevrilmesi gerekmektedir. (Ek 1a ve 1b) Kimi zaman ses basıncı ile birlikte kullanılan yeğinlik ise, yayılma doğrultusuna dik, birim alandan birim zamanda geçen ses enerjisidir.

Yeğinlik vektörel bir büyüklüktür; hem büyüklüğü hem doğrultusu vardır. Formülü ;

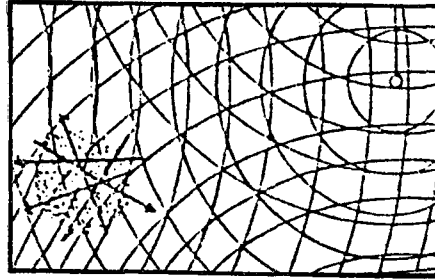
$$I = \frac{W}{4\pi r^2} \quad (\text{Formül 2})$$

(Kaynak)K

Birimi (w/cm²), (mw/cm²) , formüldeki (r) ise, kaynak - alıcı uzaklığıdır.

Kapalı bir hacim ile açık hava, ses alanları bakımından ayrı özellikler göstermektedir. Açık havada ses alanı, büyük oranda doğrultulu olmaktadır. Yani bir ses kaynağından yayılan sesler, belli bir uzaklıktaki birim hacimden, baskın doğrultusu olan ses ışınları biçiminde geçmektedirler ve buna "doğrultulu ses alanı" denilmektedir. Kapalı bir hacimde ise, iç yüzeylerden ardarda yansımalar sonucu, ses kaynağından belli bir uzaklıktaki birim hacimden değişik doğrultuda geçen ses ışınlarının oluşturduğu alana "yayınık ses alanı " denilmektedir.

Kapalı bir hacimde ses alanı, doğrultulu ses ve yayınık ses alanlarından oluşmaktadır. Ses alanının, yayınlık ya da doğrultuluk özelliğinin, ses kaynağına olan uzaklık ile değişeceği anlaşılmaktadır.



Şekil 1. Ses alanlarının yayılması (5) -s.5

Bu konu , araştırmanın 1.bölümünün 1.1.1. ve 1.1.2. numaralı altbaşlıklarında incelenecektir.

1.1.1. YANSIMIŞ VE DİREKT SES BASINÇ DÜZEYİ

Bir ses kaynağından çıkan ve hiç bir yüzeyden yansımada doğrudan doğruya alıcıya gelen sese direkt ses denilmektedir. Direkt sesin oluşturduğu ses düzeyi, ses kaynağının gücüne ve alıcı ile ses kaynağı arasındaki uzaklığa bağlı olarak değişmektedir.

"Ses titreşimleri, genel olarak küresel biçimde yayıldığı için birim yüzeye düşen enerji uzaklığın karesi ile azalmaktadır.

Küre yüzeyi $4(3.14 r^2)$ olduğuna göre, kaynak gücü (P) olan bir ses kaynağından, (r) uzaklığında bulunan bir noktadaki direkt sesin düzeyi aşağıdaki gibi ifade edilebilmektedir.

$$ID = \frac{P}{4(3.14 r^2)} \quad \text{Formül 3}$$

ID : Direkt sesin düzeyini,

P : Kaynak gücünü,

r : Ses kaynağına olan uzaklığı ifade etmektedir." (10)

Yayınık ses alanı , kapalı bir hacimde, belli bir ses kaynağından yayılan seslerin, iç yüzeylerden peşpeşe yansımaları sonucunda hemen hemen doğrultusuz duruma gelmeleriyle oluşmaktadır. Yansımış sesler ise, ses kaynağı ile ilgili olmayan pek çok doğrultudan gelen seslerdir. Yansımış sesin oluşturduğu ses düzeyi, ses kaynağının gücüne ve hacmin toplam yutuculuğuna bağlı olup kuramsal olarak, yayınık bir ses alanında, bir noktadan ötekine değişmemektedir.

Kapalı bir hacimde, yansımış sesin oluşturduğu ses düzeyi aşağıda formül 4 'de verilen eşitlik ile belirlenebilmektedir.

$$IY = \frac{P}{A} \quad \text{Formül 4}$$

IY : Yansımış sesin düzeyini ,

P : Kaynak gücünü ,

A : Hacmin toplam yutuculuğunu ifade etmektedir. (10)

Yansımış ses düzeyi toplam yutuculuğa bağlı olarak değişim göstermektedir. Bir hacmin toplam ses yutuculuğu, tam yutucu yani % 100 ses yutucu yüzey alanı cinsinden verilmektedir.

Toplam ses yutuculuğun simgesi (A_t) birimi ise, Sabine (m^2)' dir. Toplam ses yutuculuk, bir hacimde üç ayrı tür ses yutuculuğun toplamıdır.

$$A_t = A_y + A_b + A_h \quad \text{Formül 5}$$

A_t : Hacimdeki toplam ses yutuculuğu,

A_y : Hacimdeki yüzeylerin toplam ses yutuculuğunu,

A_b : Hacimdeki; eşya ve benzeri gibi birimsel nesnelere ile insan kitlesinin toplam ses yutuculuğunu ,

A_h : Hacmin havasının ses yutuculuğunu ifade etmektedir.(10)

formül 4' den de anlaşılacağı gibi iç mekanlarda yansımış ses düzeyi, hacmin toplam ses yutuculuğuna bağlı olarak değişim göstermektedir.

1.1.2. TOPLAM SES BASINÇ DÜZEYİ

"Kaynaktan doğrudan gelen ve hacim yüzeylerinden yansiyarak gelen ses enerjilerinin toplamı, toplam ses düzeyini oluşturmaktadır. Toplam ses düzeyinin yeterliliği, hacimdeki fon gürültüsüne*, insan kulağının duyarlılığından dolayı frekansa, sese bağlı olarak değişim göstermektedir. Çok genel bir ifade olarak önerilen toplam ses düzeyi değerleri, 50 ile 90 dB arasındaki toplam ses düzeyininin kabul edilebilir sınırlar içinde olduğu söylenebilmektedir." (1) İç mekanlarda toplam ses düzeyi, direkt ses ile yansımış ses düzeyinden oluşmaktadır. Direkt ses düzeyinin;

- Ses kaynağının gücüne,
- Alıcı ile kaynak arasındaki uzaklığa,

Yansımış ses düzeyinin ise;

- Ses kaynağının gücüne ,
- Hacmin toplam ses yutuculuğuna bağlı olarak değişim gösterdiği

daha önce açıklanmıştı. Bu durumda, hacmin herhangi bir noktasındaki

(1) -s.18

(10) -s.27

* Fon Gürültüsü : Bir sinyalin iletilmesi, algılanması, ölçülmesi veya kayıt edilmesinde kullanılan bir sisteme bütün kaynaklardan gelen seslerin toplam girişimidir.

toplam ses düzeyi, yansımış ses düzeyi ile o noktadaki direkt ses düzeyinin toplamı olarak tanımlanabilmektedir.

Direkt Ses Düzeyi + Yansımış Ses Düzeyi = Toplam Ses Düzeyi

Denklem biraz daha açarak yazılacak olursa ;

(Direkt Ses + İlk Yansıyan Ses) Düzeyi + Yansımış Ses Düzeyi = Toplam Ses Düzeyi , şekline dönüşmektedir. Denklem formüle dönüştürüldüğünde ise ;
Direkt ses düzeyi;

$$ID = \frac{P}{4 \times 3.14 \times d^2} + \frac{P}{4 \times 3.14 \times (a+b)^2} \times r \quad \text{Formül 6}$$

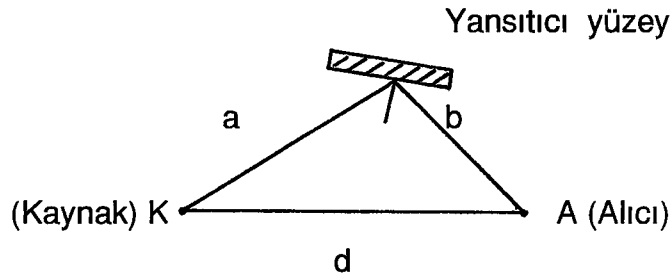
Yansımış ses düzeyi ;

$$IY = \frac{4P}{A} \quad \text{Formül 7}$$

Bu tanımlamaya göre Toplam Ses Düzeyi aşağıdaki eşitlik ile hesaplanabilir.

$$IT = \frac{P}{4 \times 3.14 \times d^2} + \frac{P}{4 \times 3.14 \times (a+b)^2} \times r + \frac{4P}{A} \quad \text{Formül 8}$$

Denklem sonundaki birim ise , (mw / cm²) çıkmaktadır. Bu büyüklüklerin 1 ve 1 'den yararlanılarak dB' e çevrilmesi gerekmektedir.



Çalışmanın Formül 8 ' deki eşitlikten yararlanılarak yapılması, toplam ses düzeyi değişimlerinin, yalnızca direkt ve yansımış sesteki değişimlere bağlı olarak elde edilmesini sağlayacaktır. Bu çalışmada amaca ulaşmak için farklı kullanım amaçlarının olması ve farklı planlardaki hacimlerin direkt ve yansımış ses

düzeylelerine bağlı olarak iç mekanlarda toplam ses düzeylerinin değişim ve sonuçlarının ortaya konulması amaçlanmıştır.Çalışmanın kapsamı içinde hacimlerin taban planlarındaki farklılıklarının ve kullanım amaçlarının iç mimaride hacim akustiğinde belirgin ayrımlar göstermesine dikkat edilmiştir.Ayrıca iç mekanlardaki ses düzeyi değişimlerini etkileyen değişkenler ile ilgili kabuller 1.3.altbaşlığında açıklanacaktır ve böylece konu, belirli sınırlar içinde tutulmaya çalışılacaktır.

1.2. İÇ MEKAN SİSTEM HESAPLANMASI

Bu altbaşlıkda; hacim akustiğininin tasarıma etkilerini belirleyebilmek için uygulama çalışmalarının yürütülmesine yardımcı olabilecek, sistem hesaplanması akış diyagramı ve bu uygulamanın yapılabilmesi için gerekli işlemler sıralanacaktır.

1.2.1. KULLANILIŞ AMAÇLARI VE HACİM ÖZELLİKLERİ

Daha önce 1.1. altbaşlığında açıklanan direkt ve yansımış ses düzeyi değişkenleri belirlendikten sonra, sıra salonların kullanım amaçları ve hacim özelliklerine gelmektedir.Hacimlerin pek çok kullanma amaçları olabilir.Araştırmanın içerisinde, kullanma amaçları, aşağıda yer alan konular gözönüne alınarak belirlenmiştir.

. Çalışmalar seslendirmesiz hacimler için gerçekleştirilmiştir.Seslendirmesiz hacimler; sesin elektronik olarak üretilmediği ve canlı müzik ve konuşmanın yapıldığı hacimler olarak seçilmiştir.

. Kullanma amaçları; konser salonları, tiyatrolar ve oditoryumlar olarak gözönüne alınmıştır.

. Seçilen kullanım amaçlarının, hacim akustiğinde özellikle ses düzeyinde belirgin ayrımlar yapmasına çalışılmıştır.Hacim akustiği açısından mekanların, kullanma amaçları, konuşma ve müzik olarak sınırlandırılmıştır.Konuşma sesi, müzik sesine oranla daha karmaşık bir yapıdadır ve belli bir hacim için konuşma fonksiyonu, hacmin akustiğini yalın bir biçimde etkilemektedir.Geniş kapsamlı bir konu olan müzik kullanımında ise, hacimlerdeki ses ortamı, müziğin türüne göre, birbirinden belirgin ayrımlar göstermektedir. Bu nedenle, müzik kullanımını tek bir tür olarak sınırlamamak gerekmektedir. Çalışmanın kapsamına birbirinden belirgin sessel ortam ayrımları gerektirmesinden ötürü , " oda müziği " ve " orkestra ile koro " nun alınması uygun görülmüştür.Özetle , çalışmanın kapsamında yer alacak kullanma amaçları yukarıda açıklanan nedenlerle , KONUŞMA - ODA MÜZİĞİ ve

ORKESTRA - KORO olarak belirlenmiştir. Hacim özellikleri ile ilgili olarak çalışmada gözönüne alınacak kullanma amaçları ve seçilecek hacim büyüklüklerinin sessel ortamda belirgin ayrımlar yaratması amaçlanmıştır.Hacim özellikleri denilince o hacmin ,

- . Boyutları ,
- . Taban, tavan özellikleri ,
- . Asma tavan olup olmadığı ,
- . Mevcut pencere, kapı, klima çıkış boşlukları gözönüne

alınmaktadır.Bu çalışmada kullanma amaçlarının, konuşma ve müzik olduğu belirtilmiştir.Konuşma fonksiyonu gözönüne alındığında çok değişik biçim ve büyüklükteki hacimlerde, bu fonksiyonun gerçekleştirilebileceği açıktır.Örneğin 200 m³ ' lük bir hacim konuşma için derslik olarak kullanılabilir gibi , 2000 m³'lük bir hacimde tiyatro konferans salonu gibi konuşma amaçlı olarak kullanılabilir.Konuşma açısından, hacim büyüklüğünde alt sınırında belirgin bir kısıtlama olmamasına karşın, 3.2. altbaşlığındaki proje çalışmalarında seslendirmesiz hacimler için reverbrasyon süresi hesapları yapıldığı için, üst ve alt değerlerin sınırlanması gerekmektedir.Hacmin işlevine bağlı olarak optimum yansım süreleri Tablo 1' den de görüldüğü gibi belirlenmiştir.Bunu iki özellik belirlemektedir.

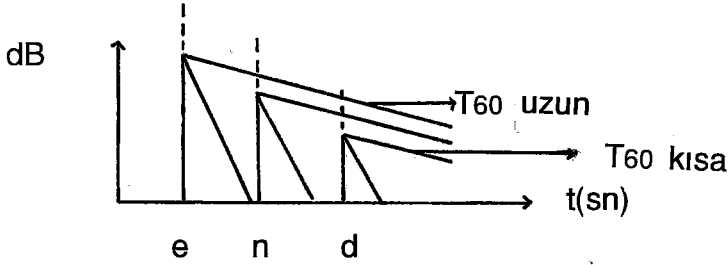
1-Hacmin kullanım amacı; konuşma , müzik, tiyatro benzeri işlevlerde (T60) kısa, dini müzik, yavaş tempolu müzik, opera benzeri işlevlerde (T60)'ın uzun olması istenmektedir.

2-Hacmin büyüklüğü; ses düzeyinin yükselmesi gereken bir hacimde reverbrasyon süresi uzun olmalıdır.Bu da büyük hacimler için istenilen bir durumdur.Daha önce .1. altbaşlığında belirtildiği gibi toplam ses düzeyi , direkt ses ve yansımış ses düzeylerinin toplamına eşittir.(T60) uzun olduğunda yansımış ses düzeyi de artar.Bu artış uygulamada en fazla 10 dB olduğunda kabul edilebilir niteliktedir.(T60)'ın uzun olmasının yararı hacimdeki ses düzeyini artırıcı etkisidir.Bu durum yukarıda da belirtildiği gibi büyük hacimlerde işitsel duyulanma için istenir.Böylelikle ses açık havadaki gibi kuru olmayıp, belli bir kalite kazanmaktadır

Müzik fonksiyonu gözönüne alındığında ise, konuşmanın aksine bir durum ortaya çıkmaktadır.Oda müziği genelde, daha küçük hacimlerde gerçekleştirilmekte ise de, orkestra ve koro fonksiyonu çok değişik ancak genelde büyük boyutlu hacimlere özgüdür.Yani müzik kullanımı açısından, alt

sınır daha belirgindir. Konuşma ya da müzikte yeralan seslerin, maskelemeye neden olarak birbirinin işitilmesine engel olmaması gereklidir. Bu açıdan sesin anlaşılabilirliğinde reverbrasyon süresi son derece önemlidir. Reverbrasyon, bir sesin izleyen ses oluşuncaya değin uzamasına neden olmaktadır. Bu maskelemeye yol açtığı belirlenmiştir.

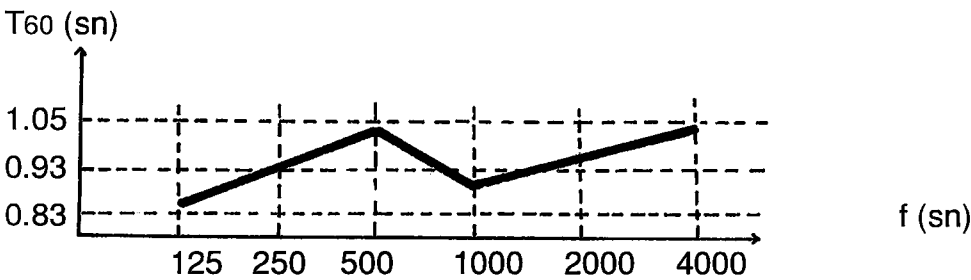
Buna karşın (T_{60})'in uzun olmasının zararı ise maskeleme olayıdır.



Grafik 1. Konuşma fonksiyonu içinde harflerin gösterilişi.

Konuşma içinde harfleri yukarıdaki gibi gösterdiğimizizi düşünelim. Sesli harflerin gücünün daha fazla olduğu görülmektedir ve bu durumda e harfi n harfini maskelemektedir. Yani (T_{60})'ı uzundur. Kısa olduğunda ise sesler birbirini maskelememektedir. Yukarıdaki eğriler sesin sönümlenmesini gösteren eğrilerdir. T_{60} kısa olduğunda ses açık havadaki gibi kuru olmaktadır. Hacim akustiği literatürlerinde bir diğer istenmeyen durum olan, distorsiyonlara yol açılmaması için, reverbrasyon sürelerinin frekanslara göre değişim göstermemesi tercih edilir. Bu nedenle reverbrasyon süresi hesabı yapılırken, 6 frekansa göre ortalama hesaplar yapılmış, elde edilen sonuçlar geçerli sayılmıştır.

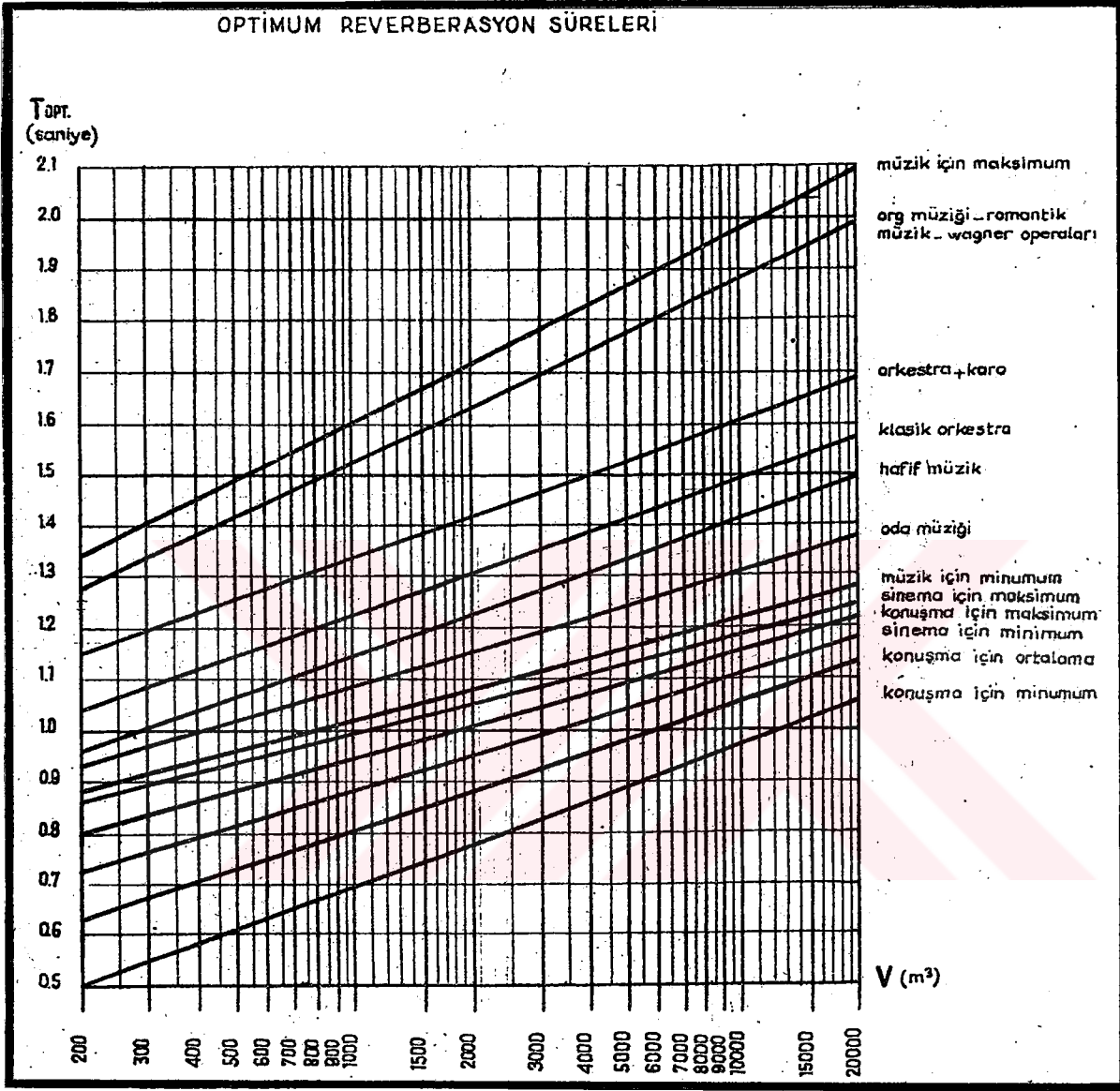
Bir örnekle açıklanacak olursa ; $T_{min}= 0.83$ sn, $T_{ort}=0.93$ sn, $T_{max}= 1.05$ sn olsun.



Grafik 2. T_{opt} değerlerinin frekans analiz grafiği.

Her kullanma amacında hacim büyüklüğüne göre reverbrasyon süreleri değişmektedir. Hacim büyüdükçe optimal reverbrasyon süresi uzamaktadır. Ayrıca her hacmin kullanma amacına göre optimal reverbrasyon sürelerinin minimum, ortalama ve maksimum olmak üzere üç ayrı değeri belirlenmektedir. Bu çalışmada hacimlerin, konuşma ve orkestra-koro müziği için optimal reverbrasyon sürelerinin ve ayrıca toplam ses yutuculuğun belirlenmesinde amaç, yansımış ses düzeyinin, dolayısıyla da toplam ses düzeyinin belirlenmesi olmuştur. Araştırmada yer alacak olan toplam ses yutuculuk değerleri, doğal olarak, optimal reverbrasyon süresini sağlayacak olan değerlerdir. Optimal reverbrasyon süreleri belli bir hacim için tek bir değer değil bir aralık şeklindedir. Bu açıdan değişik kullanma amaçları için belirlenen toplam yutuculuklar arasında belli bir oranın bulunması olanaklıdır. Bu çalışmada ortalama reverbrasyon süresi değerlerini kabul ederek, hacimlerin toplam ses yutuculuk değerleri hesaplanmıştır. Hacimlerin büyüklüğü ne olursa olsun, belli kullanım amaçlarına bağlı toplam ses yutuculukların, o hacim için minimum toplam ses yutuculuğun katları şeklinde değişmektedir.

Aşağıda görülen Tablo 1' de farklı büyüklüklerdeki hacimlerin farklı kullanım amaçlarının olması durumunda toplam ses yutuculuklara göre belirlenen optimal reverbrasyon süreleri görülmektedir.



Tablo 1. Araştırmanın kapsamına giren farklı kullanım amaçlarına göre değişik büyüklüklerdeki hacimlerin optimal reverberasyon süreleri.(10)

Toplam ses düzeylerinin saptanması ve irdelenmesi konusunda çizilecek grafiklerde ve yapılacak tablolarda kullanma amaçları toplam ses yutuculuğuna göre ifade edilecektir.

1.2.2. UYGULAMA AŞAMALARI

1.2. altbaşlığında, çalışmanın yürütülebilmesine yardımcı olabilecek hacim akustiği sistem hesaplanmasının ve bu uygulamanın yapılabilmesi için gerekli işlemleri sıralayan bir akış diyagramından söz edilmişti.

Daha sonra hacimlerin kullanılış amaçları ve hacim özellikleri anlatılmaya çalışılmıştı. Bu diyagram 1.2.2. altbaşlığının sonunda verilecektir. Şimdi ise, kullanma amaçları ve hacim özellikleri ortaya konduktan, Tablo 1' den reverbrasyon süresinin optimum değerleri belirlendikten sonra yapılacak işlemlere sıra gelmektedir. Öncelikle iki işlem yapılmaktadır bunlar; ses niteliği ve değerleri için yapılacak işlemler ve hacim gerektirdiği takdirde boyutlara bağlı olmak üzere yapılacak işlemlerdir. Ses niteliği ve değerleri için yapılması gerekli işlemler;

- . Sesin anlaşılabilirlik değeri ,
- . Dinleyici ve ses kaynağı arasındaki kritik mesafe ,
- . Maksimum ses kayıp mesafesi ,
- . Ses dağılması ,
- . Ses yutucu yüzeyler ,
- . Yankılanma, vurgusal yankılanma ,
- . Malzeme listeleri şeklinde sıralanmaktadır.

Bütün bu işlemlerden sonra, yapılması gerekli ikinci işlemler dizisine başlamak gerekmektedir. Bunlar yazının başlangıcında da belirtildiği gibi; hacim boyutlarına bağlı olarak gerektirdiği takdirde, öz frekans sayıları ve öz frekans tablolarının çıkartılması işlemleridir. Öz frekanslar ve yanıt eğrileri ile ilgili açıklamalar yazının ilerleyen aşamalarında 1.3.2. altbaşlığı altında anlatılacaktır. İstenilen değerler elde edilememiş ise, her iki işlem dizisinden de kullanma amaçları, hacim özellikleri ve uygun reverbrasyon süresinin belirlenmesi üst işleme geri dönülerek gerekli düzenlemeler yapılır. Ancak bundan sonra avan projelerle birlikte, işveren kurumda genel müdür düzeyinde bütçe görüşmeleri gerçekleştirilmektedir. Çalışmalar onaylandıktan sonra sıra mimari grup araştırmalarına gelmektedir ve salonun mimari, iç mimari tasarımlarına geçilebilmektedir. Bu noktada tasarımcılar çok önemli bir görevi yüklenmektedir. Ses yutma katsayısıyla kullanım amacına göre seçilmiş malzeme, çevre örgütleyici stürüktürler, tavan, duvar, döşeme kaplamaları ve ortaya konulmak istenen atmosferi ile tasarlanmış bir akustik hacim, tasarımcının işlevselliğini ortaya koymaktadır.

Tasarım aşaması tamamlandıktan sonra, sıra inşaat grubu çalışmalarına gelmektedir. Bu süreç içinde, ön görüşmelerde anlaşma sağlandıktan sonra, elektroakustik işlemlere geçilmektedir, eğer anlaşma sağlanamamış ise, tekrar bu işlemin başlangıcına dönülerek gerekli düzenlemeler yapılmaktadır .

Elektroakustik işlemlere geçildiğinde; elde edile akustik verilere göre elektroakustik donanımın listeleri, blok şemaların çıkarılması, kabloların, kesitte yerleştirme planlarının çıkarılması, hoparlörlerin konumlarının yatay ve dikey açılarının belirlenmesi, gerektiği durumlarda hoparlör etki diagramlarının yapılması, uygulamaya göre ses köprüsü oluşturabilecek noktaların belirlenmesi ve gerektiğinde faz ayarlanabilmesi için önlemlerin hazırlanması gibi elektroakustik işlemlerin yapılması gerektiği belirlenmiştir.

Bütün bu işlemlerden sonra artık uygulama aşamalarına geçilebilmektedir. Bu aşamaları sıralamak gerekirse ;

-Akustik izolasyon, ses yansıtıcılık ve yutuculukta kullanılacak malzemelerin istenen ses yutma çarpanı değerinde olup olmadığını belirlemek için gerekli ölçümlerin yapılması,

-Montaj yapılırken devamlı testler ile takip edilmesi, testlerde çıkacak problemlerin inşaat grubu ile ilişkiye geçerek düzeltilmesinin sağlanması ,

-Ele geçen elektroakustik malzemenin, akustik şartlara uygunluğunu sağlamak için ön ayarların yapılması, diyagramların çıkartılması, kullanılacak kablo malzemesinin montajdan evvel kontrolünün yapılması, özellikle yerli malzeme kablaaj ölçümlerinin yapılarak gerekiyorsa yenisini kullanmak veya kabul edilebilir sınırlarda ise, elektronik yoldan önlemlerin alınması,

-Tesisatın bitiminde kontrollerinin yapılması,

-Işık şiddetini azaltıp çoğaltmaya yarayan uzaktan kumanda edilen bir sistem kullanılacaksa elektrik tesisatı grubu ile ilişkiye geçilerek mikrofon tesisatına zarar vermeyecek önlemlerin alınmasının sağlanması ,

-Son şeklini almış, amaca uygun olarak iç seviye ayarları ileride karıştırılmayacak şekilde sabitlenmiş ve hazırlanmış donanımın ayrıntılı frekans cevap eğrileri ve seviye tablosunun çıkartılması,

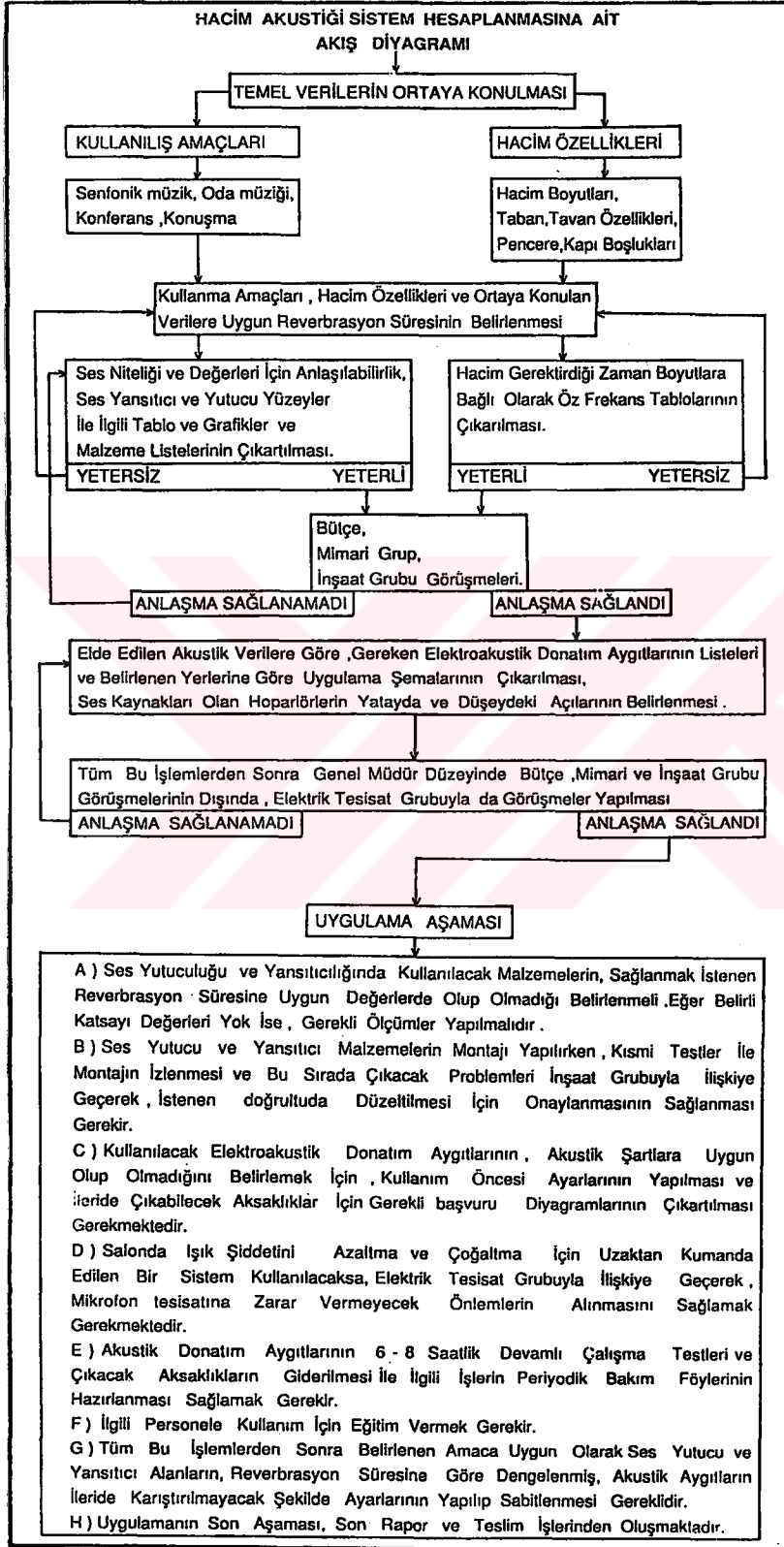
-Periyodik bakım föylerinin hazırlanması ,

-Altı ya da sekiz saat devamlı olarak çalışma testleri ve çıkabilecek aksaklıkların giderilmesi işlerinin yapılması,

-Bu sistemi kontrol edecek ilgili personele kullanma için gereken eğitimin verilmesinin sağlanması,

-Son rapor ve teslim işlemlerinden oluşmaktadır.Böylece iç mekan reverbrasyon süresinin hesaplanması ve bundan sonra yapılacak olan tüm tasarım ve tasarımın gerçekleştirilmesine yönelik çalışmaların, işletme görüşmelerinin , pratik bir akış diyagramı tamamlanmış olmaktadır. Bu diyagram akustik özellikleri olan bir salonda, gerçekleştirilecek olan tüm işlemleri kısa ve net bir biçimde ortaya koymasıyla, konuya hakim olacak genel bir bakış açısı kazandırmaktadır.Bu bakımdan bir akustik çalışmayı sonuca götürmekte değerli bir başvuru diyagramı olduğu belirlenmiştir. Bu diyagram arka sayfada verilmiştir.



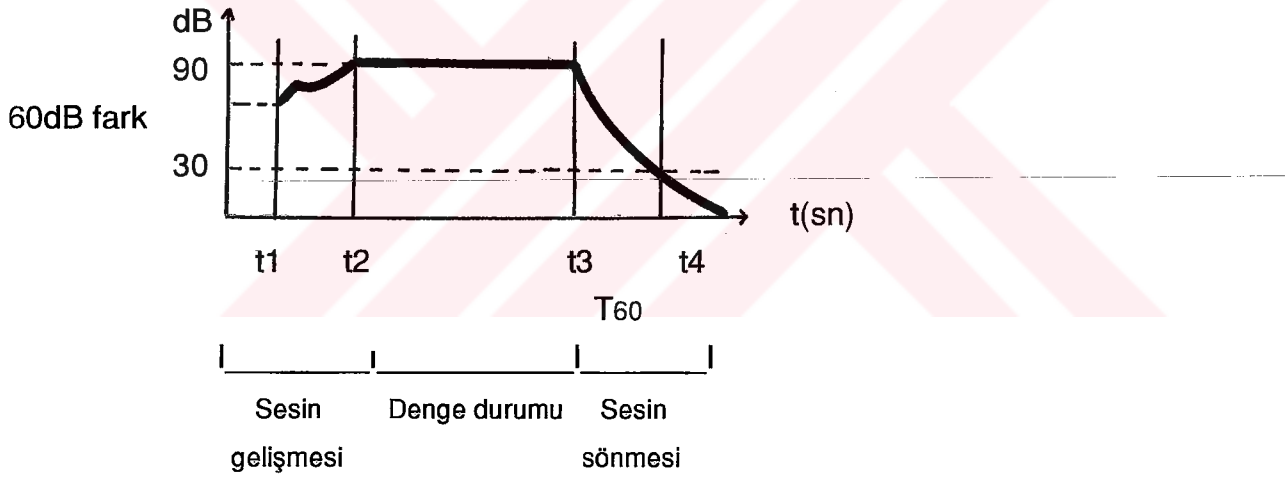


Şekil 31.Hacim akustiği sistem hesaplanması akış diyagramı.(10)-s.20

1.3. REVERBRASYON SÜRESİ ÖLÇMELERİ

Araştırmanın buraya kadar olan bölümünde, hacim akustiği ile ilgili olarak, iç mekanlarda ses düzeyi ve iç mekan sistem hesaplanması anlatılmıştı. Şimdi ise bir hacmin en önemli karakteristiklerinden biri olan reverbrasyon süresi ölçmeleri açıklanılmaya çalışılacaktır. Reverbrasyon süresi, bir hacimde ses kaynağı kapandıktan sonra ses düzeyinin 60 dB düşmesi yani, ses erkesinin milyonda bire inmesi için geçen süreye denilmektedir, birimi saniyedir. (11) Bir hacimde reverbrasyon süresinin uzunluğu, sesin yayınlığının, ses düzeyinin ve sessel kalitenin yani, sesin artistik değerinin artmasını sağlar.

Fakat kullanım amacı konuşma olduğunda reverbrasyon süresinin uzun olması, seslerin birbirini hızla izlemesini, yani bir önceki sesin, bir sonraki sesi maskeleymesini ve konuşmanın anlaşılabilirliği bozmasına neden olmaktadır. Reverbrasyon süresi temelde hacmin özelliklerine de bağlı bir kavramdır.



Grafik 3. Reverbrasyon süresinin grafik olarak anlatımı.

Reverbrasyon süresi grafikten de görüldüğü gibi sesin sönme süresi ile ilgili olarak ortaya konmuş ve uzun yıllardan beri akustikçilerce en çok kabul görmüş olan bir parametredir. Bu parametrenin, bir hacmin akustiğinin belirlenmesi açısından en önemli parametre olduğu yolundaki düşünceler günümüzde de önemini çok fazla kaybetmemiştir. Bu olguyu, bir çok yeni parametrenin tanımlanmasında reverbrasyon süresinden yararlanılmasından da görebilmekteyiz.

Sesin düşme hızı konusunda bir gösterge olan bu parametre, hacimlerin ortalama yutuculuklarının değişik açılardan ele alınması ile ortaya çıkan değişik formüllerle belirlenebilmektedir. Reverbrasyon süresinin belirlenmesinde, Sabine, Eyring Millington yöntemlerinden söz edilebilmekte ve bunlar içinde, pratikteki hacim özelliklerinin en uygun düştüğü Eyring formülü yaygın olarak kullanılmaktadır.

(1, 6, 12)

"Yapılacak reverbrasyon hesaplarının Sabine, Eyring ve Millington formüllerinden hangisi ile yapılacağı önemli bir konudur. Genellikle ortalama yutma çarpanının 0.1' den büyük olduğu iç mekanlar için Eyring formülü önerilmektedir. Hacim akustiği açısından önemli büyük iç mekanların hemen hepsinde ortalama yutma çarpanının 0.1' den daha büyük olacağı Tablo 1' den anlaşılmaktadır. Bu bakımdan Eyring formülü önem kazanmaktadır." (15) Bu nedenle bu tez çalışmasında da Eyring formülü kullanılmıştır.

Eyring, yüzeylerde etkin yutuculuk (A_y) kavramını oluşturmuş ve (A_y)' nin hesabı için, ortalama yutma çarpanı (a) hesabını kullanmıştır.

$$a = \frac{A_y}{S} \quad \text{Formül 9}$$

yani açık yazılışı ile ;

$$a = \frac{a_1.S_1 + a_2.S_2 + \dots + a_n.S_n}{S_1 + S_2 + \dots + S_n} \quad \text{Formül 10}$$

Eyring'e göre A_y ;

$$A_y = -S.2.3.\log(1-a) \quad \text{Formül 11}$$

Buna göre T_{60} ;

$$T_{60} = \frac{0.16.V}{A_b + A_h - S.2.3.\log(1-a)} \quad \text{Formül 12}$$

şeklindedir.

(1)-s.74-111

(6)-s.90

(12)-s.20

(15)-s.7

Hesap Biçimi ve Tatonmanlar :

0.16.V

$$T_{opt} = \frac{0.16.V}{A_y + A_b + A_h}$$

Formül 13

genel formülünde T_{opt} , çizelgelerden bulunduktan sonra söz konusu iç mekanların kullanma amaçları birden fazla ise, bunların T_{opt} larının birbirine yakın olmasına dikkat edilir. Dinleyici sayısı ve buna bağlı (A_b) , genellikle verilmiştir yani bellidir. İç mekan hacmi ve buna bağlı (A_h) 'da tablolardan yaklaşık olarak bilinir. Böylece geriye (A_y) kalmaktadır. Genel formülden (A_y) çıkarılır ve sayısal değeri bulunur daha sonra bu değere yaklaşmak için Eyring formülünün özelliklerine göre tatonmanlar yapılır. (A_y) birçok sayısal değer toplamasından oluştuğuna yada birçok sayısal değer belli bir ortalaması ile ilgili olduğuna göre, dolaysız bir hesap yöntemi ile bütün bu terimlerin belirlenmesi olanaksızdır. Bu nedenle tatonman yöntemine başvurmak zorunludur. Değişik formüllerin özelliklerine göre tatonman biçimleri, yani neye yaklaşılabileceği ayrıntılar gösterir. Eyring formülünde $A_y = -S.2.3.\log.(1-a)$ 'dır. Bu formülde ortalama yutuculuğun hesaplanarak sayısal değerinin bulunması ve tatonmanlarla bu değere yaklaşılması gerekir.

Ay 'ye Yaklaşılamaması Durumu :

Mimari avan projede, akustikle ilgili konuların hiç düşünülmemiş olması ya da başka nedenlerle , hacim akustiği etüdü yapılan iç mekan öyle elverişsiz olabilir ki, (V) , (A_b) ve (S) değiştirilmedikçe (T_{opt}) 'a yaklaşmak çok güç olabilir ve çok zorlanmış çözümleri gerektirebilir. Bu durumda;

1-İç mekana ek yüzeyler katılarak, yada genelde (V) değiştirilmeden (S) her türlü çözümlerle çoğaltılarak ya da azaltılarak değiştirilebilir.

2-Hacmin büyüklüğü yani (V) değiştirilebilir. Bu durumda (A_h) 'da değişecektir.

3-Ya da dinleyici sayısı ve varsa birimlerin sayısı değiştirilebilir yani (A_b) değiştirilebilir. Formül 13 incelenerek konunun mimari ve öteki özellikleri düşünülerek bu yollardan biri ya da birkaçına başvurulabilir. Bu durumda (A_y) de değişeceğinden, (A_y) 'nin ve (a) 'nın yeniden hesaplanması gerektiği unutulmamalıdır. (15)

Özetle reverbrasyon süresi; hacim büyüklüğüne, iç yüzey alanlarına, yüzey gereçlerine, havanın ses yutma çarpanlarına ve hacimdeki koltuk, insan gibi birimsel nesnelerin toplam ses yutuculuğuna yani, birim sayısına ve birim ses yutuculuğa bağlıdır. Hacim akustiği ile ilgili belli başlı ses ölçmeleri ;

- Reverbrasyon süresi ,
- Hacimde ses düzeyi dağılımı ve
- Öz frekanslar olarak sınırlandırılabilir.(11)Bir hacmin en önemli

karakteristiklerinden biri olan reverbrasyon süresi geniş anlamda belli bir kullanım amacı için, bir hacmin uygunluğunu belirlemektedir.Reverbrasyon süresi ölçmeleri, ölçmede istenilen kesinliğe, koşullara ve olanaklara bağlı olarak, laboratuvar ve bitmiş bir hacimde olmak üzere iki şekilde yapılmaktadır.Akustiğin pratiği ile uğraşan kimseler, laboratuvar ölçmelerinin özel enstitülerde sağlanabilmesinden ötürü, yerinde ölçmeleri tercih etmektedirler.Şimdi bunlar açıklanılmaya çalışılacaktır.Reverbrasyon süresi ölçümlerinde kullanılan laboratuvar ortamlarında, reverbrasyon ölçüm odaları; akustik laboratuvarların çoğunda bulunan, özel olarak tasarlanmış hacimlerdir.Bu tür odaların, birbirlerine paralel olmayan minimum ses yutuculukta yüzeyleri, mümkün olan en uzun reverbrasyon süresini, genelde 12 sn' den fazla olacak şekilde sağlamak üzere düzenlenmişlerdir.Reverbrasyon ölçüm odaları, genel olarak, yüzeylerin ses yutma çarpanlarının ölçülmesinde ve gürültü kaynaklarının ses güçlerinin belirlenmesinde kullanılmaktadır.Uzun reverbrasyon sürelerine ise, merdiven boşlukları ve kilise gibi mekanlarda rastlanmaktadır.Ses gücü belirlemelerinde kullanılan, bir başka özel hacim tipi de, yankısız yani serbest alan odalarıdır.Bu tür bir odanın bütün yüzeyleri, tüm işitilir alandaki reverbrasyon süresi sıfır olacak şekilde, ses enerjisi yansımalarını önleyen, ses yutucu gereçlerle kaplıdır.Yapı akustiğinde rastlanan hacimlerin reverbrasyon süreleri genel olarak bu iki uç durum arasındadır.Mevcut bir hacimde, reverbrasyon süresini ölçmenin geleneksel yöntemi ise, oktav bantlarda filtre edilmiş ve amplifikatörde güçlendirilmiş beyaz gürültü kullanarak, ses kaynağını aniden susturmak ve ses düzeyinin 60 dB düşmesi için geçen süreyi kaydetmektir.

Ses, genellikle mikrofonla alınır ve ses basınç düzeyi ölçen bir aygıt olan sonometre ile yüksek hızlı bir grafik çizere verilir. Aygıtın bilinen bir hızla ilerleyen, çıktı kağıdında, zaman fonksiyonunda ses basınç düzeyi değişimlerini gösteren bir eğri oluşmaktadır.

Reverbrasyon süresi bu eğri yoluyla belirlenmekte ve gelişmiş reverbrasyon süresi ölçme sistemleri, erken düşme süresi ile klasik reverbrasyon süresini ölçebilmektedirler. Genel olarak hacim, bir hoparlör ve amplifikatör yoluyla, elektronik olarak üretilmiş geniş bantlı gürültü verilerek uyarılmaktadır. Reverbrasyon ölçmelerinde belli bir frekans bandındaki toplam ses basınç düzeyine oranla, bir hacmin tüm rezonanslarının bileşiminin, ortalamasını elde edebilmek için, bir gürültü bandı gerekmektedir. Bir hacmin reverbrasyon süresi laboratuarda ölçülürken, zaman sorunu olmadığından gözlemci, ölçmeleri gereken sürede yapabilmektedir. Öte yandan, mevcut bir hacimde, ölçmelerin daha hızlı yapılması gerekebilir. Yerinde ölçmeler için, ek bir elektrik kaynağı ile kullanılabilen taşınabilir ekipman tercih edilmektedir. Zaman kazanmanın iyi bir yoluda, yerinde ölçmelerde bir teyp kullanmak ve gerekli analizi laboratuarda yapmaktır.

Reverbrasyon süresi ölçmeleri, değişik ekipmanlarla yapılmaktadır. Genel olarak, mevcut hacimlerin reverbrasyon sürelerinin ölçülmesi gerektiğinden, ölçme ekipmanının taşınabilir olması önem kazanmaktadır. Kullanılmakta olan taşınabilir ekipmanlar temelde iki tipden oluşmaktadır; bir, grafik çizici ve ses düzeyi ölçen alet olan sonometreden oluşan ekipmanlar ve ikincisi, göstergelerinde doğrudan reverbrasyon süresi değerini veren ekipmanlar. Göstergelerinde doğrudan reverbrasyon değerlerini veren ekipmanların; temelde oktav ya da 1/3 oktav analizörlerle birlikte kullanılan ve reverbrasyon süresini hesaplama modülleri olan, ses basınç düzeyini ölçen sonometreler olduğu belirlenmiştir.

"Reverbrasyon süresine formüldeki yaklaşıklık ve özellikle hesaplarda kullanılan yutma çarpanları ile, iç yüzeylerdeki gerçek yutma çarpanlarının gösterdiği ayrımlar, bu hesaplara gereğinden fazla değer verilmesinin pek doğru olmayacağını göstermektedir. Yine de hacim akustiği etüdlerinde reverbrasyon süresi hesapları oldukça önemli bir yer tutar ve mutlaka büyük bir titizlikle yapılmalıdır. Bunun yanında hiç unutulmaması gereken bir gerçek, uygun reverbrasyon süresinin bir hacmin akustiğinde tek belirleyici olmaktan uzak

olduğudur.Reverbrasyon süresi dışında bir çok etken bir hacmin akustiğini büyük oranda etkiler ve eğer bunlar dikkate alınmamışsa reverbrasyon süresi en uygun değere getirilmiş olsa bile bir iç mekan, hacim akustiği açısından kötü ve kusurlu olabilir.Reverbrasyon olayında, sesin sönmesi gibi, gelişmesi ve bu gelişmedeki düzende önemlidir.Bu konuda Haas' ın çalışmaları ve kendi adıyla anılan kriteri büyük önem taşır.Bir iç mekanda reverbrasyon süresi ile ilgili hesap ve önlemlere benzer çalışmaların sesin gelişmesi aşaması içinde yapılması gerekir.Hacmin öz frekanslarında hacim rezonansa girer.Bu öz frekansların dağılışı, hacmin cevap eğrisinin düzgün olmasında büyük rol oynar.Frekans boyutunda, sağır ve çok sesli bölgelerin bulunuşu yani hacmin her frekansa aynı biçimde cevap vermeyiş, kimi frekanslar için sağır, kimi frekanslar için çok duyarlı oluşu büyük bir kusurdur.Cevap eğrisindeki düzensizlikler, biçimlerine göre değişik türden kusurlara neden olurlar.Reverbrasyon süresi çok iyi olsa bile bu tür kusurlar o hacmin akustiğinin çok kötü olması için yeterlidir. Bir iç mekanda, bir dinleyicinin, gözü kapalı olsa bile, ses kaynağının yerini yani doğrultusunu ve uzaklığını algılaması gerekir.Bunun aksi dinleyicide belli bir rahatsızlık doğurur.İç mekamlarda varlık kriteri adıyla anılan bu durumda, hacmin akustiğini etkileyen değişik etkenlerden biridir.Varlık kriterinin sağlanması da yukarıda sayılanlar gibi, bir takım hesapların yapılması ve önlemlerin alınmasına bağlıdır.Yukarıda birkaç somut örnekle de açıklanmak istendiği gibi reverbrasyon süresi hesapları "iyi bir akustik için" gerekli ve önemli ama asla yeterli değildir."(15)

1.3.1. HACİMDE SES DÜZEYİ DAĞILIMLARI

Araştırmanın bundan önceki bölümünde, hacim akustiğinde reverbrasyon süresi ölçmeleri anlatılmaya çalışılmıştı.Şimdi ise, hacim akustiği; hacimde ses düzeyi dağılımları ve öz frekanslar olmak üzere iki altbaşlıkta açıklanılacaktır.Bir hacmin, değişik noktalarında ses basınç düzeylerinin dağılım biçimi, tiyatro, konser salonu, oditoryum gibi salonların tasarımcı ve üreticileri için özel bir önem taşımaktadır.Bu tür yapılarda, sesin tüm dinleyici alanında olabildiğince düzgün dağılması son derece önemlidir.

Bunun için tasarım aşamasında; model tekniği ölçmeleri ve mevcut hacimde ölçmeler yapılarak, varılmak istenen sonuca ulaşılabilmektedir.

Birinci seçenekte , tasarım aşamasında iken, özel bir tasarımın, sesin dağılımı üzerindeki etkisi, önerilen yapının küçük ölçekte bir modeli kullanılarak bulunmaktadır. Teorik olarak, gerçek boyutlu bir hacimde yapılabilen tüm ölçmeler bir akustik model üzerinde de yapılmaktadır. Yine de model yani maket oluşturulmadan önce çözümlenmesi gereken üç ana sorun vardır; bunlar, kabul edilebilir duyarlılık ve frekans yanıtı uygun iletme sistemlerinin seçimi, yüzeylerin ses yutma çarpanlarının modellendirilmesi ve havanın ses yutma çarpanının modellendirilmesidir. Model deneylerinde kullanılan frekans uyarısı, modelin ölçeğinin küçülmesi oranında, büyütülmektedir. Modelde istenilen ses alanı elde edildikten sonra, küçük bir mikrofon kullanılmaktadır. Mikrofonla alınan sinyal, güçlendirildikten sonra, analiz edilmekte ve alıcı mikrofonun model hacimdeki yerinin değiştirilmesi sonucunda, modeldeki ses dağılımı elde edilmektedir. Model teknikleri belli bir dereceye kadar, konuşmanın anlaşılabilirliği gibi öznel değerlendirmelerde de kullanılabilir. Müzik ya da konuşma, önce bir yankısız odada kaydedilmekte, sonra 1/10 ölçekli model hacimde, kayıt hızından on kez hızlı çalınıp, model hacimdeki ses yeniden kaydedilmektedir. Böylece frekans transformasyonundan sonra kulaklıkla dinlenip model tekniği reverbrasyon süresi ölçümü tamamlanmış olmaktadır.

Mevcut hacimde ise, ses dağılımı, doğrudan doğruya, hacme bir ses kaynağının yerleştirilmesi ve ses düzeyi ölçen sonometre kullanılarak, hacimdeki değişik noktalarda ses basınç düzeyinin ölçülmesi yoluyla yapılmaktadır. Ses kaynağı, hacmin normal kullanımındaki en olası konumunda bulundurulmaktadır. Bu ölçmeler sonucunda, istenen üniformluktaki ses dağılımını sağlamak için ses yansıtıcı ve yutucu yüzeyler gibi akustik önlemlere gerek duyulup duyulmadığına karar verilmektedir.

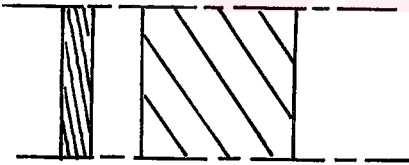
1.3.2. ÖZ FREKANSLAR VE YANIT EĞRİSİ

Araştırmanın bundan önceki bölümünde, hacim akustiğinde reverbrasyon süresi ölçmelerinin iki seçenekte anlatılacağı belirtilmiş, bunlardan birincisi olan hacimde ses düzeyi dağılımları açıklanılmıştır. Şimdi ise, bu seçeneklerden ikincisi olan öz frekanslar ve yanıt eğrisi anlatılacaktır. Titreşim yapabilen bir sistem, titreşime sokulduğunda ortaya çıkan titreşimlerin frekansına öz frekans denir. Bir başka deyişle bir nesne serbest

titreşime bırakıldığında ortaya çıkan frekansa verilen isimdir denelebilir.Örneğin bir kemanın telini çekip bıraktığımızda telin çıkardığı sesin frekansı onun öz frekansıdır ve bu telin boyuna bağlıdır yani öz frekans nesneye aittir.Titreşim yapan bütün nesnelere öz frekansları vardır.Levhaların ve daha birçok nesnenin öz frekansları vardır fakat bunların tek boyutlu nesnelere (teller) farkı birden çok öz frekansları olmasıdır.Hacimlerin öz frekansları ise, hacmin boyutuna ve biçimine bağlıdır.

Titreşem yapan bir sistem öz frekansından farklı bir frekansla zorla titreştirilirse buna zorlama frekans denilmektedir ve bu durum hoparlör, mikrofon gibi aletlerde kullanılmaktadır.Yine bir örnek verilecek olursa, bir salıncağa dıştan bir kuvvet vererek saniyedeki salınım sayısının artırılması zorlama frekansa benzetilebilir.

Rezonans : Rezonans kavramı genellikle öz frekans ile bir arada kullanılmaktadır.Öz frekansı olan sistemlerde olabilen bir olaydır.Etki eden bir frekansın öz frekansa uyması durumunda genliğin büyümesine rezonans denir.Aynı fonda aynı frekansta bir dış gücün etkisiyle rezonans olur ve genlik büyür.Örneğin 100 Hz.lik öz frekansa sahip bir teli titreştirmek için 100 Hz.lik bir ses düzeyi yüksek olmak şartıyla kullanılabilir.Rezonansın etkilerinin içinde; müzikal seslerin doğması ve çift cidar uygulamalarını sayabiliriz.Çift cidar uygulamalarında kalın olan cidarın gürültünün geldiği tarafta olması istenir.



Gürültü kaynağı

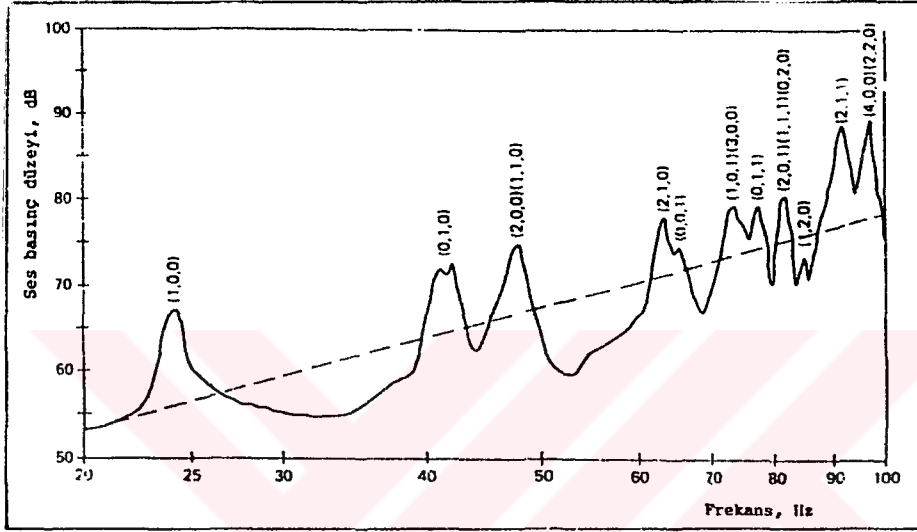
Şekil 2.Çift cidar uygulaması.

İki cidarın öz frekanslarının aynı olmaması gerektiğinden kalınlıkları farklı olmalı ve birbirinin tam katları şeklinde de olmamalıdır.Bunun nedeni sesin uyumlularından dolayı gürültünün diğer yüzeye geçebileceği olasılığıdır.

Hacimlerin öz frekansları, hacimde belli bir noktaya yerleştirilmiş hoparlörden çıkan ve frekansı bilinen sesin, başka bir noktaya yerleştirilen mikrofonla alınarak, iletimdeki dengesizliklerin saptanması yoluyla belirlenebilmektedir.

Hoparlör hacmin bir köşesine, mikrofonda çapraz durumdaki başka bir köşesine yerleştirilmekte ve yalın sesler oldukça düşük bir hızla taranınca, kılısal olarak hacmin tüm öz frekansları uyarılmış olmaktadır.Grafik 4'de bu tür bir hoparlör ve mikrofon konumlandırılmasında , boyutları 2,5 x 3 x 7 m. olan

bir hacimde, yalın seslerin 20 Hz ile 100 Hz arasında yer alması durumunda, oluşan ses iletiminin tipik bir örneği görülmektedir. Ölçmenin, aynı hoparlör ve mikrofonla yankısız odada yapılması durumunda elde edilen yanıt, Grafik 4 ' de kesikli çizgilerle gösterilmiştir. Bu iki eğri arasındaki fark, hacmin hoparlörlerin yankısız odadaki yanıtı üzerindeki renklendirme etkisi olarak da adlandırılmaktadır.



Grafik 4. Hacimde bir mikrofon ve hoparlör konumlandırılmasında oluşan ses iletiminin tipik bir örneği. (11)-s.149

1.4. SESGEÇİRMEZLİKLE İLGİLİ ÖLÇMELER

Araştırmanın bundan önceki bölümünde hacim akustiğinde reverbrasyon süresi ölçmelerine değinilmişti. Burada ise, sesgeçirmezlikle ilgili ölçmeler anlatılmaya çalışılacaktır. "Yapı elemanlarının sesgeçirmezliklerinin, sesin havada ya da katıda doğmasına bağlı olarak önemli değişimler göstermesi, sesgeçirmezlik ölçmelerinin iki ana başlık altında toplanmasına yol açar; havada doğan sesler için sesgeçirmezlik, katılarda doğan yani darbe gürültüleri için sesgeçirmezlik. Yapılarda havada doğan sesler, sesi doğrudan havaya yayımlayan, insan ve hoparlör gibi, ses kaynaklarının yol açtığı seslerdir. Öte yandan ses kaynakları, katı bir biçimde yapı elemanlarına temas ettiğinde ses, katılarda da doğmakta ve yayılmaktadır.

Katılarda doğan ve yayılan ses, genelde darbe gürültüsü ya da titreşim yapan nesnelere kaynaklanmaktadır. Bu tür seslerin en tipik örnekleri, tesisat gürültüleri, adım sesleri ve kapıların çarpılmasından çıkan sesler olmaktadır. İki hacim arasında sesgeçirmezliğin belirlenmesinde, hacimlerden

biri verici, yani ses kaynağı ve öteki ses alıcı hacim olarak adlandırılmaktadır.Gürültü denetiminde temel sorun, kaynağın bulunduğu hacmin, ses alıcı hacimde yol açtığı, ses basınç düzeylerinin belirlenmesi ve azaltılmasıdır.Bir yüzeyin sesgeçirmezliğinin ölçülmesinde, ses alıcı ve verici hacimlerdeki ortalama ses basınç düzeyleri kullanılmaktadır.Sesgeçirmezlik ölçmelerinde gereken temel ekipman; ses verici olarak hacme yerleştirilen bir ses kaynağıdır ki, bu bir hoparlör ya da standart darbe gürültüsü üretici olabilmekte, ikinci olarak ses alıcı, bunlara ek olarak da; kaynak hacimlerdeki ses basıncını ölçmede kullanılan analizörlü sonometre ile amplifikatör yani yükselteçtir." (14)

Ölçmeler, sonuçta istenen kesinliğe, koşullara ve olanaklara bağlı olarak, yerinde ölçmeler ve laboratuvar ölçmeleri olarak ikiye ayrılmaktadır.Söz konusu ayırım, hem havada doğan sesler hem de darbe gürültüsü için geçerli bulunmaktadır.

1.4.1. HAVADA DOĞAN SESLER İÇİN LABORATUVARDA VE YERİNDE ÖLÇMELER (10)

Açık havada ya da serbest alanda ses üreten bir kaynak, dolaysız sesi oluşturmaktadır.Oysa kapalı hacimlerde, sesin hacmin yüzeylerinden az ya da çok yansımaları nedeniyle oluşan, yansımış ses meydana gelmektedir.Yansımış sesin düzeyi, kaynağın gücüne ve hacmin toplam ses yutuculuğuna bağlıdır.Kapalı hacimlerde ses basınç düzeyi, yansımış ve dolaysız ses basınç düzeylerinin toplamından oluşmaktadır. İki hacmi birbirinden ayıran yüzey, duvar ya da döşeme üzerine gelen ses enerjisi, toplam ses enerjisidir. Yüzeye gelen ses enerjisinin, bir bölümü yansımakta bir bölümü de yutulmaktadır.Ses alıcı hacme, yüzeyin yayımladığı enerji ve dolayısıyla yüzeyin yol açtığı sesgeçirmezlik, en basit anlatımla sesin frekansına, yüzeyi oluşturan gerecin yapısına ve en önemlisi de yüzeyin yoğunluğuna bağlıdır. Kitle ağırlığı arttıkça, ses titreşimlerinin yüzeyi titreştirmesi güçleştiğinden, yüzeyin de sesgeçirmezliği artmaktadır.

(10) -s.112

(14)-s.55

Yapı elemanlarının havada doğan sesler için, sesgeçirmezliğinin belirlenmesini amaçlayan laboratuvar ölçmelerinde (ISO140/III)- 1978 kullanılmaktadır.Söz konusu standart, duvarlar döşemeler, kapılar, pencereler, cepheler ve cephe elemanları gibi yapı elemanlarının, havada doğan sesler için sesgeçirmezliğinin ölçülmesinde kullanılacak bir laboratuvar yöntemi tanımlar.Bu yöntemle elde edilen sonuçlar;

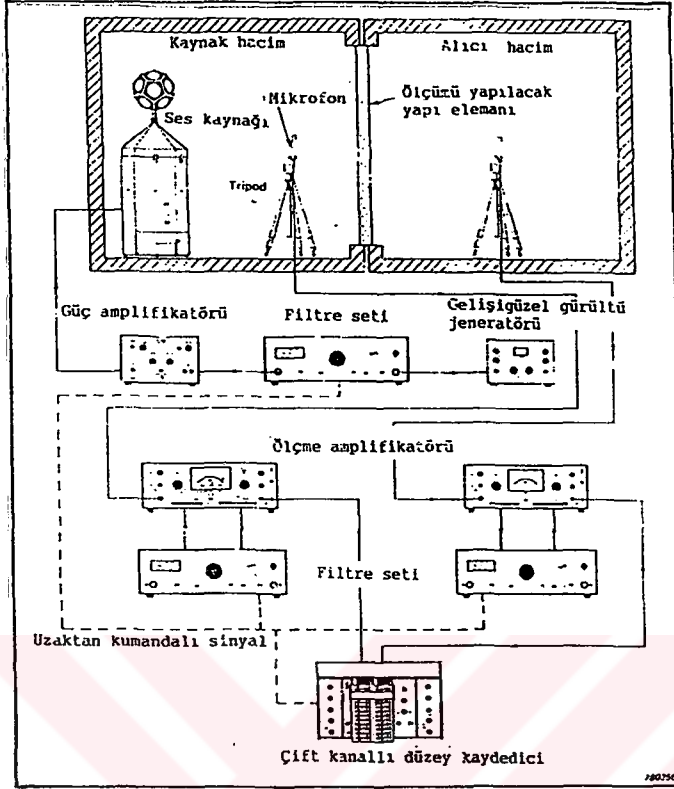
-Yapı elemanının uygun akustik özellikleri olacak biçimde tasarlanmasına ,

-Yapı elemanlarının sesgeçirmezliklerinin karşılaştırılmasına ,

-Yapı elemanlarının sesgeçirmezliklerini göre sınıflandırılmalarına yaramaktadır.Sesgeçirmezliğin laboratuvarda ölçülmesinde, genellikle havada doğan seslerin, tek geçiş yolu, ses verici hacimle ses alıcı hacim arasındaki cidar yani ölçülecek eleman olacak biçimde, özel olarak inşaa edilmiş iletim suitlerinde gerçekleştirilmektedir.Deney odalarını, birbirinden yalıtmanın en uygun yolu Şekil 3' de şematize olarak gösterildiği gibi, birbirinden tümüyle bağımsız iki oda inşaa etmek olmaktadır.

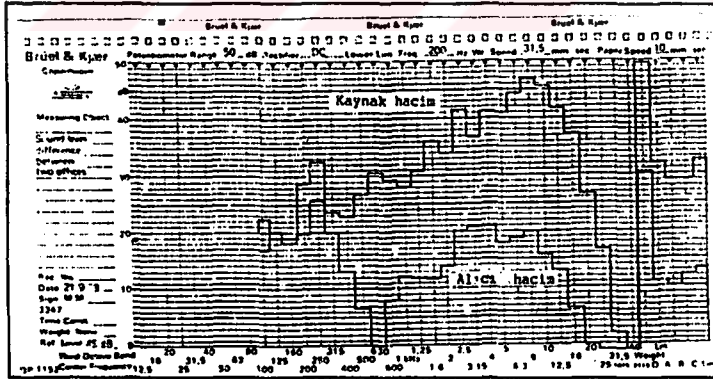
Ancak unutulmamalıdır ki bu tür bir ölçmede, dolaylı ses geçmesi, hemen hemen tümüyle ortadan kalktığından, sesgeçirmezliği laboratuvarda belirlenen bir bölme elemanının sesgeçirmezliği daha düşük olacaktır.

Şekil 3' de görülen filtreler, hem kaynağın hem de ölçme amplifikatörünün sinyallerini 1/3 oktav bantlara ayırmada kullanılmaktadır.Filtrelerin, ses düzeyi kaydediciden gelen elektrik sinyal yoluyla bir banttan öteki banda eşzamanlı geçişi sağlanmaktadır.



Şekil 3. Birbirinden yalıtılmış deney odaları .(18)-s.17

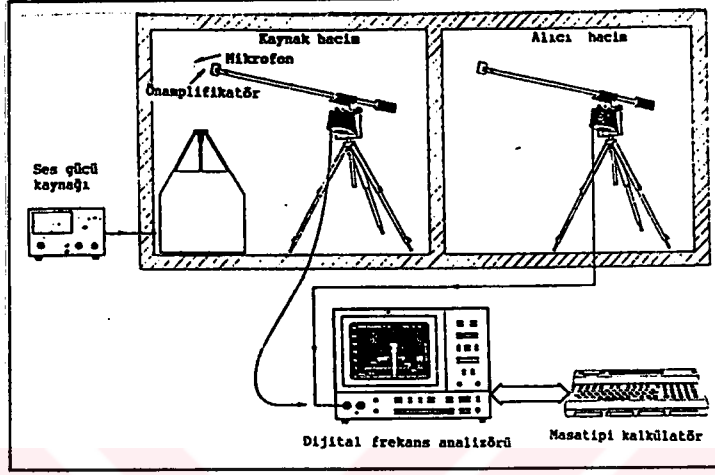
Aşağıda görülen Grafik 5' deki eğriler, iki oda arasındaki tipik ses düzeyi farklarını göstermektedir.



Grafik 5 .iki oda arasındaki ses düzey farklarını gösteren grafik. (18)-s.8

Bir yapı elemanının sesgeçirmezlik değerinin ölçülmesi, matematik işlemcilerle birlikte çalışan bir dijital frekans analizörünü kullanımıyla, büyük oranda otomatikleştirilebilir. Bunun için Şekil 4' daki düzeneğe bakılabilir. Tarayıcı mikrofonun sinyali, dijital frekans analizörü ile, 1/3 oktav bantlarda birleştirilir ve analizi yapılır. Analizörün ekranında, her iki odanın ses alanlarının tayfı, 1/3

oktav bant ses basıncı şeklinde eşzamanlı olarak gösterilmektedir. Programlanabilir bir matematik işlemci aygıtı kullanılarak, analizörde depolanan bilgidan yararlanılıp istenen sesgeçirmezlik hesaplanabilir.



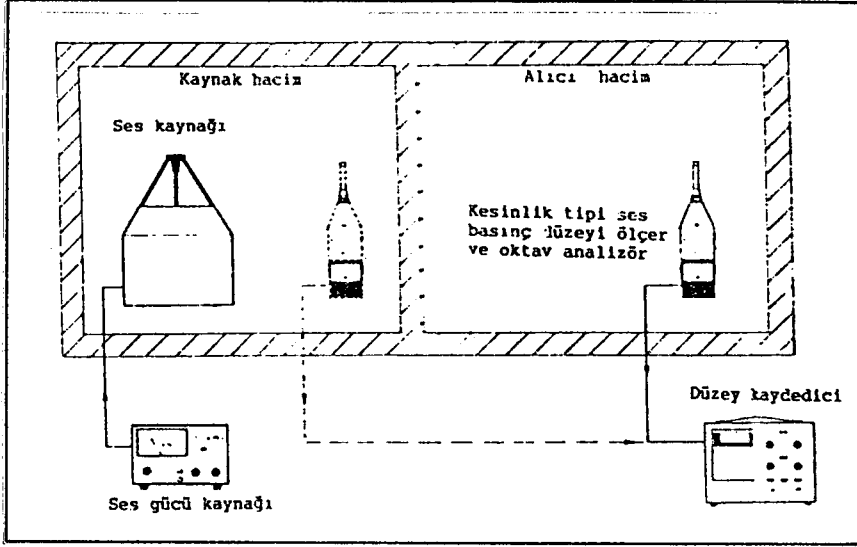
Şekil 4. Yapı elemanında sesgeçirmezlik değerinin ölçümünü otomatikleştirilmiş olarak veren düzenek. (18)-s.8

Yapı bölümleri arasındaki yapı elemanlarının, havada doğan sesler için sesgeçirmezliğinin belirlenmesini amaçlayan yerinde ölçmelerde, ISO 140/IV - 1978 kullanılır. Söz konusu standart, her iki hacimde de yayınlık ses alanı olması koşuluyla, iç duvarlar, döşeme ve kapılarda doğan sesler için sesgeçirmezliğinin ölçülmesinde ve yapıyı kullanan kişilerin gürültüden korunmasında gereken azaltmanın belirlenmesinde kullanılacak bir yöntem tanımlamaktadır. Bu yöntemle elde edilen sonuçlardan ;

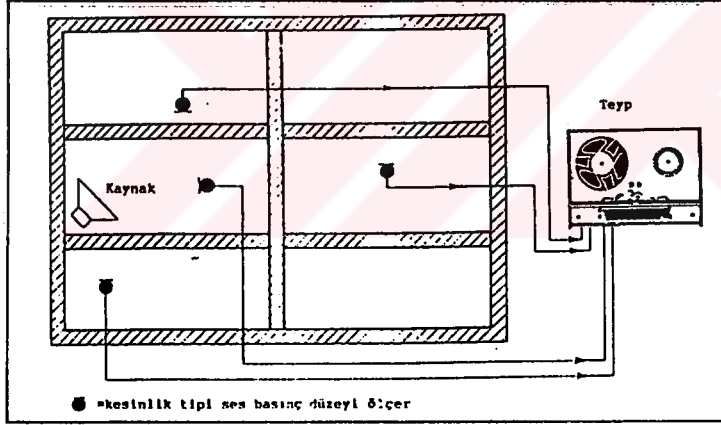
- Hacimler arasındaki sesgeçirmezliğin karşılaştırılmasında,
- Gerçek sesgeçirmezliğin, istenen sesgeçirmezlikle

karşılaştırılmasında yararlanılmaktadır.

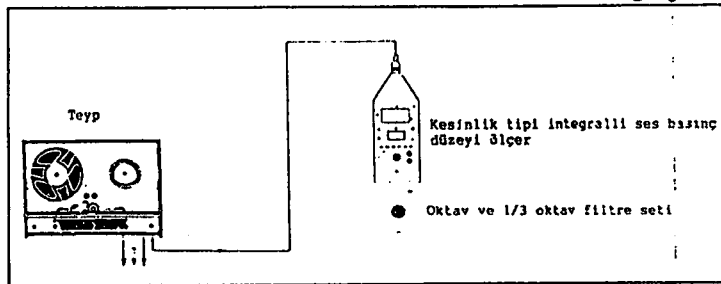
Aşağıda Şekil 5' de görülen düzenlemede kullanılan ses düzeyi ölçen sonometre, Kesinlik Ölçer tipinde bir ekipman olarak karşımıza çıkmaktadır; oktav ya da 1/3 oktav bant analizörü ile kullanılan bir aygıtla, verici ve alıcı hacimlerdeki ses basınç düzeyi ve alıcı hacimdeki toplam yutuculuk belirlenebilmektedir. Apartmanlar ya da benzeri çok katlı yapılarda, değişik hacimlerdeki ses basınç düzeylerinin, eşzamanlı olarak bir teybe kaydedilmesinin daha doğru sonuç verdiği belirlenmiştir. Bunun için Şekil 6' ya bakılabilir.



Şekil 5. Kesin sonuç veren sonometrenin kullanımı.(18)-s.10



Şekil 6 .Apartmanlarda sonometrenin, yani ses düzeyi ölçen aletin kullanımı. (18)-s.10 Kayıt, daha sonra aşağıda Şekil 7 'de de görüldüğü gibi incelenerek, kaynak hacimle alıcı hacim arasındaki duvarın sesgeçirmezliği bulunabilir.



Şekil 7.Kaydedilmiş sonucun incelenmesini gösteren çizim.(18)-s.1

1.4.2. KATILARDA DOĞAN SESLER İÇİN LABORATUVARDA VE YERİNDE ÖLÇMELER (11)

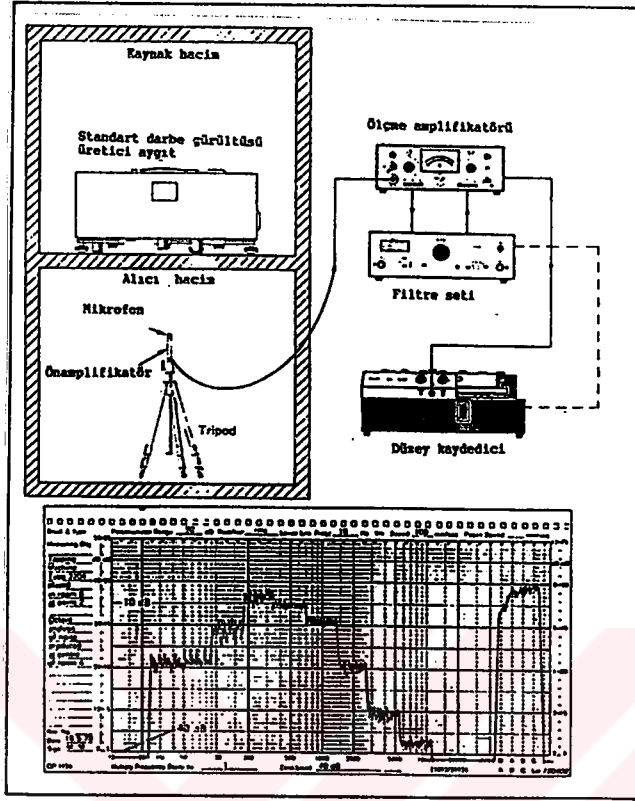
Araştırmanın buraya kadar olan bölümünde, iç mimaride hacim akustiğinde; sesgeçirmezlikle ilgili ölçmelerden, havada doğan sesler için laboratuvar da ve yerinde ölçmeler anlatılmaya çalışılmıştır. Şimdi ise, sesgeçirmezlikle ilgili ölçmelerden, katılarda doğan ya da diğer bir deyişle darbe gürültüsü için, laboratuvar da ve yerinde ölçmeler anlatılmaya çalışılacaktır. Darbe gürültüsü kaynaklarından biri olan adım sesi, doğrudan yapının stürüktürünü etkilemektedir ve stürüktürü titreşmeye, yani akustik enerjiyi, ses alıcı hacme yayımlamaya zorlamaktadır.

Darbe ses basınç düzeyi, standart bir darbe üretici aygıtla uyarılan döşemenin, alıcı hacimde yol açtığı, ortalama ses basınç düzeyi olmaktadır. Döşemelerin darbe gürültüsü sesgeçirmezliğinin belirlenmesini amaçlayan laboratuvar ölçmelerinde, (ISO 140 / VI)- 1978 kullanılmaktadır.

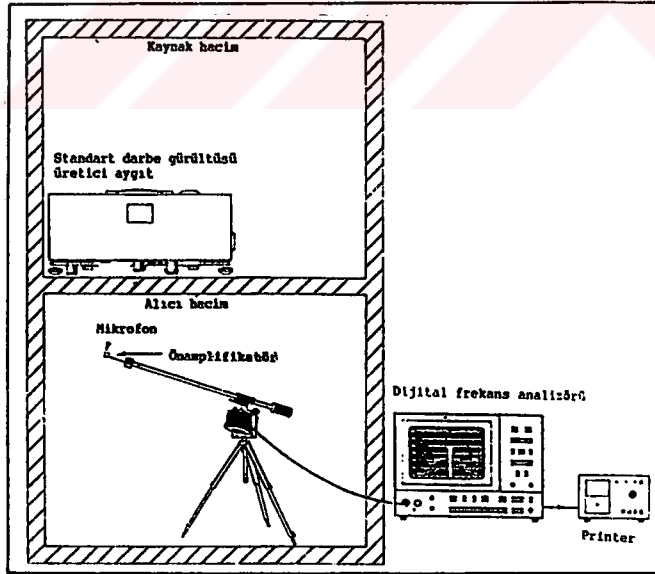
Söz konusu standart, standart bir darbe gürültüsü üretici aygıt kullanımıyla, döşemelerin darbe gürültüsü iletimlerinin ölçülmesinde yararlanılacak bir laboratuvar yöntemi tanımlamaktadır. Bu yöntemle elde edilen sonuçlar ;

-Döşemelerin , darbe sesgeçirmezliklerinin karşılaştırılmasına

-Döşemelerin, darbe sesgeçirmezliklerine göre sınıflandırılmasına yararmaktadır. Laboratuvar da kullanılan, iki düzenleme Şekil 8 ve Şekil 9' da gösterilmiştir. Şekil 8' daki ses düzeyi kaydedici, bir banttan öteki banda geçişte, filtreleri otomatik olarak ayarlamaktadır. Bu yöntemle kaydedilen tipik bir tayf, diyagramda verilmektedir.



Şekil 8.Ses düzeyi kaydedici kullanılarak kayıt edilmiş bir tayf diyagramı.(18)-s.12

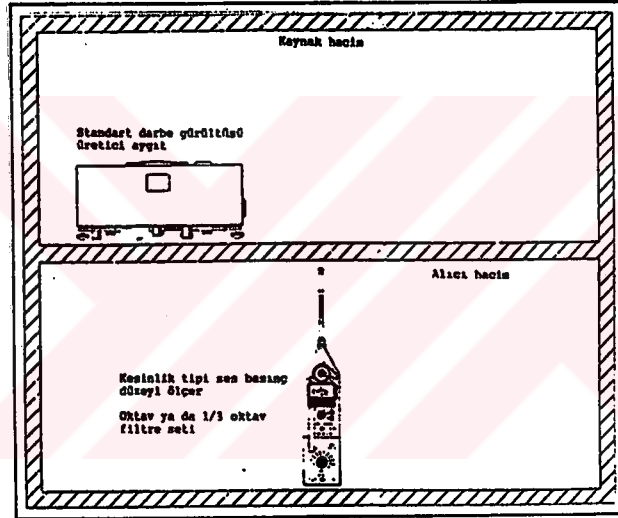


Şekil 9.Döşemelerin darbe gürültüsü iletimlerinin laboratuvarda ölçülmesi.

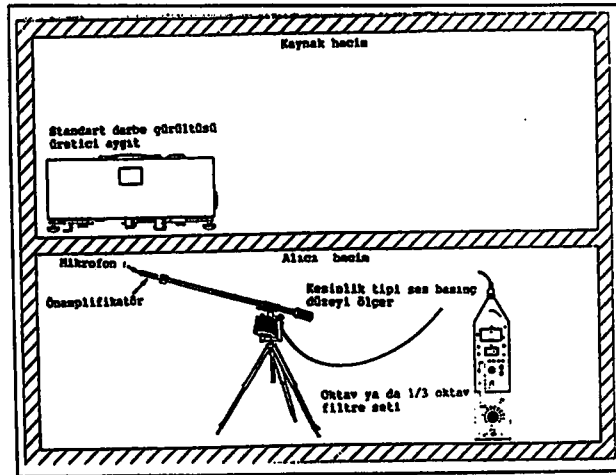
(18)-s.13

Döşemelerin darbe gürültüsü sesgeçirmezliğinin belirlenmesini amaçlayan yerinde ölçmelerde, (ISO140/VI)-1978 kullanılmaktadır.Söz konusu standartta,

darbe ses basınç düzeyleri ve azalmanın yanısıra, standartlaştırılmış darbe ses basınç düzeyi de tanımlanmıştır. Darbe gürültüsü ile ilgili sesgeçirmezliğin, hem yerinde hem de laboratuvarda ölçülmesinde genelde, standart darbe gürültüsü üretici aygıt kullanılmaktadır. Darbe sesgeçirmezliğinin ölçme tekniği, havada doğan sesgeçirmezlikle benzerdir. Döşeme şeklinde karşımıza çıkan bölme elemanı darbe üretici aygıt ile uyarılmakta ve ses alıcı hacimdeki ortalama ses basınç düzeyi, oktav ya da 1/3 oktav bantlarda ölçülmektedir. Ses basınç düzeylerinin ortalaması, ya Şekil 10' de gösterildiği gibi bir dizi mikrofon konumu kullanılarak ya da integralli bir ses düzeyi ölçen sonometre kullanıp, belirlenen bir yörüngede sürekli olarak taranan mikrofonla elde edilerek bulunabilmektedir. Bunun için Şekil 11' bakılabilir.



Şekil 10. Integralli sonometrenin kullanımı .(18)-s.13



Şekil 11. Mikrofon kullanılarak ses basınç düzeyinin, sonometre ile ölçümünü gösteren düzenek.(18)-s.14

1.5. BÖLÜM DEĞERLENDİRMESİ

Hacim akustiği başlığı altında araştırılan bu bölüm, iç mekanlarda ses düzeyi, iç mekan sistem hesaplanması, reverbrasyon süresi ölçmeleri ve sesgeçirmezlikle ilgili ölçmeler olmak üzere dört altbaşlıkta ele alınmıştır.Yapı akustiğinin bir bölümü olan hacim akustiği; bir mekanda bilinçli olarak oluşturulan konuşma ve müzik gibi seslerin, dinleyicilere,hem seslerin hem de mekanın özellikleri gözönüne alınarak, en uygun biçimde iletilebilmesi konularını içine almaktadır.Birinci altbaşlık olan 1.1.' de, iç mekanlarda ses düzeyi anlatılmıştır.İç mekanlarda ses alanları, doğrultulu ses ve yayınlık ses alanlarından oluşmakta ve ses alanının yayınlık ya da doğrultuluk özelliği, ses kaynağına olan uzaklık ile değişmektedir.

İç mekanlarda toplam ses düzeyi ise, dolaysız ses ile yansımış ses düzeyinden oluşmaktadır.Dolaysız ses düzeyi;

- Ses kaynağının gücüne ,
- Alıcı ile kaynak arasındaki uzaklığa, yansımış ses düzeyi ise ;
- Ses kaynağının gücüne ,

-Hacmin toplam ses yutuculuğuna bağlı olarak değişim göstermektedir.Bu durumda hacmin herhangi bir noktasındaki toplam ses düzeyi, yansımış ses düzeyi, ile o noktadaki direkt ses düzeyinin toplamı olarak tanımlanabilmektedir.İkinci altbaşlık olan 1.2.'de, iç mekanlarda akustik ölçüm ve buna bağlı raporları çıkarmak için sistemli bir çalışma anlatılmıştır.Bir iç mekanda akustik rapor çıkarmak için, temel veriler tespit edildikten ve kullanılış amaçları ile hacim özelliklerine karar verildikten sonra kriterlere uygun reverbrasyon süresi belirlenmektedir.Daha sonra gerekli teknik bağlantılar ve işletmecilik ilişkileri kurularak uygulama aşamaları sırayla gerçekleştirilmektedir.Üçüncü altbaşlık olan 1.3.'de bir hacmin en önemli karakteristiklerinden biri olan, reverbrasyon süresi ölçmelerine değinilmiştir.Geniş anlamda, belli bir amaç için, bir hacmin uygun olup olmadığını, reverbrasyon süresi belirlemektedir.Bunun için laboratuvarlarda ölçüm yapabilmek amacıyla, reverbrasyon ölçüm odaları ve serbest alan odaları kullanılmaktadır.Reverbrasyon ölçüm odaları, akustik laboratuvarların çoğunda bulunan özel olarak tasarlanmış hacimler olarak karşımıza çıkmaktadır ve bu tür odaların, birbirine paralel olmayan minimum ses yutuculukta yüzeyleri, en uzun reverbrasyon süresini sağlayacak biçimde düzenlenmişlerdir.Reverbrasyon ölçüm odaları genel olarak, yüzeylerin ses yutma çarpanlarının ölçülmesinde ve

gürültü kaynaklarının ses güçlerinin belirlenmesinde kullanılmaktadır. Ses gücü belirlenmelerinde kullanılan bir başka özel hacim tipi de, yankısız yani serbest alan odaları olmaktadır. Serbest alan odalarının tüm yüzeyleri, reverbrasyon süresi sıfır olacak şekilde ses yutucu gereçlerle kaplanmıştır. Yapı akustiğinde rastlanan hacimlerin, reverbrasyon süreleri, genel olarak reverbrasyon ölçüm odaları ve serbest alan odaları arasında belirlenmektedir.

Gelişmiş teknolojik sistemler artık reverbrasyon süresini doğrudan ölçebilmektedirler. Bunun için seçilen bir hacim, çeşitli yöntemlerle test edilmektedir. Örneğin hacme, bir hoparlör ve amplifikatör ile elektronik olarak üretilmiş geniş bantlı gürültü verilmekte, bu şekilde laboratuvarda reverbrasyon süresi ölçülürken, zaman sorun olmamaktadır. Oysa yerinde ölçmeler için, işletmecilik açısından zaman çok önemli olduğundan, taşınabilir türde olan akustik ölçüm ekipmanları tercih edilmektedir. Zamanın önemli olduğu bu gibi ortamlarda, yerinde ölçmelerde kaydedici bir teyp kullanıldığını ve gerekli analizin laboratuvarda yapıldığı belirlenmiştir. Reverbrasyon süresi ölçmeleri anlatılırken, hacimde ses düzeyi dağılımları ve öz frekanslar olmak üzere ikiye ayırarak anlatılmıştır. Ses basınç düzeyi dağılımının; konser salonu, oditoryum gibi akustik mekanları tasarımı yapan kimseler için özel bir önemi olduğu görülmüştür. Bunun için tasarım aşamasında, model tekniği ölçmeleri ve mevcut hacimde ölçmeler yapılarak varılmak istenen sonuca ulaşılabilmektedir. Bu ölçmeler sonucunda, istenen üniformluktaki ses dağılımını sağlamak için ses yansıtıcı ve yutucu yüzeyler gibi akustik önlemlere gerek duyulup duyulmadığına karar verilmektedir.

Hacimlerin öz frekansları ise, hacimde belli bir noktaya yerleştirilmiş hoparlörden çıkan ve frekansı bilinen sesin, başka bir noktaya yerleştirilen mikrofonla alınarak, iletimdeki dengesizliklerin saptanması yoluyla ortaya konulabilmektedir.

Dördüncü altbaşlık olan 1.4.'de sesgeçirmezlikle ilgili ölçmeler anlatılmaya çalışılmıştır. Yapı elemanlarının sesgeçirmezlik ölçmelerinin, sesin havada ya da katıda doğmasına bağlı olarak önemli değişimler göstermesi, sesgeçirmezlik ölçmelerinin iki ana başlıkta toplanmasına yol açmaktadır; bunlar, havada doğan sesler için sesgeçirmezlik ve katılarda doğan yani darbe gürültüleri için sesgeçirmezlik olmak üzere sonuçta istenilen kesinliğe, koşullara ve olanaklara bağlı olarak, yerinde ölçmeler ve laboratuvar ölçmeleri olarak ikiye ayrılmaktadır. Söz konusu ayırım, hem havada doğan sesler, hem de darbe gürültüsü için geçerli olmaktadır. Yapı elemanlarının havada doğan sesler için,

sesgeçirmezliğinin belirlenmesini amaçlayan laboratuvar ölçmelerinde kullanılan standart, duvarlar, döşemeler, kapılar, pencereler, cepheler ve cephe elemanları gibi yapı elemanlarının, havada doğan sesler için sesgeçirmezliğinin llmesinde kullanılacak bir laboratuvar yöntemi tanımlamaktadır.

Darbe gürültüsü kaynakları ise, örneğin adım sesi, doğrudan yapının strüktürünü titreştirip akustik enerjiyi ses alıcı hacme yayımlamaya zorlamaktadır.Döşemelerin darbe gürültüsü sesgeçirmezliğinin belirlenmesini amaçlayan yerinde ölçmelerde kullanılan standartta ortalama darbe ses basınç düzeyleri ve azalmanın yanısıra standartlaştırılmış darbe ses basınç düzeyi de tanımlanmıştır.Böylece döşemelerin darbe sesgeçirmezliklerinin karşılaştırılması mümkün olmaktadır.Tüm bunlardan sonra, son şeklini almış salonun, kullanım amacına uygun olarak tüm i seviye ayarlarının ileride karıştırılmayacak şekilde sabitlenmesi gerekmektedir.Hazırlanmış frekans cevap eğrileri ve seviye tablosu çıkarıldıktan sonra iç mekan akustiği ile ilgili ölçmeler tamamlanmış olmaktadır.

2. BÖLÜM

Araştırmanın bundan önceki bölümü olan Hacim Akustiğinde , genel olarak şöyle bir tanımlama yapılmıştı: Bir mekanda bilinçli olarak oluşturulan konuşma ve müzik gibi seslerin , dinleyicilere mekanın ve seslerin özellikleri gözönüne alınarak, en uygun biçimde iletilebilmesi konularını içine almaktadır.(14)Hacim akustiği; elektroakustiğin de gelişmesi ile salonda kullanılan gereçlerin yutma çarpanlarının belirlenmesi, konuşmanın anlaşılabilirliği, müziğin yetkin bir düzeyde dinlenebilmesi gibi pek çok konuda çeşitli ölçmeler yapılabilmesine olanak tanımıştır.

" Hacim akustiği ile varılmak istenilen yer; mekan içindeki sesi, belirlenen yetkinlik düzeyinde kontrol altına alabilmektir.Bu da ancak rasyonel bir projelendirme ve tasarımlamada etken olan sanatsal düşünce ve yaratılmak istenen atmosfer ile, doğru malzeme seçimi ve kullanılma yöntemlerini sağlamak üzere konu ile ilgili fiziksel kavram ve ölçme yöntemlerini gereğince uygulamakla mümkün olacaktır." (8)

Konuyu hacimsel ses konforunun gereği şekilde sağlanması açısından üç altbaşlıkta incelemekte yarar görülmüştür.Bunlar; ses yutucu ve yansıtıcı malzeme ile ilgili uygulamalar, salon donanımı ile ilgili uygulamalar ve ses ölçümü ile ilgili uygulamalar olmak üzere üçe ve ayrıca kendi içinde de altbaşlıklara ayrılarak açıklanılmıştır.

. İÇ MİMARİDE HACİM AKUSTİĞİNİN TASARIMA ETKİLERİ

Birinci bölüm olan hacim akustiğinde konu, genel bir tanımlama yapıldıktan sonra; iç mekanlarda ses düzeyi, iç mekan sistem hesaplanmasına ait uygulama akış diyagramı, reverbrasyon süresi ölçmeleri ve sesgeçirmezlikle ilgili ölçmeler olmak üzere dört altbaşlıkta ele alınmıştı.

Bu bölümde ise, hacim akustiğinin tasarıma olan etkileri, ses yutucu ve yansıtıcı malzeme ile ilgili uygulamalar, salon donanımı ile ilgili uygulamalar ve ses ölçümü ile ilgili uygulamalar altbaşlıkları şeklinde açıklanılmaya çalışılacaktır.

(8) -s.122

(14)-s.2

2.1. SES YUTUCU VE YANSITICI MALZEME İLE İLGİLİ UYGULAMALAR

Hacim akustiğinin tasarıma etkilerinden bahsederken, öncelikle, salonda elde edilmek istenen reverbrasyon süresine doğrudan etkisi olan ses yutucu ve yansıtıcı malzemeyi tanımlamak gerekmektedir. Ses kaynağı ve ses alıcısının aynı hacimde bulunmaları halinde, sesin yutulması söz konusu olmaktadır. Ses yutma, ses enerjisinin bir yapı malzemesi yüzeyinden, yansımadan yutulan enerji miktarıdır. Birimi Sabin olarak ifade edilmektedir.

Yutulan Ses Enerjisi

Ses yutma katsayısı = -----

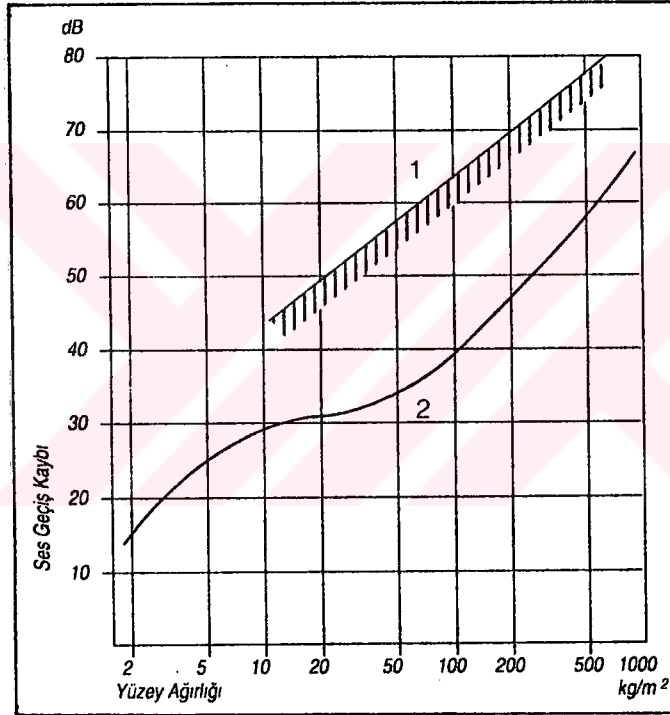
Yüzeye Gelen Ses Enerjisi

Ses yutucu malzemeler; prefabrike akustik üniteler, akustik sıvalar ve akustik perdeler olabilmektedir. (5) Sert yüzeyli malzemelerde ses, çok az yutularak, yüzeye geldiği açı ile aynen yansıtılmaktadır. Yansıtıcı malzemeler hücreler arası boşluğu bulunmayan sert malzemeler, parlak ve cilalanmış yüzeyli sert ahşaplar, cam, çelik levhalar, kapalı hücreli polistiren, poliüretan gibi sert plastik malzemelerdir. Fakat dikkat etmek gereken olay bu malzemeleri kullanırken kesit kalınlığının, titreşime geçmeyecek ölçüde olmasıdır. Ses yutucu ve yansıtıcı malzemeyi böylece tanımladıktan sonra, bu malzemelerle ilgili uygulamalar; yalıtım malzemeleri ve bileşik konstrüksiyonlar ile yüzey kaplamaları olmak üzere iki altbaşlıkta açıklanacaktır.

2.1.1. YALITIM MALZEMELERİ VE BİLEŞİK KONSTRÜKSİYONLAR

Bileşik konstrüksiyonları, farklı katmanlardan oluşturularak, daha düşük yüzey birim ağırlığı ve eleman kalınlığında, camyünü, taşıyünü, poliüretan sert köpük, tabii mantar levha gibi yalıtım malzemeleri kullanarak çok daha yüksek ses izolasyonu değerlerine ulaştırmak mümkün olmaktadır. "Bu tür hafif sistemlerdeki başarı, katmanlar arasında yaratılan boşlukta kullanılan camyünü ve taşıyünü gibi yalıtım malzemelerinden ileri gelmektedir. Örneğin ;100 mm. kalınlığında, metal taşıyıcılı 12.5 mm. alçı levhalardan teşkil edilmiş hafif bölme duvar, mineral yünsüz kullanıldığında ses izolasyon değeri 35 dB, 40 mm kalınlığında ort. yoğunlukta mineral yün ile ara boşluk doldurulduğunda ise 45 dB olmaktadır. İzolasyonlu sistemin ağırlığı 28 kg /m² olmakta ve kütle kanununa göre bir masif duvarın ise, bu değerde ulaşabildiği izolasyon değeri ancak 32 dB olmaktadır.

Kütle kanununa göre basit eleman, tek bir katmandan oluşan masif duvar veya döşemeler olmaktadır. Sesin geçişi ise, elemanın kütlesi tarafından frenlenmektedir ve yüzey birim ağırlığı arttıkça sesin geçişine karşı direnci de artmaktadır. Ancak, yalnızca eleman yüzey ağırlığını artırarak ekonomik boyutlar içinde yüksek ses geçiş kaybına ulaşmak mümkün olamamaktadır. Bu yöntemin kullanılmamasının nedenleri ise, taşıyıcı sisteme getireceği yük, duvar kalınlığına bağlı mekan kaybı ve ses köprülerinin oluşmasıdır. Bu fark, aradaki boşluğun mineral yün ile doldurulmuş olmasından kaynaklanmaktadır. Bu amaç için seçilen mineral yünün en iyi sonucu verebilmesi için yüksek yoğunluk ve yüksek hava akım direncine sahip olması gerekmektedir." (22)-s.8

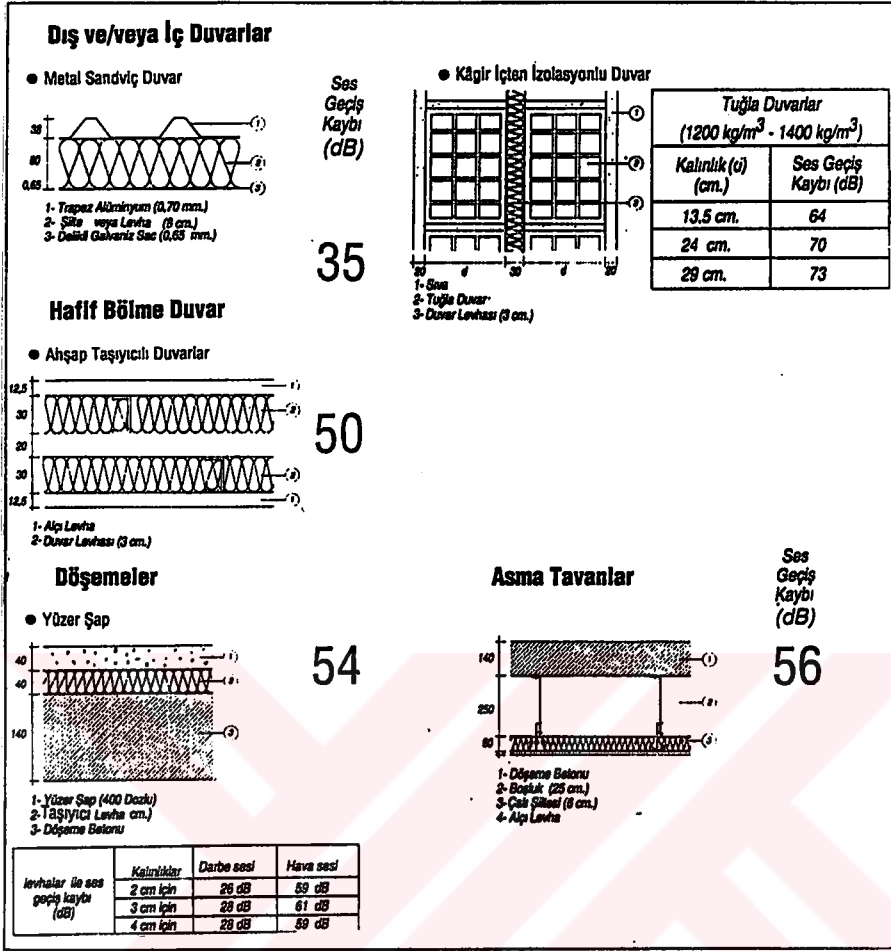


Grafik 6. Yapı elemanlarında yüzey ağırlığı, ses geçiş kaybı ilişkisi.

Eğri 1 : Boşluğu izole edilmiş birleşik eleman azami izolasyon seviyesi.

Eğri 2 : Beton, tuğla, alçı, cam gibi basit eleman.

Uygulamada en çok karşılaşılan sandviç duvarlar, hafif bölme duvarlar ve döşemeler ile ilgili detaylar Şekil 12' de görüldüğü gibi belirlenmiştir. Bileşik konstrüksiyonlar başlangıçta da belirtildiği gibi sandviç duvarlar veya yüzer şap döşemeler şeklinde meydana gelmektedir. Sandviç duvarlar; iki bölücü duvar arasına yerleştirilen yalıtım malzemesi ile oluşturulan bir sistemdir, yüzer döşeme ise, sesi karşılayan döşeme ile taşıyıcı sistemin bağlantılı olmayıp, elastik bir katman ile ayrılmış olmasından meydana gelmektedir. (22)-s.14



Şekil 12. Bileşik konstrüksiyon yapı elemanlarının, ses izolasyon uygulamaları ile ilgili detaylar.

Uygulamalarda çok sık kullanılan bileşik konstrüksiyonların ve bazı yalıtım malzemelerinin, ses yutma ve gürültü azaltma katsayıları Tablo 2'de gösterilmiştir.

(22)-s.5

Malzeme veya yüzey	Ses Yutma ve Gürültü Azaltma Katsayıları						
	Frekanslara göre Ses Yutma Katsayısı						Gürültü Azaltma Katsayısı NRC*
	125	250	500	1000	2000	4000	
ISI YALITIM MALZEMELERİ (çıplak)							
- Camyünü, kayayünü (50 mm. kalınlıkta)	0.10	0.60	0.90	1.00	1.00	0.95	0.90
- Camyünü, kayayünü akustik levha (15 mm. kalınlıkta)	0.40	0.40	0.55	0.80	0.88	0.92	0.65
- Poliüretan sert köpük (50 mm. kalınlıkta)	0.04	0.03	0.06	1.00	0.90	0.90	0.50
- Tabii mantar levha	0.05	0.10	0.20	0.55	0.60	0.55	0.40
- Polistiren sert köpük (16 mm. kalınlıkta)	0.04	0.04	0.04	0.12	0.22	0.20	0.10
BİLEŞİK KONSTRÜKSİYONLAR							
- Delik oranı % 20 4 mm. kalınlıkta duralit veya kontrplak arkası 50 mm. cam- yünü veya kayayünü dolgulu	0.12	0.45	0.80	0.90	0.78	0.58	0.73
- 25 mm. kalınlıkta heraklit levha, arkası 50 mm. camyünü veya kayayünü dolgulu	0.18	0.33	0.80	0.90	0.80	0.83	0.71

Tablo 2. Bileşik konstrüksiyonlar ve bazı yalıtım malzemelerinin gürültü azaltma katsayıları .

*NRC : Gürültü azaltma katsayısı : Seslerin algılanmasında önemli olan ve 250 ve 2000 Hz arasındaki frekans bölgesinde, malzemelerin ortalama ses yutuculuk katsayılarını veren tek sayılı bir birimdir.

2.1.2. İNŞAAT MALZEMELERİ VE YÜZEY KAPLAMALARI

Ses yutucu malzeme ile ilgili uygulamalarda en çok rastlanan; mevcut bir duvara, genellikle de ısı izolasyonu amacı ile içden, mineral yün esaslı alçı duvar ve tavan levhaları, birbirine eklenebilen paneller, perde, ahşap lambri, cam, ayna, sıva gibi uygulamalar olmaktadır. İnşaat malzemeleri ile ilgili uygulamalarda rastlanılan ise; çıplak tuğla, beton, agregalı sıva ve mermer gibi ses yutucu malzemeler olmaktadır. Bu tür uygulamalarda kullanılan ses yutucu malzemeler üçe ayrılarak tanımlanılmıştı. Bunlar; prefabrike akustik

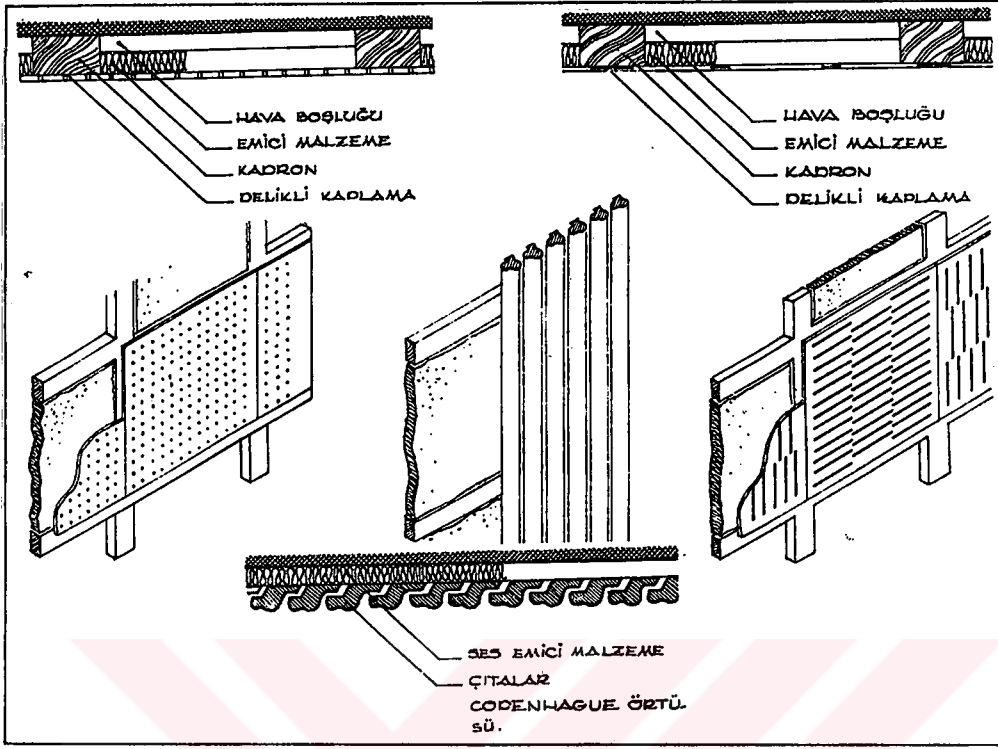
üniteler,akustik sıvalar yani inşaat malzemeleri ve akustik perdelerdi.Prefabrike akustik üniteler; mineral yünle alçı hamurunun çeşitli form ve renklerde kalıplanarak dökülmesiyle meydana gelmiş, yüzeyinde piramitler ve çukurlar oluşturarak, yutucu alan artırımı yapılmış panel, levha gibi malzemer ile, rezonatör adı verilen; madeni, ahşap veya tuğladan oluşmuş, ses yutuculuğu 250 Hz'de 0.6 dB olan malzemelerdir.

Bu malzemelerin uygulanma yöntemlerini ;

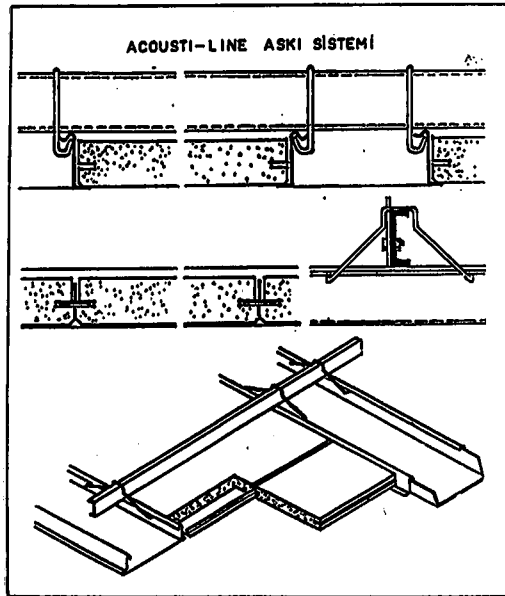
- 1- Düzgün bir yüzeye harçla sabitleyerek ,
- 2 - Ahşap ızgaraya çakılarak ,
- 3 - Madeni taşıyıcılara asılıp, tavana taşıtılarak ,
- 4 - Laboratuvar döşemesi üzerine konularak olmak üzere dört şekilde sıralamak mümkündür. (5)Bu yöntemleri açıklamak gerekirse ;

1 - Düzgün yüzeylere harçla sabitlenen ses yutucu malzemeler daha çok duvar panelleri şeklindedir.Bunlar; her iki yüzü camtülü kaplı ve silikonlu olarak imal edilen levhalardır.Kalınlıkları 5,7.5,10 cm, boyları çok çeşitli olabilmektedir.Ses yutuculuk katsayıları Sabin olarak; 250 Hz'de 0.3, 500 Hz.'de 0.6 olabilmektedir.Kullanım alanları ise, beton veya tuğla dış duvarlarda iki duvar arasında, çift yüzeyli sandviç alçı duvar panoları arasında , akustik amaçlı çeşitli kaplamalar arkasında olmak üzere çeşitli şekillerde olabilmektedir.

2 - Ahşap ızgaraya çakılarak yapılan uygulamalarda, ses yutucu malzemenin, arkasında bir hava boşluğu kalacak şekilde kadron veya çیتالar üzerine çakılması ve çita aralarının fazla olması onun alçak frekanslardaki ses yutuculuk yeteneğini artırıcı bir rol oynamaktadır.Bazı durumlarda çita aralıklarının rasgele yapılması yoluyla, rezonans frekanslarının değişik olmasını sağlayarak, çeşitli frekanslarda dengeli bir ses yutuculuğu elde edilmiş olmaktadır. (5)Daha sonra bu yüzeylerin ses yutuculuklarına zarar vermeden, üzerlerini, delikli bir levha veya aralıklı lambrilerle kaplamak gerekmektedir.Delikli levhalar; metal, plastik, kontrplak veya prese levhalardan imal edilmekte ve mekan tasarımlanmasında çeşitli imkanlar yaratmaktadırlar.



Şekil 13. Ahşap ızgaraya çakılarak yapılan prefabrike akustik üniteler.(5) -s.29,34
3 -Metal taşıyıcılara asılıp tavana taşıtılarak prefabrike akustik üniteler ile yapılan uygulamalar; kullanılacak malzemenin cinsine, kullanılış yer ve şekillerine göre değişmektedir. Genellikle malzemeler doğrudan doğruya vida ile, T ve çeşitli profillerdeki metal askılarla betonarme tavana taşıtılmaktadır.



Şekil 14. Ses yutucu malzemeleri, metal askılarla tavana taşıma yöntemi.(5)-s.32

4- Laboratuvar döşemesi üzerine konularak yapılan uygulamalar; daha çok döküm yoluyla elde edilen prefabrike akustik üniteler için geçerli olmaktadır.Yüzeylerinde çeşitli kübik formlarla girinti ve çıkıntılar oluşturarak tasarımılanan bu malzemeleri kullanmadaki amaç; ses yutucu olan yüzeylerini, daha da fazılaştırarak aynı alanda, en fazla verimi elde etmektir.Bu malzemeler levha ve paneller halinde üretildiği gibi, içi dolu boru formunda da üretilerek, yüksek oranda ses yutuculuğun arandığı mekanlarda, tavanlara askı sistemleriyle taşıtılarak, dekoratif amaçlarla kullanılmaktadır.Aşağıda Tablo 3'de, çeşitli inşaat malzemeleri ve yüzey kaplamalarının ses yutma ve gürültü azaltma katsayıları görülmektedir.

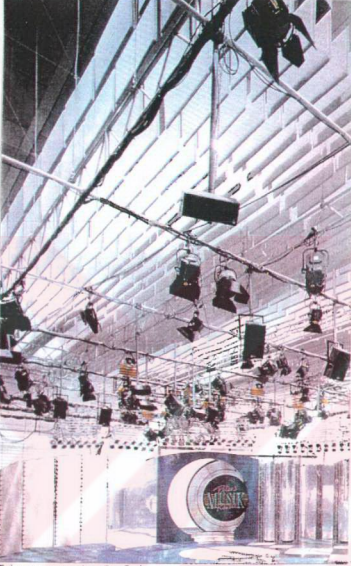
İNŞAAT MALZEMELERİ VE YÜZEY KAPLAMALARI	Frekanslara göre ses yutma katsayısı						
	125	250	500	1000	2000	4000	NCR
- Kalın ve plili kumaş perde	0.10	0.30	0.50	0.65	0.80	0.90	0.56
- Halı kaplama	0.15	0.16	0.22	0.45	0.60	0.68	0.36
- Ahşap lambri (latalara tesbit edilmiş)	0.20	0.16	0.14	0.12	0.11	0.10	0.13
- Ahşap parke (şap üzerine yapıştırma)	0.04	0.04	0.07	0.07	0.07	0.07	0.06
- Çıplak tuğla yüzeyi	0.05	0.04	0.02	0.04	0.05	0.05	0.04
- Cam, ayna	0.03	0.02	0.01	0.07	0.05	0.02	0.04
- Çıplak beton yüzeyi	0.02	0.03	0.03	0.03	0.04	0.07	0.03
- Hafif agregalı sıva	0.03	0.03	0.02	0.03	0.04	0.05	0.03
- Mermer yüzeyi	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.01
- Açık pencere veya boşluklar**	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

*(NRC) : Gürültü azaltma katsayısı: Seslerin algılanmasında önemli olan ve 250-2000 Hz arasındaki frekans bölgesinde malzemelerin ortalama ses yutuculuk katsayılarını veren tek sayılı bir birimdir.

** Açık pencere ve boşluklardan yayılan sesler, bitişik mekanlara aynı ses basınç seviyesinde geçer.

Tablo 3.Çeşitli inşaat malzemeleri ve yüzey kaplamalarının gürültü azaltma katsayıları .(22) -s. 5

Aşağıda çeşitli ses yutucu malzemelerle yapılan uygulamalara ait örnekler verilmiştir.



Television studio, D, Cologne



Salle de conférence, Florence, I

Laboratuvar döşemesi üzerine konularak, levha ve paneller halinde üretilen malzemeler.



rsité de Veronne, I



Jardin d'enfants, As

Resim 1.İçi dolu boru ve kübik yüzeyli paneller, yüksek ses yutuculuğunun arandığı mekanlarda kullanılmaktadır.(24)-s.17, 20

Aşağıda ses yutucu ve yansıtıcı malzeme ile ilgili uygulamalara örnekler verilmiştir.



Resim 2.Arras Koleji' nde çok amaçlı salon içinde kullanılan panel ses yutucular.(21)-s.1



Resim 3.Dijon 'da European Yüksekokulu çalışma salonunun tavanında, ses yutucu malzeme ile ilgili uygulama. (21) -s. 4

2.2. AKUSTİK DÜZENLEME İLE İLGİLİ UYGULAMALAR

İkinci bölüm olan iç mimaride hacim akustiğinin tasarıma etkileri başlığı altında anlatılan, ses yutucu ve yansıtıcı malzemeler ile ilgili uygulamalarda konu; bileşik konstrüksiyonlar ve yüzey kaplamaları olmak üzere iki altbaşlıkta ele alınmıştır.Bu altbaşlıkta ise, hacim akustiğinin tasarıma etkileri, akustik düzenleme ile ilgili uygulamalar açısından belirlenilmeye çalışılacaktır.

2.2.1. OTURMA KAPASİTESİ VE İNSANIN SES YUTUCULUĞU

Bugüne kadar kullanılan formüllerle, bir salonun en önemli karakteristiğini oluşturan reverbrasyon süresini, kabul edilebilen bir yanlışlıkta hesaplamak mümkün olmamıştır.Yapı akustiğinde kullanılan reverbrasyon süresi formülünde; akustik özelliği olan salonlarda kullanılan temel donatım gereçlerinin yutma çarpanlarının toplamı kullanılmaktadır.Hacmin toplam yutuculuğu aşağıdaki formülle hesaplanmaktadır.

$$1. \text{ Gerecin yutma çarpanı} \times \text{alanı} + \dots + \text{Koltuk sayısı} \times \text{koltuk yutuculuğu}$$

Hacmin toplam yutuculuğu;-----

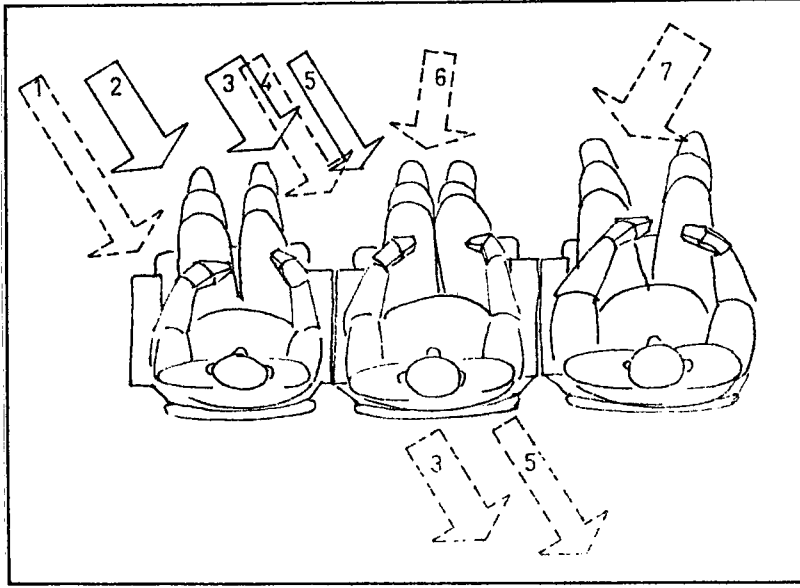
Toplam alan

GEREÇ	YUTMA ÇARPANI
Bağdadi sıva	0.033
Tuğla üzerine sıva	0.025
Cam	0.027
Sert , sabit ahşap	0.061
Kumaş : Etamin	0.23
:Kalın pamuklu kumaş	0.15
Dinleyici , kişi başına (m2)	0.44
Orkestra , kişi başına (m2)	0.48

Tablo 4.Bazı gereçlerin 512 Hz.'deki ses yutma çarpanları.(11)

Bu tablodan da görüldüğü gibi dinleyicilerin ses yutma çarpan değeri oldukça yüksektir.

Müzik salonlarının çoğunda, toplam ses yutuculuğun büyük bir bölümünü, dinleyiciler tarafından yutulan ses oluşturmaktadır.Oturan bir dinleyicinin 500 Hz.'deki ses yutma kapasitesinin 0,29' dan 0.60 Sabin birimine kadar genişleyen bir alanı kapladığı bilinmektedir.



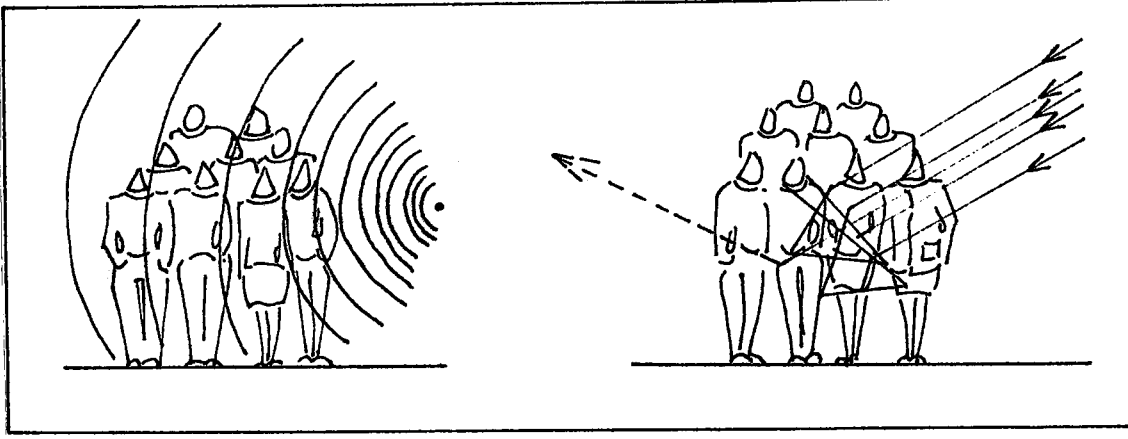
Şekil 15. Oturan dinleyici üzerine yansıyarak gelen ses dalgaları, büyük oranda yutulurlar.

Dinleyicinin ses yutuculuğunun, dinleyici kitlesindeki birimlerle orantılı olduğu belirlenmiştir. Bundan dolayı, reverbrasyon süresi, yaklaşık olarak; koltuk başına düşen hacimle orantılı olmaktadır. Yazar Beranek kitabında, dinleyici ses yutuculuğunu gerçeğe yakın değerlerle hesaplayabilmek için yeni bir varsayım geliştirmiştir. Bu varsayım, kısaca şöyle özetlenebilir: "Büyük bir müzik salonundaki oturmuş dinleyici, koro ya da orkestranın ses yutma gücü, içindeki birimlerin sayısından bağımsız, kapladığı taban alanı ile orantılı olarak artar. Başka bir deyişle, dinleyicilerin, taban alanına dengeli bir şekilde yayıldığı kabul edilir. Aşağıdaki Tablo 5 'de, salonlarda dinleyici başına ortalama alanın 0.46 ile 0.72 m² kabul edildiğinde, Sabin cinsinden ses yutuculuklar görülmektedir." (11)

TABLO 5 (11)	SES YUTMA ÇARPANLARI				
	TANIMLAR	125	250	500	1000
Dinleyici, orkestra ve koro alanının toplamı, dolu	0.52	0.68	0.85	0.97	0.93
Kumaş kaplı oturma alanı, boş	0.44	0.60	0.77	0.89	0.82
Deri kaplı oturma alanı, boş	0.40	0.50	0.58	0.61	0.58
Arkası hava boşluklu ince ahşap	0.42	0.21	0.06	0.05	0.04
Sıva yada duvara yapışık kalın ahşap	0.14	0.10	0.06	0.04	0.04

Tablo 5.Çeşitli akustik birimlerin yutma çarpanları.(11)-s.139

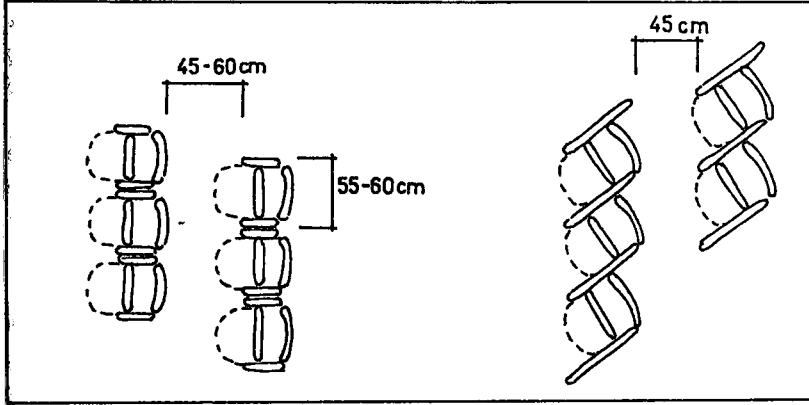
Boş bir salonun reverbrasyon süresini ölçmek, genellikle dolu bir salonun reverbrasyon süresini ölçmekten daha kolay olmaktadır.Bu sebeple, dolu ve boş salonların reverbrasyon süreleri arasında, frekanslara göre oluşan yaklaşık ilişkiyi kurmak yararlıdır.Bu ilişki, aynı zamanda, ölçme sonuçlarının doğruluğunun araştırılmasında ve kimi salonların akustik yapılarındaki olağandışlıkların ortaya çıkarılmasında kullanılmaktadır.Buraya kadar açıklanan bilgilerden de anlaşılacağı gibi, salonlardaki gereçlerin ses yutma çarpanları salonun reverbrasyon süresini ve dolayısıyla hacim akustiğini doğrudan etkilemektedir.Bu da akustik özellik gösteren salonların tasarımı yapılırken, kullanılan gereçlerin bilinçli olarak seçilmesini ve tasarımını olumlu yönde etkilemesini beraberinde getirmektedir.



Şekil 16. İnsanın ses yutuculuğu; birey olarak değil, tabana dengeli bir biçimde yayılmış, insan kitlesi olarak etkili olmaktadır.

2.2.2. KOLTUK TASARIMI

İç mimaride hacim akustiğinin tasarıma etkileri başlıklı konunun, salon donanımı ile ilgili uygulamalar altbaşlığında, oturma kapasitesi ve insanın ses yutuculuğu açıklandıktan sonra, buna bağlı olarak koltuk tasarımı konusu anlatılmaya çalışılacaktır. Konser salonları, çok amaçlı salonlar ve tiyatro salonlarında kullanılan koltukların yerleşimi, akustik düzenlemeyi sağlamak için yapılan ses dağılım grafiklerinin çıkarılması ile meydana gelmektedir. Bu konu araştırmanın ilerleyen bölümünde, 3.2. altbaşlığında örneklerle ve araştırmaya konu olan salonların ses dağılım grafiklerinde irdelenecektir. Bu grafiklere göre yerleştirilen oturma düzeninde salondan girildiğinde, en alçak koltuk sırasının döşemesi, salon döşemesinden sadece 1 m. aşağıda ve en yüksek koltuk sırasının döşemeside, salon döşemesinden 2 m. yüksekte olabilir.(3) Şekil 17' de bu koltukların tasarımı için gereken ortalama ölçüler verilmeye çalışılmıştır.



Localar hariç tüm koltukların oturulan kısımlarının kendi kendine katlanır olması ve yukarıdaki boyutlara uyması gerekmektedir.

Açılı yerleştirilmiş katlanır koltuklar dirsek serbestliği sağlamaktadır.

Şekil 17. Akustik özellik gösteren salonlarda kullanılan koltukların, tasarımında plan şemasında gerekli olan ortalama ölçüler.

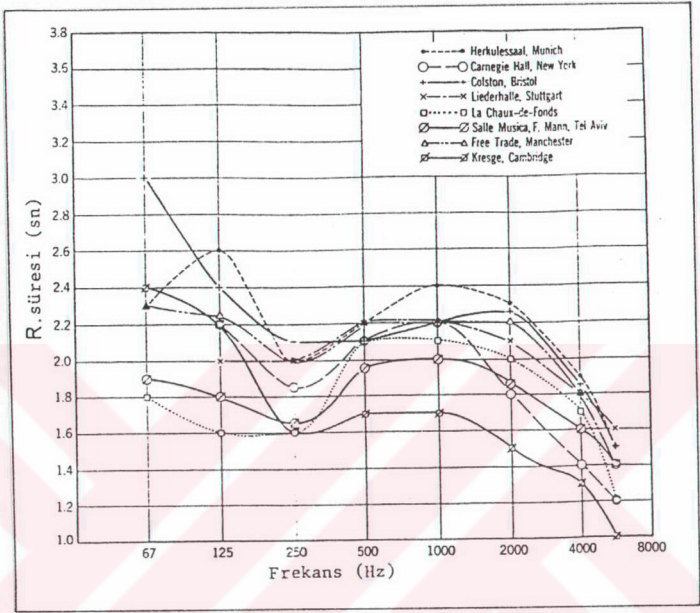
Buraya kadar olan açıklamalar ile akustik özellik gösteren salonlarda koltuk tasarımında gerekli olan boyutlar açıklanılmaya çalışılmıştır. Bundan sonra koltukların hacim akustiğine etki eden özellikleri ve bunların etkileri açıklanacaktır. Akustik özellik gösteren salonlarda kullanılan koltuklar, salonda sağlanmak istenen, sesin devam süresine göre, ses yutucu olarak reverbrasyon süresine doğrudan etki etmekte ve bu açıdan önemli bir seçiciliğe neden olmaktadır." Boş salonlarla ilgili çalışmalar yapılırken, araştırma sonunda ilginç bir sonuç ortaya çıkmıştır. Bu salonlardan aşağıdaki grafikte görülen salonların sekizinde 250 Hz dolaylarında, beklenilmeyen bir ses yutucu zirve oluşmaktadır. Bu salonların reverbrasyon süreleri Grafik 7'de görülmektedir. Salonların incelenmesi ile, bu ses yutucu zirveye salonlarda kullanılan koltukların neden olduğu belirlenmiştir. Koltuklarda kullanılan döşeme kaplaması deliksiz bir malzemedir, üzerine kaplanan kumaş ise, hava geçirmeyen cinsten bir kumaştır, böylelikle bir tür titreşen gereç gibi sesi yutmakta ve bu sebeple seçiciliğe neden olmaktadır." (11)

Koltukların, oturma ve yaslanma yüzelerinde kullanılan yüksek frekanslardaki sesi emen kontrplakdan yapılmış, aynı zamanda rezonatör işlevi gören stürüktürü, yüksek oranda ses yutuculuk sağlamaktadır. Bu koltuklar, akustik özellik gösteren salonlarda tüm giydirme işlemleri bittikten sonra hacim akustiği açısından, sağlanmak istenen reverbrasyon süresini test etmek gerektiğinde, salon dinleyici ile dolu imiş gibi ses yutuculuk değeri vermekte, yani insanın ses yutuculuğuna eşdeğer bir ses yutuculuk sağlamaktadır.



Resim 4. Fransa, Paris'de, Bastille Operasında kullanılan, rezonatör işlevi yüklenmiş koltuk. Arka sayfada Bastille Operası iç mekan düzenlemesi görülmektedir. (28)- s.3

Hacim akustiğine ve dolayısıyla reverbrasyon süresine etki eden faktörlerden biri de havanın nemi olmaktadır. Akustik özelliği olan salonlarda kullanılan koltuklarda, salonun havalandırma sisteminin kanalları, tasarımın bir parçası olarak kullanılmaktadır. Koltukların taşıma sistemi aynı zamanda havalandırma kanalı olmakta, böylece koltuklara havalandırma işlevi de yüklenmektedir.



Grafik 7.Yaklaşık 250 Hz dolaylarında koltuk gereçlerinden ötürü yutuculuğun arttığı salonların, frekans fonksiyonunda reverberasyon süreleri.(11)

Bu koltukların, ses yutuculuk sağlayan ve akustik özellik gösteren salonların reverberasyon süresine etki eden özellikleri sıralanacak olursa, tasarımlarında belirleyici olan faktörler de sıralanmış olmaktadır.Stürüktüründe kullanılan kontrplaklara uygulanan kimyasal işleme, yüksek frekanstaki seslere yutuculuk sağlayan ahşap kolçaklar kullanılmaktadır.Enjeksiyon yöntemiyle üretilen poliüretan stürüktürlerde, yüzeylerin kaplanmasında kullanılan döşemelik dolgu malzemesi, deliksiz yani boşluksuzdur.Bu da havada yayılan sesin önünü kesmekte ve geçmesini engellemektedir.Ayrıca döşemenin üzerine kaplanan kumaşlarda hava geçirmezlik özelliği tercih edilmekte böylece döşeme ve kumaş bir tür titreşen gereç gibi sesi yutmaktadır.





Resim 5.Sesin şiddetine etki eden havalandırma sistemini, taşıyıcı kanallar ile yüklenmiş bir koltuk tasarımı. (28)-s.1

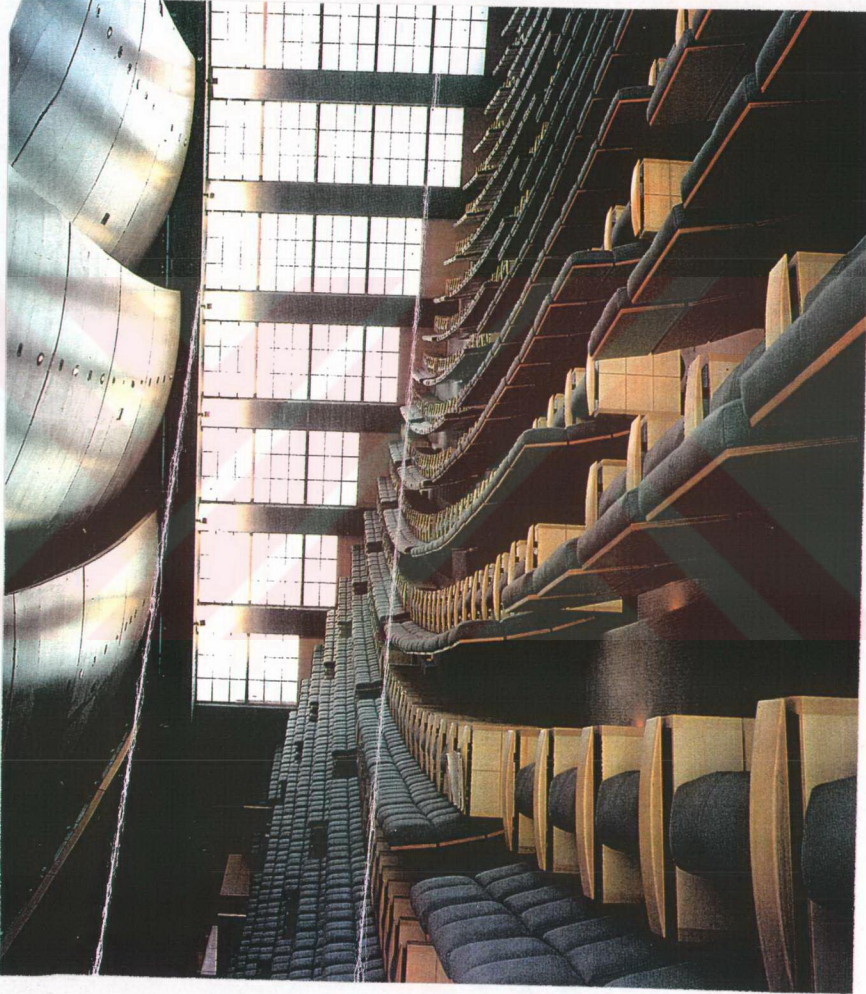
Araştırmanın buraya kadar olan bölümünde, akustik özelliği olan salonlarda, koltuk tasarımının hacim akustiğine ve reverbrasyon süresine olan etkilerinden bahsedilmiş, aynı zamanda koltuk tasarımına yüklenen diğer işlevler açıklanmıştı. Bundan sonra daha önce açıklanan özellikleri ile akustik konforu olan salonların reverbrasyon süresine etki eden, salon mimarisinin özelliği ve kullanım amacına göre tasarlanmış ve uygulanmış olan koltuk tasarımlarından örnekler verilecektir. Oditoryum ve konferans salonlarında kullanılan koltuk tasarımları da, diğerlerinde olduğu gibi katlanan ve sabit olmak üzere iki tiptedir. Bu koltuklara görsel ve işitsel iletişim için ses kanal kontrolü, simultane çeviri kulaklığı eklenmektedir. Ayrıca not alma için anti panik sistem denilen hareketli ve gizlenen masacıklar eklenmiştir. Bu masacıklar çizilmeyen malzemeden üretilmiştir. Genel olarak koltukların stürüktüründe kullanılan malzemeler; yüksek frekansta ses yutuculuğu artırılmış, katılaştırılıp verniklenmiş ahşap, epoksi ile boyanmış alüminyum ve (PVC) esaslıdır. Koltuk stürüktürünün üzerinin kaplamasında ise, boşluksuz dolgu malzemesi, kumaş, hava geçirmeyen tekstil ürünlerinden deri, kadife türleri yada polyester esaslı kumaşlar kullanıldığı

belirlenmiştir.Aşağıda Quinette Gallay firmasının oditoryumlar için ürettiği özel tasarımlarından olan, CNIT isimli koltuk tasarımı görülmektedir.



Resim 6.Quinette Gallay firmasının CNIT isimli, çok amaçlı salonlar için üretilen tasarımı. (28)-s.23 , 24

Arka sayfada, Quinette Gallay firmasının özel tasarımlarından olan CNIT isimli modelinin Paris, La Defense 'deki CNIT stüdyoları için ürettiği koltukla donatılan bir uygulama görülmektedir.





Resim 7.Quinette Gallay firmasının Japonya 'daki Saison isimli oditoryumda kullanılan Bravo isimli modeli ile donatılmış bir salon görülmektedir.(28)-s.17



Resim 8.Tiyatro salonu için üretilmiş Katsushika isimli koltuk tasarımı.(28)-s.26,27 Tiyatro ve konser salonları için kullanılan koltuklara, reverbrasyon süresine göre ses yutuculuk ve yansıtıcılık işlevinin yüklendiği görülmüştür.Ayrıca sesin şiddetine etki eden, havanın nemi ve ısısı için havalandırma kanallarında yine koltuğun bir bölümünü oluşturmaktadır.Yukarıda Quinette Gallay firmasının Tokyo' da Katsushika Tiyatro Salonu' nda kullanılan, rezonatör işlevi olduğu kadar, verniklenmiş kontrplak stürüktürü ile ses yansıtıcılık işlevi de yüklenmiş

özel tasarımı olan Katsushika isimli modeli görülmektedir.Arka sayfada ise bu koltuğun, tiyatro salonunun tasarımı nasıl etkilediğini gösteren bir iç mekan fotoğrafı görülmektedir.(28)-s.28

Bu özelliklere sahip koltuklarla donatılmış bir salon "canlı"olarak tanımlanmaktadır.Canlılık dolu hacim için orta frekanslarda reverbrasyon zamanı olmaktadır.Örneğin ses yutucu gereçleri çok olan ve sesin gelişmesine katkısı az olan bir salon "ölü " yada " kuru" olarak nitelendirilmektedir.Hacmi, dinleyicilere oranla büyük ve iç yüzeyleri ses yansıtıcı gereçlerle donatılmış akustik özelliği olan salon, canlı bir salon olarak adlandırılmaktadır.(14) Bu anlamda kullanılan koltukların ses yutuculuğu oranında ses yansıtıcılığı da önemlidir.Akustik konfor açısından bakıldığında kullanım amacına göre farklı salonlarda kullanılan koltukların hepsi için geçerli olan tasarım endişesinin ise; ergonomik özellikleri olduğu belirlenmiştir.Bunu sağlamak için koltuklara çeşitli konfor unsurları eklendiği görülmüştür.Sırt açısına göre değişen arka yüzey, oturulduğunda vücudun formunu alan, havalandırma delikleri olan, poliüretan köpük ve camelyafı esaslı dolgu malzemesi, rahat bir yaslanma sağlayan çift kolçaklar salonlarda müzik dinletisini ve konuşmaları anlamada kolaylık sağladığı gibi akustik canlılığı da artırdığı belirlenmiştir.



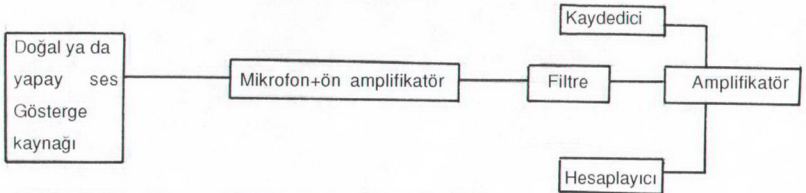
2.3. SES ÖLÇÜMÜ İLE İLGİLİ UYGULAMALAR

Araştırmanın ikinci bölümü olan iç mimaride hacim akustiğinin tasarıma etkileri konusu üç altbaşlıkta ele alınmıştır. Bunlardan birincisi olan ses yutucu ve yansıtıcı malzeme ile ilgili uygulamalar; yalıtım malzemeleri ve bileşik konstrüksiyonlar ile yüzey kaplamalarına ilişkin uygulamalar, örnek verilerek tasarıma etkileriyle anlatılmıştır. İkinci altbaşlık olan; salon donanımı ile ilgili uygulamalarda, salondaki ses dağılım grafiklerine göre belirlenen oturma kapasitesi ve insanın ses yutuculuğu ile koltuk tasarımının hacim akustiğine olan etkilerine yer verilmiştir. Şimdi ise, üçüncü altbaşlık olan ses ölçümü ile ilgili uygulamalar konusu, ölçüm aletlerinin fonksiyonları ve analiz örnekleri açısından değerlendirilecektir.

2.3.1. ÖLÇÜM ALETLERİNİN FONKSİYONLARI

Bu altbaşlıkta, yapı akustiği ile ilgili ses ölçmelerinde kullanılabilecek, ölçme sistemi aygıtlarının, temel çalışma ilkeleri ve fonksiyonları ele alınacaktır. " Ses şiddetinin ölçülmesi için 961' de Uluslararası Elektroteknik Kurulu' nca standartlaştırılan sonometre - ses ölçme aleti kullanılır. Sonometreler Fletcher' in 40, 70 , 100 phon gösteren A , B , C cevap eğrilerine göre ayarlanmıştır ve tolerans limitlerine göre ses siddetini saptayabilmektedirler." (7) Ses seviyesi ölçme aletleri, Türk Standartları' nın 8535 / Kasım 1990 sayısında sonometreler olarak tanımlanmıştır. Hacim akustiği ölçmelerinde kullanılan sistemlerin büyük bir bölümünü, gürültü ölçmelerinde kullanılan sistemler oluşturmaktadır. Öte yandan, gelişen teknoloji karşılık günümüzde, ölçme sistemleri giderek daha karmaşık sistemlere ve aygıtlara dönüşmektedir.

İster açık ister kapalı mekanlar olsun, ses ölçme sisteminde yer alan elemanların temel şeması, Şekil 18' de görüldüğü gibidir.



Şekil 18. Ses ölçme sisteminde yer alan elemanlar.

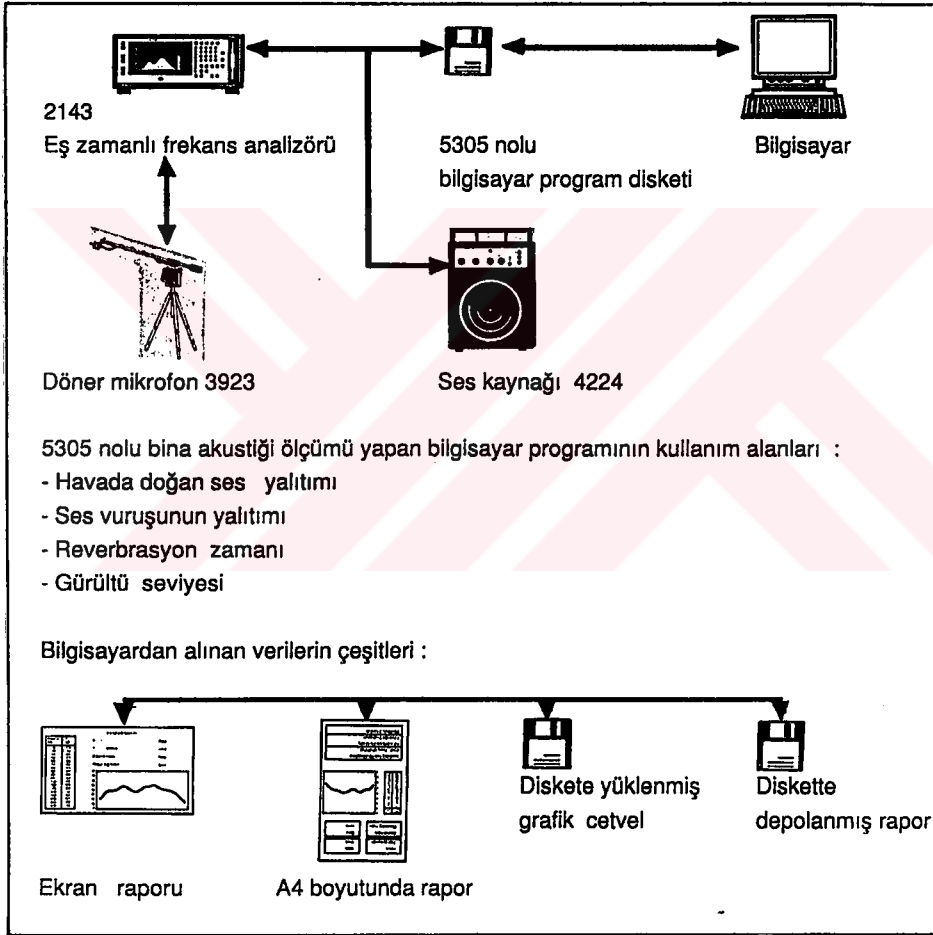
Ses ölçme sistemlerinde genelde yer alan elemanları;

- Ses kaynağı,
- Sonometre,
- Yükseltici (Türk Standartları, 8535 sayfa 5),
- Tayf analizörleri ,
- Mikrofon,

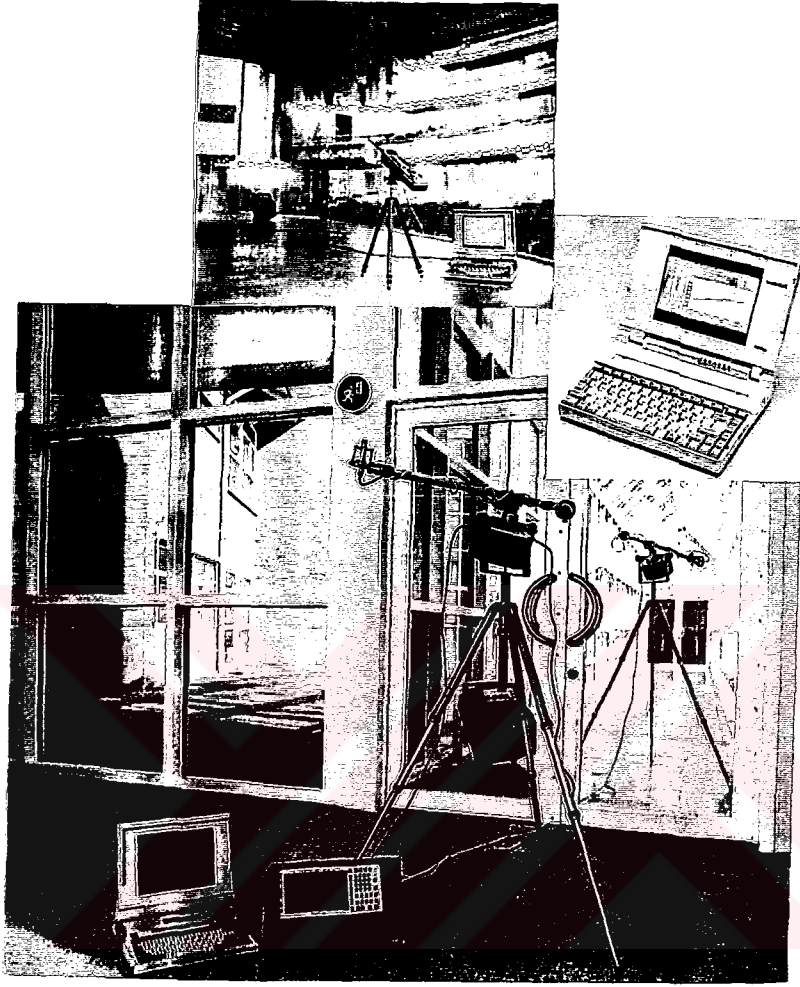
- Kaydediciler olarak sıralamak mümkündür.Burada yer alan elemanların tümünün, her ses ölçme sisteminde bulunması koşulu yoktur.Ölçmenin biçimine ve niteliğine göre, yukarıda sıralanan elemanlardan birkaçı, ya da tümü seçilebilir.Ancak elbette ki sistem en basit biçimiyle, ses kaynağı, mikrofon ve sonometreden oluşmaktadır.Ses ölçmelerinde, pek çok değişik tipte alet kullanılır.Bunların içinden en sıklıkla kullanılanı, Türkçeye ses düzeyi ölçer olarak çevirebileceğimiz, Türk Standartlarında sonometre olarak geçen alettir. Pek çok durumda belli bir zaman periyoduna oranlanmış ses düzeyini ölçmek, ya da gürültüde kalma derecesini belirlemek gerekmektedir. Ticari açıdan da uygun olan integralli sonometreler, bu tür amaçlar için kullanılmaktadır. Gürültünün tayfsal yapısı, yani ses basınç düzeylerinin frekanslara göre dağılımının belirlenmesi için ise, tayf analizi yapan aletler kullanılmaktadır.Bu altbaşlıkta yukarıda sıralanan türden aletler ele alınacaktır.

Sonometrelerde mikrofon; elektronik aygıtların verdiği sinyallerin bazı özelliklerini ölçebilmesi, ya da daha sonra yapılacak ölçümler için hafızasında saklayabilmesi amacıyla, ses dalgalarını elektriksel sinyallere dönüştürmektedir .Mikrofonların bozulabilmesi olasılığından ve pilli aletlerde pillerin durumunun, ölçmeyi etkilemesinden ötürü, ölçmenin gerektiği gibi yapıp yapılmadığının denetlenmesi amacıyla, aletlerin sık sık kontrol edilmesi gerekmektedir.Bu altbaşlık içinde ele alınacak olan, akustik kalibratörler, bu amaca uygun olarak geliştirilmiş aygıtlardır.Pek çok durumda, bir ölçmenin güvenilirliği, aygıtın kullanımına bağlı olmaktadır.Tayf analizi yapılırken yani , ses basınç düzeylerinin frekanslara göre dağılımı belirlenirken, aygıtın kendi gürültüsünün, ölçülen sesin bazı bölümlerini örtmemesine dikkat etmek gerekmektedir.Aleti kullanan kişinin, bütün olanaklarını kullanabilecek derecede aleti tanıması gerekmektedir.Bir ses kaynağının, ses düzeyinin belirlenmesi, ya da bir hacimde reverbrasyon süresinin ölçülmesi gibi kimi durumlarda, ses kaynağı mevcuttur. Ancak, ses geçirmezlik, ses yutuculuk ve ses gücü gibi büyüklüklerin ölçülmesinde, çoğunlukla özel olarak oluşturulmuş ses kaynaklarından yararlanılmaktadır.

Hatta denilebilir ki sağlıklı bir ölçme için,güç ve frekans dağılımları önceden bilinen türden ses kaynaklarının kullanılması kaçınılmazdır.Ses kaynakları, ampifikatör ve hoparlörden oluşmaktadır.Darbe gürültüsü ölçmelerinde ise, özellikle bu amaca yönelik olarak oluşturulan, darbe gürültüsü üreticilerinden yararlanılmaktadır.Ses ölçme sistemleri üreten firmalar, değişik gereksinimleri karşılayacak ses kaynakları da üretmektedirler.Burada konunun alanına giren ve Şekil 19'de görülen, Bruel and Kjaer ve CEL Instruments firmalarının ürettiği bina akustiği ölçüm ekipmanları tanıtılacaktır.



Şekil 19.Oda ve bina akustiği ölçüm aygıtlarının birbirleriyle olan iletişimleri ve aygıtların Brüel and Kjaer firmasınınca belirlenen tip numaraları. (18)-s.3



Resim 9.Oda ve bina akustiği ölçüm aygıtlarının kullanılmasına ait bir uygulama. (18)-s.25

Ses kaynağı (Tip 4224) : Ses geçirmezlik, ses yutuculuk ve reverbrasyon ölçmelerinde kullanılan, ve yeniden doldurulan Nikel - cd pilleriyle çalışan bir aygıttır.Mimari akustikle ilgili ölçmeler için özel olarak üretilmiştir.100 Hz ile 4 kHz arasında sürekli olarak 118 dB ' lik ses gücü üretebilir.Ses yalıtımının ve yutuculuğunun ölçülmesi için yerleştirilmiş iki filtresi vardır.Boyutları yükseklik x en x çap olarak (480x380x242) mm'dir.

" Oda ve bina akustiği ölçüm aygıtlarının en önemlisi olan sonometreler; ses düzeyi ölçerler ve integralli ölçerler olmak üzere ikiye ayrılmaktadır.Ses düzeyi ölçer sese, yaklaşık olarak insan kulağı ile aynı yanıtı verebilecek biçimde tasarlanan ve ses basınç düzeyinin nesnel ve tekrarlanabilir olarak ölçülmesini amaçlayan bir aygıttır.İntegralli sonometreler ise, gürültü ölçmelerinde kullanılan



Resim 9.Oda ve bina akustiği ölçüm aygıtlarının kullanılmasına ait bir uygulama. (18)-s.25

Ses kaynağı (Tip 4224) : Ses geçirmezlik, ses yutuculuk ve reverbrasyon ölçmelerinde kullanılan, ve yeniden doldurulan Nikel - cd pilleriyle çalışan bir aygıttır.Mimari akustikle ilgili ölçmeler için özel olarak üretilmiştir.100 Hz ile 4 kHz arasında sürekli olarak 118 dB ' lik ses gücü üretebilir.Ses yalıtımının ve yutuculuğunun ölçülmesi için yerleştirilmiş iki filtresi vardır.Boyutları yükseklik x en x çap olarak (480x380x242) mm'dir.

" Oda ve bina akustiği ölçüm aygıtlarının en önemlisi olan sonometreler; ses düzeyi ölçerler ve integralli ölçerler olmak üzere ikiye ayrılmaktadır.Ses düzeyi ölçer sese, yaklaşık olarak insan kulağı ile aynı yanıtı verebilecek biçimde tasarlanan ve ses basınç düzeyinin nesnel ve tekrarlanabilir olarak ölçülmesini amaçlayan bir aygıttır.Integralli sonometreler ise, gürültü ölçmelerinde kullanılan

ve seçilmiş bir zaman aralığındaki ses düzeyini ölçmek için tasarlanmış aletlerdir."(11)Ayrıntılarındaki farklılıklara karşılık, bütün sonometreler temelde, mikrofon, işlem bölümü ve çıkış ünitesinden oluşmaktadır.Sonometrelerde, sesin incelenmesi gereken değişik öğelerine ilişkin üç temel belirleme biçimi bulunmaktadır .

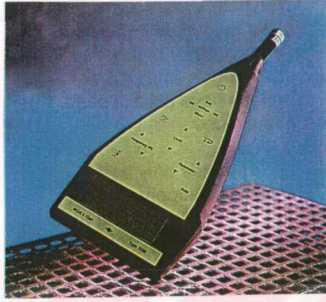
1-Ses basıncı ya da genliğin belirlenme biçimi : Ses basıncı gibi zaman içinde değişen bir büyüklüğün ölçülmesinde, ölçmelerin niteliğinin sinyalin zirvesini mi, yoksa bir tür ortalamasını mı gösterdiğinin belirlenmesi gerekmektedir.

2- Örneklemenin yapıldığı zaman aralığı :Aygıtın ses sinyallerini algıladığı zaman aralıklarının değişimi, bu değişimin sonucu büyük oranda etkilemesinden ötürü, ölçmelerin niteliğine bağlı olarak belirlenmektedir.

3 - Sesin frekans yapısı ile ilgili belirlemeler : Ölçmeler, işitme alanındaki bütün frekanslara, aygıtın yanıtı düz olacak biçimde yapılabilmekte ve ölçme niteliğine bağlı olarak 1/ 3 oktav ve 1/1 oktav gibi tayfsal ölçmeler de kullanılmaktadır.Bütün sonometrelerin, dış bağlantı olanağı bulunmaktadır.Dış bağlantı, amplifiye edilmiş elektrik sinyalinin, bir tayf analizörü, grafik kaydedici, ya da manyetik teyp gibi bir başka aygıtta iletilmesini sağlamaktadır.Dış bağlantıya verilen elektrik sinyal, mikrofono giren ses dalgalarının, tam bir kopyası olmalıdır.Sonometreler; amplifikatör denilen güçlendirici ve gösterge olmak üzere iki bölümden oluşmakta ve sonometredeki amplifikatör, aşağıdaki gereksinimleri karşılamaktadır .

- Mikrofondan gelen sinyalleri, düşük ses düzeylerinin ölçülmesini sağlayacak derecede yükseltmek ve geniş bir frekans alanında amplifiye edebilmek,
- Aygıtın iç donanımınca üretilen, parazitini düşük olmasını sağlamak ,
- Amplifikasyonu sabit tutmak, bu gereksinimlerden biridir.Bu yapılmadığında, herhangi bir değişiklik, aygıtın hatalı sonuç göstermesine neden olmaktadır.

Amplifikasyonun tasarım değerinde sabit kalmasına yardımcı olmak için, bütün sonometrelerde amplifikatörün test edilebilmesini sağlayan parçalar bulunmaktadır.Sonometrelerin göstergelerinde ise, mikrofondan gelen sinyal güçlendirildikten sonra, ses basıncının zirve değerini dB cinsinden okumak mümkün olmaktadır.Araştırmanın buraya kadar olan bölümünde sonometrelerin fonksiyonları anlatılmıştı.Bundan sonra ise,Brüel and Kjaer ve CEL İNstruments firmalarının üretim kataloglarından ve teknik yayınlarından elde edilen bilgilere dayalı olarak çeşitli sonometrelerden örnekler verilecektir.



Resim 11. Brüel and Kjaer firmasının 1994' de tasarladığı en yeni sonometresi olan 2236 tip numaralı sonometresi .(18)-s.4

Sonometreler; çevresel gürültü, sağlık ve güvenlik alanlarında kullanılmak üzere özel uğraşlarla geliştirilmiştir.Bu aletler kolay kullanılışları, taşınmada pratik oluşları, gerçekçi ölçümleriyle ve ergonomik oluşlarıyla kullanıcıya çok zaman kazandırmaktadırlar.



Resim 12.CEL Instruments firmasının 593 tip nolu ilk dijital sonometresi. (15)-s.3

İngiltere 'deki CEL Instruments firmasının ilk dijital sonometresi olan 593 tip numaralı modeli, belirli bir zaman aralığında frekans analizi sağlamaktadır.5000 ölçümü hafızasında gizlemekte ve 5-140 dB arasında ölçüm yapabilmektedir.Ekranı likid kristaldir, zaman tarih profili ve ölçümle ilgili bilgileri küçük ekranında görülebilir.Dokunmatik olarak çalışan düğmeleri komutlara ulaşılmasını kolaylaştırmaktadır.Dijital gösterge, ibreli bir ölçere gerek duymadan sesin kesin düzeyini göstermektedir.Ölçme devresinde ölçmenin hızı yani örneklemenin yapıldığı zaman aralığı da standartlaştırılmıştır.Genel olarak iki tip zaman aralığı kullanılır: Hızlı -125 milisaniyelik zaman aralıklarında örnekler almakta,yavaş-1saniyelik zaman aralıklarında örnekleme yapmaktadır.Yavaş yanıt, hızlı değişen bir sesin ortalama değerinin belirlenmesi için kullanılmaktadır.Ses ölçümü sisteminde yeralan elemanlardan olan akustik kalibratörler, kalibratörün boşluğuna yerleştirilen, mikrofونun diyaframında, bilinen sabit bir ses basınç düzeyi üretebilen aletlerdir.Bu tür bir alet, bir sonometrenin ya da sistemin duyarlılığını, her ölçme setinden önce ya da sonra ölçülebilir.

2.3.2. ANALİZ ÖRNEKLERİ

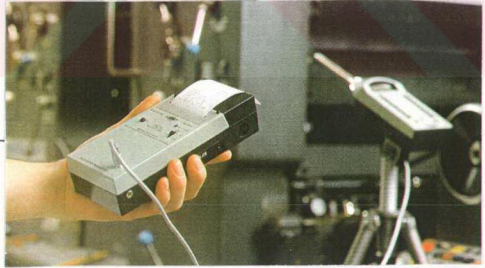
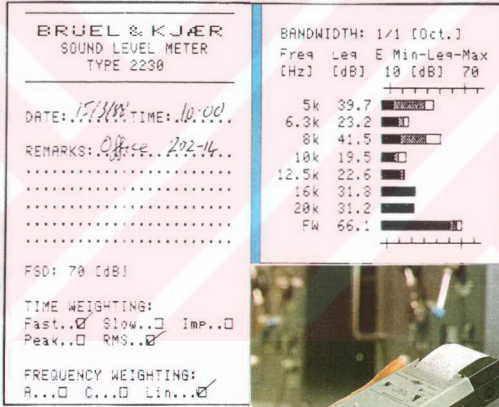
Ses ölçümündeki en önemli olaylardan biri de, ses düzeylerinin, işitilir frekans alanına dağılımının belirlenmesidir.Bu dağılımı belirleme sürecine ise, analiz adı verilmektedir.Analiz için kullanılan aygıtlara da analizör denilmektedir.Analizlerde ses sinyali, elektronik devrelerde işleminden geçmekte ve sonuç bir sonometre, grafik çizer ya da herhangi bir tür ekran üzerinde gösterilmektedir.Bu süreç, tıpkı değişik büyüklüklerdeki çakılların, değişik eleklerden geçirilerek ayrılması gibi, bir filtreler serisi kullanarak ses sinyalini, frekans bileşenlerine ayırmaya benzetilebilir.Tek bir filtrenin kapsadığı frekans alanı, bant ya da bant genişliği olarak adlandırılmaktadır.

Akustik analizlerde, en sık kullanılan bant genişliği 1 oktavdır.Bu tür bir bant genişliği olan analizöre, oktav - bant analizörü adı verilmektedir.Ses ölçümü ile ilgili uygulamalarda kullanılan elemanlardan olan mikrofonlar, ses dalgalarını elektrik dalgalarına çeviren aygıtlardır.Bir mikrofونun ürettiği elektrik dalgası, düşünsel olarak elektrik dalgalarının tam bir kopyası olmalıdır.Ayrıca mikrofonlar varlıkları ile ses alanını bozmamalıdır ve duyarlılığı da zaman içinde, ya da çevre koşulları ile değişmemelidir.Sonometre ya da analizör gibi bir aygıtın gösterdiklerinin, sürekli ve kalıcı olarak kayıt edilebilmesi, sonometrenin çıkış bağlantısını bir grafik ses düzeyi kaydeden aygıtla bağlamak yoluyla sağlanabilir.Grafik ses düzeyi kaydeden aygıt, logaritmik bir skalası olan bir



Resim 10 Brüel and Kjaer firmasının 2231 tip numaralı sonometresinin önden ve arkadan görünüşü , yanda ise bilgisayar bağlantısı görülmektedir. (18) Çeşitli amaçlar için ölçüm yapmada; sonometrenin arka yüzündeki cebine takılan modüller kullanılmaktadır ve ölçümün niteliğine göre sonuç alınmaktadır. Ayrıca sonometrelerin, rapor dökümü veren aygıtı ve bilgisayara bağlantı için çıkışları da vardır. Yankılanma zamanını ve bina akustiğini ölçerken 2231 nolu sonometreye takılan modüllerle, farklı ölçüm amaçları için aynı sonometreler kullanılmış olmaktadır.

kaydedicidir. Ses düzeyleri, bir motor tarafından, belli bir hızda hareket ettirilen bir kağıt şerit üzerinde, desibel cinsinden lineer olarak çizilmektedir. Bazı kaydediciler, doğrudan ses ölçen sonometrenin çıktısına bağlıdır. Grafik ses düzeyi kaydedicinin yazma hızı, kalem, kağıt şerit üzerindeki hareket hızıyla aynıdır. Bir ses analizinin sonuçları, kimi zaman bir bilgisayarın ekranında kimi zaman analizörün çıktısında gösterilmektedir. Ekrandaki görüntü hızla değişip bir ses ölçme sorununun, belirleme ve ön çalışmalarını hızlandırmaktadır. Kalıcı bir ses ölçme kaydını böyle bir durumda, kimi zaman ekranın fotoğrafını çekme yoluyla da elde etmek mümkündür.



Resim13. Brüel and Kjaer firmasının 2318 tip numaralı ses düzeyi kaydedicisinin kullanımı ve ölçüm sonunda elde edilen grafik dökümü. (18)-s.17

Taşınabilir oluşuyla çalışma alanlarında çok pratik bir ayardır ve pille çalışmaktadır. Ses ölçümünde sonometreye bağlı olarak alınan verileri hafızasına kaydetmekte ve gerektiğinde resimde görüldüğü gibi geniş bir analiz dökümüyle kağıda grafik olarak aktarmaktadır.

2.4. BÖLÜM DEĞERLENDİRMESİ

Hacim akustiğinin tasarıma etkileri başlığı altında araştırılan bu bölüm; ses yutucu ve yansıtıcı malzeme ile ilgili uygulamalar, salon donanımı ile ilgili uygulamalar ve ses ölçümü ile ilgili uygulamalar olmak üzere üç altbaşlıkta açıklanılmıştır. Hacim akustiği, elektroakustiğin de gelişmesi ile salonda kullanılan gereçlerin yutma çarpanlarının belirlenmesi, müziğin yetkin bir düzeyde dinlenebilmesi, konuşmanın anlaşılabilirliği gibi pek çok konuda çeşitli ölçmeler yapılabilmesine olanak tanımıştır. Tüm bu ölçümlerin, salonun tasarımında etken bir rolü bulunmaktadır. Tasarlanmış reverbrasyon süresine göre yutucu ve yansıtıcı malzemelerin alanının, akustik özelliği olan salona, dengeli bir biçimde nasıl kaplanacağı, insanın ses yutuculuğunun reverbrasyon süresinde etkisi olduğu bilindiğine göre, ses dağılım grafikleri çıkarılırken oturma düzeninin nasıl şekil alacağı tasarımı etkilemektedir.

Birinci altbaşlık olan 2.1.'de ses yutucu ve yansıtıcı malzeme ile ilgili uygulamalar; yalıtım malzemeleri ve bileşik konstrüksiyonlar ile yüzey kaplamaları olmak üzere ikiye ayrılarak açıklanılmıştır. Malzemede ses yutuculuk, ses enerjisinin, yapı malzemesinin yüzeyinden, yansımadan yutulan enerji miktarıdır. Birimi Sabine olarak ifade edilmektedir. Ses yutma katsayısı ise, yutulan ses enerjisinin, yüzeye giden ses enerjisine oranıdır. Ses yutucu ve yansıtıcı prefabrike akustik üniteler; helmholtz rezonatörleri, akustik sıvalar ve akustik perdelerdir.

Oysa ki sert yüzeyli ve gözeneksiz malzemelerde ses, çok az yutularak yüzeye geldiği açı ile aynen yansıtılmaktadır. Yalıtım malzemeleri ve bileşik konstrüksiyonlarda; duvar, döşeme veya bileşik elemanları, farklı katmanlardan oluşturularak daha düşük yüzey birim ağırlığı ve eleman kalınlığında, yüksek ses izolasyonu değerlerine ulaştırmak mümkün olmaktadır.

Bu malzemeler; camyünü, taşyünü, poliüretan sert köpük, doğal mantar levha gibi ses yalıtım malzemeleridir. Bu tür hafif sistemler olan bileşik konstrüksiyonlardaki başarı; katmanlar arasında yaratılan boşlukta kullanılmakta olan camyünü, taşyünü gibi yalıtım malzemelerinden ileri gelmektedir. Bu amaç için seçilen taşyünün en iyi sonucu verebilmesi için; yüksek yoğunluk ve yüksek hava akım direncine sahip olması gerekmektedir. Bileşik konstrüksiyonlar; sandviç duvarlar veya yüzer şap döşemeler şeklinde meydana gelmektedir. Sandviç duvarlar iki bölümlü duvar arasına yerleştirilen yalıtım malzemesi ile oluşturulan bir sistemdir. Yüzer döşeme ise, sesi karşılayan döşeme ile, taşıyıcı sistemin

bağlantılı olmayıp elastik bir katman ile ayrılmış olmasından kaynaklanmaktadır. Bunlarla ilgili olarak yapı elemanlarının ses izolasyonu ile ilgili uygulama örnekleri 2.1.1. altbaşlığında Şekil 12 'de verilmiştir.

İnşaat malzemeleri ile ilgili uygulamalarda ise, çıplak tuğla , beton , agregalı sıva ve mermer yüzeyi olmak üzere ses yutucu malzemeler olarak kullanılmaktadır. Bu tür uygulamalarda kullanılan malzemelerin uygulanma yöntemlerini; düzgün bir yüzeye harçla sabitleyerek, ahşap ızgaraya çakarak, madeni taşıyıcılara asarak, tavana taşıtarak ve laboratuvar döşemesi üzerine koyarak olmak üzere dörde ayırmak mümkündür. Bu tür uygulamalarla ilgili örnekler 2.1.2.'de verilmiştir. İkinci altbaşlık olan salon donanımı ile ilgili uygulamalar; oturma kapasitesi ile insanın ses yutuculuğu ve koltuk tasarımı olmak üzere ikiye ayrılarak anlatılmıştı. Daha önce de belirtildiği gibi, müzik salonlarının çoğunda, toplam ses yutuculuğun büyük bir bölümünü , dinleyiciler tarafından yutulan ses oluşturmaktadır. Oturan bir dinleyicinin 500 Hz.'deki ses yutma gücünün 0.29 'dan 0.60 Sabine birimine kadar genişleyen bir alanı kapladığı belirlenmiştir. Oturma kapasitesi ve insanın ses yutuculuğunun tasarıma olan etkilerini; araştırmanın bir sonraki bölümünde 3.2. altbaşlığında ses dağılım grafiklerinin çıkartılarak, akustik yetkinliğin irdelendiği bölümde de görmek mümkündür. Bu grafiklere göre belirlenen oturma kapasitesi ve düzeni, dengeli olarak sağlandığında hacim akustiğinde doğrudan etkili olduğu belirlenmiştir. Oturma kapasitesi ve düzenine bağlı olarak, hacim akustiğinde koltuk tasarımının etiklerinden bahsetmek gerektiğinde, mimar Beranek' in yaptığı bir araştırmanın sonuçları verilmiştir. Beranek' in yaptığı araştırmanın sonuçlarına göre; çalışma yapılan müzik salonlarında 250 Hz. dolaylarında çıkan ses yutuculuk değeri, beklenenin çok üstünde çıkmış ve yapılan incelemeler sonunda bu sonuca müzik salonlarında kullanılan koltukların neden olduğu belirlenmiştir. Bu koltukların deliksiz bir döşeme ile ve hava geçirmeyen bir kumaşla kaplandığı, böylelikle bir tür titreşen gereç gibi sesi yutmakta oldukları belirlenmiştir. Koltuklarda ses yutuculuğu artırmak ve salon dinleyiciler ile dolu değilken bile, ölçüm yapabilmek için koltuğun stürüktüründe kullanılan malzemeler seçiciliğe neden olmaktadır. Ahşapta, yüksek frekansta ses yutuculuğu artırılmış, katılaştırılıp verniklenmiş olarak, (Al)'da epoksi ile boyanmış olarak, (PVC)'de enjeksiyon metodu ile çeşitli yüzey tasarımları yapılmış olarak kalıptan çıkarılmaktadır. Koltuğun stürüktürünü böylece oluşturduktan sonra deliksiz bir döşeme ve hava geçirmeyen kumaşla kaplanıp, sonuçta ses

yutuculuk değeri insanın ses yutuculuğuna eşdeğerde bir koltuk tasarımı meydana gelmektedir. Böyle bir koltuk tasarımı da, hacim akustiğini doğrudan etkilediğinden akustik düzenleme ile ilgili uygulamalar alanına girmektedir. İç mimaride hacim akustiğinin tasarıma etkileri başlığı altında açıklanan ve üçüncü altbaşlık olan ses ölçümü ile ilgili uygulamalar; ölçüm aletlerinin fonksiyonları ve bunlarla ilgili analiz örnekleri olmak üzere ikiye ayrılarak anlatılmıştı. Elektroakustiğin gelişimi ile ses ölçüm aletleri ve ölçme yöntemleri de gelişmiş, böylece hacim akustiğinin irdelenmesi sağlanmış ve tolerans limitlerine göre ses şiddeti saptanmıştır.

Ses ölçümü ile ilgili uygulamalarda 2.3.1. altbaşlığında ölçüm aletlerinin fonksiyonları anlatılırken, yapı akustiği ile ilgili ses ölçmelerinde kullanılabilecek ölçme sistem ve aygıtlarının temel çalışma ilkeleri ve fonksiyonları açıklanılmıştı. Bunlara bağlı olarak; ister açık ister kapalı mekanda olsun, tipik bir ses ölçme sisteminin temel şeması aşağıdaki şekilde verilmiştir.



Ses ölçme sistemlerinde, genellikle yer alan elemanlar; ses kaynağı, sonometre, yardımcı bir eleman olarak yükselteç yada güçlendirici olarak çevirebileceğimiz kalibratör, ses sinyalini elektronik devrelerde işlemden geçirdikten sonra analiz edip grafik bir çizimde gösteren analizörler ve tüm bu işlemleri hafızasına kaydeden bilgisayarlardır.

Ses ölçümü ile ilgili uygulamalarda 2.3.2. altbaşlığında analiz örnekleri anlatılırken; ses seviyesini ölçen alet olan sonometre yada analizörün, gösterdikleri değerlerin sürekli ve kalıcı bir kaydını elde etmek için, sonometrelerin kablo ile çıkışı bağlantısını, bir grafik ses seviyesi kaydediciye bağlamak gerektiği anlatılmıştı. Bu kaydediciler, belirli bir hızla hareket ettirilen bir kağıt şerit üzerinde desibel cinsinden çizim yapmaktadırlar. Bir analizin sonuçları, kimi zaman bir aygıtın grafik çıktısında yada küçük ekranında gösterilmektedir. Bu tip grafik çıktı, değişimi hızla göstermekte ve bir ölçme sorununun, belirleme ve ön çalışmalarını hızlandırarak, kalıcı bir kayıt elde edilmesini sağlamış

olmaktadır.Bütün bu anlatılanlardan sonra bu bölümde; ses yutucu ve yansıtıcı malzemelerin, salon donanımının ve ses ölçümünün hacim akustiğinde tasarıma olan etkileri, uygulamalardaki örnekleriyle anlatılmıştır.



3. BÖLÜM

Bu bölümde İç mimarlıkta, hacim akustiğinde ses ölçümünün irdelenmesine ilişkin yöntem tanıtılacaktır. Bu konu ; plan şeması yönünden farklı hacimlerde ses ölçümü, kullanım yönünden farklı hacimlerde ses ölçümü ve çalışma kapsamına alınan salonların, hacim akustiğinde ses ölçümünün tasarıma etkileriyle irdelenmesi şeklinde üç altbaşlıkta ve ayrıca bu altbaşlıklarda konunun değerlendirilişine göre kendi içinde bölünerek açıklanacaktır.

İÇ MİMARLIKTA, HACİM AKUSTİĞİNDE SES ÖLÇÜMÜNÜNİRDELENMESİNDE KULLANILAN YÖNTEM VE BUNA İLİŞKİN KABULLERİN YAPILMASI

Tezin bu bölümünde, öncelikle hacim akustiğinde ses ölçümünün irdelenmesine yönelik olarak oluşturulan yeni bir yöntem tanıtılacaktır. Bu yöntemin adımları ortaya konduktan sonra, yöntemle elde edilen sonuçların günümüze değin yapılan çalışmalara sağladığı yenilikler belirtilecek ve tasarıma etkilerinin bu yöntem aracılığı ile saptanabileceği ortaya konacaktır. Ardından yöntem ile tasarıma etkilerinin ortaya konacağı akustik parametrelerin seçimine ve buna ek olarak yöntemin uygulanmasında veri oluşturulacak çalışma kapsamına alınan salonların hacim büyüklükleri, özellikleri, projeleri, reverbrasyon süreleri, ses dağılım grafikleri ve öteki hacim akustiği değişkenlerine ilişkin kabullere yer verilecektir. İç mimarideki hacim akustiğinde ses ölçümünün irdelenmesi amacıyla yönelik bu çalışmadan oluşturulan yöntemin aşamaları, hacim akustiği ile ilgili parametrelerin saptanmasından sonra;

- Plan şeması yönünden farklı hacimlerde
- Kullanım amacı yönünden farklı hacimlerde
- Çalışma kapsamına alınan salonların, hacim akustiğinde ses ölçümünün

tasarıma etkileriyle irdelenmesi, biçimindedir.

Hacim akustiğinde ses ölçümünü irdelemede ve bu yöntemle tasarıma etkilerini ortaya koymada pek çok hacim akustiği parametresi arasından konuya uygun olanların seçilmesi yöntemin aşamalarından ilkinin oluşturmaktadır.

İkinci aşamanın gerçekleştirilebilmesinde plan şeması yönünden hacim farklılıklarının ses ölçümüne etkilerinin irdelenmesi söz konusudur.

Üçüncü aşamada çalışmaya konu olarak alınmış altı salonun kullanım amacı yönünden farklı hacimlerde ses ölçümünün irdelenmesi üçüncü ve son bölümle bağlantılı olarak ele alınmıştır.

Değinilen yöntem çerçevesinde iç mimaride hacim akustiğinin ses ölçümünün tasarımı etkilerinin saptanması amacına ulaşmada üçüncü aşamanın, tasarımı etkilerinin nicel ve nitel açıdan doğru belirlenmesi ve yöntemin geçerliliğinin de savunulabilmesi (kanıtlanabilmesi) açısından en önemli bölüm olduğu açıktır.

Yukarıda sözü edilen konunun yeterli duyarlılıkta incelenebilmesi için, söz konusu kavramın açılımı bu tezde birbirini bütünlediği öngörülen üç bölümden oluşmaktadır. Buna göre;

- Plan şeması yönünden farklı hacimlerde ses ölçümünde sesin kaynaktan çıktığı zaman şiddeti her yönde aynı kuvvetle yayılmamaktadır. Ses kaynağının bu karakteristiği göz önünde tutularak dikdörtgen, parabol ve elips taban planlı ve yelpaze taban planlı prizmatik plan şekilleri incelenmesi;

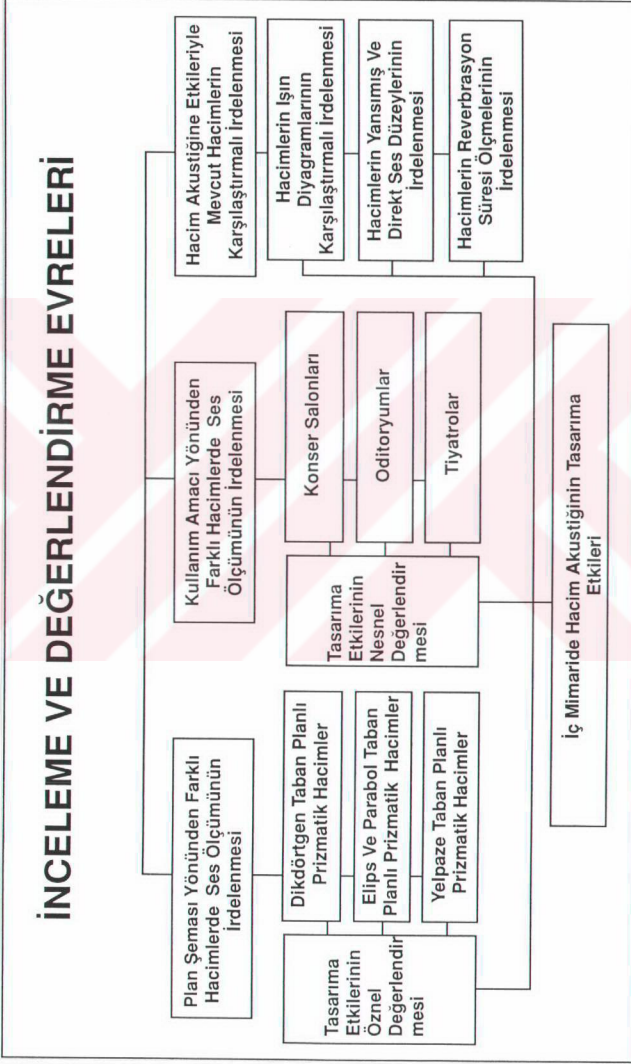
- Kullanım amacına göre farklı salonlarda ses ölçümünün tasarımı etkilerini irdelerken İstanbul'daki altı salon çalışma kapsamına alınarak bu salonların yukarıda sayılan üç ögeyle ilgili tanımlamalarının yapılması,

- Hacim özelliklerinin belirtilmesi, projelerin verilmesi ve ses dağılım grafikleri yapılması, buna göre plan şemalarında öngörülen değişikliklerin belirtilmesi, reverbrasyon ölçmeleriyle frekans karakteristiği çıkarılması ve tüm bunlara göre değerlendirmeler yapılması, olarak ifade edilebilir.

Çalışma kapsamındaki inceleme ve değerlendirme evreleri şematik olarak Şekil 20.'de sunulmaktadır.

Yukarıda ortaya konulan plan şeması yönünden farklı hacimlerde, kullanım amacı yönünden farklı hacimlerde ses ölçümlerinin irdelenmesi ve hacim akustiğinde etkileriyle mevcut hacimlerin karşılaştırmalı olarak irdelenmeleri konularında edinilen bulgular Bölüm 3.'de ayrıntılı olarak yer almaktadır.

İç mimaride hacim akustiğinin tasarımı etkilerinin birinci derecede öncelikli olarak saptanması gerekliliğinden yola çıkılarak, konser salonları oditoryum ve tiyatrolar için ses ölçümünün irdelenmesi amacıyla plan şeması, farklı kullanım amaçlı salonlar, hacim akustiğine etkileriyle mevcut hacimlerin irdelenmesi olmak üzere birbirleri ile ilişkili ve birbirlerini bütünleyici üç bölümden oluşan bu değerlendirme yönteminin ortaya konmuş olmasının, tasarımı etkileri konusundaki çalışmalara kuramsal ve kılgısal yenilikler getireceği düşünölmektedir.



Şekil 20 Çalışma kapsamındaki salonların inceleme ve değerlendirme evreleri.

3.1. PLAN ŞEMASI YÖNÜNDEN FARKLI HACİMLERDE SES ÖLÇÜMÜNÜN İRDELENMESİ

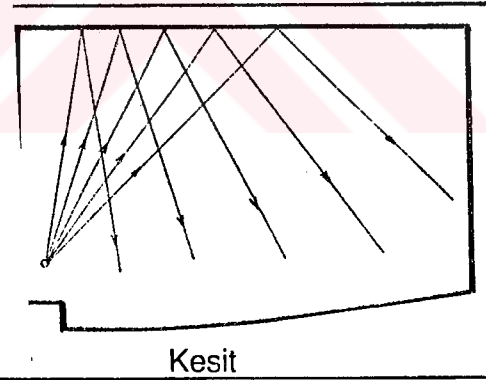
Hacim akustiğinde ses ölçümünün irdelenmesinden bahsederken, öncelikle plan Şeması yönünden farklı hacimlerde ses ölçümünden başlanmıştır.Hacimler plan Şemaları yönünden, dikdörtgen taban planlı prizmatik salonlar, parabol ve elips taban planlı prizmatik salonlar ve yelpaze taban planlı prizmatik salonlar olmak üzere üçe ayrılarak irdelenecektir.

Plan Şeması yönünden farklı hacim tiplerini belirlerken, genelde kullanılan hacim biçimlerinin seçilmesine dikkat edilmiş ve hacimleri belirlemede iki faktör göz önüne alınmıştır. Bunlardan birincisi, hacimlerin geometrik biçimleri, ikincisi ise, hacimlerin metre küp cinsinden büyüklükleridir.Hacimler, geometrik biçimleri bakımından dikdörtgen, parabol ve elips bir de yelpaze olmak üzere üç gruba ayrılmıştır.Belirlenen hacimlerde büyük ve küçük hacimlerdeki durumların incelenebilmesi için hacim büyüklüğü 1410 ve 10920 m³ arasındaki hacimler seçilerek örnekleme yoluna gidilmiştir.

Plan Şemalarındaki formların belirlenmesine başlarken öncelikle hacmi ve en uygun hacim oranlarını düşünmek gerekmektedir. Hacim; dinleyici sayısı, kullanılış amacı, görüş seviyesi ve tasarıma göre değişmektedir. Yine de hacmin küçük olması, bir ses kaynağı için salondaki ses şiddetinin yükselmesine hizmet etmektedir.Sesin kaynaktan çıktığı zaman şiddeti her yönde aynı kuvvette yayılmamaktadır.Örneğin konuşan bir insanın ağızından veya hoparlörden çıkan sesin şiddeti kaynaktan uzaklaştıkça düşmekte bu açıdan bakıldığında, salonlarda geniş bir açıda oturan ön yan sıralar özellikle yüksek frekanslarda müziği kötü bir şekilde dinlemektedirler.(5)Ses kaynağının bu karakteristiği gözönünde tutularak plan Şekilleri incelenecektir.Bu bölümde araştırma alanına giren İstanbul' daki akustik özellik gösteren salonlar seçilirken yukarıda belirlenen plan Őemalarıyla benzerlik göstermesine özen gösterilmiştir. Araştırmanın ilerleyen altbaşlıklarında bu salonların plan Şemaları ve ses dağılım grafikleri, hacim özelliklerinin ses ölçümündeki etkileri irdelenecektir.

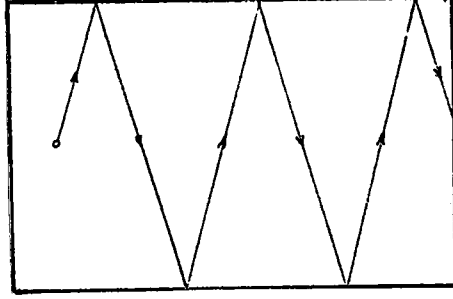
3.1.1. DİKDÖRTGEN TABAN PLANLI PRİZMATİK SALONLAR

Hacim akustiğinde ses ölçümü; plan şeması yönünden farklı salonlarda irdelenirken ilk olarak dikdörtgen taban planlı prizmatik salonlardan başlanmıştır. İstanbul' daki; konser salonları, oditoryum ve tiyatrolar için yapılan çalışmalarda; Cemal Reşit Rey Konser Salonu, Atatürk Kültür Merkezi Konser Salonu ve Kenterler Tiyatrosu dikdörtgen taban planlı prizmatik salonlar kapsamına alınmıştır. Dikdörtgen formundaki, genişliği boyuna oranla fazla olan salonlar, fazla sayıda dinleyiciyi öne getirirlerse de ön yan sıralar ses kaynağının daha önce anlatılan karakteristiği dolayısıyla yeterli ses yüksekliğine sahip olamazlar. "Ses kaynağının yerinin değişimi sadece dikdörtgen taban planlı hacimlerde sözkonusudur. Yelpaze ve elips taban planlı hacimlerde ses kaynağının yeri sabittir." (9) Derin salonlarda ise, ön kısımlardaki yüksek ses şiddetine karşılık arka taraflarda yetersiz bir ses yüksekliği oluşmaktadır. Özellikle yan duvarların ses kaynağına yakın ön kısımlarından yansıyan ve şiddeti yüksek olan ses dalgaları, ses yüksekliğine ihtiyaç duyulmayan ön sıralarda toplanarak asıl desteğe ihtiyacı olan arka sıralara az miktarda ve şiddet bakımından zayıf olarak gitmekte böylece ses yüksekliği bakımından bir dengesizlik meydana getirmektedirler.



Şekil 21. Dikdörtgen taban planlı prizmatik hacimde ses dağılımı. (5)-s.86

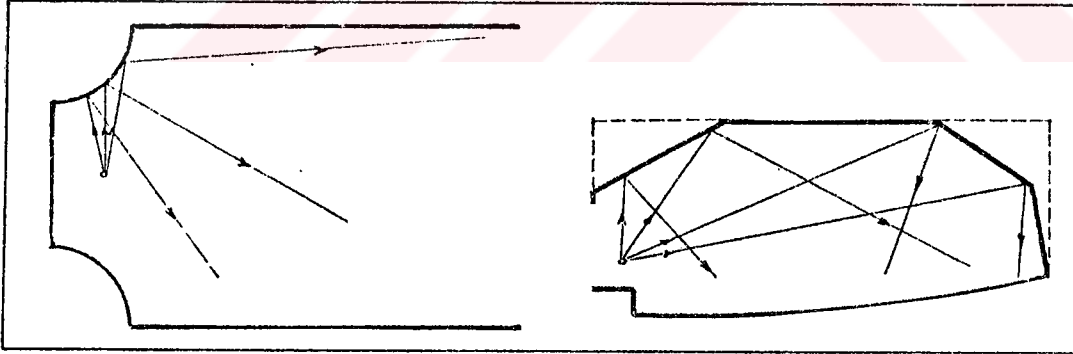
Taban planı düşeyde incelendiğinde ise, düz tavanlar genellikle sesi dağıtıcı rol oynarlarsa da tavanın ses kaynağına yakın olan ön kısmından yansıyan ses dalgaları arka sıralara şiddeti azalarak gideceğinden, mesafenin uzunluğundan dolayı ses seviyesinde arka sıralarda belirgin bir yetersizlik oluşmaktadır. Bunun dışında karşılıklı paralel duvarlar arasında yansıyan ses uzun ve tekrar eden mesafeler olarak yankıya sebep olmaktadır.



Şekil 22.Paralel duvarlar arasında yansıyan ses dalgaları .(5)-s.76

Her yansımadan sonra yüzeyin ses emicilik değerine göre ses, enerjisinden bir miktarını kaybederse de duvarlar yüksek derecede ses yansıtıcı olduğu zaman,ses şiddetinin etkisi kayboluncaya kadar ses dalgası yansımalarla belli bir yol alır ki, bu da direkt sesle aradaki farka göre yankıya sebep olmaktadır.

Ancak reverbrasyon süresinin biraz uzun olması istenilen konser salonlarında bu tip yansımalar faydalı olmaktadır.Dikdörtgen tabanlı prizmatik salonlarda bu kusurları önlemek için ses kaynağının yanına gelen duvarlar dışa doğru açılacak şekilde yapılabilir ki, böylece değerli olan ilk ses yansımaları asıl ihtiyaç duyulan arka alanlara gönderilmekte ve buralardaki alçak ses seviyesi desteklenmiş olmaktadır.



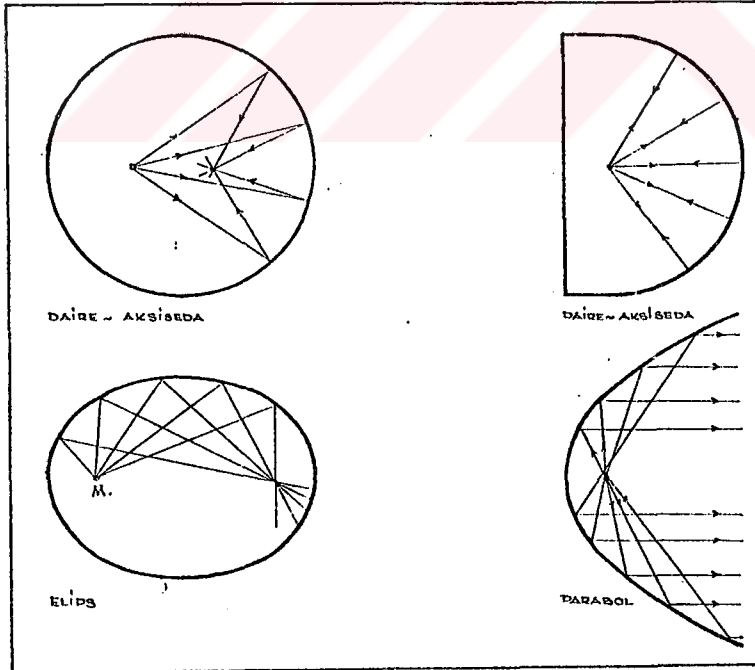
Şekil 23.Dikdörtgen salonlarda, dışa açılarak sesi yansıtan duvarlar.(5)-s.86

Düşeyde incelendiğinde, tavanın arka kısmına gelen ses dalgaları, buradan yansıma ile arka duvara ve oradan da ikinci bir yansıma ile ve gecikmiş olarak ön sıralara gelerek yansımalarla sebep olur.Bunun için tavanın arka kısmı aşağı doğru kırılıp, bu kısma gelecek olan ses dalgaları arka sıralara gönderilerek bu bölgeyi beslemesi sağlanmaktadır.Ön ve arka kısımların kırılmasıyla oluşan tavan formunu, bu kırıkları daha ince bantlar halinde düzenleyerek salonun

çeşitli noktalarına, sesi gerekli olduğu oranda dağıtmak mümkündür. Buraya kadar dikdörtgen taban planlı prizmatik salonlarda ses ölçümü plan şeması üzerinde ses dağılımı yönünden irdelenmiştir. Şimdi de İstanbul'daki salonlardan, dikdörtgen taban planlı prizmatik hacimler alanına giren, Cemal Reşit Rey, Atatürk Kültür Merkezi Konser Salonu ve Kenterler Tiyatrosu plan şeması yönünden irdelenecektir.

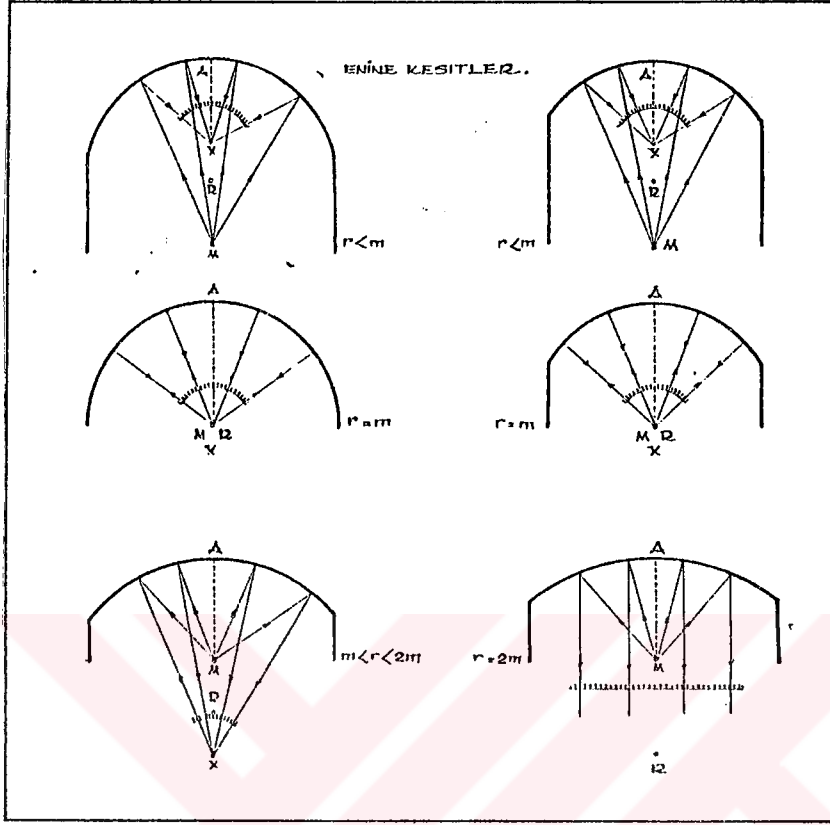
3.1.2. PARABOL VE ELİPS TABAN PLANLI PRİZMATİK SALONLAR

Parabol ve elips gibi dairesel taban planlı prizmatik salonlar Şekil 24'deki ses dağılımlarından da görüldüğü gibi fısıldayan galeriler, odaklanmalar ve sesin dengesiz bir biçimde dağılması nedenleriyle kaçınılması gereken formlar olduğu belirlenmiştir. Parabol ve elips taban planlı prizmatik salonlarda, dairesel yüzeylerde yansıyan sesin meydana getirdiği odak noktalarında, yüksek ses şiddeti olmasına karşılık biraz ilerideki bir noktada yetersiz bir ses şiddeti belirmektedir. Ses dalgalarının aldığı mesafelerin büyük olması halinde, meydana gelen ses odaklanmaları ile beraber, şiddetli ses yansımaları da oluşmaktadır. Bu nedenle dairesel taban planlı prizmatik salonların tasarımından kaçınmak gerekmektedir.



Şekil 24. Parabol ve elips taban planlı prizmatik salonlarda ses dağılımı. (5)-s.74
Elips taban planlı prizmatik salonlarda da, dairesel taban planlı salonların kusurları olmakla beraber, ses kaynağı elips taban planının odaklarından birine

tesadüf ettiği zaman, bütün ses dalgaları diğer odakta birleşerek gereksiz ses yansımaları oluşturmakta ve bu da hiç şüphesiz oldukça elverişsiz bir dinleti ortamı yaratmaktadır. Parabol taban planlı prizmatik salonlarda ise, ses kaynağı, tam parabolun odağı üzerine isabet ettiğinde, yansımış ses dalgaları paralel olarak yayılmaktadırlar. Ses kaynağı, odakla eğri arasında bulunduğu anda ise, yansımış ses dalgaları açılarak gitmektedirler. Yani parabol taban planlı prizmatik salonlarda bir odaklanma sözkonusu değildir. Buna göre parabol taban planlı salonlar akustik için uygun bir form gibi görünüyorsa da, ses kaynağı odağın dışına çıktığı zaman yansımış ses dalgaları yaklaşarak gideceklerinden salonun içindeki ses dağılımı, yine dengeli olmayacaktır. Ayrıca oldukça uygun gibi görünen, ses kaynağının parabolun odağının üzerinde olması durumunda, yansımış ses dalgaları, paralel gideceklerinden, arka duvara çarpan bu paralel ışınlar, arka duvar ne kadar emici yapılırsa yapılsın yine de bir kısım ses dalgası yansıtacağından tamamen ön kısma geri gelirler. Bu nedenlerle, parabol ve elips taban planlı prizmatik salonların tasarımından da mümkün olduğunca kaçınmak gerekmektedir. Elips ve parabol taban planlı prizmatik salonlarda, ses dağılımlarını Şekil 25' de görüldüğü gibi kesitte irdelemek gerekirse, iç bükey tavanın merkezinin, salondaki ses kaynağı veya dinleyiciler seviyesinde tutulmaması gerektiği belirlenmiştir. Buna karşılık mimari tasarım aşamasında iken, içbükey tavan yapılmak isteniyorsa, tavan yarıçapının yüksekliğinin iki katından fazla yapmak gerekir, çünkü böyle yapılmadığında yansımış ses dalgaları açılarak gideceklerinden odaklanma meydana gelmeyecektir. İstanbul'daki akustik özellik gösteren salonlardan parabol ve elips taban planlı prizmatik salonlara rastlanmadığından bir örnekle irdelemek mümkün olmamıştır.



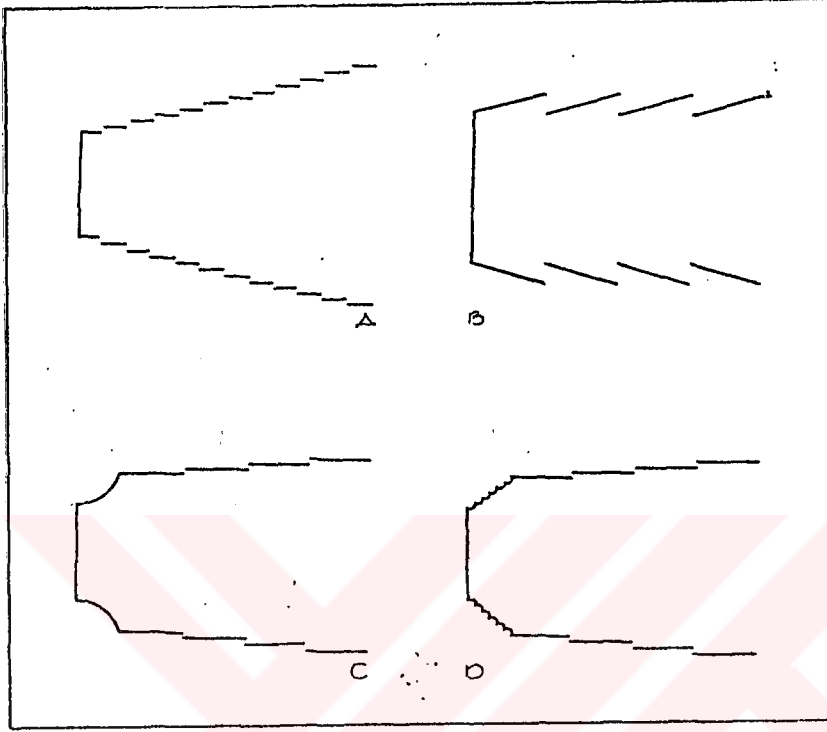
Şekil 25.Parabol ve elips taban planlı prizmatik salonlarda, enine kesitlerde görülen ses dağılımları. (5)-s.84

3.1.3. YELPAZE TABAN PLANLI PRİZMATİK SALONLAR

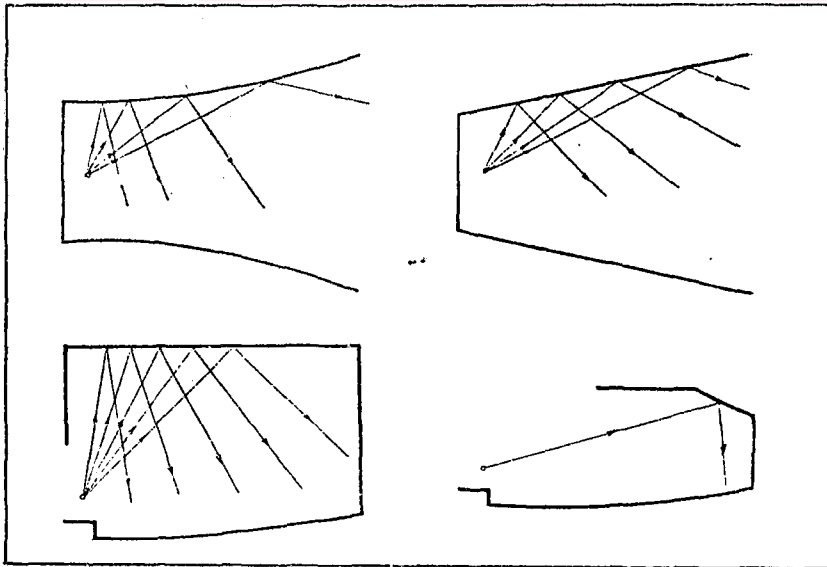
Plan şeması yönünden ses ölçümü irdelenen farklı hacimlerden olan yelpaze planlı prizmatik salonlar için, araştırma yaptığımız salonlar içinde Atatürk Kültür Merkezi Büyük Salon, Yıldız Üniversitesi Oditoryumu ve Muammer Karaca Tiyatrosu araştırma kapsamına alınmıştır.Dikdörtgen taban planlı, parabol ve elips taban planlı prizmatik salonlarda olduğu gibi yelpaze taban planlı bu prizmatik salonlarda da plan ve kesitte ses dağılım grafikleri yapılmıştır.

Buna göre yelpaze taban planlı prizmatik formun; dikdörtgen taban planlı prizmatik formlarda meydana gelen, karşılıklı paralel duvarlardaki devamlı ses yansıması kusurlarını önlemek için doğduğu anlaşılmaktadır.Böylece ses dalgalarının, değerli olan ilk yansımaları arka sıralardaki dinleyicilere gönderilerek, buralardaki alçak ses seviyesi artırılmaktadır.Yelpaze taban planlı prizmatik salonların formlarında, yan duvarlarda yansıyan bütün ses dalgaları, ikinci bir

yansıma fırsat vermeden bütün dinleme alanına dengeli olarak dağılmakta ve özellikle arka alanlardaki ses seviyesini desteklemektedirler.

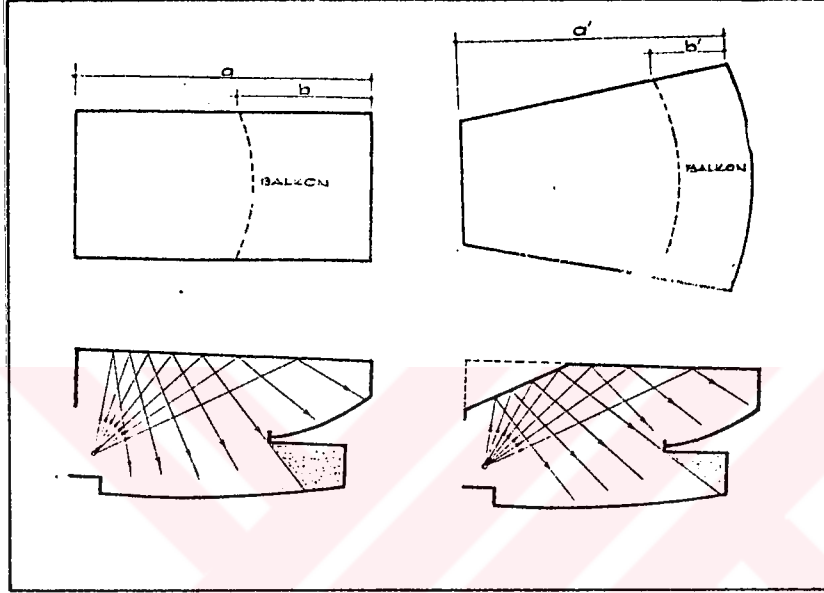


Şekil 26.Yelpeze taban planlı prizmatik salonlarda yan duvarlar belirli açılarda birbirinden uzaklaşmaktadır. (5)-s.79



Şekil 27.Yelpeze formda yan duvarlardaki ses yansıması, arka alanlardaki ses seviyesini desteklemektedir.(5)-s.86

Taban planlarının formlarında görülen, yan duvarların arkaya doğru genişlemesi, dikdörtgen taban planlı prizmatik formlara oranla daha kısa bir boyda ve aynı sayıda dinleyici almasını sağlamaktadır. Muammer Karaca Tiyatrosunda olduğu gibi, aynı sayıda dinleyici alacak olan balkon derinliği dikdörtgen forma oranla çok daha az olmaktadır.



Şekil 28. Yelpaze taban planlı prizmatik formda , balkon altı derinliği azaltılarak arka sıralarda ses seviyesi desteklenmektedir. (5)-s.78

Yelpaze taban planlı prizmatik salonlarda, yan duvarların birbirlerinden uzaklaşması; yansımış ses ile direkt ses arasındaki açıyı küçülteceğinden, sesin sahneden başka bir yerden geliyormuş etkisini de ortadan kaldırmaktadır. Yelpaze taban planlı prizmatik salonlarda, karşılıklı paralel duvarlar da bulunmayacağından tekrar eden ses yansıması tehlikesi de ortadan kalkmaktadır. Tek bir yansıma ile dağılan ses dalgaları, reverbrasyon süresinin kısalmasını sağlamaktadır. Oditoryumlar için reverbrasyon süresinin kısa olması ise, araştırmanın ilerleyen 3.2.2. Çok Maksatlı Salonlar altbaşlığında da belirtileceği gibi oditoryum, tiyatro, konferans salonu gibi konuşma amaçlı salonlarda; reverbrasyon süresinin 500 Hz.'de, 0.4' ile 1.3 saniye arasında ve kısa olması tercih edildiğinden bu sonucun aranan bir özellik olduğu belirlenmiştir. Ancak konser salonları için reverbrasyon süresinin 500 Hz.'de 0.9 ile 2.0 saniye arasında ve uzun olması tercih edildiğinden kısa süreli reverbrasyon, müziğin anlaşılabilirliğini kötü yönde etkilemektedir. Bu konu araştırmanın 3.2.1. Konser Salonları altbaşlığında ayrıca incelenecektir.

3.2. KULLANIM AMACINA GÖRE FARKLI SALONLARDA SES ÖLÇÜMÜNÜN İRDELENMESİ

Araştırmanın bundan önceki altbaşlığı olan 3.1.'de plan şemalarına göre farklı salonlarda ses ölçümünü irdelerken ses dağılım grafikleri plan ve kesitte irdelenmiş ve genel olarak akustik özellik gösteren salonlarda iyi işitme şartlarının elde edilebilmesi için alınması gerekli önlemler, araştırma yapılan İstanbul' daki salonlar için varolan ses dağılımının doğurduğu sonuçlar anlatılmıştı.Bu altbaşlıkta ise, araştırma kapsamına alınan İstanbul' daki akustik özellik gösteren salonların kullanım amaçlarına göre ses ölçümleri ayrıca irdelenecektir.

3.2.1. KONSER SALONLARI

Kullanım amacına göre farklı özellik gösteren salonları irdelerken İstanbul' daki konser salonlarından, Cemal Reşit Rey, Atatürk Kültür Merkezi Büyük Salon ve Konser Salonu araştırma alanına alınmıştır.Çalışmalar yapılırken önce salonun kimliği tanımlanmış, görsel tanımlama için bir fotoğrafına yer verilmiş, yeri, salon kodu, kullanım amacı, hacmi, yüksekliği ve kaç kişilik olduğu belirtilmiştir.Daha sonra salonun plan ve kesitleri üzerinde ses dağılım grafikleri çizilmiş, kullanılmakta olan malzemeler tanımlanmış son olarak reverbrasyon süresi ile ilgili ölçmeler yapılarak irdelene yoluna gidilmiştir.Konser salonları akustik düzenleme açısından büyük özen gösterilmesi gereken özellikle, orkestra şefi ve müzisyenlerle tartışmayı gerektiren bir konudur.Salon hacminin orkestranın müzisyen sayısı ile ilişkili olduğu gözönüne alınırsa, 40 - 45 kişilik bir orkestranın çalacağı bir konser salonu 3000-5000 m³ hacminde olurken, 1000 kişilik bir senfoni orkestrası için 15000 - 20000 m³ hacim gerekmektedir. Konser salonlarının düzenlenmesinde gözönüne alınacak iki önemli faktör berraklık ve ses tonlarının doluluğu şeklinde açıklanabilir.Berraklığı sağlayacak unsurları şöylece sıralayıp açıklamak mümkündür.Ses dalgaları için serbest bir direkt yol; seslerin mümkün olduğu kadar her aletten her bir dinleyiciye direkt olarak gelebilmesini gerektirmektedir.Sahnenin kademeli yapılması ve dinleyicilerin de belirli bir açıda arkaya doğru yükselmesi ile bu sorun giderilebilir. Konser salonlarında dinleyicilerin müzisyenlerden yüksekte olması ve aralarında ses yansıtıcı bir yüzey bulunması tercih edilmektedir. Sahne ile dinleyiciler arasındaki ses yansıtıcı zeminin, keman ve benzeri gibi yaylı enstrümanların sesini yansıtacak destekleyici bir rolü vardır.Bu bakımdan ön sırada oturan dinleyicilerin önündeki döşeme yüzeyi ses yansıtıcı bir

yüzey olarak gerekli olmaktadır.Yakın ses yansıtıcılar, kısa bir yol alarak yansıyan sesler yankı yapmadan direkt sesi desteklemektedirler.Bu açıdan bakılınca sahnenin yan duvarlarının ses yansıtıcı olması, salonda yansımış sesin dağılmasına yardımcı olmaktadır.Orkestranın üzerine yerleştirilecek ses yansıtıcı panolar, aynı şekilde salonun arka taraflarına destekleyici ses dalgaları göndermeye ve sahnenin yanlarında, tavanındaki ses yansıtıcı yüzeyler de, müzisyenlerin bir ahenk içersinde kendilerini ve birbirlerini duymalarına yardım etmektedir.Sesin dengeli bir şekilde salona dağılması için birbirine paralel ses yansıtıcı ve yutucu yüzeylerin çeşitli yer ve oranlarda kullanılması oldukça faydalı olmaktadır.

Sesin yankılanması zayıf şiddette olduğu sürece rahatsız etmemekte ancak odaklanmalarla birlikte olursa tehlikeli bir durum oluşmaktadır.Bu açıdan bakıldığında içbükey arka duvarlar, güçlü ses emici malzemelerle kaplansalar bile odaklanma yapabilirler.Bu sebeple arka duvarların içbükeyliğini konveks parçalarla bozmak, hatta düz bir arka duvar yapmak gerekmektedir.Buraya kadar konser salonlarında sesin berraklığı için sağlanması gerekenler anlatıldı.Şimdi ise, ses tonlarının doluluğu anlatılacaktır.Ses tonlarının doluluğu; seslerin bir miktar uzamasıdır ve bu da konser salonlarında çok aranan bir durumdur.Bunun için reverbrasyon süresinin çok az uzatılması yararlıdır ve bu uzama sese doluluk vermektedir.Konser salonlarına ait reverbrasyon süreleri, özellikle koro müziği için genellikle daha uzun olmaktadır.

Konser salonlarında yelpaze taban planlı prizmatik formlar, arka duvarının içbükeyliği ve bu formda yansımaların sonucunda oluşan reverbrasyon süresinin kısalığı dolayısıyla bazı durumlarda yetersizlik göstermektedir.Atatürk Kültür Merkezi Büyük Salonunda olduğu gibi, yelpaze formda arka sıralarda ses seviyesi uygun, anlaşılabilirme iyi olduğu halde ses tonları dolu değildir.(Ork.Şefi.Gönül Gökdoğan) Bu sebeple reverbrasyon süresini biraz çoğaltmak ve tonların dolmasını sağlamak için yansımaları uzatmak amacıyla, kademeli olarak kırılmış paralel yan duvarlı forma gitmek gerekir.Bu form, yelpaze gibi açılmasına karşılık, yan duvarların reverbrasyonu gerektiği miktarda azaltacak paralelliklerini korumakta, ayrıca arka duvar, balkon önü ve koltuk arkalıklarını içbükey yüzeyler olmaktan kurtarmaktadır.Dışbükey ses yansıtıcıların, arka duvara konulmakla ses yutuculuğa birde dağıtıcılık eklenmekte, ön yan duvarlara konulmakla da yankıya engel olmanın dışında

ayrıca, rastgele yansımaları da önleyerek reverbrasyon süresini gerektiği ölçüde uzatmaktadır. (5)

Araştırmanın bundan sonraki aşamasında İstanbul'da bulunan konser salonlarından çalışma alanına alınan; Cemal Reşit Rey Konser Salonu, Atatürk Kültür Merkezi Büyük Salon ve Atatürk Kültür Merkezi Konser Salonu ses ölçümü açısından irdelenecektir.



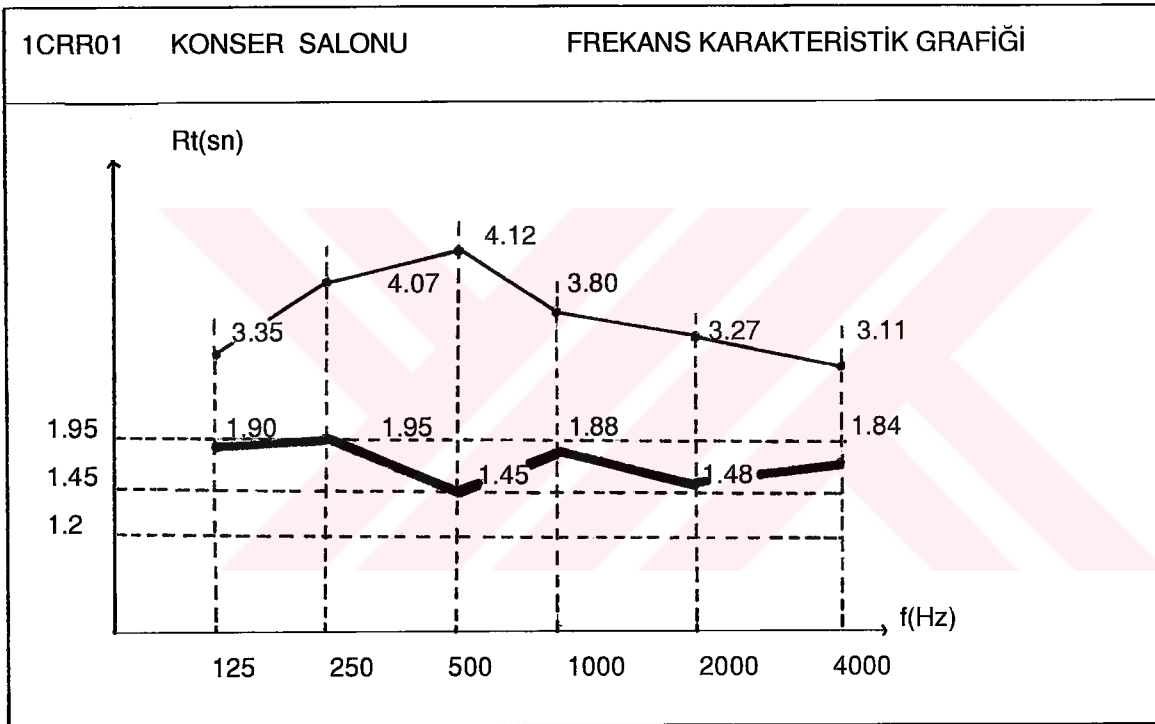
SALONUN ADI	CEMAL REŞİT REY KONSER SALONU	SALON KODU
SALONUN YERİ	HARBİYE	
KULLANIM AMACI	KONSER SALONU	1CRR01
DİNLEYİCİ SAYISI	860	
HACİM	8200 m3	YÜKSEKLİK 8 m



Resim 14.Cemal Reşit Rey konser salonu, sahne görünüşü.(30)s.1

BÖLÜM	HARBIYE CRR KONSER SALONU		860 Kişili V:23.50X43.50X8:8200 m3						Topt. 1.95 / 1.45 / 1.2			1CRR01			Tablo 6				
	No	YÜZEY	(f)	250		500		1000		2000		4000		Sa	a	Sa	a	Sa	a
				a	Sa	a	Sa	a	Sa	a	Sa	a	Sa						
Ah		CİNSİ	ALAN S	a	Sa	a	Sa	a	Sa	a	Sa	a	Sa	a	Sa	a	Sa	a	Sa
		HAVA %40 20C	4mV																
Ab 2/3 dolu	1	İNSAN	573	0.23	131.79	0.33	189.09	0.38	217.74	0.38	217.74	0.38	217.74	0.39	223.47	0.39	223.47	0.39	223.47
Boş koltuk+1/3 boş insan	2	KOLTUK	287 kişi	0.15	43.05	0.15	43.05	0.15	43.05	0.15	43.05	0.15	43.05	0.18	51.66	0.3	86.1		86.1
Ab+Ah					174.84		232.14		260.79		260.79		260.79		275.13		309.57		309.57
TOPLAM ALAN		TOPLAM S	2572																
ORT.YUTMA ÇARPAN		OLMASI GEREKEN		0.047										0.094					0.11
Ay		OLMASI GEREKEN	Sabine m2	130										242					301
MEVCUT TAVAN	3	ALÇI HAVUZ TAVAN	1022	0.17	173.74	0.14	143.08	0.12	122.64	0.1	102.2	0.05	51.1	0.06	61.32				61.32
DUVAR	4	AHŞAP PANOLAR	884	0.2	176.8	0.16	141.44	0.14	123.76	0.12	106.08	0.11	97.24	0.1	88.4				88.4
DÖŞEME	5	HALI	478	0.04	19.12	0.04	19.12	0.15	71.7	0.29	138.62	0.52	248.56	0.59	282.02				282.02
SAHNE DÖŞEMESİ	6	AHŞAP MEŞE	234	0.05	11.7	0.04	9.36	0.03	7.02	0.03	7.02	0.03	7.02	0.03	7.02				7.02
KAPILAR	7	(250X250)4	2.5	0.12	0.3	0.11	0.27	0.1	0.25	0.09	0.22	0.08	0.2	0.07	0.17				0.17
TOPLAM Ay		MEVCUT Ay			411.38/2572		340.52/2572		350.12/2572		376.42/2572		423.82/2572		458.2/2572				458.2/2572
ORT.YUTMA ÇARPAN		a		0.15										0.16					0.17
MEVCUT T60		T60		3.35 sn										3.27 sn					3.11 sn
1.TATONMAN TAVAN	3a	Yarısi Meşe Kaptımal	511 m2	0.2	102.2	0.16	81.7	0.2	102.2	0.12	61.3	0.25	127.75	0.2	127.75				127.75
	3b	Yarısi 8 mm Telag Levha	511 m2	0.35	178.8	0.15	76.6	0.35	178.8	0.1	51.1	0.25	127.75	0.25	127.75				127.75
DUVAR	4a	AKUSTİK LEVHA	884	0.35	309.4	0.5	442	0.5	442	0.45	397.8	0.35	309.4	0.18	159.1				159.1
DÖŞEME		Mevcut Değer																	
SAHNE DÖŞEMESİ		Mevcut Değer																	
KAPILAR		Mevcut Değer																	
Ay					651.22/2572		647.28/2572		826.7/2572		678.3/2572		840.4/2572		655.5/2572				655.5/2572
a		a		0.25										0.32					0.27
YENİ T60		T60		1.90 sn										1.48 sn					1.84 sn

Tablo 6.CRR Konser Salonu, Reverbrasyon Ölçüm Tablosu.



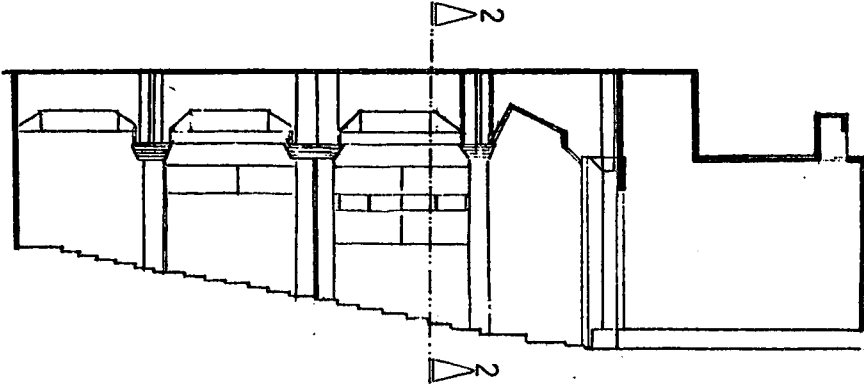
Grafik 8.CRR Konser Salonu Frekans Karakteristik Grafiği.

— Mevcut frekans karakteristiği.

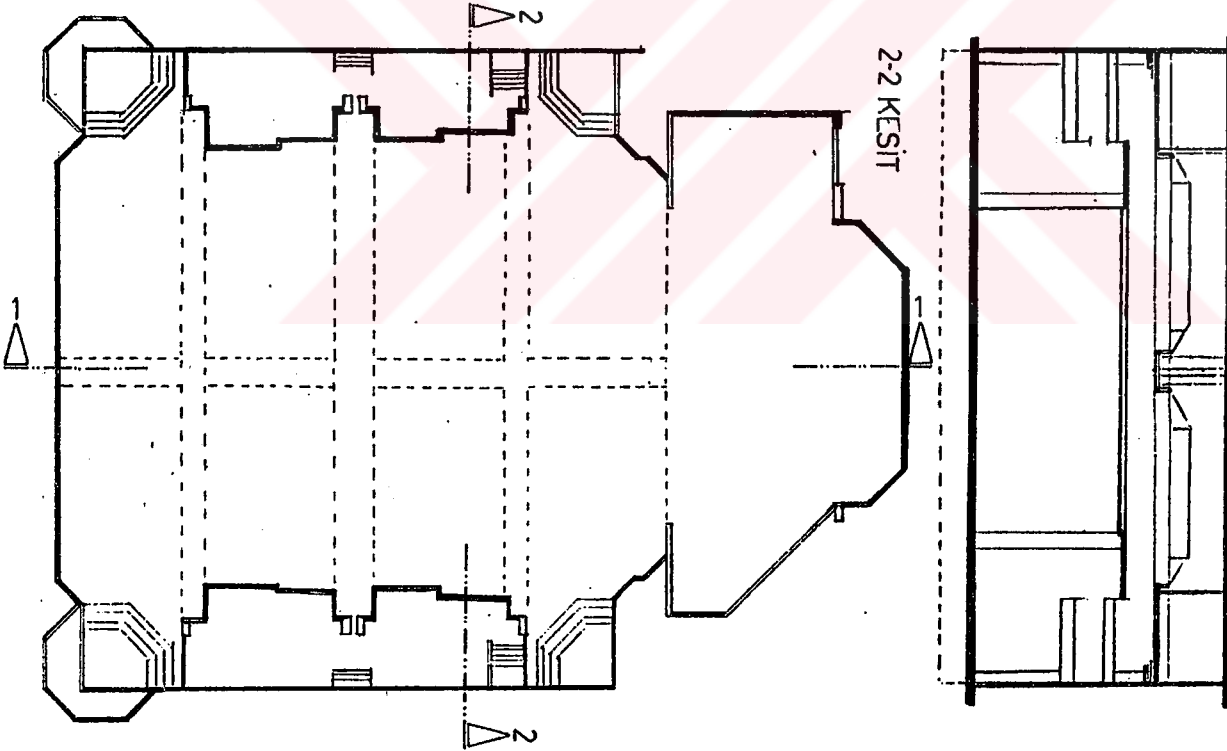
— Tatonman hesabı yapıldıktan sonraki frekans karakteristiği.

1CCR01

CEMAL REŞİT REY KONSER SALONU



1-1 KESİT

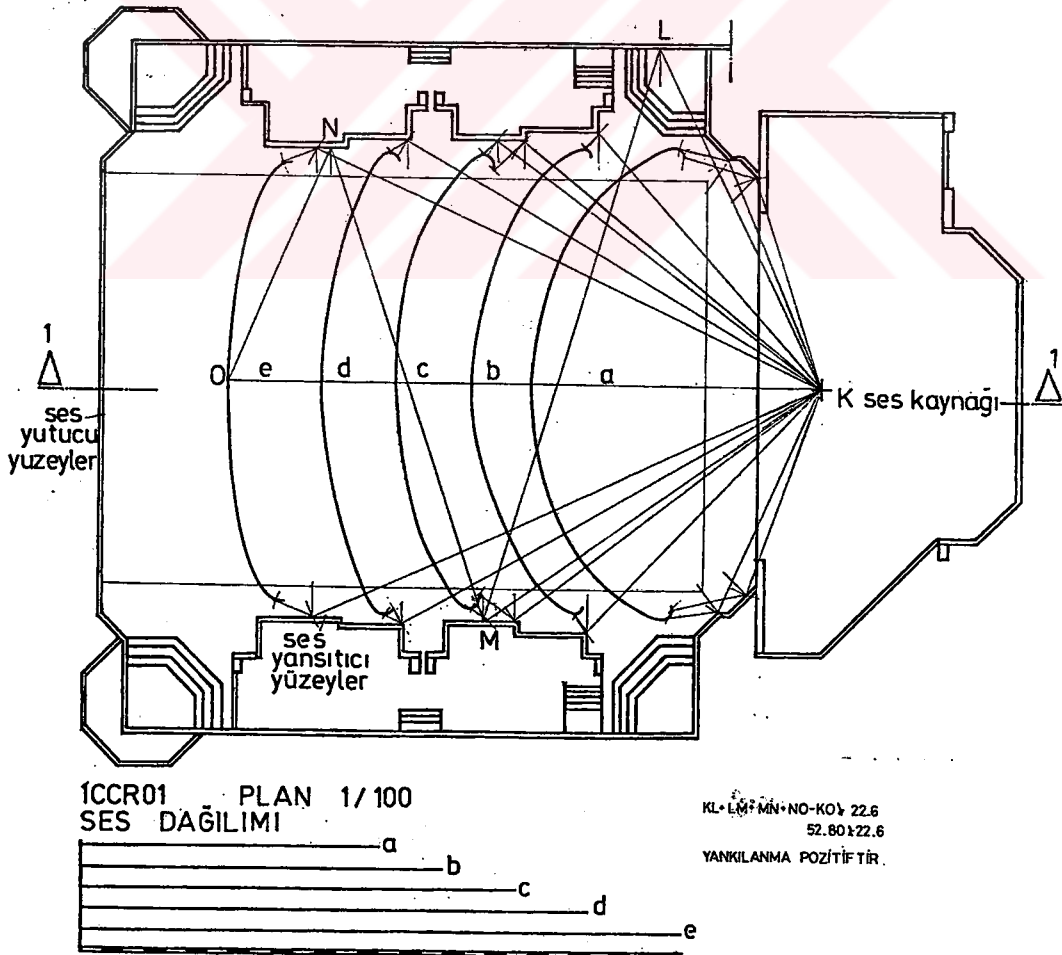
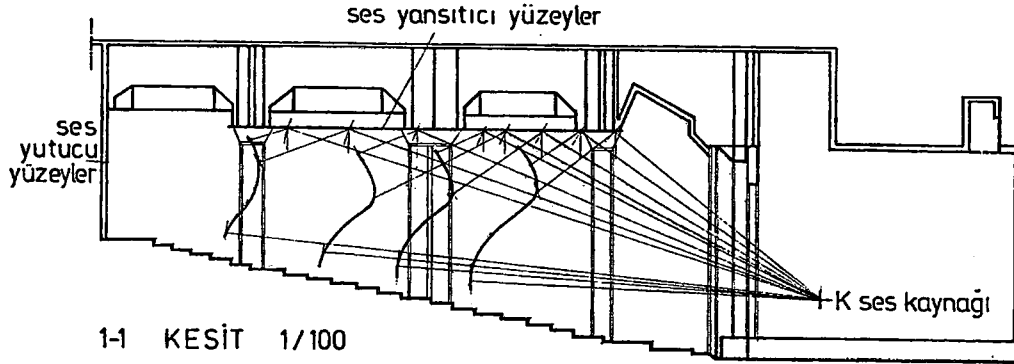


PLAN 1/400

1CCR01

SES DAĞILIM GRAFIĞI

Grafik 9



Salonun Değerlendirilmesi :

Orkestra şefleri ile yapılan özel görüşmelerde (Ork.Şefi Gönül Gökdoğan), ölçüm ve malzeme tablolarında yapılan değerlendirmelerde de görüldüğü gibi Cemal Reşit Rey Konser Salonunun ana eksikliğinin reverbrasyon süresinin bir konser salonu için uzun olduğu konusunda fikir birliğine varılmıştır.

Yapılan ölçümler sonunda direkt ses ve yansımış ses arasındaki zaman farkı 27 milisaniye olarak bulunmuştur.Bu süre konser salonu kullanım amacına göre iyi sayılabilecek bir sonuçtur.Fakat yine de yankılanma oluşmaktadır.Altı frekans için yapılan reverbrasyon süresi ölçümleri sonunda optimal değerlerin mevcut durumda sağlanamadığı görülmüştür.Grafik 8'de de görüldüğü gibi mevcut frekans karakteristiğinden; kalın seslerin tümünde ve ince seslerin yarısında distorsiyon sorunu olduğu belirlenmiştir.Bu durum, salon içi gereçlerindeki ses yutuculuk artırılarak çözümlenmeye çalışılmış, yapılan tatonman hesabı ve buna bağlı olarak çizilen yeni frekans karakteristiğinde bir öneri olmak üzere kalın çizgi ile çizilmiştir.Sahne yanlarında kullanılan hareketli bölme panoları, sahnenin çeşitli fonksiyonlara uygun hale getirilmesine imkan vermektedir.Sahnenin tavanında ses yansıtıcı panolara rağmen yalnızca sahne yüksekliği benzer örneklere göre alçak, salonun da ufak bir hacme sahip olduğu bulunmuştur.Bunda salonun bulunduğu binanın stürüktürel özelliklerinin kısıtlayıcı bir rol oynadığı görülmektedir.Salonun ve sahnenin hacminin yeterince büyük olmaması nedeniyle, bir senfoni orkestrası konseri, müzisyenlerin sahnede sıkışık durumda yer almaları nedeniyle başarılı olamamaktadır.Sahne arka duvarına dayanarak oturmak zorunda kalan madeni nefesli sazların sesi, arka duvardan yansiyarak gereğinden daha güçlü olarak dinleyiciye ulaşmaktadır.Konser salonunun akustik düzenlemesinde kullanılan malzemelerin tablosunu irdelediğimizde döşemede ses yutucu malzeme olarak halının kullanıldığını, ses yutuculuğun betonarme tavanda yaratılan havuz boşluklarla da sağlanmak istendiği, tavanda betonarme stürüktürün aynı zamanda ses yansıtıcılık görevini de üstlendiği görülmektedir. Ses yutuculuk görevini üstlenen malzemelerden olan oturma elemanlarının dolgu stürüktürünün hava geçirmeyen kumaşla kaplandığını görmekteyiz.Ses dağılım grafiğine (Grafik 9) bakıldığında ise, ses yansıtıcı ve yutucu elemanlarla kaplanan salonda ses dalgalarının, arka sıralara kadar dengeli bir şekilde dağılım gösterdiği belirlenmiştir.Yine grafikten de görüldüğü gibi ses yansıtıcıların konumunun eğrilere yaklaştırılarak yeniden biçimlendirilmesinin gereği ortaya çıkmaktadır.

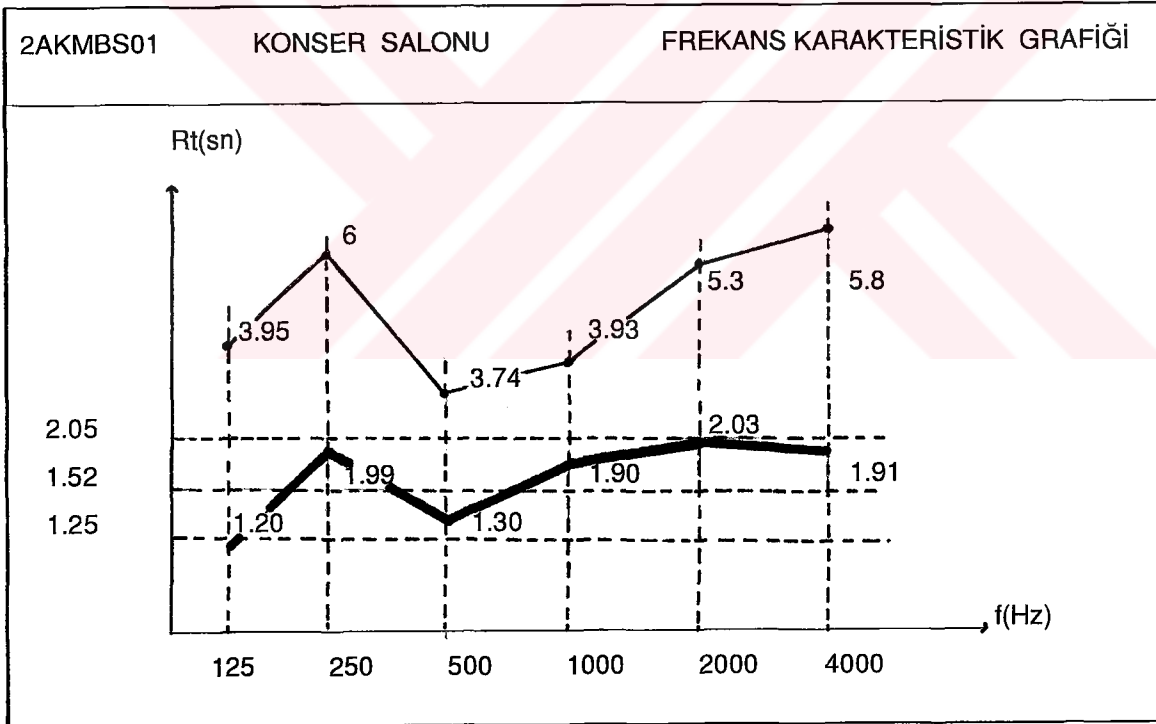
SALONUN ADI	ATATÜRK KÜLTÜR MERKEZİ , BÜYÜK KONSER SALONU	SALON KODU
SALONUN YERİ	TAKSİM	
KULLANIM AMACI	KONSER SALONU	2AKMBS01
DİNLEYİCİ SAYISI	1317	
HACİM	23520 m ³	YÜKSEKLİK 14 m



Resim 15. Atatürk Kültür Merkezi, Büyük Konser Salonu'nun görünüşü. (16)-s.65

BÖLÜM	YÜZEY	1317 Kışlık	V:28X60X14: 23620 m3						Topt 2.05 / 1.52 / 1.25			2AKMBS01			Tablo 7
			(f)	125	250	500	1000	2000	4000	500	a	Sa	a	Sa	
	No	CİNSİ	ALAN	a	Sa	a	Sa	a	Sa	a	Sa	a	Sa	a	Sa
Ah		HAVA %40 20C	4mV												
Ab	2/3 dolu	1 İNSAN	878	0.28	245.8	0.37	324.8	0.42	368.7	0.45	395.1	0.48	421.4	0.48	421.4
	Boş Koltuk+1/3 Boş İnsan	2 KOLTUK	439	0.15	65.85	0.15	65.85	0.15	65.85	0.15	65.85	0.18	79.02	0.3	131.7
	Ab+Ah			311.65		390.6		434.5		536.1		782.6		1381	
TOPLAM ALAN		TOPLAM S	2500*												
ORT.YUTMA ÇARFAN	a			0.53	0.56		0.84		0.61		0.7				1
OLMASI GEREKEN	Ay	Sabine m2		3571	8687		8687		4453.2		5694				1088
MEVCUT TAVAN	3	Akustik Delikli Asma Tavan	1680 m2	0.04	67.2	0.05	84	0.06	100.8	0.08	134.4	0.04	67.2	0.06	100.8
DUVAR	4	AHŞAP PANOLAR	2072 m2	0.12	248.6	0.04	82.8	0.06	124.3	0.03	62	0.07	145	0.01	20.7
DÖŞEME	5	HALI	590 m2	0.11	64.9	0.14	82.6	0.37	218.3	0.43	253.7	0.27	159.3	0.37	218.3
SAHNE DÖŞEMESİ	6	AHŞAP MEŞE	616 m2	0.05	30.8	0.04	24.6	0.03	18.5	0.03	18.5	0.03	18.5	0.03	18.5
KAPILAR	7	(250X250)4	2.5 m2	0.12	0.3	0.11	0.2	0.1	0.2	0.09	0.22	0.08	0.2	0.07	0.17
TOPLAM Ay		TOPLAM Ay		441.52500	307.52500		486.92500		410.2500		562.12500				
MEVCUT a				0.17	0.12		0.19		0.19		0.16		0.22		
MEVCUT T60		T60		3.95 sn	6 sn		3.74 sn		3.93 sn		5.3 sn		5.8 sn		
1.TATONMAN TAVAN	3a	YARISI MEŞE KAP.	840 m2	0.2	168	0.16	134.4	0.2	168	0.12	100.8	0.25	210	0.25	210
	3b	YARIS 8mm LEVHA	840 m2	0.35	294	0.15	126	0.35	294	0.1	84	0.25	210	0.3	252
DUVAR	4	AKUSTİK LEVHA	2072 m2	0.35	725.2	0.2	414.4	0.2	414.4	0.2	414.4	0.15	310.8	0.3	621.6
	5	Mevcut Değerler													
	6	Mevcut Değerler													
	7	Mevcut Değerler													
Ay		Ay		1312.9/2500	609.2/2500		1138.2/2500		893.9/2500		828.6/2500		1337.9/2500		
a		a		0.52	0.32		0.45		0.35		0.37		0.53		
T60		T60		1.20 sn	1.99 sn		1.30 sn		1.90 sn		2.03 sn		1.91 sn		

Tablo 7.AKM Büyük Konser Salonu, Reverbrasyon Ölçüm Tablosu.



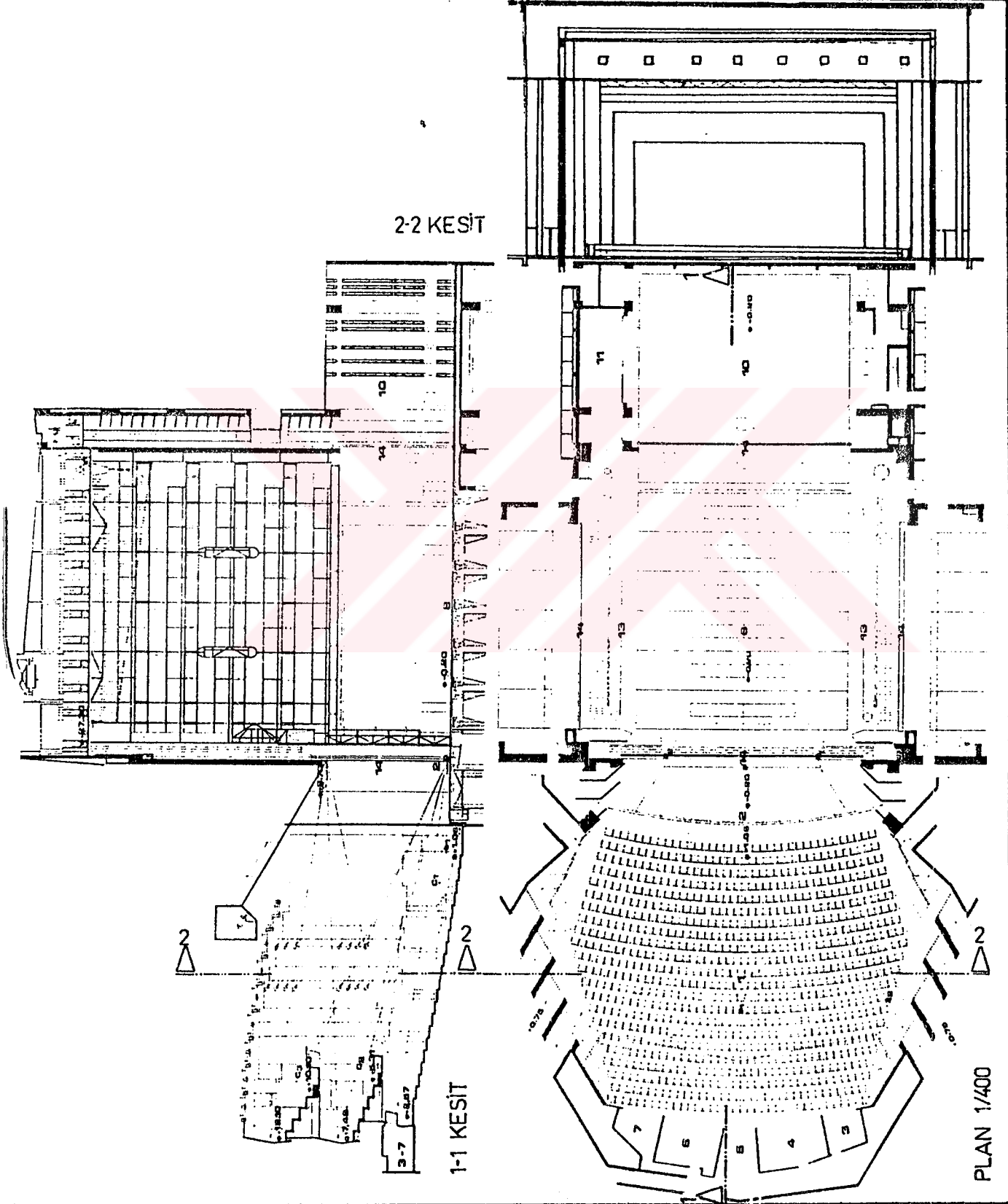
Grafik 10.AKM Büyük Konser Salonu frekans karakteristik grafiği

— Mevcut frekans karakteristiği.

— Tatonman hesabı yapıldıktan sonra ideal aralığa alınmış frekans karakteristiği.

2AKMBS01

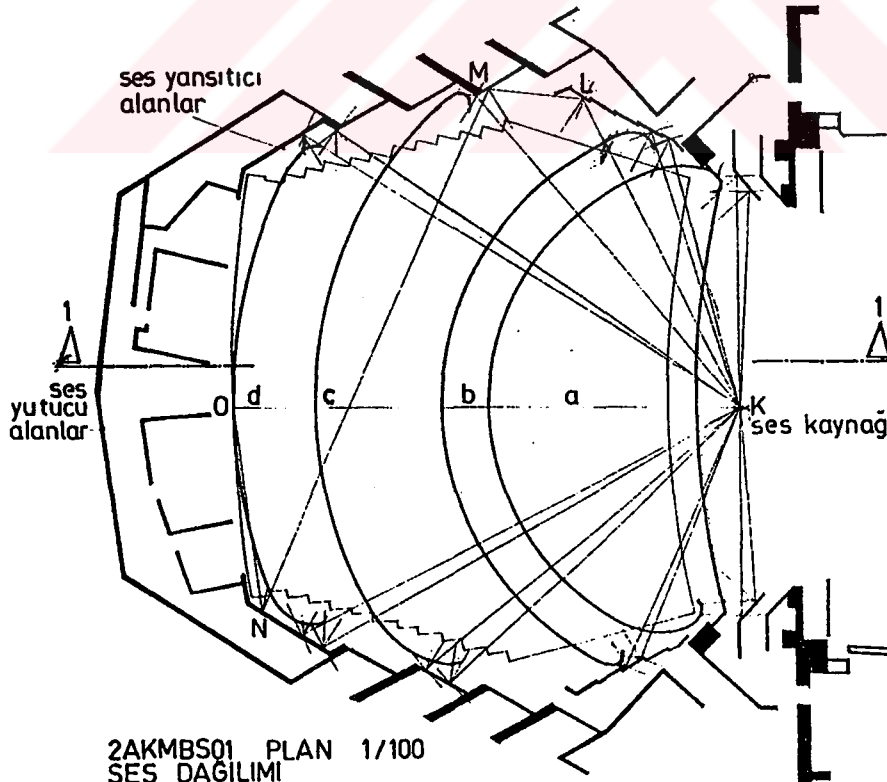
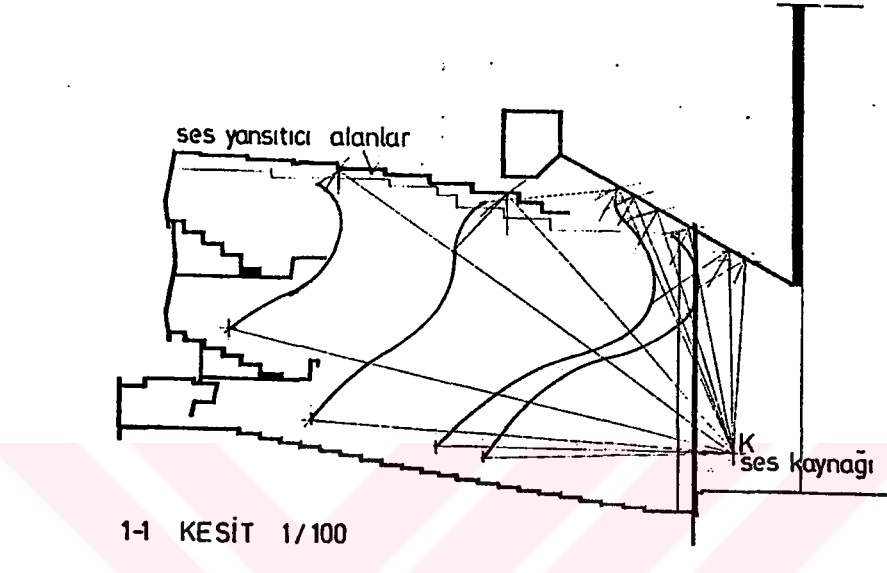
ATATÜRK KÜLTÜR MERKEZİ BÜYÜK SALON



2AKMBS01

SES DAĞILIM GRAFIĞİ

Grafik 11



KL+LM+MN+NO-KO \geq 22.66
33.6 > 22.66
yankılanma pozitiftir.

Salonun Değerlendirilmesi :

Bu çalışmada çok amaçlı kapsamda kullanılan Büyük Salonun, Konser Salonu olarak kullanımını değerlendirmeye alınmıştır. Konser düzeni için hesaplanmış reverbrasyon süresinin, oturma elemanları ve asma tavan için farklı ses yutuculuk katsayıları kullanıldığında oluşan sonuçların ideal aralığı sağlamadığı görülmüştür. Bu sürelerin, konser salonlarında sesin devamının uzun olması tercih edildiğinden yine de iyi bir sonuç olduğu belirlenmiştir. Çalışma sonunda orkestra şefleri; Nuri Saymakçı ve Antoni Pirolli ile yapılan görüşmelerden de anlaşılmıştır ki incelenen salonun, akustik açıdan sorunlarının temelde sahne ve sahneye yakın yüzeylerin etkin ses yansıtıcılık özelliklerine sahip olmamasından kaynaklanmaktadır. Orkestra çukuru için eleştirilerin başında, hacminin sahneye oranla yetersiz kalması gelmektedir. Bu nedenle büyük kapasitede bir orkestranın çukurda yer alması gereken eserlerde, orkestra çukuru döşemesinin hareketli kısmının sabit kısım ile aynı düzeyde kalması gerekmektedir. Bu durum ise, orkestra çukurunun genellikle kapalı kısmında yer alan bakır nefesli ve vurmali çalgıların seslerinin, yaylılar ve tahta nefeslileri bastırmasına neden olmaktadır. Ancak özellikle klasik müzik programlarında salonun kuruluşundan şikayet edilmiştir. Sanatçılara salonda, akustik açıdan en iyi buldukları koltuk sorulduğunda genellikle 1. Balkonun işitsel açıdan en konforlu yer olduğu yanıtı alınmıştır. Salon içindeki elemanların yüzeylerinin çoğunun, yüksek frekanslarda ses yansıtıcılık özelliği gösterdiği, ancak düşük frekanslarda ses yansıtıcılık özelliklerine sahip az sayıda etkin ses yansıtıcı olduğu belirlenmiş bu arada etkin ses yansıtıcıların sahne üzerinde ve sahneye yakın kısımlarda yer aldığı görülmüştür. Salonun hacmine göre, elde edilen reverbrasyon süresinin konser düzeni için iyi bir sonuç olduğu belirlenmiş ve sahne kulisinin hacminin de salondakine yakın büyüklükte olduğu görülmüştür. Yüksek sahne kulisinin içinde asılı duran sabit perde ve dekorlar sahne kulisinin reverbrasyon süresini, salondakine yakın bir değerde tutarak engellemektedir. Yine de Grafik 10'da görüldüğü gibi mevcut gereçlere göre çıkarılan frekans karakteristiğinde ideal aralığın sağlanamadığı belirlenmiştir. Mevcut durumda kalın ve ince seslerin tümünde sorun olduğu belirlenmiştir. Salondaki ses yutucu gereçler artırılarak yapılan tatonman hesabından sonraki frekans karakteristik grafiği ideal aralığı sağlayan bir öneri olarak belirtilmiştir.

Plan ve kesit çalışmasında yapılan ses dağılım grafiğinde de görüldüğü gibi (Grafik 10), arka sıralara ve özellikle balkon altlarına kadar devam eden ses

dalgaları, buradaki ses seviyesini desteklemektedirler.Yapılan yankılanma kontrolüde pozitif çıkmıştır.Fakat çizilen grafikteki eğrilerden de görüldüğü gibi, ses yansıtıcıları bu eğrilere göre yeniden konumlandırılmalı ve tasarılmalıdır.Bu duruma yaklaşabilmek için Grafik 10'da ve Tablo 7'de de görüldüğü gibi malzeme önerileri verilmiş ve yapılan yeni tatonman hesabı ile frekans karakteristiği uygun aralığa getirilmeye çalışılmıştır.



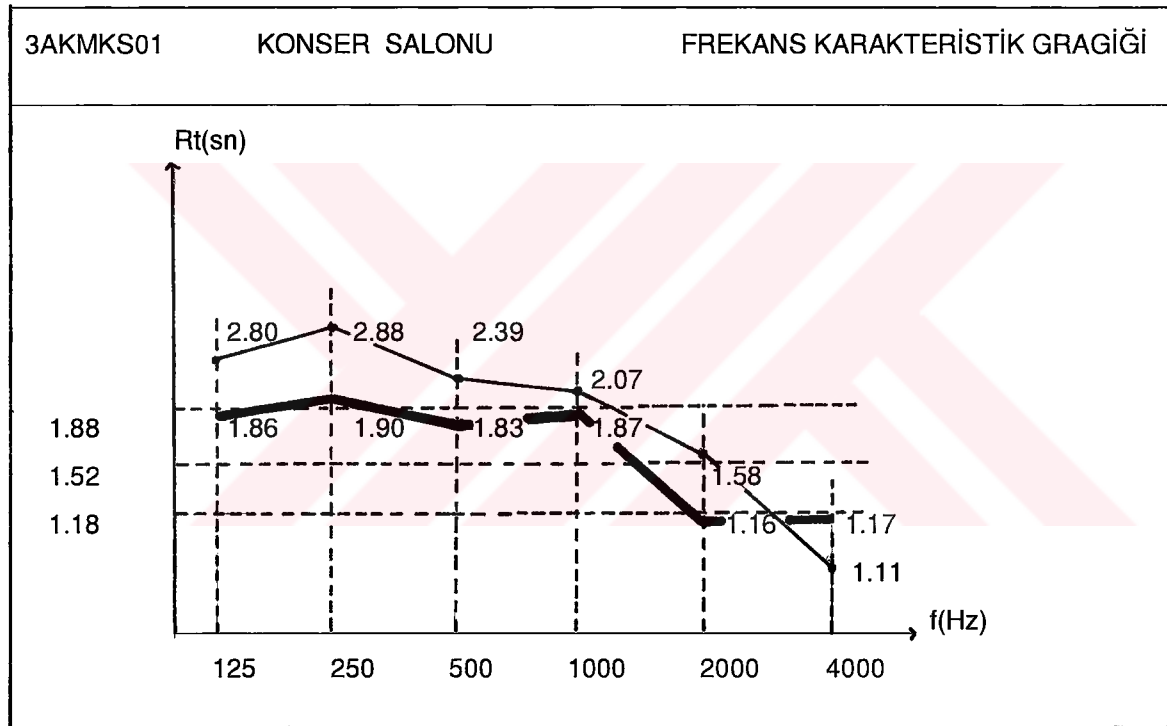
SALONUN ADI	ATATÜRK KÜLTÜR MERKEZİ , KONSER SALONU	SALON KODU
SALONUN YERİ	TAKSİM	
KULLANIM AMACI	KONSER SALONU	3AKMBS02
DİNLEYİCİ SAYISI	530	
HACİM	5500 m ³	YÜKSEKLİK 7.5 m



Resim 16. Atatürk Kültür Merkezi Konser Salonu'nun iç görünüşü.(22)-s.117

BÖLÜM	TAKSİM AKM KONSER SALONU 530 Kişilik		V:22X33X7.5:5500 m3						Topt. 1.18 / 1.52 / 1.88						3AKMBS01		Tablo 8	
	No	YÜZEY	ALAN S	(f)	125	250	500	1000	2000	4000	a	Sa	a	Sa	a	Sa	a	Sa
Ah		CİNSİ	4mV															
Ab 2/3 dölü	1	HAVA %40 20C	353	0.23	81.19	0.33	116.49	0.38	134.14	0.39	137.67	0.39	137.67	0.39	137.67	0.39	137.67	0.39
Boğ Koltuk-1/3 boş İnsan	2	KOLTUK	177 kişi	0.15	26.55	0.15	26.55	0.15	26.55	0.15	26.55	0.18	31.86	0.3	53.1			
Ab+Ah				10.7.74		143.04		160.69		178.29		235.53		384.37				
TOPLAM S		TOPLAM ALAN	1951 m2															
ORT.YUTMA ÇARPAN		Ornitasi Gereken a		0.12	0.11		0.1		0.09		0.06		0.25					
Ay		Ornitasi Gereken	Sabine m2	246	228		228		1839		121		560					
MEVCUT TAVAN	3	MEŞE KAPLAMA	726 m2	0.2	145.2	0.16	116.1	0.14	101.6	0.12	87.12	0.11	79.8	0.1	72.6			
MEVCUT DUVAR	4	Kağır Üstü Düz Ağı Siva	660 m2	0.02	13.2	0.02	13.2	0.03	13.2	0.04	26.4	0.05	33	0.07	46.2			
SALON DÖŞEMESİ	5	HALLI	400 m2	0.04	16	0.04	16	0.15	60.03	0.29	116.05	0.52	208.1	0.59	286.1			
SAHNE DÖŞEMESİ	6	MEŞE	135 m2	0.05	6.75	0.04	5.4	0.03	4.05	0.03	4.05	0.03	4.05	0.03	4.05			
KAPILAR	7	(220X220)4	19.36 m2	0.12	2.32	0.11	2.12	0.1	1.93	0.09	1.74	0.09	1.74	0.07	1.35			
MEVCUT AY		TOPLAM Ay		204.3/1951	172.05/1951		188.24/1951		251.04/1951		342.37/1951		372.51/1951					
ORT.YUTMA ÇARPAN	a			0.1	0.08		0.1		0.12		0.17		0.19					
MEVCUT T60		T60		2.80 sn	2.88 sn		2.88 sn		2.39 sn		2.07 sn		1.46 sn		1.11 sn			
1.TATONMAN TAVAN	3a	Yarırsı Meşe Kaplama	363 m2	0.2	72.6	0.3	58.08	0.14	50.82	0.12	43.56	0.11	39.93	0.1	36.3			
	3b	8 mm Kalın Taloş Levha	363 m2	0.35	127.05	0.15	54.45	0.25	90.75	0.1	36.3	0.01	3.63	0.01	3.63			
DUVAR	4	ALÇI LEVHA	660 m2	0.17	112.2	0.14	92.4	0.12	79.2	0.1	66	0.05	33	0.06	39.6			
	6	Mevcut Değerler																
	6	Mevcut Değerler																
	7	Mevcut Değerler																
Ay		Ay		343.36/1951	286.2/1951		304.2/1951		263.3/1951		306.1/1951		333.2/1951					
a		a		0.17	0.15		0.15		0.14		0.15		0.17					
T60		T60		1.86 sn	1.90 sn		1.83 sn		1.87 sn		1.58 sn		1.17 sn					

Tablo 8.AKM Konser Salonu Reverbrasyon Ölçüm Tablosu.



Grafik 12.AKM Konser Salonu, frekans karakteristik grafiği.

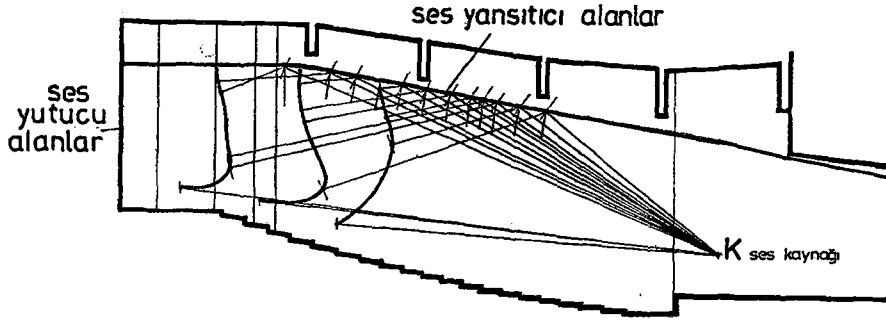
— Mevcut frekans karakteristiği.

— Tatonman hesabı yapıldıktan sonraki frekans karakteristiği.

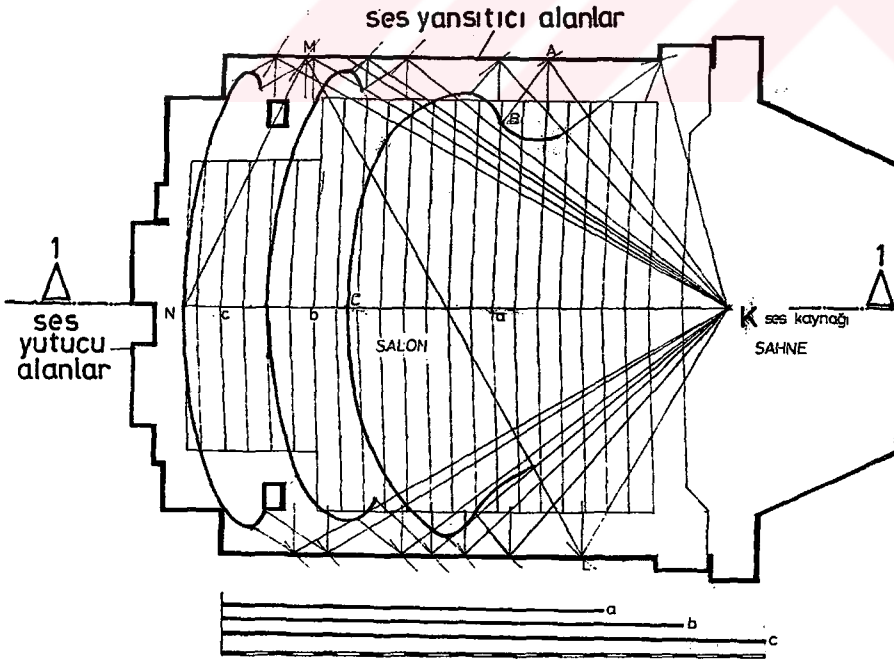
3AKMKS02

SES DAĞILIM GRAFIĞI

Grafik13



1-1 KESİT 1/100



$KC = KA - KB = a$
 YANKILANMA KONTROLÜ:
 $KL + LM + MN - KN > 22.66$
 $4970 - 2400 = 2548$
 $2548 > 22.66$ olduğuna
 göre yankılanma oluşmaktadır.

3AKMBS02 PLAN 1/100
SES DAĞILIMI

Salonun Değerlendirmesi :

Atatürk Kültür Merkezi Konser Salonu, ses ölçümü açısından irdelendiğinde hacmine göre belirlenen reverbrasyon sürelerinin kalın seslerin tümünde ve ince seslerden de 1000 Hz'deki seslerde sorun olduğu Grafik 12'de görüldüğü gibi belirlenmiştir. Yansıyan ses ve direkt ses arasındaki fark ise, 28 milisaniye olarak belirlenmiştir. "Bu değerlendirmelerde, ses kaynağından çıkan sesin koltuğa ulaşması için aşması gerekli yol ile aynı kaynaktan aynı anda çıkan sesin, panoya çarpıp koltuğa yansıtması için aşması gerekli yol farkının, sesin havadaki hızı olan 344 m/ sn' ye bölünmesi ile elde edilen ve milisaniye birimi ile ifade edilebilen zaman gecikme değerleri bulunmuştur."(27)Grafik 13'de ses dağılım grafiklerinde görüldüğü gibi ses yansıtıcılarının konumunun eğrilere yaklaştırılacak şekilde yeniden tasarlanması ve dinleyicilerin oturma düzeninin de bu eğrilere göre yeniden biçimlenmesi gerektiği belirlenmiştir. Yine bu grafik üzerinde yapılan yankılanma kontrolü de pozitif çıkmıştır. AKM Konser Salonu için yapılan ses ölçümü değerlendirmesinde, orkestra şeflerinden elde edilen görüşleri doğrulayan sonuçlar alınmıştır. Sahnenin, ses yansıtıcılığı yüksek ahşapla kaplanan arka ve yan duvarları, ses dalgalarını arka sıralara kadar göndermede destekleyici rol oynamaktadır. Ayrıca salonun tavanı ile bütünleşen sahnenin tavanı salona doğru eğimli yapılarak, ses seviyesinin yetersiz olduğu arka koltuk sıralarına da, yansıyan ses dalgalarının ulaşmasının sağlandığı görülmüştür. Buna rağmen salonda, dikdörtgen formun getirdiği aksaklıkların yaşandığı özellikle ön sıraların yüksek frekanstaki seslerden rahatsız oldukları belirlenmiştir. Bunun için salonun iki yanında paralel ses yansımalarını önlemek amacıyla alanlar bırakıldığı sonucuna varılmıştır.

3.2.2 ÇOK MAKSATLI SALONLAR

Bu gruba giren salonlardaki en önemli özellik, bir kısım dinleyicilerin konuşmalara katılarak ayrı birer ses kaynağı oluşturmasıdır. Asıl önemli olan ise konuşmanın iyi anlaşılabilirliği olmaktadır ki, bu da kısa bir reverbrasyon süresine dayanmaktadır. Çok maksatlı salonlar için önemli unsurları şöyle sıralayabiliriz. Salonun hacmi, dinleyici sayısına göre, kişi başına 3.5 - 5 m³ olarak alınmaktadır. Yüz kişiden küçük hacimlerde, dikdörtgen bir form ve yatay döşeme yeterli olabilir. Ancak bu durumda sesin dengeli dağılmasını sağlamak amacıyla, tavanda sesi yansıtıcı önlemler almak gerekmektedir. Daha büyük salonlarda ise, dinleyicilerin direkt ses dalgalarını tam olarak alabilmeleri için döşeme eğimi 8-20 dereceler arasında, yan duvarlar sesi yayacak şekilde kırılmış veya arkaya doğru açılan yelpaze formda olacak şekilde, arka duvar ise, tamamen ses yutucu olarak yapılmaktadır. Örneğin bir oditoryumda ortalama gürültü seviyesinin 35 - 40 dB olması gerekmektedir. Oditoryumlarda, reverbrasyon süresinin kısa veya uzun oluşunun anlaşılabilirlik üzerindeki rolü çok önemli olmaktadır. Konuşmanın heceler halinde olduğu ve konuşma hızına göre heceler arasındaki zamanın farklı olduğu bilinmektedir. "Konuşma; farklı boşlukları olan ve ayrı birer ses şiddetine sahip hecelerle sıralanmıştır." (5) Her hecenin aldığı ses şiddetinden itibaren düşüşü için geçen zaman iki hece arasındaki zaman farkından büyük olursa ikinci hece birincinin alanına girmiş olmaktadır ve böylece de konuşmada bir karışıklık ve anlaşılma meydana gelmektedir. Bunun giderilmesi için reverbrasyon süresinin kısaltılması gerekmektedir. Bu açıdan reverbrasyon süresinin belirli değerlerin üzerinde oluşu işitme şartlarında büyük bozukluklar meydana getirdiği gibi bu sürenin kısa oluşu da hecelerle gerçek değerinin verilmemesine sebep olmaktadır. Oditoryumların içinde kullanılacak ses yutucu malzemelerin seçimi ve dağıtımı da reverbrasyonun karakteristiğine göre belirlenir. Reverbrasyon süresini belirlerken mevcut salonun hacmi de diğer bir faktör olmaktadır. Reverbrasyon süresinin hesabında dinleyici sayısı önemli bir rol oynamaktadır ve genellikle salonun üçte ikisi dolu kabul edilerek hesap yapmak gerekmektedir. Salonun boş ve dolu oluşunun reverbrasyon süresini değiştirmesi nedeniyle, az sayıda dinleyici olduğu zaman arka sıraları bir perde ile ayırmak ve reverbrasyon süresini istenilen değere düşürmek gerekmektedir. Ancak en iyi önlem, koltukların malzemesinin

(5) -s.61

ses yutuculuk değerini yüksek seğmek, böylece üzerine insan otursun veya oturmasın bu değerin değişmemesini sağlamak olmaktadır.Bu durumda reverbrasyon süresi dinleyicilerin sayısına bağlı olmaktan kurtarılmış olmaktadır.Belirli reverbrasyon süresi için gerekli ses yutucu malzemeler özellikle arka duvara ve yan duvarların üst kısımlarına konulmaktadır.Eğer reverbrasyon süresi yan duvarların üst kısmının tamamen ses yutucu yapılmasını gerektirmiyorsa, ses yutucu malzemeler şeritler ve paręalar halinde ve simetrik olmayacak biçimde yan duvarlara taşıtılabilmektedir.Döşemede ahşap, linolyum, halı kullanılabilen tavan ise asılı olarak tasarlanmaktadır.Araştırmanın bundan sonraki aşamasında İstanbul' daki oditoryumlardan Yıldız Üniversitesi Oditoryumu ses lęm açısından irdelenecektir.



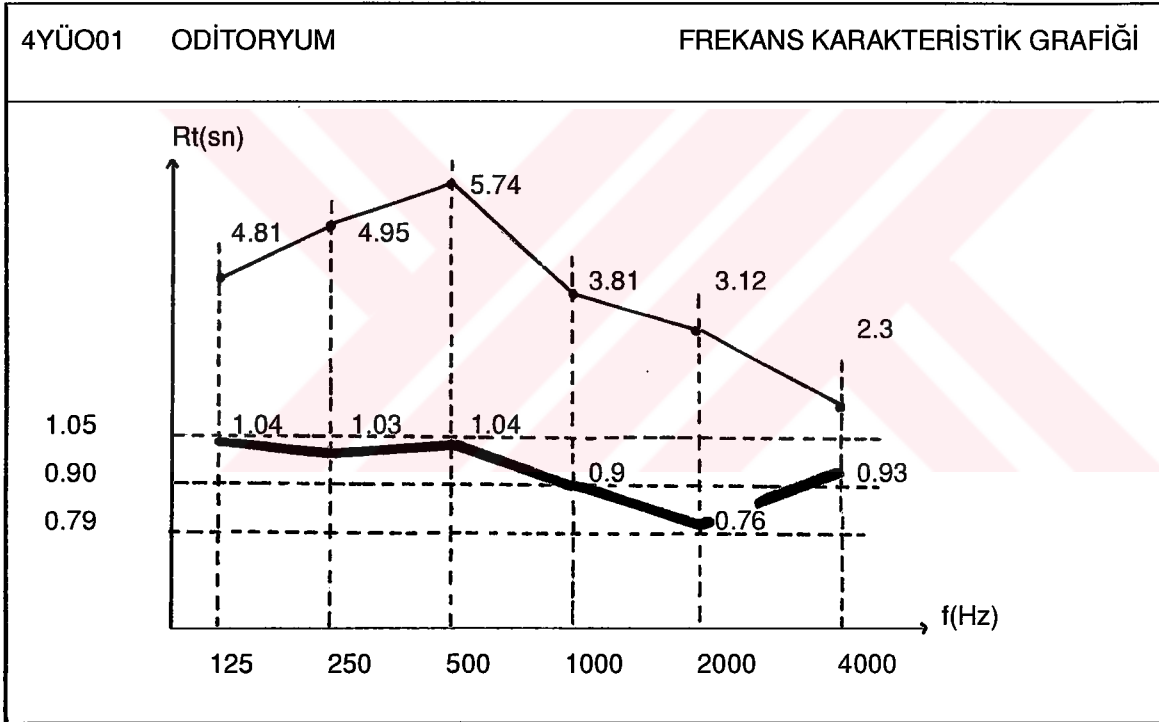
SALONUN ADI	YILDIZ ÜNİVERSİTESİ ODİTORYUMU	SALON KODU
SALONUN YERİ	YILDIZ	4YÜ001
KULLANIM AMACI	ODİTORYUM	
DİNLEYİCİ SAYISI	250	
HACİM	2280 m3	YÜKSEKLİK 6 m



Resim 17.Yıldız Üniversitesi Oditoryumu'nun iç görünüşü.(30)

YILDIZ ÜNİVERSİTESİ ODİTORYUMU 250 Kişilik		V:25X15X6:2280 m ³						Topt. 1.05 / 0.09 / 0.79			4YÜ01			Tablo 9		
BÖLÜM	YÜZEY	(f)	125	250	500	1000	2000	4000	a	Sa	a	Sa	a	Sa	a	Sa
Ah	CİNSİ	ALAN	4m ²													
Ab 2/3 Dolu	HAVA %40 20C	166 kişi	23	26.7	0.33	54.8	0.38	63	0.38	63	0.39	64.7	0.39	64.7	0.39	64.7
Boş Koltuk+1/3 Boş İnsan	2 KOLTUK	84	0.09	7.56	0.13	10.9	0.15	12.6	0.15	12.1	0.11	9.2	0.07	5.9		
Ab+Ah			34.3			65.7		75.6		82.5		101.3		150.9		
S	Toplam Yüzey Alanı	1098 m ²														
a	OLMASI GEREKEN	0.16	0.09	0.1		0.1				0.1				0.18		
Ay	OLMASI GEREKEN	191	103	116		116				116				151		217
MEVCUT TAVAN	3 Keçir Üstüne Çimento Sıva	380 m ²	0.02	7.6	0.03	11.4	0.03	11.4	0.04	15.2	0.05	19	0.05	19	0.05	19
DUVAR	4a Yarı Keçir Üstü Çimento	231 m ²	0.02	4.6	0.03	6.9	0.03	6.9	0.04	9.2	0.05	11.5	0.05	11.5	0.05	11.5
	4b Yarı Keçir Üstü Keçir	231 m ²	0.2	46.2	0.16	36.9	0.14	32.3	0.12	27.7	0.11	25.4	0.1	23.1		
SALON DÖŞEME	5 HALI İnce	266 m ²	0.03	7.9	0.03	7.9	0.04	10.6	0.1	26.6	0.19	50.5	0.35	93.1		
SAHNE DÖŞEME	6 HALI İnce	24 m ²	0.03	0.7	0.03	0.7	0.04	0.9	0.1	2.4	0.19	4.5	0.35	8.4		
KAPILAR	7 (180X220)3	11.8 m ²	0.12	1.41	0.11	1.29	0.1	1.18	0.09	1.06	0.09	1.06	0.07	0.82		
PENCERELER	8 İNCE KUMAŞ PERDE	15 m ²	0.04	0.6	0.06	0.9	0.1	1.5	0.2	3	0.3	4.5	0.4	6		
Ay	MEVCUT TOPLAM		82.2/1098		77.6/1098		75.4/1098		84.7/1098		126/1098		169.3/1098			
a	MEVCUT a	0.07	0.07	0.07	0.06	0.08				0.08		0.11		0.15		
T60	MEVCUT T60	4.81 sn	4.95 sn	5.74 sn	3.81 sn	3.12 sn				3.12 sn		2.3 sn				
1.TATONMAN TAVAN	3a MEŞE KAPLAMA	380 m ²	0.25	95	0.2	76	0.2	76	0.12	45.6	0.25	95	0.25	95		
DUVAR	4c ÇİZİK AKUSTİK LEVHA	462 m ²	0.3	138.6	0.35	161.7	0.3	138.61	0.4	184.8	0.5	231	0.4	184.8		
SALON DÖŞEME	5a KALIN KEÇELİ HALI	266m ²	0.25	66.5	0.25	66.5	0.37	98.4	0.43	114.3	0.27	71.8	0.3	79.8		
	6 MEVCUT DEĞERLER															
	67 Mevcut Değerler															
Ay	Ay		316/1098	316.7/1098	324.2/1098	360.7/1098	417.4/1098	362.2/1098								
a	a	0.28	0.29	1.04 sn	0.29	0.32	0.38	0.34								
T60	T60	1.04 sn	1.03 sn	1.04 sn	0.9 sn	0.76 sn	0.93 sn									

Tablo 9.Yıldız Üniversitesi Oditoryumu, Reverbrasyon Ölçüm Tablosu.



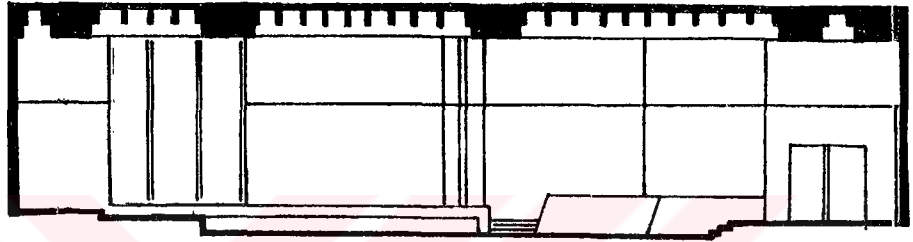
Grafik.14.Yıldız Üniversitesi Oditoryumu Frekans Karakteristik Grafiği.

— Mevcut frekans karakteristiği.

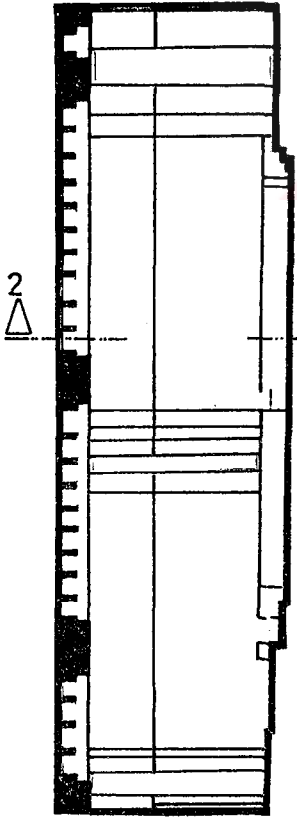
— Tatonman hesabı yapıldıktan sonraki frekans karakteristiği.

4YÜO01

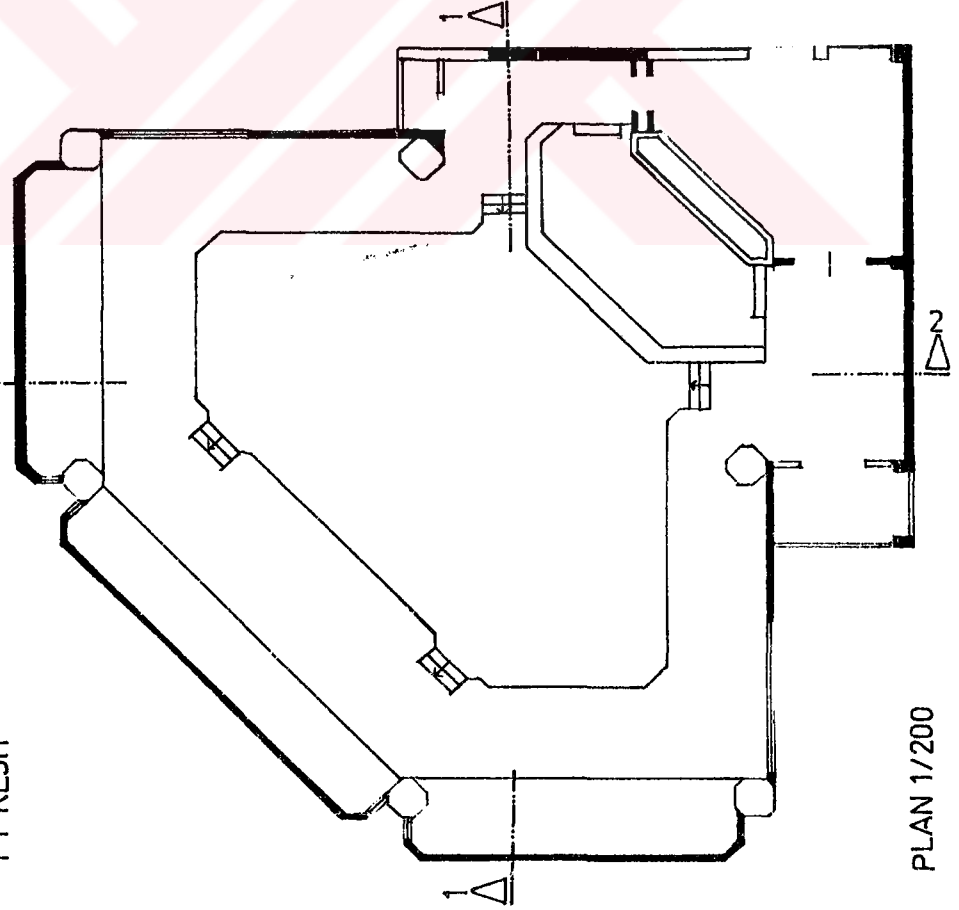
YILDIZ ÜNİVERSİTESİ ODİTORYUMU



2-2 KESİT



1-1 KESİT

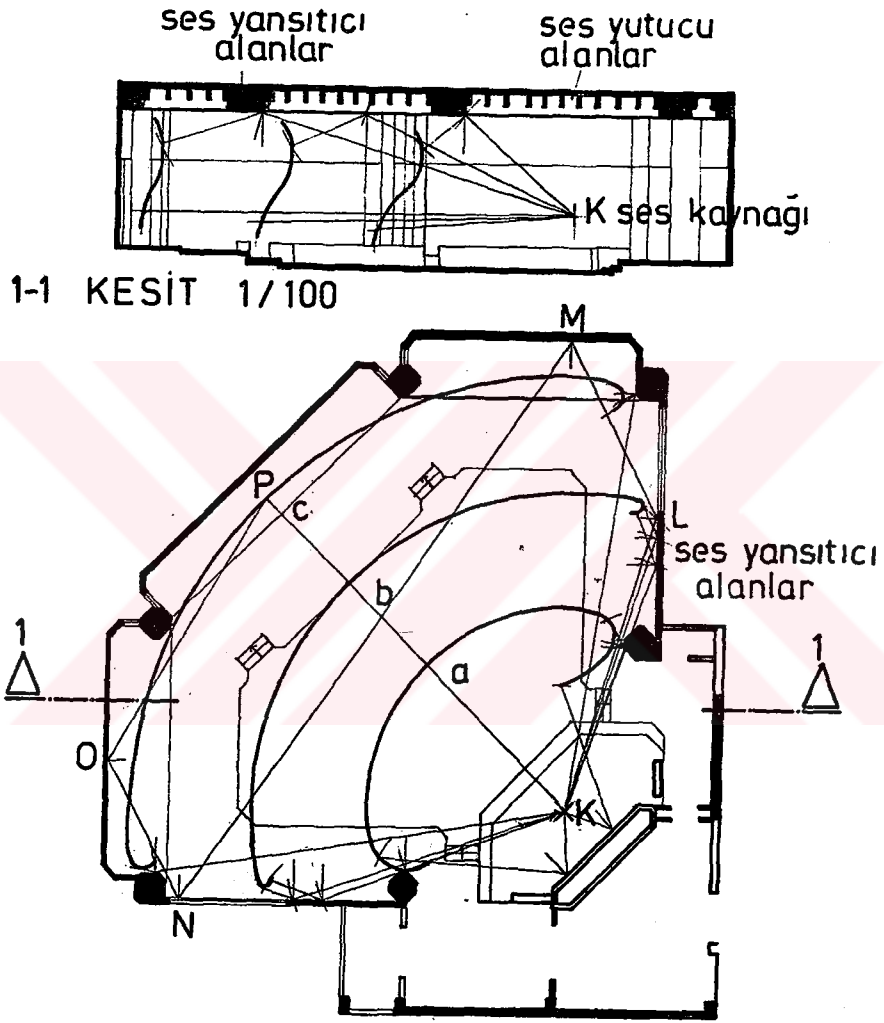


PLAN 1/200

4YÜ001

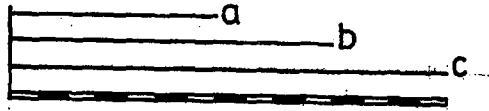
SES DAĞILIM GRAFIĞİ

Grafik 15



4YÜ001 PLAN 1/100
SES DAĞILIMI

KL+LM+MN+NO+OP+PK > 22.6
41.8 > 22.6
YANKILANMA POZİTİFTİR



Salonun Değerlendirmesi :

Yıldız Üniversitesi Oditoryumunda yapılan ses ölçümlerinde reverbrasyon süresi Tablo 9'da frekanslara göre hesaplanmıştır. Bir oditoryum için istenmeyen uzun süreler olmasına karşılık sonucun böyle çıkmasında, salonda kullanılan ses yutucu ve yansıtıcı malzemelerin ses yutma katsayıları etkili olmuştur. Salonun duvarları 150 cm' ye kadar ses yutucu malzeme olarak kaplamalı yonga levha ile donatılmasına karşın ses yutuculuk katsayısının düşük olması sebebiyle salonda oditoryum için ideal olan reverbrasyon süresi elde edilememiştir. Ayrıca salonun ortasındaki bir koltuk için yapılan direkt ses ve yansıma ses arasındaki fark, sesin havadaki hızı olan 344 m/sn' ye bölüldüğünde 68.8 milisaniye olarak oldukça fazla bir değerde bulunmuştur. Bu durum salonda konuşmanın anlaşılabilirliğini olumsuz yönde etkilemektedir.

Grafik 15'de yapılan ses dağılım grafiğinde de görüldüğü gibi salonun formu ile dinleyici konumu uyuşmamaktadır. Buna göre salonun içinde kullanılan gereçlerin ses dağılım grafiğine göre yeniden tasarlanması gerektiği belirlenmiştir. Ayrıca yapılan yankınlanma kontrolünde pozitif çıkmıştır. Tablo 9'a göre çıkarılan Grafik 14'de frekans karakteristik grafiğinden de görüldüğü gibi mevcut durumda kalın ve ince seslerin tümünde distorsiyon sorunları yaşanmaktadır. Ayrıca yoğun bir trafiğin geçtiği caddeye bakan bu oditoryumun, oldukça fazla sayıda olan pencereleri nedeniyle, salonun içinde sessizliğin sağlanamadığı görülmüştür. Grafik 14'de gereçlere getirilen öneriler çerçevesinde yapılan tatonman hesabı sonunda bir öneri olarak frekans karakteristiği istenilen aralığa getirilmeye çalışılmıştır.

3.2.3. TİYATRO SALONLARI

Araştırmanın bundan önceki altbaşlıklarında, konser salonları ve çok maksatlı salonlar, plan şeması yönünden ses ölçümünde tasarıma etkileriyle irdelenmişti. Bundan sonra ise tiyatrolar, İstanbul' da bulunan iki tiyatrodaki yapılan ses ölçümleriyle plan şeması yönünden irdelenecektir. Bir tiyatro projesinin hazırlanmasında akustik açıdan iyi sonuçlar verecek faktörleri aşağıdaki şekilde sıralamak mümkündür. Tiyatro salonlarında, dinleyici başına alınacak hacmin 4.5-5 m³ arasında olması gerekmektedir. Ancak doğal sesle çalışacak olan tiyatrolarda hacmin ve dinleyici sayısının belirlenmesi anlaşılabilme ve dolayısıyla da reverbrasyonu etkilemektedir. Bu sebeple belirli bir reverbrasyon süresi ile belirli bir anlaşılabilme yüzdesi elde edilmek isteniyorsa salon hacminin belli bir sınırın altında kalması gerekmektedir. Örneğin reverbrasyon süresi, 1 saniye olduğu zaman anlaşılabilmenin % 80 olması isteniyorsa, hacmin hemen hemen 11000 m³ ' den küçük olması gerekmektedir ki bu da aşağı yukarı 2500 kişilik bir salona karşılık gelmektedir. Bunun üstünde bir dinleyici sayısı için hoparlör tesisatı gerekmektedir yine de doğal sesle çalışacak tiyatro salonlarının bu kadar büyük yapılması anlaşılabilme açısından iyi sonuç vermemektedir. Tiyatrolar için reverbrasyon süresi, salonun hacmine bağlı olarak 0.5 saniye ile 1.5 saniye arasında değişmektedir. Ancak reverbrasyon süresinin sesin farklı frekanslarına göre değişeceğini de hatırlamak gerekmektedir. Tiyatro gibi hem konuşma ve hem de müzik dinlenen ve ses frekanslarının değişebileceği salonlarda, reverbrasyon süresinin bu aralıklar içinde mümkün olduğunca az değişmesine veya hiç değişmemesine dikkat edilmesi ve bunun sağlanması için de belirli frekans seviyelerinde ses yutuculuk katsayıları az değişen malzemeler kullanılması gerekmektedir. Eğer gerek frekans değişiklikleri ve gerekse dinleyici sayısının her oyunda aynı olmamasından dolayı reverbrasyon farkları büyük olursa bu durumda duvarlarda, ses yutucu malzemelerin cins ve miktarını ihtiyaca göre değiştiren hareketli bir sistem kullanılmasının faydalı olduğu belirlenmiştir. (5) Dinleyici sayısının değişmesi yani salonun dolu veya boş olması nedeniyle reverbrasyon süresinin değişmesi tiyatrolarda çok karşılaşılan bir konudur. Dolu olduğu zaman akustiği çok iyi olan bir salon, dinleyici sayısı az veya boş olduğu zamanlar reverbrasyon süresinin değişmesinden dolayı işitme açısından kötü bir dinletiyeye

sebeptir. Genel olarak reverberasyon süresinin salonun dolu ve boş oluşuna göre hesaplanması ve ikisi arasındaki farkın anlaşılabilirliği bozmamasına dikkat gerekmektedir. Bunu sağlamak için reverberasyon süresi hesaplanırken koltuklara yüklenen ses emicilik katsayısı öne çıkmakta ve stürüktüründe kullanılan malzemeyle insanın ses yutuculuğuna eş değerde ses yutuculuk sağlanarak belirleyici bir faktör olmaktadır. Bu konu dinleyici kapasitesi ve insanın ses yutuculuğuna bağlı olarak araştırmanın, 2.2.2 .Koltuk Tasarımı altbaşlığında, hacim akustiğinin tasarıma etkileri bölümünde açıklanılmıştır. Ses yutucu malzemelerin konumlandırılmasında reverberasyon süresinden başka göz önünde tutulması gereken diğer bir önemli nokta da salon içindeki arka plan gürültü seviyesinin belirlenmesidir. Salon içinde insanlardan veya havalandırma tesisatından meydana gelen gürültüleri yok edecek veya alçak tutacak bir ses yutuculuğa ihtiyaç doğmaktadır. Ses yutucu malzemeler; arka duvara, yan duvarların üst kısımlarına, döşemeye monte edilip, tavan, sahne yanları ve yan duvarların alt kısımları ses yansıtıcılıkla yüklenebilmektedir. Tiyatro salonlarında arka plan gürültü seviyesi 35 dB olmalıdır. İçeride bu seviyenin üzerine çıkmamak için dış gürültü seviyesine göre aradaki farka engel olmak gerekmektedir. Bu açıklamalardan sonra, araştırma kapsamına alınan İstanbul'daki tiyatro salonlarından Kenterler ve Muammer Karaca Tiyatrosu plan şemasında ses ölçümü yönünden irdelenecektir.

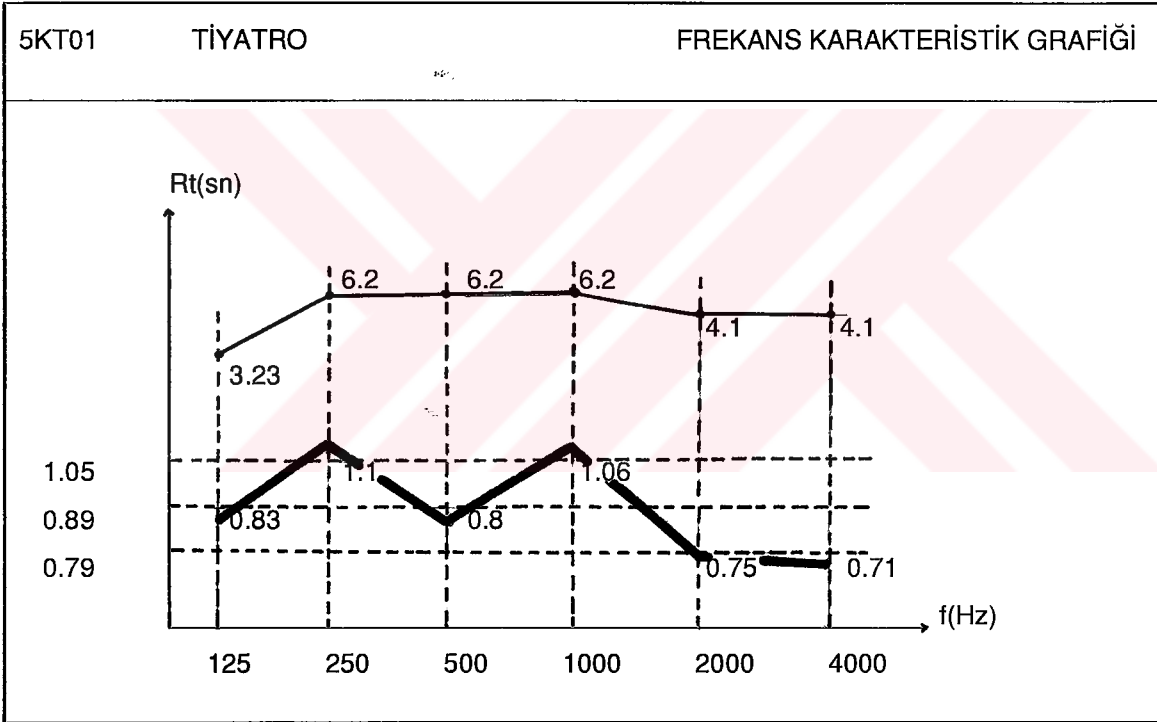
SALONUN ADI	KENTERLER TİYATROSU	SALON KODU
SALONUN YERİ	HARBİYE	
KULLANIM AMACI	TİYATRO	5KT01
DİNLEYİCİ SAYISI	420	
HACİM	2057 m3	YÜKSEKLİK 8.5 m



Resim 18. Kenterler Tiyatrosu' nun iç görünüşü.(30)

HARBIYE KENTERLER TİYATRO SALONU		420 Kişilik V.22X11X8.5:2057 m3												Tablo 10	
YÜZEY		Topt. 1.05 / 0.89 / 0.79				5KT01				2000				4000	
BÖLÜM		125		250		500		1000		2000		4000			
No	CİNSİ	ALAN S	a	Sa	a	Sa	a	Sa	a	Sa	a	Sa	a	Sa	
Ah	HAVA %40 20C	4mV													
Ab	2/3 dolu	280 kişi	0.23	64.4	0.33	92.4	0.38	106.4	0.38	106.4	0.39	109.2	0.39	109.2	
	Boş kolbük+1/3 boş insan	140	0.2	28	0.3	42	0.3	42	0.33	46.2	0.34	47.6	0.34	47.6	
Ab+Ah				924		134.4		148.4		159.18		181.4		229.2	
TOPLAM ALAN	TOPLAM S	773 m2													
ORT.YUTMA ÇARPAN	OLMASI GEREKEN		0.5		0.6		0.64		0.67		0.73		0.88		
Ay	OLMASI GEREKEN	Sabine m2	535	707			707		855		1011		1637		
MEVCUT TAVAN	3 Lata Üzeri Ahşap Panolar	204 m2	0.2	40.8	0.16	32.6	0.14	28.5	0.12	24.4	0.11	22.4	0.1	20.4	
DUVAR	4 AHŞAP PANOLAR	497 m2	0.12	59.6	0.04	19.8	0.06	29.8	0.03	14.9	0.07	34.7	0.01	4.9	
DÖŞEME	5 HALI	204 m2	0.03	6.1	0.03	6.1	0.04	8.1	0.1	20.4	0.19	38.7	0.35	71.4	
SAHNE DÖŞEMESİ	6 AHŞAP MEŞE	57	0.05	2.8	0.04	2.2	0.03	1.7	0.03	1.7	0.03	1.7	0.03	1.7	
KAPILAR	7 5x220	11	0.12	1.3	0.11	1.2	0.1	1.1	0.09	0.9	0.08	0.8	0.07	0.7	
TOPLAM Ay	MEVCUT Ay			110.6773		61.9773		69.2773		62.3773		98.3773		98.1773	
ORT.YUTMA ÇARPAN	a				0.08		0.08		0.08		0.12		0.12		
MEVCUT T60	T60		3.23 sn		6.2 sn		6.2 sn		6.2 sn		4.1 sn		4.1 sn		
1.TATONMAN TAVAN	3a Meşe Kaplama	204 m2	0.35	71.4	0.3	61.2	0.35	71.4	0.12	24.4	0.25	51	0.4	82.6	
DUVAR	4a Çizik akustik LEVHA	487 m2	0.35	173.9	0.25	124.2	0.4	198.8	0.4	198.8	0.5	248.5	0.6	298.2	
SALON DÖŞEME	5a KALIN KEÇELİ HALI	204	0.45	91.8	0.43	87.7	0.37	75.4	0.43	87.7	0.43	87.7	0.3	61.2	
KAPILAR	7a PRESE KAPI	11	0.4	4.4	0.35	3.85	0.25	2.7	0.25	2.7	0.25	2.7	0.25	2.7	
	6 Mevcut Değer														
Ay															
a			344.3773		279.2773		350.773		305.773		395.773		448.4773		
YENİ T60			0.89 sn		1.1 sn		0.8 sn		1.06 sn		0.75 sn		0.71 sn		

Tablo 10.Kenterler Tiyatro'su Reverbrasyon Ölçüm Tablosu.



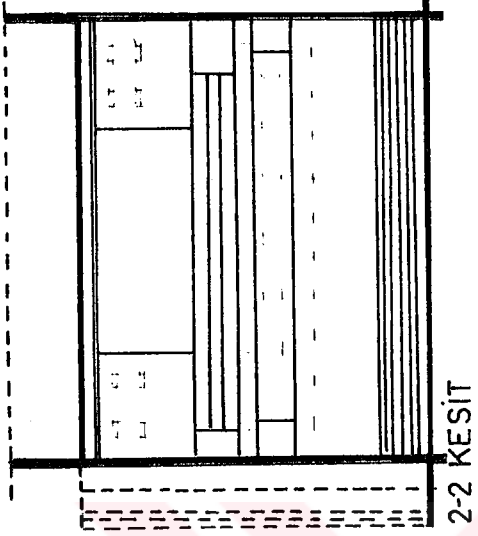
Grafik.16.Kenterler Tiyatro'su Frekans Karakteristik Grafiği.

— Mevcut frekans karakteristiği.

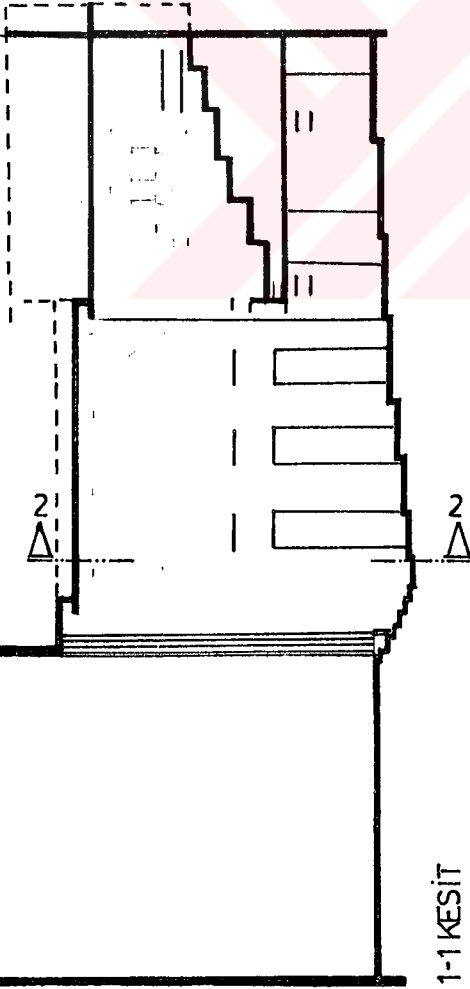
— Tatonman hesabı yapıldıktan sonraki frekans karakteristiği.

5KT01

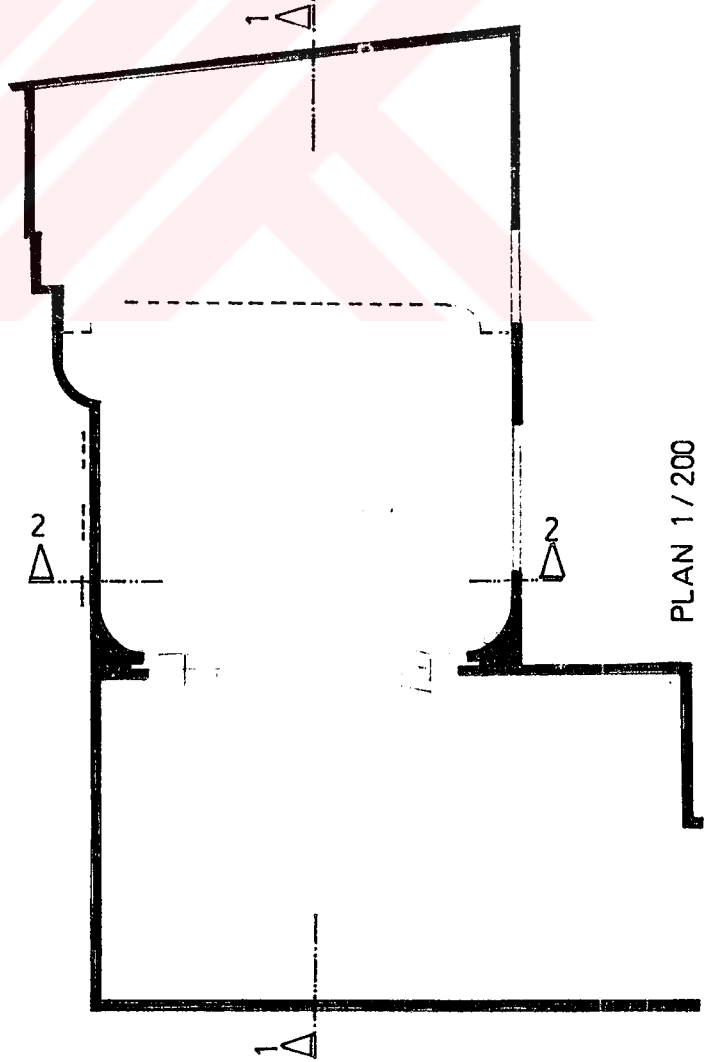
KENTERLER TİYATROSU



2-2 KESİT



1-1 KESİT

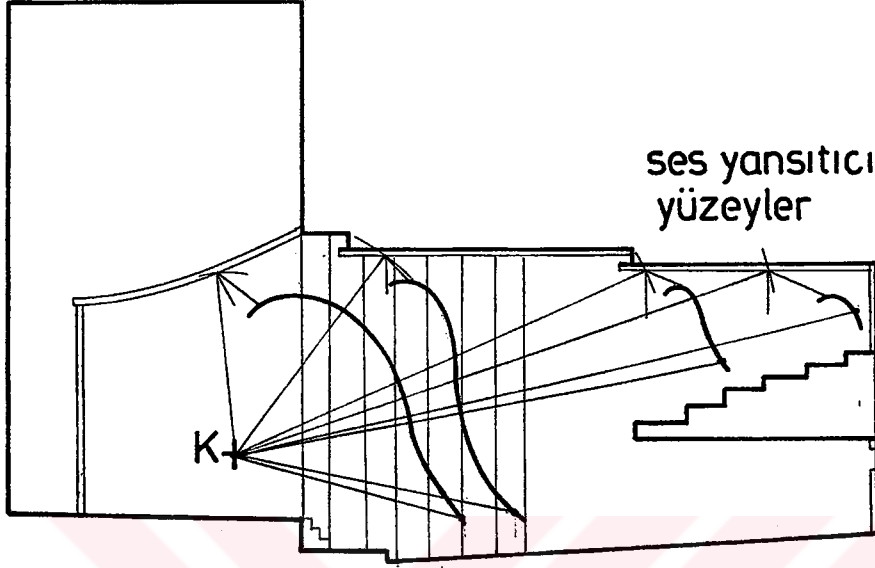


PLAN 1/200

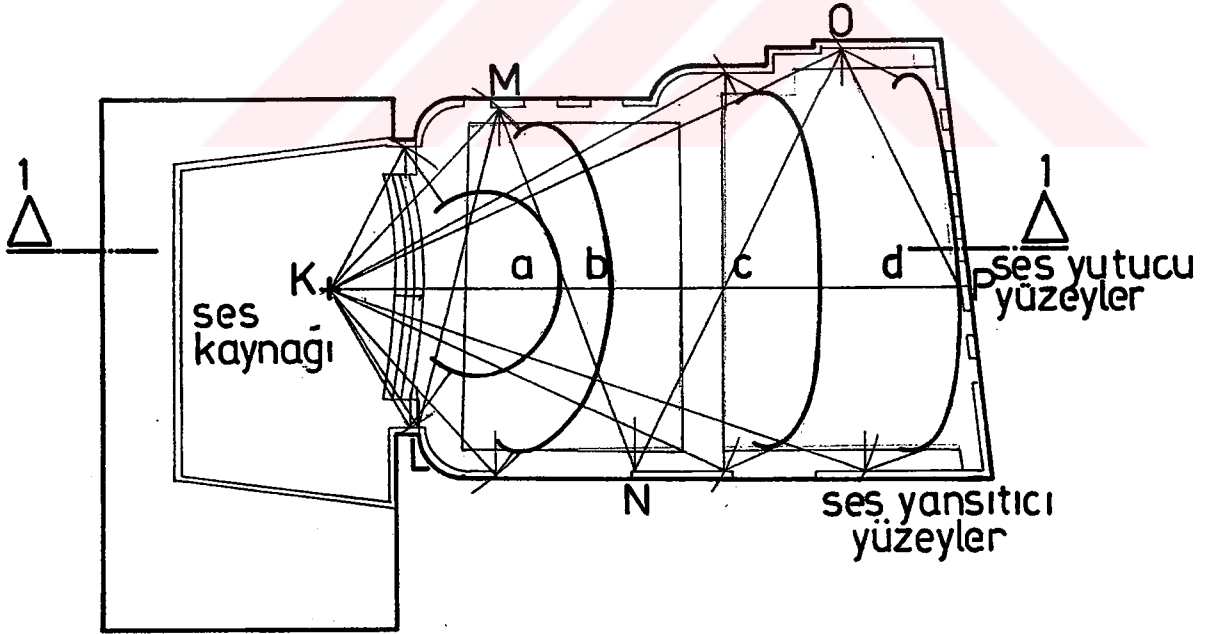
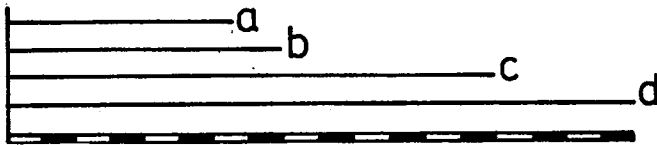
5KT01

SES DAĞILIM GRAFİĞİ

Grafik 17



1-1 KESİT 1/100

5KT01 PLAN 1/100
SES DAĞILIMI
 $KL+LM+MN+NO+OP-KP \rangle 22.6$
 $28.00 \rangle 22.6$
 YANKILANMA POZİTİF TİR


Salonun Değerlendirilmesi :

Kenterler Tiyatrosu için yapılan ölçümler sonunda reverbrasyon süresi ölçümleri optimal değerler arasında bulunamamıştır. Grafik 16'dan da görüldüğü gibi kalın ve ince seslerin tümünde distorsiyon sorunları bulunduğu belirlenmiştir. Optimal süreler, tiyatro salonları için ideal olan 0.5 ile 1.5 saniyeden yukarıda olduğu için mevcut frekans karakteristik grafiğinin istenmeyen bir durumda olduğu görülmüştür. Bunun sonucu olarak da salon içindeki dinleyicilerin, sahnedeki sanatçıların diyaloglarını anlayamamalarına neden olduğu görülmüştür. Bunun dışında, sahnedeki bir sanatçının, salonun ortasındaki bir dinleyiciye gönderdiği direkt ses ışını ve yansıyan ses ışını arasındaki farkın sesin havadaki yayılma hızına bölünmesiyle elde edilen 57.3 milisaniyelik direkt ses ve yansıyan ses arasındaki fark, oldukça fazla olduğundan salon içinde yankılanmaya ve dolayısıyla anlaşılabilirlik üzerinde kötü bir etkiye sebep olduğu belirlenmiştir. Yankılanma kontrolü Grafik 15'de yapılan kontrolde de görüldüğü gibi pozitif çıkmıştır. Yine bu grafikteki eğrilerden de anlaşıldığı gibi salon içindeki akustik düzenleme ile ilgili donatım malzemelerinin çok yetersiz kullanıldığı veya hiç kullanılmadığı görülmüştür. Yer yer asılmış kadife perdeler ve daha çok dinleyiciler ile sağlanmaya çalışılan ses yutuculuğun yeterli olmadığı, bunun sonucunda da daha önce belirlenen direkt ses ve yansımış ses arasındaki farkın yüksek çıktığı ortaya konulmuştur. Sonuç olarak Kenterler Tiyatrosu'nda hacim akustiğinin yetkin bir düzeye eriştirilemediği ve akustik düzenleme ile ilgili donatımların tasarım açısından zayıf kaldığı belirlenmiştir.

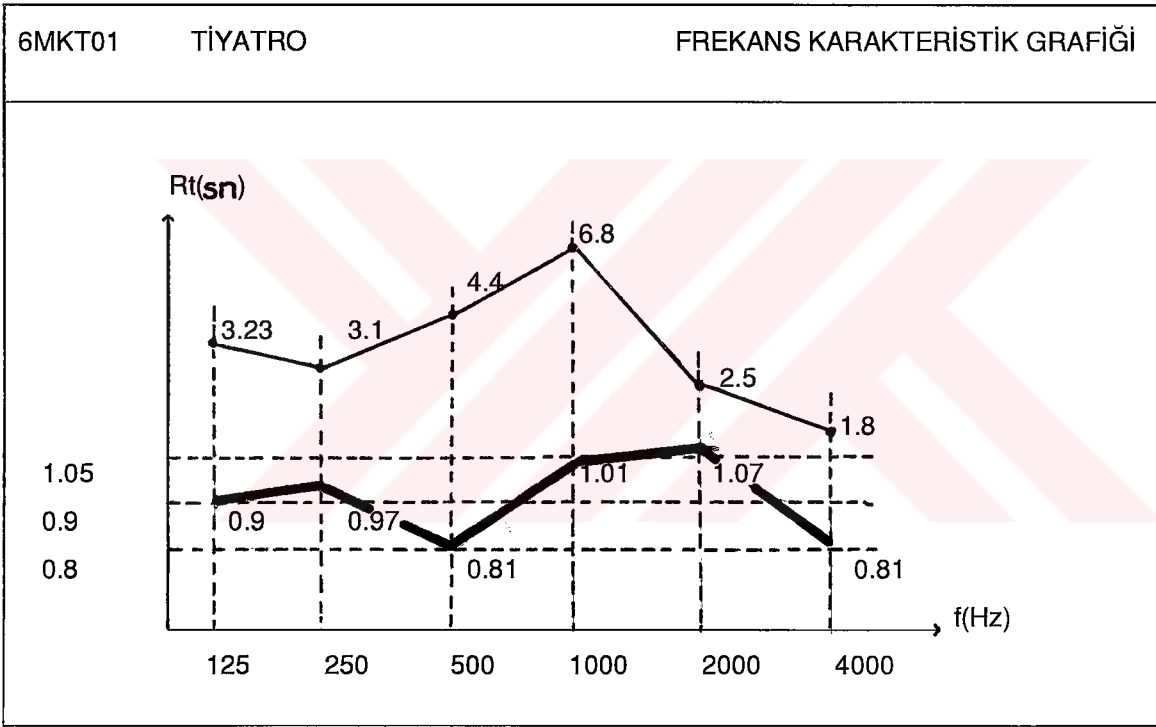
SALONUN ADI	MUAMMER KARACA TİYATROSU	SALON KODU
SALONUN YERİ	İSTİKLAL CADESİ	
KULLANIM AMACI	TİYATRO	6MKT01
DİNLEYİCİ SAYISI	375	
HACİM	2484 m3	YÜKSEKLİK 9 m



Resim 19. Muammer Karaca Tiyatrosu' nun iç görünüşü.(30)

GALATASARAY MUAMMER KARACA TİYATRO SALONU		V:24X11.5X9:2484 m3																	
BÖLÜM	YÜZEY	125			250			500			1000			2000			4000		
		(f)	a	Sa	a	Sa	a	Sa	a	Sa	a	Sa	a	Sa	a	Sa	a	Sa	
Ah	CİNSİ																		
	HAVA %40 20C																		
Ab 2/3 dolu	1 İNSAN		0.23	57.5	0.33	82.5	0.38	82.5	0.38	82.5	0.39	97.5	0.39	97.5	0.39	97.5	0.39	109.2	
Boş koltuk+1/3 boş insan	2 KOLTUK		0.14	17.5	0.22	27.5	0.31	38.7	0.4	50	0.52	65	0.6	75	0.6	75	0.6	75	
Ab+Ah				75		110		121.2		140.4		192.3		259.9		259.9		259.9	
TOPLAM ALAN	TOPLAM S																		
ORT.YUTMA ÇARPAN	OLMASI GEREKEN		0.37		0.43		0.45		0.48		0.58		0.73		0.73		0.73		
Ay	OLMASI GEREKEN		446	542	577	630	837	1264											
MEVCUT TAVAN	3 Sert Elyafli Levha		276	0.2	55.2	0.4	110.4	0.2	55.2	0.1	27.6	0.08	22	0.1	27.6	0.08	22	0.1	
DUVAR	4 AŞAĞI PANOLAR		486 m2	0.12	58.3	0.04	19.4	0.06	29.8	0.03	14.5	0.07	34	0.01	4.8	0.01	4.8	0.01	
DÖŞEME	5 HALI		69 m2	0.15	10.3	0.16	11	0.22	15.2	0.45	31	0.6	4.4	0.68	46.9	0.6	46.9	0.6	
SAHNE DÖŞEMESİ	6 AŞAĞI MEŞE		72	0.05	3.6	0.04	2.8	0.03	2.2	0.03	2.2	0.03	2.2	0.03	2.2	0.03	2.2	0.03	
KAPILAR	7 5x220 Presse Kapı		4.5	0.25	1	0.22	1	0.17	0.7	0.09	0.4	0.09	0.4	0.08	0.3	0.08	0.3	0.08	
TOPLAM Ay	MEVCUT Ay			128.4/966		114.6/966		102.5/966		75.7/966		257.5/966		175.7/966		257.5/966		175.7/966	
ORT.YUTMA ÇARPAN	a		0.13		0.14		0.1		0.07		0.18		0.26		0.26		0.26		
MEVCUT T60	T60		3.23 sn		3.1 sn		4.4 sn		6.8 sn		2.5 sn		1.8 sn		1.8 sn		1.8 sn		
1.TATONMAN TAVAN	3a MEŞE KAPLAMA		276 m2	0.35	96.6	0.35	96.6	0.45	124.2	0.23	63.4	0.29	80	0.53	146.2	0.29	80	0.53	
DUVAR	4a ÇİZİK AKUSTİK LEVHA		486 m2	0.4	194.4	0.45	218.7	0.5	243	0.45	218.7	0.5	243	0.6	291.6	0.5	243	0.6	
SALON DÖŞEME	5a KALIN KEÇELİ HALI		69	0.45	31	0.45	31	0.5	34.5	0.5	34.5	0.5	34.5	0.3	20.7	0.5	34.5	0.3	
SAHNE DÖŞEMESİ	6a MEŞE KAPLAMA		72	0.35	25.2	0.3	21.6	0.35	25.2	0.6	43.2	0.25	18	0.4	28.8	0.25	18	0.4	
KAPILAR	7a PRESE KAPI		4.5	0.4	1.8	0.35	1.5	0.25	1.1	0.4	1.8	0.25	1.1	0.25	1.1	0.25	1.1	0.25	
Ay				349/966		369.4/966		428/966		360/966		370/966		490/966		490/966		490/966	
a	a		0.36		0.38		0.44		0.37		0.38		0.5		0.5		0.5		
YENİ T60	T60		0.9 sn		0.97 sn		0.81 sn		1.01 sn		1.07 sn		0.81 sn		0.81 sn		0.81 sn		

Tablo 11.Muammer Karaca Tiyatro'su Reverbrasyon Ölçüm Tablosu.



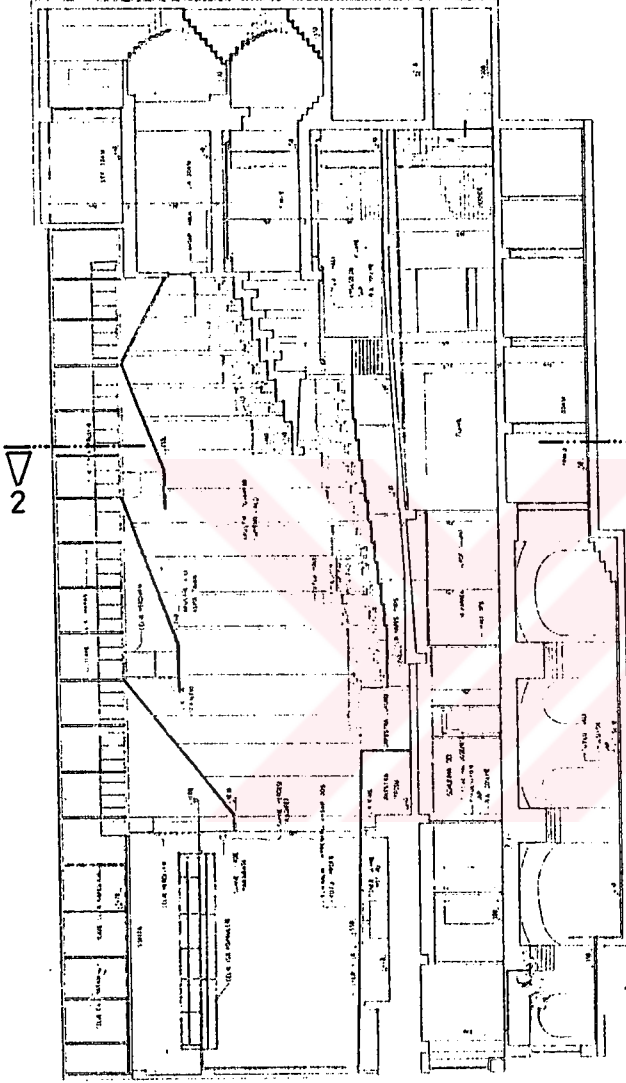
Grafik 19. Muammer Karaca Tiyatro'su Frekans Karakteristik Grafiği.

— Mevcut frekans karakteristiği.

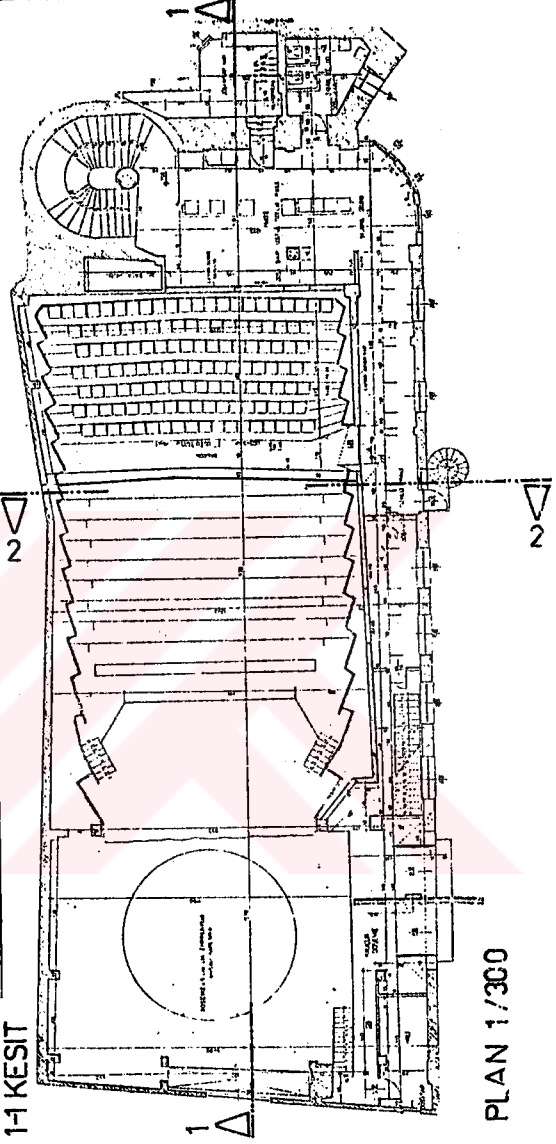
— Tatonman hesabı yapıldıktan sonraki frekans karakteristiği.

5MKT01

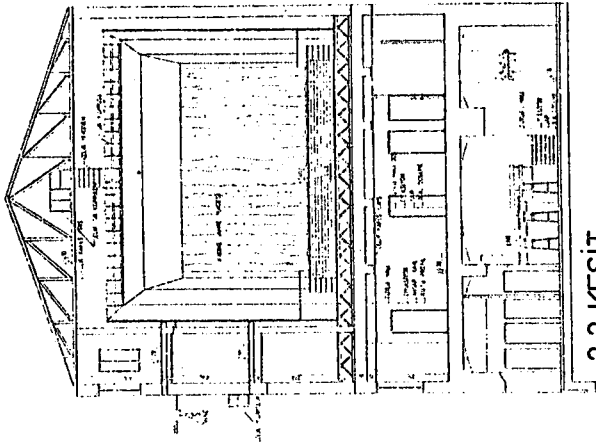
MUAMMER KARACA TİYATROSU



1-1 KESİT



1-1 KESİT



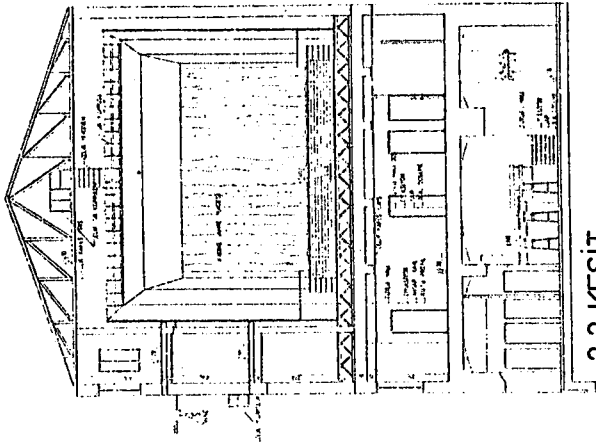
2-2 KESİT

2

2

2

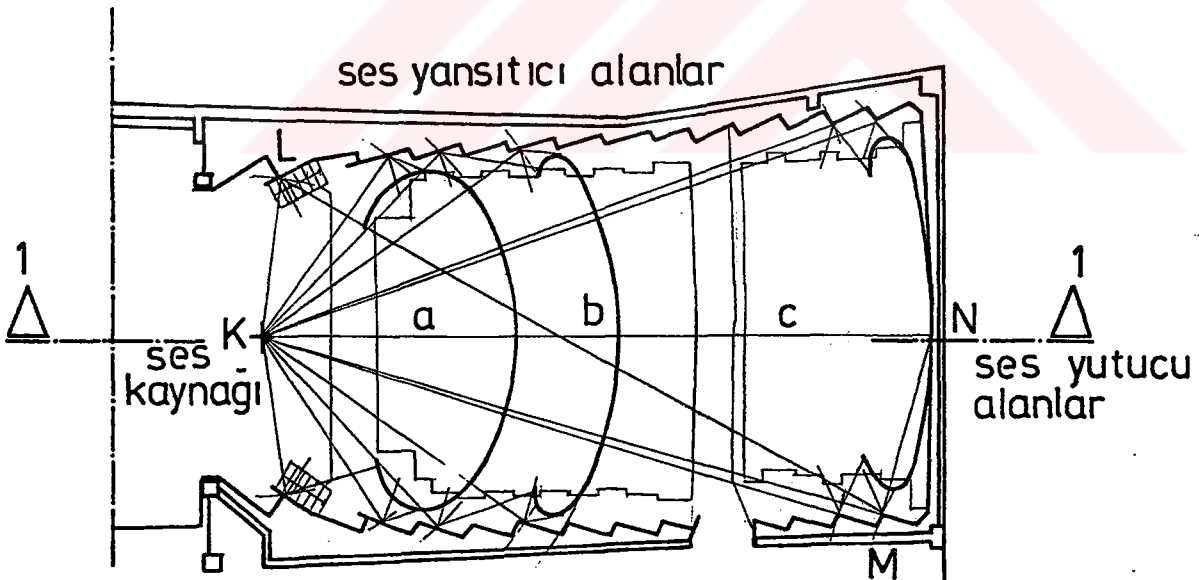
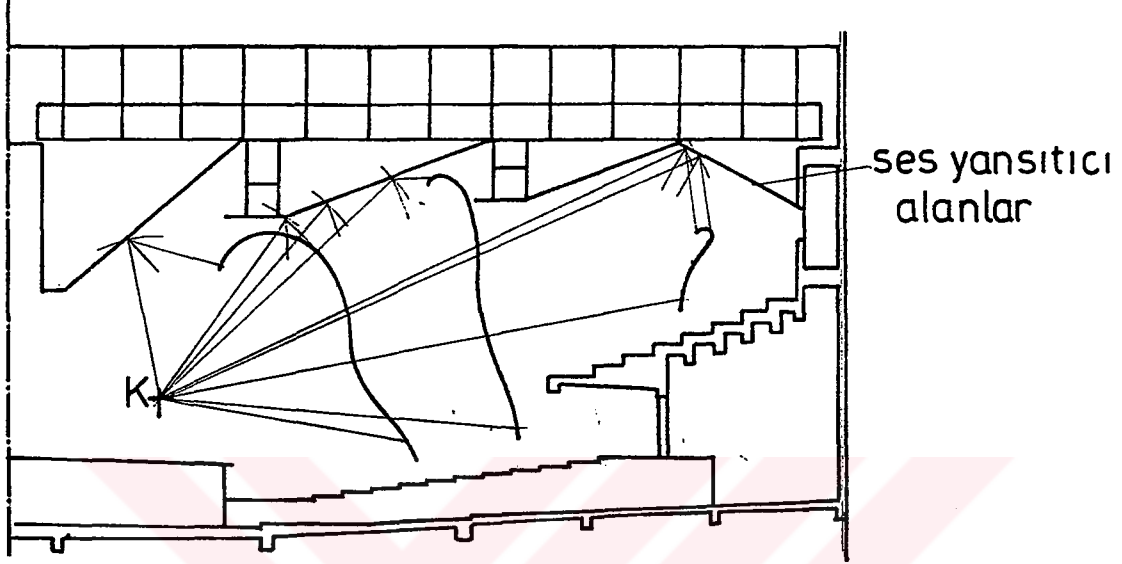
1



6MKT01

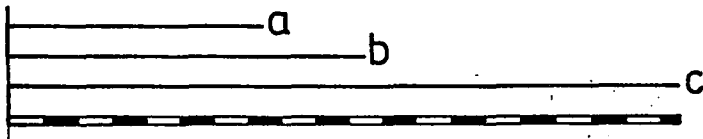
SES DAĞILIM GRAFIĞİ

Grafik 19



6MKT01 PLAN 1/100
SES DAĞILIMI

KL+LM+MN-NO>22.6
10.4 (22.6
YANKILANMA NEGATİFTİR



Salonun Değerlendirmesi :

Muammer Karaca Tiyatrosu' nda yapılan hacim akustiği ölçümlerinde Tablo 11 ve Grafik 18'de görüldüğü gibi reverbrasyon sürelerinin, frekans karakteristiği açısından optimal aralığı sağlayamadığı belirlenmiştir. Mevcut durumda ince ve kalın seslerin tümünde distorsiyon sorunları olduğu görülmüştür. Yapılan ses dağılım grafiğinde (Grafik 19) düşey kesit irdelendiğinde ise, doğal sesiyle sahnede konuşan bir sanatçının yansımış sesinin, balkon altı sıralarına kadar ulaşarak, ses seviyesi bakımından zayıf olan bu bölgeleri desteklediği belirlenmiştir. Ayrıca ses dağılım grafiği üzerinde yapılan çalışmadan mevcut salonda yankılanma da negatif çıkmıştır. Özellikle tavan formu incelendiğinde sesi tüm salon iç hacmine dağıtıcı etkisi görülmektedir. Fakat yine de salonun orta sırasında oturan bir dinleyici için yapılan direkt ses ve yansımış ses arasındaki fark, 68.8 milisaniye olarak bulunmuştur. Bu sürenin salon hacmine göre fazla olduğundan hacim akustiğine etkisi olumlu yönde olmadığı ve anlaşılabilirlik üzerindeki kötü etkisiyle de salon içinde zaman zaman da olsa bazı yankılanmalara sebebiyet verdiği sonucuna varılmıştır. Salonda yapılmak istenen akustik düzenlemelerle ilgili olarak ise, ses yansıtıcı ve yutucu alanların, ses dağılım grafiğinde de görüldüğü gibi dengeli bir şekilde kaplanarak tasarım açısından hacim akustiğini olumlu yönde etkilediği görülmüştür.

3.3. HACİM AKUSTİĞİNE ETKİLERİYLE MEVCUT HACİMLERİN KARŞILAŞTIRMALI OLARAK İRDELENMESİ

Üçüncü bölüm olan, İç Mimarlıkta Hacim Akustiğinde Ses Ölçümünün İrdelenmesi başlığı altında anlatılan ilk altbaşlıkta plan şeması yönünden farklı hacimlerde ses ölçümü irdelenmişti. İkinci altbaşlık olan kullanım yönünden farklı hacimlerde ses ölçümünde İstanbul' da araştırma kapsamına giren salonlar hacim akustiği açısından değerlendirilmişti. Şimdi ise, üçüncü altbaşlık olarak, hacim akustiğine etkileriyle mevcut hacimlerin irdelenmesi; hacimlerin sistem hesaplanmaları, yansımış ve direkt ses düzeyinin belirlenmesi, hacimlerin reverbrasyon süresi ölçüm sonuçları karşılaştırmalı olarak, birbirleriyle olan farkları açılarından irdelenecektir.

Hacim akustiği kavramı içinde gerek form gerekse de akustik düzenlemesi ile ses yutucu ve yansıtıcı yüzeyleri, kullanım amacına göre belirlenmiş olan reverbrasyon süresini sağlamak üzere, hareketli veya sabit olarak kaplanmış salon için; akustiği yetkin bir salondur tanımlamasını yapmak mümkündür. Buna göre araştırmanın birinci bölümünde açıklanan hacim akustiği kavramı ile bağlantılar kurularak, araştırma yapılan salonlar üç altbaşlıkta irdelenecektir.

3.3.1. HACİMLERİN SES DAĞILIMLARININ İRDELENMESİ

Bu altbaşlıkta araştırmanın dördüncü bölümünde 3.2. altbaşlığında açıklanan, kullanım yönünden farklı hacimlerde ses ölçümünün irdelendiği bölümde çalışma kapsamına alınan salonlarda yapılan ses dağılım grafiklerinden elde edilen sonuçların, karşılaştırmalı olarak genel bir irdelenmesi yapılacaktır. Bu grafiklerde izlenen yöntem şöyle sıralanabilir :

- Akustik bir değerlendirmeye yönelik olarak projelerin 1/100 olarak yeniden çizilmesi ve daha sağlıklı bir değerlendirme yapılması için kaynaktan çıkan direkt ses ışını ile yansıyan ses ışını toplamının, ilk direkt ses ulaşımına uzaklık olarak eşit olması prensibine göre diyagramlar çizilmiştir.

- Diyagramlar çizildikten sonra yankılanma kontrolleri ve odaklanma kontrolleri yapılmıştır.

Bütün bunlardan sonra diyagram plan ve kesitte tamamlandıktan sonra, mevcut yutucu ve yansıtıcı elemanların konumu yeniden araştırılıp, salonlarla ilgili değerlendirme yazılarında belirtilmiştir. Çalışma kapsamına alınan altı salonda yapılan ses dağılımlarına göre; salonların hepsinde ses yansıtıcı gereçlerin konumunun yeniden belirlenmesi gerektiği görülmüştür. Çizilen diyagram

eğrilerinden de (Grafik 9, 11, 13, 15, 17, 19) görüldüğü gibi yansıtıcılar bu eğrilere yaklaştırılmalı ve dolayısıyla da hacim büyüklüğü değişmeli, aynı zamanda dinleyicilerin oturma düzeninin buna göre yeniden biçimlenmesi gerekmektedir. Bütün bunlardan sonra yine de nispeten en dengeli ses dağılımına AKM büyük konser salonunda rastlanmıştır.

Araştırma kapsamına alınan salonlarda yapılan ölçümler, bu ses dağılımına göre hareket edilerek gerçekleştirilmiştir. Bu diyagramdan hem tasarım aşamasında hem de bu araştırmada olduğu gibi mevcut uygulamaları değerlendirirken faydalanılabilmektedir. Daha önce 1.2. altbaşlığında açıklanan hacim akustiğinin tasarıma etkilerini belirleyebilmek için yardımcı olabilecek sistem hesaplanmasına ait bir akış diyagramından sözedilmişti. Diyagrama göre kullanılış amaçları konuşma ve müzik olarak belirlendikten sonra hacim özelliklerine göre irdelenen İstanbul' daki salonlar taban planlarındaki geometrik altyapılarına göre üçe ayırarak irdelenmişti. Şimdi bu diyagram doğrultusunda araştırılıp dikdörtgen taban planlı prizmatik hacimler kapsamında irdelenen, Cemal Reşit Rey konser salonu, Atatürk Kültür Merkezi konser salonu ve Kenterler Tiyatrosu' nu arka sayfada Şekil 29'de ses dağılım grafiklerinin karşılaştırılması yönüyle görmek mümkündür. Cemal Reşit Rey konser salonu'nun plan şeması incelendiğinde, ses dağılımı grafiğinde, sesin arka sıralara dek ulaştığı kesitte de görülmektedir. Atatürk Kültür Merkezi konser salonunda da yine aynı şekilde ses dalgalarının arka sıralara kadar ulaştığı ve buralarda düşük olan ses seviyesini desteklediği görülmektedir. Buna rağmen Kenterler Tiyatrosu'nda, özellikle balkon altındaki en arka sıralara sesin dengeli olarak yayılmadığı ve ulaşmadığı görülmektedir. Hacim olarak da küçük olan bu salonda özellikle ön sıralarda oturan dinleyiciler için, yüksek frekanslarda kötü bir dinleti ortamı doğmaktadır. Her üç salonda da dikdörtgen formun verdiği olumsuz koşullar yaşanmaktadır. CCR ve AKM Konser salonlarında, ses dağılım grafiklerinde kesitte inceleme yapıldığında sahne yan duvarlarının yansıtıcı yüzeylerle kaplanarak yansıyan ses dalgalarının salona yayılmasının sağlandığı belirlenmiştir. Buna karşılık tavanda sesi yansıtan yüzeylere çeşitli açılar verilerek sesin düşeyde dağılmasına destek verildiği ve böylece sesin salona dengeli bir şekilde yayılmasına çalışıldığı belirlenmiştir. Oysa ki Kenterler Tiyatrosunda aynı belirlemeyi yapmak mümkün olmamıştır. Taban planına bakıldığında, dikdörtgen form endişesine rağmen ses yutucu ve yansıtıcı alanların dengeli bir şekilde dağılmadığı görülmüştür. Kesitte

1CCR01

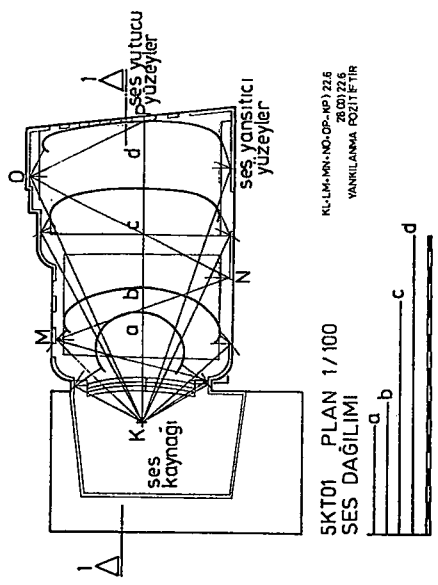
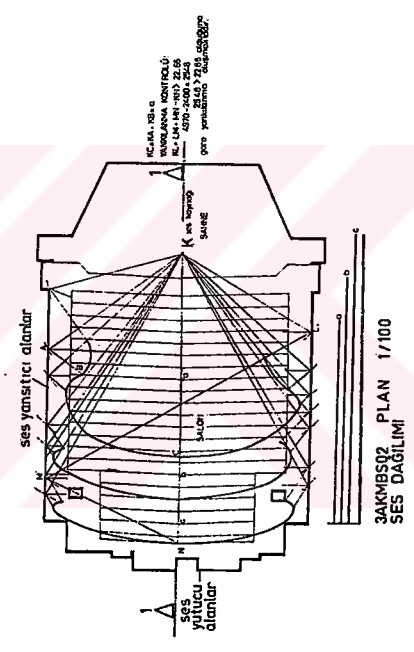
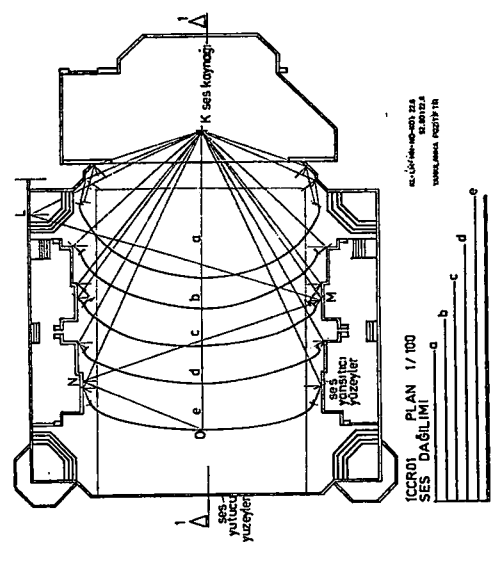
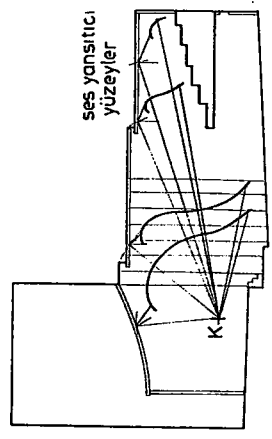
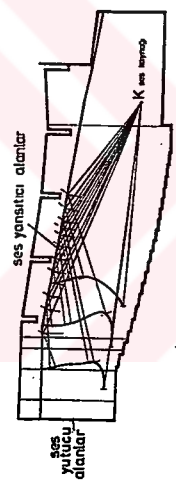
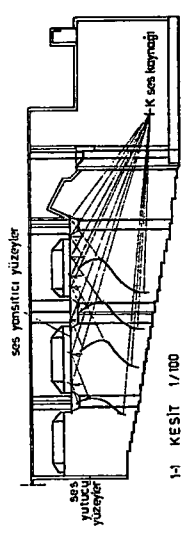
CCR KONSER SALONU

3AKMKS

AKM KONSER SALONU

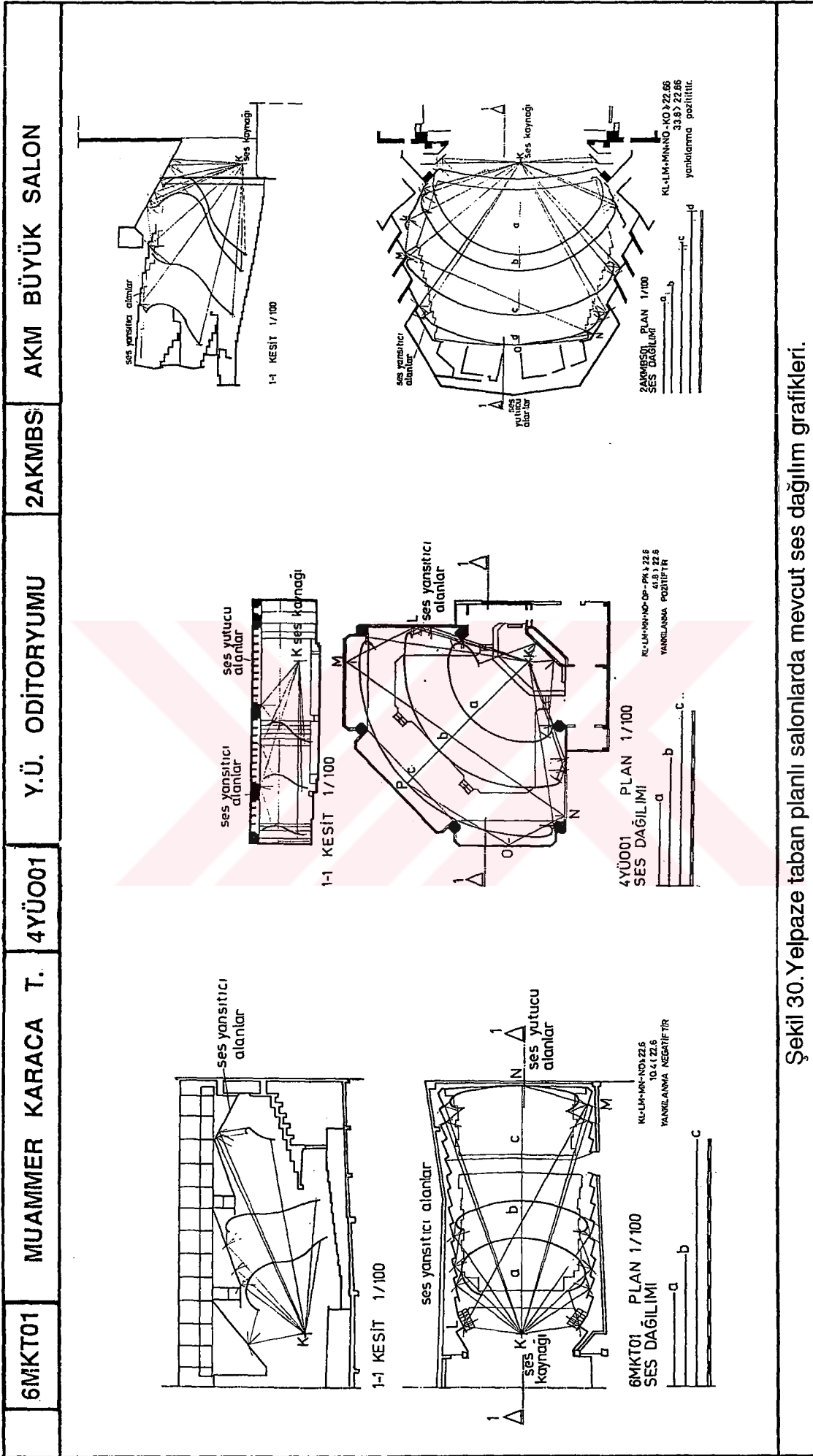
5KT01

KENTERLER TIYATROSU



Şekil 29. Dikdörtgen taban planlı salonlarda mevcut ses dağılım grafikleri.

inceleme yapıldığında, balkon altına gelen sıraların sesi iyi bir şekilde alamadıkları çizilen eğrilerden de görüldüğü gibi belirlenmiştir. Sesin, kaynağından yayıldığı andaki şiddeti salonun tümüne aynı kuvvette yayılmadığından, kaynağın çevresinden açıldıkça düşerek yayılmaktadır. Sesin bu karakteristiği 3.1. altbaşlığında daha önce açıklanılmıştı. Bu açıdan bakıldığında, ele alınan bu salonlarda geniş bir açı altında ön yan sıralarda oturan dinleyiciler yüksek frekanslarda rahatsız olmakta ve bu da gerek müziğin gerekse de konuşmanın anlaşılabilirliğini azaltmaktadır. Arka sayfada, diyagrama göre hacim özellikleri açısından yelpaze taban planlı prizmatik hacimler kapsamına alınan salonlardan Şekil 30'da da görüldüğü gibi İstanbul'daki, Muammer Karaca Tiyatrosunda Özellikle balkon altına derinliği kısa tutularak arka sıralardaki ses seviyesinin desteklendiği ve özellikle tavandaki ses yansıtıcı yüzeylerle dengeli bir ses dağılımı sağlandığı görülmüştür. Taban planına bakıldığında; mimari tasarımında dikdörtgen olduğu görüldüğü halde küçük paralel ses yansıtıcı yüzeylerle yelpaze formun elde edildiği ve ses dağılımının desteklendiği belirlenmiştir. Yıldız Üniversitesi oditoryumu'nun taban planında, mimari tasarım aşamasında iken yelpaze form düşünülerek yapıldığı buna karşılık yan duvarlarda çok sayıda ve büyük boyutlarda pencere boşluğu açıldığı için salonun içinde sessizliğin sağlanamadığı belirlenmiştir. Kesitte ses dağılım grafiği incelendiğinde ise, tavanda betonarme olarak yapılan kafes giriş döşemenin içinde açılan boşluklar, ses yutucu rezonatör gibi çalıştırılmak istense de bunun sağlanamadığı görülmüştür. Atatürk Kültür Merkezi Büyük Salonda ise, henüz mimari tasarım aşamasında iken yelpaze form düşünüldüğü açıktır. Ses dağılım grafiklerinin bu formun özelliklerine göre yapıldığı, salona giydirilmiş ses yutucu ve yansıtıcı malzemelerin, formun dışıyla bir uyum içinde olduğu görülmüştür. Ses dağılım grafiğininin, kesitte incelendiğinde ise, balkon altı derinliklerinin kısa tutularak arka sıralarda ses seviyesinin desteklendiği, sahne ve salon tavanının çeşitli açılarda ses yansıtıcı yüzeylerle kaplanıp, ses dağılımının dengeli bir şekilde salona yayılmasının sağlandığı görülmüştür. Özetlemek gerekirse, araştırma yapılan İstanbul'daki yelpaze taban planlı prizmatik salonlarda, belirli açılarda yanlara doğru açılan duvarların, tek bir yansıma ile reverbrasyon süresinin azalmasına sebep olduğu belirlenmiştir. O halde, taban planının arkaya doğru genişlemesini sağlarken, reverbrasyon süresini kullanım amacına bağlı olarak gerektiği ölçüde uzatacak ses yansımalarını meydana getirecek küçük paralel yüzeyler tasarımılamak gerekecektir.



Şekil 30. Yelpaze taban planlı salonlarda mevcut ses dağılım grafikleri.

3.3.2. HACİMLERİN YANSIMIŞ VE DİREKT SES DÜZEYİNİN BELİRLENMESİ

Daha önce 1.1. altbaşlığında iç mekanlarda yansımış ve direkt ses düzeylerinden söz edilmişti. Bir hacimde yeğinliğin (kısaca sesin kuvvetinin) biçimlenmesine neden olan etkenler; kaynak gücü, uzaklık, reverbrasyon süresi, toplam ses yutuculuk, fon gürültüsü gibi etkenlerdir. Bu etkiler iç mekanlardaki ses düzeyini dolaylı yada direkt olarak etkilerler. Hacim büyüklükleri ve kullanım amaçlarının hacim akustiğinde özellikle ses düzeyindeki önemi açıktır. İç mekanlarda ise, iç yüzeylerden devamlı yansımalar sonucu ses kaynağından belli bir uzaklıktaki birim hacimden değişik doğrultuda ses ışınları geçer, buna yayınık ses alanı denilmektedir. İç mekanda ses alanı doğrultulu ve yayınık ses alanlarından oluşmaktadır. Ses alanının bu özelliğinin ses kaynağına uzaklıkla değişeceği açıktır.

Hacimdeki ses düzeyi değişimlerinin, temelde iki değişkene (dolaysız sesi etkileyen uzaklık ve yansımış sesi etkileyen toplam yutuculuğa) bağlı olduğu açıklanılmıştı. Belli bir hacim büyüklüğü için, toplam yutuculuğun en az olduğu; yani reverbrasyon süresinin en uzun olduğu durumdaki toplam yutuculuk (A) ise, toplam yutuculuğun artması yani reverbrasyon süresinin kısılması durumunda, toplam yutuculuğun bu (A) birimin belli katları şeklinde arttığı belirlenebilmektedir. Toplam ses düzeyi değişimlerinin irdelenmesi ve sonuçlarındaki kriterler;

* Ses alanının hacim içindeki değişimi,

* Direkt sese göre yeğlilik artışları olarak belirlenmiştir. Ses alanının hacim içindeki değişimi konusu, toplam yutuculuğun hiç etkili olmadığı alanlar ve yalnızca toplam yutuculuğun etkili olduğu alanlar olarak da irdelenebilmektedir. Ses kaynağına yakın olan bölgelerde, yalnızca direkt ses yeğliliğinin etkili olduğu, kaynaktan uzaklaştıkça, kaynaktan gelen direkt ses düzeyinin, uzaklığın karesi ile azalmasından ötürü (1.1. altbaşlığında açıklanan Denklem 1 ve Denklem 2'de görüldüğü gibi) yayınık ses alanı belirginleşmektedir. Yansımış ses hacimde, bir noktadan ötekine değişmediği için ses kaynağından uzaklaştıkça direkt sese göre yeğlilik artışı olmaktadır.

Ses kaynağından uzaklaştıkça, toplam ses düzeyinde direkt ses düzeyinin etkisi giderek azalmakta ve yansımış ses düzeyinin etkisi artarak hacimde yayınık ses alanının özelliği belirginleşmektedir. Ses kaynağına yakın bölgelerde toplam ses düzeyi değişimlerinde toplam ses yutuculuk etkili olmaktadır.

Müziyenlerin akustik samimilik olarak ifade ettikleri nitelik, sahnedeki ses kaynağından dinleyicilerin kulağına direkt olarak gelen sesle ilk yansımadan sonra gelen ses arasındaki zaman aralığı olarak tanımlanan ilk ulaşım gecikmesi ile ölçülebilmektedir.Bu kavram, araştırma kapsamına alınan salonlarda yapılan ölçüm tablolarında; yansımış ses ve direkt ses farkı olarak milisaniye birimiyle verilmiş ve hacim akustiğine olan etkileriyle değerlendirilmiştir.Büyük hacimdeki bir salonun temel akustik sorunu, genellikle çok uzun olan ilk ulaşım süresinin gecikmesi ile ilgilidir.Kulağa direkt ulaşan sesle tavanda duvarlardan ya da balkon alınlarından yansiyarak dinleyicinin kulağına ulaşan ses arasındaki zaman ayrımı olarak tanımlanan ilk ulaşım gecikmesi, salonların akustiğinde çok önemli yeri olan bir etkidir.İlk ulaşım gecikme süresi uzun bir salon akustik açıdan uygun olmaktan çok uzaktır.Temelde büyük boşluklarından ötürü, büyük hacimli salonların ilk ulaşım gecikme süreleri uzundur.Büyük salonlardaki akustik rahatsızlıkları düzelterek çeşitli çözümler geliştirilmiştir.

Bunlardan biri, özellikle salonda oturan dinleyicilerin kulaklarında kısa bir ilk ulaşım gecikmesi oluşturacak, tavanla dinleyiciler arasında düşey asılmış ses yansıtıcı yüzeyler kullanılmaktadır.Bu niteliği konser salonlarında irdelemek gerekirse ; bir konser salonunda oturan bir dinleyicinin kulağına gelen ilk ulaşım gecikmesi, salonun ses dağılım grafiklerinden saptanabilmektedir.Çalışma kapsamına alınan salonların reverbrasyon sürelerinin ideal olandan fazla uzun olduğu belirlenmiştir.Bunlara göre, konser salonlarının yansımış ve direkt ses düzeylerini belirleyen şu noktalara varılabilir :

- Gereğinden fazla ve uzun olan reverbrasyon süreleri konser salonları için kötü bir durumdur.

- Bir konser salonunun yetkinliğini sağlamada ilk ulaşım gecikmesinin kısa olması gerekmektedir ama bu nitelik tek başına salonların yetkinliğini belirleyememektedir.Özellikle ilk yansımanın düzeyi direkt sesin düzeyinden fazlaysa salonda, bu altbaşlığın başlangıcında tanımlanan samimilikten bahsetmek olanaksız olmaktadır.Araştırmaya alınan salonlarda iyi bir akustik için müziyenler ve konuşmacılardan dinleyiciye direkt olarak gelen sesin dinlenmesinin rahat olması gerekmektedir.Direkt gelen sesin düzeyi çok azsa, dinleyici gürültüsü denilen fon gürültüsüyle yada yansımış sesle maskelenebilmekte ve böylece anlaşılabilirlik azalmaktadır.Direkt sesin düzeyinin yüksek olması ise, konuşmacı ile dinleyici arasındaki uzaklığın ve ses yansıtıcı yüzeylerin özellikleri ile ilgilidir.

Gerçekte bir salondaki müziğin anlaşılabilirliğini ve samimiliğini etkileyen etkenler şöyle sıralanabilir:

- İlk yansıma gecikme süresi kısa olmalıdır.

- Direkt ses her koltukta yeterli düzeyde olmalıdır. Salonun döşemesi, dinleyicilerle müzisyen ya da konuşmacılar arasında, dinleyicilerin başlarının engel oluşturmamasına sebep vermeyecek biçimde üzenlenmiş olmalıdır.

- Yansımış ses, direkt sesi maskeleyecek düzeyde olmamalıdır.

- Sesin salon içinde dengeli olarak yayılması için, salonun iç duvar ve tavan yüzeyleri, ses dalgalarının buralardan yansırken yön değiştirebilmesi için, farklı yönlerde tasarlanması gerekmektedir. Hacimlerin yansımış ve direkt ses farkından meydana gelen ilk ulaşım süresi bazı durumlarda yankı oluşturarak rahatsız edici durumlar doğurabilmektedir. Genel olarak direkt gelen sesin dinleyiciye ulaşmasından 70 milisaniye yada daha uzun gecikerek gelen yansımalar, salonda yankı olarak kabul edilmektedir. Dar bir dikdörtgen taban planlı prizmatik hacmin, arka duvarı balkonlu olduğunda ender olarak yankıya neden olmaktadır. Düz bir arka duvarda bunu önlemek için, duvar yüzeyini bölümlere ayırıp, kimini aşağı yada yukarı, kimini yanlara yönlendirerek sesin dağılmasını sağlamak gerekmektedir. Duvardaki bölümlerin sayıları ve açıları, salonun formuna, hacim ve kullanım özelliklerine göre tasarlanabilmektedir.

Salonda tasarımılanan, tavan ve duvar yansımalarının yetersizliği, kısa reverberasyon süresi ile ortaya çıkmaktadır. Tasarımlamada gözönüne alınacak aşağıdaki unsurlar, salonda rahatsız edici yankının oluşmasını engelleyebilmektedir :

- Ses enerjisinin çok büyük bir bölümü salonun arka tarafına yönlendirilmelidir.

- Orkestra ve salonun önündeki dinleyiciler için ilk ulaşım süresinin gecikmesi, tavan ve duvarlarda tasarımılanan farklı açıdaki yüzeylerle sağlanmalıdır.

- Geniş bir salonda gerek ana tavanın üzerine kısmen asma tavan uygulayarak ve gerekse de ses yansıtıcı levhalarla akustiği yeniden oluşturarak, kısa bir ilk ulaşım süresi elde edilebilmektedir.

3.3.3. HACİMLERİN YANSIŞIM SÜRESİ ÖLÇMELERİNİN İRDELENMESİ

Buraya kadar hacim akustiği yönüyle mevcut hacimleri; sistem hesaplanmaları ve ilk ulaşım süreleri ile irdelenmişti.Şimdi ise üçüncü altbaşlık olarak araştırma yapılan salonlar, reverbrasyon süresi ölçüleriyle irdelenecektir. Reverbrasyon süresinin hacim ile olan ilişkileri daha önce 1.3. altbaşlığında açıklanılmıştı.Hacim büyüklüğü akustik tasarımın yetkinliğini sağlamada tek etken olmamaktadır.Eğer hacimdeki azalma, reverbrasyon süresinin kısalmasına yol açıyorsa, küçük hacimli bir salonun akustiği büyük hacimli bir salondan zayıf olabilir.Oditoryum akustiğinin en önemli unsuru, reverbrasyon süresinin hacimle doğru, ses yutucu yüzeylerin toplam alanları ile ters orantılı olduğunu ortaya koyan Sabine eşitliği olmaktadır.

Reverbrasyon süresinin öznel etkisi canlılık olmaktadır.Uzun reverbrasyon süreli bir salonda müzik, özellikle arka sıralarda daha yeğın işitilmektedir.Reverbrasyon sesin olgunluğunu artırarak yayılmasına destek olmaktadır.Müzik ve konuşma kullanım amaçlı salonların içinde iyi bir ses yayılması olması için reverbrasyon süresinin uzun olması önemlidir.Salonun yansıtıcı kısımlarının tasarımı salonun arkasından alınan verilere bağlıdır.Bu alanlar, sahne yanları, yukarısı ve dinleyicilerin karşısındaki yan duvarlar ve tavanın belirli bölümlerini kapsamaktadır.Araştırmanın başında kullanım amaçları konuşma ve müzik olarak sınırlandırılmıştı.Müzik fonksiyonu gözönüne alındığında, konuşmanın aksine bir durum ortaya çıkmaktadır.Oda müziği gerelde daha küçük hacimlerde gerçekleştirilmekte ise de, orkestra ve koro fonksiyonu çok değişik ancak büyük Boyutlu hacimlere özgüdür.Yani müzik kullanımı açısından reverbrasyon süresin alt sınır daha belirgindir.Konuşma yada müzikte yeralan seslerin, maskelemeye neden olarak birbirinin işitilmesine engel olmaması gerekmektedir.Bu açıdan sesin anlaşılabilirliğinde reverbrasyon süresi son derece önem kazanmaktadır.

Bir hacimde reverbrasyon süresinin uzunluğu, sesin yayınlıklığının, ses düzeyinin ve sessel kalitenin yani sesin artistik değerinin artmasını sağlamaktadır.Fakat kullanım amacı konuşma olduğunda reverbrasyon süresinin uzun olması, seslerin birbirini hızla izlemesini yani bir önceki sesin bir sonraki sesi maskelemesini ve konuşmanın anlaşılabilirliğini bozmasına neden olmaktadır.Reverbrasyon süresinin temelde hacmin özelliklerine bağlı bir kavram olduğu bu altbaşlığın ilk paragrafında da belirtilmişti.Ayrıca, iç yüzey gereçlerinin tasarımına, hacimdeki koltuk, insan gibi birimsel nesnelerin toplam ses yutuculuğuna bağlı olduğu da bilinmektedir.

Araştırma yapılan salonlarda reverbrasyon ölçümlerinden ve Tablo 6, 7, 8, 9, 10, 11'den elde edilen sonuçları aşağıdaki gibi sıralamak mümkündür.

- Tablo 6, 7, 8, 9, 10, 11'de reverbrasyon ölçümleri çıkarılan altı salonda da kullanım amaçlarına göre belirlenen optimal reverbrasyon sürelerinin sağlanamadığı belirlenmiştir.

- Farklı kullanım amaçlarındaki salonlarda yapılan ölçümler sonunda ortaya çıkan reverbrasyon süreleri salonun tasarımı sırasında kullanılan ses yutucu ve yansıtıcı malzemeye göre farklılıklar göstermektedir.

- Salonlarda bulunan ses yutucu ve yansıtıcı alanlarda kullanılan malzemeler için alınan ses yutuculuk katsayıları, 14 nolu kaynaktaki Tablo 19' dan alınmış ve yüzeyin alanıyla çarpılarak bulunmuştur. Bu Tablo tezin Ekler bölümünde Ek 2. altbaşlığında verilmiştir.

- Konser salonları için; Cemal Reşit Rey ve Atatürk Kültür Merkezi Konser Salonları'nın reverbrasyon sürelerinin optimal değerlerde olmadığı belirlenmiştir. Bunun sonunda çıkarılan frekans karakteristik grafiklerinden de görüldüğü gibi (Grafik 9, 11, 13, 15, 17, 19) kalın ve ince seslerin tümünde distorsiyon sorunları yaşanmakta ve yine salonların çoğunda yankılanma bulunmaktadır. Salonlarda dikdörtgen tabanlı prizmatik hacimlerdeki sorunlar yaşanmaktadır. Atatürk Kültür Merkezi Büyük Salon için, sesin devam süresi 1.7 saniye olarak bulunmuştur. Bu sürenin konser salonlarında sesin devamının uzun olması tercih edildiğinden iyi bir sonuç olduğu belirlenmiştir. Çalışma sonunda salonun, akustik sorunlarının temelde sahne ve sahneye yakın yüzeylerin etkin ses yansıtıcılık özelliklerine sahip olmamasından kaynaklandığı görülmüştür. Salon içindeki elemanların yüzeylerinin çoğunun, yüksek frekanslarda yansıtıcılık göstermesine karşılık, düşük frekanslarda etkin yansıtıcıların az sayıda olduğu belirlenmiştir.

- Çok amaçlı salonlar kapsamında incelenen Yıldız Üniversitesi Oditoryumunda reverbrasyon süreleri optimal reverbrasyon sürelerinden çok daha uzun bulunmuştur. Bir oditoryum için uzun ve istenmeyen bir sonuç olduğu belirlenmiştir. Bu durum salonda konuşmanın anlaşılabilirliğini olumsuz yönde etkilemektedir.

- Tiyatro salonları için yapılan ölçümler sonunda ise, Kenterler Tiyatrosu'nun reverbrasyon süreleri optimal sürelerden uzun bulunmuş ve bu sonucun salonun hacmine göre uzun olduğu belirlenmiştir.

Bunun sonunda salonda tasarımılanan ses yutucu ve yansıtıcı alanların yetersiz olmasıyla anlaşılabilirliğin zorlaştığı sonucuna varılmıştır.Grafik 16'daki frekans karakteristik grafiğinden de görüldüğü gibi kalın ve ince seslerin tümünde distorsiyon sorunları yaşanmaktadır ayrıca yankılanma kontrolü de pozitif çıkmıştır.Muammer Karaca Tiyatrosu için de reverbrasyon süreleri optimal reverbrasyon sürelerinden uzun bulunmuştur.Bu süreler hacmine göre uzun olmasına karşılık dengeli bir şekilde tasarımılanan ses yutucu ve yansıtıcı yüzeyleri ile giderilmeye çalışılmıştır.Bunun sonunda özellikle arka sıralardaki ses seviyesinin desteklendiği yapılan ses dağılım grafiklerinden de görülmüştür.Grafik 19'da görüldüğü gibi yankılanma kontrolüde negatif olarak bulunmuştur.



SONUÇ

Bu tez çalışmasının amacı Bölüm 1'de vurgulandığı gibi "hacim akustiği açısından önemli olan; konser salonu, oditoryum ve tiyatro salonu gibi mimari mekanlarda, özellikle tasarım aşamasında gerekli olan önlemlerin saptanması ve bunlarla ilgili akustik kriterler arasındaki ilişkilerin tasarıma olan etkilerinin ortaya konulması" olarak belirlenmiştir. Bu amaç doğrultusunda hacim akustiğinin tasarıma olan etkilerinin irdelenmesi ve ortaya konulmasına yönelik ayrıntılı çalışmalar yapılmıştır. İç mimari disiplin açısından, tasarıma olan etkilerinin olabildiğince eksiksiz olarak irdelenebilmesi için tez konusu olan kavram; plan şemalarına göre farklı hacimlerde, kullanım yönünden farklı hacimlerde ve hacim akustiğine etkileriyle mevcut hacimlerin karşılaştırmalı olarak irdelenmesi olmak üzere birbirleri ile ilişkili üç alt başlık altında ele alınmıştır. Bölüm 3'de açıklanan yöntem ve seçilen altı salon esas alınarak, altı hacim biçimi ve büyüklüğü üzerinde gerçekleştirilen çalışmalar ve bunlarla ilgili değerlendirmeler proje, tablo ve grafikler aracılığı ile ortaya konulmuştur.

Değerlendirmelerin hem sayısal hem de hem de mekansal özellik taşımasına böylelikle de çalışma sonuçlarının uygulamada da yararlanılabilir olmasına özen gösterilmiştir. 1/100 çizilerek büyütülen projelerde ses dağılım grafikleri çizilmiş böylece salonların yankı ve odaklanma kontrolleri yapılmış mevcut yansıtıcıların konumu yeniden araştırılmış, reverbrasyon ölçmeleriyle oluşturulan tablolarda (Tablo 6, 7, 8, 9, 10, 11) mevcut salonların frekans karakteristik grafikleri çıkartılmış böylelikle distorsiyon kusurları, ince ve kalın seslere duyarlılıkları ortaya çıkartılmıştır. Böylelikle saptanan amaca ulaşmada olabildiğince yeterli irdeme ve değerlendirmeler gerçekleştirilmiştir. Çalışma kapsamında yapılan incelemeler ve bunların açıklamalarının ardından elde edilen bulgular, Bölüm 3.1, 3.2 ve 3.3'de ayrıntılı olarak yer almaktadır.

Bu bölümde ise, "hacim akustiği ölçütlerinin, belirgin bir düzeyde salonun tasarımını etkilediği" savının geçerliliği çalışmada elde edilen bulgular ışığında incelenecektir.

Aşağıda, İstanbul'da araştırma kapsamına alınan, akustik özellikleriyle ve kullanım amaçlarıyla farklı altı salonda yapılan çalışma içerisinde yer alan bulgulardan yukarıda değinilen amaçlara yönelik olanlar, toplu biçimde sunulmaktadır.

Plan şeması yönünden farklı salonların tasarıma etkilerine ilişkin bulgular:

- Karşılıklı paralel duvarlar arasında yansıyan ses, uzun ve tekrar eden mesafeler alarak yankıya sebep olmaktadır. Dikdörtgen taban planlı prizmatik hacimlerde, genişliği boyuna oranla fazla olan hacimlerde çok sayıda dinleyici öne yerleştirilse de ön yansılarının, ses kaynağının şiddetine göre yeterli ses yüksekliğine sahip olamadıkları görülmüştür. Derin salonlarda ise, ön kısımlardaki yüksek ses şiddetine karşılık arka taraflarda yetersiz bir ses yüksekliği oluşmaktadır. Dikdörtgen taban planlı prizmatik hacimlerde bu kusurları önlemek için, ses kaynağının yanına gelen duvarlar dışa doğru açılacak şekilde yapılmalıdır ki, böylece değerli olan ilk ses yansımaları arka alanlara gönderilerek buralardaki alçak ses seviyeleri desteklenmelidir.

- Parabol ve elips taban planlı prizmatik hacimlerde, dairesel yüzeylerde yansıyan sesin meydana getirdiği odak noktalarında yüksek ses şiddeti olmasına karşılık biraz ilerideki bir noktada yetersiz bir ses şiddeti belirlemektedir. Bu nedenle dairesel taban planlı prizmatik salonların tasarımından kaçınmak gerekmektedir.

- Yelpaze taban planlı prizmatik hacimlerde, yan duvarlarda yansıyan bütün ses dalgaları ikinci bir yansımaya fırsat vermeden bütün dinleme alanına dengeli olarak dağılmakta ve özellikle arka alanlardaki ses seviyesini desteklemektedir. Hacim akustiği ölçütlerinin tasarımını en düzgün etkilediği hacimler yelpaze taban planlı prizmatik hacimlerdir.

Kullanım amacına göre farklı salonların, tasarıma etkilerine ilişkin bulgular;

- Konser salonları için yapılan çalışmaların sonucunda, reverbrasyon süresinin çok az uzatılmasının yararlı olduğu görülmüştür ve bu uzama ses tonlarına doluluk vermektedir. Konser salonları için yapılan ses dağılım grafiklerinden yankılanma kontrolleri yapılmıştır ve mevcut durumda yankılanma olmaktadır. Ayrıca bu grafikler sonunda mevcut yansıtıcıların konumunun yeniden araştırılması ve birbirine paralel yüzeyler yerine yelpaze taban planlı prizmatik hacimlere göre yansıtıcı ve yutucu yüzeylerin yeniden düzenlenmesi gerektiği görülmüştür. Yine bu salonlarda mevcut hacim ve malzeme özelliklerine göre yapılan reverbrasyon ölçümleri sonunda çıkarılan frekans karakteristiği grafiklerinden de görülmüştür ki, distorsiyon kontrolü de pozitif çıkmıştır. (Grafik 8, 10, 12, 14, 16, 18) Mevcut distorsiyona göre ince seslerin yarısında ve kalın seslerin tümünde sorunlar vardır. Buna göre yapılan

tatonman hesapları ile, uygun yutuculuktaki malzemelerle frekans karakteristiği ideal olan optimal değerler arasına alınmıştır.

- Çok maksatlı salonlar için yapılan çalışmaların sonucunda, gereğinden uzun reverbrasyon süresi bulunmuştur. Bu durum oditoryumlarda en önemli konu olan konuşmanın anlaşılabilirliğini olumsuz yönde etkilemekte ve maskeleye neden olmaktadır.

- Tiyatro salonları için yapılan çalışmaların sonucunda; salonların içindeki akustik düzenleme ile ilgili yutucu ve yansıtıcı malzemelerinin çok yetersiz kullanıldığı veya hiç kullanılmadığı görülmüştür. Gerek frekans değişikliği ve gerekse dinleyici sayısının her oyunda aynı olmamasından kaynaklanan reverbrasyon süresi farkları büyük olduğunda, salonların yan duvarlarındaki, ses yutucu ve yansıtıcı malzemelerin kuruluşunda, cins ve miktarının ihtiyaca göre değişen, hareketli bir sistem tasarımına gidilmesinin faydalı olduğu belirlenmiştir.

Hacim akustiğine etkileriyle mevcut hacimlerin karşılaştırmalı olarak irdelendiği çalışmaların sonucunda;

- Ses dağılımları açısından bakıldığında, mevcut salonların tümünde yankılanma olduğu görülmüştür. CCR ve AKM konser salonlarında, ses dağılım grafiklerinde (Grafik 9, 11, 13, 15, 17, 19'da görüldüğü gibi) kesitte inceleme yapıldığında sahne yan duvarlarının yansıtıcı yüzeylerle kaplanarak, yansıyan ses dalgalarının salona dengeli bir şekilde yayılmasının sağlandığı belirlenmiştir.

Buna rağmen Kenterler Tiyatrosu'nda özellikle balkon altındaki arka sıralara sesin dengeli olarak yayılmadığı ve ulaşmadığı yine ses dağılımlarında belirlenmiştir.

Bu açılarından bakıldığında ele alınan bu salonlarda, geniş bir açı altında ön yan sıralarda oturan dinleyiciler, yüksek frekanslarda yani ince seslerde rahatsız olmakta ve bu gerek müziğin iyi dinlenmesini gerekse de konuşmanın anlaşılabilirliğini azaltmaktadır. (Grafik 8, 10, 12, 14, 16, 18'de görülen frekans karakteristiği grafiklerinden.) Yelpaze taban planlı prizmatik salonların taban planının arkaya doğru genişlemesini sağlarken, reverbrasyon süresini kullanım amacına bağlı olarak, gerektiği ölçüde uzatacak ses yansımalarını meydana getirecek küçük paralel yüzeylerin tasarlanması gerektiği görülmüştür.

- Hacimlerin yansımış ve direkt ses düzeyinin belirlenmesi için yapılan çalışmaların sonucunda, yansımış sesin, direkt sesi maskeleyecek düzeyde olmaması ve direkt sesin her koltukta yeterli düzeyde olması gerektiği

belirlenmiştir. Hacimdeki ses düzeyi değişimlerinin temelde iki değişkene, direkt sesi etkileyen uzaklık ve yansımış sesi etkileyen toplam yutuculuğa bağlı olduğu görülmüştür. Ses kaynağından uzaklaştıkça, toplam ses düzeyinde, direkt ses düzeyinin etkisi giderek azalmakta ve yansımış ses düzeyinin etkisi artarak hacimdeki yayınık ses alanının özelliğinin belirginleştiği görülmüştür. Ses kaynağına yakın bölgelerde, toplam ses düzeyi değişimlerinde toplam yutuculuğun etkili olduğu görülmüştür.

- Hacimlerin reverbrasyon süresi ölçmelerinin irdelenmesi için yapılan çalışmaların sonucunda, (Tablo 6, 7, 8, 9, 10, 11'de görüldüğü gibi) çalışma kapsamına alınan konser salonlarında reverbrasyon sürelerinin optimal reverbrasyon sürelerinden uzun olduğu görülmüştür. Bunun, sesin artistik değerini azalttığı belirlenmiştir. Ölçümler sonucu çıkan frekans karakteristiği grafiklerinden (Grafik 8, 10, 12, 14, 16, 18'de görüldüğü gibi) de ince seslerin yarısında ve kalın seslerin tümünde distorsiyon görülmüştür. Ve bunlara bağlı olarak, salonlar içindeki yutucu ve yansıtıcı elemanların yüzeylerinin çoğunun yüksek frekanslarda yansıtıcılık göstermesine karşılık, düşük frekanslarda etkin yansıtıcıların az miktarda olduğu belirlenmiştir. Çok maksatlı salonlar için yapılan çalışmaların sonucunda oditoryumlarda uzun ve istenmeyen reverbrasyon sürelerinin konuşmanın anlaşılabilirliğini olumsuz etkilediği ve maskeleyen neden olduğu reverbrasyon ölçümlerinden görülmüştür. (Tablo 9)

- Tiyatro salonları için yapılan çalışmalar sonucunda ise salonların hacmine göre uzun olan reverbrasyon sürelerinin, diyalogların anlaşılabilirliğini zorlaştırdığı belirlenmiştir. (Tablo 10, 11) Buna göre tiyatro salonlarında tasarımılanan ses yutucu ve yansıtıcı yüzeylerin, sahnelenen oyunun özelliğine göre ayarlanabilen hareketli yüzeylerden oluşmasının yararlı olacağı sonucuna varılmıştır. Ortaya konan bu yöntemle, hacim akustiğinin tasarıma olan etkilerinin oldukça ayrıntılı bir biçimde incelenmesi gerektiği görülmektedir. Başka bir deyişle gerek hacimlerin akustik açıdan değerlendirilmesinde, gerekse hacim akustiği ölçütleriyle tasarım arasındaki ilişkilerin güçlendirilmesinde; plan şemaları, kullanım amaçları ve hacim akustiğine etkileriyle karşılaştırmalı olarak irdelenmelerinin üçünün birden dikkate alınması kaçınılmazdır.

Bu tezde ortaya atılarak kanıtlanan sav ve bu amaçla geliştirilen araştırma yöntemiyle iç mimaride hacim akustiğinin tasarıma etkileri alanındaki kuramsal çalışmalara yeni bir bakış açısı getirilmiştir.

YARARLANILAN KAYNAKLAR

- 1 . Acoustics, E. and FN Spon,
London s.74-111
The Architectural Press
- 2 . Y.Mim.Aknesil, Ayşe Erdem
Salonların Hacim Akustiği
Yönünden Değerlendirilmesinde
Akustik Koşul Dağılımlarının
Öneminin Ortaya Konulması Ve
İrdelenmesine Yönelik
Bir Yaklaşım, İstanbul 1997
Y.T.Ü. Yapı Fiziği
Bilim Dalı Yayınları
- 3 . Prof.AKSEL, Erdoğan
Tiyatro, Sahne, Dekor, Kostüm
Tasarımı Ders Notları,
İstanbul 1988
M.S.Ü. Sahne Dekor
Bilim Dalı Yayınları
- 4 . BERANEK, Leo L .
Music, Acoustics and Architecture,
1962 New York
Çev.Zerhan Karabiber
Y.T.Ü. Yapı Fiziği
Bilim Dalı Yayınları
- 5 . BAYTIN ,Tulu
Binalarda Akustik Tedbirler,
İstanbul 1963
İ.T.Ü.Yapı Fiziği
Bilim Dalı Yayınları
- 6 . Conturie,
Acoustique Appliquee,
1955-Maekawa, Lord, 1994
The Architectural Press
- 7 . Prof.Dr. ERİÇ, Murat
Yapı Fiziği ve Malzemesi,
İstanbul, 1994
Literatür Yayınları:2
- 8 . Mim.ERSOY, Zuhal
İç Mekanlarda Ses Düzeyi
Değişimlerine Değişik Koşul ve
Durumların Etkisi, İstanbul 1982

- 9 . Mim.FİŞEK, Reyhan
Y.T.Ü.Yapı Fiziği
Bilim Dalı Yayınları
Hacim Tiplerinin, Hacim Akustiği
Açısından İncelenmesi ve
Konuşma İşlevi İçin En Uygun
Hacim Tipinin Saptanması,
İstanbul 1981
Y.T.Ü.Yapı Fiziği
Bilim Dalı Yayınları
Akustik, İstanbul 1974
- 10 . Elek. Müh.KONUĞ, Esat
İ.T.Ü. Yapı Fiziği
Bilim Dalı Yayınları
Hacim Akustiğinde Yeni Bir
Yaklaşım, İstanbul 1974
- 11 . Mim.KARABİBER, Zerhan
Y.T.Ü.Yapı Fiziği
Bilim Dalı Yayınları
Environmental and Architectural,
Londra 1994
The Architectural Press
- 12 . Maekawa, Z, Lord P.
Yapı Akustiği ve Ses Yalıtımı,
İstanbul 1975
İ.T.Ü.Yapı Fiziği
Bilim Dalı Yayınları
Yapı Akustiği I. Temel Bilgiler,
İstanbul 1980
Y.T.Ü.Yapı Fiziği
Bilim Dalı Yayınları
Hacim Akustiğinde Yansıım
Süresi, İstanbul 1981
Y.T.Ü.Yapı Fiziği
Bilim Dalı Yayınları
Tasarım İçin Elektroakustik,
İstanbul 1978
D.G.S.A. Yayınevi
- 13 . Mak.Müh.ÖZER, Muzaffer
İ.T.Ü.Yapı Fiziği
Bilim Dalı Yayınları
Yapı Akustiği I. Temel Bilgiler,
İstanbul 1980
Y.T.Ü.Yapı Fiziği
Bilim Dalı Yayınları
Hacim Akustiğinde Yansıım
Süresi, İstanbul 1981
Y.T.Ü.Yapı Fiziği
Bilim Dalı Yayınları
Tasarım İçin Elektroakustik,
İstanbul 1978
D.G.S.A. Yayınevi
- 14 . Prof.Dr.SİREL, ŞAZİ
Yapı Akustiği I. Temel Bilgiler,
İstanbul 1980
Y.T.Ü.Yapı Fiziği
Bilim Dalı Yayınları
Hacim Akustiğinde Yansıım
Süresi, İstanbul 1981
Y.T.Ü.Yapı Fiziği
Bilim Dalı Yayınları
Tasarım İçin Elektroakustik,
İstanbul 1978
D.G.S.A. Yayınevi
- 15 .Prof.Dr.SİREL, ŞAZİ
Yapı Akustiği I. Temel Bilgiler,
İstanbul 1980
Y.T.Ü.Yapı Fiziği
Bilim Dalı Yayınları
Hacim Akustiğinde Yansıım
Süresi, İstanbul 1981
Y.T.Ü.Yapı Fiziği
Bilim Dalı Yayınları
Tasarım İçin Elektroakustik,
İstanbul 1978
D.G.S.A. Yayınevi
- 16 . Y.Mim.TARCAN, Ercüment
Ders Notları, İstanbul 1991 M.S.Ü.
- 17 . Y.Mim.TARCAN Ercüment

TEKNİK YAYINLAR, DERGİLER

- 18 . Brühl and Kjaer
Saund and Vibration Product Catalogue, Danimarka 1994
Brühl and Kjaer Press
- 19 . Cel Instruments
Saund Product Catalogue, USA ,1994 Cel Press
- 20 . Mimarlık Dekorasyon
32. sayı, İstanbul 1995
Cem Ofset Matbaacılık A.Ş.
- 21 . Euroacoustic
Product Catalogue, Fransa- Paris1994
Euroacoustic Press
- 22 . İzocam
Genel Ürün Kataloğu, İstanbul 1993
İzocam Yayınevi Gayrettepe
- 23 . İllbruck
Product Catalogue, Fransa 1994
İllbruck Press
- 24 . İllsonic
Product Catalogue, Fransa 1994
İllsonic Press
- 25 .Türk Stardartları
8535 Kasım, 8587 Aralık, Ankara 1990
T.S. Yayınevi UDK 534.Baskı
- 26 . Yapı' dan Seçmeler Kültür Yapıları
4.Sayı, İstanbul Nisan 1994
Yem Yayınevi
- 27 . Yapı
156.Sayı, İstanbul Kasım 1994
Yem Yayınevi
- 28 . Quinette Gallay İnternational
Theatre, Auditorium and Cinema Programme Product Catalogue, Fransa 1994
Quinette Gallay İnternational Press

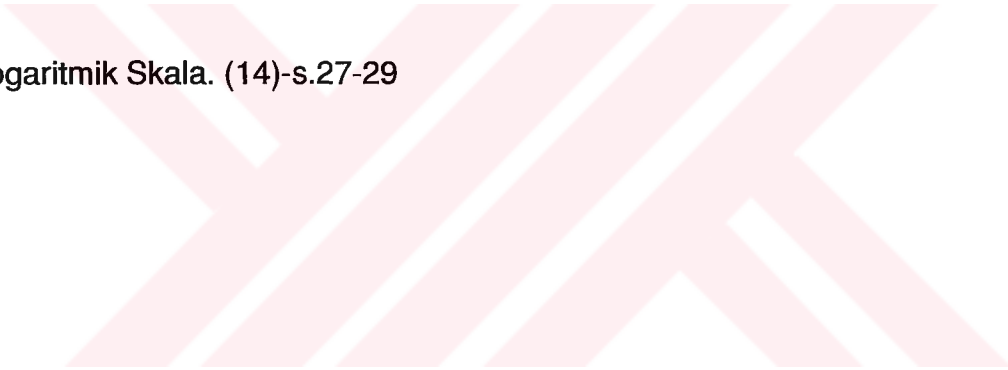
FOTOGRAFLAR KAYNAKLARI

- 29 . ALOK, Ersin
- 30 . Yük.Fotograf Tasarımcısı,
BAYOĞLU, Mustafa

EKLER

Tez çalışmasının bu bölümünde araştırma yöntemi kapsamında yararlanılan logaritmik ve desibel skalaların kullanılmalarıyla ilgili açıklama ve örneklere yer verilmiştir.

Ek 1a . Logaritmik Skala. (14)-s.27-29



ÇİZELGE XVIII

SAYILARIN LOGARİTMALARI

(Akustik formülleri için yeter yaklaşıklıkta)

N	log N	N	log N	N	log N	N	log N
10	,000	35	,544	60	,778	80	,903
11	,041	36	,556	61	,785	81	,909
12	,079	37	,568	62	,792	82	,914
13	,114	38	,580	63	,799	83	,919
14	,146	39	,591	64	,806	84	,924
15	,176	40	,602	65	,813	85	,929
16	,204	41	,613	66	,820	86	,935
17	,230	42	,623	67	,826	87	,940
18	,255	43	,634	68	,833	88	,945
19	,279	44	,644	69	,839	89	,949
20	,301	45	,653	70	,845	90	,954
21	,322	46	,663	71	,851	91	,959
22	,342	47	,672	72	,857	92	,964
23	,362	48	,681	73	,863	93	,969
24	,380	49	,690	74	,869	94	,973
25	,398	50	,699	75	,875	95	,978
26	,415	51	,708	76	,881	96	,982
27	,431	52	,716	77	,887	97	,987
28	,447	53	,724	78	,892	98	,991
29	,462	54	,732	79	,898	99	,996
30	,477	55	,740				
31	,491	56	,748				
32	,505	57	,756				
33	,519	58	,763				
34	,532	59	,771				

N:	0,001	0,01	0,1	1	10	100	1000	1000
log N:	-3	-2	-1	0	1	2	3	4

Örnekler :

$$\begin{aligned} \log 6300 &= 0,799 + 3 = 3,799 \\ \log 630 &= 0,799 + 2 = 2,799 \\ \log 63 &= 0,799 + 1 = 1,799 \\ \log 6,3 &= 0,799 + 0 = 0,799 \\ \log 0,63 &= 0,799 - 1 = -0,201 \quad (1,799) \\ \log 0,063 &= 0,799 - 2 = -1,201 \quad (2,799) \\ \log 0,0063 &= 0,799 - 3 = -2,201 \quad (3,799) \end{aligned}$$

Formüller :

$$\log AB = \log A + \log B$$

$$\log A^n = n \log A$$

$$\log \frac{A}{B} = \log A - \log B$$

$$\log \sqrt[n]{A} = \frac{\log A}{n}$$

Ek 1b . Desibell Skala.(14)-s.60



Desibel biriminin önemli bir özelliği :

Desibel biriminin, logaritmasal bir büyüklüğün birimi olduğu nitulmamalıdır. Bu bakımdan, örneğin bir polis düdüğü öttüğü zaman 90 dB gürültü yapıyorsa, iki polis düdüğü birlikte ötüncü 180 dB gürültü yapacağını zannetmemek gerekir.

Toplama işlemi ancak bu gürültülerin yeğinlikleri logaritmasal olmayan büyüklüklere çevrildikten sonra yapılabilir. Eğer bir polis düdüğünün çıkardığı gürültünün yeğinliği $1/10$ mikrovat/cm² ise, iki polis düdüğünün çıkardığı gürültünün toplamının yeğinliği $1/10 + 1/10 = 2/10$ mikrovat/cm² olur. Bu da ancak 93 desibele eşittir.

Dikkat edilecek ikinci bir nokta da, toplamları yapılacak ses ya da gürültülerin tayflarının sürekli olmasıdır. Tayfları sürekli olmayan ses ve gürültülerin toplama işlemi, burada anlatılması gereksiz olacak derecede ayrıntılı ve karışıktır.

Yukardaki açıklamalar dikkate alınarak, dB cinsinden büyüklüklerin toplama ve çıkarma işlemleri yapılabilir. Bunun için desibelin mikrovat/cm²'ye ve mikrovat/cm²'nin desibele çevrilmesi gerekir.

Not : Hesaplarda kolaylık sağlayacaksa mikrovat/cm² benzeri birimlerle değiştirilebilir.

Bunun için aşağıdaki eşitliklerden yararlanmalıdır.

$$\begin{aligned} 1 \text{ mikrovat/cm}^2 &= 10^{-6} \text{ vat/cm}^2 \\ 10^{-10} \text{ mikrovat/cm}^2 &= 10^{-12} \text{ vat/m}^2 \\ 10^{-10} \text{ mikrovat/cm}^2 &= 1 \text{ pikovat/m}^2 \\ 1 \text{ mikrovat/cm}^2 &= 10^6 \text{ pikovat/cm}^2 \end{aligned}$$

ÇİZELGE IV'ün kullanılmasıyla ilgili örnekler :

Birinci örnek :

76,2 dB kaç mikrovat/cm² eder?

ÇİZELGE IV a'dan 70 dB = 10^{-3} mikrovat/cm²

ÇİZELGE IV b'den 6,2 dB için çarpan: 4,17

$$76,2 \text{ dB} = 4,17 \cdot 10^{-3} \text{ mikrovat/cm}^2$$

İkinci örnek :

Açık unutulmuş bir musluktan akan suyun gürültüsü 65 dB ise, açık unutulmuş 2 musluğun toplam gürültüsü nedir?

ÇİZELGE IV ten 65 dB = $3,16 \cdot 10^{-4}$ mikrovat/cm²

$$2(3,16 \cdot 10^{-4}) = 6,32 \cdot 10^{-4}$$

ÇİZELGE IV a'dan 10^{-4} mikrovat/cm² = 60 dB

ÇİZELGE IV b'den 6,32 çarpanı için yaklaşık olarak +8 dB

$$\text{Sonuç : } 60 + 8 = 68 \text{ dB}$$

ÇİZELGE IV a ve IV b bu çevirme işinin kolayca yapılabilmesini sağlayacaktır.

ÇİZELGE IV a

dB — mikrovat/cm² karşılıklı değerleri

dB	$\mu\text{W}/\text{cm}^2$	dB	$\mu\text{W}/\text{cm}^2$
0	10^{-10}	80	10^{-2}
10	10^{-9}	90	10^{-1}
20	10^{-8}	100	1
30	10^{-7}	110	10
40	10^{-6}	120	10^2
50	10^{-5}	130	10^3
60	10^{-4}	140	10^4
70	10^{-3}		

ÇİZELGE IV b

Çizelge IV a için «çarpınlar»

dB	$\mu\text{W}/\text{cm}^2$	dB	$\mu\text{W}/\text{cm}^2$	dB	$\mu\text{W}/\text{cm}^2$	dB	$\mu\text{W}/\text{cm}^2$
0,1	1,02	2,6	1,82	5,1	3,24	7,6	5,75
0,2	1,05	2,7	1,86	5,2	3,32	7,7	5,84
0,3	1,07	2,8	1,91	5,3	3,39	7,8	6,03
0,4	1,10	2,9	1,95	5,4	3,47	7,9	6,17
0,5	1,12	2,9	2,00	5,5	3,55	8,0	6,31
0,6	1,15	3,1	2,04	5,6	3,63	8,1	6,46
0,7	1,18	3,2	2,09	5,7	3,72	8,2	6,61
0,8	1,20	3,3	2,14	5,8	3,80	8,3	6,76
0,9	1,23	3,4	2,19	5,9	3,89	8,4	6,92
1,0	1,26	3,5	2,24	6,0	3,98	8,5	7,08
1,1	1,29	3,6	2,29	6,1	4,07	8,6	7,25
1,2	1,32	3,7	2,34	6,2	4,17	8,7	7,42
1,3	1,35	3,8	2,40	6,3	4,27	8,8	7,59
1,4	1,38	3,9	2,46	6,4	4,37	8,9	7,77
1,5	1,41	4,0	2,51	6,5	4,47	9,0	7,95
1,6	1,45	4,1	2,57	6,6	4,58	9,1	8,14
1,7	1,48	4,2	2,63	6,7	4,69	9,2	8,32
1,8	1,51	4,3	2,69	6,8	4,79	9,3	8,51
1,9	1,55	4,4	2,76	6,9	4,90	9,4	8,71
2,0	1,59	4,5	2,82	7,0	5,01	9,5	8,91
2,1	1,62	4,6	2,88	7,1	5,13	9,6	9,12
2,2	1,66	4,7	2,95	7,2	5,25	9,7	9,34
2,3	1,70	4,8	3,02	7,3	5,37	9,8	9,55
2,4	1,74	4,9	3,09	7,4	5,50	9,9	9,77
2,5	1,78	5,0	3,16	7,5	5,63		

Ek 2 . Malzemelerin altı frekanstaki ses yutuculuk tablosu.(14)-s.90-95



ÇİZELGE XIV

Çeşitli yapı gereç ve yüzeylerinin yutma çarpanları

	Frekanslar					
	125	250	500	1000	2000	4000
Beton yüzey, kaba yüzü	0,02	0,03	0,03	0,03	0,04	0,07
Düz beton, boyasız, badanasız	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,05
Düz beton, boyalı veya vernikli	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02
Boyasız tuğla duvar, (sıvasız, derzsiz)	0,02	0,03	0,03	0,04	0,05	0,07
Boyalı tuğla duvar, derzli	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,03
Normal çıplak delikli tuğla duvar, de- likler hacme bakar durumda, masif duvarın 6 cm önünde. İki duvar arası boş	0,11	0,22	0,36	0,32	0,55	0,43
Yukarıki gibi, iki duvar arasında gö- zenekli gereç	0,25	0,71	0,84	0,75	0,90	0,75
Delikli tuğla (25 × 11, 5 × 6,5 cm). delik oranı % 26, duvarla arası boş, duvardan 65 mm	0,15	0,37	0,55	0,42	0,75	0,59
Üstteki gibi, duvarla arası maden yü- nü ile dolu	0,25	0,91	0,80	0,74	1,03	0,75
7,1 cm kalınlıkta delikli tuğla, delik oranı % 47, duvarla arası boş, du- vardan uzaklık 50 mm	0,06	0,04	0,16	0,22	0,30	0,26
Üstteki gibi, duvarla arası 3 cm ka- lınlıkta maden lifi levhalar (110 kg/m ³) ile dolu	0,23	0,51	0,88	0,76	0,88	0,77
Mermer yüzey	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02
Kâgir üzerine kireç sıva	0,01	0,02	0,02	0,03	0,04	0,05
Kegir üzerine melez harçlı sıva (ki- reç + çimento)	0,02	0,02	0,03	0,04	0,05	0,05
Kâgir üzerine çimento sıva	0,02	0,03	0,03	0,04	0,05	0,05
Kâgir üzerine düz alçı sıva	0,02	0,02	0,03	0,04	0,05	0,07
Kâgirde sıva üzerine duvar kâğıdı (ga- zete kâğıdı üzerine)	0,02	0,03	0,04	0,05	0,07	0,08
Metal depluaye üzerine kireç sıva ...	0,04	0,05	0,06	0,08	0,04	0,06
Metal depluaye üzerine alçı sıva ...	0,05	0,06	0,07	0,08	0,05	0,07
Ses yutucu özel sıvalar (ortalama) ...	0,30	0,40	0,50	0,50	0,60	0,40
Duvar veya beton üzerine 15 mm ka- lınlıkta püskürtme aspest sıva	0,08	0,15	0,31	0,50	0,61	0,71
Üstteki gibi, yüzeyi sıkıştırılmış ...	0,15	0,25	0,35	0,45	0,40	0,40

ÇİZELGE XIV : (devam)

	Frekanslar					
	125	250	500	1000	2000	4000
Duvar veya beton üzerine 20 mm kalınlıkta püskürtme aspest sıva	0,17	0,25	0,50	0,80	0,89	1,00
Üstteki gibi, yüzeyi sıkıştırılmış	0,20	0,35	0,50	0,60	0,55	0,55
Duvar veya beton üzerine 25 mm kalınlıkta püskürtme aspest sıva	0,19	0,22	0,48	0,59	0,73	0,69
Üstteki gibi, yüzeyi sıkıştırılmış	0,25	0,40	0,60	0,70	0,65	0,65
Duvar veya beton üzerine 10 mm kalınlıkta cam yünü karışık sıva	0,02	0,07	0,40	0,68	0,68	0,75
Latalar üzerine ahşap panolar (normal boyutta)	0,20	0,16	0,14	0,12	0,11	0,10
5 cm lik latalar üzerinde ince ağaç elyafından 12 mm kalınlıkta yapma panolar, (normal boyutta ve boyasız)	0,10	0,21	0,29	0,30	0,40	0,20
Delikli özel akustik levhalar (ortalama)	0,30	0,50	0,70	0,70	0,60	0,50
Arkasına gözenekli gereç konmuş delikli levhalar (ortalama)	0,50	0,50	0,70	0,90	0,60	0,50
12 mm kalınlıkta ahşap elyafli akustik levhalar, delikli veya çizik, duvardan uzaklık 50 mm	0,30	0,30	0,30	0,40	0,50	0,60
5 cm lik latalar üzerinde kaba ağaç talaşından 2,5 cm kalınlıkta yapma panolar, (normal boyutta)	0,30	0,40	0,60	0,80	0,80	0,50
10 mm kalınlıkta talaş-levhalar (620 kg/m ³), yüzeyi biraz kaba, duvardan uzaklık 20 mm	0,13	0,24	0,14	0,14	0,16	0,20
22 mm kalınlıkta talaş-levhalar (640 kg/m ³), yüzeyi düz, duvarla arası maden yünü ile dolu, duvardan uzaklık 50 mm	0,12	0,04	0,06	0,03	0,07	0,01
8 mm kalınlıkta talaş-levhalar, yüzeyi düz, duvardan uzaklık 20 mm, diğer özellikler üstteki gibi	0,46	0,24	0,04	0,01	0,01	0,01
25 mm kalınlıkta ince ahşap elyafli hafif levhalar, duvardan uzaklık 50 mm	0,25	0,33	0,50	0,65	0,65	0,70
Latalar üzerinde, duvardan 5 cm uzakta 3 mm kontrplak	0,20	0,28	0,26	0,09	0,12	0,11
4 mm kalınlıkta sert elyafli levhalar veya aynı ağırlıkta kontrplak levhalar, duvardan 50 mm uzakta	0,30	0,20	0,15	0,10	0,08	0,10

ÇİZELGE XIV : (devam)

	Frekanslar					
	125	250	500	1000	2000	4000
4 mm kalınlıkta sert elyafli levhalar veya aynı ağırlıkta kontrplak levhalar, duvarla arası gözenekli gereç ile dolu, duvardan 50 mm uzakta ...	0,20	0,40	0,20	0,10	0,08	0,10
% 20 si delik 4 mm kalınlıkta sert elyafli levhalar veya aynı ağırlıkta kontrplak levhalar, duvarla arası gözenekli gereçle dolu, duvardan 50 mm uzakta ...	0,12	0,45	0,80	0,90	0,78	0,58
Latalar üzerinde, duvardan 5 cm uzakta yumuşak tesbit edilmiş 6 mm kalınlıkta kontrplak levhalar ...	0,63	0,42	0,35	0,12	0,08	0,08
Latalar üzerinde, duvardan 5 cm uzakta 8 mm kontrplak ...	0,28	0,22	0,17	0,09	0,10	0,11
8 mm kalınlıkta delikli taş levhalar, delik ϕ 10 mm, delik uzaklıkları 12,5 cm, duvardan 20 mm uzakta, duvarla arası taş yünü ile dolu ...	0,11	0,51	0,15	0,05	0,01	0,05
10 mm kalınlıkta ağır taş levhalar (620 kg/m ³), kaba yüzey, duvardan 20 mm uzakta ...	0,13	0,24	0,14	0,14	0,16	0,20
25 mm kalınlıkta akustik heraklit levhalar (Herakustik), (duvar üzerine)	0,04	0,13	0,52	0,75	0,60	0,72
Üstteki gibi, üstüne yapıştırılmış duvar kâğıdı ile ...	0,11	0,12	0,19	0,21	0,30	0,42
25 mm kalınlıkta akustik heraklit levhalar (Herakustik), duvarla arası boş, duvardan 24 mm uzak ...	0,18	0,09	0,10	0,21	0,28	0,32
Üstteki gibi, üzerine duvar kâğıdı yapıştırılmış ...	0,07	0,27	0,63	0,52	0,84	0,61
25 mm kalınlıkta akustik heraklit levhalar (Herakustik), duvarla arası boş, duvardan 50 mm uzak ...	0,13	0,42	0,54	0,45	0,70	0,73
Üstteki gibi, duvarla arasında gözenekli gereç (cam yünü gibi) ...	0,18	0,33	0,80	0,90	0,80	0,83
25 mm kalınlıkta akustik heraklit levhalar (Herakustik), duvarla arası boş, duvardan 80 mm uzak ...	0,20	0,67	0,48	0,44	0,72	0,73
35 mm kalınlıkta akustik heraklit levhalar (Herakustik), (duvar üzerine)	0,08	0,17	0,70	0,71	0,64	0,64

ÇİZELGE XIV : (devam)

	Frekanslar					
	125	250	500	1000	2000	4000
50 mm kalınlıkta akustik heraklit levhalar (Herakustik), (duvar üzerine)	0,11	0,33	0,91	0,60	0,79	0,68
10 mm kalınlıkta Styropor, duvarla arası boş, duvardan 40 mm uzak ...	0,07	0,14	0,30	0,84	0,59	0,59
Üstteki gibi, duvarla arası maden yünü dolu	0,20	0,38	0,93	0,92	0,58	0,69
Çeşitli döşeme karoları (karo mozaik, karo seramik)	0,01	0,01	0,02	0,03	0,04	0,04
Normal ahşap döşeme	0,05	0,04	0,03	0,03	0,03	0,03
Kadronlu kaba döşeme üzerine parke	0,20	0,15	0,10	0,10	0,05	0,10
Kadron üzerinde parke döşeme	0,20	0,15	0,12	0,10	0,08	0,07
Yapıştırma parke döşeme	0,04	0,04	0,07	0,07	0,07	0,07
Beton üzerine linolyum vb.	0,02	0,02	0,03	0,03	0,04	0,04
Normal kalınlıkta lastik kaplama, beton üzerine serbest konmuş	0,04	0,04	0,08	0,12	0,03	0,01
Beton üzerine 5 mm kalınlıkta lastik döşeme, serbest konmuş	0,02	0,02	0,04	0,08	0,05	0,08
Mantar parke	0,04	0,03	0,05	0,11	0,07	0,02
Yapıştırılmış mantar, lastik vb. döşeme kaplamaları	0,02	0,03	0,04	0,05	0,05	0,10
Döşemeye yapıştırılmış ince bükümlü halı	0,03	0,03	0,04	0,10	0,19	0,35
Beton üzerinde serbest ince halı	0,09	0,08	0,21	0,26	0,27	0,37
Döşeme üstüne tespit edilmiş 5 mm kalınlıkta halı	0,04	0,04	0,15	0,29	0,52	0,59
Beton üzerine 3 mm keçe ile ince halı	0,11	0,14	0,37	0,43	0,27	0,37
5 mm kalınlıkta keçe altlık ile 5 mm kalınlıkta halı	0,07	0,21	0,57	0,68	0,81	0,72
8 mm kalınlıkta halı, serbest konmuş	0,04	0,12	0,26	0,49	0,28	0,29
Döşeme üzerine altına 5 mm kalınlıkta lastik köpüğü tabakası yapıştırılmış, 13 mm kalınlıkta kadife halı	0,04	0,10	0,43	0,28	0,44	0,56
Beton üzerine kalın yerli halı	0,15	0,16	0,22	0,45	0,60	0,68
İnce kumaş perdeler	0,04	0,06	0,10	0,20	0,30	0,40
Orta kalınlıkta kumaş perdeler	0,06	0,10	0,15	0,25	0,40	0,60
Kalın ve çok plili kumaş perdeler ...	0,10	0,30	0,50	0,65	0,80	0,90

ÇİZELGE XIV : (devam)

	Frekanslar					
	125	250	500	1000	2000	4000
Normal pencere perdesi, açık durumda	0,10	0,15	0,30	0,40	0,50	0,60
15 mm kalınlıkta keçe ile beslenmiş kaba iplikli kanaviçe	0,08	0,18	0,38	0,72	0,75	0,78
5 mm kalınlıkta tabii elyafı keçe (duvar üzerinde)	0,09	0,12	0,18	0,30	0,55	0,59
Cam yünü dokuma, düz duvardan 5 cm önde	0,04	0,05	0,19	0,60	0,84	0,86
Kumaş kaplamalı dolgu (kapitone) m ² başına	0,10	0,30	0,35	0,45	0,50	0,40
Deri kaplamalı dolgu (kapitone), m ² başına	0,10	0,25	0,35	0,35	0,20	0,10
2,5 cm kalınlıkta cam yünü	0,11	0,19	0,41	0,54	0,60	0,75
Ahşap ızgara arkasında 5 cm kalınlıkta cam yünü	0,20	0,42	0,71	0,83	0,87	0,91
Su yüzeyi (havuz vb.)	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02
10 cm kalınlıkta nemli, dökme çakıl	0,25	0,60	0,65	0,70	0,75	0,80
30 cm kalınlıkta nemli, dökme çakıl	0,50	0,65	0,65	0,80	0,80	0,75
10 cm kalınlıkta kuru, ince kum ...	0,15	0,35	0,40	0,50	0,55	0,70
30 cm kalınlıkta kuru, ince kum ...	0,20	0,35	0,40	0,50	0,60	0,75
10 cm kalınlıkta ıslak kum	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,15
Masif ağaç kapı	0,12	0,11	0,10	0,09	0,08	0,07
İki tarafı 8 mm kontrplak prese kapı	0,25	0,22	0,17	0,09	0,09	0,08
Normal boyutlarda pencere camları (ortalama)	0,35	0,25	0,18	0,12	0,07	0,04
Kalın camlar	0,18	0,06	0,04	0,03	0,02	0,02
Kapalı çift pencere	0,10	0,04	0,03	0,02	0,02	0,02
Açıklıklar :						
Balkon alt açıklıkları, yükseklik/derinlik, (minimum 1/2)						
1/2,5	0,30	0,40	0,50	0,55	0,60	0,65
1/3	0,40	0,55	0,65	0,70	0,75	0,80
Sahne açıklığı (sahne reverberasyon süresi salonunkine yakın olmak şartıyla, ortalama)	0,30	0,35	0,40	0,45	0,50	0,55

ÇİZELGE XIV : (devam)

	Frekanslar					
	125	250	500	1000	2000	4000
% 50 açık havalandırma ağızları ...	0,30	0,40	0,50	0,50	0,50	0,50
Açık pencereler	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Dinleyiciler, orkestra veya koro ile kaplanmış alan m ² başına, (dar geçitlerle)	0,60	0,74	0,88	0,96	0,93	0,85
Yetişkin dinleyici, ayakta	0,23	0,33	0,39	0,43	0,47	0,47
Orta öğretim öğrencisi, ayakta	0,20	0,30	0,35	0,39	0,42	0,45
İlk öğrenim öğrencisi, ayakta	0,17	0,22	0,26	0,30	0,33	0,36
Yetişkin dinleyici, oturmuş	0,28	0,37	0,42	0,45	0,48	0,48
Karışık dinleyici, oturmuş	0,23	0,33	0,38	0,38	0,39	0,39
Karışık dinleyici, tahta sırada oturmuş	0,18	0,25	0,31	0,35	0,33	0,33
Dolgulu (kapitone) koltukta oturmuş adam başına	0,20	0,40	0,55	0,60	0,60	0,50
Orkestranın müzisyenleri, (müzik aleti ile)	0,40	0,85	1,15	1,40	1,20	1,20
Her yanı ahşap ve kontrplak koltuk (boş)	0,01	0,02	0,02	0,04	0,04	0,05
Yalnız oturacak ve yaslanacak yeri kalın kumaş kaplı, açılır kapanır koltuk	0,20	0,30	0,30	0,33	0,34	0,34
Plastik doku kaplı, açılır kapanır koltuk	0,17	0,39	0,40	0,39	0,33	0,30
Oturacak ve yaslanacak yeri yapma deri açılır kapanır koltuk, oturma yeri kalkık	0,09	0,13	0,15	0,15	0,11	0,07
Kumaş kaplı derin, dolgulu (kapitone) boş koltuk	0,28	0,28	0,28	0,28	0,34	0,34
Köplüklü lastik üstüne kumaş kaplı dolgulu (kapitone) boş koltuk	0,15	0,15	0,15	0,15	0,18	0,30
Keçe ya da kadife kaplı koltuk	0,14	0,22	0,31	0,40	0,52	0,60
Bol kıvrıklı kumaş kaplı yumuşak koltuk	0,25	0,32	0,28	0,31	0,33	0,33
Hava m ³ başına, tam yutucu yüzey cinsinden (m ²)	0,00	0,00	0,00	0,03	0,07	0,21

Ek 3 . Terimler Sözlüğü.Ekler bölümünün üçüncüsü olan bu altbaşlıkta tez çalışması içerisinde geçen bazı kavramlara açıklık getirmek amacıyla kısa bir sözlük verilmiştir.

TERİMLER SÖZLÜĞÜ

Distorsiyon : Dalga biçimindeki istenmeyen değişikliktir. Distorsiyon aşağıdaki sebeplerle meydana gelebilir.

- Giriş ve çıkış arasında doğrusal olmayan ilişki,
- Farklı frekanslardaki uniform olmayan ilişki,
- Frekansla orantılı olmayan faz kayması.

Fon Gürültüsü : Bir sinyalin iletilmesi, algılanması, ölçülmesi veya kayıt edilmesinde kullanılan bir sisteme bütün kaynaklardan gelen seslerin toplam girişimidir.

Gürültü : Düzensiz ve istatistiki rasgele titreşimlerdir; başka bir deyişle kulağa hoş gelmeyen ve istenmeyen ses veya parazitlerdir.

Helmholt Rezonatörü : Yüksek oranda ses yutuculuğun arandığı, akustik özellik gösteren salonların özellikle arka duvarlarında kullanılan ve içi boş bir şişeye benzetilebilen küçük bir boğaz ve nispeten büyük bir hacimden meydana gelen rezonatördür.

Küresel Dalga : Dalga alınları, merkezi ses kaynağı olan eş merkezli kürelerden oluşan dalgalara, küresel dalga adı verilir. Bir ses kaynağının yayımladığı ses enerjisi her doğrultuda aynı olduğunda, ses küresel dalgalarla yayılır.

Konuşma Anlaşılabilirlik Eşiği : Nispeten kolay olan sözcüklerin net olarak % 50' sinin tanınabildiği belirli bir frekans bandındaki konuşma basınç seviyesidir.

Mikrofon : Akustik titreşimlerden elektrik sinyallerin elde edildiği elektroakustik dönüştürücüdür.

Oktav : Temel frekans oranı 2 olan iki ses arasındaki frekans aralığıdır.

Ses Işınları : Ses kaynağından çıkan ve ses dalgalarının yayılma doğrultusunu gösteren sanal çizgilere, ses ışınları adı verilir. Ses ışınları, her zaman dalga alınlarına dik doğrultudadır.

Ses Frekansı : Titreşim yapan bir nesnenin, ürettiği basınç azlığı ve çokluğu dizileri ses dalgasını oluşturur. Ses dalgası gibi, devirsel bir olayın frekansı, bu olayın saniyede kaç kez yinlendiğini gösteren sayı, yani saniyedeki devir sayısıdır. Frekansın birimi Hertz (Hz)' dir.

Ses Yansıma Katsayısı : Verilen bir frekansta ve belirli şartlarda gelen ses gücünün bir yüzeyin bir yüzey elemanı ile gelişigüzel olarak yansıtılmış kesridir.

Ses Yutulması : Bir ses dalgası ya iki ortam arasındaki sınıra çarparak zaman ya da bir ortam içinde yayılarak ses enerjisini ısı enerjisine dönüştürdüğünde cisimler ve malzemeler tarafından sahip olunan bir özelliktir.

Ses Kaynakları : Yapı akustiği ile ilgili ses kaynakları çok çeşitlidir; hoparlörler, makinalar, insan sesi, müzik aletleri vb. Her bir ses kaynağı tarafından yayılan sesin, karakteristikleri ve doğrultululuk özelliği, ötekinden çok farklıdır. Buna bağlı olarak, her ses kaynağını teorik açıdan, tam olarak tanımlamak çok zor ve çapraşıktır.

Yankı : Direkt bir sesin yayınlanmasından sonra ayırt edilebilecek kadar zaman aralığına ve büyüklüğe sahip yansıtılmış ses dalgasıdır.

Yansıma : Bir ses dalgasının iki ortamı ayıran bir yüzeyden bu yüzeyin normaliyle yapılan açı geliş açısına eşit olacak şekilde geri dönmesidir.

Yeğlilik : Sessel yeğlilik, birim zamanda, yayılma doğrultusuna dik birim alandan geçen ses enerjisinin ortalama değeri olarak tanımlanır.

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Ad-Soyad : Müjgan Bayoğlu
Doğum yeri-Tarihi : İstanbul, 28 Mayıs 1965
Medeni Durumu : Evli
Adres İş : AKOR İç Mimarlık Ve Reklam Hizmetleri Ltd. Şti.
Ertuğrul-Gayrettepe Mahallesi
Hamidiye Su Deposu Sk. Karaca Apt.
No:00.1 D:2 80280
Ev : Yeni Gelin Zerde Sk.No:11, Köşk Apt.D:24,
K:4, Dikilitaş 80280 İstanbul
Tel,email İş : 021221335-36
Ev : 02122271376
: <http://www.mbayoglu@linkmultimedia.com>
Yabancı Dil : İngilizce

Öğrenim Durumu

: 1972-1977 Mustafa İtri İlkokulu
1977-1982 Sağmalcılar Lisesi(Orta ve Lise)
1985-1987 Mimar Sinan Üniversitesi, Güzel
Sanatlar Fakültesi, Seramik-Cam Ana Sanat
Dalı, Ön Lisans Diploması
1988-1992 Mimar Sinan Üniversitesi, Mimarlık
Fakültesi, İç Mimarlık Bölümü, Lisans Diploması
1991. Fen Bilimleri Enstitüsü, İç Mimarlık
Programında Yüksek Lisans Eğitimine başladı.
1993-1995 Mimar Sinan Üniversitesi, İç Mimarlık
Bölümü' nde 2 yıl Araştırma Görevlisi
Olarak Çalıştı.

Akademik Kariyer

Araştırma Projeleri:

- İç Mimaride Büro Donanımı
- Mobil Mimari
- İç Mekan Bitkileri

- Otel Yatma Mekanlarının Renk Donanımı
- İstanbul'daki Eğlence Mekanlarında Akustik Sorunlar
- Sahne Aydınlatması
- Geleneksel Ahşap Teknolojisi
- Geleneksel Türk Evi Ve Japon Evinin 16. yüzyıl İç Mekan Donanımı Açısından Karşılaştırılması
- İç Mimaride Akustik Ve Ölçüm Sistemleri Üzerine Bir Araştırma

Mesleki Uygulamalar:

ÖĞRENİM SIRASI ÇALIŞMALARI

Lisans Öğrenimi Sırasında (1985-1987)

Gorbon Seramik

(1988-1995)

Tuba Mutfak

Konut Mutfak Projeleri

Akal Dekorasyon

Turistik Otel İç Mekan Projeleri

Sedeko Mimarlık Ve Dekorasyon Ltd.Şti.

İra Reklam Ajansı

Moment Jeans Projesi

Sibel Can Villa Projesi

Hisarüstü Konut Projesi

Etiler Toplu Konut Projesi

Bahçeşehir Restaurant Ve Bar Projesi

Link Multimedya

Yapı Kredi Bankası İç Mekan Düzenlemesi Ön Bilgisayar Çalışması

Bergere Dekorasyon

Erol Sabancı Malikanesi (Yalı) İç Mekan Projesi

Klasik Mobilya Tasarımları

Aldığı Ödül Ve Katıldığı Sergiler:

1992 Mimar Sinan Üniversitesi, İç Mimarlık Bölümü Proje Sergisi.

1996 Panelduş Banyo Tasarım Yarışması Jüri Özel Ödülü.