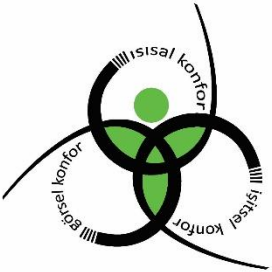


YAPI FİZİĞİ II

HACİM AKUSTİĞİ

Prof. Dr. Zerhan YÜKSEL CAN

,Arş. Gör. Y. Mimar Umur GÖKSU
Yıldız Teknik Üniversitesi Mimarlık Fakültesi
Yapı Fiziği Bilim Dalı



Yapı Fiziği dersleri ve konular

Yapı Fiziği 1 (güz yy)

- Yapı Akustiği
- Isı-nem

Yapı Fiziği 2 (bahar yy)

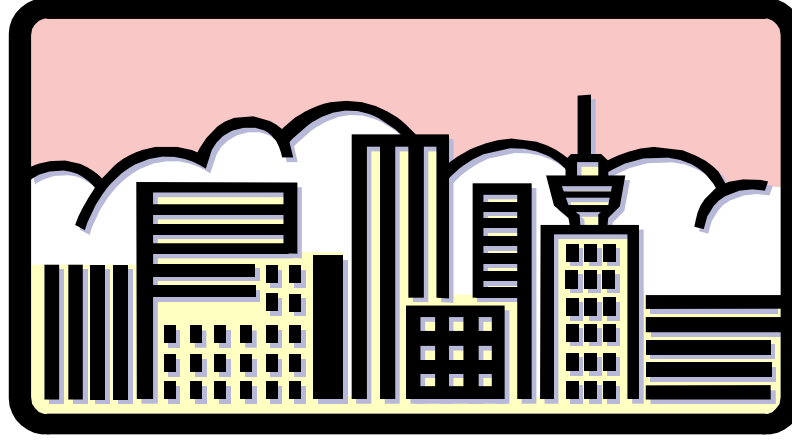
- Hacim Akustiği
- Aydınlatma-renk



AKUSTİK SES BİLİMİDİR



MİMARİ AKUSTİK



AKUSTİK BİLİMİNİN MİMARLARI İLGİLENDİREN BÖLÜMÜDÜR.

YAPI AKUSTİĞİ (GÜRÜLTÜ DENETİMİ)

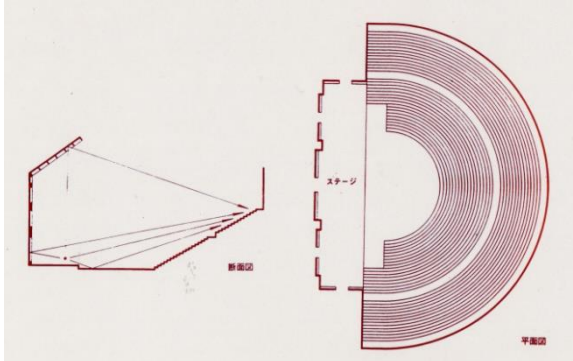
VE

HACİM AKUSTİĞİ

OLMAK ÜZERE İKİ BÖLÜMDEN OLUŞUR.

HACİM AKUSTİĞİ

- Hacim akustiğı, hacim içindeki ses kaynağından çıkan seslerin, tüm dinleyicilerin kulaklarına en iyi koşullarda ulaşmasını amaçlayan akustik dalıdır.



Orange antik tiyatrosu,
1.yy, 6000 kişi, 104 m çap



Amaç

- **Konuşma** ve **müzik** işlevli hacimlerde akustik konforun önemini vurgulamak.
- **Konuşma** ve **müzik** amaçlı hacimlerde önemli olan hacim akustiği ilkelerini vermek.
- Hacim akustiğinin **konusma** ve **müzik** amaçlı hacimlerin tasarımını nasıl etkilediğini aktarmak.



2017-2018 Bahar Yarıyılı Yapı Fiziği 2

Grup 2 Sınav ve Uygulama Programı

SINAV – UYGULAMA – FİNAL (%)			TARİH
SINAVLAR	1. Yılıçi Sınavı (%25) (H. Akus)		29 Mart 2018
	2. Yılıçi Sınavı (%15) (Ayd.)		17 Mayıs 2018
	Final Sınavı (%40)		
	Mazeret Sınavı		24 Mayıs 2018
UYGULAMALAR	Hacim Akustiği (%5)	Uygulama	22 Mart 2018
	Aydınlatma (%15)	Uygulama	
		Ödev	

NOT: MAZERET SINAVINA YALNIZCA GEÇERLİ MAZERETİ OLANLAR KATILABİLECEKTİR.



İçerik

- Performans türleri
- Performans türleri ile mimari dönemler arasındaki ilişki
- Sesin temel özellikleri, Yutulma, Yansıma
- Açık Hava- Kapalı Mekan Akustik ayrımları
- Hacim Tasarımında Akustiğin etkisi
- Salonun fiziksel sınırlarının belirlenmesi
 - Hacim büyüklüğü
 - Hacmin biçimlenişi
 - Akustik kusurlar
- Salonun iç yüzeylerinin biçimlendirilmesi
 - Kaynak dinleyici ilişkisi
 - Sahne tasarımı
- Yüzey gereçlerinin seçimi
 - Yutucu yüzeyler
 - Yansıtıcı yüzeyler
 - Dağıtıcı yüzeyler



PERFORMANS TÜRLERİ

- Müzik
- Dans
- Tiyatro
- Konuşma



MÜZİK

- Müzik işlevli performanslar
 - icra biçimi,
 - icracı sayıları,
 - dinleyici sayıları,
 - performansın temsil ettiği **sanat tarzının** ortaya koyduğu yaklaşımlar

açısından pek çok farklılık gösterir.

- Müziğin **farklı formları** ve **bunlardan kaynaklanan gereksinimler** mekânların **mimari kurgusunu** da doğrudan etkiler.



MÜZİK

Farklı müzik tarzlarının doğasından kaynaklanan;

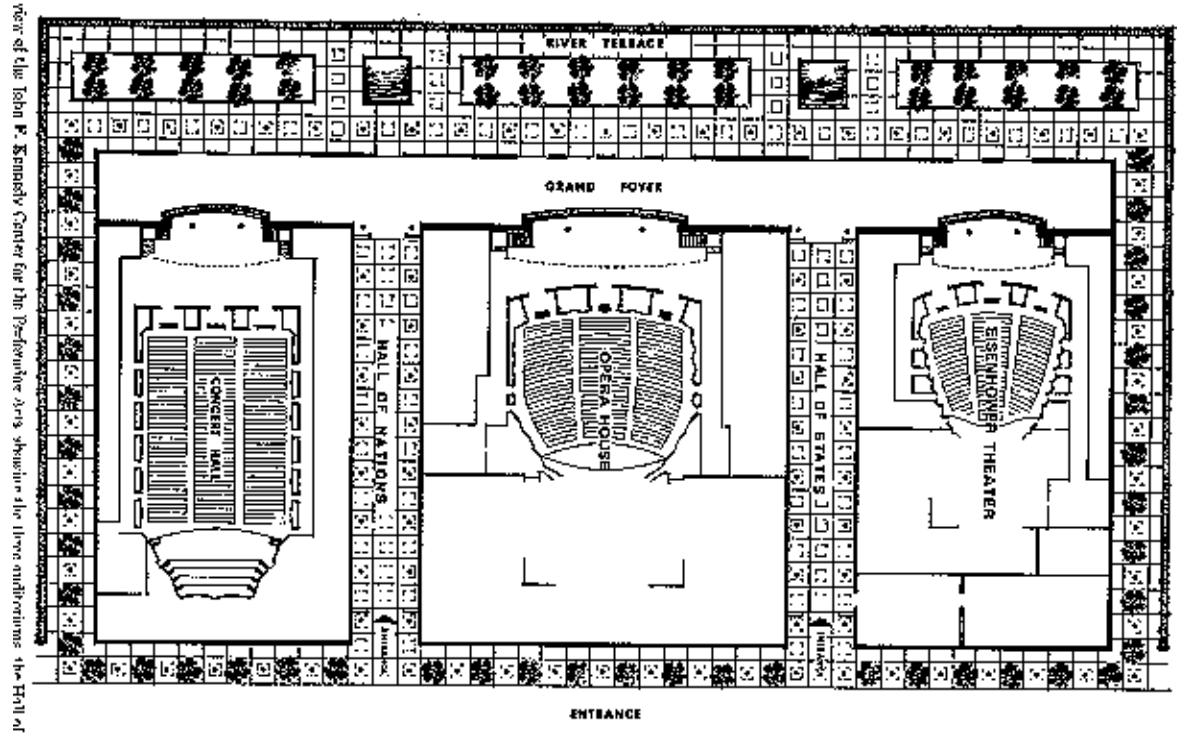
- armonik yapı,
- kullanılan enstrümanların tınıları,
- müziğin temposu,
- ses düzeyi
- icranın seslendirme sistemiyle desteklenmesinin uygun olup olmaması veya kaçınılmaz olması

gibi özellikler performansın sergileneceği mekânın mimari akustik tasarımı sırasında dikkate alınması gereken temel ölçütlerdir.



MÜZİK

- Klasik Batı Müziği
- Opera
- Dans
- Müzikal
- Caz
- Pop/rock
- Türk Makam Müziği



Klasik Batı Müziği

- Klasik müzik, orkestra büyüklüğü ve/veya koro büyüklüğü ile tanımlanan farklı ölçeklere göre sınıflandırılır.
- **Senfoni Orkestrası:** Ortalama 90 sanatçıdan oluşur, 120 sanatçıya kadar çıkabilir. Bazen orkestraya 100 veya daha fazla sanatçıdan oluşan koro eklenebilir. Şef bulunur, ayrıca vokalist veya enstrümanist solist sanatçılar bulunabilir.
- **Oda orkestrası:** 40-50 sanatçıdan oluşan küçük orkestradır. Şef bulunur, bazen solist ve/veya küçük koro bulunabilir.
- **Küçük orkestra:** Birkaç enstrümanist ve ses sanatçısından oluşan resital gruplarıdır.



Batı Müziği enstrümanları

■ Telli çalgılar;

- Yaylılar (keman, viyola, çello, kontrbas, vb.),
- Pena ya da parmakla çalınanlar (gitar, arp vb.),
- Tuşlular, (klavsen, piyano vb.).

■ Üflemeli çalgılar;

- Tahta üflemeliler (flüt, klarnet, obua, fagot vb.)
- Bakır üflemeliler (trompet, trombon, korno vb.)

■ Vurmalı çalgılar;

- timpani, zil, üçgen, çingirak vb.

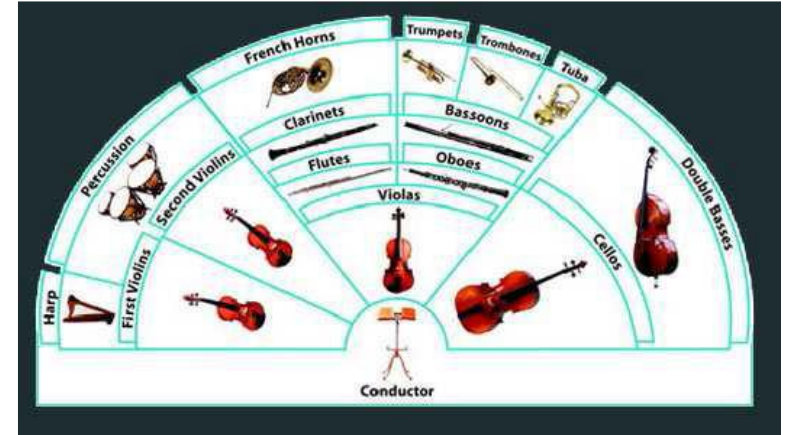
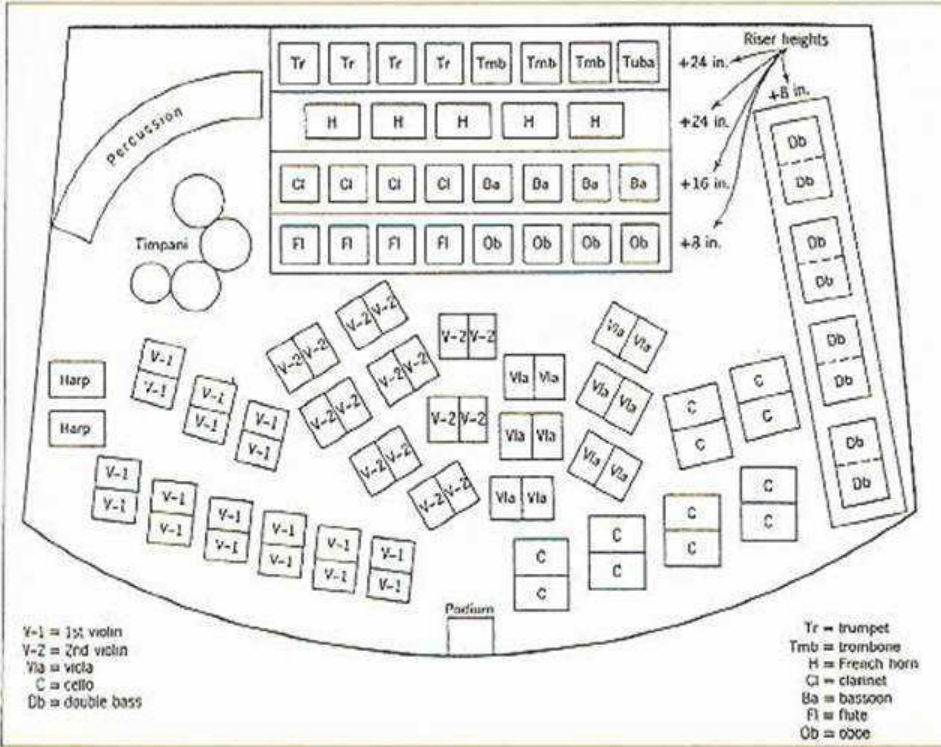


Klasik Müzik enstrümanları

- **Soprano**; Flüt, keman, soprano saksafon, trompet, klarnet, obua, pikola flüt
- **Alto**; alto saksafon, Fransız kornosu, korangle, viola, alto korno
- **Tenor**; trombon, tenor saksafon, gitar, tenor davul
- **Bariton**; bason, bariton saksafon, bas klarnet, çello, bariton korno
- **Bas**; kontrbas, bas gitar, bas saksafon, tuba, bas davul



Orkestra düzeni



New York Filarmoni orkestrası klasik yerleşim düzeni



OPERA

- Opera, sözlerinin bütünü veya çoğu şarkılı olarak söylenen müzikli tiyatro eseridir.
- Genellikle özel olarak yazılmış ve **libretto** adı verilen bir tür tiyatro oyunu metni üzerine, sözleri şarkıcılarca çalgı müziği eşliğinde icra edilmek ve sahnede oynanmak amacıyla bestelenmiş yapıt.
- Bir orkestra veya müzik topluluğunun eşliğinde sunulan eserin, yazılı metnine "**libretto**" adı verilir. Oyun süresinin çoğunu sözlü bölümler oluşturur.
- Sözler, konunun akışına göre belli başlı şu müzik türleri içinde bestelenir: **Arya** bir kişinin duygu ve düşüncelerini yansıtır. **Düet**, vb iki, üç, dört ve beş kişinin duygu, düşünce ve konuşmalarını iletir. **Koro** ise oyundaki kamu vicdanının sesini ortaya koyar.



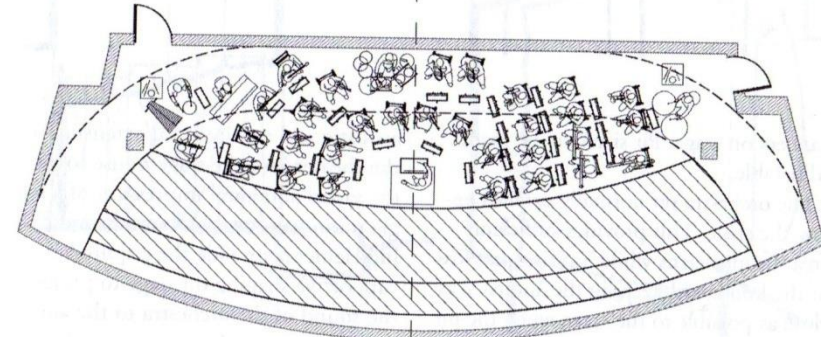
OPERA

- Opera, müzik ve tiyatronun birleştirilmiş halidir. Müzik ve tiyatral öğeler, operada birbirleri üzerinde etkisi olan iki unsurdur.
- Bununla birlikte opera seramoni ve rituellere bir gösterisidir.
- Operada diyaloglar genellikle dize şeklinde ve orkestraya eşlik ederek söylenir.
- Sahne düzeni de, belirli bir mekanı taklit ederek tiyatral içeriği artırır.

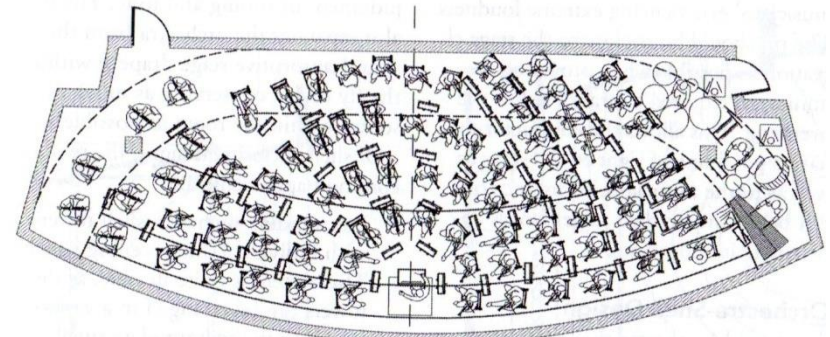


OPERA

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



Küçük Orkestra Çukuru



Büyük Orkestra Çukuru



OPERA

■ Opera gösterisi içinde geniş sahne ve sahne dekorunun hızlı değişme ihtiyacı, sahne üzerine sofita kulesi (flying tower) denilen hacimlerin eklenmesini gerektirmiştir.

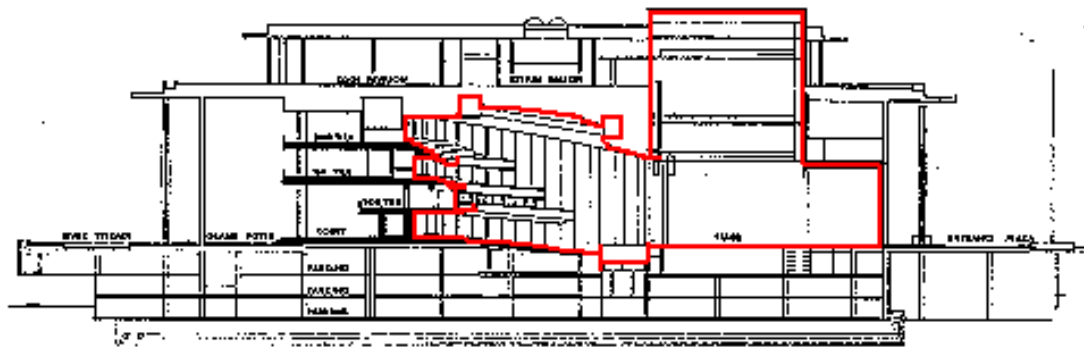


FIG. 3. Section through the center line of the Opera House.



DANS

- Dans vücudun genellikle bir müzik ile beraber bir ritm eşliğinde hareket etmesiyle gerçekleşen sanat dalıdır.
- Bir çok kültürde duygu ifadesi, sosyal etkileşme, bir hikayeden bahsetme ya da dini-ruhani törenlerde danstan yararlanılır. Ayrıca dans, insanlar ya da hayvanlar arasında sözsüz bir iletişim aracı olarak kullanılmaktadır.



- Dans bale ve modern dans olarak iki ana tarza ayrılır.

BALE



- Tarihsel süreçte İtalya'da başlayan, Fransa'da 17. yüzyılın başlarında operadan ayrılarak tek başına bir sanat tipi olarak gelişen ve 19. yüzyılın sonlarında klasik haline ulaşan bale, nesillerdir saygı duyulan en temel performans tiplerinde biridir.
- Bale performanslarında format, prosenyum sahne, izleyici alanı ve aralarında yer alan orkestra çukurundan oluşur. Şef merkezde konumlanır.
- İzleyiciler için, bale düzeni içinde icra edilen sanatın yorumu kadar müziğin kalitesi ve görsel kompozisyon da önemlidir.



MODERN DANS



- Modern dans, sanatçıların, fiziksel hareketleri ile, gerçekçi veya soyut bağlamda ortaya koydukları sanatsal anlatımın ilişkilendirildiği bir dans formudur.
- Canlı, **kayıttan seslendirilen** klasik, caz, pop/ rock, elektronik müzikle birlikte veya müzik olmadan sahnelenebilir.
- Modern dans gösterimlerinde iki format dikkate alınır.
- Birincisi bale de olduğu gibi sahne ile izleyici alanı arasında yer alan orkestra çukurunun bulunduğu geleneksel durum, ikincisi ise, **kayıttan seslendirilen** müziğin kullanıldığı ya da müzisyenlerin sahnede ya da sahne dışında olduğu, orkestra çukuru gerektirmeyen durumdur.



MÜZİKAL



- Müzikaller işlevsel açıdan müzik, dans ve konuşma başlığı altında açıklanan operaya benzer bir formattadır.
- Solister, koro, dansçılar, orkestra ve orkestra şefi bulunur.
- Sahne-orkestra çukuru-seyirci ilişkisi operadaki ile aynıdır. Daha kapsamlı sahne ve dekor ve abartılı sahne efektleri uygulanmakta, bu, geniş sahne, sofito kulesi, arka ve yan sahneler sayesinde gerçekleştirilmektedir.
- **Seslendirme sistemleri ve video gösterimleri** kabul edilebilir ve kullanılmaktadır.
- Müzikaller, 19. yüzyılın Paris'li ve Viyana'lı operetlerinin ışığında gelişmiş, 20. yy sahne sanatlarındandır. Gelenekler ve düzenler 1920'lerde ve 1940' larda Amerikan müzikalleriyle geliştirilmiştir. 1950'lerden beri müzikaller tiyatro miraslarının bir bölümü olarak kabul edilir hale gelmiştir.



CAZ

- Caz, ilk olarak, New Orleans'da Afrikan-Amerikanlar tarafından ortaya konmuş, dans orkestralarını, halk ve çingene müziğini de içine alarak müzikal içerik ve icracılık açısından dünya çapında gelişmiştir. Zaman içinde caz stilleri değişmekte ve gelişmektedir ancak grup ve solo icranın kombinasyonu, güçlü ritim, doğaçlama ve sunumlardaki şovmenlik üslubu değişmemektedir.
- Caz performansları, genellikle bodrum katlardaki kulüp atmosferlerinden konser salonlarına yükselmiş, bu formdaki müziğin takdir görmesi için performansın özündeki mekânsal formatın yanı sıra konser ve resital salonu formatını almıştır.



CAZ

- Kulüp ortamı, performansın icracı ve dinleyici arasındaki samimiyetiyle ilişkilidir ve bu formattaki caz performansları genellikle yeme-içme aktiviteleri eşliğinde izlenir.
- **Caz için özel mimari koşullar oldukça azdır ve performansın baskın olarak sergilendiği ortam kulüp tarzı mekânlardır.**
- İcracı sayısı solodan, üçlüden 10 kişilik guruplara kadar değişiklik gösterir ve solistlerden, enstrümanistlerden ve ses sanatçılarından oluşan caz orkestraları 30 kişiyi bulabilir. **Seslendirme sistemleri** kullanılabilir.



POP/ROCK

- Pop müzik konserlerinde odak, dansçılar ve geri vokal yapan  arkıcılarla desteklenen esas  arkıcıda veya gruptadır ve orkestra genellikle sahnede,  arkıcıların ve dansçıların arkasında yer alır. Orkestra büyüklüğü 50 müzisyene kadar çıkabilir. Performansta **seslendirme** kullanılır.



POP/ROCK

- Pop/Rock konserleri enstrümanist ve şarkıcılardan oluşan gruplarla yapılır. **Seslendirme performansın normal bileşenlerinden** biri olmakla beraber elektro-gitar müziğin ilerleyişinde rol alan asıl enstrümanlardan biridir.
- Pop/Rock müzik konserleri teatral sahne, büyük ve çarpıcı ışıklandırma efektleri gibi performansı destekleyecek pek çok farklı öğe ile birlikte geliştirilir. Bu tip konserler çok kalabalık dinleyici topluluklarına verilmekte, dinleyici sayısı 10.000'den 30.000'e hatta daha fazlasına kadar çıkabilmektedir.
- Genellikle performanslar tek seferlik kurulan geçici sahnелendirmelerin yapıldığı organizasyonlar dahilindeki etkinliklerde izlenir.



KLASİK TÜRK MÜZİĞİ /TÜRK MAKAM MÜZİĞİ

Türk makam müziği ...

- ❑ Heterofonik tek sesli ve ritmik kontropuntal özellik taşır.
- ❑ Türk oktav bantı 53 komadır, ve bu aralık eşit olmayan 24 parçaya bölünmüştür.
- ❑ dini, din dışı ve askeri formlardadır.
- ❑ icracı sayısı ve geleneksel olarak küçük hacimlerde icra edilmesi açısından **oda müziği'** ne benzer nitelikte varsayılabilir.



KLASİK TÜRK MÜZİĞİ /TÜRK MAKAM MÜZİĞİ

Müzik türüne göre Türk makam müziği icra mekanları

Din dışı müzik (sanat müziği)



- Saraylar
- Konak, köşk, yalı vb. konut



Dini müzik



- Camiler
- Mevlevihaneler
- Tekkeler



KONUŞMA



- Konuşma icra edilen mekanlarda **ANLAŞILABİLİRLİK** birinci derecede önem kazanır.
- **Konferans** ve **tiyatro** konuşma işlevinin ana türleridir.
- Drama prodüksiyonları büyüklük açısından ele alındığında küçük, orta ve büyük gibi farklı ölçeklerinin bulunduğu dikkate çarpmaktadır.
- Orta ve normal ölçekli oyunlar 20, Shakespear oyunları gibi büyük ölçekli oyunlar ise daha fazla sanatçıyla oynanabilir.
- 10 oyuncudan azının rol aldığı küçük ölçekli oyunlar ise genellikle tur ve okul tiyatrolarında görülmektedir.
- Orta ve büyük ölçekli oyunlar için 10 kişiye kadar müzisyenden oluşan orkestranın oyunculara eşlik etmesi gerekebilmektedir.



KONUŞMA

- Drama prodüksiyonlar yani oyunlar, esas olarak konuşulan kelimelerle ilişkilidir ancak yüz ifadeleri ve beden dilinin de performans içindeki kapsamı büyüktür.
- Drama performansları metnin izleyiciye kavratılmasını, dramatik etkilerle sanatsal yorumlamayı, oyunculuk ve dekorla birlikte seyirciyle iletişim kurulmasını amaçlar.
- Akustik açıdan temel amaç izleyicilerden her birinin konuşulan bütün kelimeleri net bir biçimde duymasının ve hangi oyuncudan geldiğini algılamasının sağlanmasıdır.
- Görsel açıdan öne çıkan amaç ise izleyicinin oyuncuların yüzlerindeki ifadeyi ve vücut hareketlerini net bir biçimde görmelerinin sağlanmasıdır.
- Oyuncular açısından amaç ise, sahne alanı ve dekoru kalabalıkta olsa, boşta olsa seyirciye hükmedebilmektir.

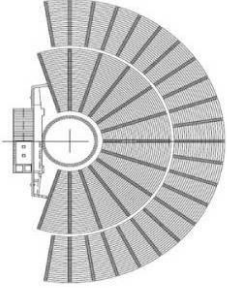
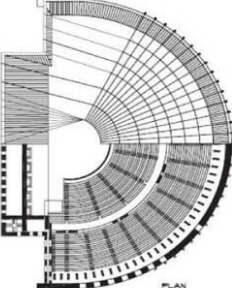
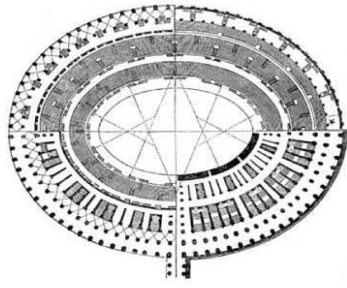
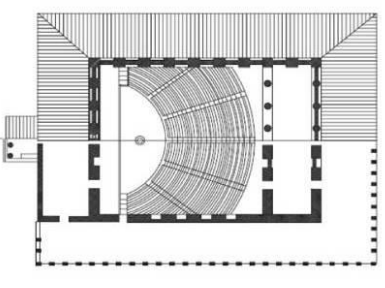
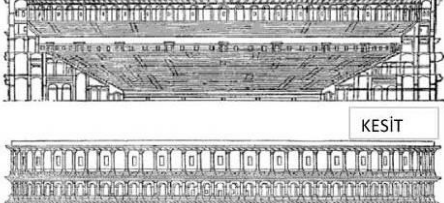
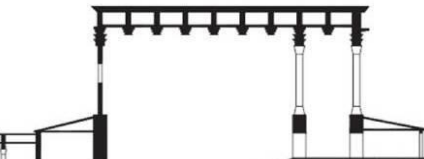


Mimari dönemler ve performans türleri

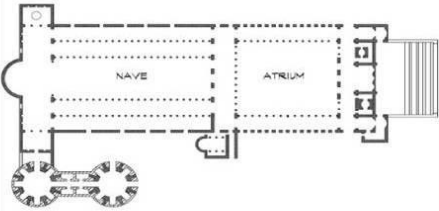
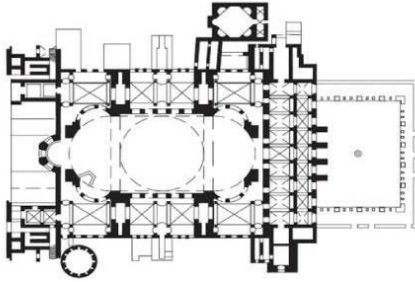
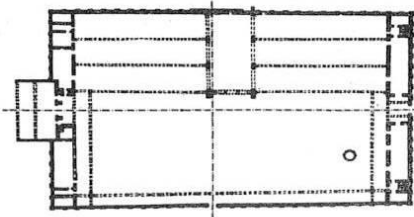
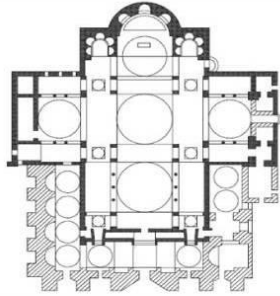
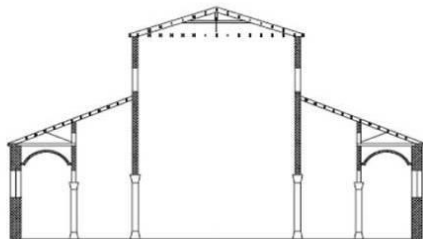
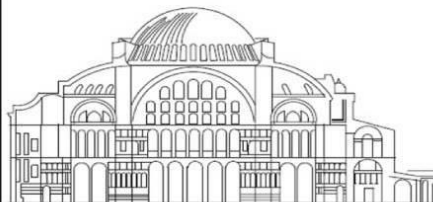
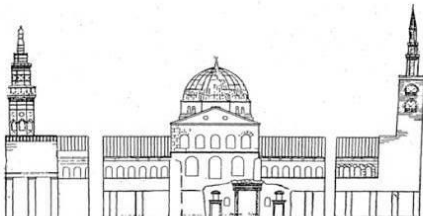
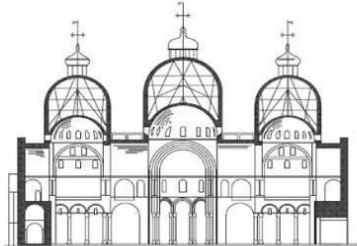
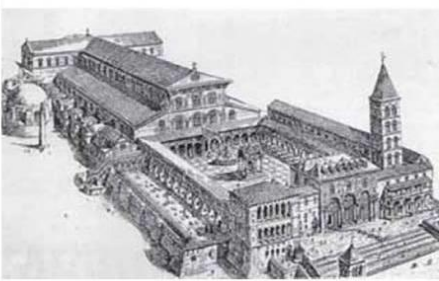
Yıl	Tarihsel Dönem	Performans türü
M.Ö. 650-M.S. 400	Antik Yunan ve Roma	Dini, askeri, politik ve eğlence amaçlı etkinlikler, müzik, dans, konuşma, tiyatro
400-800	Erken Hristiyan	Basit melodik ve ritmik özelliklere sahip dini müzik ve ilahiler
661-750	Erken İslam	Vaazlar ve ilahiler
800-1100	Gotik	Basit ilahiler ve gelişmeye başlayan çok sesli müzik
1400-1600	Rönesans	Dini müzik, tiyatro oyunları
1600-1750	Barok	Çok sesli müzik, tiyatro, opera
1750-1825	Klasik	Belli formlar çerçevesinde geliştirilen konser salonlarında icra edilmek üzere bestelenen müzik
1825-1900	Romantik	Dini müzik, konser, opera, bale, tiyatro vb.
1900....	Modern	Tümü + Müzikal ve Elektronik müzik



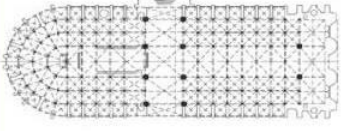
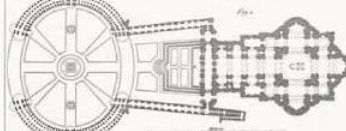
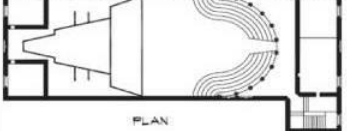
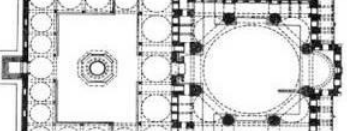
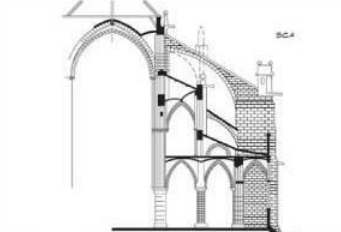
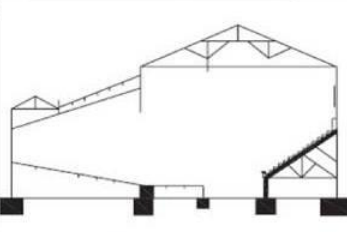
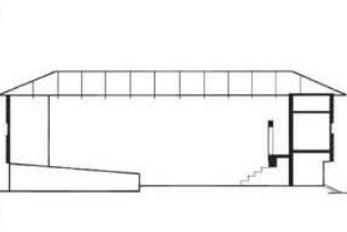
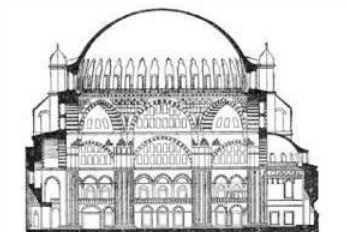
Antik Yunan ve Anik Roma Dönemi (MÖ 650-MS 400)

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

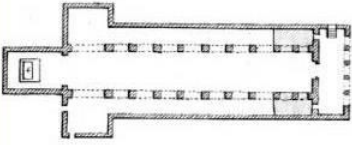
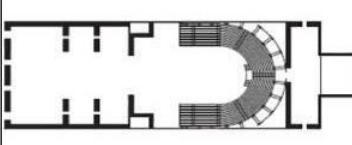
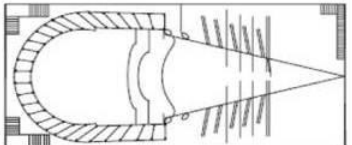
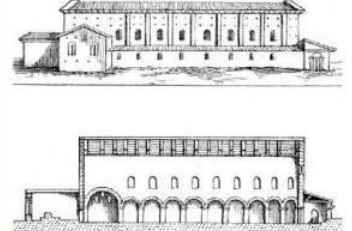
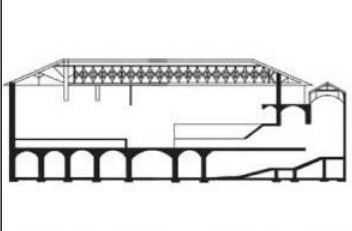
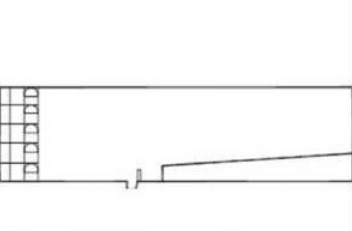
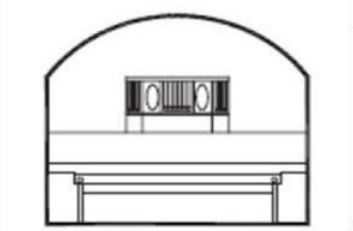
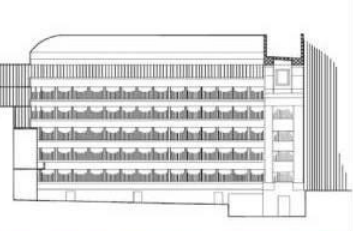


Tarihsel Dönem	Erken Hristiyan Dönemi (400-800)		Erken İslam Dönemi	Romanesk Dönem (800-1100)
	Roma ve Batı	Doğu Roma İmparatorluğu	Emevi Devleti	
Yapı Türü	Dini yapı	Dini yapı	Dini yapı	Dini yapı
Performans Tipi	Dini müzik	Basit melodik ve ritmik özelliklere sahip ilahiler, kilise müziği	Dini konuşmalar,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

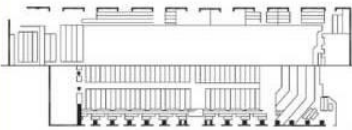
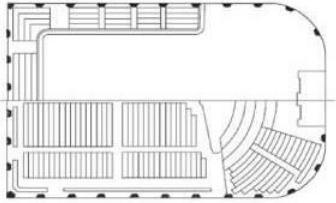
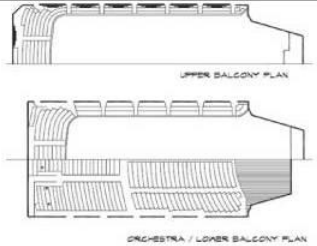
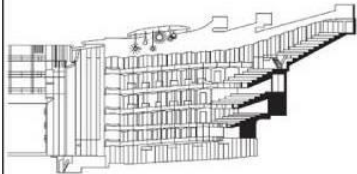
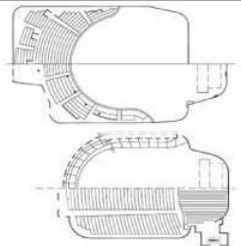
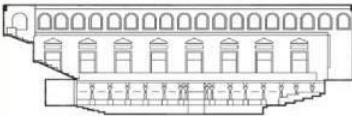
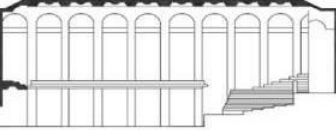
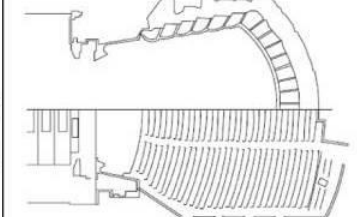
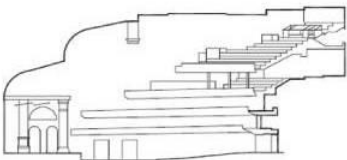


Tarihsel Dönem	Gotik Dönem (1100-1400)	Rönesans Dönemi (1400-1600)			
		Rönesans Kiliseleri	Rönesans Tiyatroları		Osmanlı Camileri
Yapı Türü	Dini yapı	Dini yapı	Tiyatro		Dini yapı
Performans Tipi	Basit ilahiler ve gelişmeye başlayan çok sesli müzik (yüksek yansıma uygun besteler)	Baskın olarak dini müzik	Tiyatro oyunları		Dini konuşmalar, ilahiler
Örnek Yapı	Notre Dame Katedrali, Paris, Fransa, 1163-1250	Yeni St. Peter's Katedrali, Roma, İtalya, 1506	Teatro Olimpico, Vicenza, İtalya, 1580	Sabbioneta Tiyatrosu, İtalya, 1588	Selimiye Camii, Edirne, Türkiye, 1568-1575
Plan					
Kesit					
Fotoğraf					



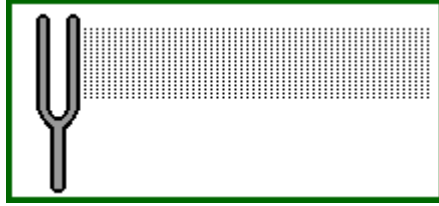
Tarihsel Dönem	Barok Dönem (1600-1750)			Klasik Dönem (1750-1825)	
Yapı Türü	Dini yapı	Tiyatro	Opera Binası	Konser salonu	Opera Binası
Performans Tipi	Kilisenin yüksek yansıtıcılığıyla bütünleşen çok sesli müzik	Tiyatro	Opera	Belli formlar çerçevesinde geliştirilen, konser salonlarında icra edilmek üzere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



Tarihsel Dönem	Romantik Dönem (1825-1900)		Modern Akustiğin Başlangıcı (1900ler ve sonrası)		
Yapı Türü	Konser salonu		Senfoni Orkestrası Konser Salonu	Opera Binası	Senfoni Orkestrası Konser Salonu
Performans Tipi	Müzik		Müzik	Opera	Müzik
Örnek Yapı	Grosser Musikvereinssaal, Viyana, 1870	Concertgebouw, Amsterdam, 1888	Symphony Hall, Boston, USA, 1898	Metropolitan Opera House, New York, USA, 1883	Carnegie Hall, New York, USA, 11891
Plan					
Kesit					
Fotoğraf					



SES

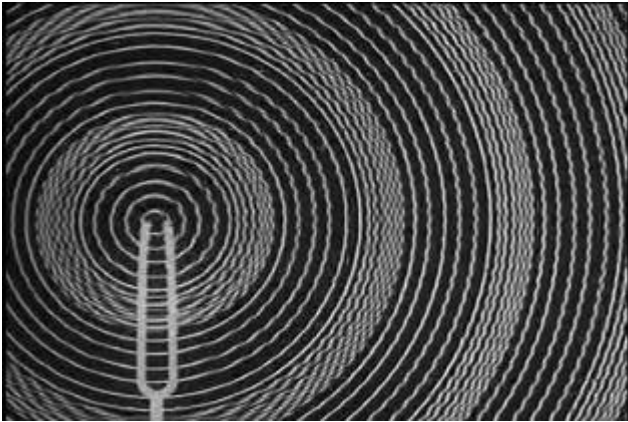


**İnsan kulağında işitsel
duyulanma yaratan
maddesel ortam
titreşimlerine ses denir.**



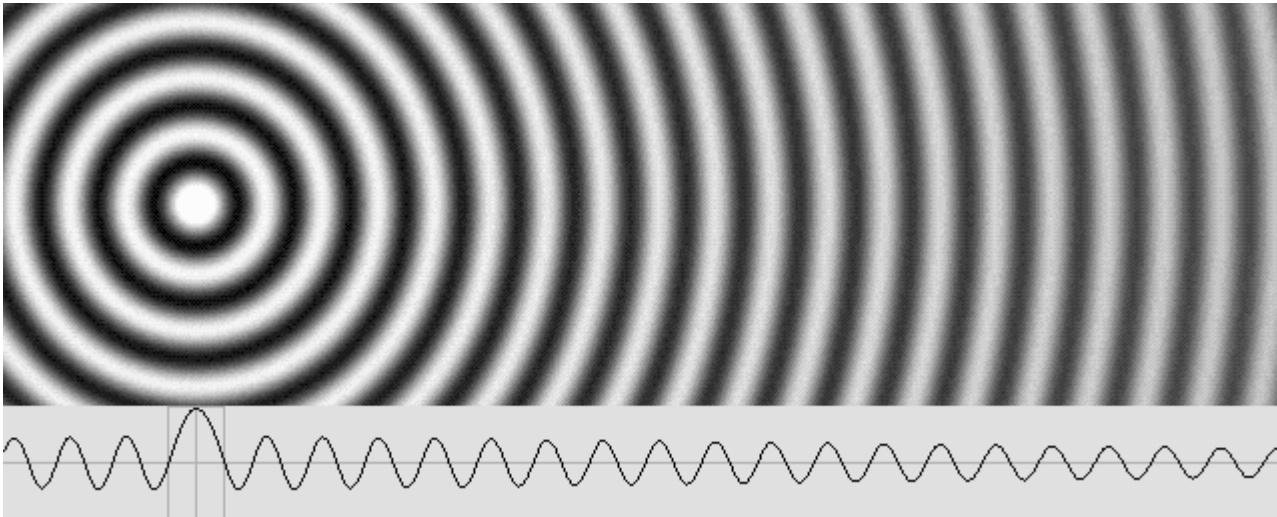
**Ses bir titreşimdir ve dalga
hareketi ile yayılır.**

**Ancak maddesel ortam
titreşimleri ses olarak
algılanır. Boşlukta ses
yayılmaz.**



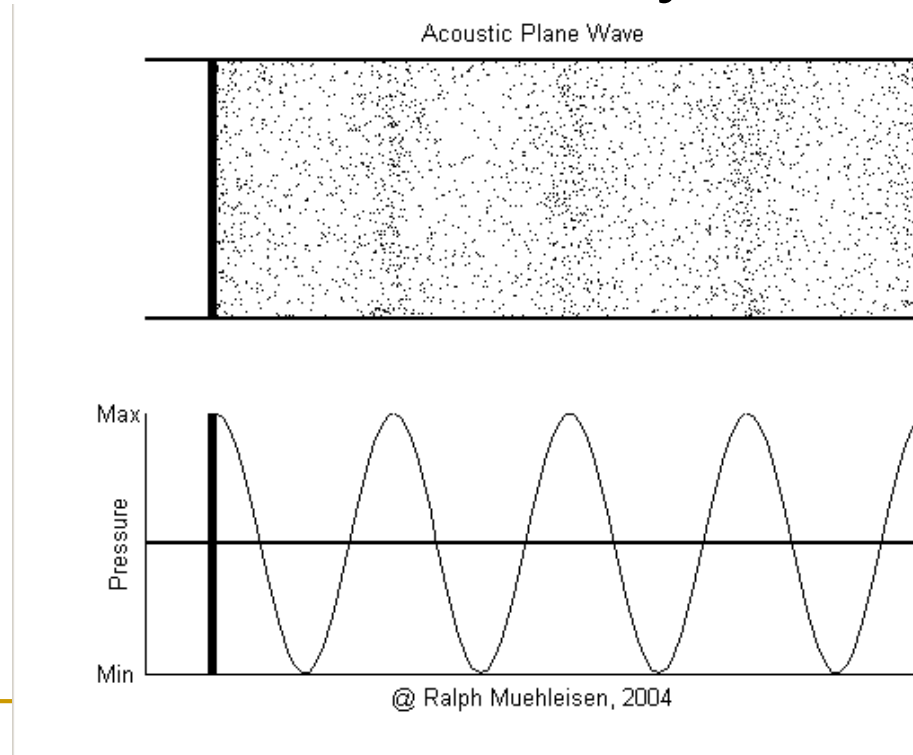
Dalga hareketi

- Ses dalgaları dalga biçimine bağlı olarak küresel ve düzlem dalgalar olarak sınıflandırılabilir;
- **Küresel dalgalar** merkezi ses kaynağı olan eş merkezli kürelerden oluşan dalgalardır. Bir ses kaynağının yayımladığı ses enerjisi her doğrultuda aynı olduğunda ses küresel dalgalarla yayılır.



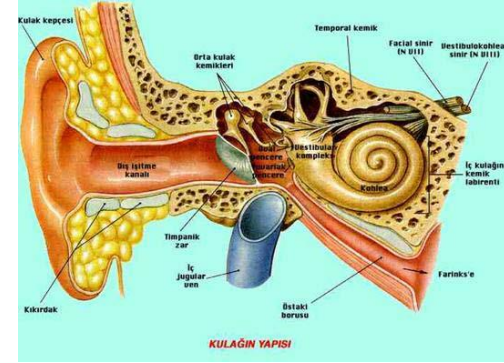
Dalga hareketi

- **Düzlem dalgalar** dalga alınları yayılma doğrultusuna dik olan paralel düzlemlerden oluşan dalgalardır. Düzlem dalgaların yayılma doğrultusu her noktada aynıdır.



İşitsel algılamamanın ana öğeleri

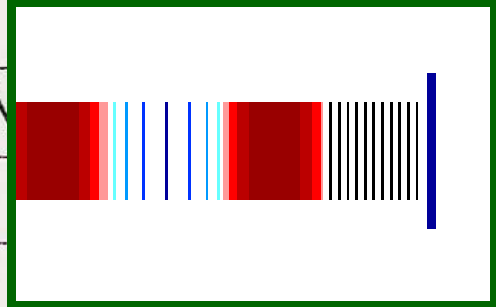
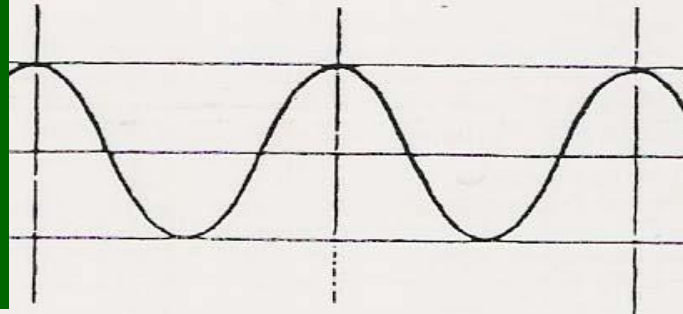
- Ses kaynağı
- Sesin iletildiği ortam
- İşitme sistemi

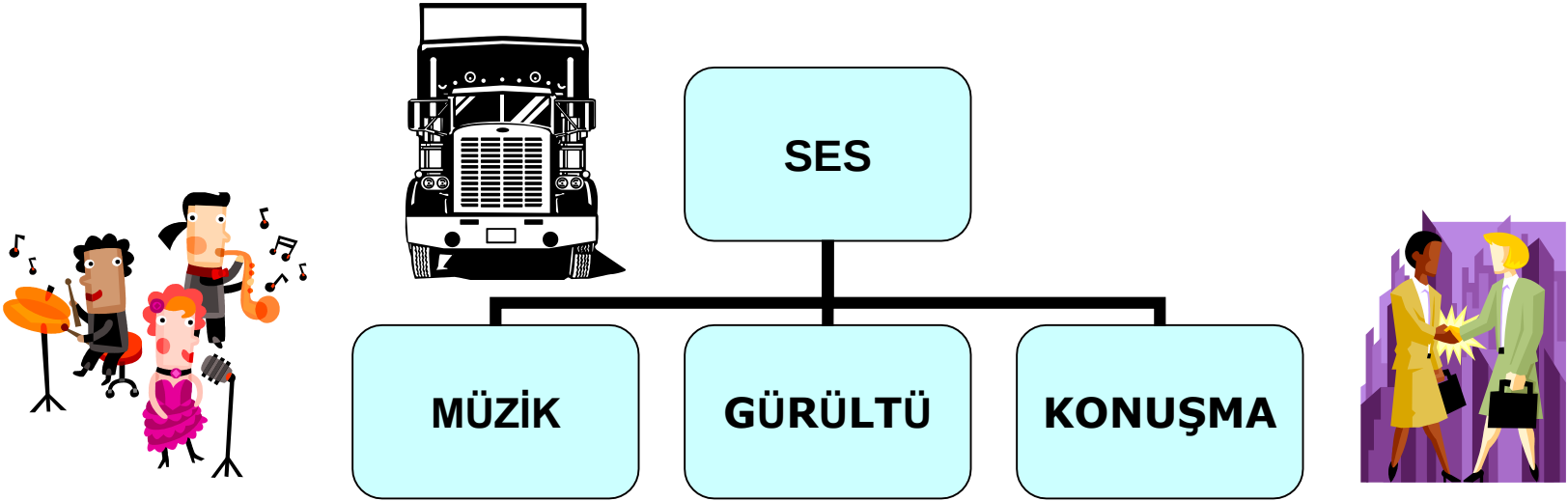


Ses kaynağı

İletim Ortamı

Alıcı





Müzik düzenli seslerden oluşur; düzeyi ve frekansı zaman içinde değişir ancak bu değişimler arasında bir uyum söz konusudur. Müzik kulağı olan birisi sesin tınısını, hangi enstrümandan ya da enstrümanlardan oluştuğunu algılar.

Gürültü fiziksel olarak düzensiz seslerden oluşur. Fizyolojik olarak ise istenmeyen hoş gitmeyen her türlü ses gürültüdür. Gürültünün tınısı yoktur ancak baskın frekans içeriği olabilir.

Konuşma düzenli ve düzensiz seslerden oluşur. Konuşmada sesli harfler düzenli, sessiz harfler düzensiz seslerdir. Konuşmada sesli ve sessiz harfler birbirini kısa zaman aralıkları ile izler..



Ses/gürültü karmaşık bir fiziksel olaydır.

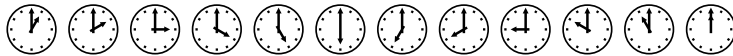
Sesin üç bileşeni vardır;

- ❑ İncelik-kalınlık
- ❑ Azlık- çokluk
- ❑ Tını



ve ses

ZAMAN



içinde değişir.



Sesin İncelik-kalınlığı

- Sesin frekansı incelik kalınlığı belirler. Frekansın birimi Hz (hertz) simgesi “f” dir.
- Ses 10 oktav banttandır oluşur:

16 – 32 – 64
125 / 250 / 500/ 1000/ 2000/ 4000
8000-16000 Hz

MİMARİ AKUSTİKTE EN AZ 6 OKTAV BANT KULLANILIR.



FREKANS $f(\text{Hz})$

Saniyedeki titreşim sayısına frekans denilir.

*

Duyulabilen titreşimler,
16 (20)Hz ile 16000 (20 000)Hz arasındadır.

*

Frekans yükseldikçe ses incelir.

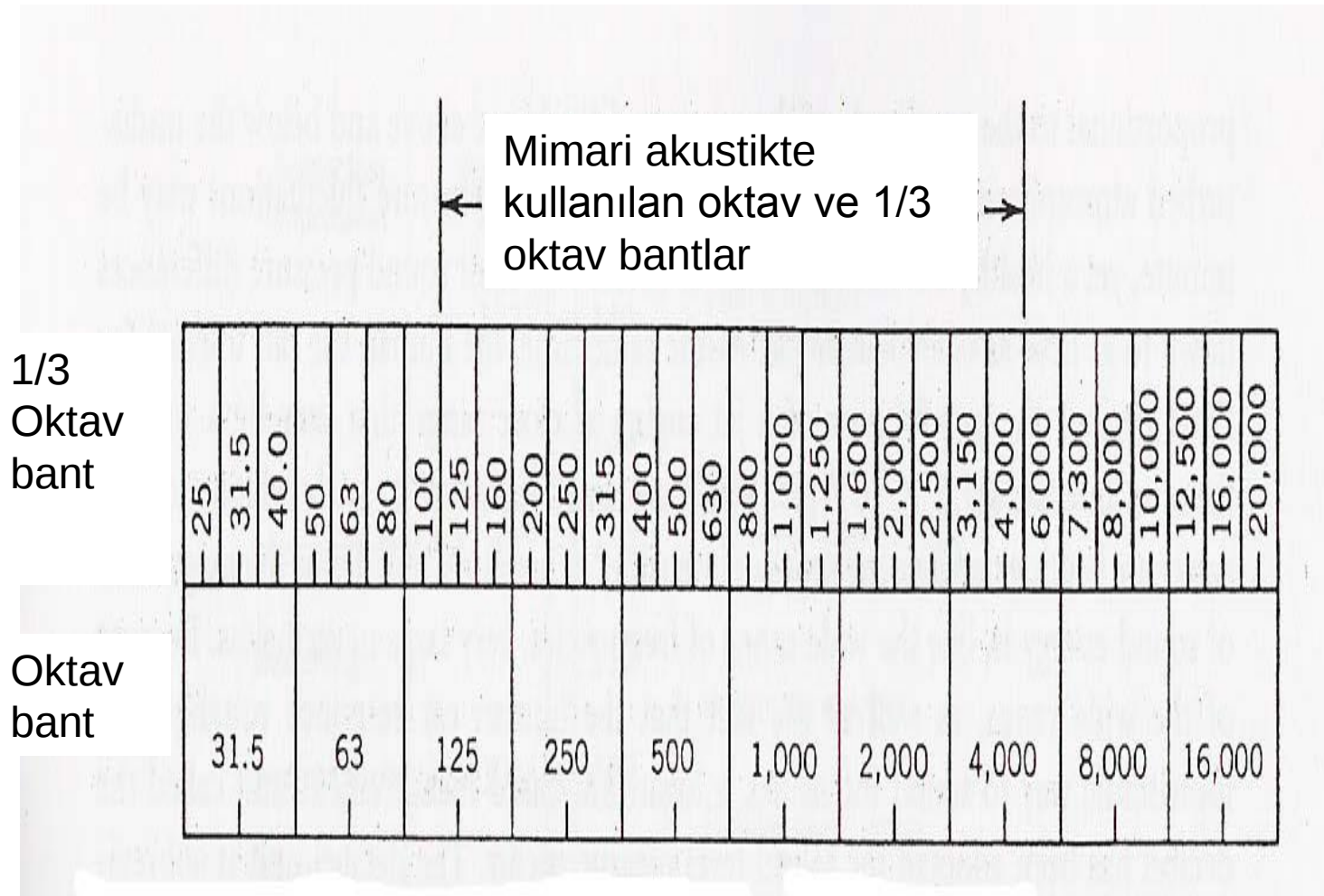
*

16 (20)Hz kulağımızın duyabileceği en kalın
sesin frekansıdır.

*

16 000 (20 000)Hz kulağımızın duyabileceği en
ince sesin frekansıdır.

OKTAV VE 1/3 OKTAV BANTLAR



Kalın, orta kalın ve ince sesler

125 Hz, 250 Hz Kalın sesler

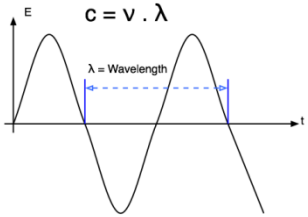
500 Hz Orta kalın ses

1000 Hz, 2000 Hz, 4000 Hz İnce sesler

- İşittiğimiz sesler birbirinden farklı frekansta yani incelik/kalınlıkta titreşimler içerir.
- Bu titreşimlerin içinde hangisi baskınsa biz sesi o incelik/kalınlıkta algılarız.
- Örneğin kadınların sesleri erkeklere göre daha incedir ya da kemanın sesi kontrbasa göre daha incedir.

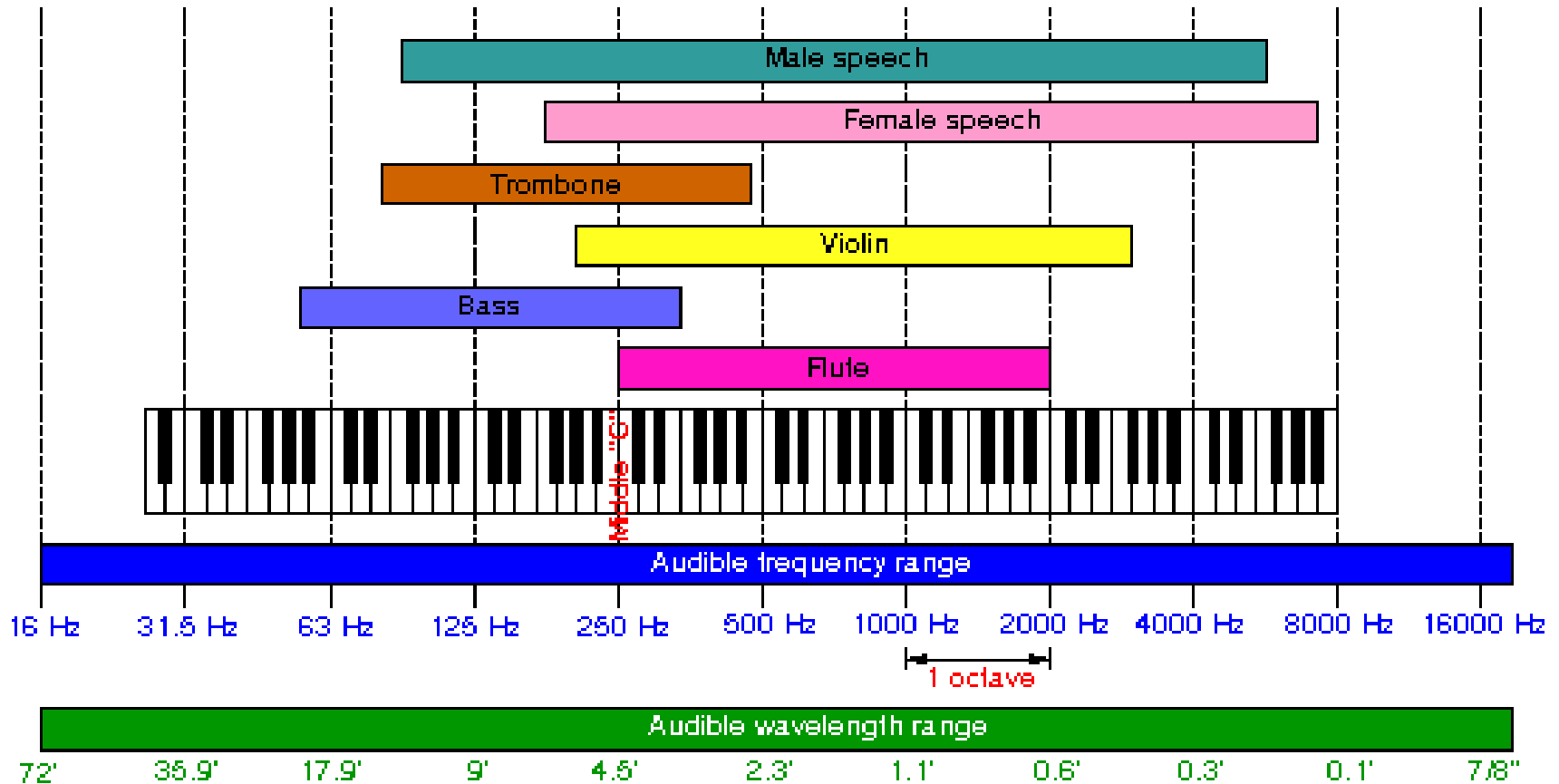


İncelik Kalınlık Bileşeni ile ilgili Başlıca Büyüklükler

BÜYÜKLÜK	SİMGE (BİRİM)	TANIMLAMA	
		İnce ses /Tiz ses	Kalın ses/Bas ses
Frekans  $f = 1/T$	f(Hz)	Yüksek frekanslı ses (16 000 / 20 000 Hz)	Alçak frekanslı ses (16 / 20 Hz)
Devir Süresi  Periyot $T = 1/f$	T(sn)	Çabuk titreşimli ses (1/16 000 sn)	Yavaş titreşimli ses (1/16 sn)
Dalga Boyu $\lambda = c/f$ 	λ (m)	Dalga boyu kısa ses (0,02 m)	Dalga boyu uzun ses (20 m)



Farklı kaynaklardan çıkan seslerin frekans bölgeleri



Sesin azlığı çokluğu

- Sesin düzeyi azlık çokluğu belirler.
- Düzeyin birimi dB (desi Bell), simgesi ise SPL'dir.
- dB logaritmik bir büyüklüktür. Mimari akustikte ağırlıklı olarak ses basınç düzeyi ile ilgili dB değerleri kullanılır.
- Ancak aynı birimle (dB) gösterilen ses yeğlilik düzeyi, ses gücü düzeyi gibi birimler de vardır.



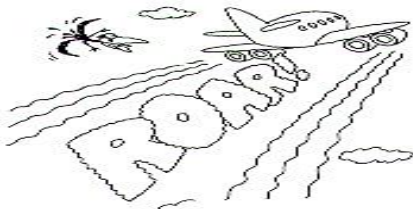
Ses/gürültü düzeylerine örnekler

Ses kaynağı	SPL (dBA)
İşitme alt eşiği	10
Yaprak hışırtısı (yüksek sessizlik)	20
Sessiz konut	40
Özel ofis	50
Normal konuşma	60
Gürültülü ofis/yoğun trafik	80
Ağır vasıta	100
Acı eşiği	130



Noise destroys your hearing

Decibels (A weighted) – dB(A)



**jet aircraft
takeoff**
(25m away)



angle grinder
personal stereo
(maximum volume)



power mower

conversation

microwave oven



quiet office
conference room

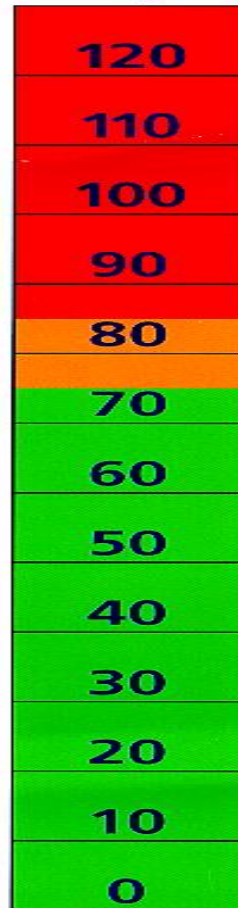
library

bedroom



How much noise is too much in one day?

The **World Health Organisation** recommends a maximum continuous noise exposure of **85dB(A) for 8 hours per day**. Hearing damage risk is negligible below 75dB(A). For each extra 3 decibels louder, the noise is **twice as strong** and so the exposure time should be **halved**.



**For further
information
call Australian
Hearing on
131 797**

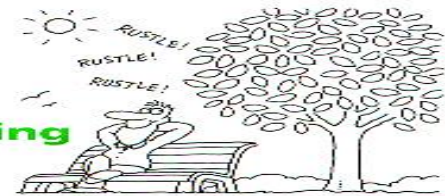
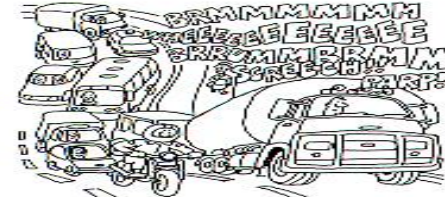
gun shot
rattle gun
pneumatic hammer
noisy disco
chainsaw
circular saw
ride-on mower
jigsaw
busy road
loud radio

vacuum cleaner
business office
washing machine
dishwasher
living room

countryside
leaves rustling
sound studio

threshold of normal hearing
(this does not mean that
there is no sound)

NOTE:
The above noise level values are approximate only and should not be taken as specifying the noise level of a particular machine, device or event. Values indicated should be taken as a guide only.



Damage your hearing and it won't come back



SESİN AZLIK ÇOKLUK BİLEŞENİ İLE İLGİLİ BÜYÜKLÜKLER

BÜYÜKLÜK	SİMGE (Birim)	TANIMLAMA Alçak Ses Az Ses -	TANIMLAMA Yüksek ses Çok Ses ✈	DÜZEY KARŞILIĞI Birimi dB	DÜZEY FORMÜLÜ
GENLİK	A (μm)	küçük genlik (0.1 μm)	büyük genlik (100 μm)	-	-
AKUSTİK BASINÇ	P (μbar , μPa)	düşük akustik basınç (0.0002 $\mu\text{bar} \triangleright p_0$)	yüksek akustik basınç (200 μbar)	SES BASINÇ DÜZEYİ SPL	$=10\log(p/p_0)^2$ $=20\log p/p_0$
SES GÜCÜ	W (w, μw)	düşük güç (10^{-12} w $\triangleright w_0$)	yüksek güç (10^8 w) ⚡	SES GÜCÜ DÜZEYİ SWL	$=10\log w/w_0$
YEĞİNLİK	I (w/m ² , $\mu\text{w}/\text{cm}^2$)	yeğİnlİğİ az (10^{-12} w/m ² $\triangleright I_0$)	yeğİnlİğİ fazla	YEĞİNLİK DÜZEYİ IL	$=10\log I/I_0$

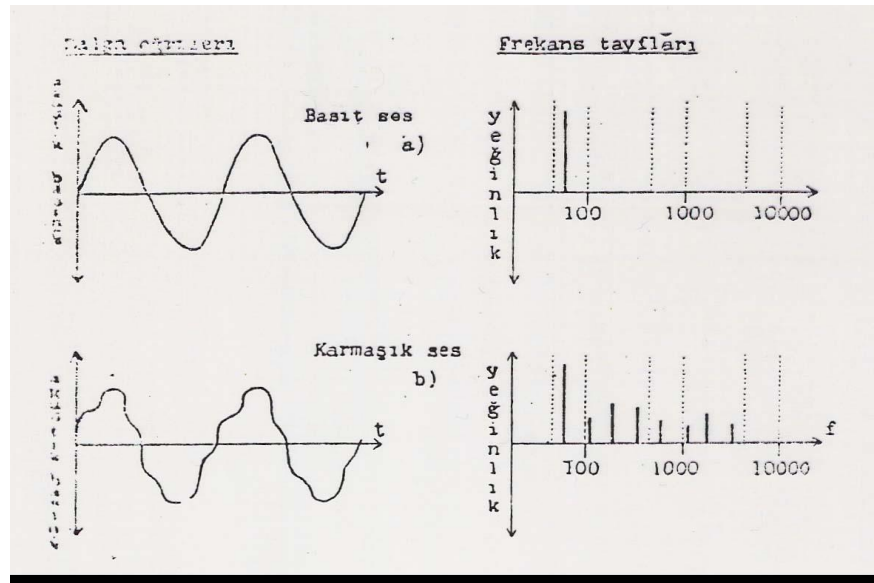
Sesin tınısı

- Sesin tınısı, bir sesin ne sesi olduğunu anlamamıza yarayan özelliğidir.
- İnsanlarının seslerini, değişik çalgıların seslerini birbirinden tını aracılığı ile ayırt ederiz.
- İşittiğimiz sesler birden çok frekanstan oluşur.
- Frekansları arasında armoni kuralları olan seslerin tınısı vardır. Düzensiz seslerin tınısı yoktur.



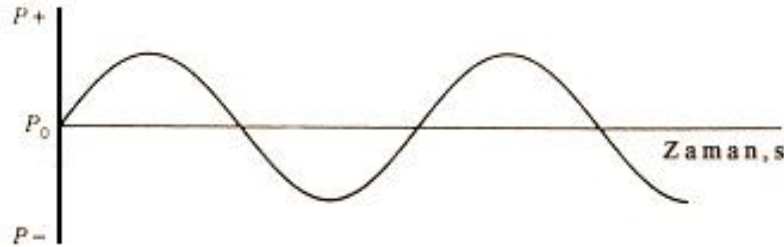
Sesin tınısı

- Bir temel sese eşlik eden uyumlu seslerin düzey ve frekansları arasındaki ilişki sesin tınısını oluşturur.

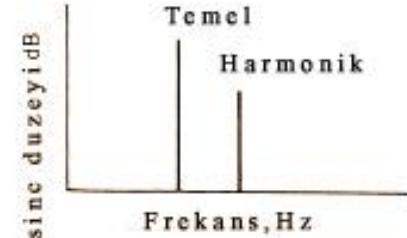
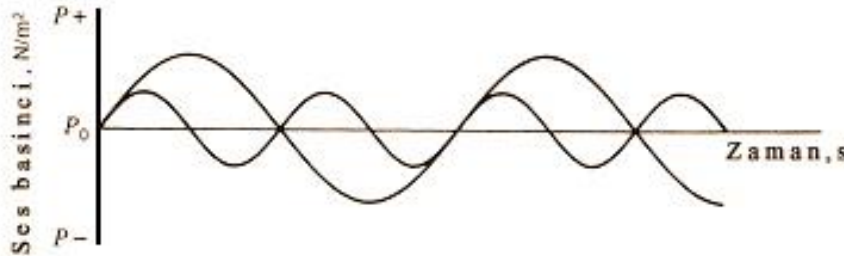


Yalın ses ile düzenli ve düzensiz karmaşık seslerin grafik gösterimleri.

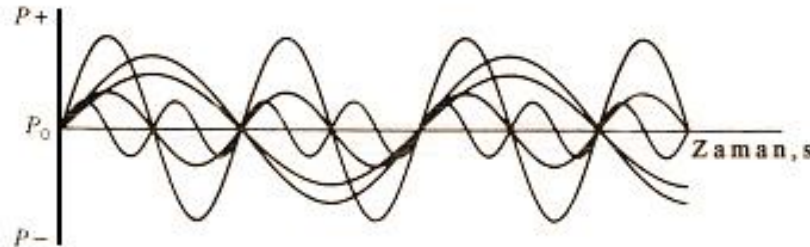
Yalın Ses



Müzikal ses



Müzik, konuşma gürültü



Mimari mekanların akustik sınıflandırılması

İşlevi dinlemeye yönelik
olmayan mekanlar
(Hizmet mekânları)

Bekleme salonları

Giriş holleri

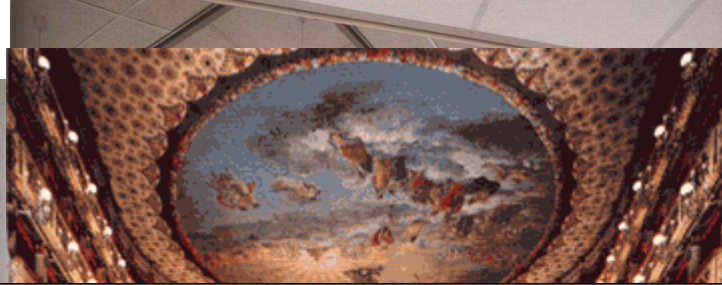
Bankalar

Restaurantlar

Spor sal.

Ofisler

Yemekhaneler



İşlevi dinlemeye
yönelik **olan** mekanlar

Sinemalar

Konferans salonları

Oditoryumlar

Sınıflar

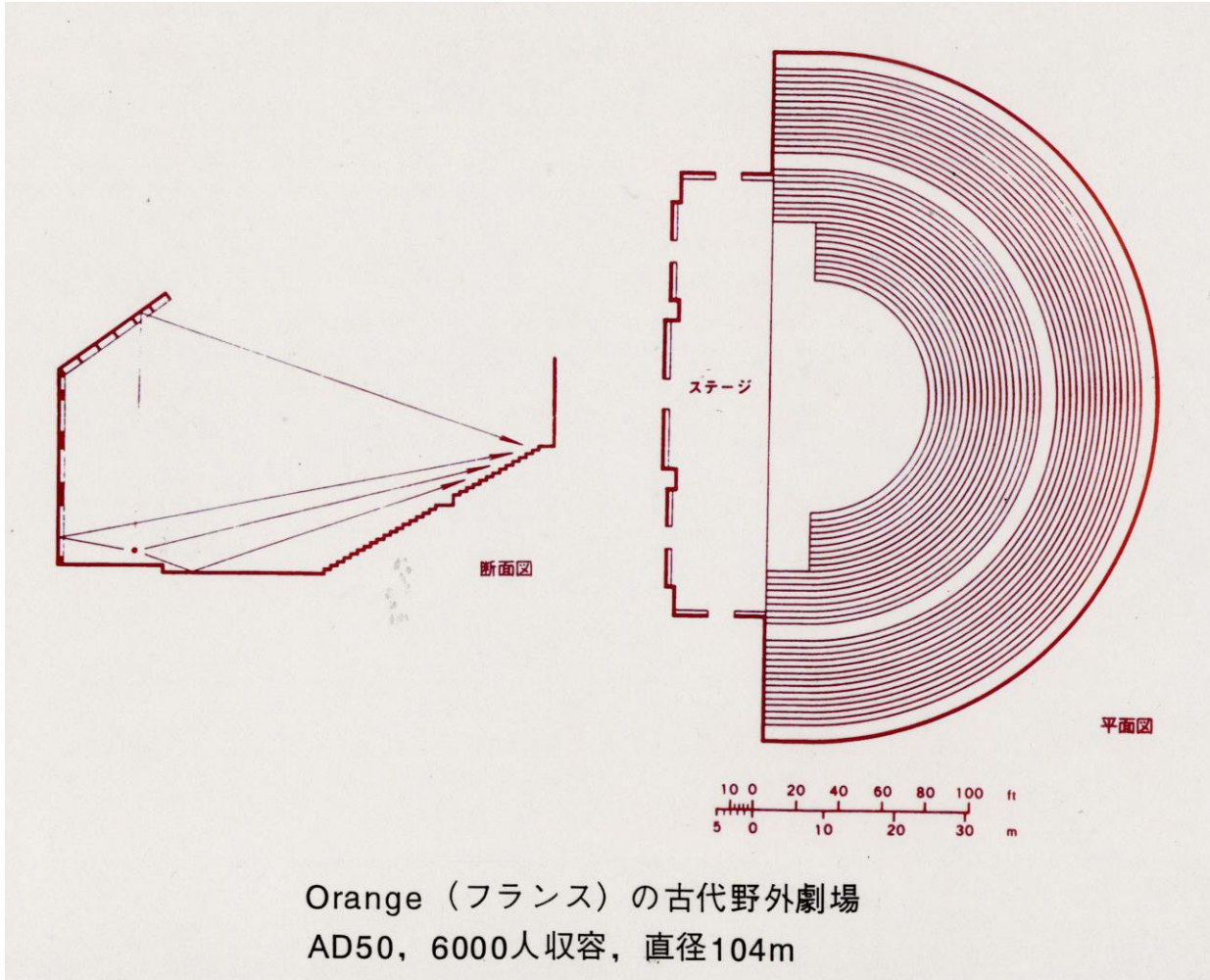
Topl. odaları

Tiyatro, konser,
opera salonları

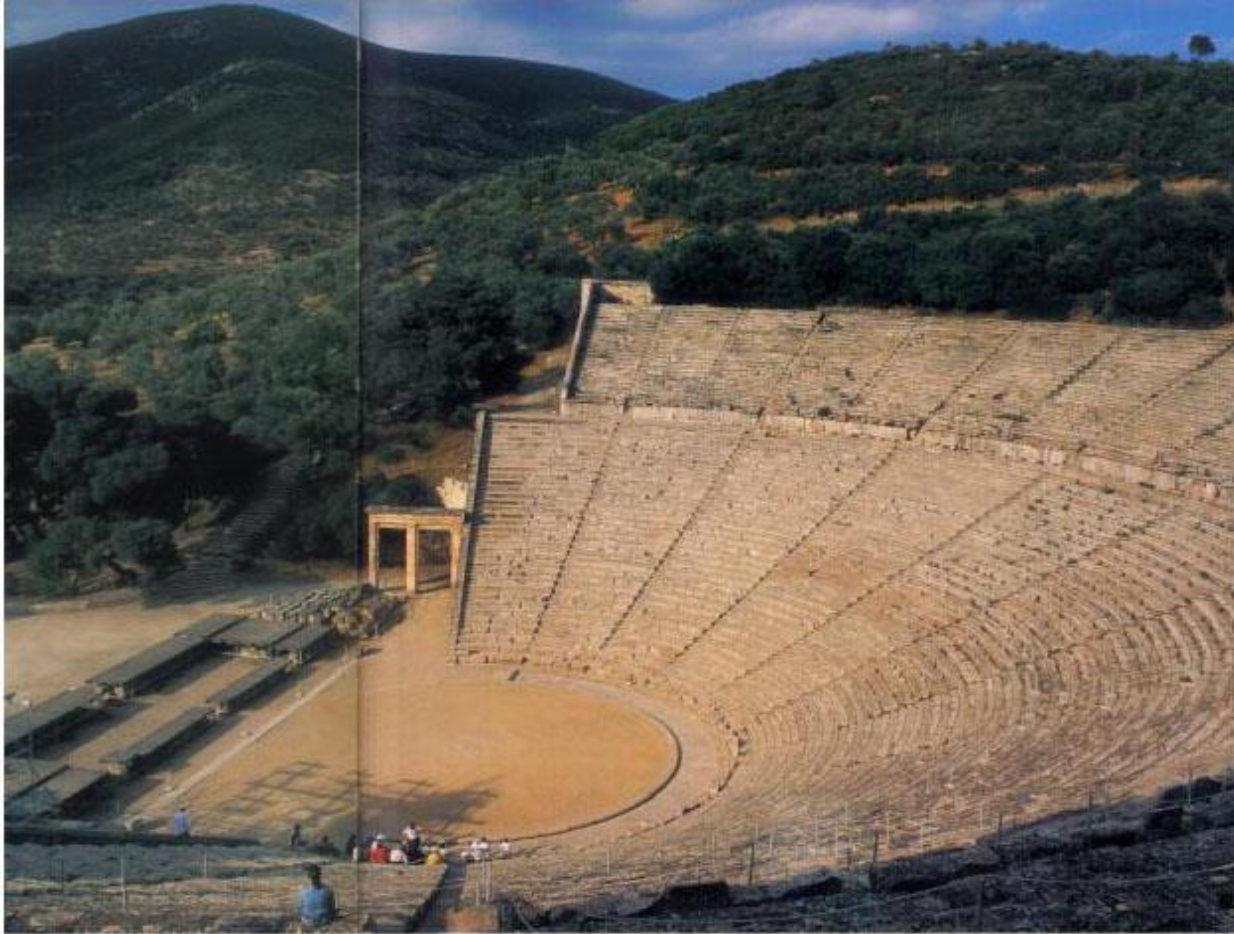
Dini mekanlar



Orange - Fransa



Epidaurus - Yunanistan



Vienna, Grosser Musikvereinssaal, 1870



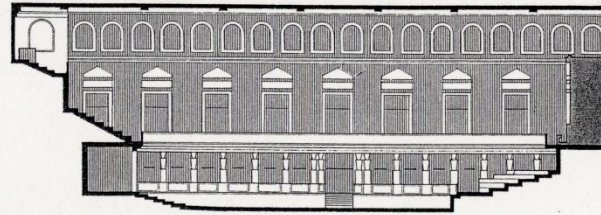
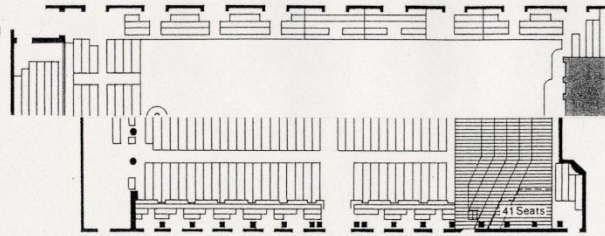
Concertgebouw (1888) Hollanda



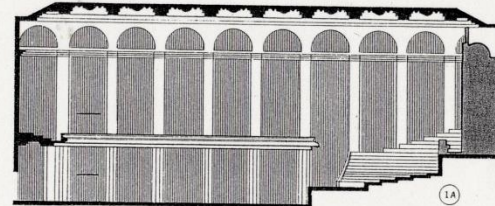
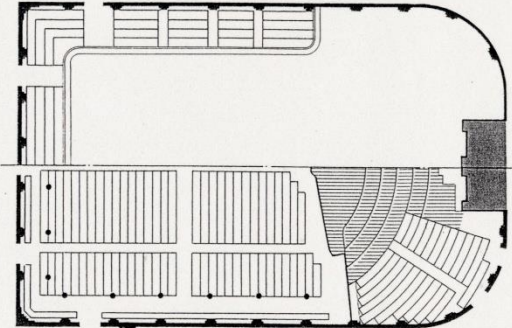
Boston Symphony Hall, 1900- ABD



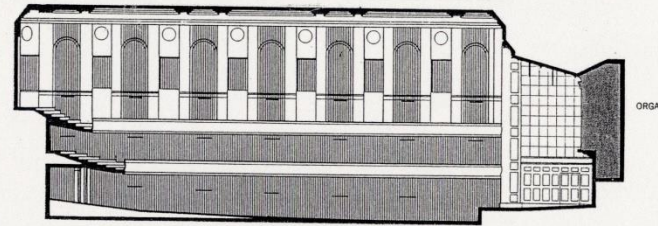
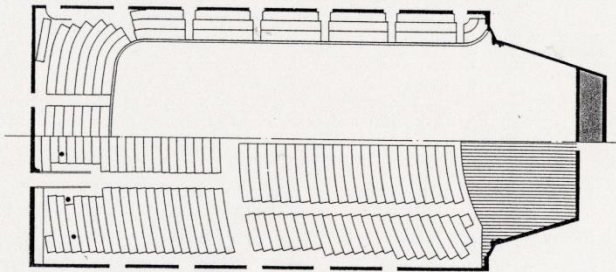
VIENNA, GROSSER MUSIKVEREINSSAAL (1870, 1680 seats)



AMSTERDAM, CONCERTGEBOUW (1888, 2,206 seats)



BOSTON, SYMPHONY HALL (1900, 2631 seats)



5 0' 10 20 30 METERS



Berlin Philharmony, 1963 Almanya



Neus Gewandhaus, 1981



Philharmony Hall, Munich



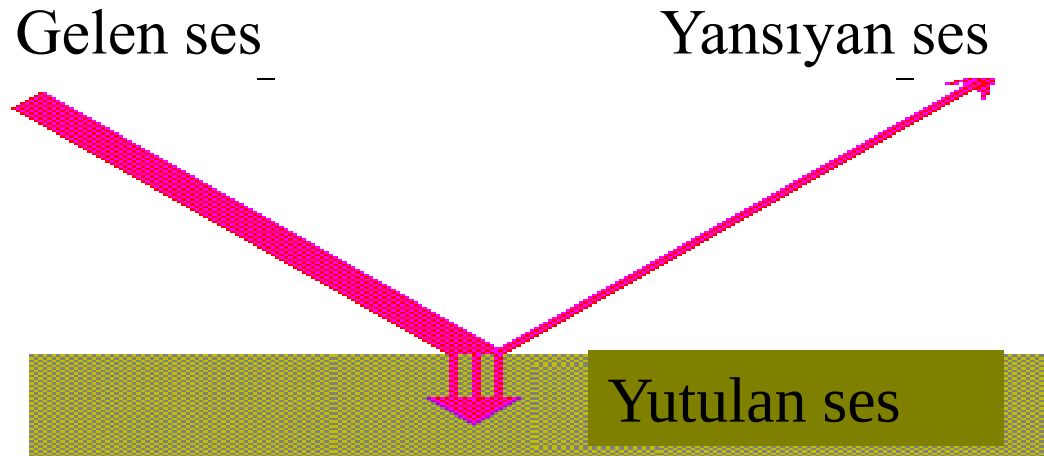
Christchurch Town Hall

Yeni Zellanda



YUTULMA ve YANSIMA

Bir yüzeye ya da bir nesneye gelen ses enerjisi üç temel biçimde davranır; yansır, yutulur, geçer.



SESİN YUTULMASI

- Sesin yutulması, ses enerjisinin başka bir tür enerjiye dönüşmesi demektir.
- Ses genelde önce kinetik enerjiye sonra da ısı enerjisine dönüşerek yutulur.
- Gereçlerin ses yutuculuğu yutma çarpanı ile belirlenir.
- Ses yutma çarpanı, yansımayan sesin gelen sese oranıdır ve yüzde olarak gösterilir.



YUTMA ÇARPANI (a)

Ses yutma çarpanı “a”, yansımayan sesin gelen sese oranıdır ve yüzde olarak gösterilir.

$$\text{Yutma çarpanı} = \frac{\text{Yansımayan ses (yutulan+geçen)}}{\text{Gelen ses}}$$



YUTMA ÇARPANI (α)

Yutma çarpanı “ α ”, “0” ile “1” arasında değişen değerler alır. “ α ”, “1”e doğru yaklaştıkça yutuculuk artar.

Yutma çarpanı

- gerecin özellikleri ile
 - sesin frekansına
- bağlı olarak değişir.**

Mimari akustikte gereçlerin ses yutma çarpanları 125, 250, 500, 1000, 2000, 4000 Hz olmak üzere altı frekansta verilir.



Ses yutma çarpanlarından örnekler

gereç	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz
Düz beton	0.01	0.01	0.03	0.03	0.04	0.07
Latalar üstünde ahşap pano	0.20	0.16	0.14	0.12	0.11	0.10
İnce halı	0.03	0.03	0.04	0.10	0.19	0.35
Kalın halı	0.15	0.16	0.22	0.45	0.60	0.68
Yetişkin dinleyici(oturmuş)	0.28	0.37	0.42	0.45	0.48	0.48



Sesin Yutulması

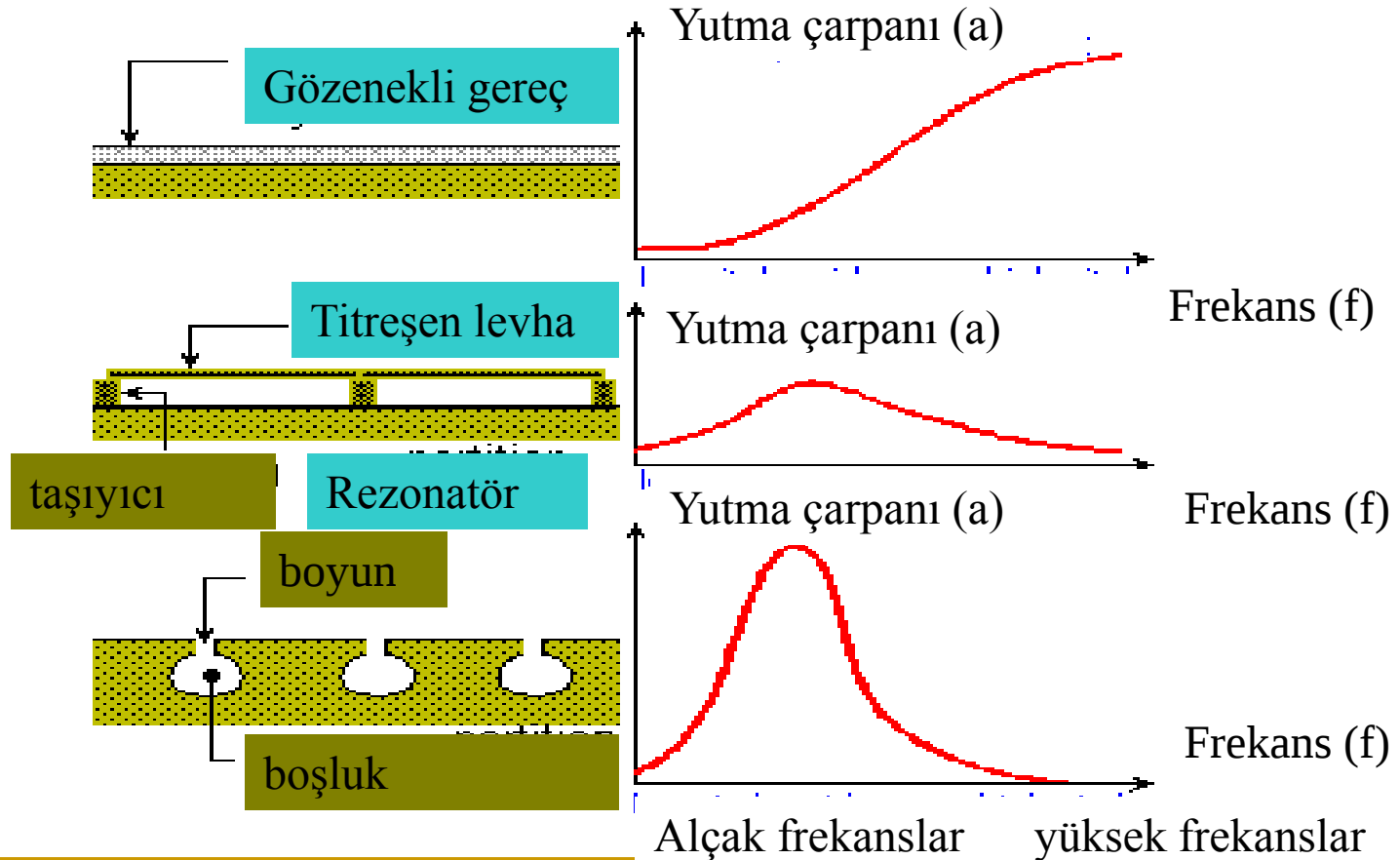
Sesin yutulması üç ayrı süreçle olur. Birbirinden temel ayrımlar gösteren bu yutulma biçimleri,

- gözenekli gereçlerde yutulma,
- titreşen levhalarda yutulma ve
- rezonatörlerde yutulma

olarak sıralanabilir.

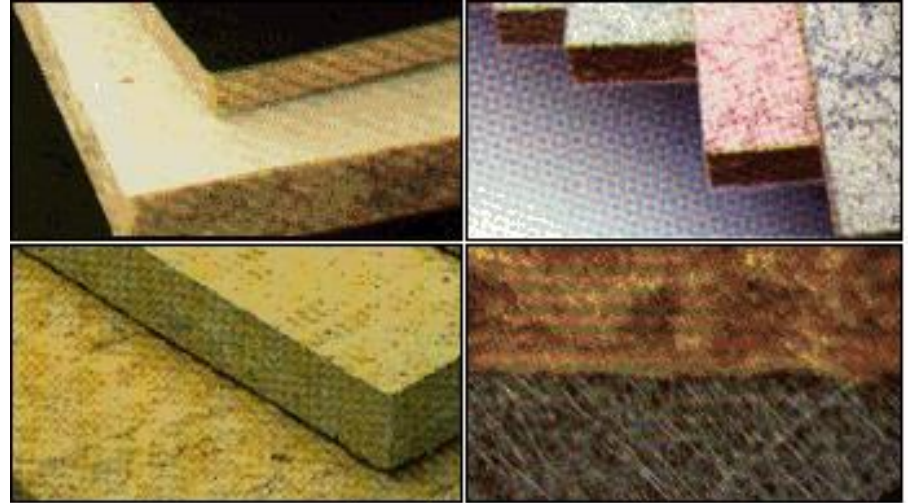


YUTUCU GEREÇ TIPLERİ



Gözenekli Gereçler

- Gözenekli gereçler, içinde pek çok sayıda kılcal borular, delikler, ya da çok ince aralıklar bulunan, organik ya da inorganik gereçlerdir. Bu kılcal borular ya da aralıklar dış havaya açıktır ve içleri hava ile doludur.
- Halı, keçe, kumaş, perde, özel levha ve sıvalar, cam yünü, taş yünü bu tür gereçlere örnektir.



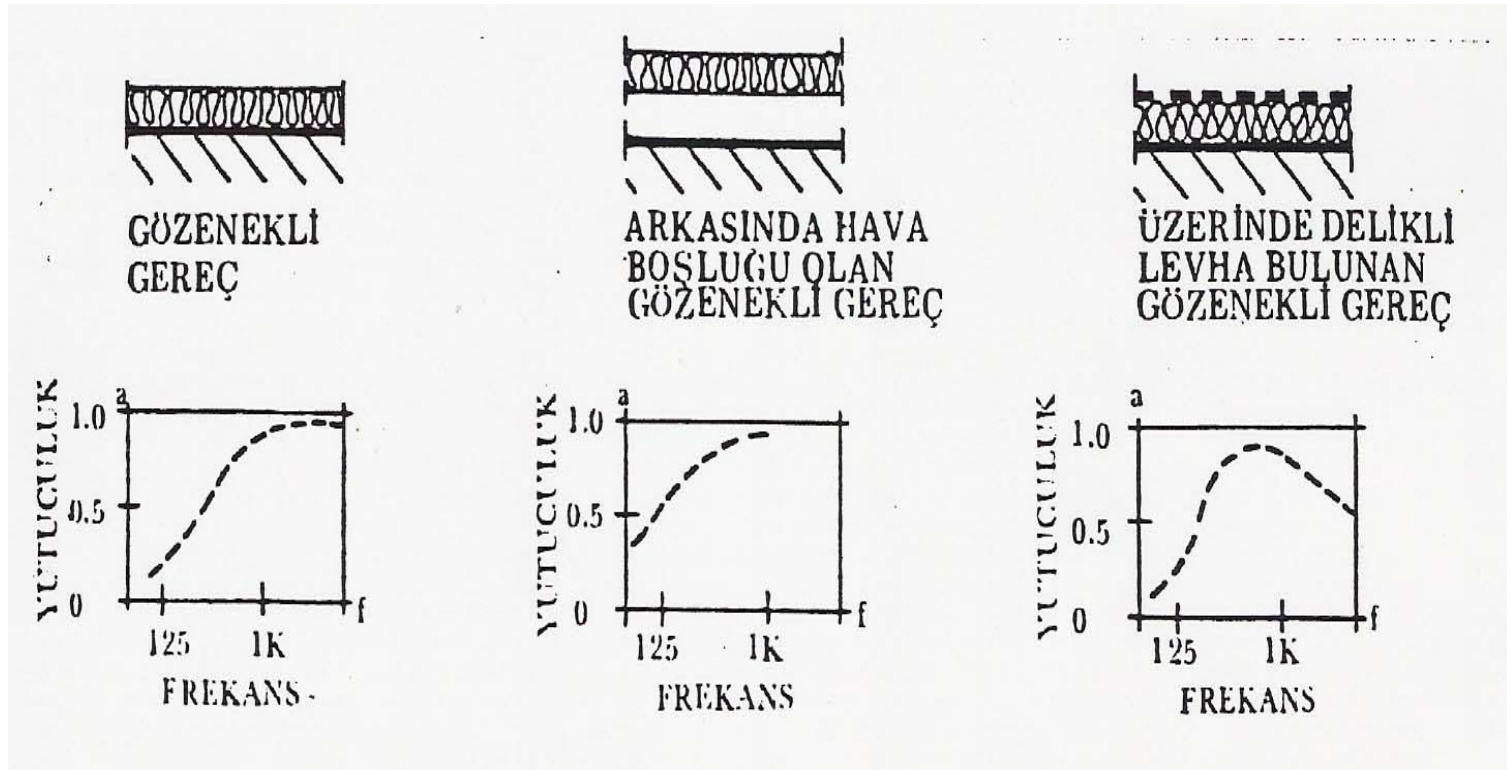
Gözenekli gereç örnekleri

Gözenekli Gereçler

- Gözenekli gereçler ince sesleri (yüksek frekanslı sesleri) yutar.
- Gözenek boyutu ve derinliği yutuculukta etkilidir.
- Gözeneklerin dış hava ile temasının engellenmemesi gerekir.



Değişik kesit özellikleri bulunan gözenekli gereçler ve frekanslara göre değişen yutma çarpanları



Gözenekli gereç özelliği gösteren bazı gereçlerin 6 frekans için yutma çarpanları

Gereçler	Yutma çarpanları						
	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	NRC
Duvar veya beton üzerine cam yünü karışık sıva	0.02	0.07	0.40	0.68	0.68	0.75	0.45
Beton üzerine serbest ince halı	0.09	0.08	0.21	0.26	0.27	0.37	0.20
Döşeme üzerine tesbit edilmiş 5 mm kalınlığında halı	0.04	0.04	0.15	0.29	0.52	0.59	0.25
İnce kumaş perdeler	0.04	0.06	0.10	0.20	0.30	0.40	0.15
5 mm kalınlıkta tabi elyafli keçe (duvar üzerine)	0.09	0.12	0.18	0.30	0.55	0.59	0.30



Titreşen Levhalar

- Titreşebilme özelliği olan levha niteliğindeki gereçler akustikte titreşen levha olarak anılır.
- Ahşap kaplamalar, pencere, kapı gibi yüzeyler, asma tavan elemanları titreşen levhalara örnektir.

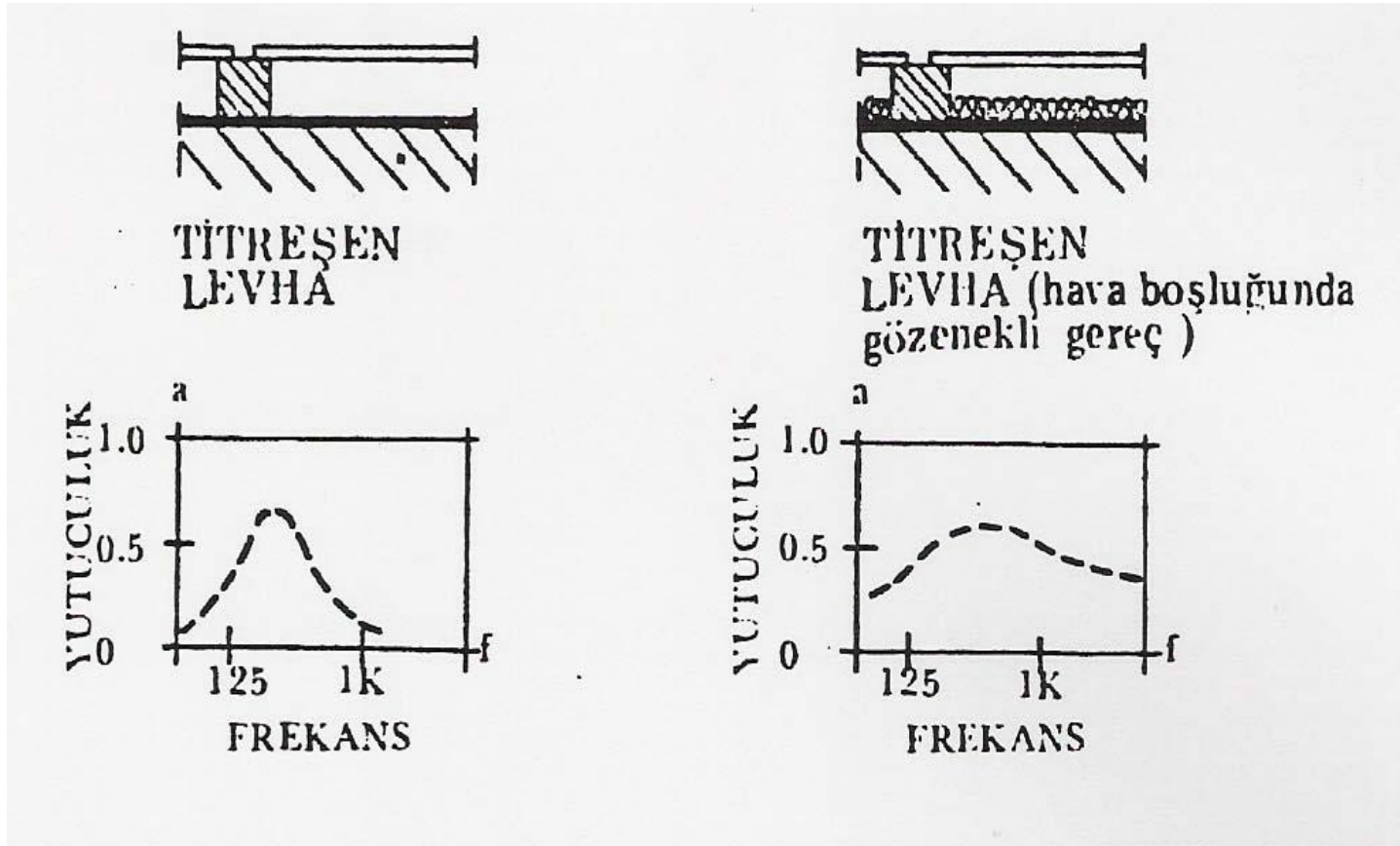


Titreşen Levhalar

- Titreşen levhalar kalın sesleri (alçak frekansları) yutar.
- Titreşen levhanın yutuculuğu, levhanın gereğine, boyutuna, kalınlığına ve tesbit biçimine bağlıdır.



Değişik kesit özellikleri bulunan titreşen levhalar ve frekanslara göre yutma çarpanları değişimi

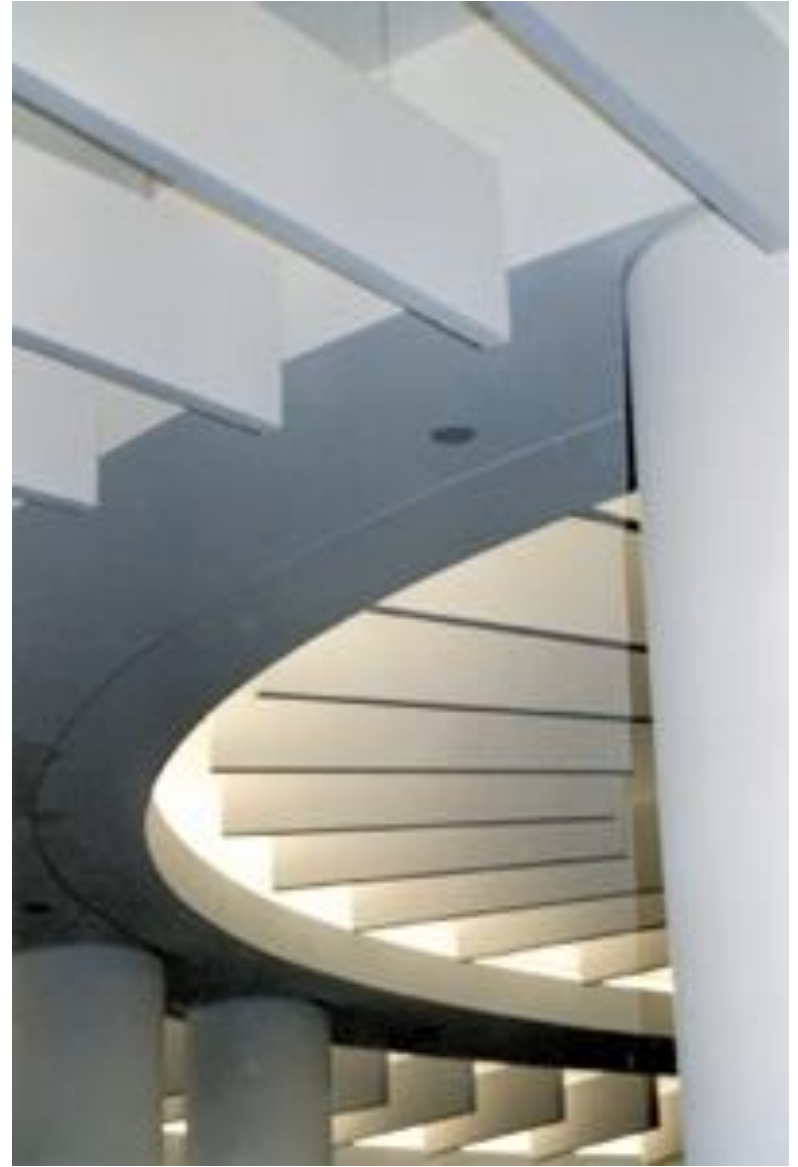


Titreşen levha özelliği gösteren malzemelerin 6 frekans için yutma çarpanları

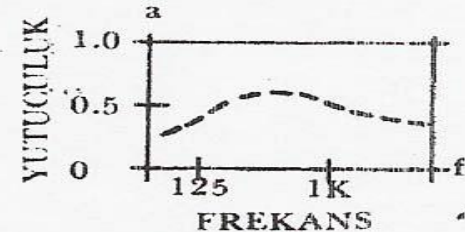
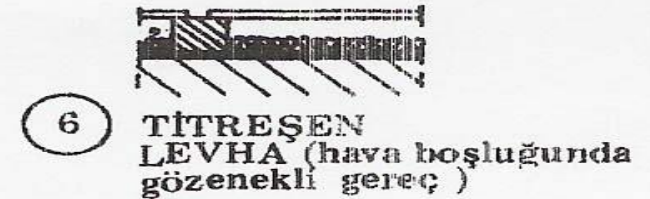
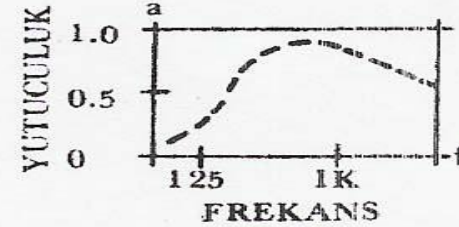
Gereçler	Yutma çarpanları (%)						
	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	NRC
8 mm kalınlıkta talaş levhalar, yüzeyi düz, duvardan uzaklık 20 mm	0.46	0.24	0.04	0.01	0.01	0.01	0.10
4 mm kalınlıkta sert elyafli levhalar veya aynı ağırlıkta kontrplak levhalar, duvardan 50 mm uzakta	0.30	0.20	0.15	0.10	0.08	0.10	0.10
Normal boyutlarda pencere camı	0.35	0.25	0.18	0.12	0.07	0.04	0.15
Kapalı çift cam	0.10	0.04	0.03	0.02	0.02	0.02	0.05



Tavanda ek ses yutucu elemanlar (titreşen levhaların kullanımına bir örnek)



Gözenekli gereç ve titreşen levhanın bir arada kullanılması



Hem gözenekli gereç hem de titreşen levha özelliği gösteren malzemelerin 6 frekans için yutma çarpanları

Gereçler	Yutma çarpanları (%)						NRC
	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	
Arkasına gözenekli gereç konmuş delikli levhalar	0.50	0.50	0.70	0.90	0.60	0.50	0.70
Delikli özel akustik levhalar	0.30	0.50	0.70	0.70	0.60	0.50	0.60
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	0.20



Asma tavanlarda hem gözenekli gereç hem de titreşen levha özelliği gösteren malzemelerin kullanımı



YANSIMA

- Bir yüzeye gelen ses enerjisi, yüzeyin özelliklerine ve sesin dalga boyuna bağlı olarak değişen biçim ve büyüklüklerde o yüzeyden yansır.
- Yüzeylerin ses enerjisini niceliksel olarak ne oranda yansıttığı yüzeyin yansıtma çarpanı ile belirlenir.



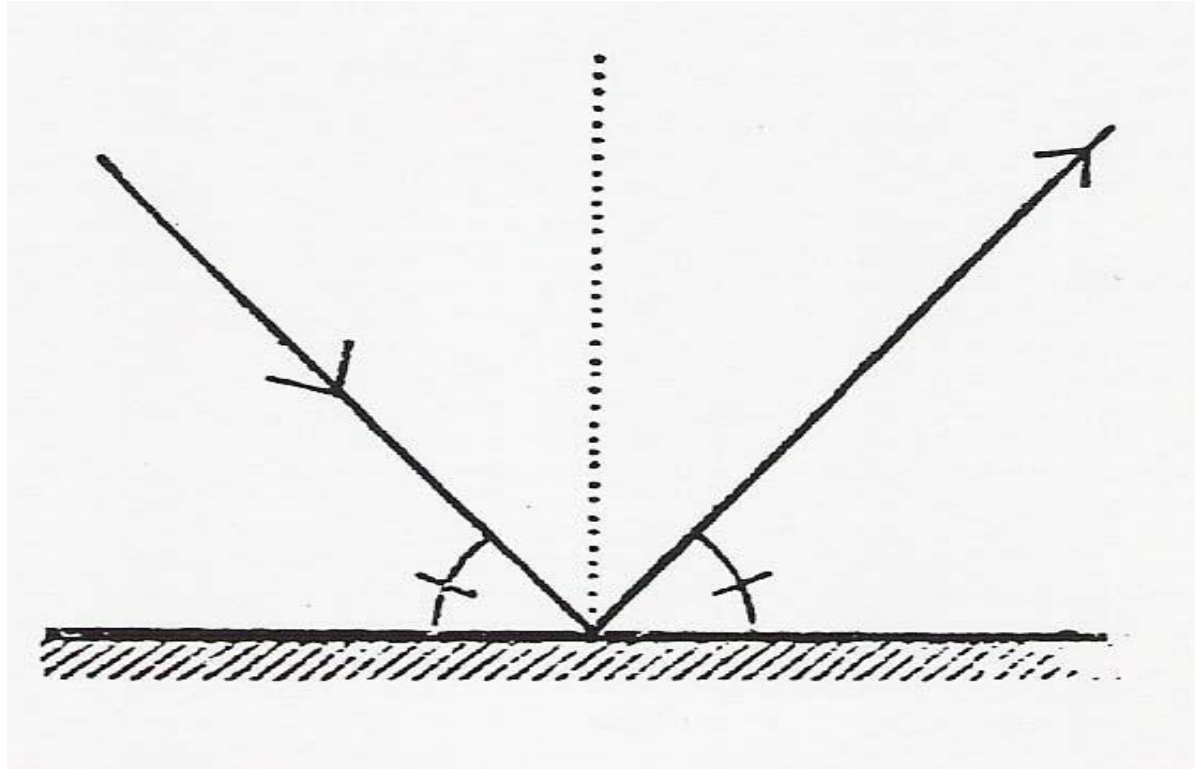
Yansıtma çarpanı

- Yansıtma çarpanı “r” harfiyle simgelenir ve oransal bir büyüklüktür.
- $r = 1-a$
- Sert, titreşmeyen, gözeneksiz, düzgün yüzeyler, akustik açıdan yansıtıcı yüzeylerdir.
- Mermer, sıvalı, boyalı duvar, taş vb. yüzeyler ses yansıtıcıdır.



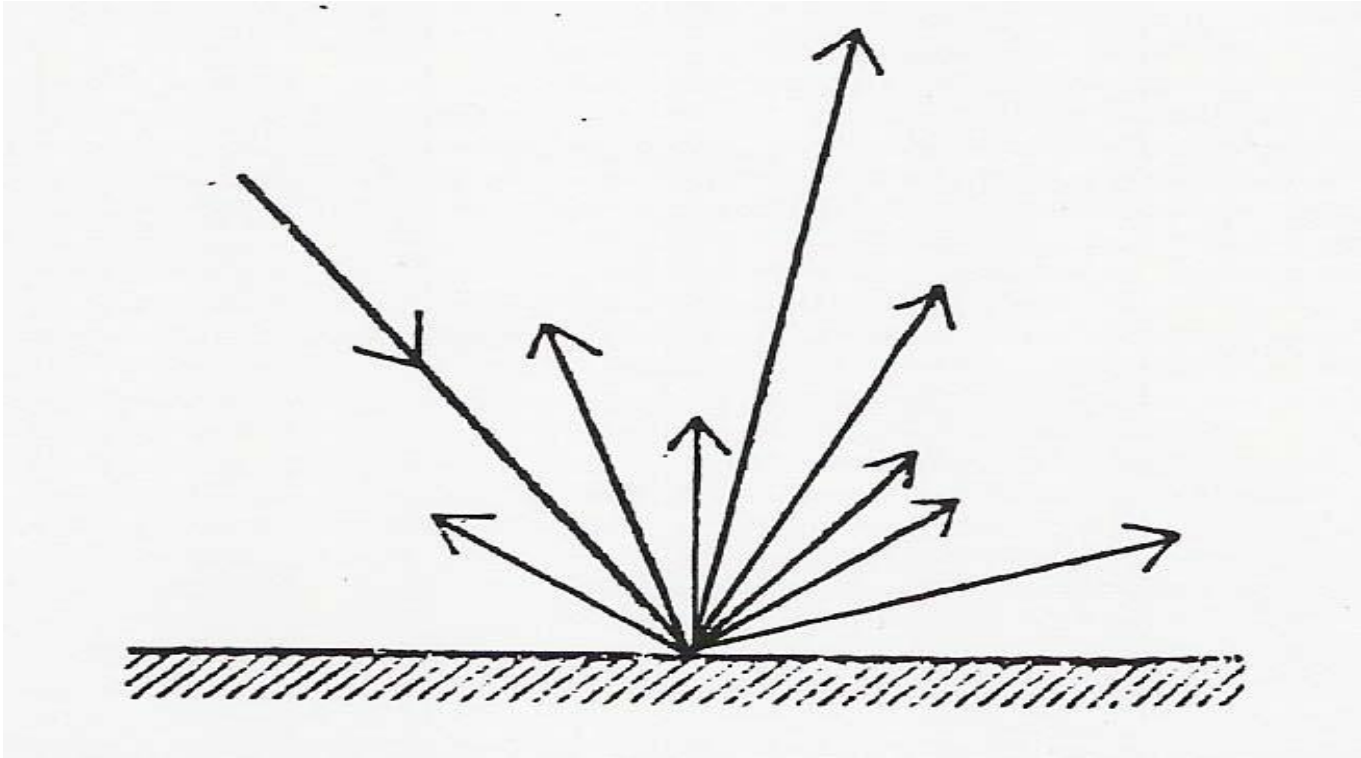
Düzgün yansıma

Gelen ışın yüzeyin normali ile eşit açı yaparak yansır.



Yayınık yansırna

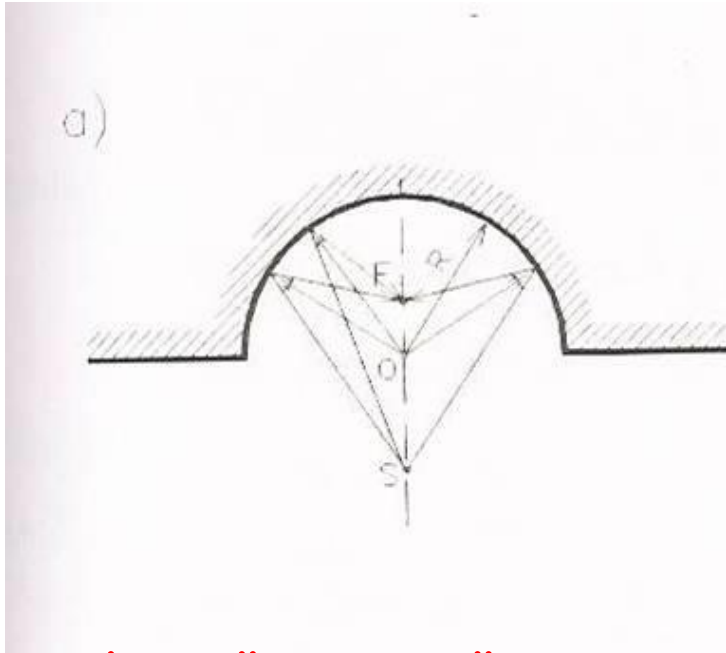
Gelen ışın geliş doğruştusundan bağımsız olarak değişik doğruştulara yansır.



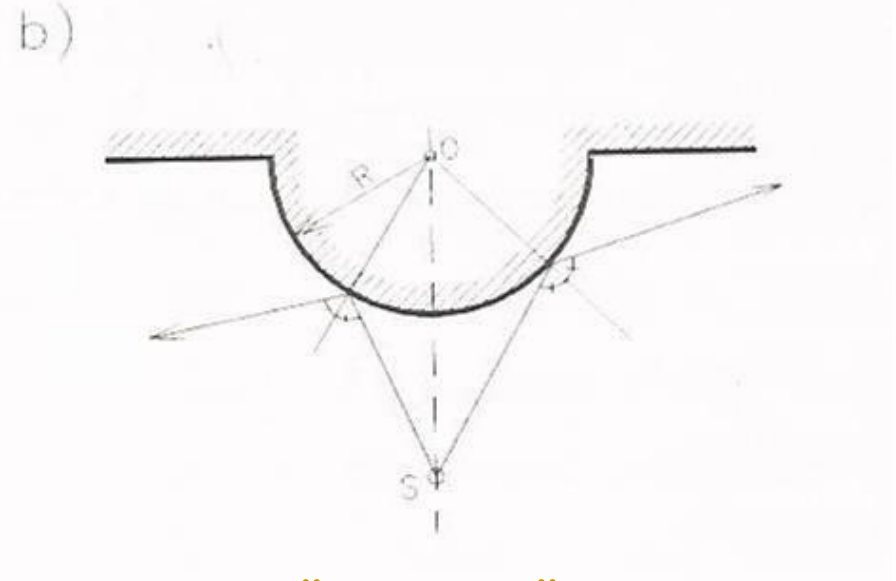
- Sesin yansımaları, dalga boyuna göre önemli farklılıklar gösterir. Kısa dalga boylu ince sesler ile uzun dalga boylu kalın seslerin düzgün yansıma yapabileceği yüzeyler farklıdır.
- Yüzeyin düzgünlükleri, gelen sesin dalga boyundan küçükse yansıma düzgün olur. Örneğin 3 metre dalga boyu olan bir kalın ses, yüzeyinde 30 cm'lik girinti çıkıntılar olan bir yüzeyden düzgün yansır.
- Oysa, 3 cm dalga boyu olan bir ince ses aynı yüzeyin girinti ve çıkıntılarında yansır.



İÇ BÜKEY ve DIŞ BÜKEY YÜZEYLERDEN YANSIMA



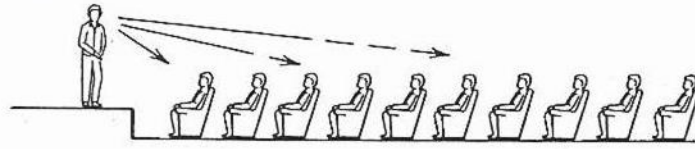
İÇ BÜKEY YÜZEY



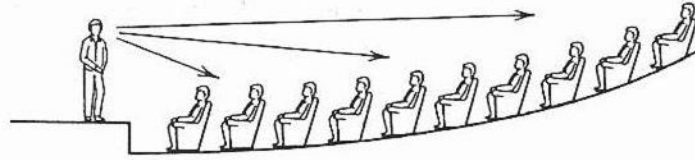
DIŞ BÜKEY YÜZEY



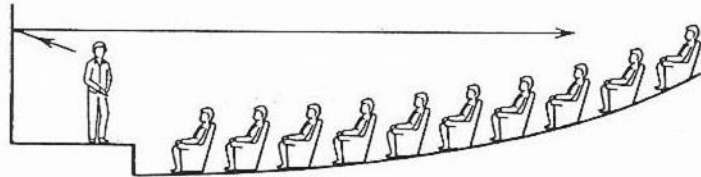
Açık Hava / Kapalı Mekan



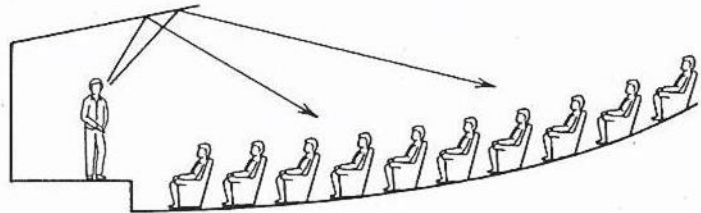
(a)



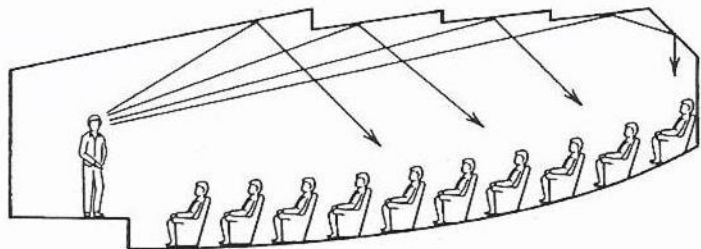
(b)



(c)



(d)



(e)

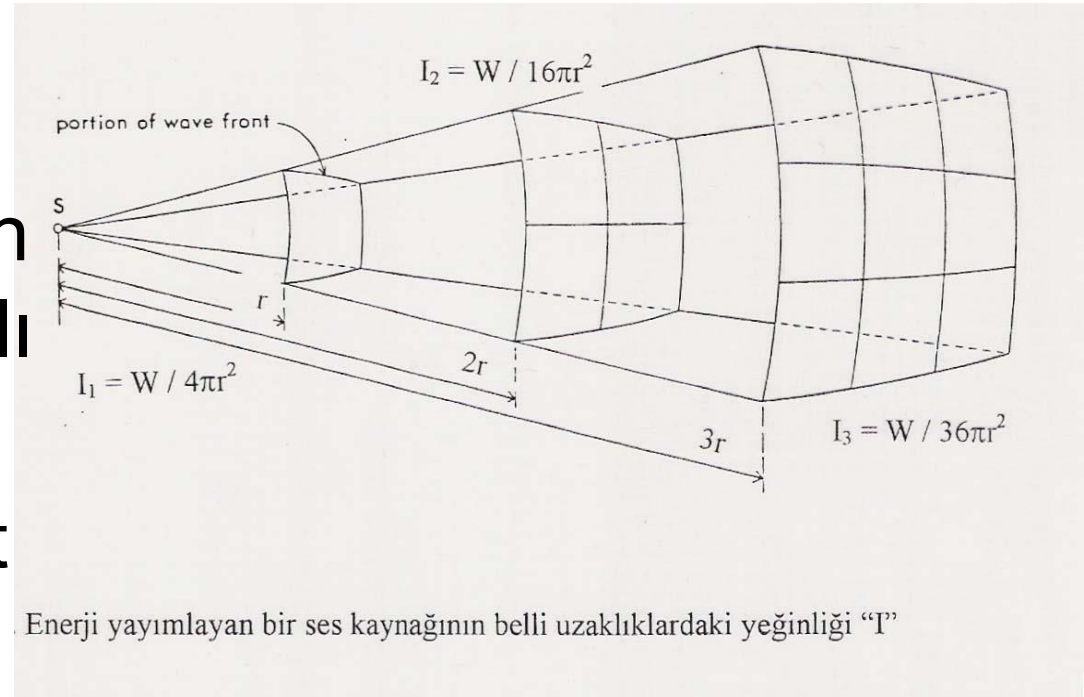
AÇIK HAVA



KAPALI MEKAN

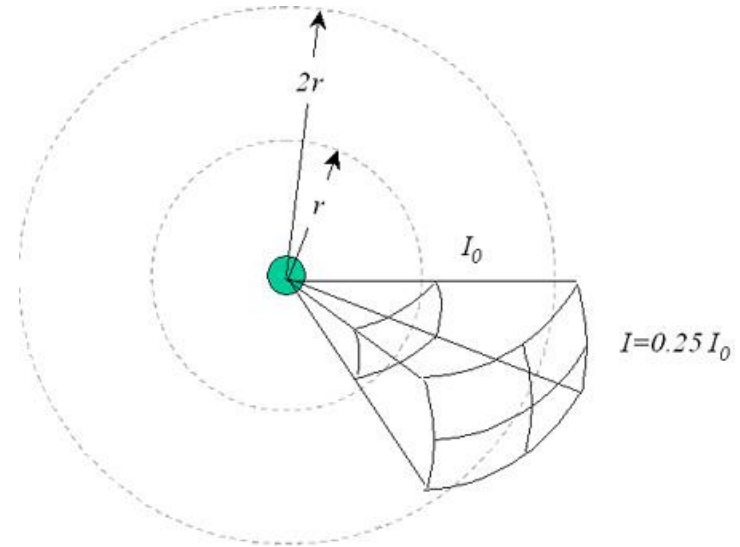
AÇIK HAVA → DOLAYSIZ SES

- Ses “doğrultulu”dur.
- Ses düzeyi uzaklığın karesiyle ters orantılı olarak azalır.
- Sabit uzaklıkta sabit ses düzeyi vardır.

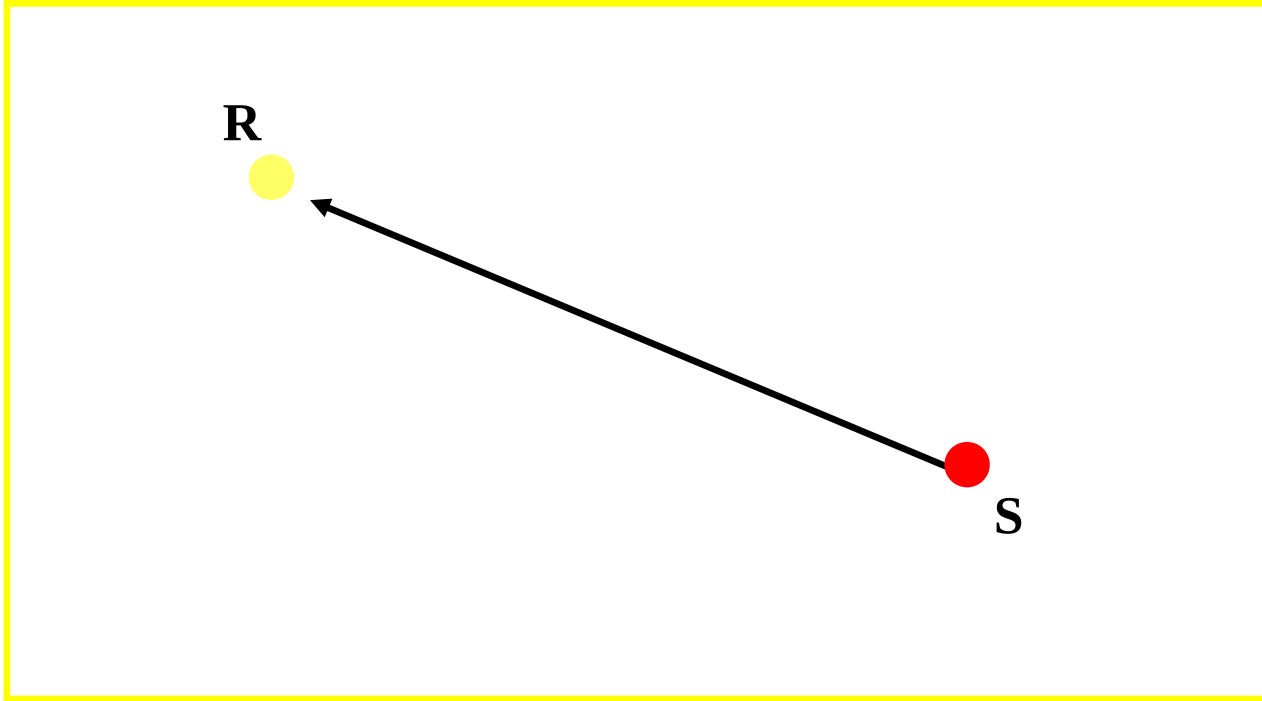


AÇIK HAVA → DOLAYSIZ SES

- Sesin kalitesi kaynaktan çıktığı gibidir.
- Kaynak sustuğunda ses de biter.
- Ses kaynağının yeri işitsel olarak kolayca belirlenebilir.

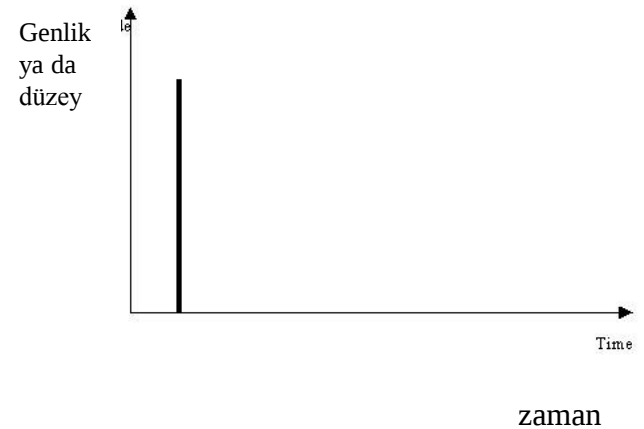
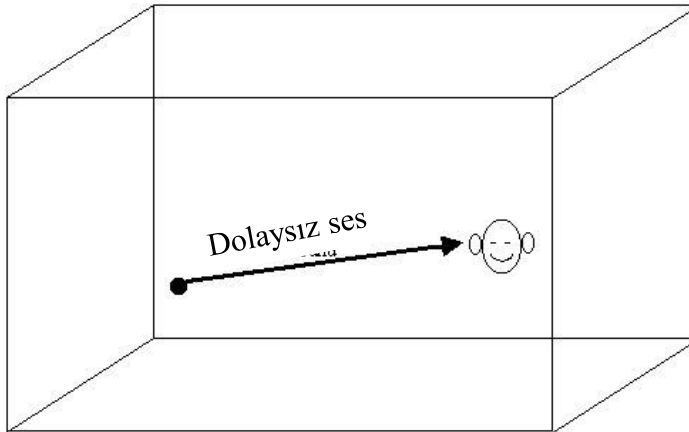


DOLAYSIZ SES



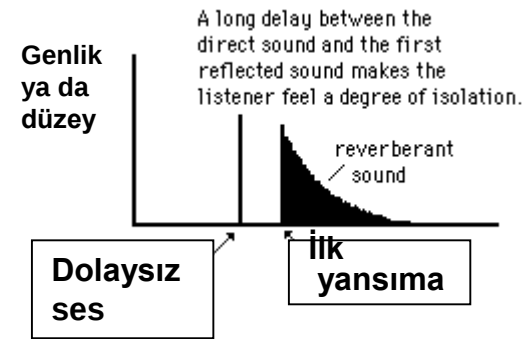
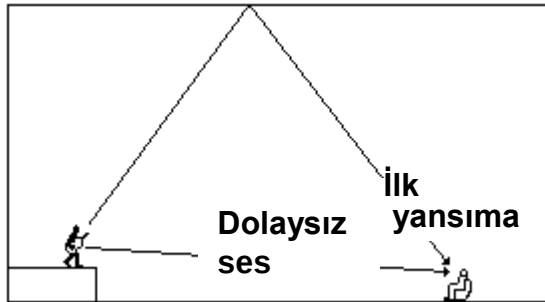
Dolaysız ses

- Dolaysız ses, kaynaktan çıkıp doğrudan –hiçbir yüzeyden yansımada- alıcıya ulaşan sestir.
- Dolaysız ses “kuru”, “yansımamış”, “dağılmamış” sestir.



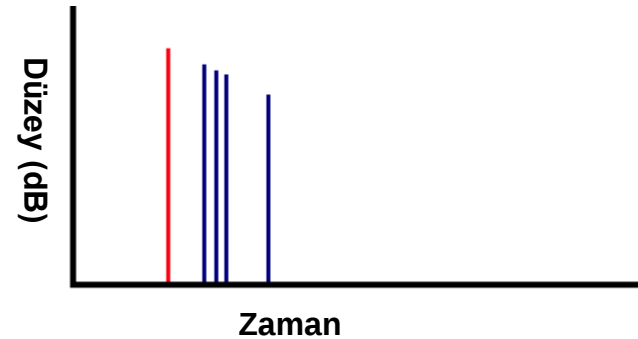
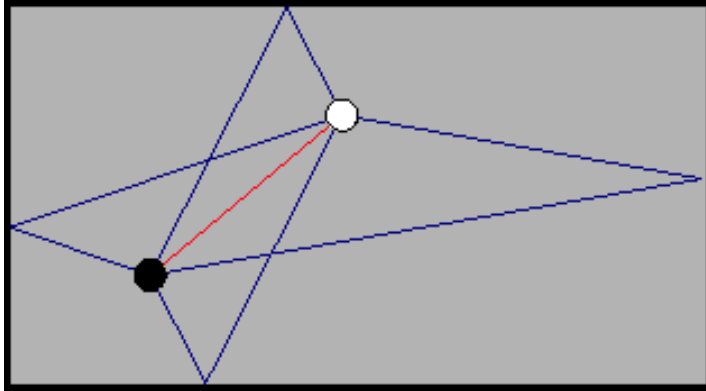
Yansıyan ses

- Yansıyan ses bir ya da birkaç yansımadan sonra alıcıya ulaşan sestir.



Birinci dereceden yansımalar

- Tek bir yüzeyden yansıyarak alıcıya ulaşan yansımalar birinci dereceden yansımalarlardır.



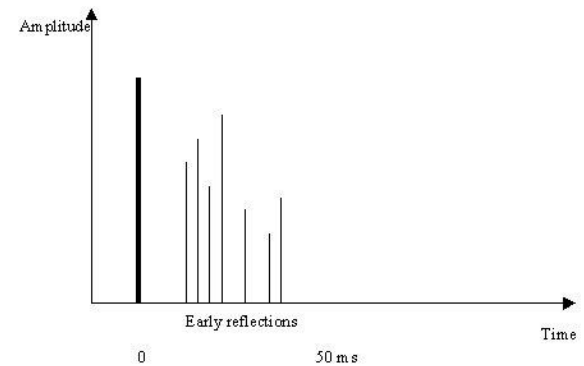
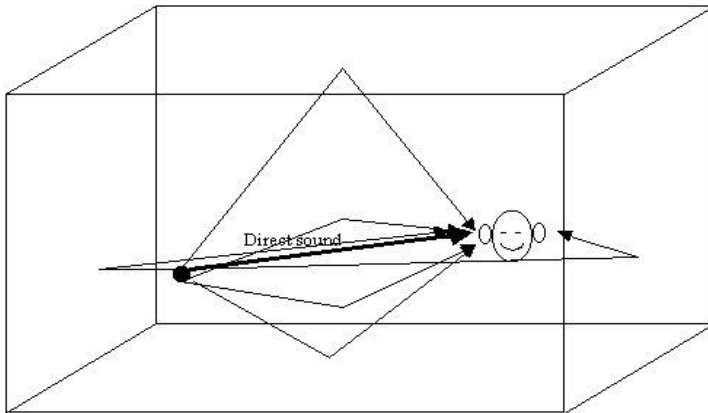
İmpuls yanıtı; kırmızı çizgi dolaysız ses, maviler birinci dereceden yansıyan sesler

İlk yansımalar

Dolaysız sesin alıcıya ulaşmasından kısa bir süre sonra ilk yansımalar alıcıya ulaşmaya başlar.

“İlk ulaşım gecikmesi” dolaysız sesin alıcıya ulaşması ile ilk yansıyan sesin alıcıya ulaşması arasındaki farktır.

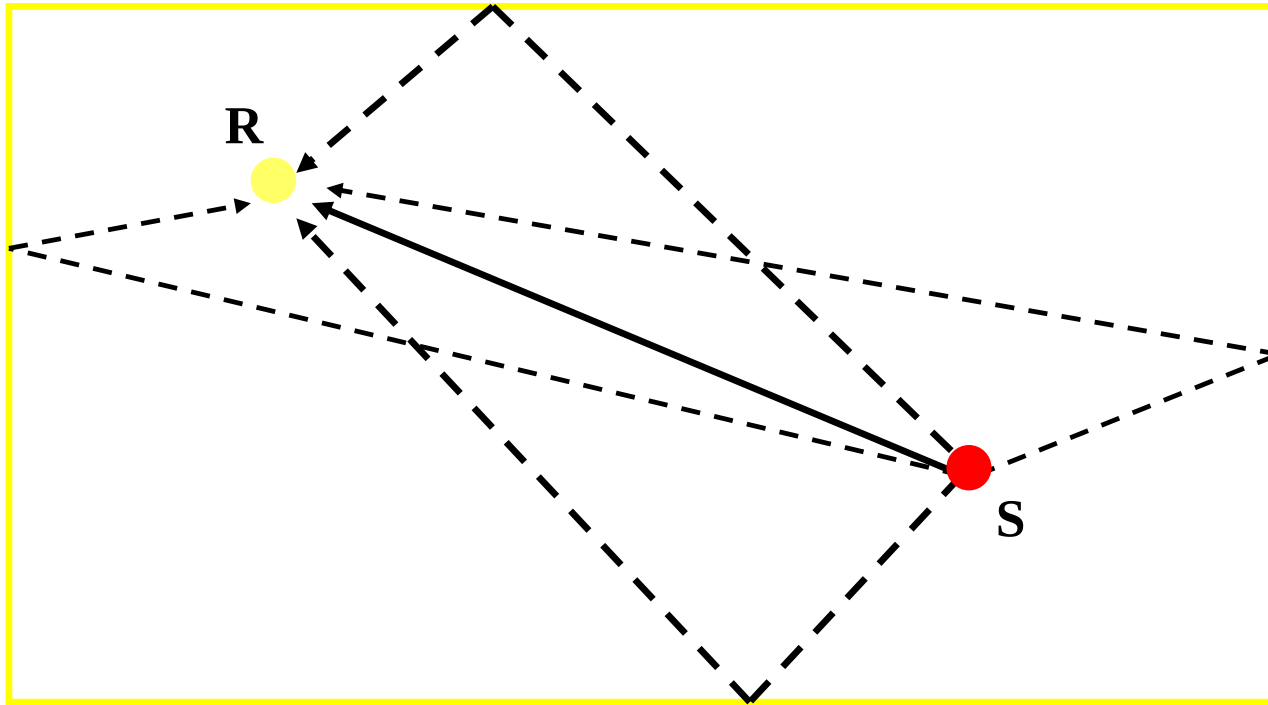
Dolaysız sesin kulağa gelmesinden kısa bir süre sonra (50-80 milisaniye), alıcıya ulaşan sesler algılanan ses düzeyini artırır. İlk ulaşım gecikmesi çok uzun olmamalıdır, yoksa ilk yansımalar dolaysız sestten bağımsız algılanır.



İlk yansımalar

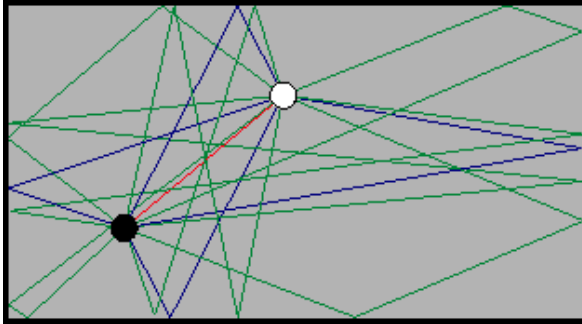


DOLAYSIZ SES + İLK YANSIMALAR

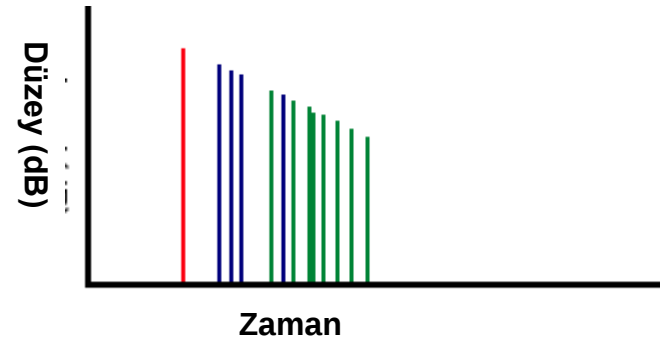


İkinci dereceden yansımalar

- İki yüzeyden yansıyarak alıcıya ulaşan seslerdir. İmpuls yanıtta görüldüğü gibi, ikinci dereceden bir yansıma, birinci dereceden bir yansımadan önce kulağa ulaşabilir (özellikle dar uzun hacimlerde).

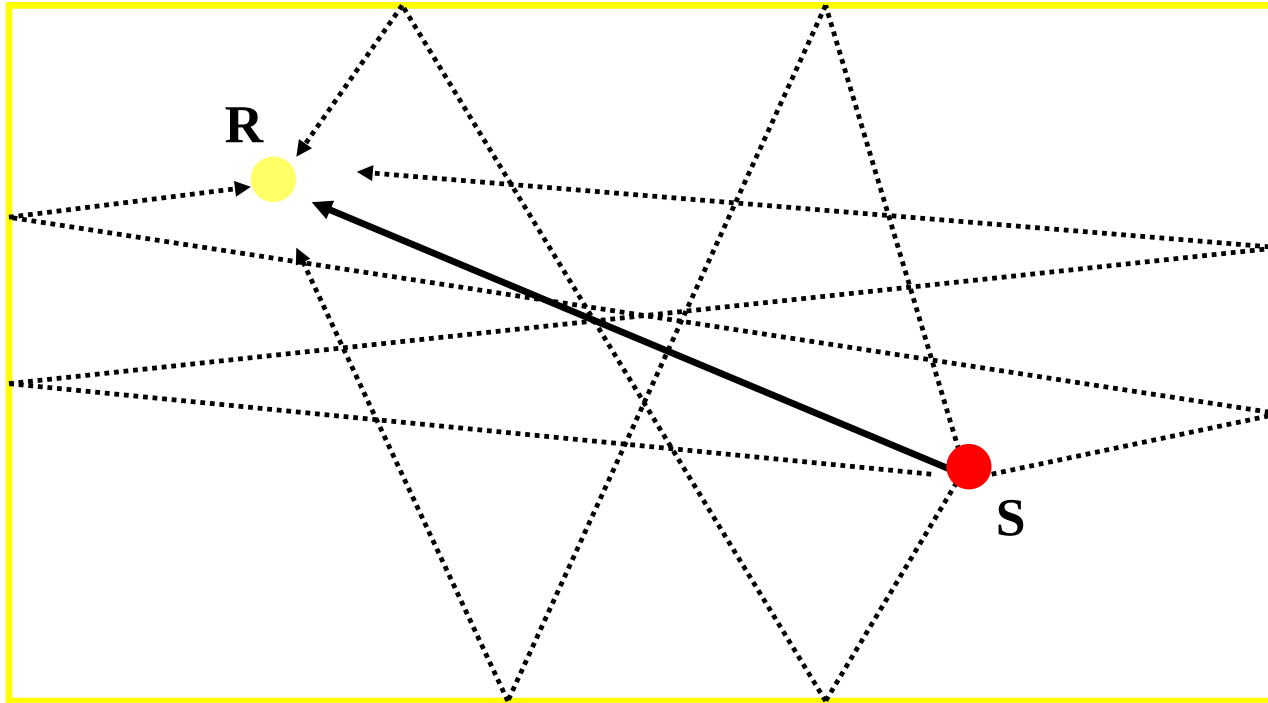


Yeşil çizgiler ikinci dereceden yansımaları göstermektedir.



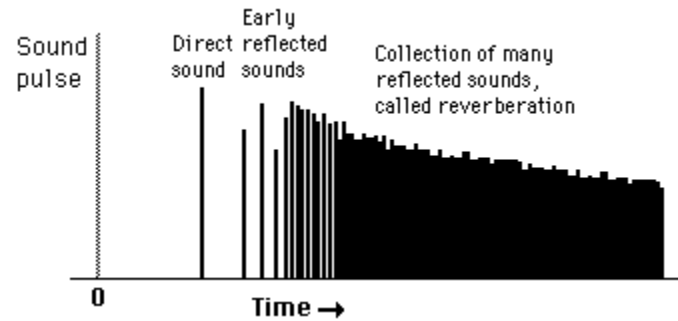
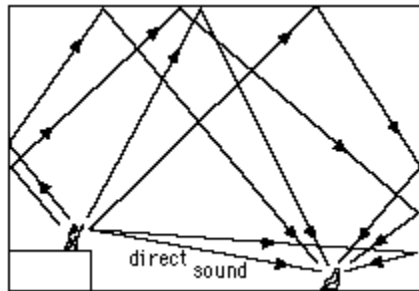
İmpuls yanıtı; yeşil çizgiler ikinci dereceden yansımalarıdır.

DOLAYSIZ SES + ÖTEKİ YANSIMALAR



Yansımış ses

- Yansımış ses hacimdeki yansıyan seslerin toplamıdır. Dolaysız sesi belirgin bir dizi yansıma ve ardından pek çok yansımanın toplamından oluşan ve “yansıma” adı verilen sesler topluluğu izler. Dolaysız ses ile ilk alıcıya ulaşan ilk yansıma arasındaki süre “ilk ulaşım gecikmesi” bir hacmin akustik kalitesinin belirlenmesinde önemli bir rol oynar.



Yansıışmış ses

- Yansıışmış sesin doğrultusu yoktur. Yansıışmış ses yayınıktır. (!)
- Yansıışmış sesin düzeyi kaynağa uzaklıkla değişmez; kuramsal olarak sabittir. (tam yayınik ses alanı olması durumunda).
- Yansıışmış ses zaman içinde –belli bir miktar- artar.

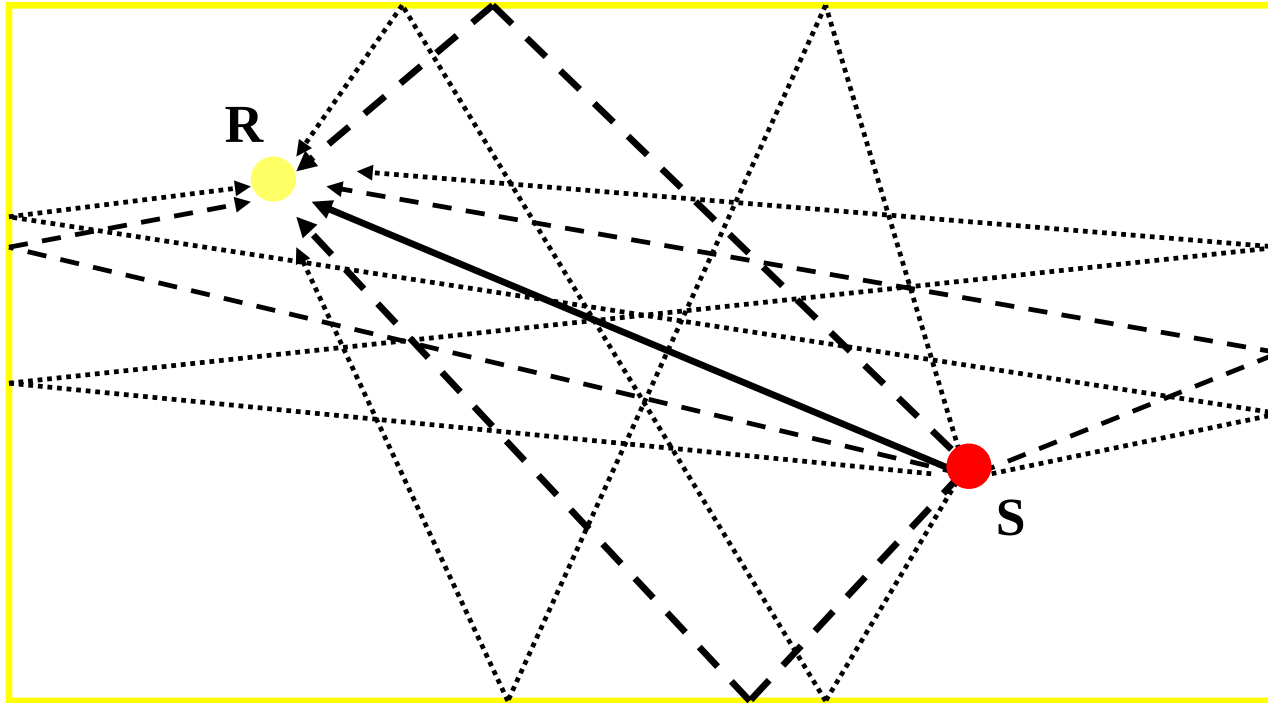


Yayınık ses alanı

- Bir kapalı mekanda ses enerjisi hacmin her noktasında eşit ise ya da ses enerjisi akışı her doğrultuda eşitse o mekanda “yayınık ses alanı”nın varlığından söz edilir.
- Pek çok değişik etken hacimde yayınlıklığı etkiler. Geometrik düzgünsüzlükler, odaklamaya yol açacak yüzeylerin olmaması, yutucu ve yansıtıcı yüzeylerin yüzeylerde gelişigüzel dağılımı, ses dağıtıcı nesne ve yüzeylerin varlığı gibi.



TOPLAM SES ALANI = Dolaysız + Yansımış



Açık hava ile fark

- **Sesin düzeyi**
- **Sesin algılanma süresi (yansıyan sesler)**
- **Ses kalitesi**



Yansışım

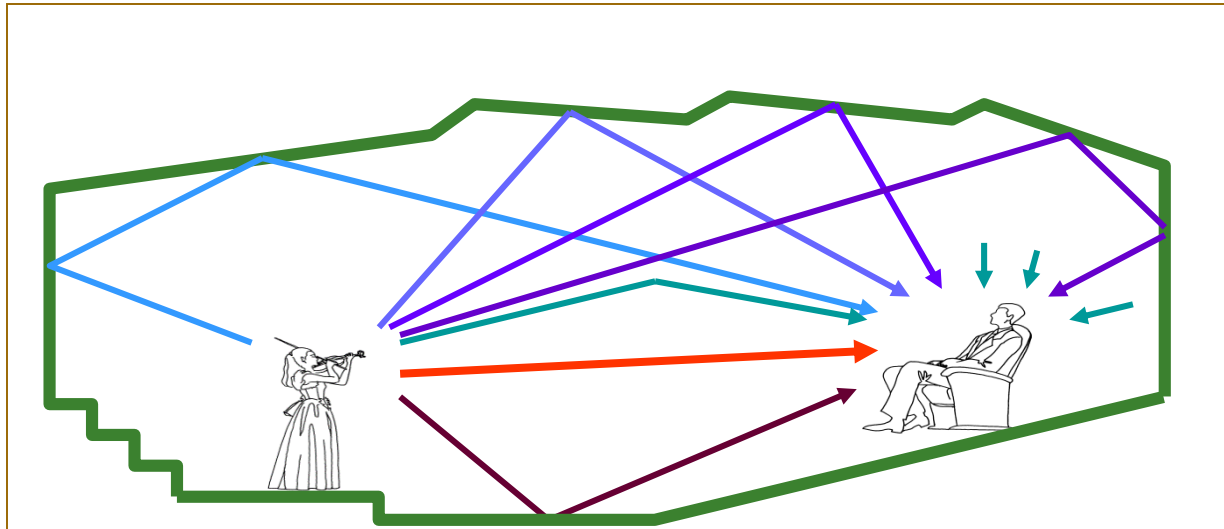
- Yansışım bir hacimde, orijinal ses kaynağı sustuktan sonra sesin devam etmesidir. Bir kapalı mekanda ses çıkarıldığında çok sayıda yansıma gelişir ve kaynak susunca bunlar yüzeylerde, nesnelerde ve havada yutularak yavaş yavaş söner.
- Bu olay aslında kaynak açıkken de vardır, ancak kaynak kapatılınca belirginleşir. **Kaynak kapatıldıktan sonra sesin yavaş yavaş azalarak sönmesine yansışım denir.**
- Büyük dini yapılar, spor salonları, büyük mağara gibi büyük hacimli mekanlarda yansışım süresi uzundur ve kolayca algılanır. Değişik müzik türlerinnin en iyi algılandığı yansışım süreleri vardır.



KAPALI MEKAN

Kapalı mekanda ses = Dolaysız ses +Yansıışmış ses

Kapalı mekanda ses alanı = Dolaysız ses alanı + Yayınık ses alanı

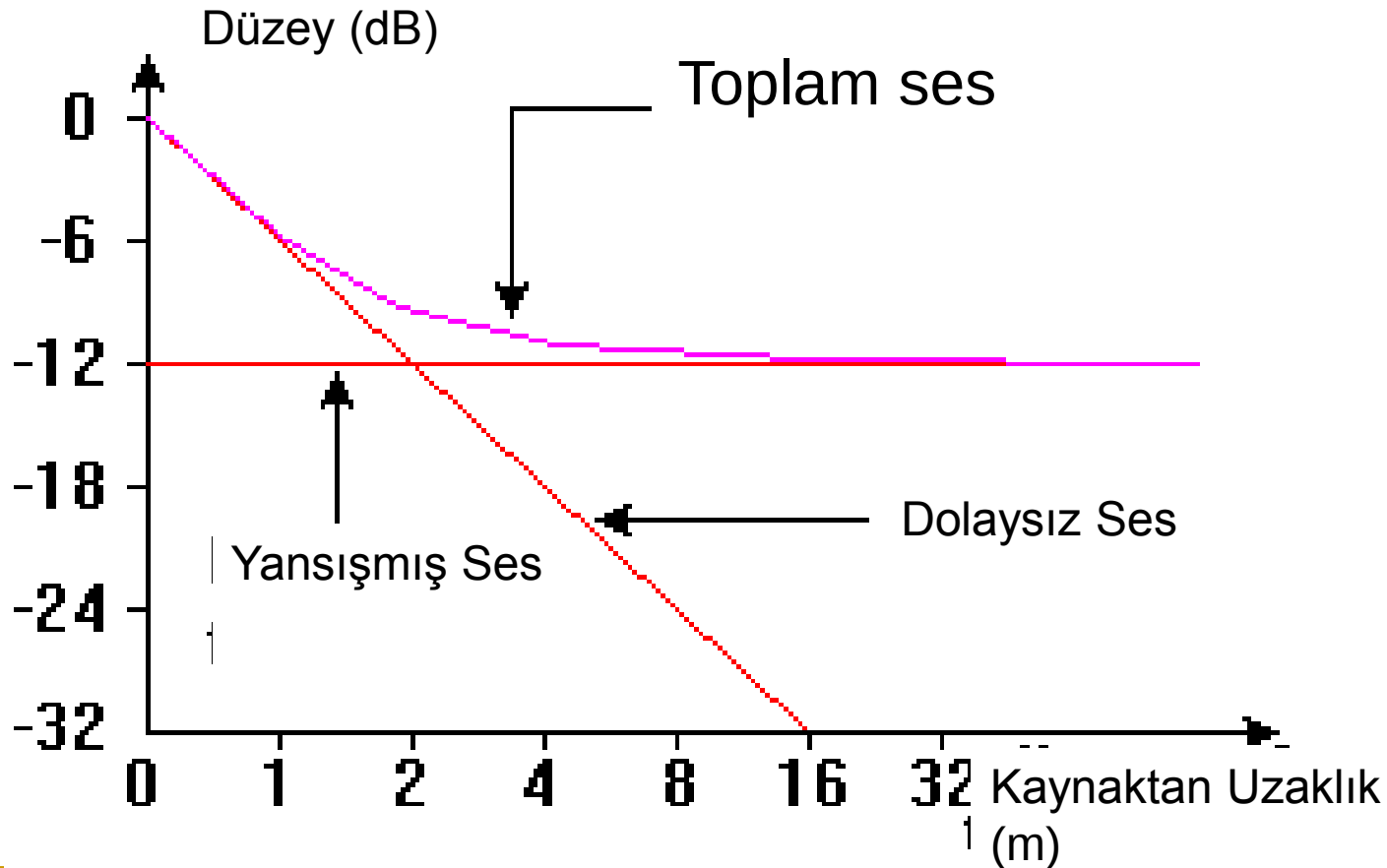


KAPALI MEKAN

- Kapalı mekanda üç tür ses vardır;
 1. Dolaysız ses
 2. İlk yansımalar
 3. Yansıışmış ses
- Dolaysız ses: Kaynaktan çıkıp hiçbir yüzeyden yansımadan alıcıya gelen ses
- İlk yansımalar: Bir ya da birkaç yansıma ile alıcıya ulaşan sesler,
- Yansıışmış ses: Kaynaktan çıkıp pek çok yüzeyden pek çok kez yansdıktan sonra alıcıya gelen sesler bütünü



KAPALI MEKAN SES DÜZEYİ



KAPALI MEKAN

- Doğrultulu ses açık havadaki gibi uzaklığın karesiyle ters orantılıdır.
- Yayınık ses hacmin yutuculuğuna bağlı olarak artar.
- Yayınık ses düzeyi –teorik olarak- hacmin her noktasında aynıdır.
- Ses kalitesi hacmin çeşitli özelliklerine bağlı olarak artar ya da azalır.



KARŞILAŞTIRMA

Açık hava	Kapalı Mekan
Dolaysız ses	Dolaysız + Yansışmış ses
Doğrultulu ses alanı	Doğrultulu + yayınık ses alanı
Ses düzeyi sabit ve kaynak gücüne bağlı	Ses düzeyi yansışmış ses nedeniyle artar
Kaynaktan uzaklaştıkça ses, uzaklığın karesiyle azalır.	Uzaklıkla azalma, yayınık ses alanına bağlı
Ses kalitesi kaynaktan çıktığı gibidir.	Ses kalitesi artabilir ya da azalabilir.



Hacim tasarımımda akustiğın etkisi

- Salonun fiziksel sınırlarının belirlenmesi
 - Hacim büyüklüğü
 - Hacmin biçimlenişi
 - Akustik kusurlar
- Salonun iç yüzeylerinin biçimlendirilmesi
 - Kaynak dinleyici ilişkisi
 - Sahne tasarımı
- Yüzey gereçlerinin seçimi
 - Yutucu yüzeyler
 - Yansıtıcı yüzeyler
 - Dağıtıcı yüzeyler



SALONUN FİZİKSEL SINIRLARININ BELİRLENMESİ

Hacim büyüklüğü

- Dinleyici sayısı
- Hacmin amacı

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

N = Maksimum dinleyici sayısı

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

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

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

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

Amaç	Kişi başına hacim (m ³)
Tiyatro, sinema	4 - 6
Opera	6 - 8
Çok amaçlı salonlar	6 - 8
Konser salonları	8 - 10



SALONUN FİZİKSEL SINIRLARININ BELİRLENMESİ

Hacim biçimlenişi

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



SALONUN FİZİKSEL SINIRLARININ BELİRLENMESİ

Hacim biçimlenişi

- Erken salon tasarımları bir biçimde dairesel formları esas alsa da sonraki yüz yıllarda dikdörtgen ve açılı biçimler tercih edilmiştir.



Aspendos tiyatrosu,
Antalya (161-180 AD)



Teatro Olimpico, Vicenza (1580) Grosser Musikvereinssaal; Viyana (1870)



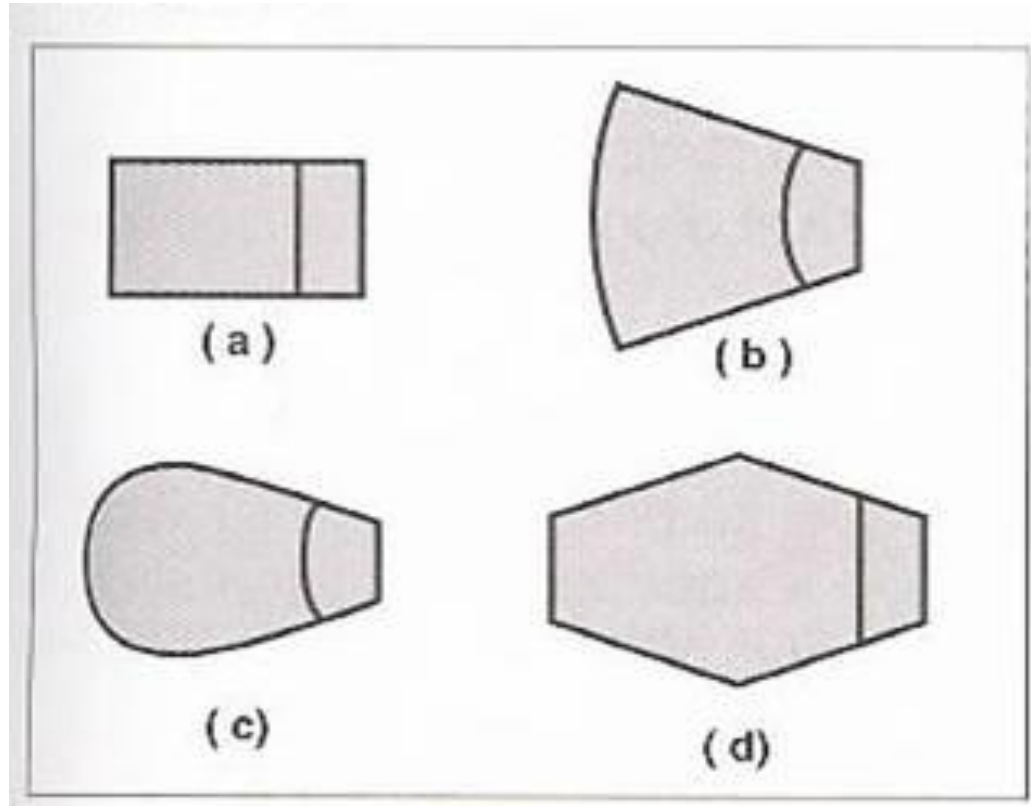
Berlin Philharmony (1963)



SALONUN FİZİKSEL SINIRLARININ BELİRLENMESİ

Hacim biçimlenişi

- (a) Dikdörtgen plan
- (b)Yelpaze plan
- (c) At nalı plan
- (d) Merkezi ve gelişigüzel plan



SALONUN FİZİKSEL SINIRLARININ BELİRLENMESİ

Hacim biçimlenişi

Dikdörtgen planlarda akustik açıdan uygun boyut oranları

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

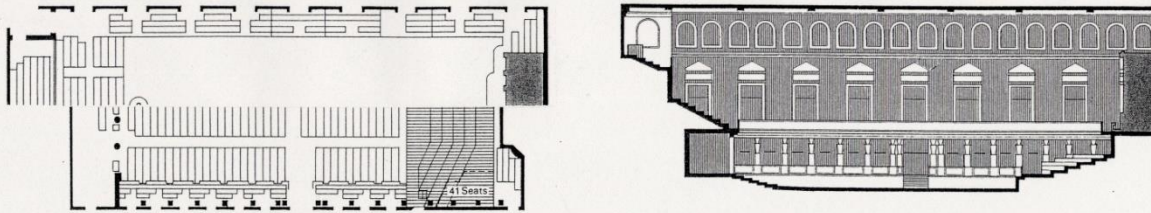


SALONUN FİZİKSEL SINIRLARININ BELİRLLENMESİ

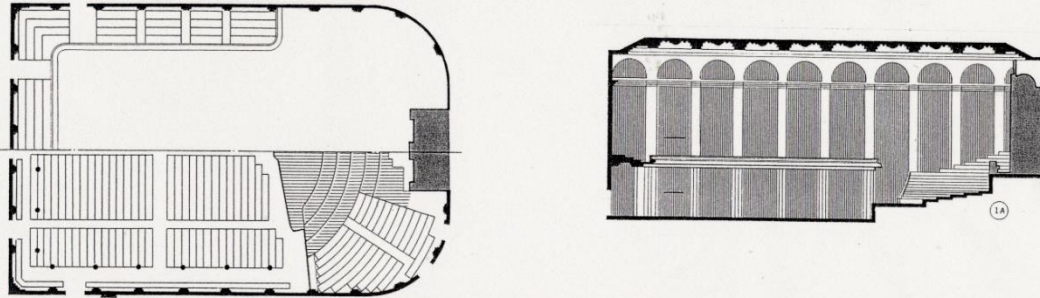
Hacim biçimlenişi

Dikdörtgen planlı salonlara örnekler

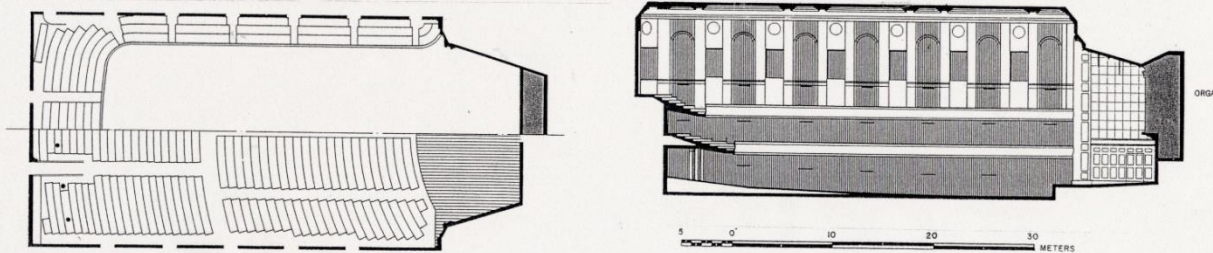
VIENNA, GROSSER MUSIKVEREINSSAAL (1870, 1680 seats)



AMSTERDAM, CONCERTGEBOUW (1888, 2,206 seats)

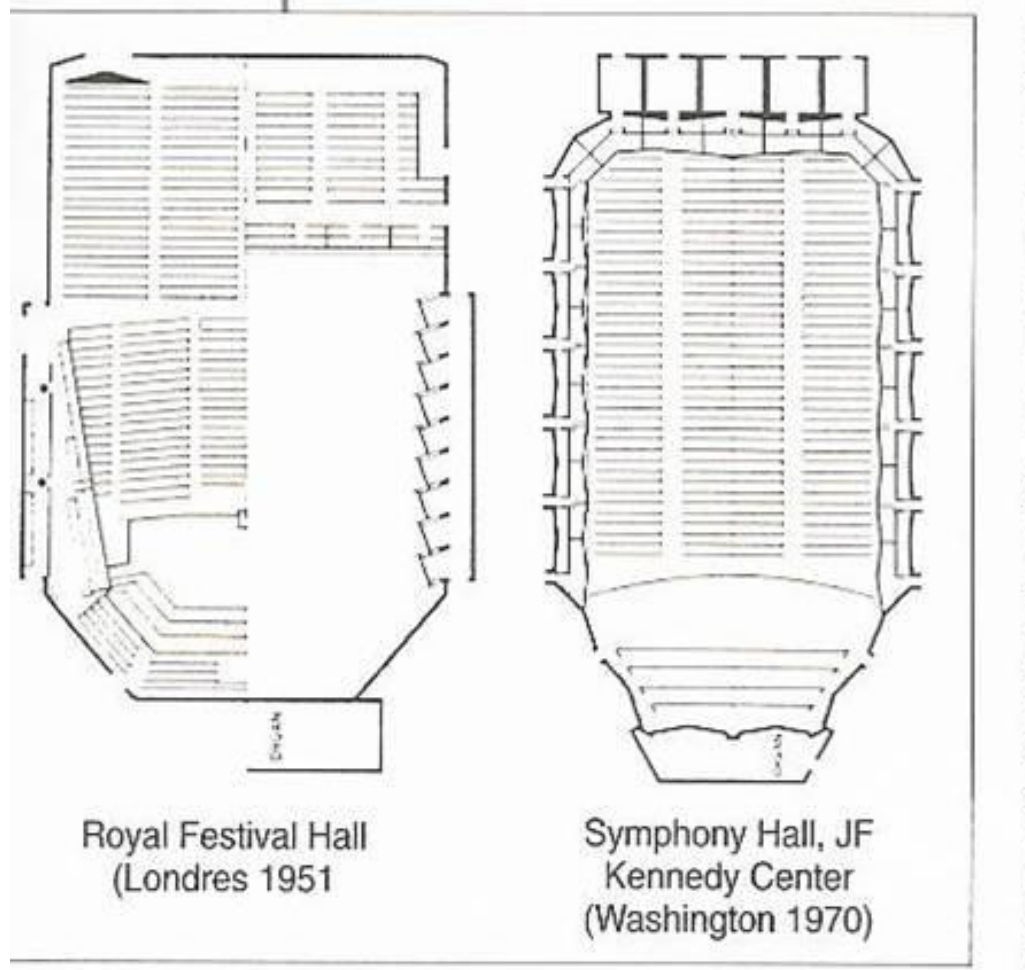


BOSTON, SYMPHONY HALL (1900, 2631 seats)



SALONUN FİZİKSEL SINIRLARININ BELİRLENMESİ

Dikdörtgen planlı salonlar



Konser salonu tasarımı trendleri

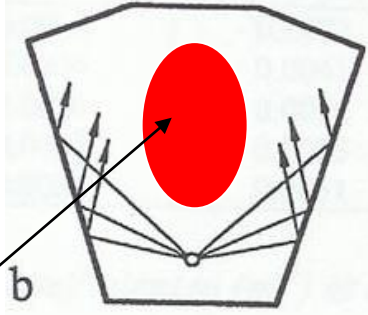
Son 50 yılla inşa edilmiş konser salonlarının plan tiplerinin onar yıllık dönemlerdeki dağılımı

■ Dönem	dikdörtgen	altıgen	yelpaze	arena
■ 1960-69	%19	%31	%25	%6
■ 1970-79	%26	%9.5	%40.5	%14
■ 1980-89	%46	%3	%16	%24
■ 1990-99	%69.5	—	%8	%13
■ 2000-09	%57.5	—	%7.5	%27



SALONUN FİZİKSEL SINIRLARININ BELİRLENMESİ

YELPAZE PLANLI SALONLAR

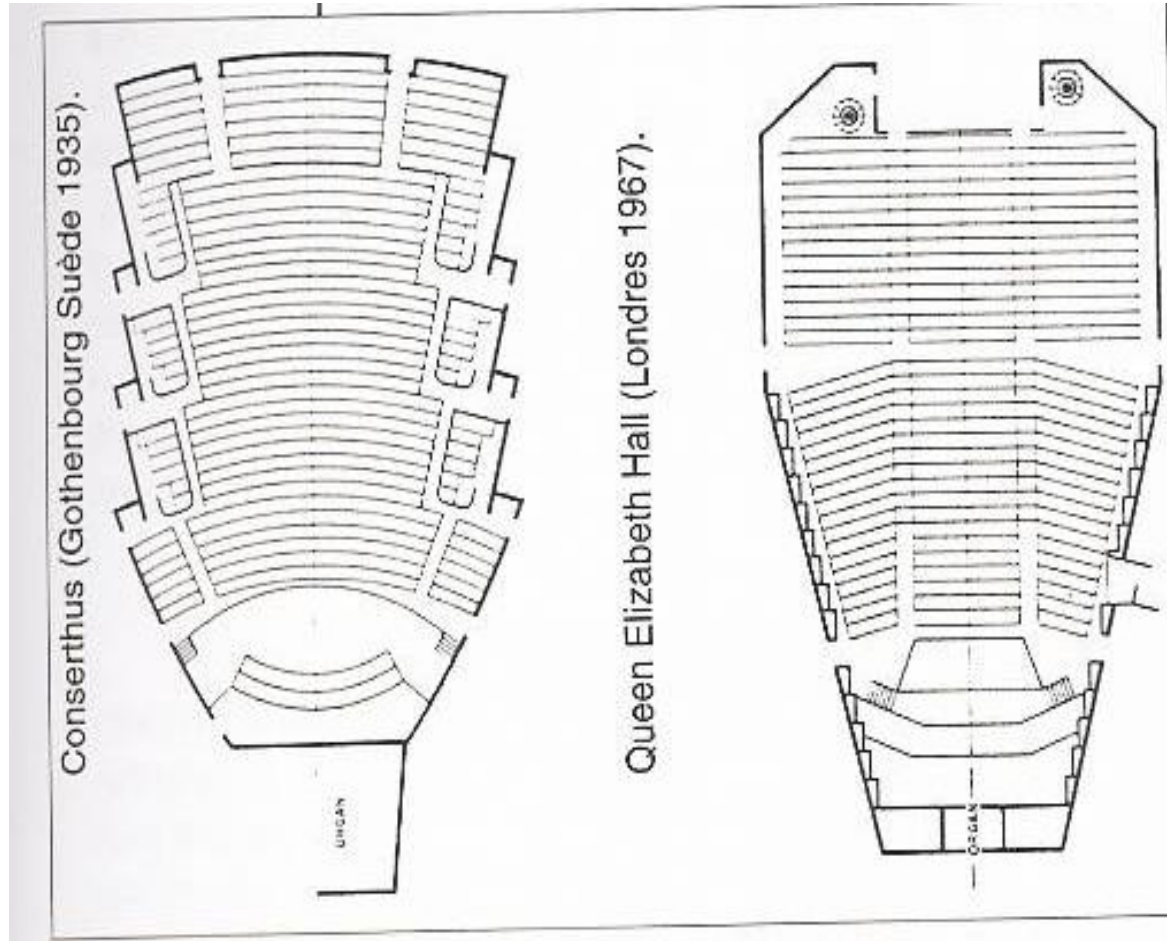


- Yelpaze biçimi daha çok dinleyicinin sahneye eşit uzaklıkta konumlandırılmasına olanak tanır bu nedenle de mimarlar tarafından tercih edilir. Ancak geniş ve büyük yelpaze biçimli salonlarda **dinleyici alanının ortasındaki akustik koşullar yanal yansımaların yetersizliğinden ötürü kötüdür.**
- Bu alanlar **hacimlilik ve ses gücü (strenght)** açısından da yetersizdir. Bu nedenle yelpazenin açıklık açısı önem kazanır.
- Yelpaze biçimi salonlarda arka duvar nedeni ile odaklanma ve yankıya yol açabilir.



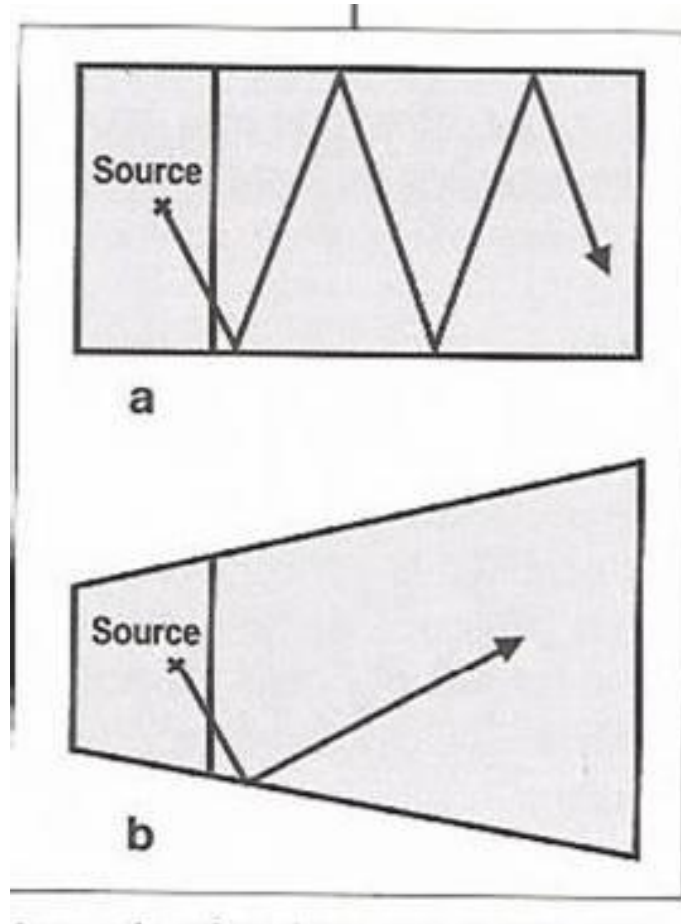
SALONUN FİZİKSEL SINIRLARININ BELİRLENMESİ

YELPAZE PLANLI SALONLAR



SALONUN FİZİKSEL SINIRLARININ BELİRLENMESİ

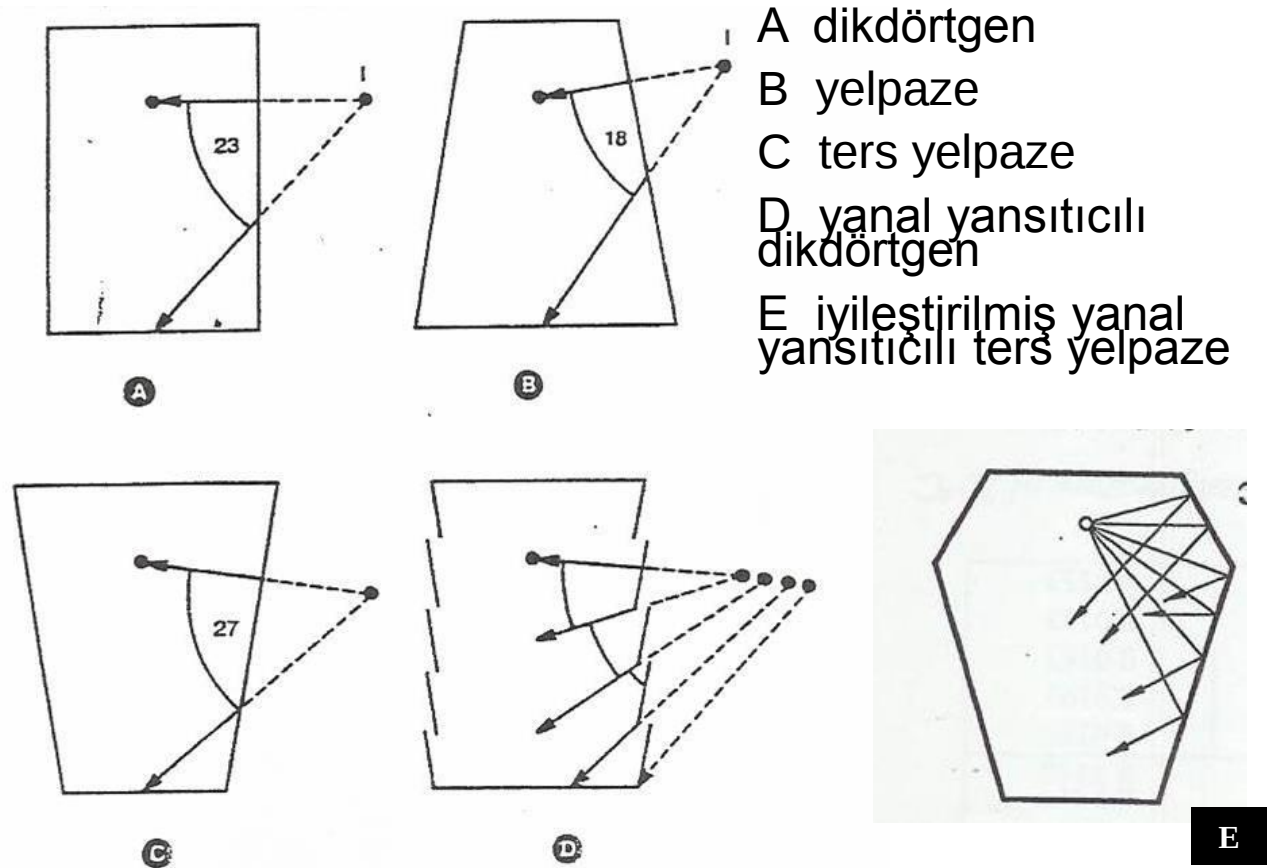
Dikdörtgen ve yelpaze plan tiplerinin karşılaştırılması



SALONUN FİZİKSEL SINIRLARININ BELİRLENMESİ

Dikdörtgen ve yelpaze plan tiplerinin karşılaştırılması

Değişik plan tiplerinin yararlı yanal yansıtma alanlarının karşılaştırılması

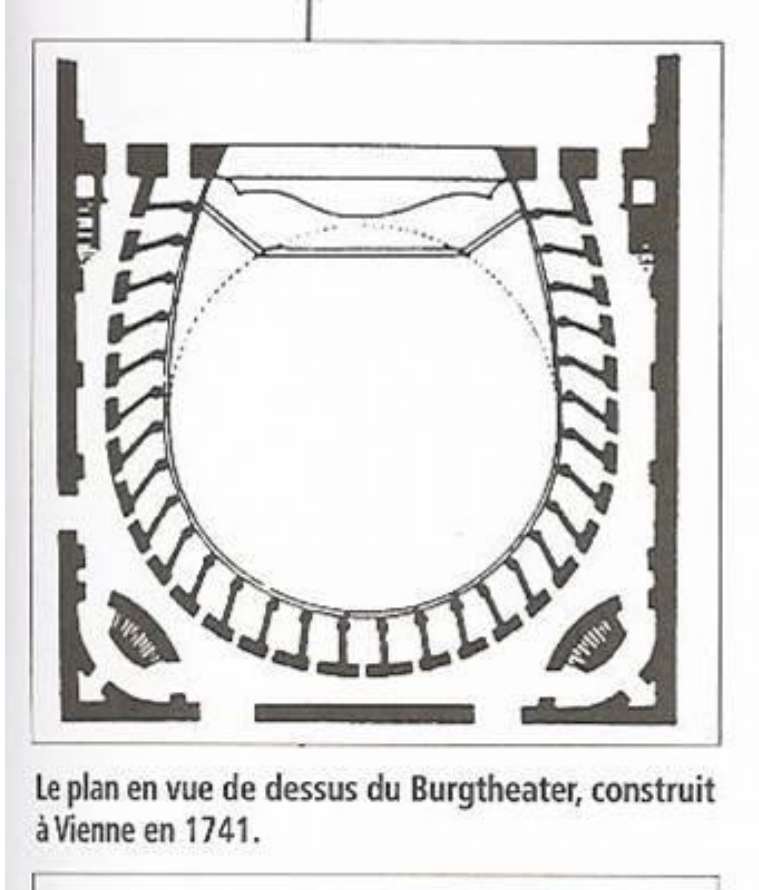


Ters yelpaze daha çok yanal yansıma sağlar.

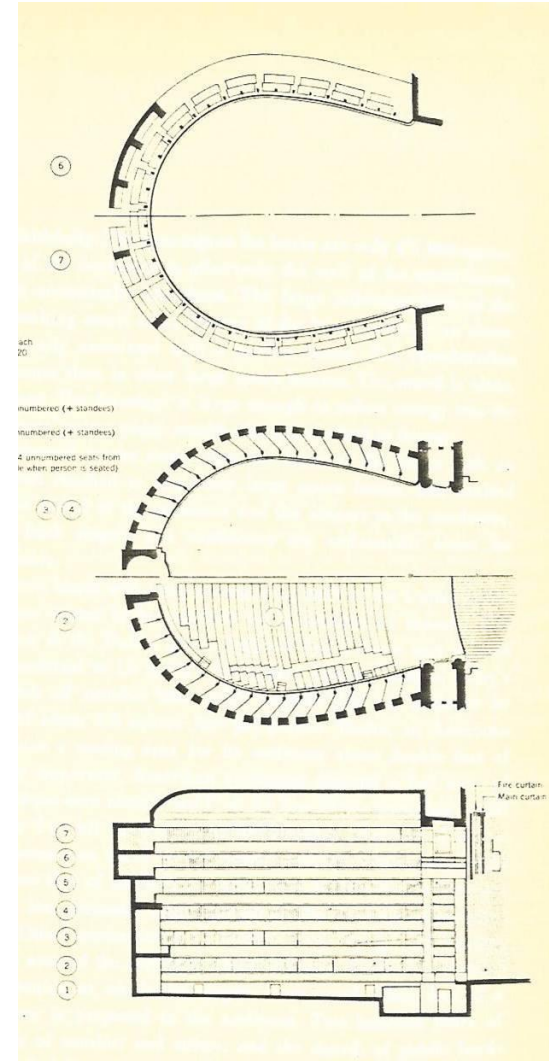


SALONUN FİZİKSEL SINIRLARININ BELİRLENMESİ

AT NALI PLANLI SALONLAR



BURGTHEATER VİYANA, 1741



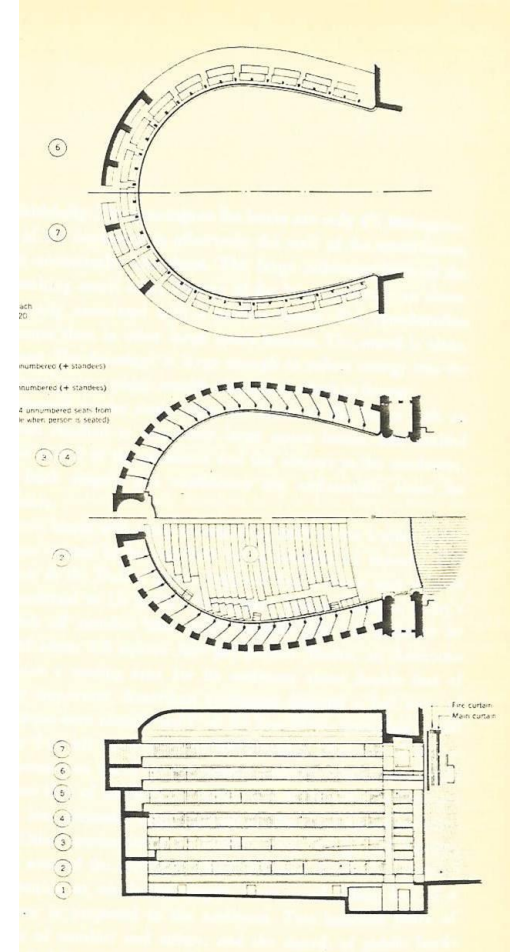
LA
SCALA
MILANO
1778



SALONUN FİZİKSEL SINIRLARININ BELİRLENMESİ

AT NALI PLANLI SALONLAR

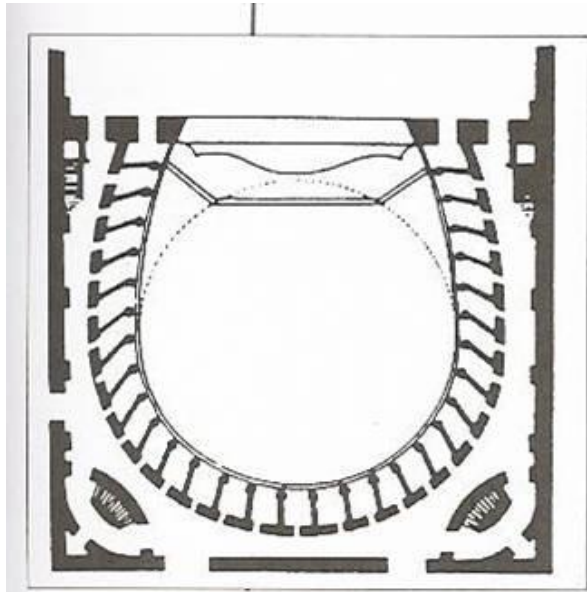
- At nalı planlı salonlarda daha fazla sayıda dinleyiciyi sahneye eşit uzaklıkta yerleştirme imkanı vardır.
- At nalı planlı salonlarda dinleyici yutuculuğu düzeyinde de düzgün dağılır.
- Süslemeler ve girinti çıkıntılar sesin hacme yayılmasını kolaylaştırır.
- Bununla birlikte at nalı salonlarda toplam yutuculuk arttığından RT göreceli olarak daha kısa olur.



LA SCALA MİLANO 1778

SALONUN FİZİKSEL SINIRLARININ BELİRLENMESİ

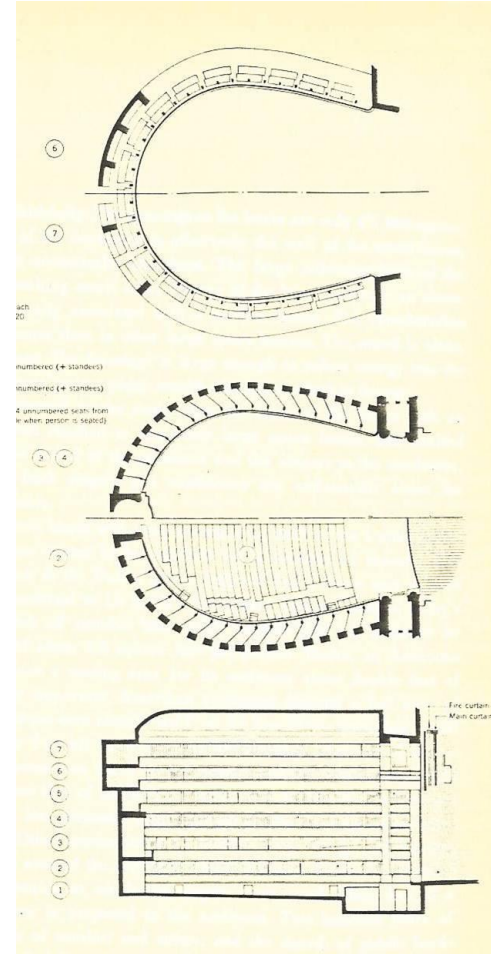
AT NALI PLANLI SALONLAR



Le plan en vue de dessus du Burgtheater, construit

BURGTHEATER

VİYANA, 1741



LA
SCALA
MILANO
1778



SALONUN FİZİKSEL SINIRLARININ BELİRLENMESİ

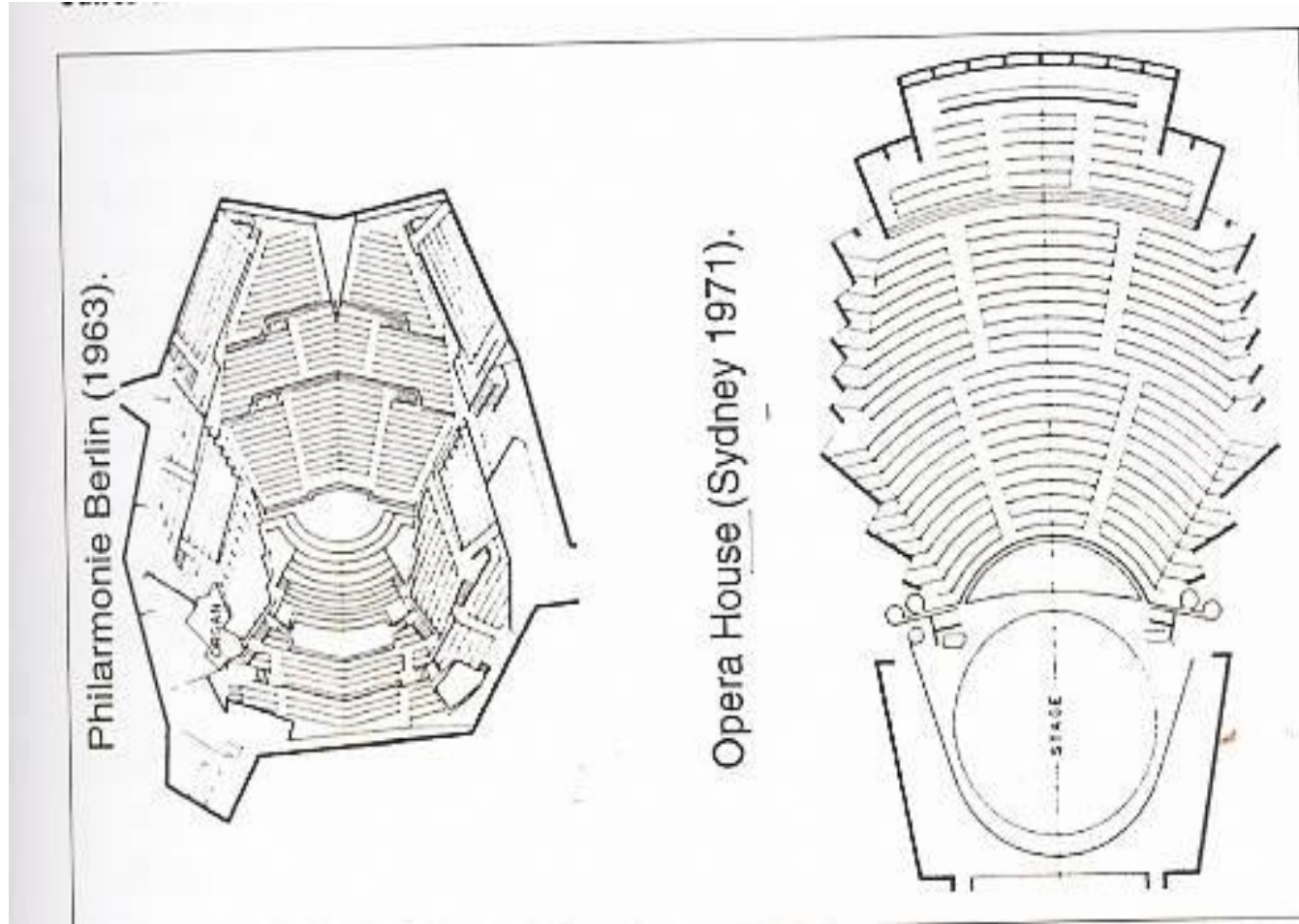
MERKEZİ YA DA GELİŞİGÜZEL PLANLI SALONLAR

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



SALONUN FİZİKSEL SINIRLARININ BELİRLENMESİ

MERKEZİ YA DA GELİŞİGÜZEL PLANLI SALONLAR



SALONUN FİZİKSEL SINIRLARININ BELİRLENMESİ MERKEZİ YA DA GELİŞİGÜZEL PLANLI SALONLAR

- Dinleyicilerin yakınlığı kesitte değişik yansıtıcı yüzeyler kullanılmasını kolaylaştırır. Bu salonlara **ÜZÜM BAĞI** tipli salonlar da denir.



Christchurch Town Hall



Philharmony Hall, Munich

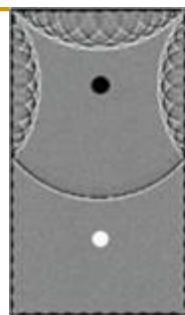


Konser salonu tasarımı trendleri

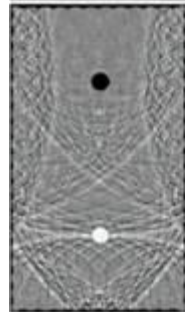
Son 50 yılla inşa edilmiş konser salonlarının plan tiplerinin onar yıllık dönemlerdeki dağılımı

■ Dönem	dikdörtgen	altıgen	yelpaze	arena
■ 1960-69	%19	%31	%25	%6
■ 1970-79	%26	%9.5	%40.5	%14
■ 1980-89	%46	%3	%16	%24
■ 1990-99	%69.5	—	%8	%13
■ 2000-09	%57.5	—	%7.5	%27

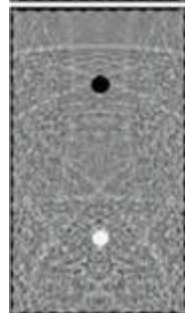




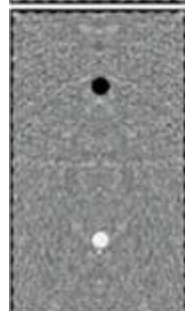
35 ms



90 ms

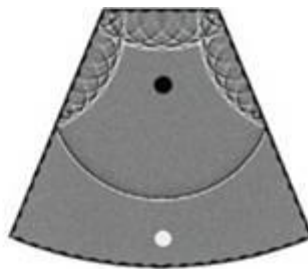


145 ms

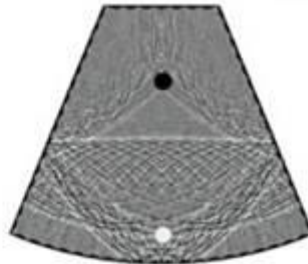


200 ms

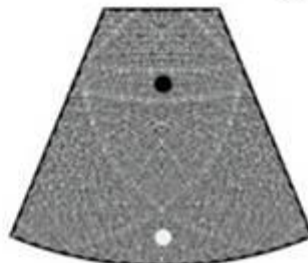
(a) Rectangular



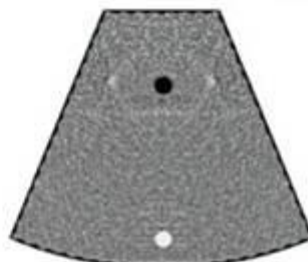
35 ms



90 ms

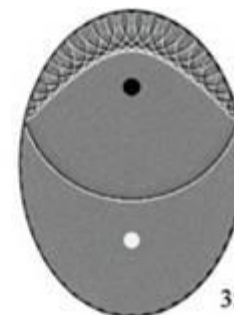


145 ms

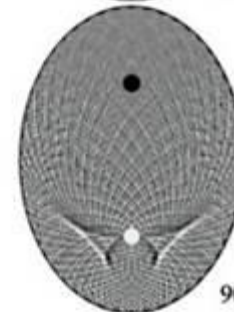


200 ms

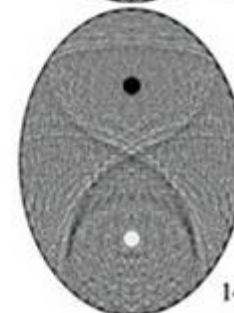
(b) Fan-shaped



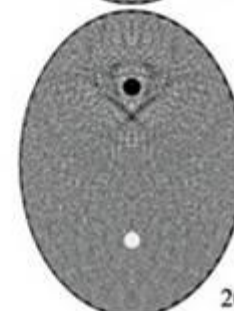
35 ms



90 ms

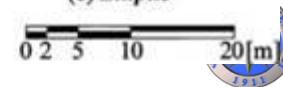


145 ms



200 ms

(c) Elliptic



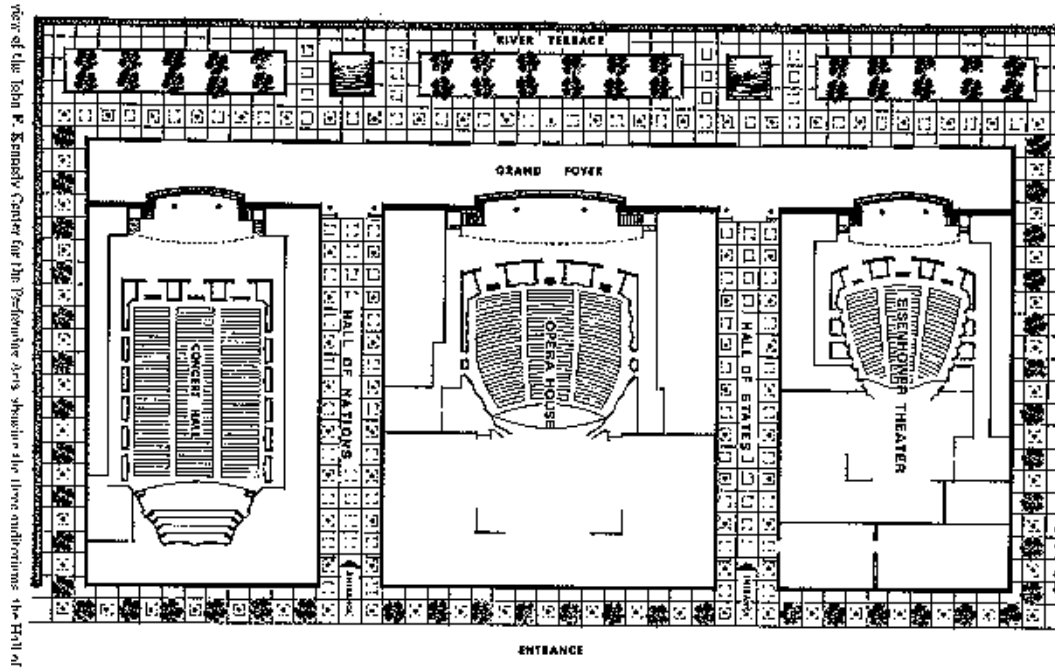
Özet

- **Dikdörtgen plan** genelde iyi yanal yansıma sağlar ve yüksek akustik kalite oluşturur. Bu biçim özellikle **müzik** için tercih edilir.
- **Yelpaze planın** akustik performansı genişliğine ve işlevine bağlıdır. Daha fazla dolaysız ses ve yanal ses gerektiren **konuşma** amaçlı işlevler için bu biçim daha uygundur.
- **At nalı plan tiyatrosu** ve **opera** için uygundur ancak klasik müzik için uygun değildir.
- **Merkezi ya da gelişigüzel planların** akustik başarısı yanal ve tavan yansıtıcılarının tasarımına bağlıdır.



Unutmayın

- Tüm hacim tiplerinin olumlu ve olumsuz yönleri vardır.
- Akustik danışmanın rolü mimari konsept ile akustik kalite arasındaki dengeyi sağlamaktır.



Hacim tasarımımda akustiğın etkisi

- Salonun fiziksel sınırlarının belirlenmesi
 - Hacim büyüklüğü
 - Hacmin biçimlenişi
 - Akustik kusurlar
- Salonun iç yüzeylerinin biçimlendirilmesi
 - Kaynak dinleyici ilişkisi
 - Sahne tasarımı
- Yüzey gereçlerinin seçimi
 - Yutucu yüzeyler
 - Yansıtıcı yüzeyler
 - Dağıtıcı yüzeyler



SALONUN FİZİKSEL SINIRLARININ BELİRLENMESİ

AKUSTİK KUSURLAR

ODAKLANMA

YANKI

VURGUSAL YANKI



SALONUN FİZİKSEL SINIRLARININ BELİRLENMESİ

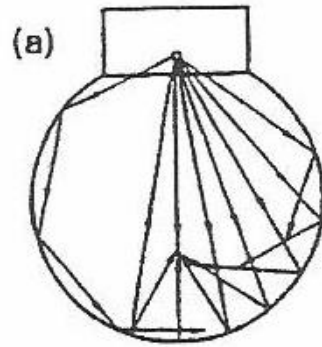
AKUSTİK KUSURLAR Odaklanma

- İç bükey yüzeylerin, ses ışınlarının bir noktada ya da çok küçük bir alanda toplanmalarına yol açmasına **ODAKLANMA** denir.
- Odaklanma, hacimde ikincil ses kaynağı yaratarak kaynağın yerinin algılanmasını güçleştirir.
- Hacimde ses alanının düzgün yayılmasına engel olur.
- Hacimde ses düzeylerinin düzgün dağılımına engel olur.

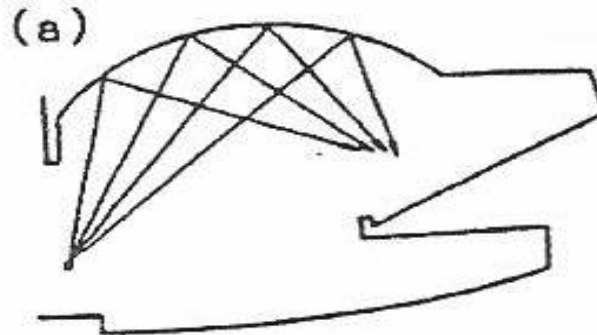


SALONUN FİZİKSEL SINIRLARININ BELİRLENMESİ

AKUSTİK KUSURLAR Odaklanma



Planda odaklanma



kesitte odaklanma

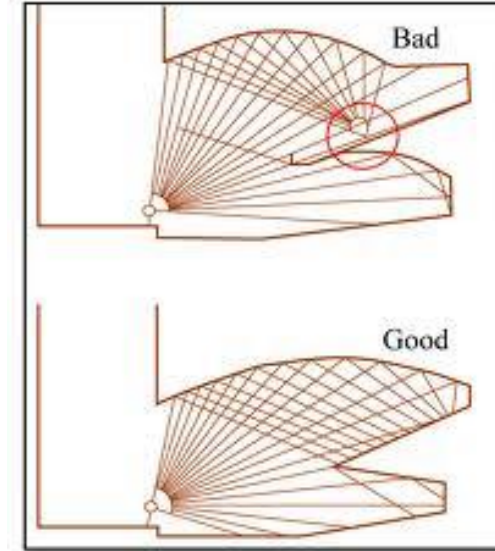
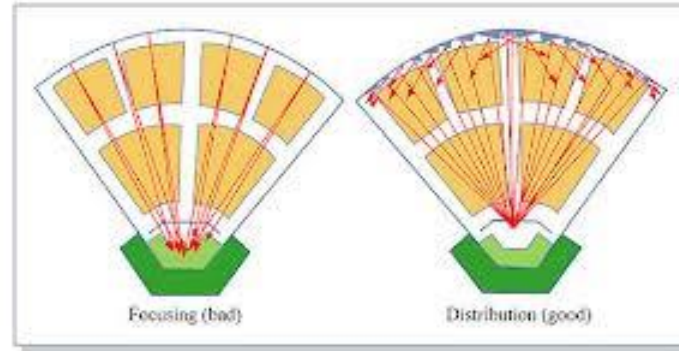


SALONUN FİZİKSEL SINIRLARININ BELİRLENMESİ

AKUSTİK KUSURLAR Odaklanma

Odak noktası,

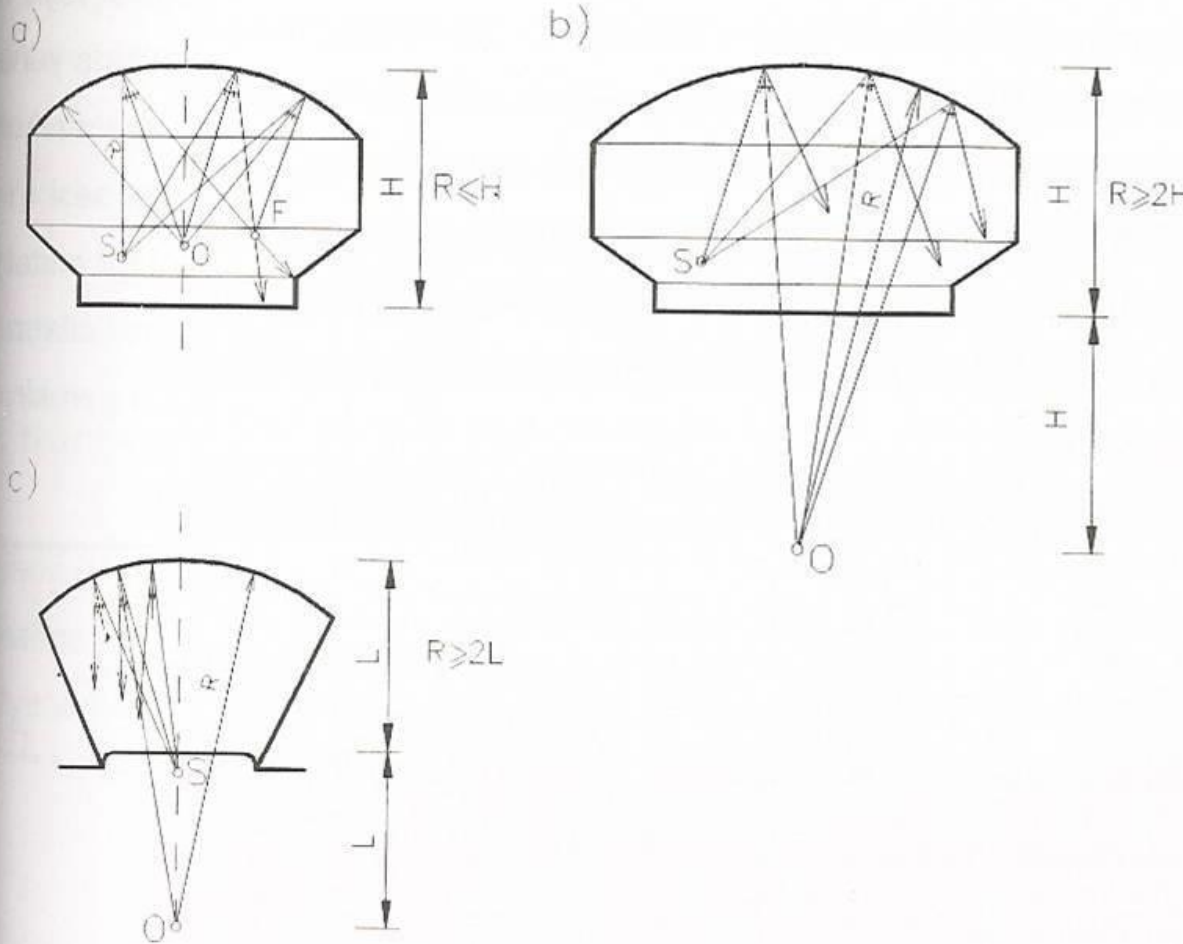
- **hacmin içinde,**
- **çeperlerine yakın**
- hacmin dışında



olabilir. Hacmin içinde ve çeperlerine yakın olduğunda, ikincil kaynak yaratır, hacim içinde yayınık ses alanının oluşmasına engel olur, sesin sönmesinde düzgünsüzlükler yaratır.

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





Örtü
konstrüksiyonunun
yarıçapı (R), salon
yüksekliğinin (H) iki
katından fazla
olmalıdır. $R \geq 2H$

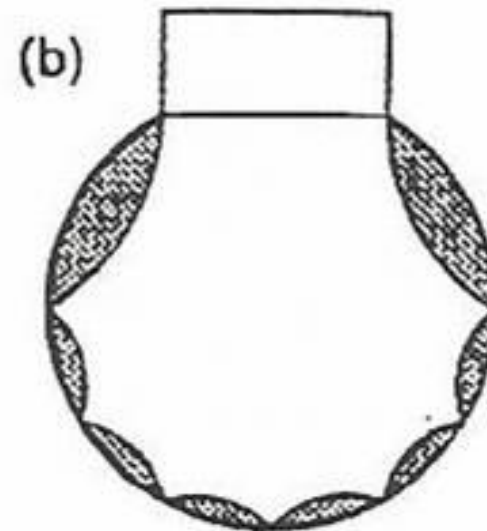
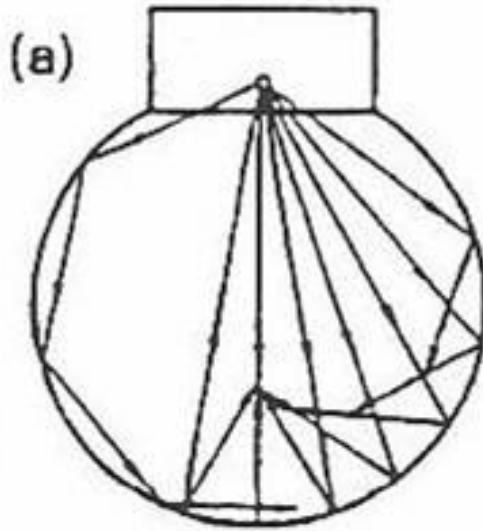
Salon arka duvarı
içbükeylik yarıçapı
(R), ses kaynağından
arka duvara kadar
olan uzaklığın iki
katından fazla
olmalıdır. $R \geq 2L$

ekil 2.3. Farklı yarıçaplı içbükey yüzeylerden ses ışınlarının yansıması

- a) Küçük yarıçaplı yüzeyden;
- b) Yarıçapı iki yükseklik kadar olan örtü yüzeyinden
- c) Yarıçapı salonun iki katı uzunluğu kadar olan arka duvardan

SALONUN FİZİKSEL SINIRLARININ BELİRLENMESİ

AKUSTİK KUSURLAR Odaklanmanın dış bükey yüzeylerle önlenmesi



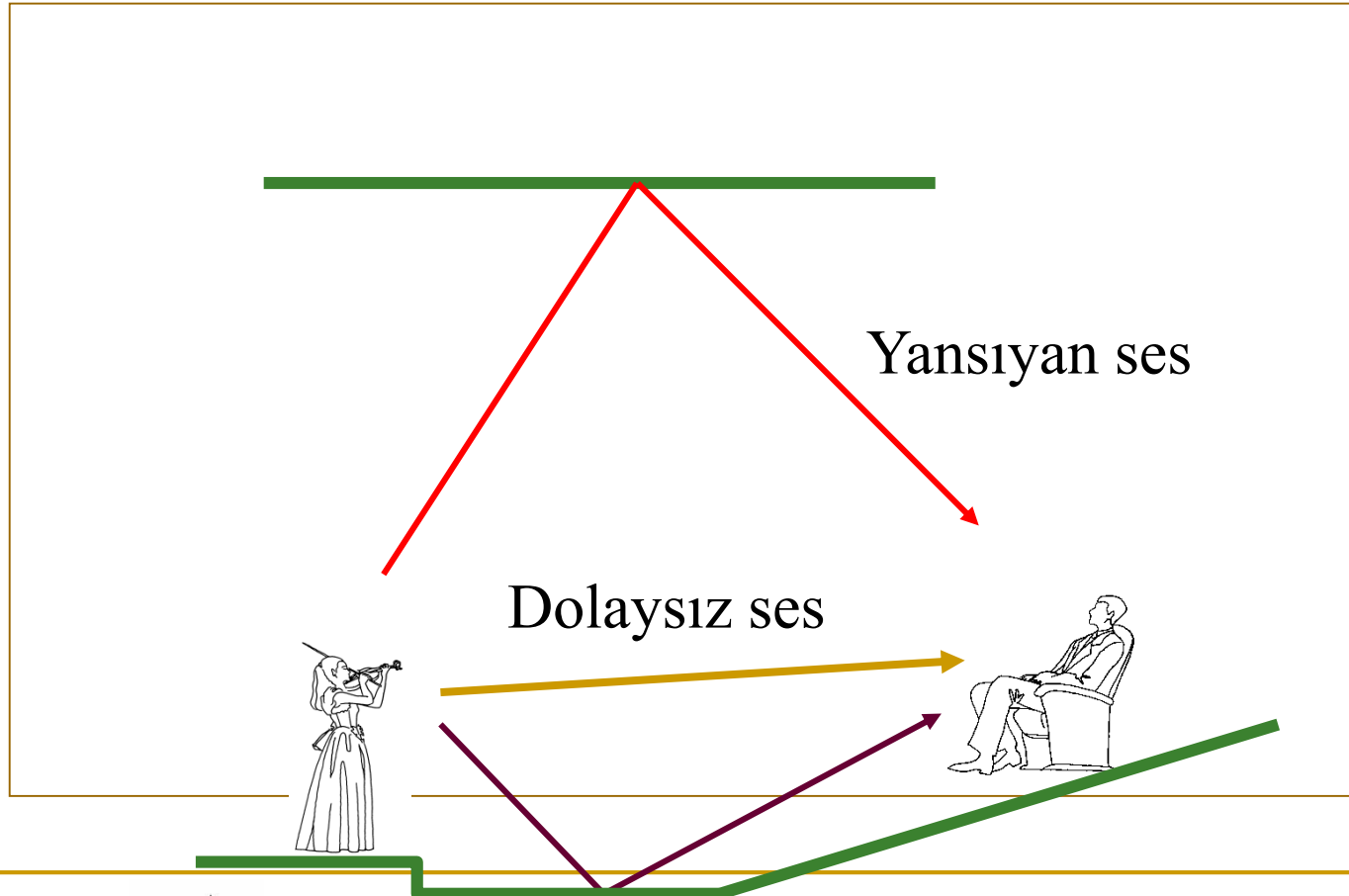
Fısıldayan Galeri Etkisi



SALONUN FİZİKSEL SINIRLARININ BELİRLENMESİ

AKUSTİK KUSURLAR YANKI

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



SALONUN FİZİKSEL SINIRLARININ BELİRLENMESİ

AKUSTİK KUSURLAR SES UZAMASI ve YANKI

- Alıcıya ulaşan dolaysız ve yansıyan sesler arasındaki düzey (dB) ve süre (sn) farkı az ise, olay, **SES UZAMASI** olarak algılanır. Ses uzaması, **YARARLI** bir etkidir.
- Alıcıya ulaşan yansıyan sesin düzeyi yüksek ve dolaysız ve yansıyan sesler arasındaki süre farkı fazla ise, olay, **YANKI** olarak algılanır. Yankı, **ZARARLI** ve istenmeyen bir etkidir.

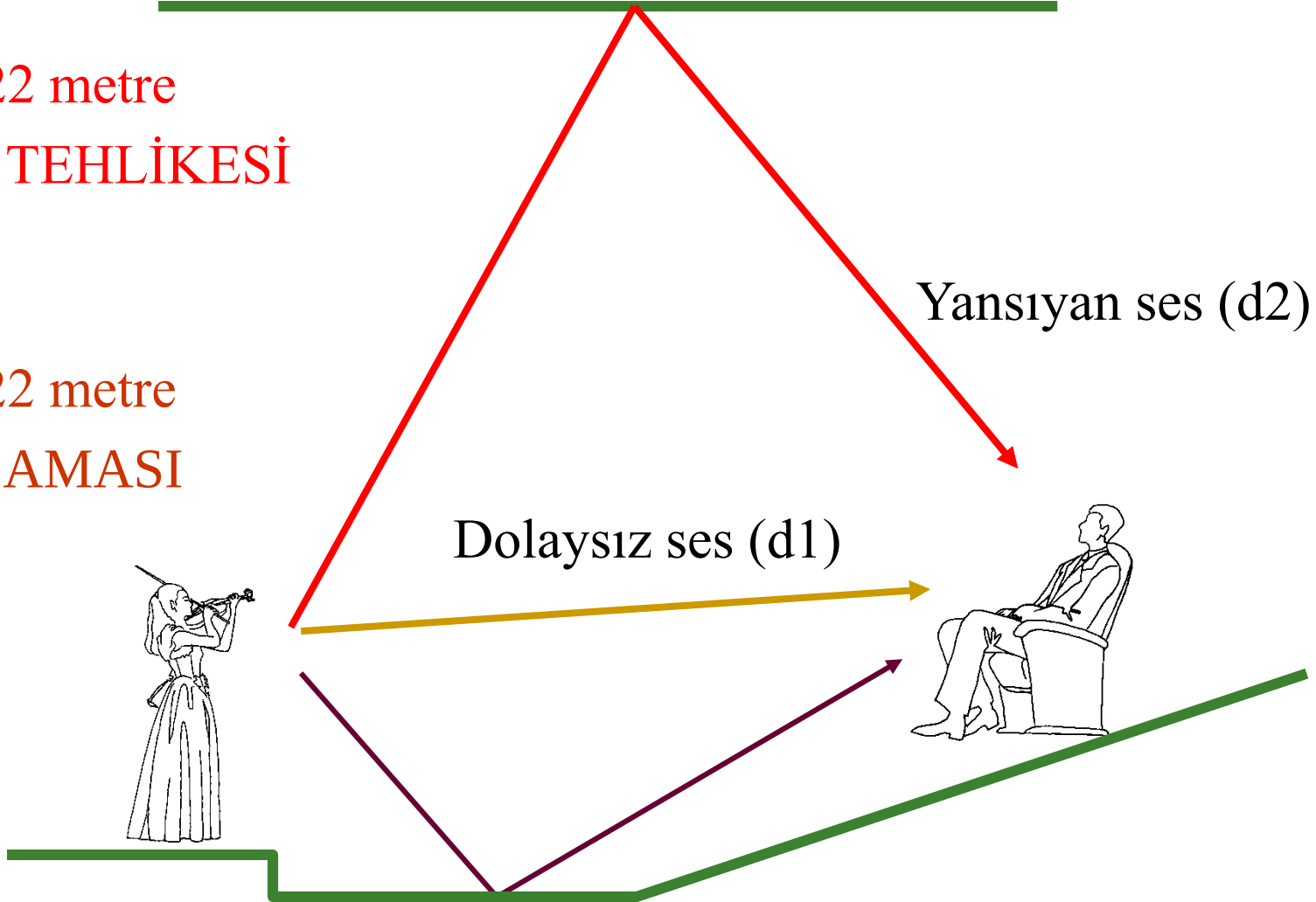


$d2-d1 \geq 22$ metre

YANKI TEHLİKESİ

$d2-d1 \leq 22$ metre

SES UZAMASI



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



SALONUN FİZİKSEL SINIRLARININ BELİRLENMESİ

AKUSTİK KUSURLAR YANKININ ÖNLENMESİ

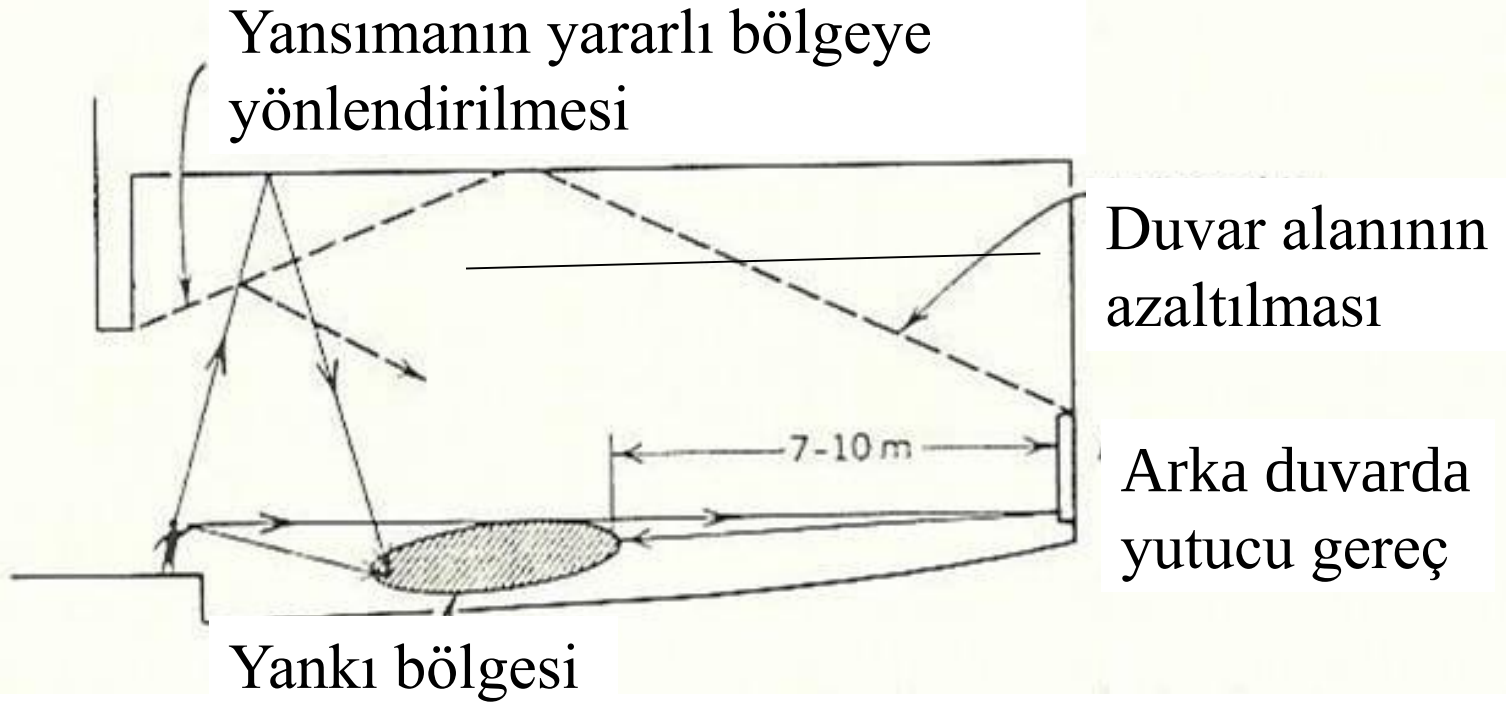
Yankıyı önlemek için;

- Yansıyan sesin alıcıya ulaşma süresi kısaltılır. (en uzun kenar 11 metreden kısa)
- Yansıyan sesin düzeyi azaltılır (yüzey YUTUCU yapılır)
- Yansıtıcı yüzey, sesi yankıya neden olmayacağı bir doğrultuya yansıtacak biçimde yeniden düzenlenir.



SALONUN FİZİKSEL SINIRLARININ BELİRLENMESİ

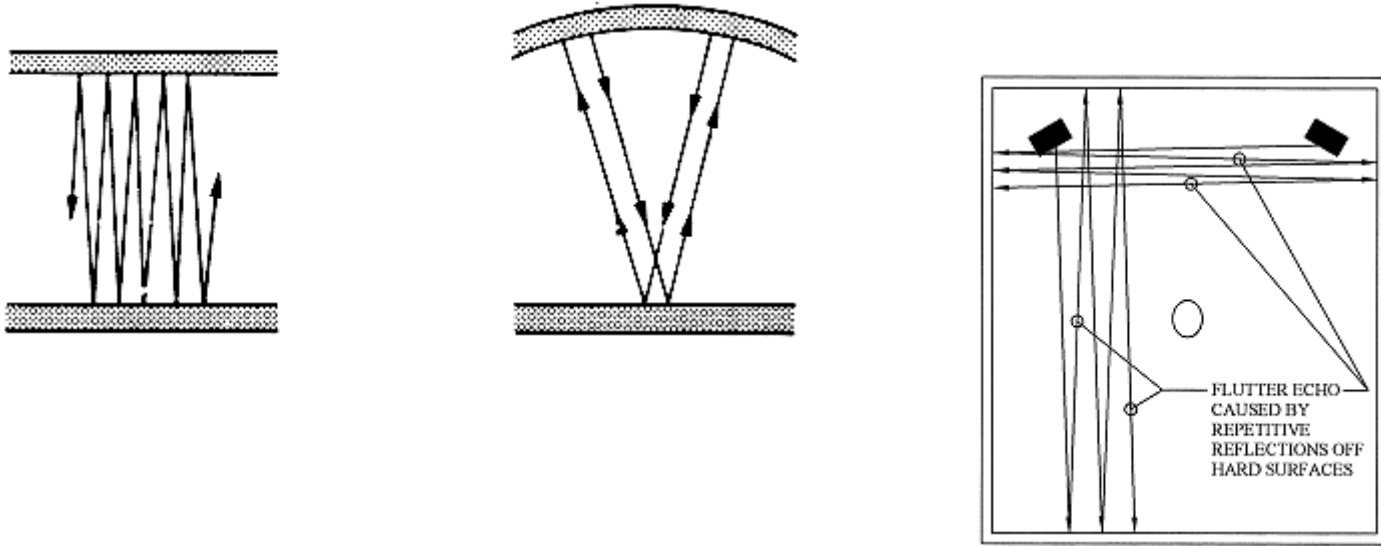
AKUSTİK KUSURLAR YANKININ ÖNLENMESİ



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

SALONUN FİZİKSEL SINIRLARININ BELİRLENMESİ

AKUSTİK KUSURLAR VURGUSAL / YALANCI YANKI



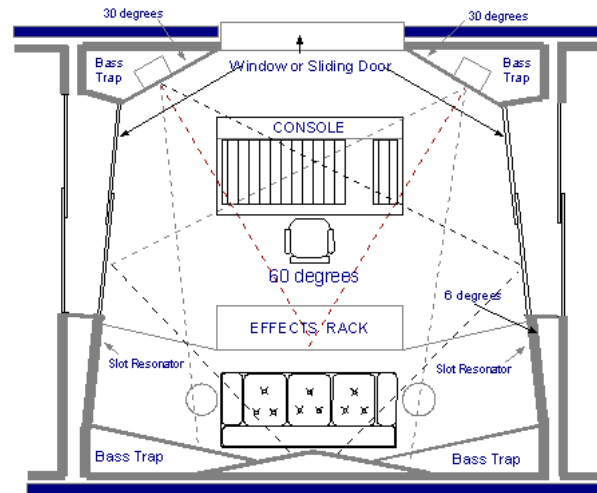
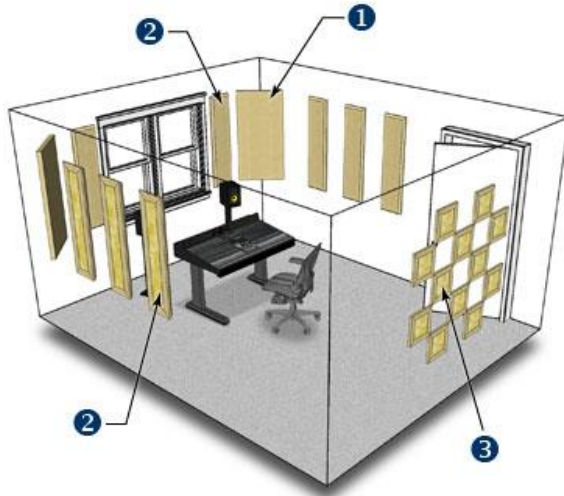
Vurgusal yankı, paralel ve yansıtıcı yüzeyler arasında, sesin faz farkından kaynaklanan bir olaydır. Ses düzeyinde sık ya da seyrek tekrarlar olarak algılanır.



SALONUN FİZİKSEL SINIRLARININ BELİRLENMESİ

AKUSTİK KUSURLAR VURGUSAL / YALANCI YANKI

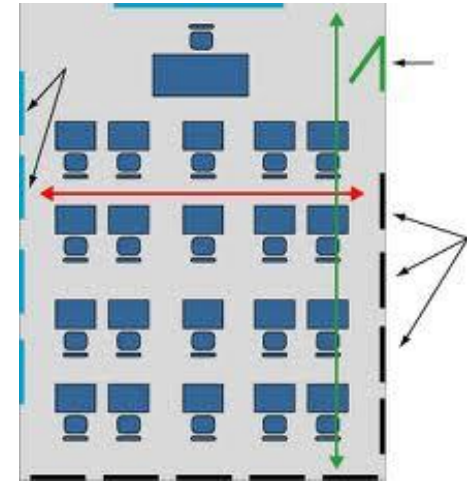
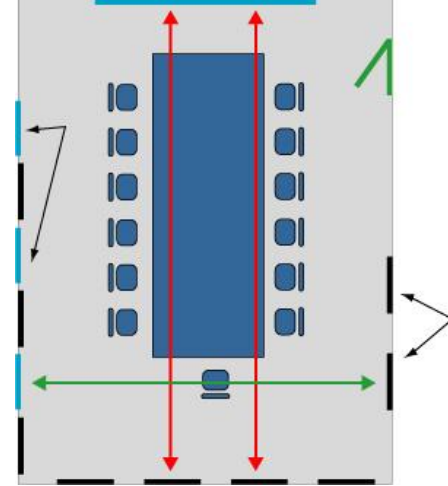
- Vurgusal yankı, karşılıklı yüzeyleri yansıtıcı olan küçük hacimlerde daha belirgin olarak görülür.
- Ses kayıt stüdyolarında, evlerde müzik dinleme odalarında, ofislerde, konservatuarlarda repetisyon odalarında özellikle dikkat edilmesi gereklidir.



SALONUN FİZİKSEL SINIRLARININ BELİRLENMESİ

AKUSTİK KUSURLAR VURGUSAL YANKI ÖNLEMLER

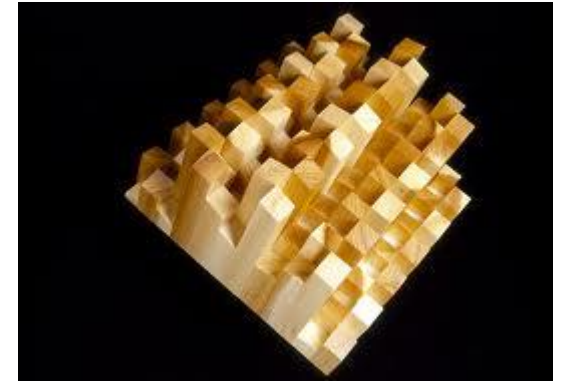
- Yüzeylerin paralelliğini bozmak (3-5 derecelik fark dahi etkili olur).
- Yüzeylerden en az birini yutucu gereçlerle kaplamak.



SALONUN FİZİKSEL SINIRLARININ BELİRLENMESİ

AKUSTİK KUSURLAR VURGUSAL YANKI ÖNLEMLER

- Yüzeyin üzerini dış bükey ya da ses dağıtıcı elemanlarla kaplamak.



Hacim tasarımımda akustiğın etkisi

- Salonun fiziksel sınırlarının belirlenmesi
 - Hacim büyüklüğü
 - Hacmin biçimlenişi
 - Akustik kusurlar
- Salonun iç yüzeylerinin biçimlendirilmesi
 - Kaynak dinleyici ilişkisi
 - Sahne tasarımı
- Yüzey gereçlerinin seçimi
 - Yutucu yüzeyler
 - Yansıtıcı yüzeyler
 - Dağıtıcı yüzeyler



Salonun iç yüzeylerinin biçimlendirilmesi

- ❑ KAYNAK DİNLEYİCİ İLİŞKİSİ
- ❑ SAHNE TASARIMI



Salonun iç yüzeylerinin biçimlendirilmesi

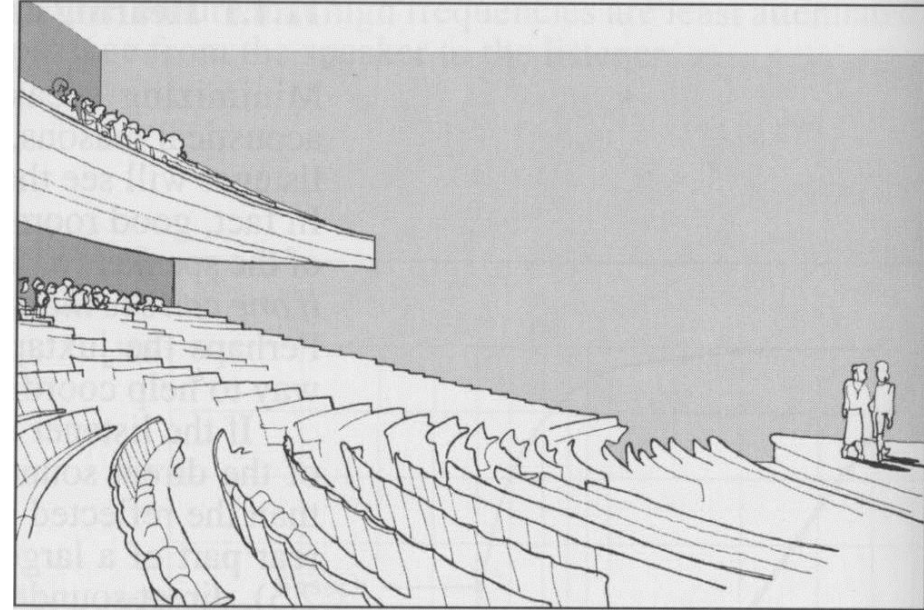
Kaynak dinleyici ilişkisi

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

Müzik için : $D_{\max} = 40 \text{ m}$

Konuşma için : $D_{\max} = 25 \text{ m}$

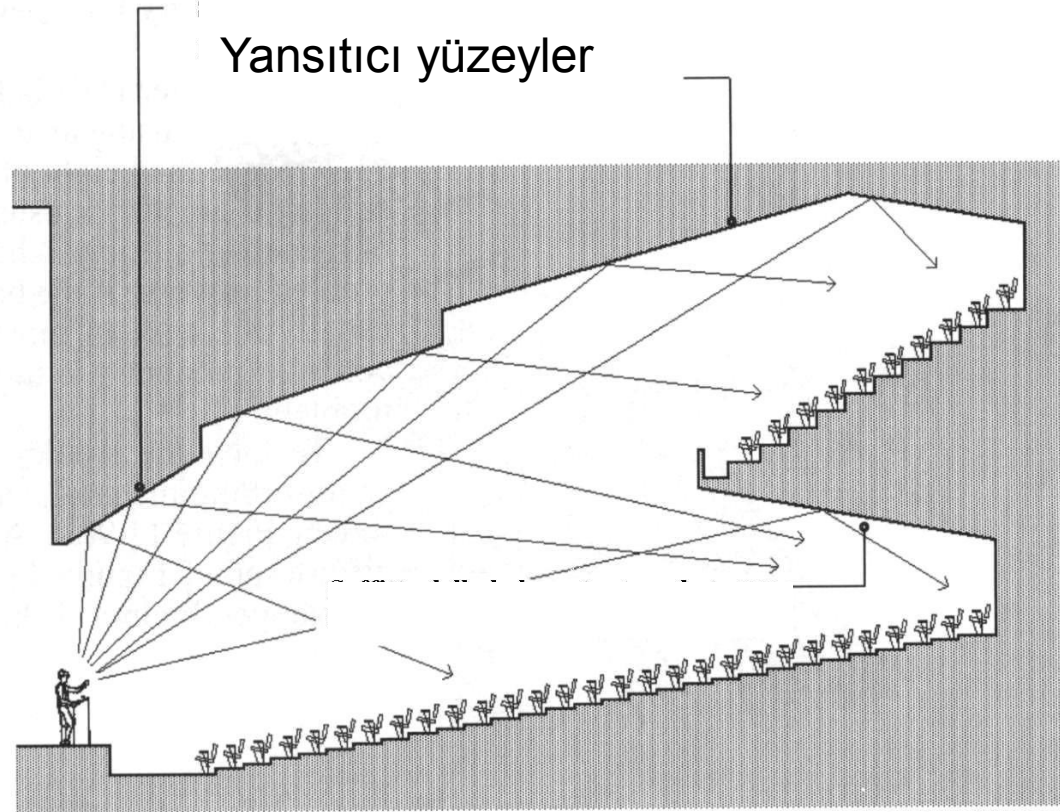
Tiyatrolarda : $D_{\max} = 20 \text{ m}$



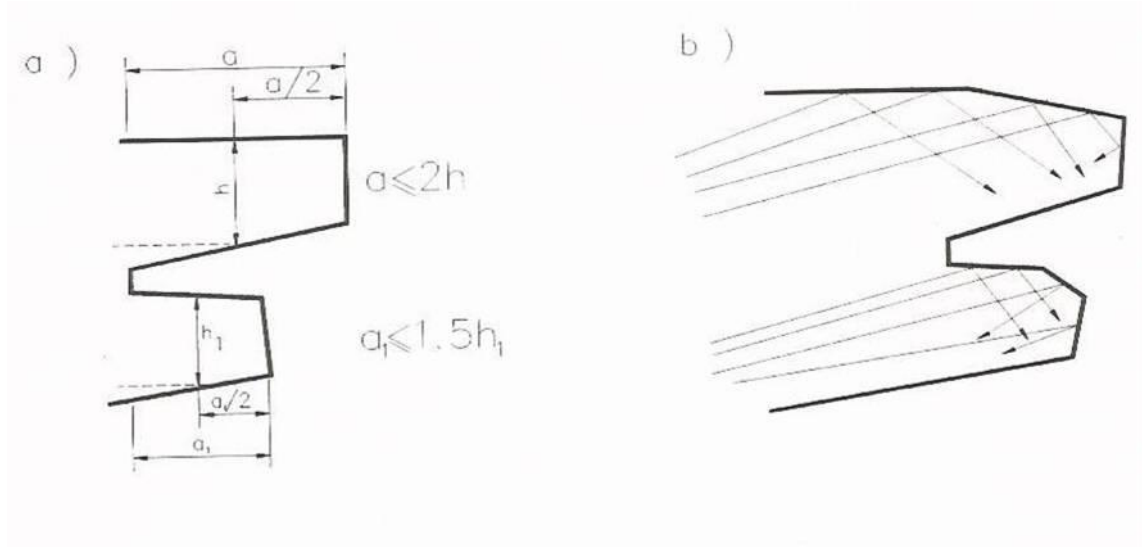
Salonun iç yüzeylerinin biçimlendirilmesi

Kaynak dinleyici ilişkisi

Uzaklığı
azaltmak :
balkon
kullanımı



BALKON ALTI TASARIMI



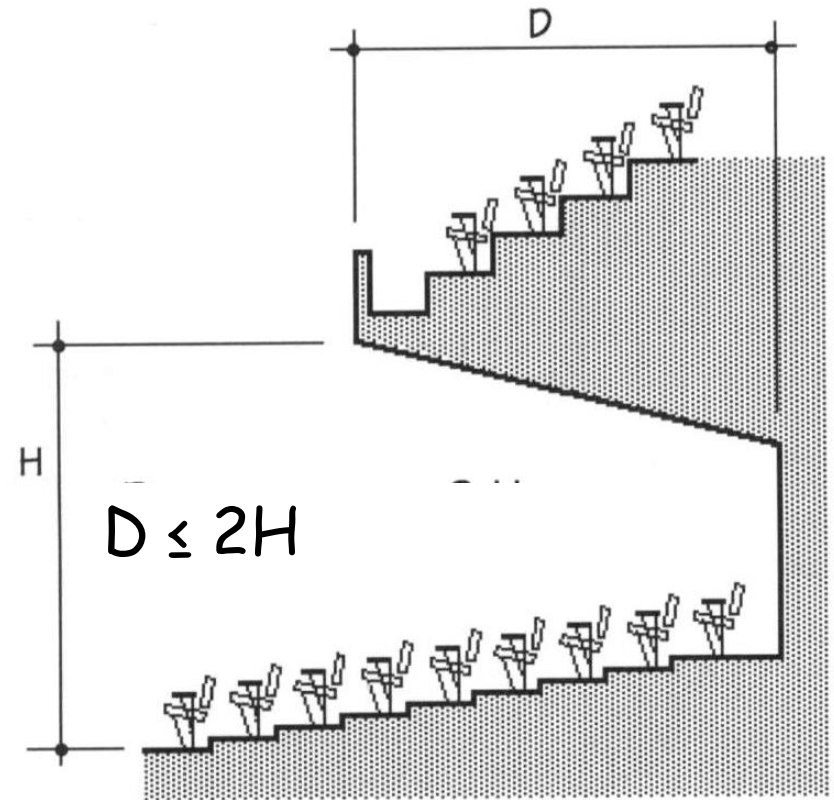
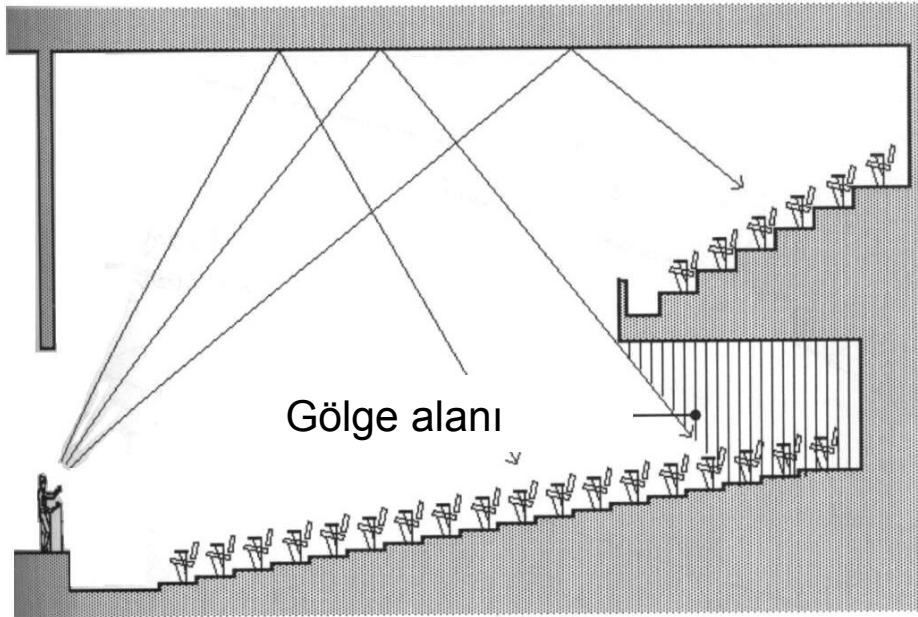
Balkon altı derinliği a_1 , balkon altı ort. Yüksekliği h_1 'in 1,5 katından, balkon derinliği (a) ise ort yüksekliğin (h) iki katından fazla olmamalıdır.



Salonun iç yüzeylerinin biçimlendirilmesi

Kaynak dinleyici ilişkisi

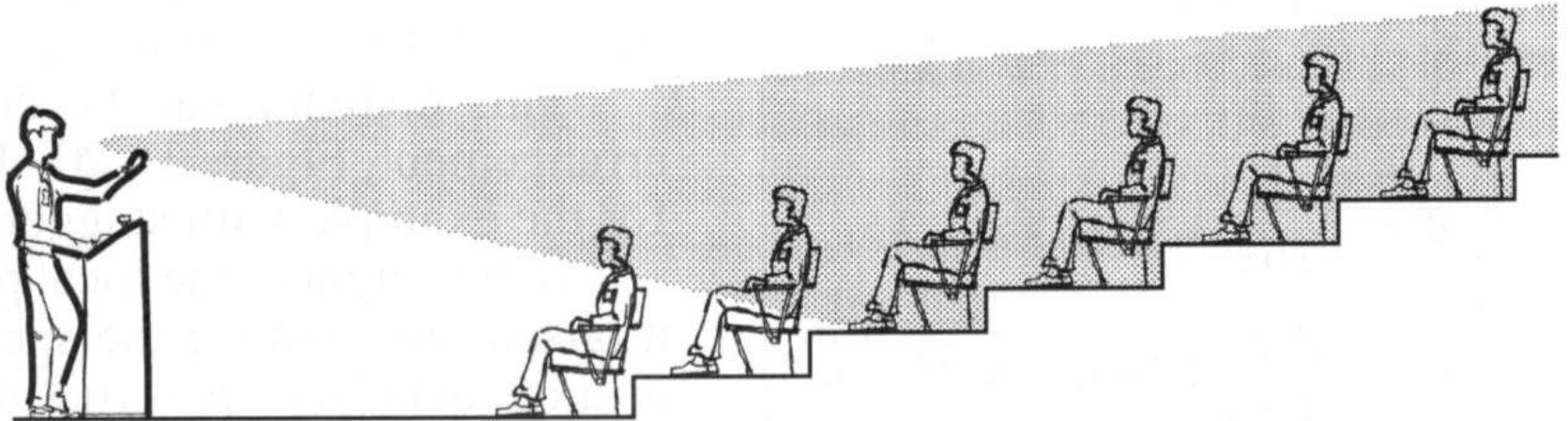
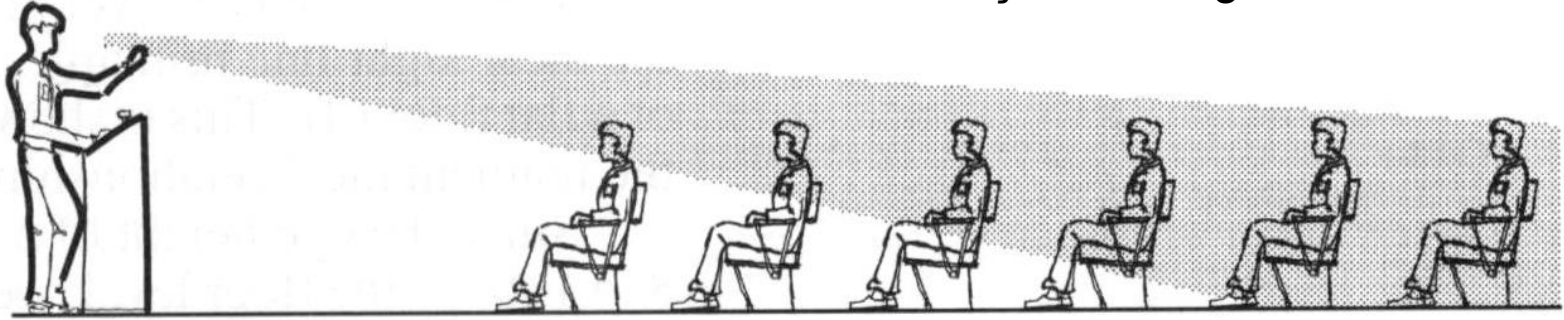
Uzaklığı azaltmak : balkon
kullanımı ve akustik gölge



Salonun iç yüzeylerinin biçimlendirilmesi

Kaynak dinleyici ilişkisi

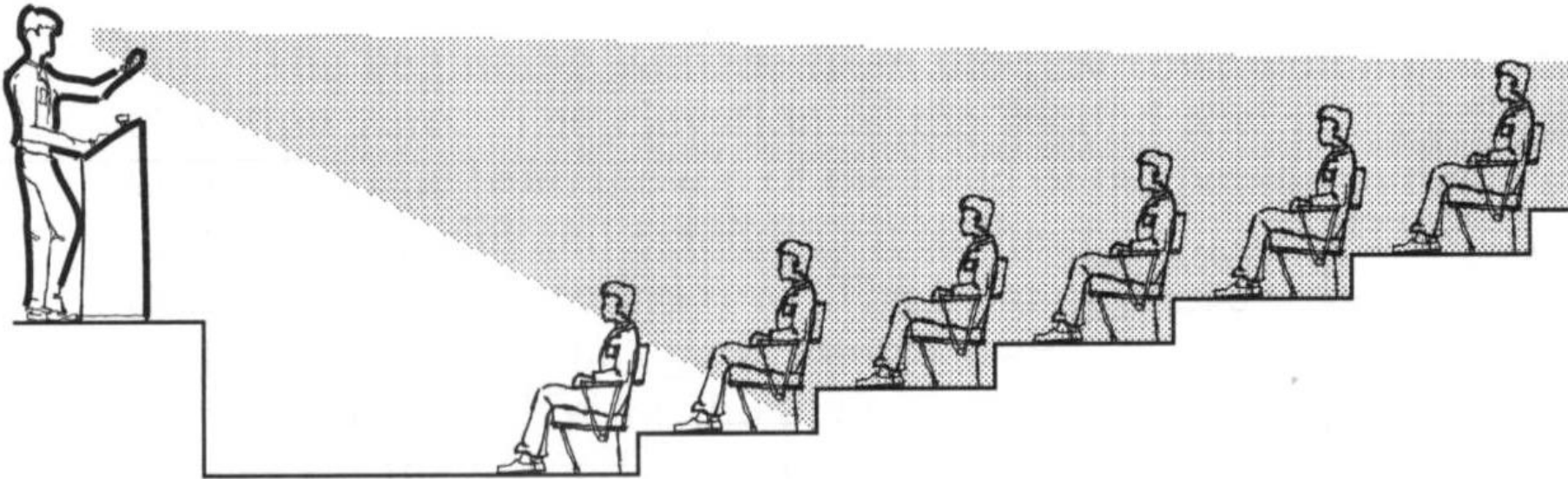
Döşemenin eğimi



Salonun iç yüzeylerinin biçimlendirilmesi

Kaynak dinleyici ilişkisi

Döşemenin eğimi

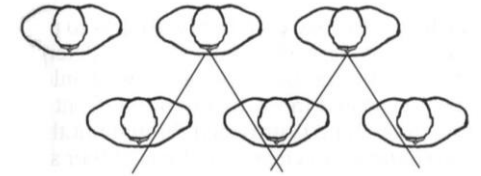
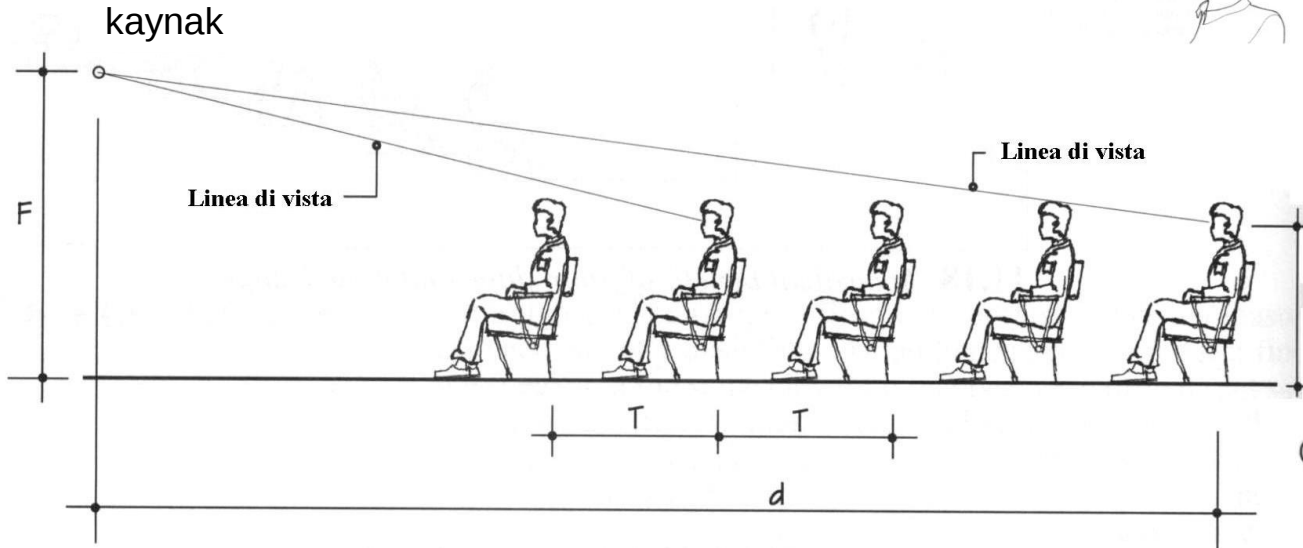
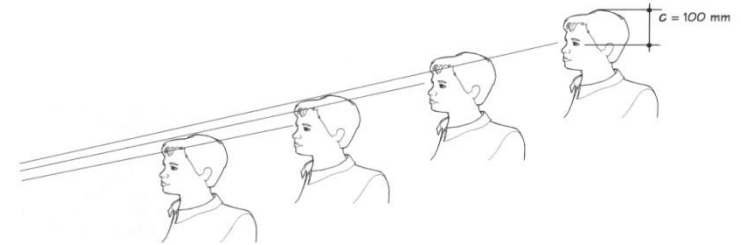


Salonun iç yüzeylerinin biçimlendirilmesi

Kaynak dinleyici ilişkisi

Eğimsiz
döşemede
kaynaktan
maksimum uzaklık

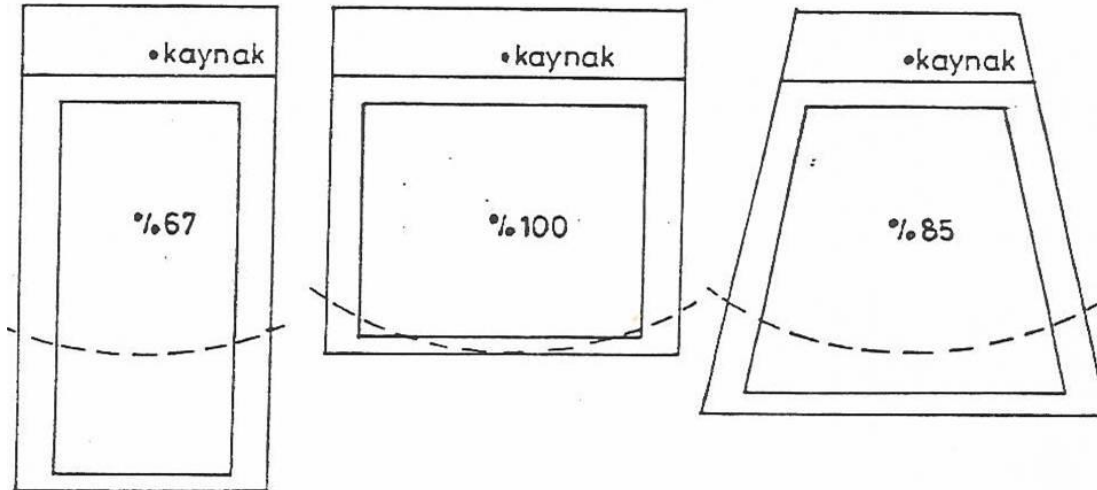
$$d = \frac{T}{c} [F - E]$$



Salonun iç yüzeylerinin biçimlendirilmesi

Kaynak dinleyici ilişkisi

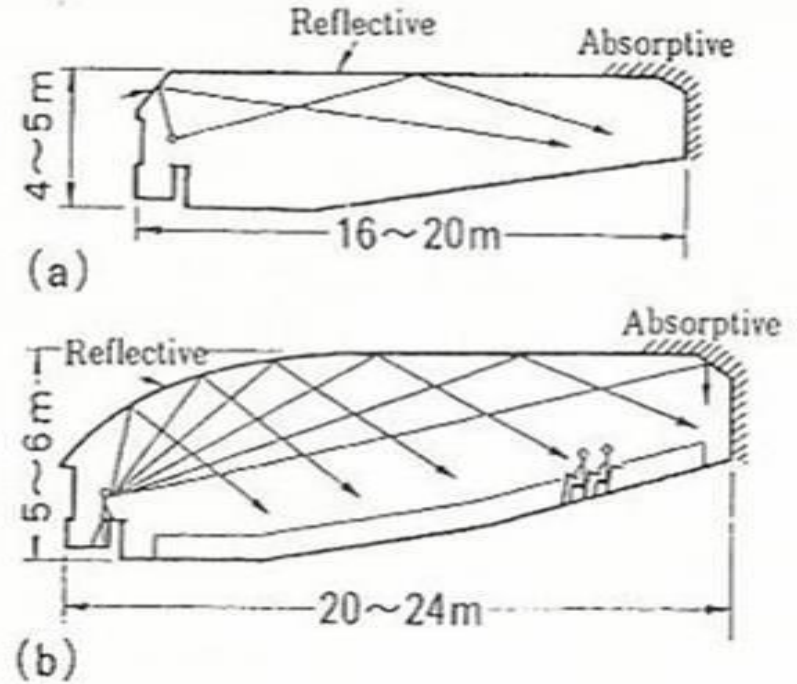
- Dinleyiciler, işittikleri ile gördüklerinin çakışmasını yani **sesin kaynağından geldiğinin algılanmasını ister**. Bu olgu, varlık kriteri olarak adlandırılır. Kaynak yerinin algılanması dolaysız sesle sağlanır.
- Dolaysız ses kaynaktan uzaklaştıkça azaldığından, kaynağa uzak dinleyiciler sesin geldiği doğrultuyu algılamakta güçlük çeker.
- Salonlarda varlık kriterinin sağlandığı alan hacim biçimi, büyüklüğü, tefrişi ve yutuculuğuna bağlıdır.



Salonun iç yüzeylerinin biçimlendirilmesi

Kaynak dinleyici ilişkisi

- Kaynağa yakın yansıtıcı yüzeylerden gelen ses (ses uzaması yaparak) dolaysız sesin düzeyinin arttığı izlenimini verir ve kaynağın yerinin algılanmasını kolaylaştırır.
- Varlık kriterinin sağlandığı dinleyici alanının genişletilmesi için, yansıtıcı yüzeyler kullanılır.

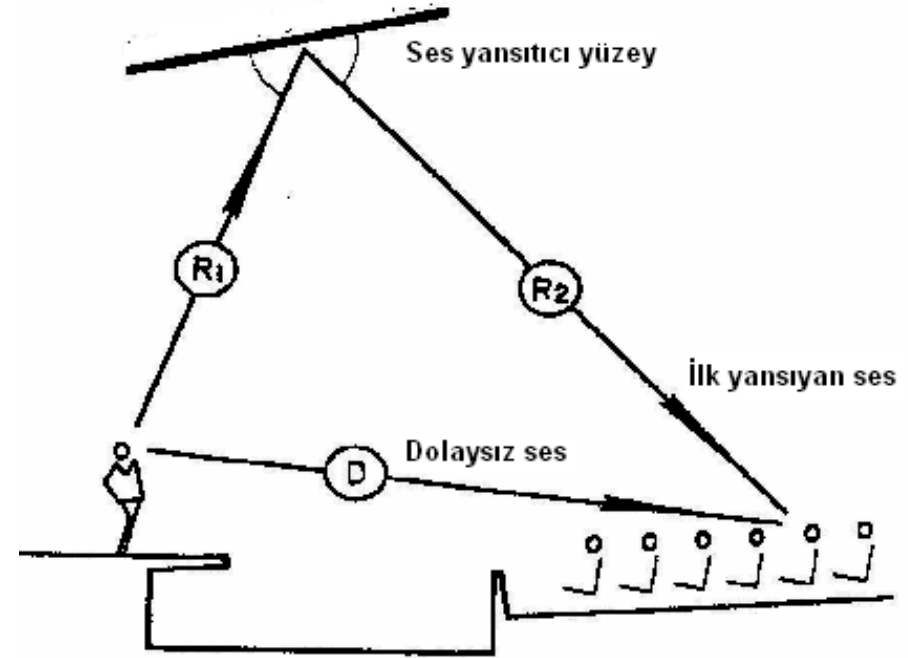


Salonun iç yüzeylerinin biçimlendirilmesi

Kaynak dinleyici ilişkisi

İlk yansımaların hacmin akustiğine etkisi

- Kaynaktan çıkıp, herhangi bir yüzeyden bir kez yansıyarak dinleyiciye ulaşan seslere **ilk yansıma** denir.
- ilk yansımalar dolaysız ses düzeyini arttırıcı bir etki yapabilir.
- İlk yansımalar kaynak yerinin belirlenmesi açısından önemlidir.
- Tavan yüzeyi, dolaysız sesin etkisini arttırmak için özellikle önemlidir.



Salonun iç yüzeylerinin biçimlendirilmesi

Kaynak dinleyici ilişkisi

İlk yansımaların hacmin akustiğine etkisi

- İlk yansımaların yararlı etkisine özellikle;
- Seslendirmesiz (hoparlör+mikrofon kullanılmayan) kullanılan konuşma amaçlı hacimlerde, arkada ve yanda oturan dinleyicilere dolaysız sesin zayıf ulaşması durumlarında,
- Müzik amaçlı hacimlerde sesin zenginlik, estetik değer kazanmasına yardımcı olduğu için, kimi müzik tiplerinde ise anlaşılabilirliği arttırdığı için

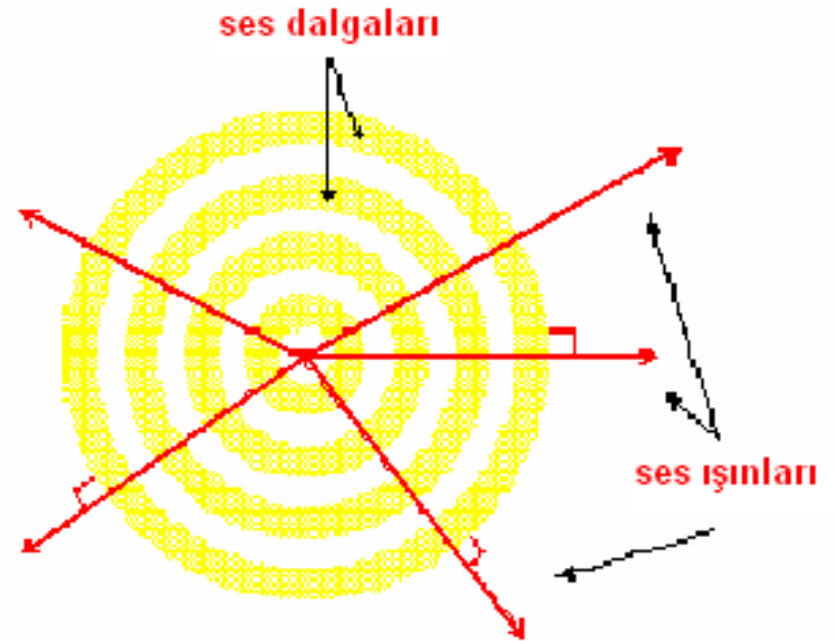
gereksinim vardır.



Salonun iç yüzeylerinin biçimlendirilmesi

Kaynak dinleyici ilişkisi Ses ışını-ışın diyagramları

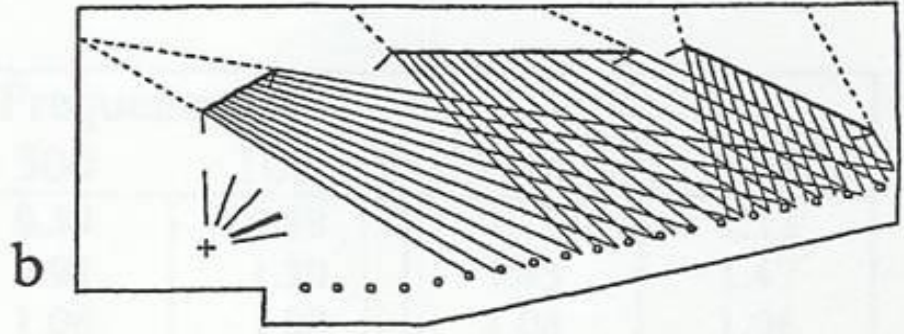
- Ses dalgalar halinde yayılır. Ancak akustik konfor koşullarına yönelik incelemelerde, sesin yayıldığı yönü ve enerjisini belirten **ses ışınlarından** yararlanılır.
- **Işın diyagramları** oluşturularak yapılan çalışmalarda, ilk yansımaların yol açacağı olumlu ya da olumsuz etkiler saptanabilir.



Salonun iç yüzeylerinin biçimlendirilmesi

Kaynak dinleyici ilişkisi Işın diyagramları

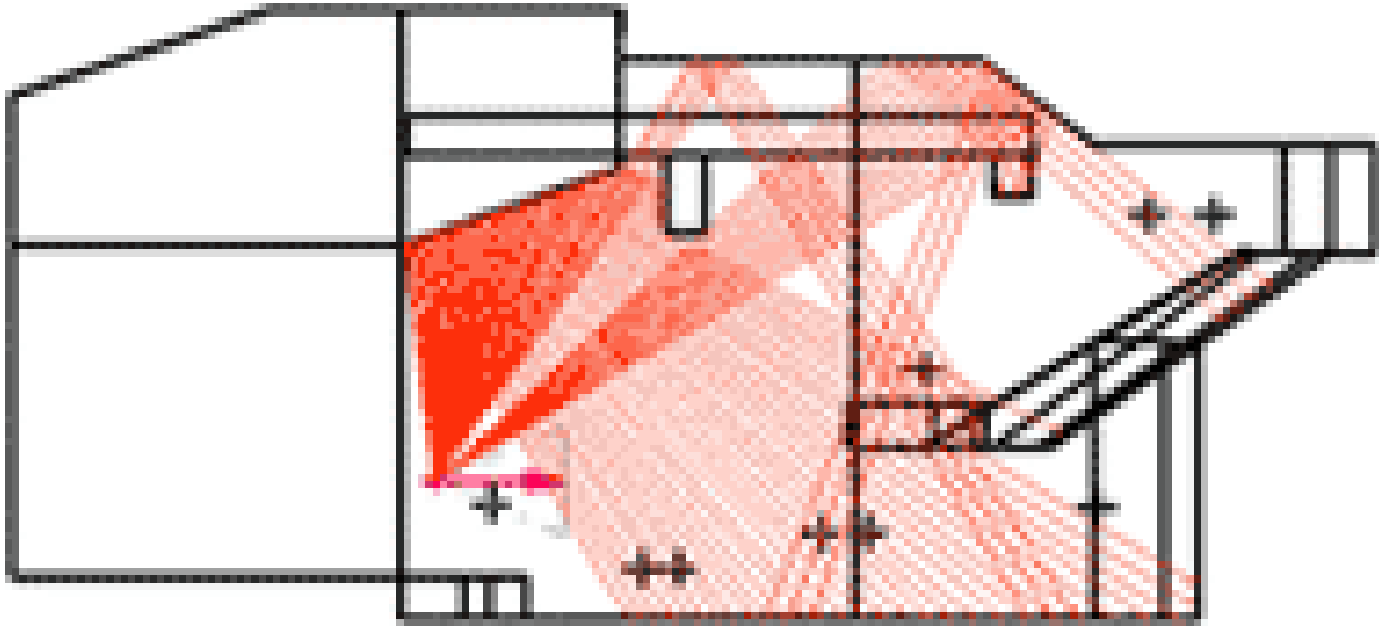
Işın diyagramlarının amacı, yansıyan sesleri salonun arka bölümlerine, dolaysız sesin azalmasını karşılayacak yani, kümülatif olarak artacak biçimde yönlendirecek yansıtıcı yüzeyleri tasarlamaktır.



Konuşma için müziğe göre daha önemlidir.

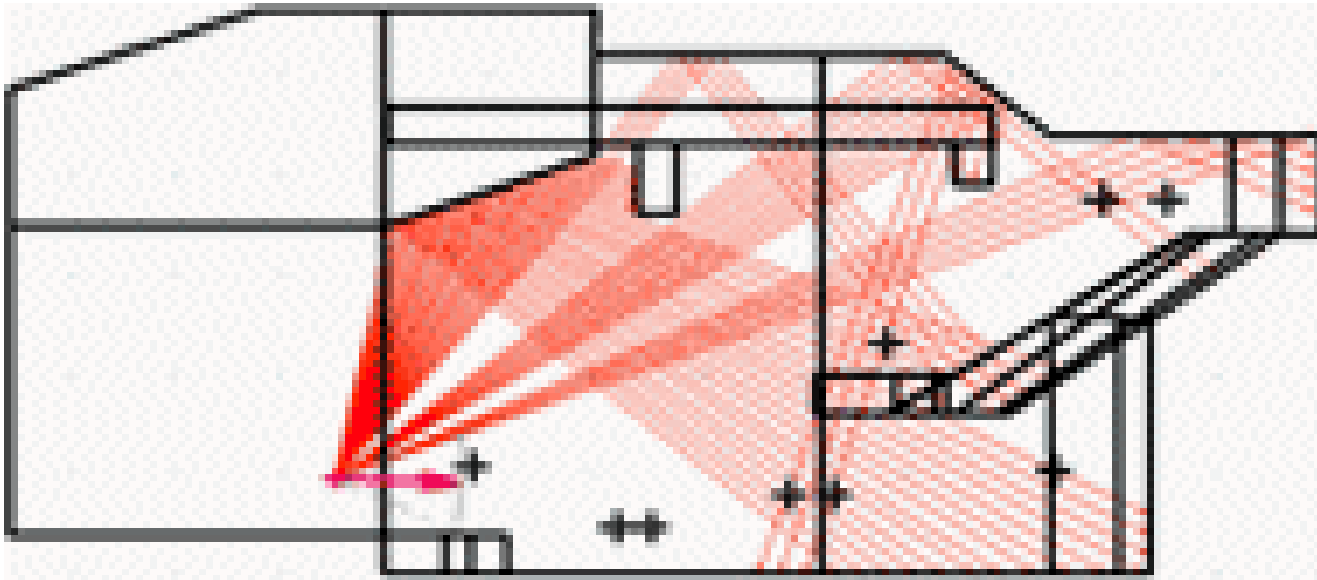
Salonun iç yüzeylerinin biçimlendirilmesi

Kaynak dinleyici ilişkisi Işın diyagramları



Salonun iç yüzeylerinin biçimlendirilmesi

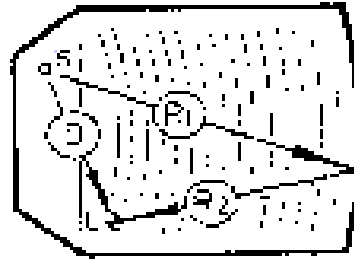
Kaynak dinleyici ilişkisi Işın diyagramları



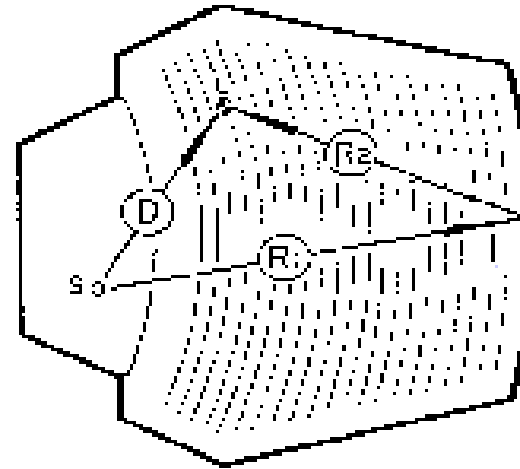
Salonun iç yüzeylerinin biçimlendirilmesi

Kaynak dinleyici ilişkisi Işın diyagramları

- İlk yansımaların dolaysız sesin arttığı izlenimini uyandıran ses uzamasını sağlayıp sağlamayacağı, konuşma ve konser amaçlı hacimler için aşağıdaki ilişkiler yardımıyla bulunabilir.



Konuşma amaçlı hacim
 $(R1+R2)-D < 14 \text{ m}$ (SES UZAMASI)



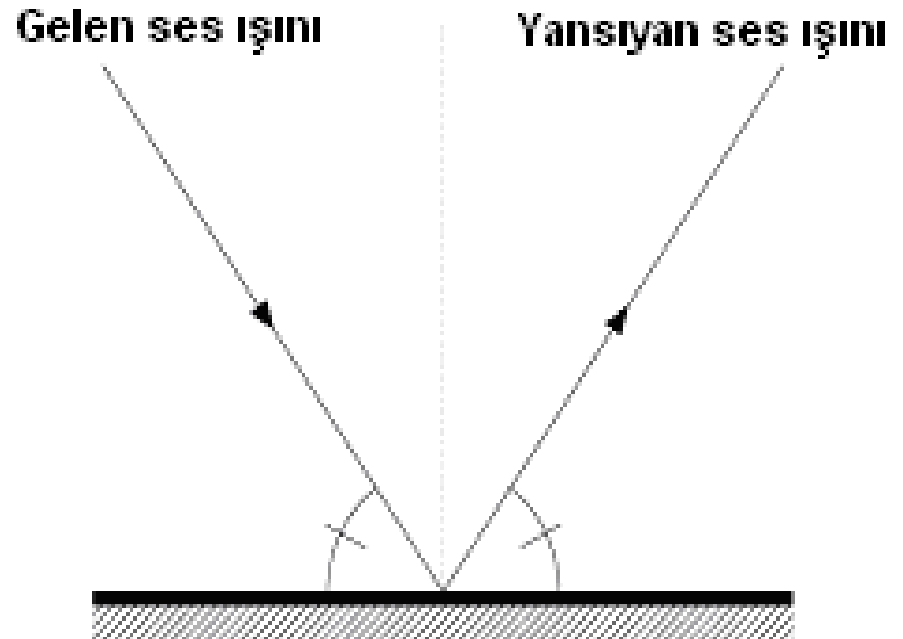
Konser salonu
 $(R1+R2)-D < 22 \text{ m}$ (SES UZAMASI)

Salonun iç yüzeylerinin biçimlendirilmesi

Kaynak dinleyici ilişkisi Ses ışını-ışın diyagramları

DÜZGÜN YANSIMA

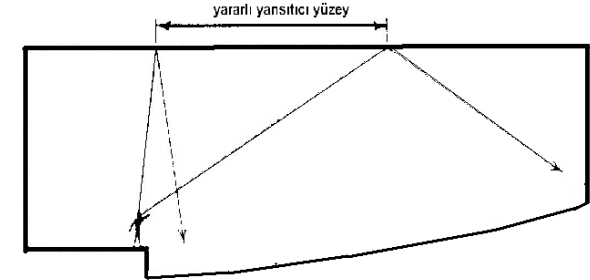
- Yansıtıcı yüzeyin girinti çıkıntıları, pürüzleri, yani düzgünsüzlükleri, yüzeye gelen sesin dalga boyundan küçükse yansımada düzgün olur.



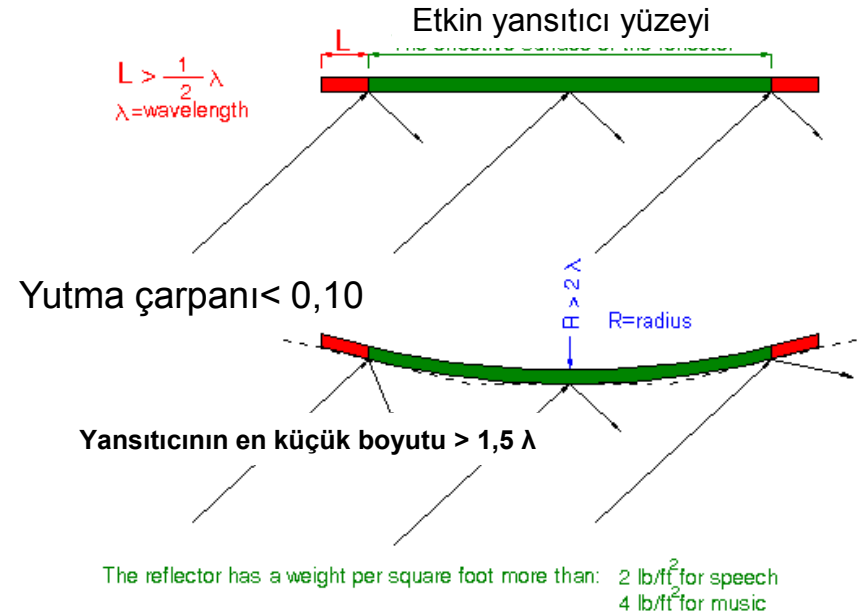
Salonun iç yüzeylerinin biçimlendirilmesi

Kaynak dinleyici ilişkisi Işın diyagramları-yansıtıcı yüzey

- Sesin yansıma biçimi gelen sesin dalga boyuna ve yansıtıcı yüzeyin boyutlarına bağlıdır.
- Eğer yansıtıcı yüzey gelen sesin dalga boyuna oranla büyükse, düzgün yansıma gerçekleşir yani geliş açısı ile yansıma açısı eşit olur.
- Düzgün yüzeyli bir levhanın ses yansıtıcı yüzey olabilmesi için yanda görülen koşulları sağlaması gerekir.



(a) düz tavan



Salonun iç yüzeylerinin biçimlendirilmesi

Kaynak dinleyici ilişkisi Işın diyagramları-yansıtıcı yüzey

Mimari akustiğin ilgi alanı içine giren tüm frekanslarda (125 Hz-4000 Hz) **sesin düzgün yansımalarının sağlanması** (yansıyan sesin istenen doğrultuya yönlendirilebilmesi için) **için yansıtıcı boyutlarının en az 7 metre** dolaylarında olması gerekir.

$\lambda = c/f$ λ :Dalga boyu (m) c : sesin yayılma hızı (m/sn) f : frekans (Hz)

$$\lambda = 340 / 125 = 2.7 \text{ m}$$

$$2,7 \times 1,5 = 4,05$$

$$4,05 + (1,35 \times 2) = 6,85 \text{ m (125 Hz için min yansıtıcı boyutu)}$$

$$\lambda = 340 / 250 = 1,35$$

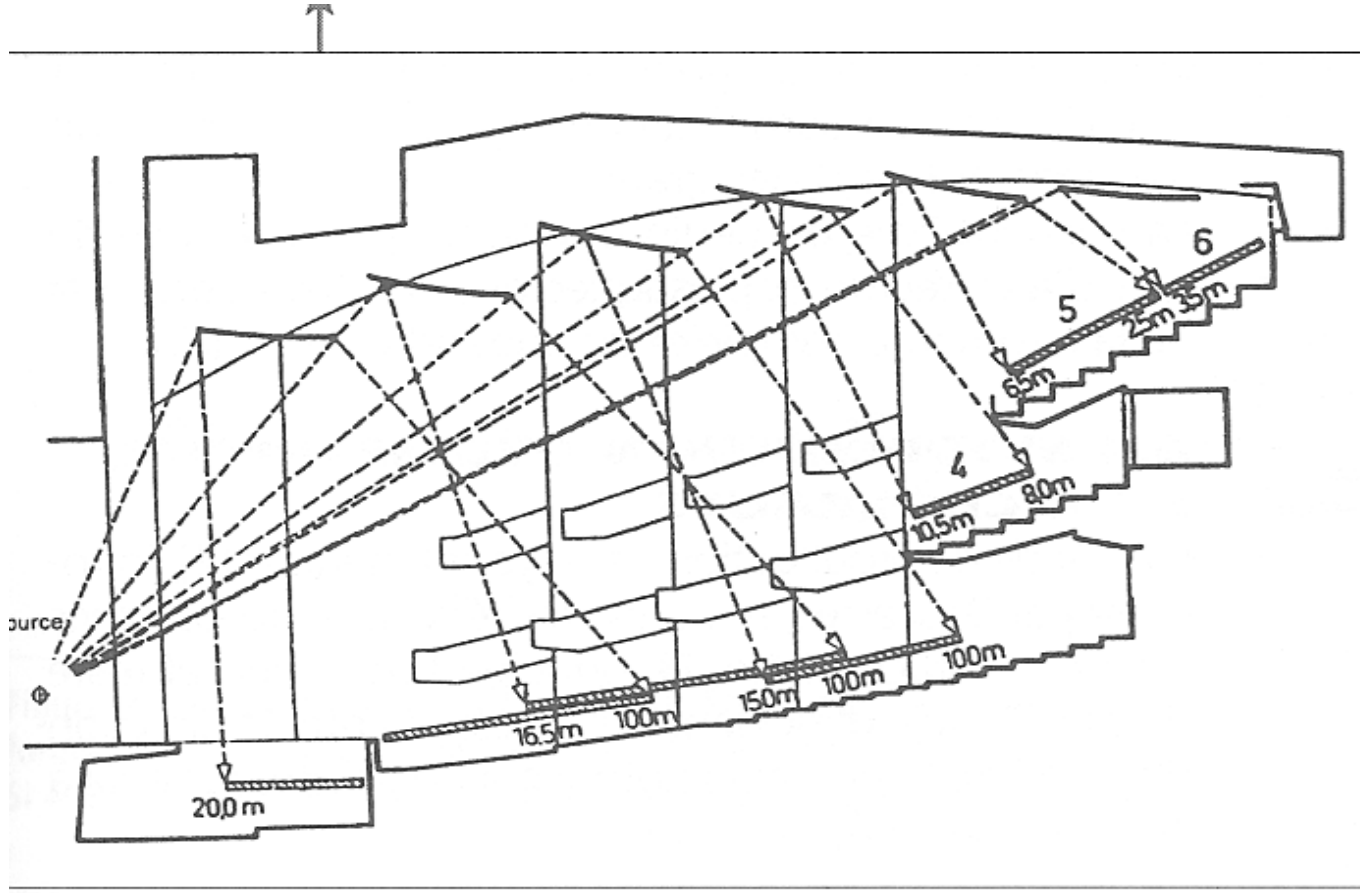
$$1,35 \times 1,5 = 2,0$$

$$2,03 + (1,0 \times 2) = 4,06 \text{ m (250 Hz için min yansıtıcı boyutu)}$$



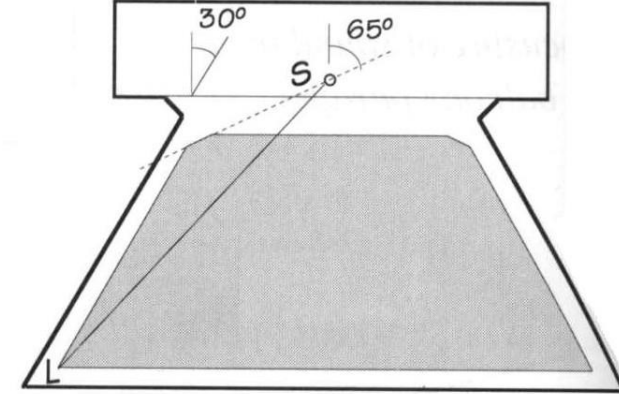
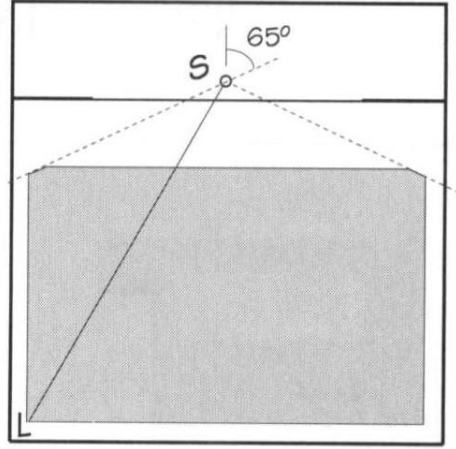
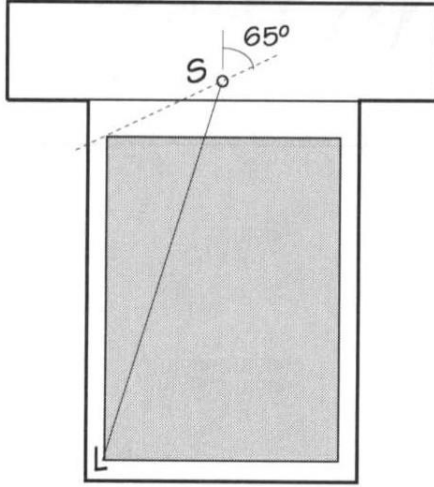
Salonun iç yüzeylerinin biçimlendirilmesi

Kaynak dinleyici ilişkisi Işın diyagramları-

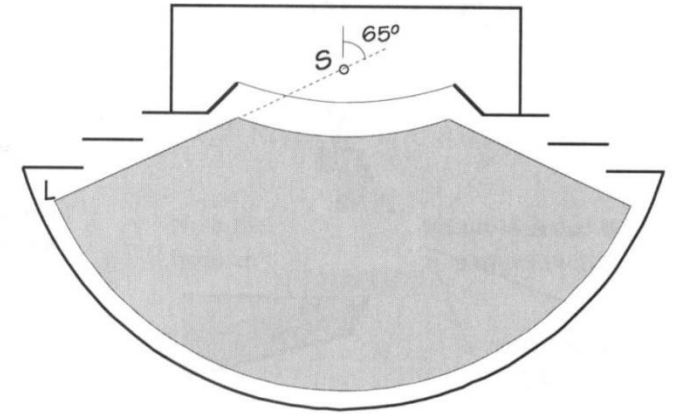
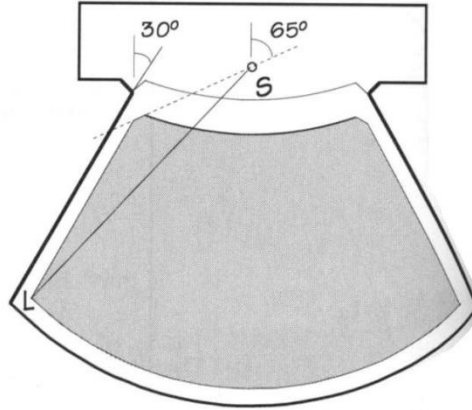
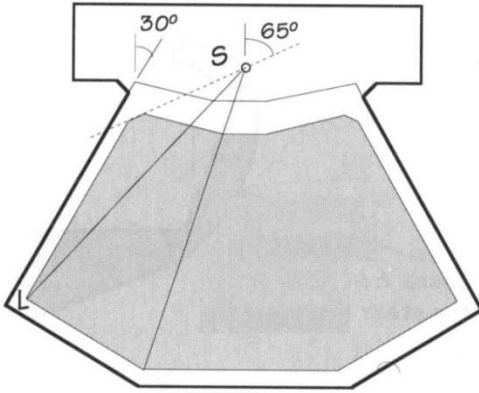


Salonun iç yüzeylerinin biçimlendirilmesi

Kaynak dinleyici ilişkisi Işın diyagramları-

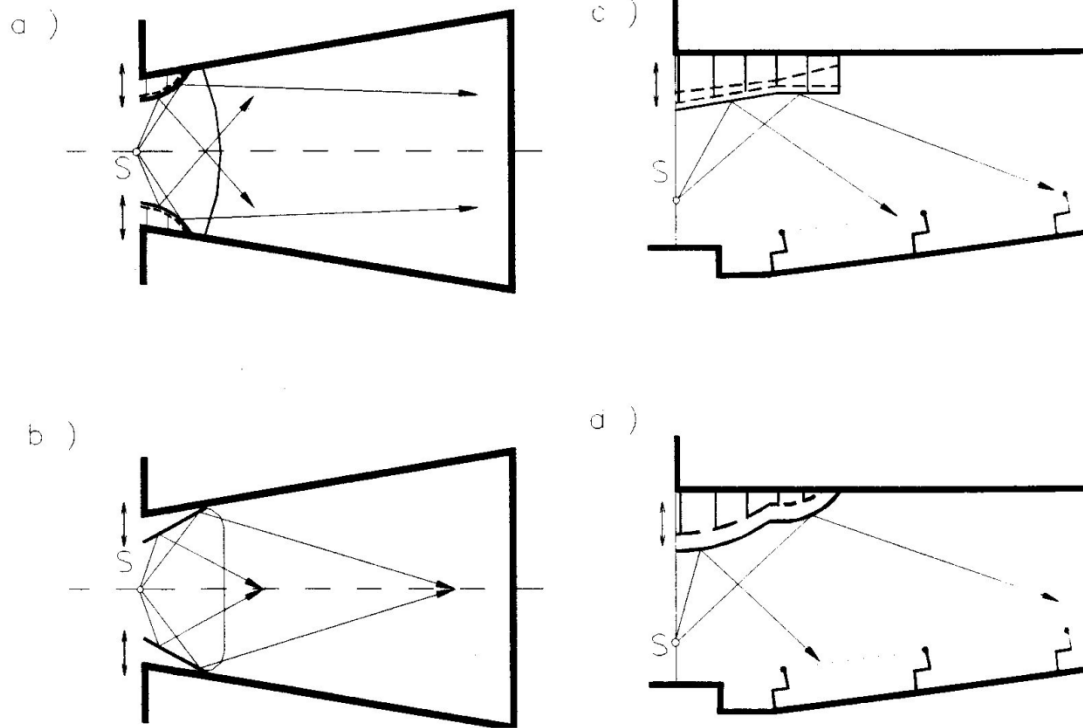


Hacim biçimi ve yanal ilk yansımalar



Salonun iç yüzeylerinin biçimlendirilmesi

Kaynak dinleyici ilişkisi Işın diyagramları-



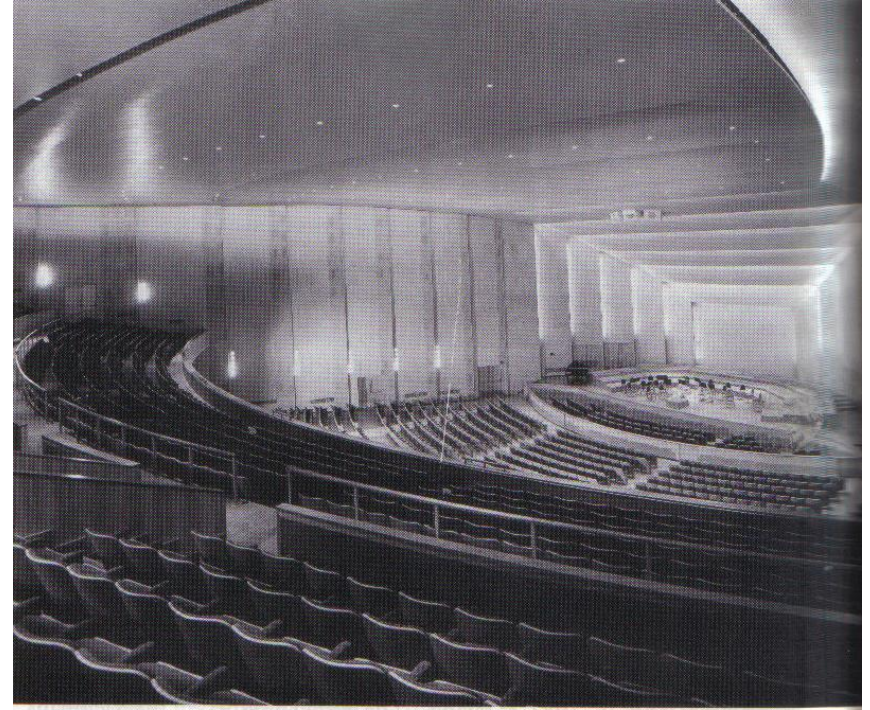
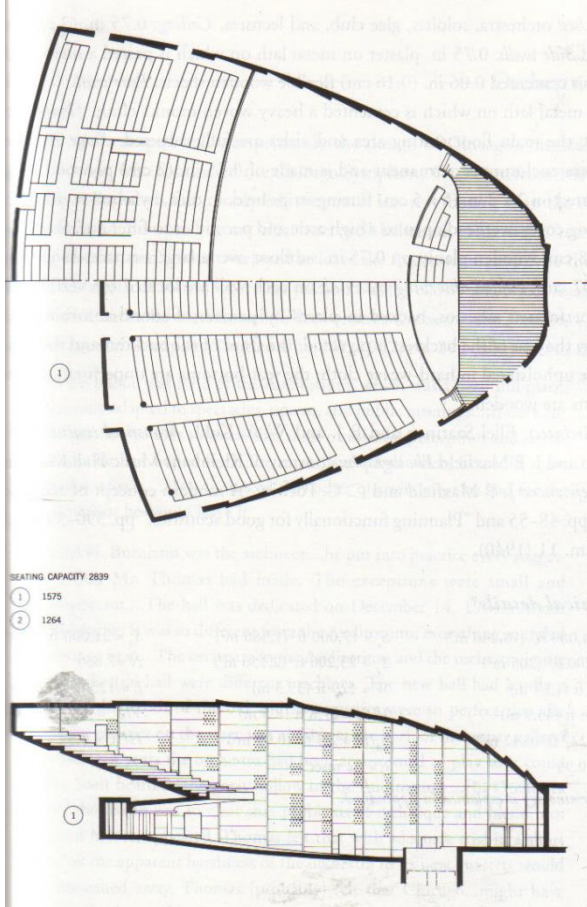
Sahne çevresinde sabit ya da hareketli yansıtıcı yüzeyler



Salonun iç yüzeylerinin biçimlendirilmesi

Kaynak dinleyici ilişkisi Örnekler

Buffalo Kleinhans Music Hall



Salonun iç yüzeylerinin biçimlendirilmesi

Kaynak dinleyici ilişkisi Örnekler



Lenape Middle School
Auditorium (USA)



Salonun iç yüzeylerinin biçimlendirilmesi

Kaynak dinleyici ilişkisi Örnekler



Holy Spirit Lutheran Church -
Lancaster, PA



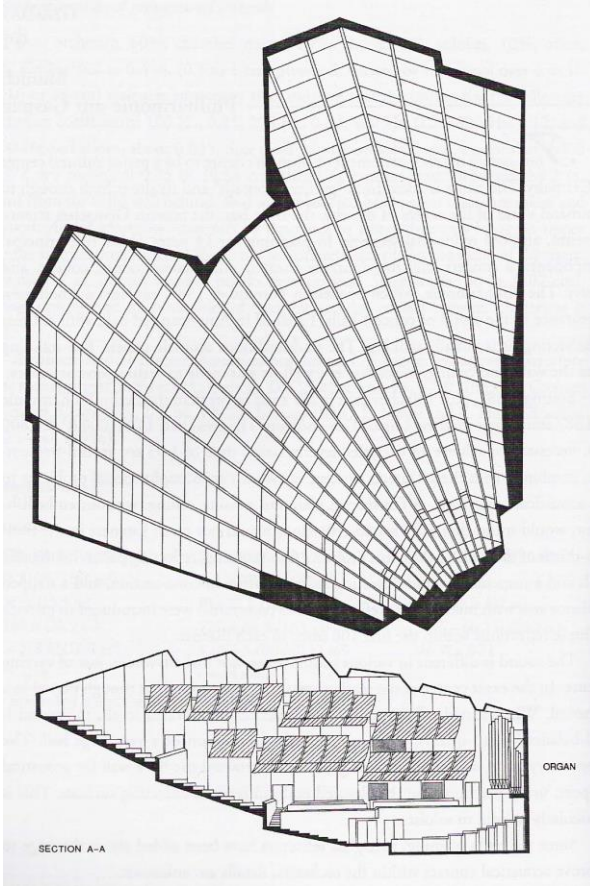
Salonun iç yüzeylerinin biçimlendirilmesi

Kaynak dinleyici ilişkisi Örnekler



Salonun iç yüzeylerinin biçimlendirilmesi

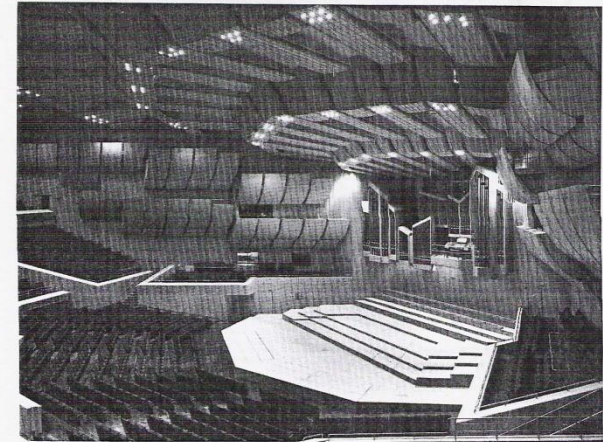
Kaynak dinleyici ilişkisi Örnekler



Münih Flarmoni
Salonu



MUNICH, PHILHARMONIE AM GASTEIG



Salonun iç yüzeylerinin biçimlendirilmesi

Sahne tasarımı

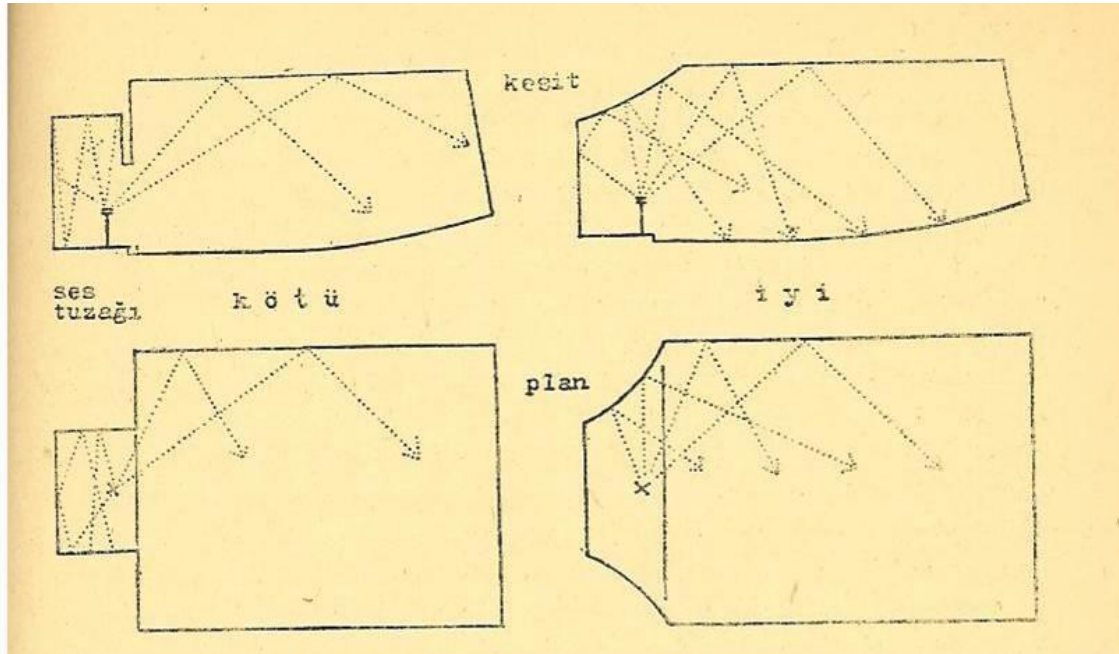
- Kaynaktan çıkan ses enerjisinin dinleyiciye en az kayıpla ulaşmasında, sahne tasarımının büyük etkisi vardır.
- Sahne tasarımının hedefleri;
 - dinleyicilere nicelik ve nitelik açısından yeterli ses enerjisi göndermek ve
 - sahne kullanıcılarının birbirlerinin seslerini en iyi biçimde algılamasını sağlamaktır.



Salonun iç yüzeylerinin biçimlendirilmesi

Sahne tasarımı

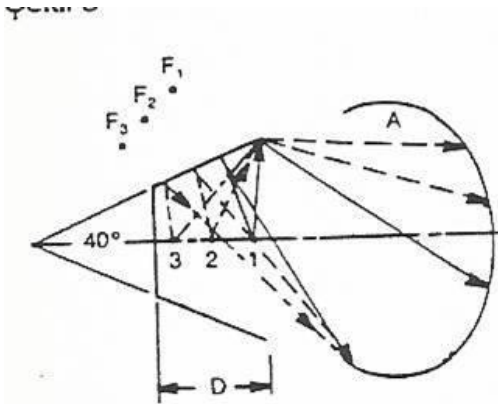
- Sahne, planda ve kesitte, sesi salona yönlendirecek biçimde tasarlanmalıdır. Ses tuzakları önlenmelidir.



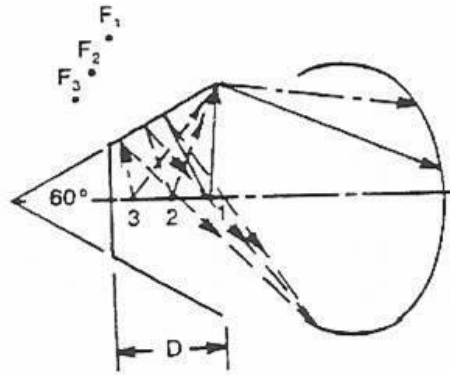
Salonun iç yüzeylerinin biçimlendirilmesi

Sahne tasarımı

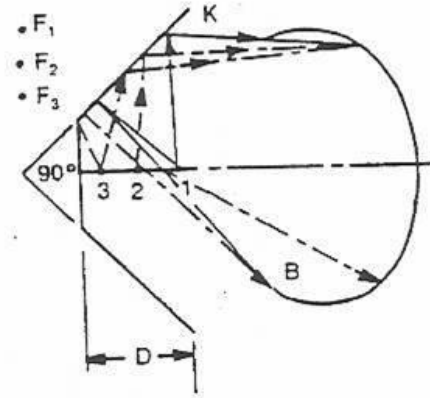
Sahne yan duvarları sesi salona gönderme biçimi dinleyici alanı ve yararlı yansıtıcı yüzey göz önüne alınarak düzenlenmelidir.



1 no'lu çalgıların sesi, A bölgesindeki dinleyicilere ulaşmıyor.



Her üç çalgının sesi, tüm dinleyicilere ulaşıyor

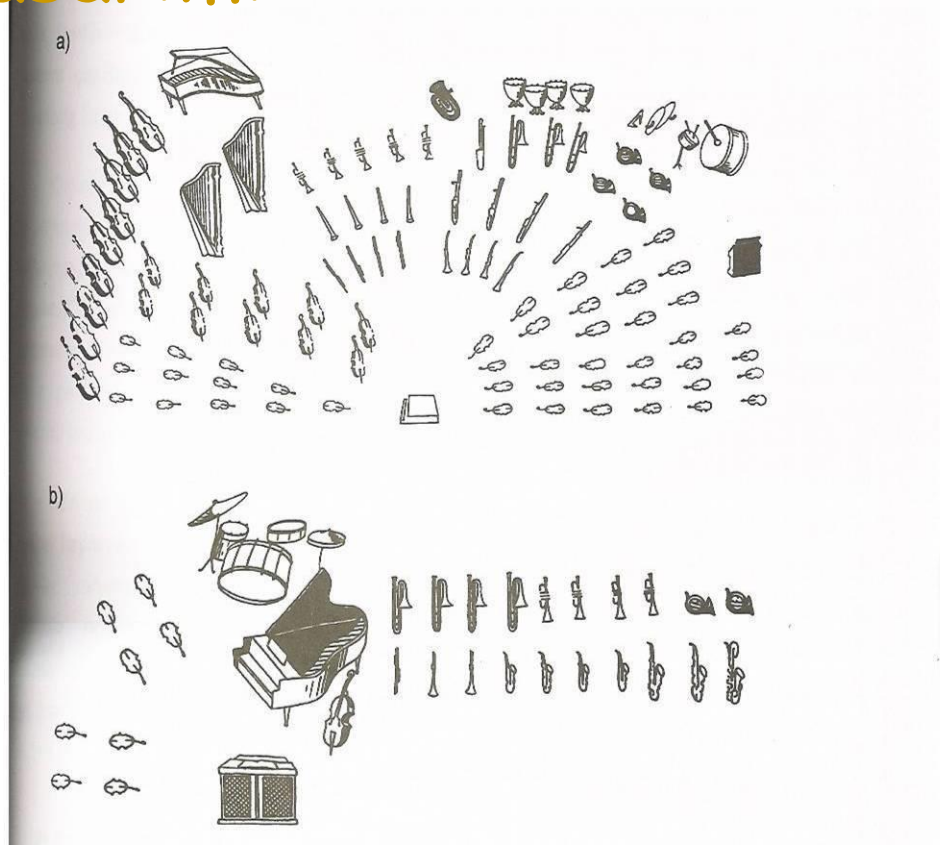


Sahne çok geniş, Yan duvarın K bölümü gereksiz. 3 no'lu çalgının sesi B bölgesine ulaşmıyor.



Salonun iç yüzeylerinin biçimlendirilmesi

Sahne tasarımı

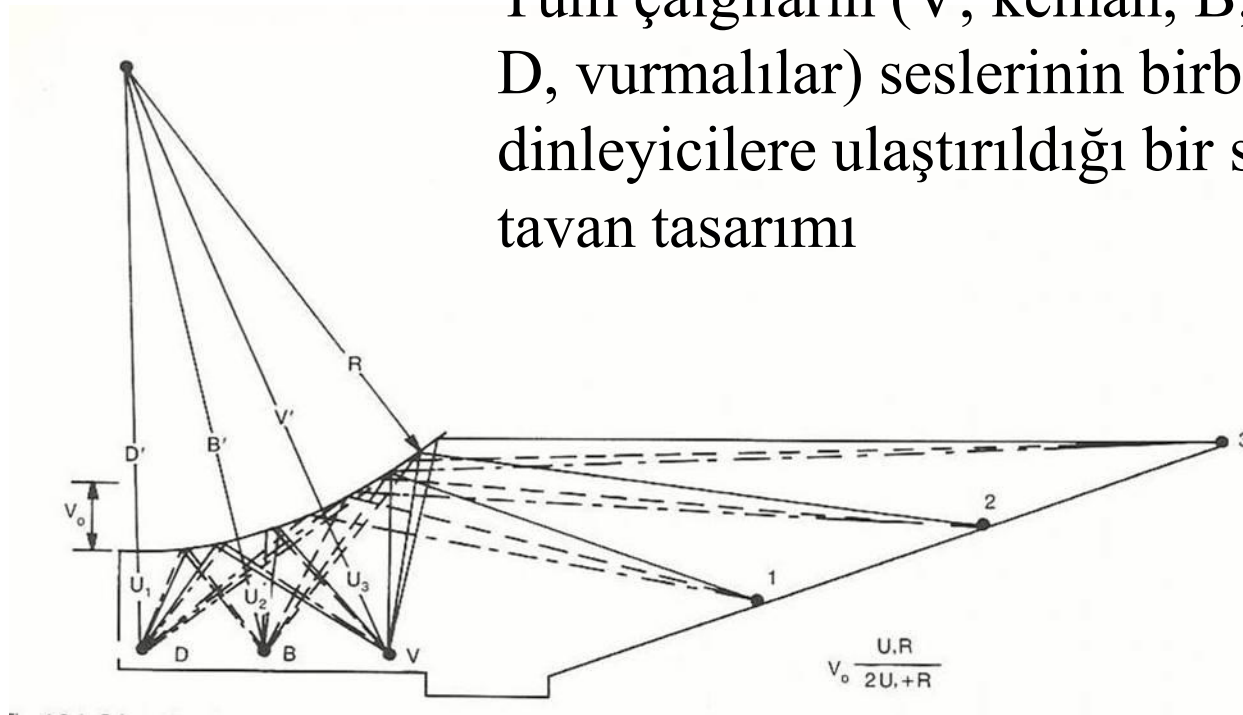


Sahnede müzik aletlerinin yer alma şemalarına örnek. a) senfoni orkestrası, b) caz müziği

Salonun iç yüzeylerinin biçimlendirilmesi

Sahne tasarımı

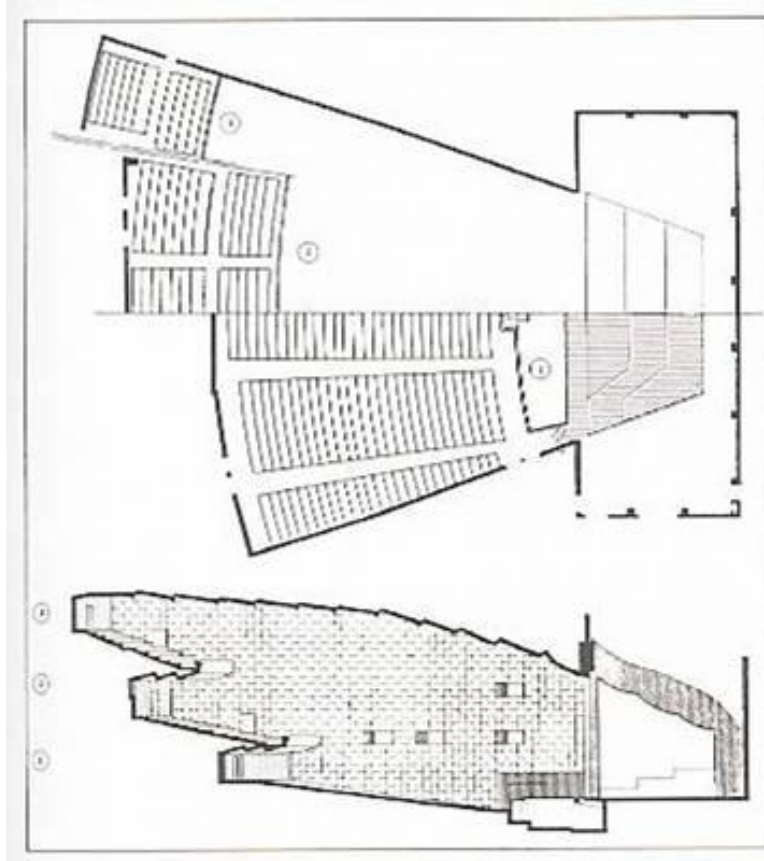
Tüm çalgıların (V; keman, B; baslar, D, vurmaları) seslerinin birbirine ve dinleyicilere ulaştırıldığı bir sahne tavan tasarımı



Salonun iç yüzeylerinin biçimlendirilmesi

Sahne tasarımı

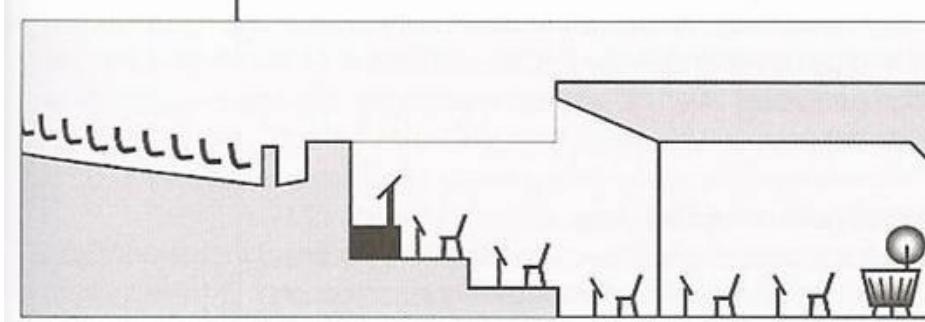
Planda ve kesitte, salona sesi doğru yönlendiren sahne tasarımı



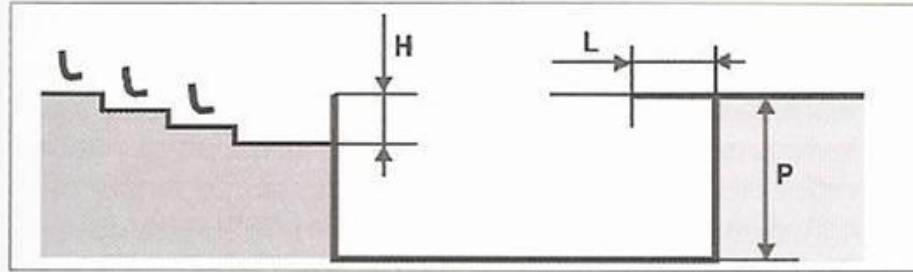
Salonun iç yüzeylerinin biçimlendirilmesi

Sahne tasarımı

Opera, bale, müzikallerde opera çukuru tasarımı önem kazanır.



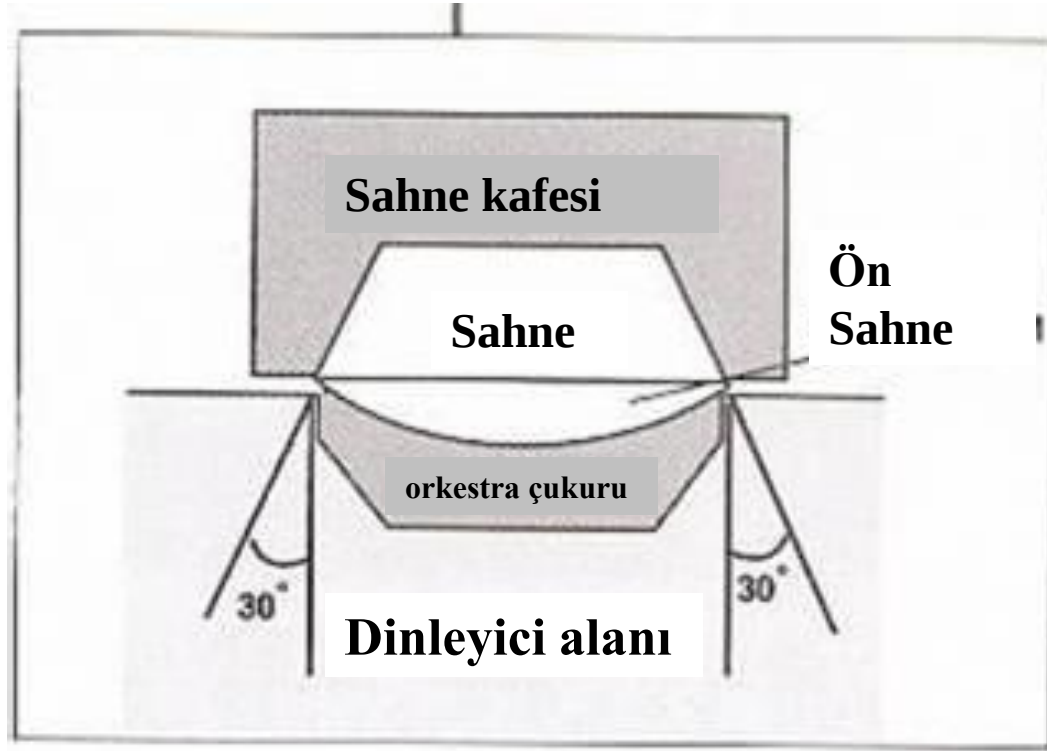
Kademelendirilmiş ve üzeri ön sahne ile kapatılmış bir orkestra çukuru



Orkestra çukuru optimal boyutları; H (parterden yükseklik) yaklaşık 1 m, L (sahnedan çıkma) 1 ile 2 m arası ve P (sahne altı derinliği) 2,5 ile 3 m arası

Salonun iç yüzeylerinin biçimlendirilmesi

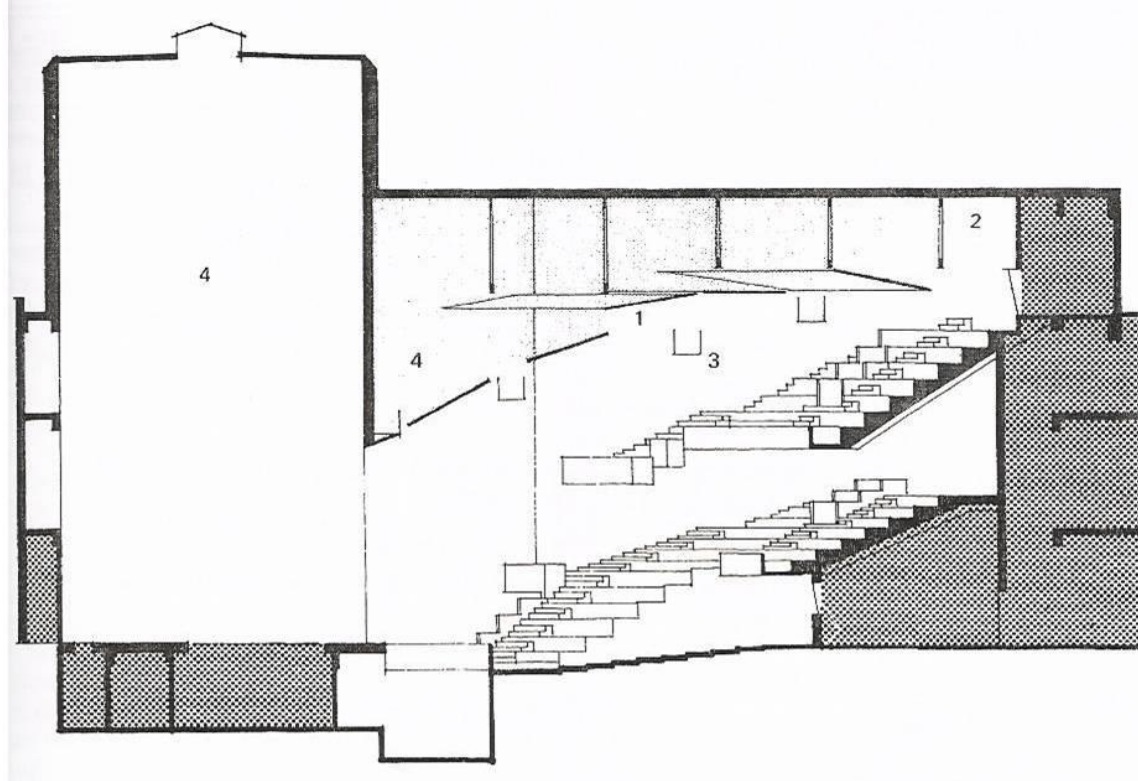
Sahne tasarımı



Operalarda maksimum görüş açısı 30° ve açıklık boyutu 30 m olarak alınır.

Salonun iç yüzeylerinin biçimlendirilmesi

Sahne tasarımı



Architectural floor plan of the Teatro Real building, showing various rooms and their functions. The plan is color-coded and includes a legend on the right side.

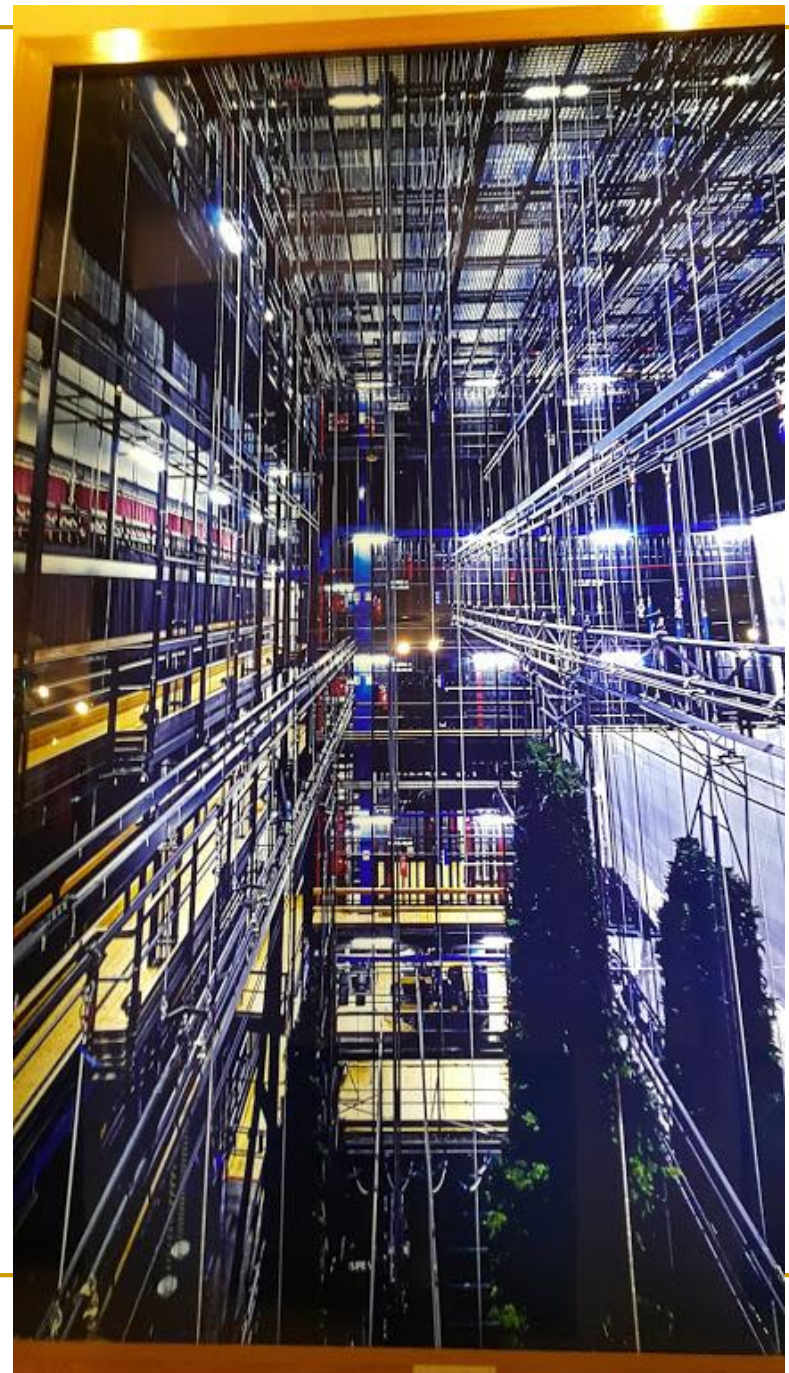
Legend:

- ACCESO PÚBLICO
- RESTAURANTE
- OFICINAS
- SALA
- PALCO REAL
- FOSO MÚSICOS
- CAJA ESCÉNICA-PARRILLAS
- ESCENARIO
- CHÁCENA
- CONTRACHÁCENA
- SALA-PUESTA EN ESCENA
- CALENTAMIENTO BALLET
- ENSAYO DE COROS
- ENSAYO ORQUESTA
- MUELLE DE CARGA
- ALMACENES

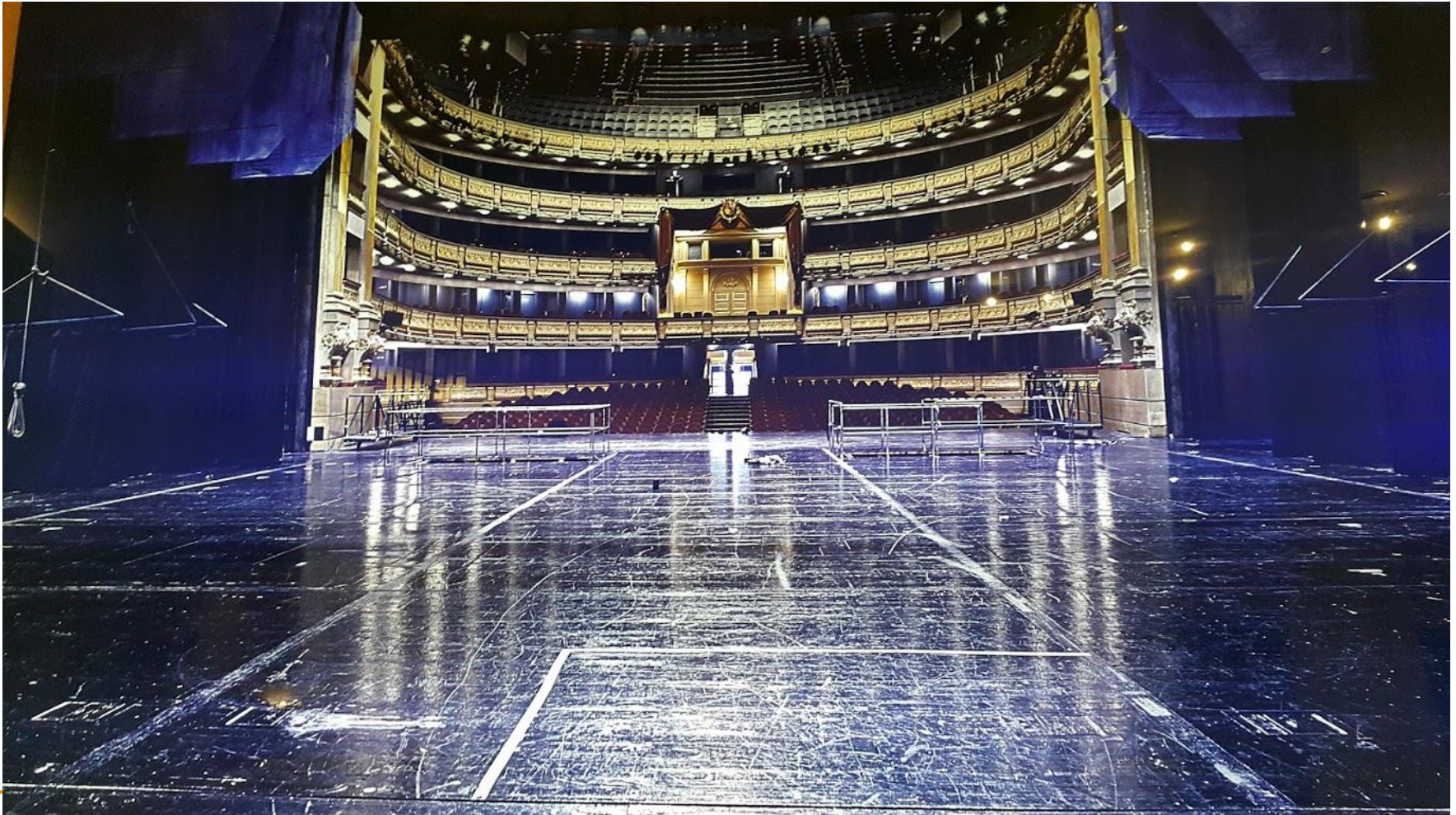
Teatro Real

FUNDACION DEL TEATRO LIRICO
TEATRO REAL

TEATRO REAL MADRID



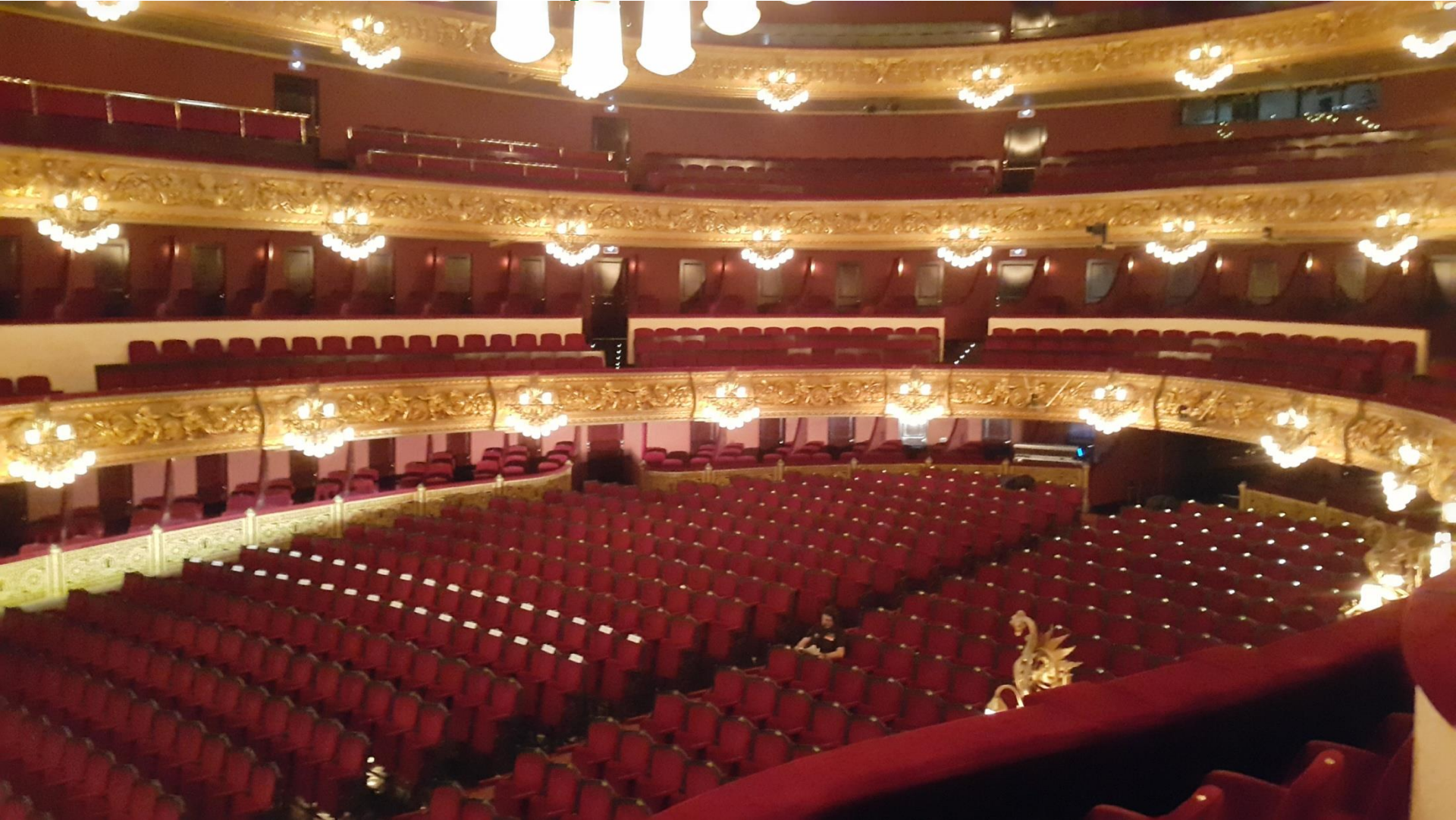
TEATRO REAL MADRID



Barcelona Opera Salonu



Barcelona Opera Salonu



Barcelona Opera Salonu



Hacim tasarımımda akustiğın etkisi

- Salonun fiziksel sınırlarının belirlenmesi
 - Hacim büyüklüğü
 - Hacmin biçimlenişi
 - Akustik kusurlar
- Salonun iç yüzeylerinin biçimlendirilmesi
 - Kaynak dinleyici ilişkisi
 - Sahne tasarımı
- **Yüzey gereçlerinin seçimi**
 - **Yutucu yüzeyler**
 - **Yansıtıcı yüzeyler**
 - **Dağıtıcı yüzeyler**



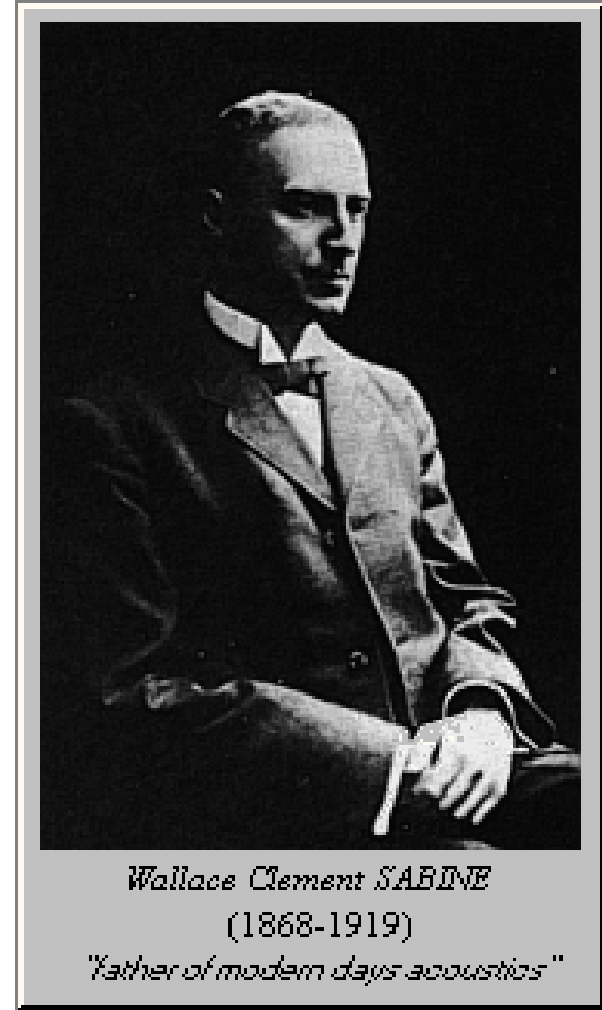
Yüzey gereçlerinin seçimi Yansışım

- Yansışım, bir hacimde orijinal ses kaynağı sustuktan sonra sesin devam etmesidir. Bir kapalı mekanda ses çıkarıldığında çok sayıda yansıma gelişir ve kaynak susunca bunlar yüzeylerde, nesnelerde ve havada yutularak yavaş yavaş söner.
- Bu olay aslında kaynak açıkken de vardır, ancak kaynak kapatılınca belirginleşir. **Kaynak kapatıldıktan sonra sesin yavaş yavaş azalarak sönmesine yansışım denir.**
- Büyük dini yapılar, spor salonları, büyük mağara gibi büyük hacimli mekanlarda yansışım süresi uzundur ve kolayca algılanır. Değişik müzik türlerinin en iyi algılandığı yansışım süreleri vardır.



Yüzey gereçlerinin seçimi Yansışım

- Bir hacmin akustik karakteristiğini belirlemede kullanılan ilk kriter YANSIŞIM SÜRESİ'DİR.
- Yansışım süresi kavramı 20. yy'ın başında İngiliz fizikçi Wallace C. Sabine tarafından ortaya konmuştur



Yüzey gereçlerinin seçimi

Yansışım olayı ve yansışım süresi

Bir hacimde kaynak kapatıldıktan sonra ses düzeyinin yavaş yavaş azalarak sönmesine **yansışım** denir.

Bir hacimde kaynak kapatıldıktan sonra ses düzeyinin 60 dB azalması ya da ses enerjisinin milyonda bire inmesi için geçen süreye **yansışım süresi** denir.



Yüzey gereçlerinin seçimi

Yansıma olayı ve yansıma süresi

açık

kapalı

Açık hava

Ses kaynağı

Yansıma

Lineer

1/1,000,000

Kapalı mekan

dB

-60 dB

YAPI FİZİĞİ 2 - HACİM AKUSTİĞİ

Prof. I

Yansıma süresi (sn)



Yüzey gereçlerinin seçimi Yansışım

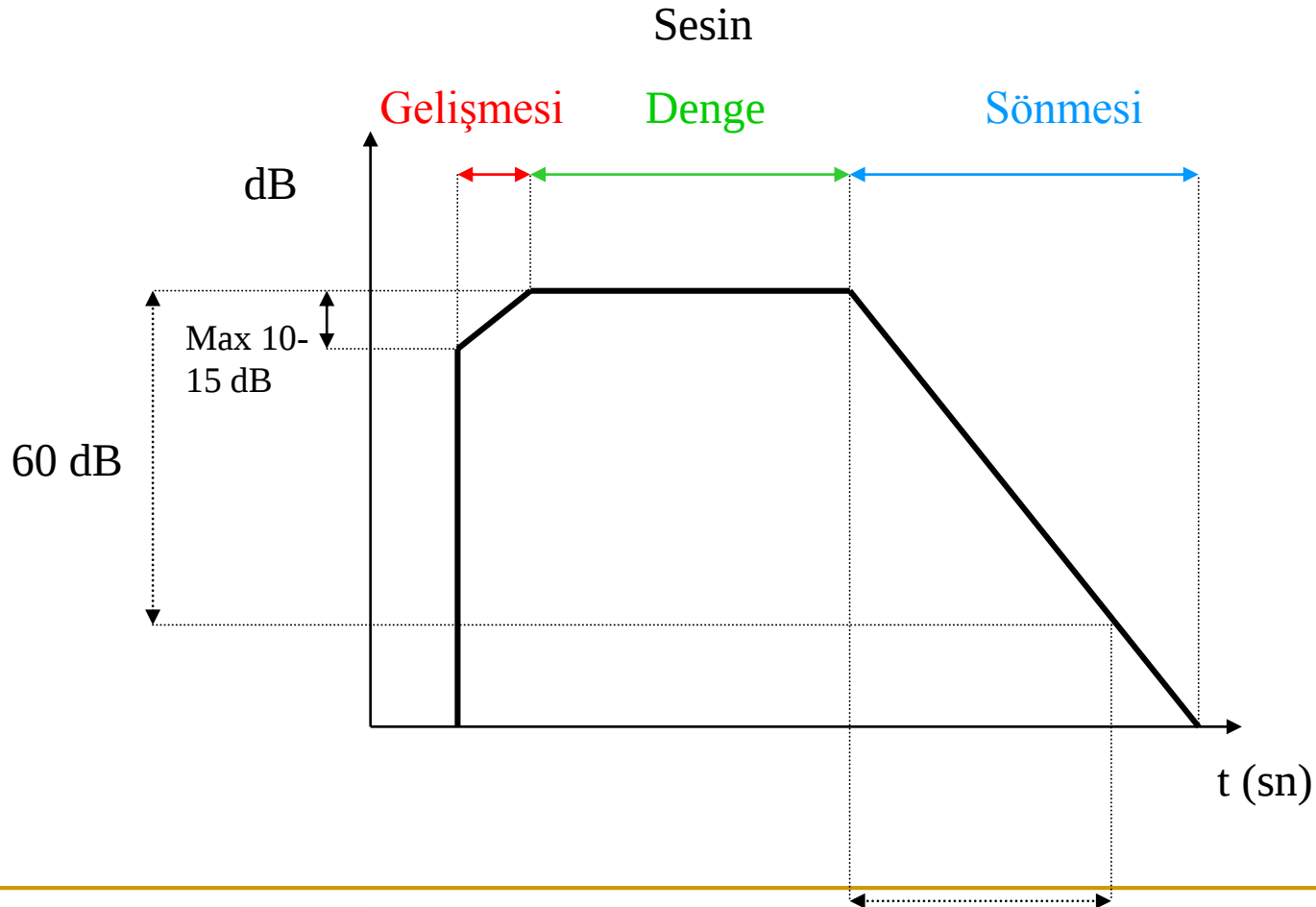
Yansışım olayı ve yansışım süresi

- Yansışım süresi, hız türünden bir büyüklüktür. Hız, yol/zaman'dır, yani oransal bir büyüklüktür. Yansışım süresi de dB/zaman'dır.
- Bir hacmin yansışım süresini anlamak için sürenin tümünü duymamız gerekmez, belli bir bölümünü duymak, hacmin yansışım süresi hakkında bize fikir verir.



Yüzey gereçlerinin seçimi

Yansışım olayı ve yansışım süresi



Yüzey gereçlerinin seçimi

Yansışım olayı ve yansışım süresi

Yansışım süresi hacim büyüklüğü ile doğru orantılı, yutuculuk ve yüzey alanı ile ters orantılıdır.

$$\begin{array}{ll} V \nearrow & T \nearrow \\ a \nearrow & T \searrow \\ S \nearrow & T \searrow \end{array}$$



Yüzey gereçlerinin seçimi

Yansıma süresi Sabine formülü

Yansıma süresi hacmin bir özelliğidir ve hacim büyüklüğü ile hacmin toplam yutuculuğuna bağlıdır.

$$T = \frac{0,16 \times V}{A}$$

T = Yansıma süresi (sn)

V = Hacim, m³

A = Toplam yutuculuk, m² (tam yutucu yüzey cinsinden)

A = a x S



Yüzey gereçlerinin seçimi

Yansışım olayı ve yansışım süresi

Sabine cinsinden yutuculuk (A)

Tam yutucu yüzey cinsinden yüzey yutuculuğu

GEREÇLER	Yüzey alanı, S (m ²)	Yutma çarpanı (a)	Tam yutucu yüzey (Sabine) $A = S \times a$ (m ²)
1. GEREÇ	50	0,1	X 5
2. GEREÇ	36	0,13	X 5
3. GEREÇ	3	0,90	X 2,7



Yüzey gereçlerinin seçimi

Yansışım süresi

- **Yansışım süresi sesin düzeyinden ve hacimdeki fon gürültüsünden bağımsızdır.** Sesin ilk çıktığı ya da yansışım olayı nedeniyle ulaştığı düzey, yansışım süresini etkilemez.
- Bir hacmin yansışım süresi, 50 dB'lik bir ses için de 100 dB'lik bir ses için de aynıdır.
- Değişen yalnızca yansışımın algılanan bölümüdür.
- Ses düzeyi düşük ya da fon gürültüsü yüksek olduğunda yansışım süresinin algılanan bölümü kısalır. Ancak yansışım süresi, hız türünden bir kavram olduğundan, etkisi değişmez.



Yüzey gereçlerinin seçimi

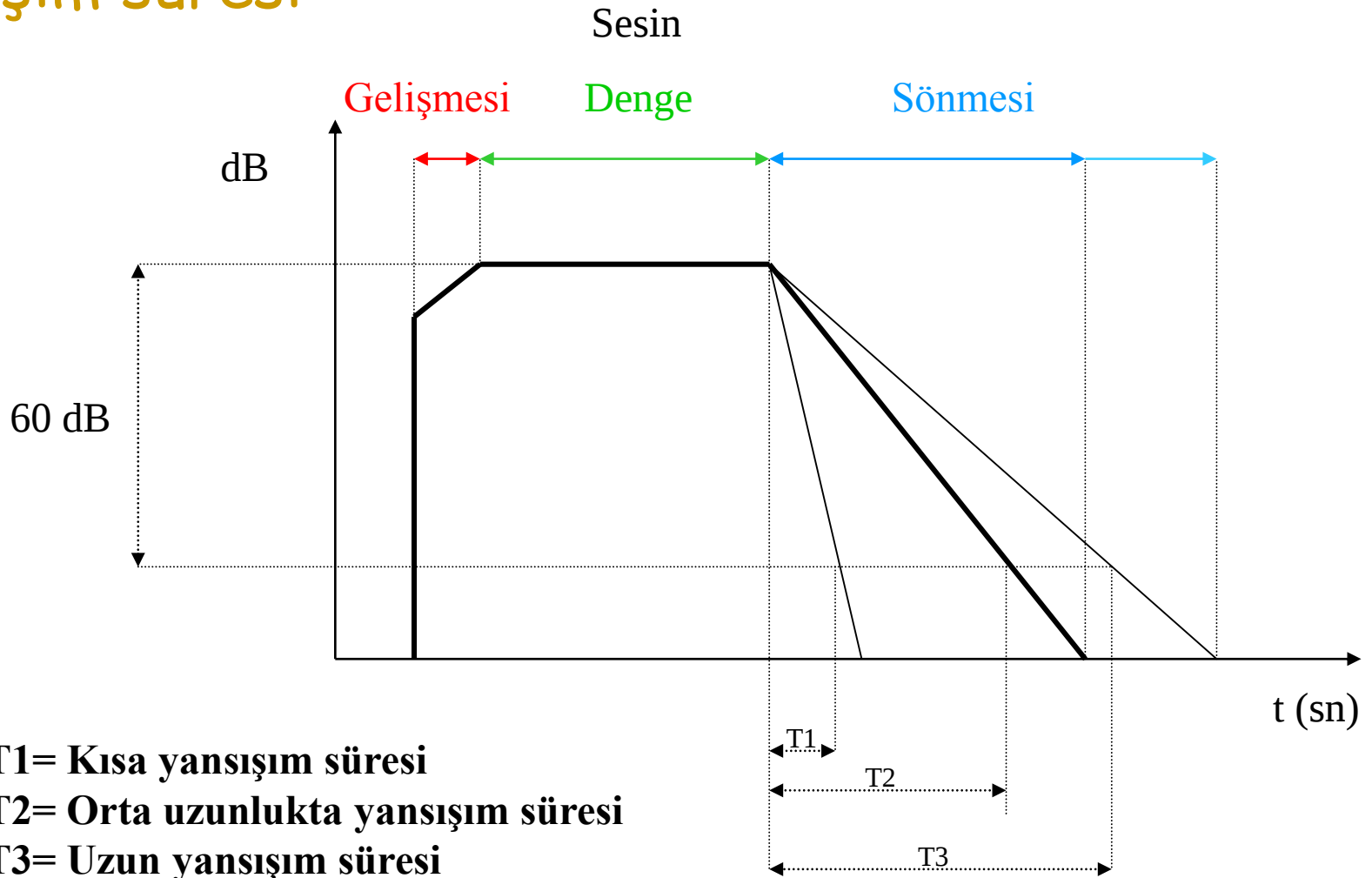
Yansıma süresi

- Hacimlerin yansıma süreleri 0,5 sn ile 10-15 sn arasında değişir.
- Büyük ve/ya da yüksek yansıtıcılıkta gereçlerle giydirilmiş hacimlerde yansıma süresi uzundur.
- Küçük ve/ya da yüksek yutuculukta gereçlerle giydirilmiş hacimlerde yansıma süresi kısadır..



Yüzey gereçlerinin seçimi

Yansışım süresi



T1= Kısa yansışım süresi

T2= Orta uzunlukta yansışım süresi

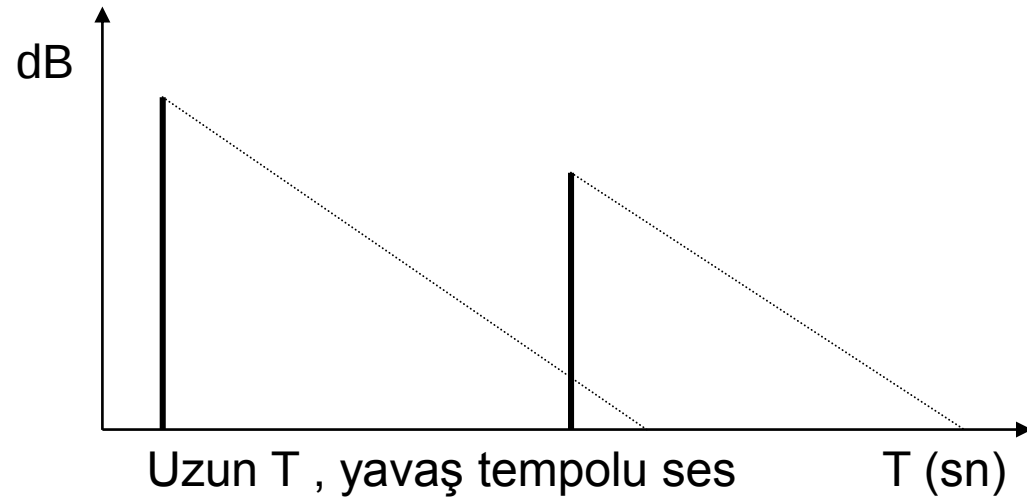
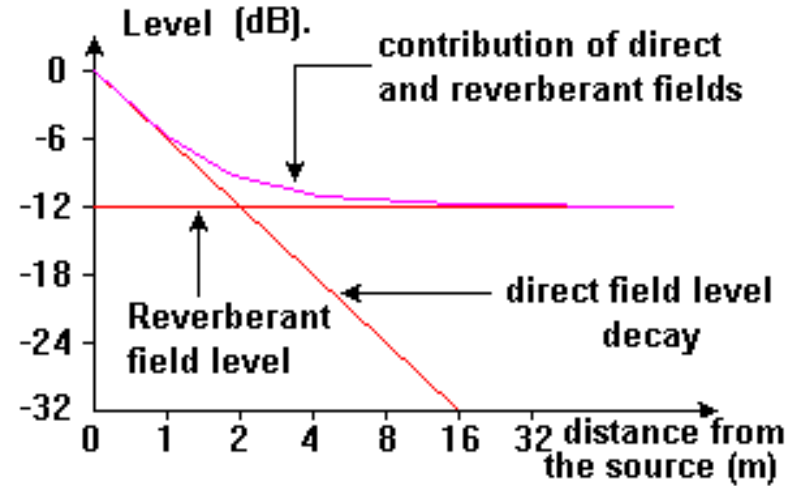
T3= Uzun yansışım süresi



Yüzey gereçlerinin seçimi

Yansımanın yararlı etkileri

- Uzun yansıma süresi, ses düzeyini artırır.
- Hacimde sesin düzgün yayılmasını sağlar.
- Yavaş tempolu müziklerde ses kalitesini, zenginliğini artırır.
- Ses, açık havada ya da yutucu mekanlarda rastlanmayan bir nitelik kazanır.



Yüzey gereçlerinin seçimi

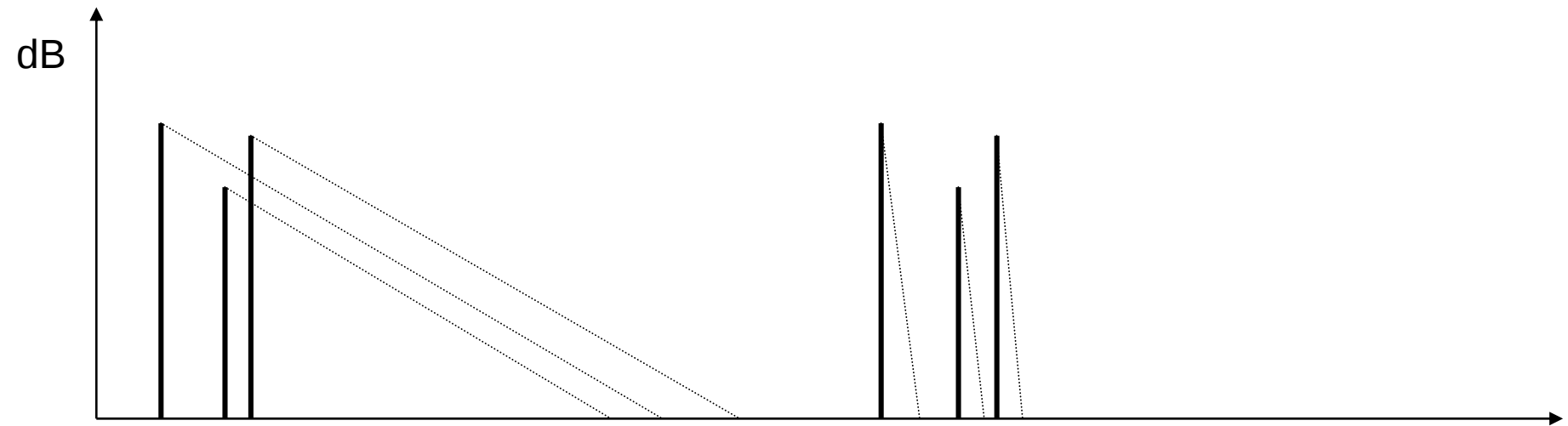
Yansışımın zararlı etkileri

- Uzun yansışım süresi, konuşma ve hızlı tempolu müziklerde ses kalitesini azaltır.
- Maskelemeye yol açar.

Uzun T, hızlı tempolu ses

Kısa T, hızlı tempolu ses

t(sn)



Yüzey gereçlerinin seçimi

Optimum yansışım süresi

- Optimum yansışım süresi T_{opt} , hacmin işlevine uygun, yani sağlanması gereken yansışım süresidir.
- Optimum yansışım süresi hacimlerin kullanım amacına ve büyüklüğüne bağlı olarak istatistiksel verilerle belirlenmiştir.
- Optimum yansışım süreleri 0,5 sn ile 2 sn arasında değişir.



Yansışım ses örnekleri

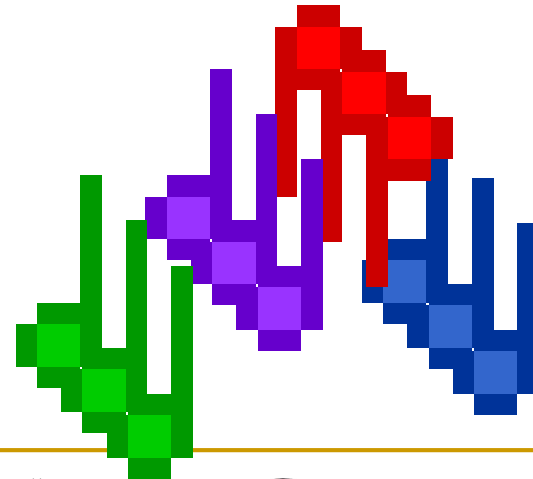
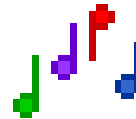
 **Dvorak's String Quartet No. 12** Anechoic (Dry) Recording

 RT = 0.46 sec

 RT = 1.47 sec

 RT = 2.10 sec

 RT = 7.67 sec



Yansışım ses örnekleri



Konuşma (SABINE hakkında)



RT = 0.46 sec



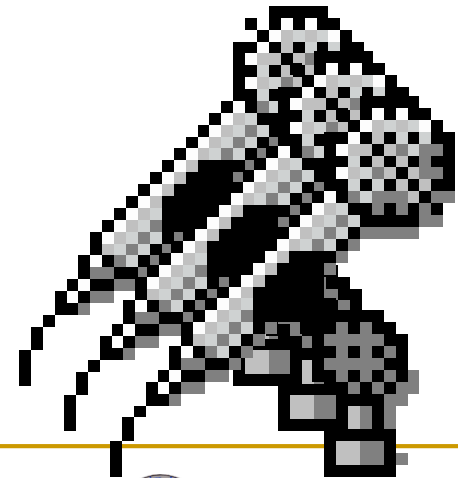
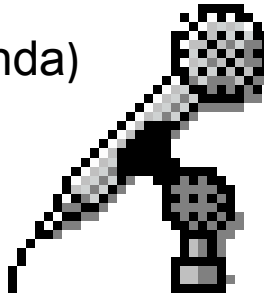
RT = 1.47 sec



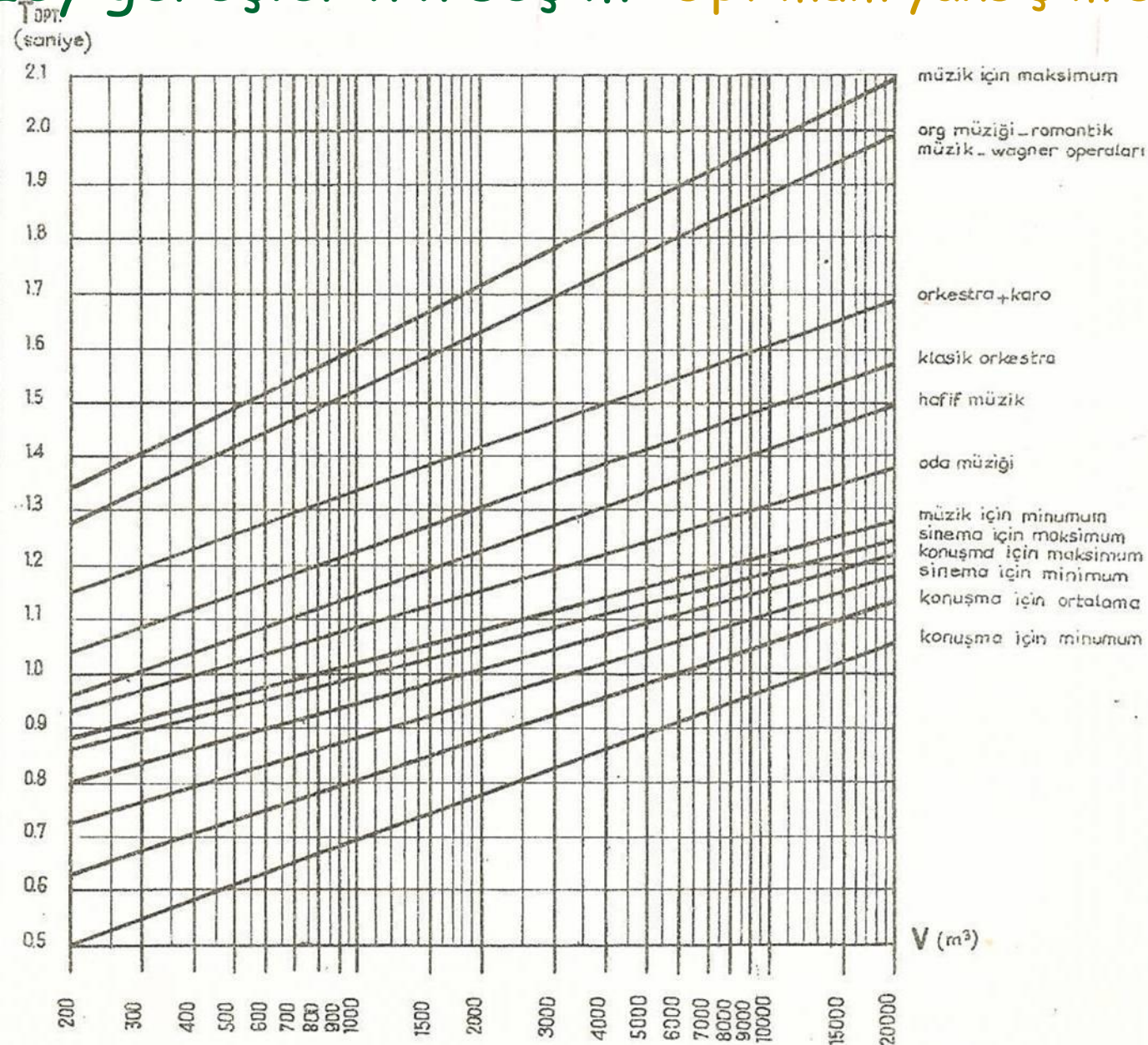
RT = 2.10 sec



RT = 7.67 sec



Yüzey gereçlerinin seçimi Optimum yansım süresi



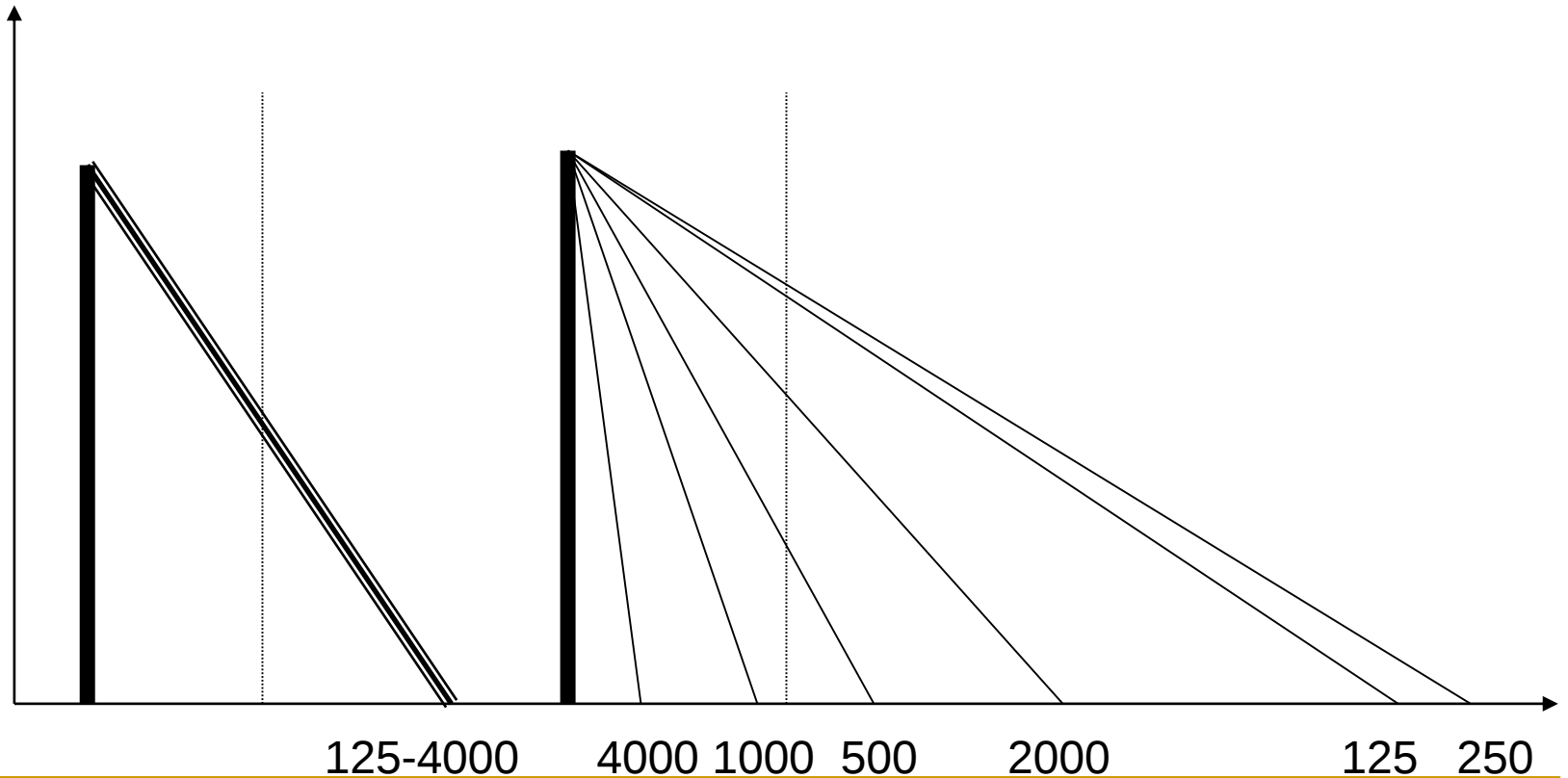
Distorsiyon

- Bir hacimde yansıma süresi frekanslara göre önemli farklılıklar gösterdiğinde DİSTORSİYON (bozulma, biçim değiştirme) denilen bir akustik kusur ortaya çıkar.
- Distorsiyonun varlığı salonun, Hİ-Fİ özelliğine zarar verir.
- Distorsiyon maskeleyemeye yol açar.



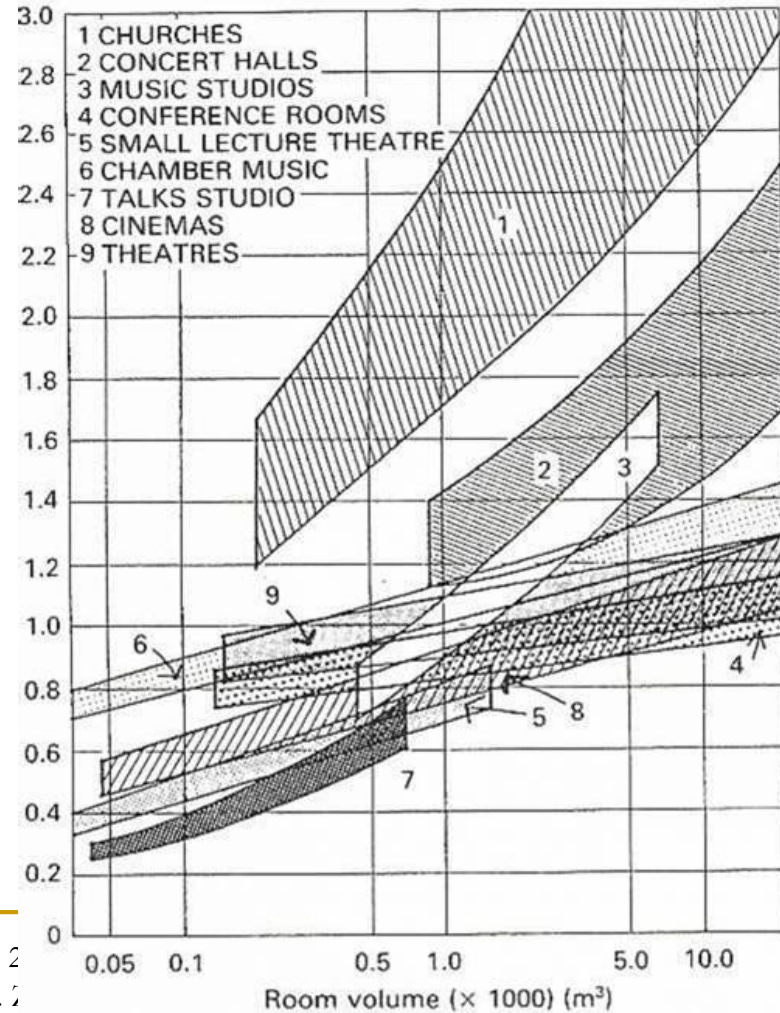
Yüzey gereçlerinin seçimi

Distorsiyon



Distorsiyon

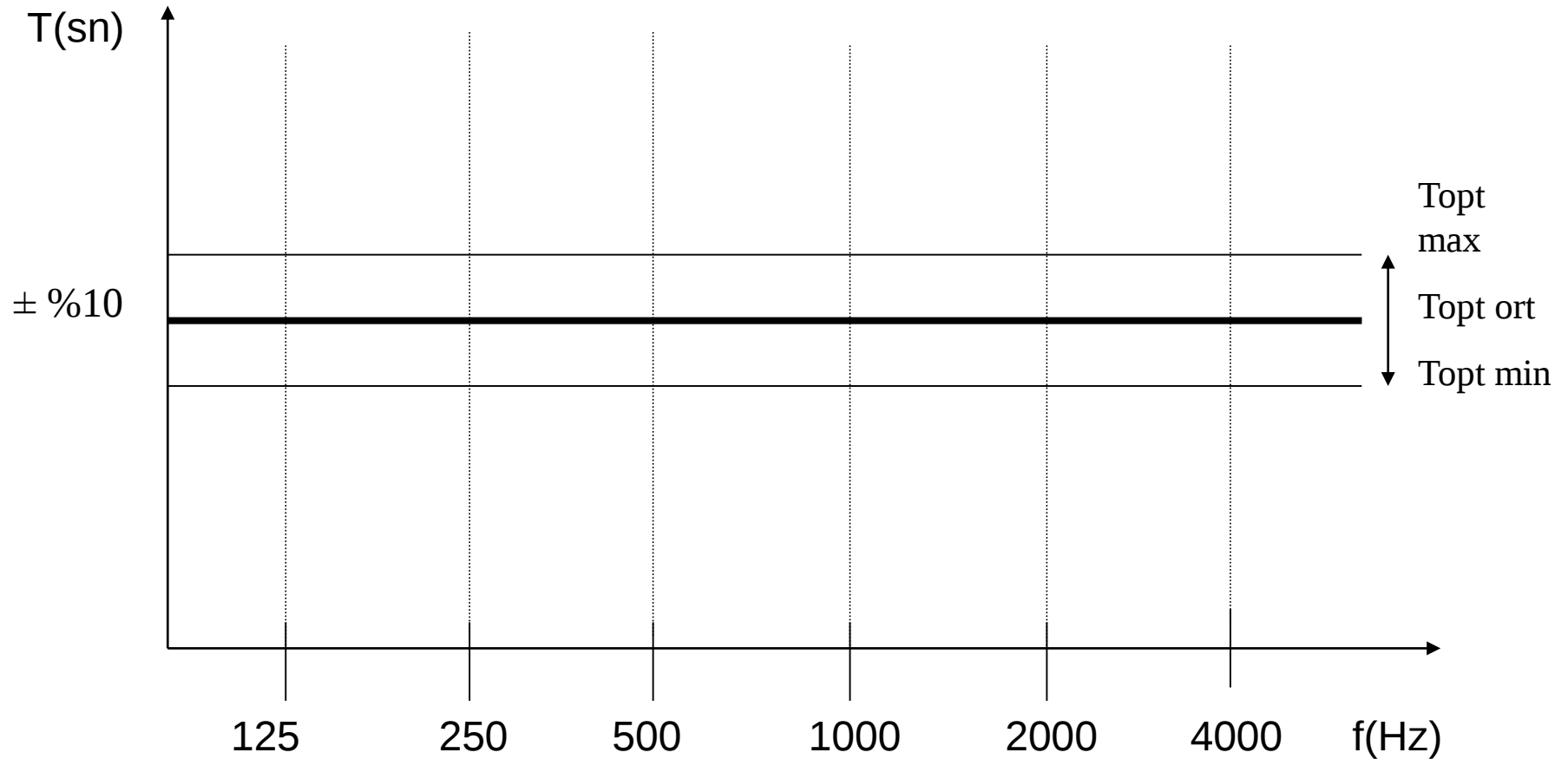
- Distorsiyonun önlenmesi için hacimde yansıma süresinin frekanslara göre değişiminin kabul edilen sınırlar içinde olması gerekir.



Yüzey gereçlerinin seçimi

Distorsiyon

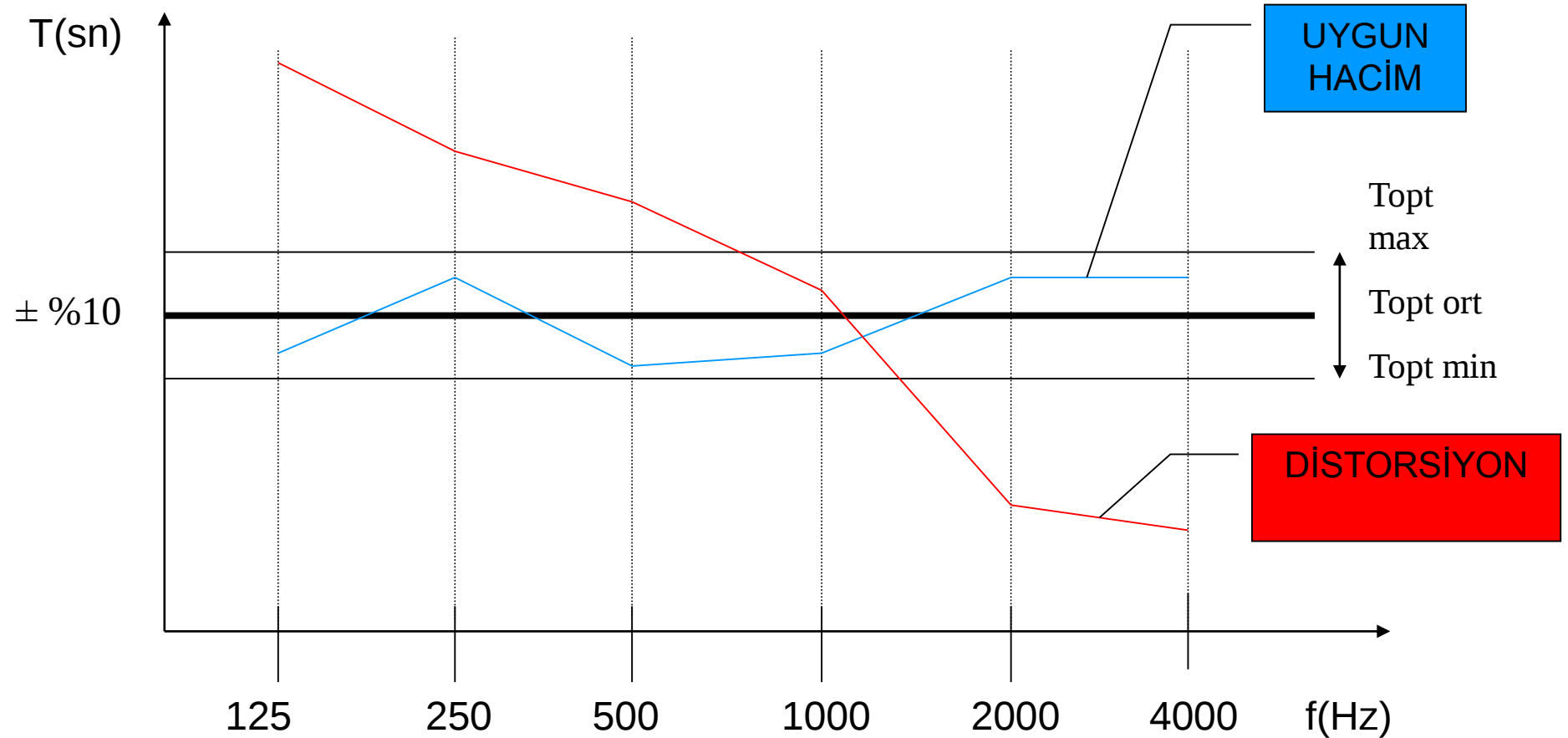
Optimum yansıma süresi aralığı



Yüzey gereçlerinin seçimi

Distorsiyon

Frekanslara göre yansıma süresi değişimi



Yüzey gereçlerinin seçimi

Yansışım Süresi Hesabı

Yansışım süresi hesabı

125-250-500-1000-2000-4000

oktav bantları için ayrı ayrı yapılır.

AMAÇ:

Hacmin mevcut yansışım süresinin, o hacim büyüklüğü ve işlev için verilen optimum yansışım süresine uygun hale getirilmesidir.



Yüzey gereçlerinin seçimi

Yansışım Süresi Hesabı

$$T = 0.16 V/A$$

T: Yansışım Süresi (sn), V: hacim (m³),

A: toplam yutuculuk (m²)

$$A = A_y + A_b + A_h$$

A_y = Yüzeylerin toplam yutuculuğu

A_b = Birimsel nesnelerin toplam yutuculuğu

A_h = Havanın toplam yutuculuğu

Yansışım süresi hesabı

125-250-500-1000-2000-4000

oktav bantları için ayrı ayrı yapılır.



Yüzey gereçlerinin seçimi

Yansışım Süresi Hesabı

Yüzeylerin Toplam Yutuculuğu

Yüzeylerin toplam yutuculuğu her bir yüzeyin yutma çarpanı ile alanının çarpımlarının toplamıdır.

$$A_y = a_1 x S_1 + a_2 x S_2 + \dots a_n x S_n$$

Yüzeylerin yutma çarpanları sesin frekansına bağlı olarak değiştiğinden A_y 6 oktav band için ayrı ayrı hesaplanır.



Yüzey gereçlerinin seçimi

Yansıma Süresi Hesabı

Birimsel Nesnelerin Toplam Yutuculuğu

Birimsel nesnelerin (koltuk, insan) toplam yutuculuğu her bir birimin yutma çarpanı ile adedinin çarpımlarının toplamıdır.

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

Birimsel nesnelerin yutma çarpanları sesin frekansına bağlı olarak değiştiğinden A_b 6 oktav band için ayrı ayrı hesaplanır.



Yüzey gereçlerinin seçimi

Yansıma Süresi Hesabı

Havanın Yutuculuğu

Havanın yutuculuğu sesin frekansına, havanın sıcaklığına ve bağıl neme bağlıdır.

$$Ah = 4mV$$

m değeri sıcaklığa ve bağıl neme bağlı olarak değişir.

Havanın alçak frekanslardaki yutuculuğu göz ardı edilebilecek kadar küçüktür.

Havanın yutuculuğu 1000-2000-4000 Hz için hesaplanır.



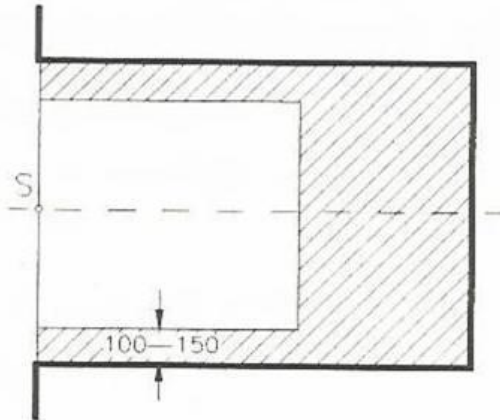
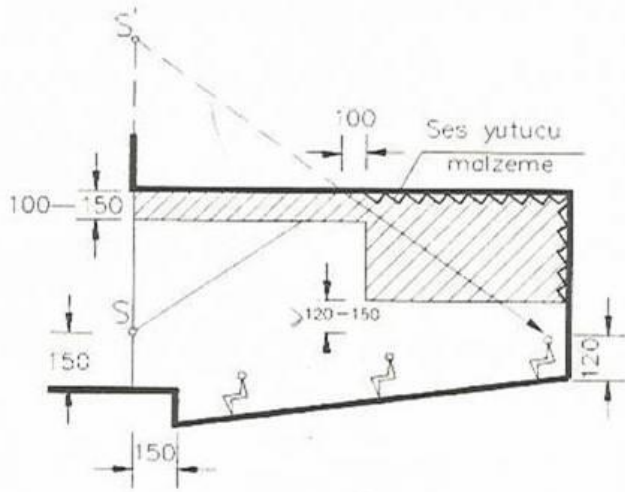
Yansışım Süresi Hesabı adımları

1. Hacim büyüklüğünün hesaplanması
2. Hacmin amacına ve büyüklüğüne uygun optimum yansışım süresinin tablodan bulunması
3. Hacmin mevcut yansışım süresinin hesaplanması
4. T_{mev} ile T_{opt} karşılaştırılması
5. Uygun olmaması durumunda yüzey alanlarının ve/ya da yüzey yutuculuklarının (gereçlerin) değiştirilerek tatonman yoluyla T_{mev} 'ün T_{opt} 'a uygun hale getirilmesi



Yüzey gereçlerinin seçimi

SES YUTUCU GEREÇLERİN DUVARLARA VE TAVANA YERLEŞTİRİLMESİ



Ses yutucu gereçler;

- arka duvara
 - yan duvarlara
 - tavanın arka ve yan bölümlerine
- yerleştirilmelidir.

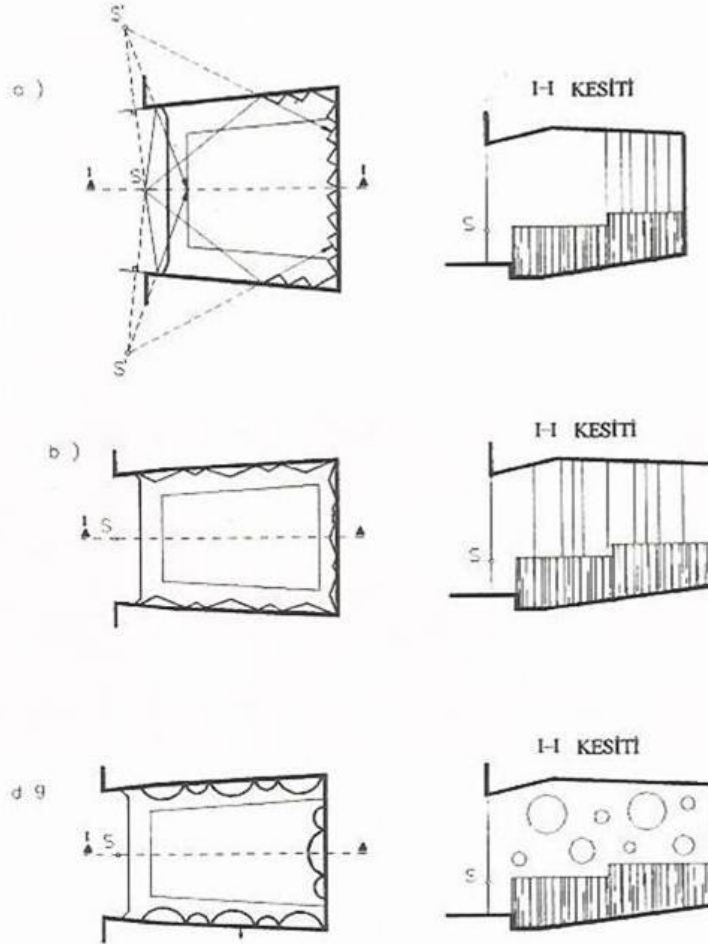
YANSITICI YÜZEYLER

- Yansıtıcı yüzeyler, sahneye yakın tavan ve yan duvarlarda olmalıdır.
- Yansıtıcıların genişliği 3-4 metreden az olmamalıdır.
- Yansıtıcılar sıkı tespit edilmeli, yoğunlukları en az 20-25 kg/m² olmalı ve yüzeyleri düzgün olmalıdır.
- Yansıtıcılar, düzlem ya da dışbükey olabilir.



Yüzey gereçlerinin seçimi

DAĞITICI YÜZEYLER



SUBJEKTİF(ÖZNEL) ve OBJEKTİF (NESNEL) PARAMETRELER

Sübjektif	Objektif	Sembol	Formül
Yansışım	Yansışım süresi	RT veya T (sn)	$RT=0,16 \text{ V/A}$
Netlik	Netlik	C_{50}, C_{80} (dB)	$C_{50} = 10 \log \frac{\int_0^{50 \text{ ms}} p^2(t) dt}{\int_{50 \text{ ms}}^{\infty} p^2(t) dt}$
Sıcaklık	Bas Oranı	BR (%)	$BR = \frac{RT_{125 \text{ Hz}} + RT_{250 \text{ Hz}}}{RT_{500 \text{ Hz}} + RT_{1000 \text{ Hz}}}$
Güç	Güç	G (dB)	$G_{\text{exp}} = 10 \log [T/V] + 45$
Sarmalanmışlık	Yanal enerji oranı	LEF (%)	$LEF = \frac{\int_{t=50 \text{ ms}}^{t=80 \text{ ms}} p_l^2(t) dt}{\int_{t=0 \text{ ms}}^{t=80 \text{ ms}} p^2(t) dt}$
Konuşmanın anlaşılabilirliği	Konuşmanın anlaşılabilirliği	STI (%)	$STI = \frac{(\bar{L}_{SN_{\text{app}}} + 15)}{30}$



Müzik amaçlı hacimler: Öznel ve nesnel hacim akustiği parametreleri

Sübjektif	Objektif	Sembol	Formül	Kabuledilebilir değerler
Yansışım	Yansışım süresi	RT/ T (sn)	$RT=0,16 \text{ V/A}$	0,1-2,0 (sn) Hacim büyüklüğüne ve işleve bağlı
Netlik	Netlik	C₈₀ (dB)	$C = 10 \times \log_{10} \frac{\int_{-\infty}^{80ms} h^2(t) dt}{\int_{80ms}^{\infty} h^2(t) dt}$	$C_{80} \geq -3 \text{ dB}$
Sıcaklık	Bas Oranı	BR (%)	$BR = \frac{RT_{125 \text{ Hz}} + RT_{250 \text{ Hz}}}{RT_{500 \text{ Hz}} + RT_{1000 \text{ Hz}}}$	$BR \approx 1,1- 1,4$
Güç	Güç	G (dB)	$G_{\text{exp}}=10\log [T/V]+45$	$G \geq 0 \text{ dB}$
Sarmalanmışlık	Yanal enerji oranı	LEF (%)	$LEF = \frac{\int_{t=0ms}^{t=80ms} p_r^2(t) dt}{\int_{t=0ms}^{t=80ms} p^2(t) dt}$	$0.10 < LEF < 0.25$



Konuşma amaçlı hacimler: Öznel ve nesnel hacim akustiği parametreleri

Sübjektif	Objektif	Sembol	Formül	Kabuledilebilir değerler
Yansışım	Yansışım süresi	RT/ T (sn)	RT=0,16 V/A	0,5-1,0 (sn) Hacim büyüklüğüne bağlı
Netlik	Netlik	C ₅₀ (dB)	$C_{50} = 10 \log \frac{\int_0^{50 \text{ ms}} p^2(t) dt}{\int_{50 \text{ ms}}^{\infty} p^2(t) dt}$	C ₅₀ ≥ 0
Sıcaklık	Bas Oranı	BR (%)	$BR = \frac{RT_{125 \text{ Hz}} + RT_{250 \text{ Hz}}}{RT_{500 \text{ Hz}} + RT_{1000 \text{ Hz}}}$	BR ≈ 0.9- 1.0
Güç	Güç	G (dB)	G _{exp} =10log [T/V]+45	G ≥ 0 dB
Konuşmanın anlaşılabilirliği	Konuşmanın anlaşılabilirliği	STI (%)	$STI = \frac{(\bar{L}_{SNapp} + 15)}{30}$	STI > 0.60



Çok amaçlı hacimlerde akustik tasarım

- Birden fazla performansa hizmet etmesi amacıyla tasarlanan hacimlerde, bütün performanslar için başarılı bir doğal akustik ortam sunulabilmesi amacıyla, akustik tasarım sürecinde işlevler ayrı ayrı değerlendirilmeli ve her bir **işleve yönelik tasarım senaryosu** oluşturularak çalışma yürütülmelidir.



Çok amaçlı hacimlerde akustik tasarım

- Çok amaçlı hacim tasarımı, görsel ve işitsel teknik gereksinimleri açısından birbirleri ile bağdaşabilecek performansların bir araya getirilmesini gerektirir.
- Çok amaçlı hacimlerde işlev seçimi ya da hangi işlevlerin bir araya getirilebileceği;
 - Performans türüne
 - Hacim büyüklüğüne
 - Hacimdeki dinleyici sayısına bağlıdır.



Çok amaçlı hacimlerde akustik tasarım

- Çok amaçlı hacimler yalnızca **doğal akustik**, yalnızca **yapay** (seslendirmeli ya da elektro) **akustik** tasarımla oluşturulabileceği gibi ikisinin birlikte kullanıldığı **bütünleşik akustik** tasarımı ile de oluşturulabilir.
- Hacim büyüklüğü ya da dinleyici kapasitesine bağlı olarak da **değiştirilebilir akustik tasarım** zorunluluğu ortaya çıkabilir.



Çok amaçlı salonlarda işlev seçimi

- Konuşma (konferans)
- Tiyatro
- Müzik (Doğal akustik için batı/oda müziği vb., elektro akustik için pop/rock vb.)
- Opera
- Bale
- Modern dans
- Müzikal
- **Konuşma-tiyatro:** En çok 1000 kişiye kadar **doğal** akustikle çözülebilir. Kaynak son dinleyici uzaklığı 20 metreyi aşmamalıdır.
- **Konuşma-tiyatro, oda müziği:** Hacim büyüklüğüne bağlı olarak **değiştirilebilir akustik veya da seslendirme** gerektirir.



Çok amaçlı salonlarda işlev seçimi

- Konuşma (konferans)
- Tiyatro
- Müzik (Doğal akustik için batı/oda müziği vb., elektro akustik için pop/rock vb.)
- Opera
- Bale
- Modern dans
- Müzikal
- **Batı müziği, opera, bale: Doğal akustik ve değiştirilebilir akustik** gerektirir.
- **Batı müziği pop/rock vb.:** Doğal akustik ve seslendirme gerektirdiğinden **değiştirilebilir akustik** kaçınılmazdır.



Çok amaçlı salonlarda işlev seçimi

- Konuşma (konferans)
- Tiyatro
- Müzik (Doğal akustik için batı/oda müziği vb., elektro akustik için pop/rock vb.)
- Opera
- Bale
- Modern dans
- Müzikal
- **Modern dans, müzikal:** Seslendirme gereklidir, değiştirilebilir akustik gerekir
- Tümünün bir arada olması istenen hacimlerde hem seslendirme hem de değiştirilebilir akustik gereksinimi vardır.



Çok amaçlı mekan tasarımı

Hacim biçimi

- Plan, oturma düzeni, hacim, görüş açıları, dolaşım ve estetiği belirlenen programa göre düzenlenir.
- Konuşma ağırlıklı salonlarda dinleyicileri konuşmacıya yakın konumlandırmak önemlidir. Yelpaze biçimli hacimler, dikdörtgene göre daha çok dinleyicinin kaynağa yakın olmasını sağlar. Yanal yansımaların önem kazandığı seslendirmesiz müzik için yüksek tavanlı dar dikdörtgen hacimler en iyi sonucu verir. Çok amaçlı salonlarda konuşma ve müzik gereksinimleri arasında uzlaşma sağlanmalıdır.

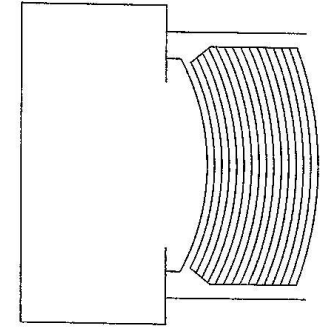


Çok amaçlı mekan tasarımı

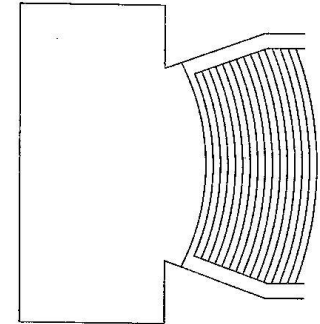
Hacim biçimi

- Küçük çok amaçlı salonlar, hacmin ön tarafındaki duvarları sahneye doğru açılı, dikdörtgen planlıdır.
- Konuşma amaçlı hacimlerde, karşılıklı duvarlar arasındaki açı 140° 'den büyük olmayan yelpaze plan yeğlenir.
- Hacmin çok amaçlı kullanımında açı 40° ile 80° arasında düşer.
- Hacmin arkasındaki yan duvarlar, ya paraleldir ya da öne göre daha az açılıdır. Bu şema hem sahneye yakın duvarlardan yararlı ilk yansımalar sağlar hem de düzenli geçit alanları ile arkada sabit genişlikte oturma alanlarına olanak tanır.

side wall Design Near the Stage



Rectangular seating plan - Poor side wall reflections
Potential flutter echo on the thrust stage



Angled seating plan - Better side wall reflections

Çok amaçlı mekan tasarımı

Hacim biçimi

- Büyük çok amaçlı salonlarda, dinleyicileri iyi görüş açısıyla konumlandırmak çok zordur. Bu durumda genellikle bir ya da iki balkonlu yelpaze plan kullanılır.
- Maksimum dinleyici uzaklığı performans tipine bağlıdır. İnsan gözünün algılayabileceği minimum nesne boyutu 30 metre uzaklıkta 9mm'dir. Yani en uzak dinleyici 41 metrede ise ayırt edilebilir nesne boyutu 13 mm'ye çıkar ki bu durumda mimiklerin algılanması güçleşir.
- Bir tiyatro performansında mimikler vazgeçilmez önemde ise maksimum dinleyici uzaklığı 25 metreden fazla olmamalıdır.
- Bu durum orkestral performanslardan daha kesin bir gereksinimdir ve parterin 26 sıra, 1100 kişi ve on dört koltukluk üç alanla sınırlanmasına yol açar.



Çok amaçlı mekan tasarımı

Hacim biçimi

- Çok büyük mekanlarda oturma yelpazesi daha büyük açıda olmaya zorlanır; orta geçit ve dört oturma alanı ya da üç oturma alanı ve yanlarda yarım alanlar biçiminde. Örneğin New York Radio City Music Hall'da beş oturma alanı vardır.
- Dinleyicilerin geri kalanı, çok derin olmayan balkonlarda konumlandırılır.
- Tiyatro için 1500 izleyiciden büyük salon tasarlamak güçtür. Büyük mekanlarda performans tipleri hacme uygun seçilmelidir.



Çok amaçlı mekan tasarımı dinleyici alanı

- Dolaşım alanları ve yapı yönetmelikleri parter planının biçimini etkiler.
- Genelde, en yakın dolaşım alanına uzaklık 6 koltuktan fazla olmamalıdır. Bu da iki dolaşım alanı arasında en çok 14 koltuk bulunması demektir. Normal sıra aralığı 0,90-0,95 biraz daha geniş sıra aralığı ise 1,0-1,10 metredir.
- Sıralar arasındaki uzaklık artınca en yakın dolaşım alanına uzaklık da artabilir. Katlanır koltuklar yaklaşık 0,48 ile 0,58 m arasındadır. Normal koltuklar yaklaşık 0,56m ve kolları da 0,53m'dir. 14 koltukluk bir sıra 7,8m ve dolaşım alanını kaplar.



Çok amaçlı mekan tasarımı

dinleyici alanı

- Ortada dolaşım alanı bırakıp bırakmama kararı programa göre verilmelidir. Tiyatroda en iyi koltuklar orta koltuklardır, dolayısıyla dolaşım alanlarının tek sayılı olması tercih edilebilir. Dolaşım alanı en az 0,90m'den başlayıp en yakın koltuğa yaklaştıkça her 1,5 metrede 4cm genişlemelidir.
- Engellilerin oturma gereksinimleri tekerlekli iskemle yeri ile yanında refakatçinin oturacağı yerin varlığını gerektirir. Döşeme eğimleri de engelliler için düzenlenebilir. (Örneğin ABD'de 1:12 sınırı vardır.)



Çok amaçlı mekan tasarımı

Hacim büyüklüğü

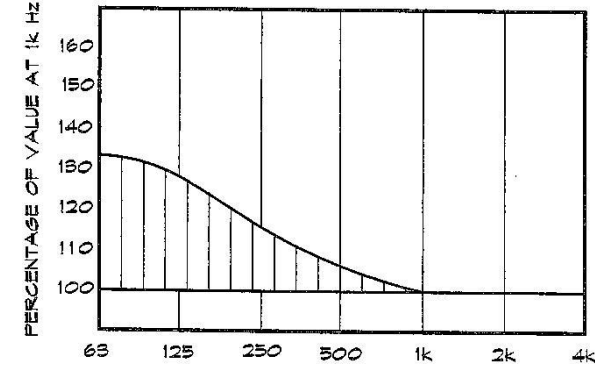
- Hacim büyüklüğü kişi başına düşen hacimle belirlenir. Konuşma için optimum yansışım süresi kısa olduğundan, kişi başına düşen hacim de küçüktür; 2,5-4,3 m³.
Seslendirmesiz hacimlerde kişi başına hacim 4,5 ile 11,3 m³ arasında değişir.
Hacim küçüldükçe kişi başına düşen hacim artar. Çok amaçlı hacimlerde, kişi başına düşen hacim bu ikisi arasındadır; 5,1-8,5 m³.



Çok amaçlı mekan tasarımı

Yansışım süresi

- Tasarımcı programa bağlı olarak uygun yansışım süresini ve kişi başına düşen hacmi saptamalıdır. Şekilde müzik için yansışım süresinin frekansa bağlı yeğlenen değişimi görülmektedir.
- **Çok amaçlı salonlarda en uygun çözüm, yansışım süresinin müziğe uygun hale getirilmesi ve anlaşılabilirlik için seslendirme sisteminin kullanılmasıdır. Seslendirme kullanılmayacaksa değişken yutuculuk yani değiştirilebilir yansışım süresi sağlanmalıdır.**



Çok amaçlı mekan tasarımı

Görsel işitsel gereksinimler

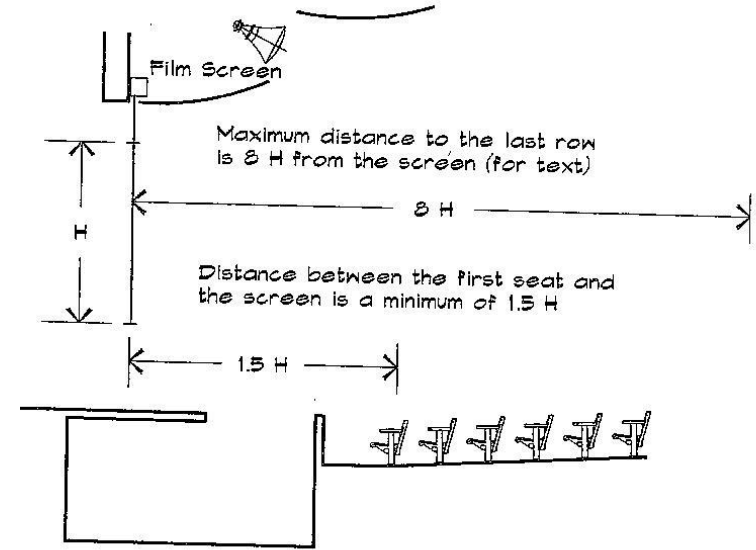
- Salon büyüklüğü arttıkça görsel ve işitsel destek gereksinimi artar.
- Parter tasarımında görüş çizgilerine konuşmacı ile birlikte ekran ve hoparlör konumları açısından da özen gösterilmelidir. Konuşmanın anlaşılabilirliği açısından doğrultululuk gerektiren büyük boyutlu hoparlörler kullanılacaksa, iç mimari tasarımda bunlar da dikkate alınmalıdır.
- Hoparlörler, görüntü kaynak sahnenin üst orta bölgesinde olacak biçimde yerleştirilmelidir. Aksi takdirde görsel ve işitsel etkilenme arasında uyumsuzluklar oluşur.



Çok amaçlı mekan tasarımı

Görsel işitsel gereksinimler

- Salonda, sahnedeki görüntüyü ya da herhangi bir başka görüntüyü yansıtan ekran/lar varsa oturma düzeni ekranların görünebilirliğini sağlayacak biçimde olmalıdır.
- İlk koltuk sırası ekrana, ekran yüksekliğinin (H) 1,5 katından ya da da ekran genişliğinin (D) 1,125'inden daha yakın olmamalıdır.
- Son koltuk sırası, ekrandan ekran yüksekliğinin 8katından ya da da ekran genişliğinin 6 katından daha uzak olmamalıdır. Ekran boyutlarının çok büyüdüğü durumlarda, birden fazla ekran kullanılabilir.



Çok amaçlı mekan tasarımı

GENEL TASARIM PARAMETRELERİ

1. Kaynak, iyi görüş alanı sağlamak üzere yükseltilmelidir.
2. Programın gerektirdiği tüm frekans alanını kapsayan bir seslendirme sistemi tasarıma dahil edilmelidir.
3. Seslendirmenin kullanılmadığı durumlarda, şarkıcılar ve müzisyenler üst ve yan yansıtıcı yüzeylerle desteklenmelidir. Bunlar iç mekan tasarımının bir parçası olabileceği gibi taşınabilir bir kabuk biçiminde de olabilir. Şarkıcılara eşlik eden çalgılar, birbirlerine yakın yerleştirilerek her iki grup arasındaki zaman farkı azaltılmalıdır.



Çok amaçlı mekan tasarımı

GENEL TASARIM PARAMETRELERİ

4. Döşeme her dinleyicinin görüş alanını sağlayacak biçimde eğimlendirilmelidir.
5. Hacmin büyüklüğü ve yutuculuğu programa uygun yansışım süresi sağlayacak biçimde değiştirilebilmelidir. Koltuklar, dolu ve boş durum arasındaki farkı en aza indirgeyecek yutuculukta olmalıdır. Yansışım, değiştirilebilir olmalıdır.
6. Fon gürültüsü 500 kişiden küçük salonlar ile opera ve tiyatrolarda NC25, büyük salonlarda NC15 ile sınırlandırılmalıdır.



Çok amaçlı mekan tasarımı

PROGRAM

- Mimari tasarım programla başlar. Hacimde yer alacak kullanımların ve bunların oransal dağılımları programı tanımlar. Program tanımları mimarın ve akustikçinin, tasarımı konuşmaya mı, müziğe mi uyarlayacakları konusunda belirleyicidir.
- Çok amaçlı mekanların tasarımına yön vermede, yalnızca tasarım ekibinde değil, müşteri/kullanıcılar arasında da anlaşmazlıklar ortaya çıkabilir. Bu nedenle tasarım/kullanım ilke kararlarının sürecin başında yazılı olarak belgelenmesi önemlidir.



Değiştirilebilir Akustik Tasarım

- Çok amaçlı salonlar ve / ya da seslendirme sistemi olan mekanlarda değiştirilebilir akustik tasarım yapılması gerekir.
- Her iki tasarım modeli için uygun bir salon ancak sergilenecek performansın gereksinimlerine göre, **salonun yansımaya yapısının değiştirilebilir** olduğu durumda oluşturulabilir.
- Bu yaklaşımda izlenilen yol;
 - salonu doğal ses gereğince tasarlamak,
 - güçlendirilmiş ses devreye gireceği durumlar için ise istenmeyen yansımaları önleyecek değiştirilebilirliği sağlayacak ortamı hazırlamaktır.



Değiştirilebilir Akustik Tasarım

- **Değiştirilebilir Salon Hacmi**
- **Yansıma Odaları (Reverberation Chambers)**
- **Yüzeylerde Değiştirilebilir Akustik Özellikler**
- **Hareketli Yansıtıcılar ve Orkestra Kabuğu**
- **Değiştirilebilir Dinleyici Sayısı**



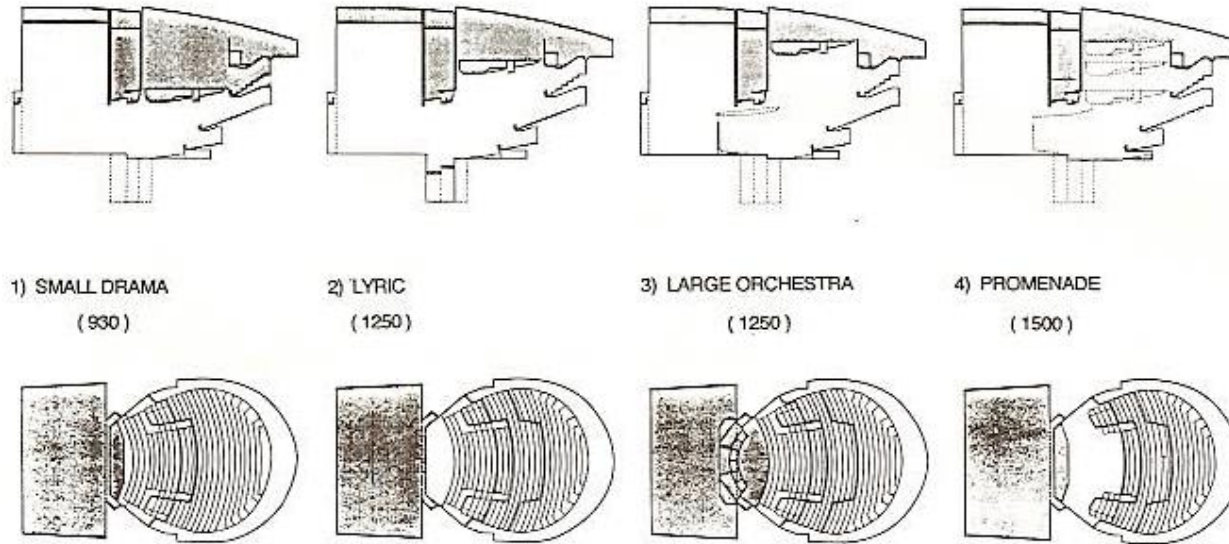
Değiştirilebilir Salon hacmi

- Değiştirilebilir hacim oluşturmanın temel iki yöntemi; hareketli paneller/bölücüler ve hareketli tavan örtüsü sistemleridir.
- Hareketli bölücü paneller hacimlerin dikey bölünmesi amacıyla sıklıkla uygulanmakta olup, genellikle döşeme alanı ve alana bağlı olarak dinleyici kapasitesini değiştirmek amacıyla kullanılmaktadır.
- Söz konusu uygulamalara balo salonları, toplantı salonları veya derslikler gibi mahallerde ve döşemenin eğimsiz olduğu hacimlerde daha sık rastlanmaktadır.



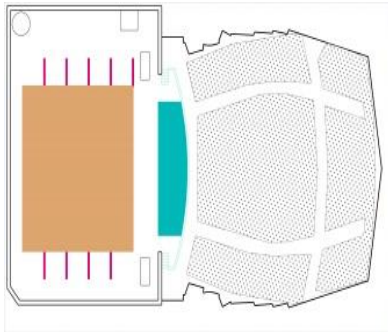
Değiştirilebilir Salon hacmi

- Performans mekânlarında gereksinim duyulan değişken akustik ortamın yaratılması için yatay hareketli yüzeylerle oluşturulan hareketli tavanlar daha etkin yöntemlerdir.
- 1999 yılında İngiltere’de uygulanan “Milton Keynes Theatre” salonunda tavan paneli tek bir eleman olarak hareket etmekte, 3 farklı seviye ile 3 farklı hacim büyüklüğü sunmaktadır.

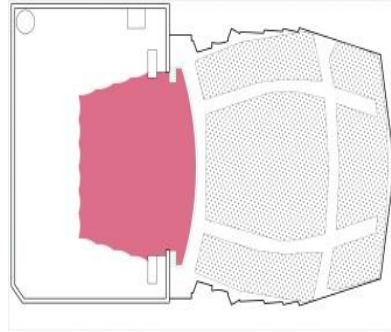


Değiştirilebilir Salon hacmi

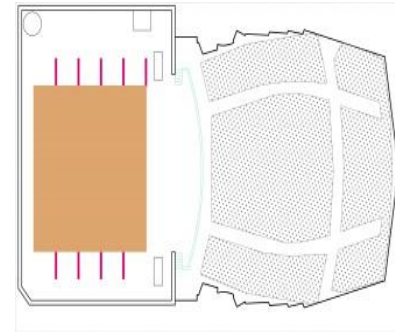
Performans Tipi	Seslendirme Sistemi	Ork. Çukuru	Ork. Kabağı	Sen. No
Opera/Bale/Müzikal	Pasif	Açık	Yok	1
Konser	Pasif	Kapalı	Var	2
Tiyatro, Konferans ve Seslendirmeli işlevler	Aktif	Kapalı	Yok	3



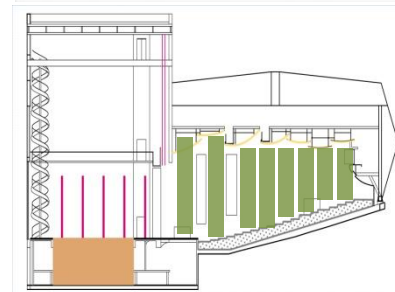
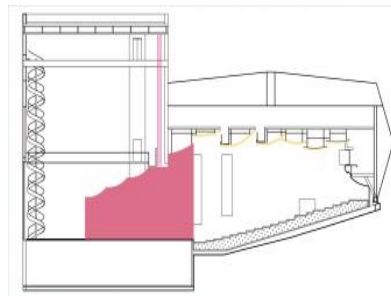
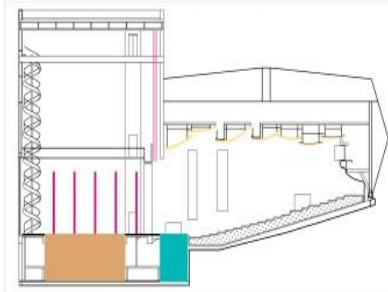
A-Sen.1



B-Sen.2



C-Sen.3



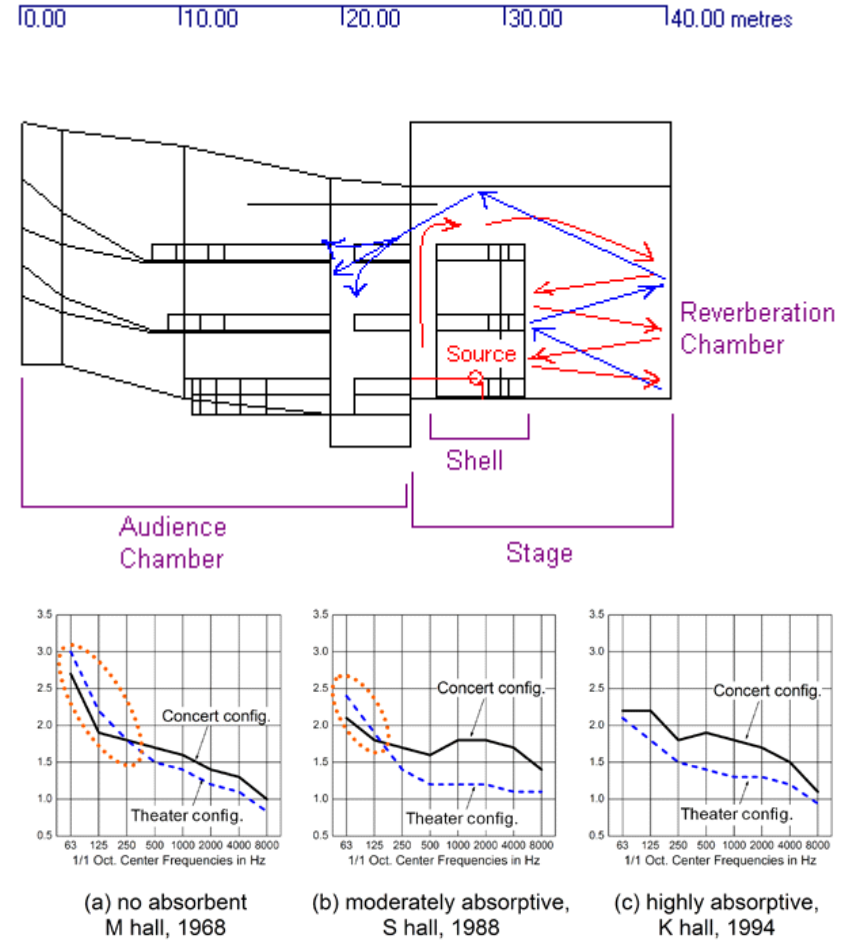
Yansışım Odaları

- Yansışım odaları; salon hacminin etrafında konumlandırılan, kapılarla hacimde bileşiklik etkisi oluşturan hacimlerdir.
- Yansışım odaları eklendikleri salon hacmini arttırırlar ancak, salon hacminin bütünsel olarak artmasından farklı olarak küçük alanlarla salona bağlanırlar ve ortaya çıkan akustik etki de bir önceki bölümde aktarılandan farklı olur.



Yansışım Odaları

- Salon hacmi ile yansışım odalarının hacmi bileşik hacim olarak çalışır.
- Salonun yansışım süresi düşüşü çift eğimli olur; birinci eğim salon hacmi tarafından belirlenirken, ikinci eğim yansışım odaları hacimleri tarafından belirlenir.
- Yansışım odalarının birleşme alanı ve hacimlerin yansışım oluşturması uygulamada önem taşımaktadır.
- Yeterli ses enerjisi yansışım odasına girebilmeli ve sonrasında yavaş yavaş salon hacmine geri karışmalıdır.



Yüzeylerde değiştirilebilir akustik özellikler

- Salon yüzeylerinde değiştirilebilir malzeme uygulamalarının yapılması salonlarda en sık rastlanan değiştirilebilir akustik uygulamasıdır. Aynı yüzeyin farklı kullanımlarda yansıtıcı, yutucu veya dağıtıcı olması farklı uygulamalarla sağlanabilir:
- Salon yüzeylerinin üzerine açılıp kapanabilen kanatların konması
- Motorlu perde sistemleriyle yüzeyin kaplanması
- Yüzey panellerinin döndürülebilir olması
- Hareketli panellerin hacim içerisine yerleştirilmesi



Yüzeylerde değiştirilebilir akustik özellikler

MOTORLU PERDE SİSTEMİ

AÇILIR KAPANIR KANATLAR



DÖNDÜRÜLEBİLİR PANELLER

HAREKETLİ PANELLER



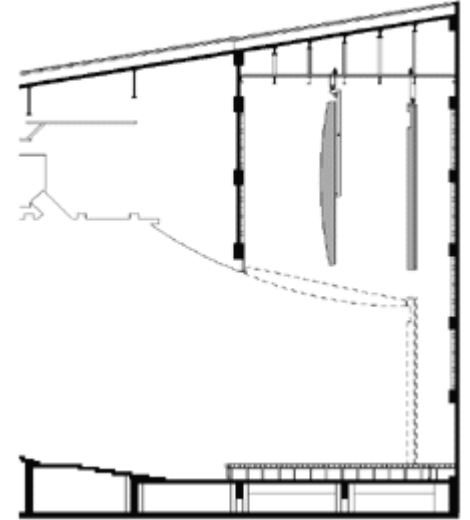
AKUSTİK ÇÖZÜMLER - HAYAT AKUSTİK

Prof. Dr. Zerhan Yüksel Can



Hareketli yansıtıcılar ve Orkestra Kabuğu

- Salonlarda hareketli yansıtıcı yüzey, kanopi uygulamaları sahneden gelen ses enerjisini gerek sahnedeki icracılara gerekse dinleyici alanına yönlendirmek üzere 1950'lerden beri özellikle konser salonlarında uygulanmakta olan bir yöntemdir.



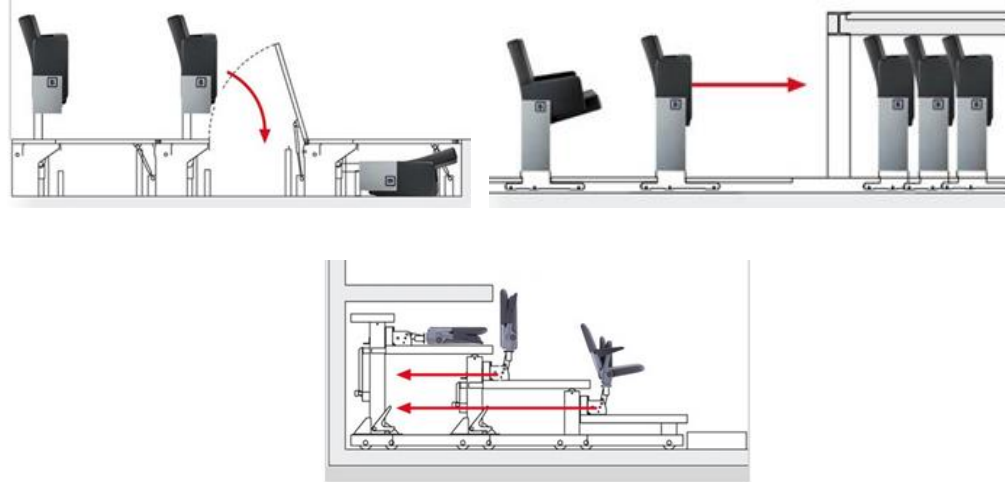
Hareketli yansıtıcılar ve Orkestra Kabuğu

- Uygulamada yüzeylerin yüksekliklerinin ve açılarının ayarlanabilir olması, değişken akustik ortam koşullarını hacimlere getirirken, gereken performanslarda kullanılıp, gerekmeyen performanslarda kullanılmaması esnekliğini sağlamaktadır.



Değiştirilebilir Dinleyici Sayısı

- Salonlarda çeşitli konfigürasyonlarıyla dinleyici alanının değiştirilmesi, orkestra çukurunun hareketli olarak kullanılmayacağı performanslarda dinleyici alanına eklenmesi, koltukların zemin içine gizlenebilir olması gibi yöntemlerle dinleyici sayısında değişiklikler yapılmaktadır.



Performans sanatları için binalar

Buildings for the Performing Arts

A design and development guide

Second Edition

Ian Appleton



Performans sanatları için binalar

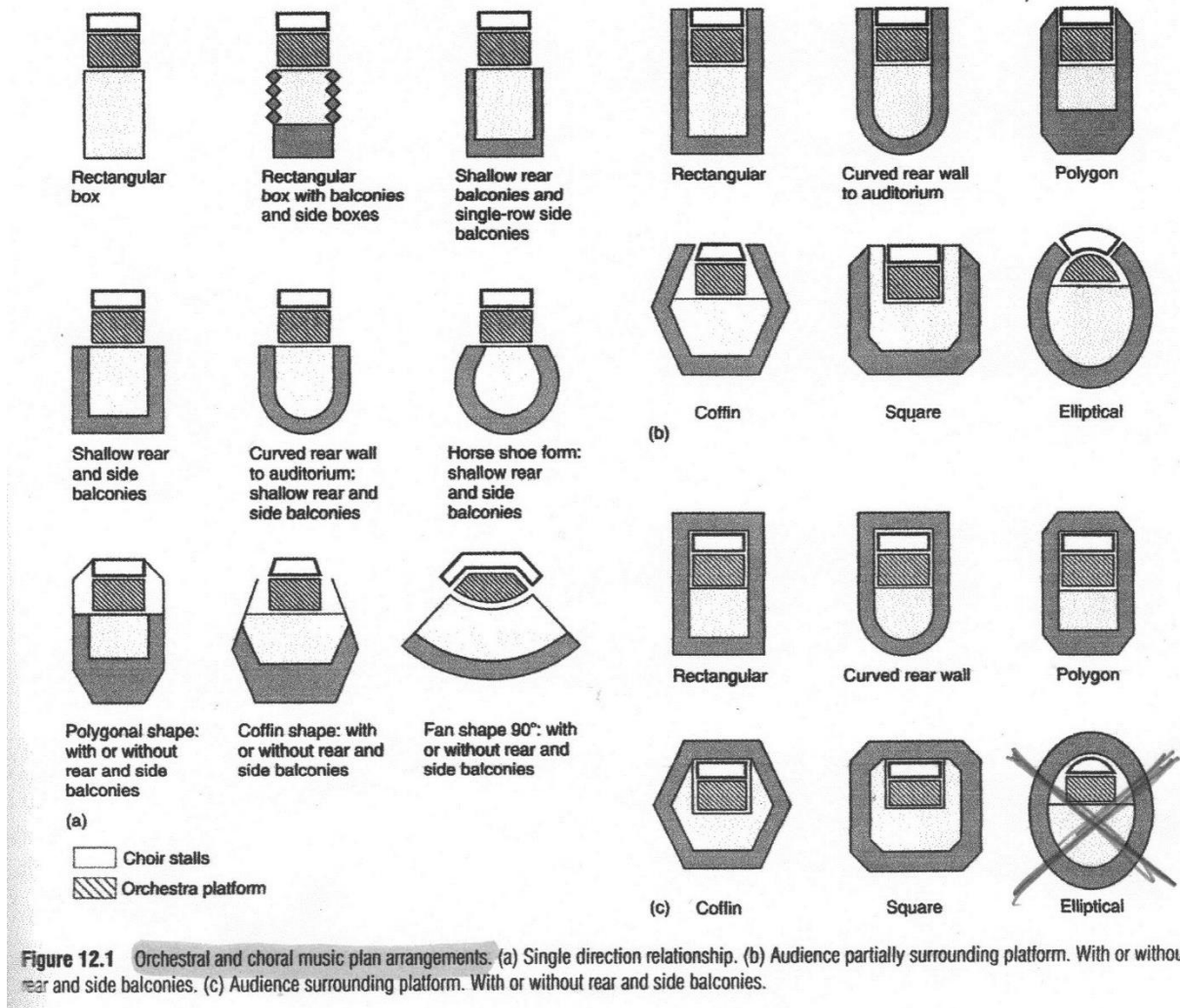


Figure 12.1 Orchestral and choral music plan arrangements. (a) Single direction relationship. (b) Audience partially surrounding platform. With or without rear and side balconies. (c) Audience surrounding platform. With or without rear and side balconies.



Performans sanatları için binalar

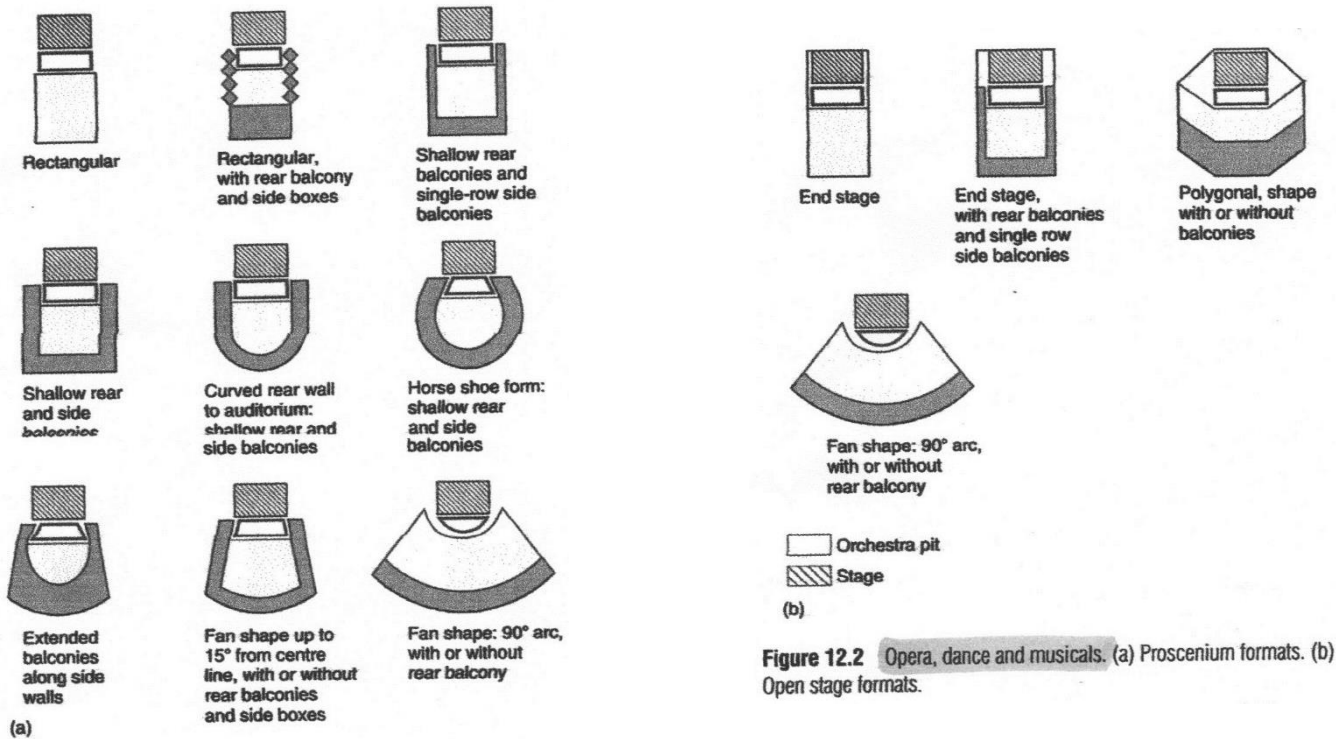
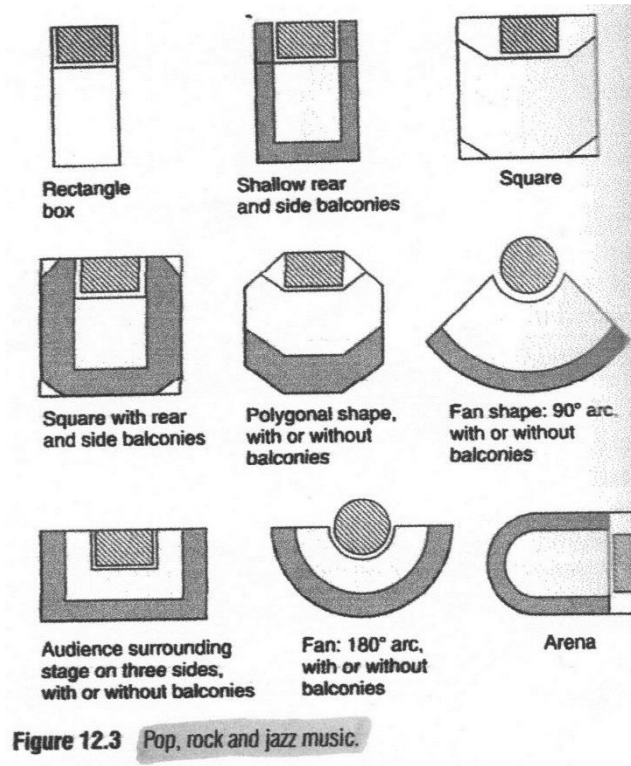


Figure 12.2 Opera, dance and musicals. (a) Proscenium formats. (b) Open stage formats.



Performans sanatları için binalar



Performans sanatları için binalar

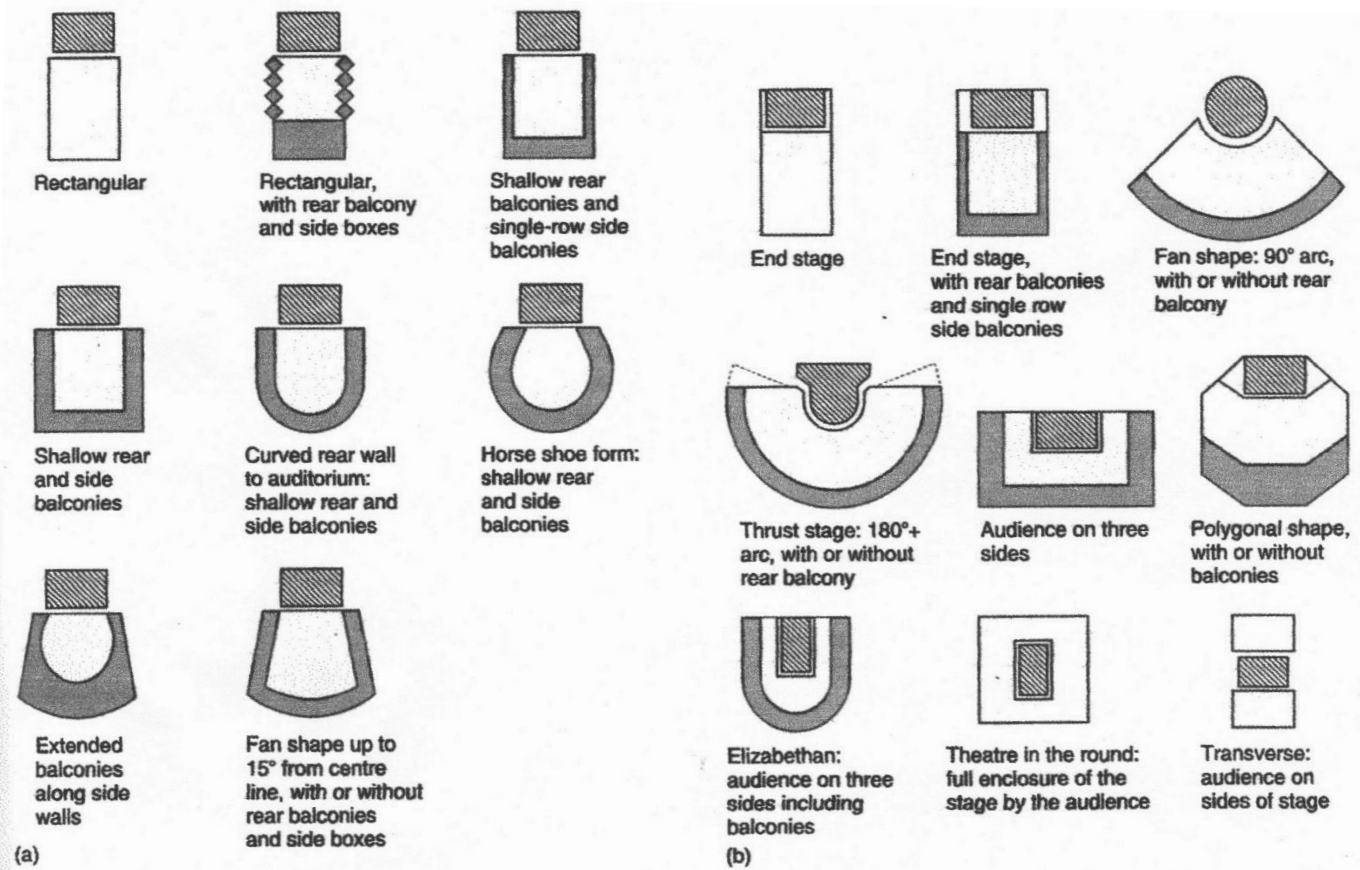


Figure 12.4 Drama. (a) Proscenium formats. (b) Open stage formats.



Performans sanatları için binalar

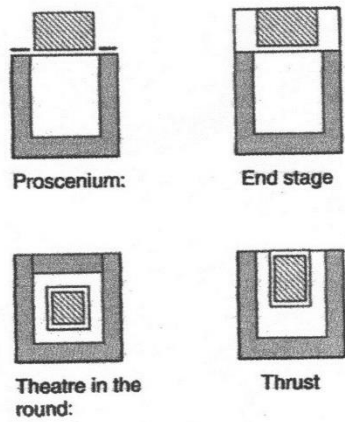


Figure 12.5 Multi-form with single type of production: e.g. drama with more than one type of format within the same enclosure.

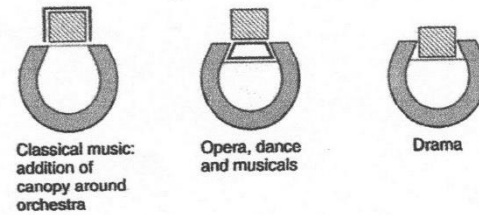


Figure 12.6 Single form with flexibility: combination of opera, dance, musicals and drama and also classical and other music.



Performans sanatları için binalar

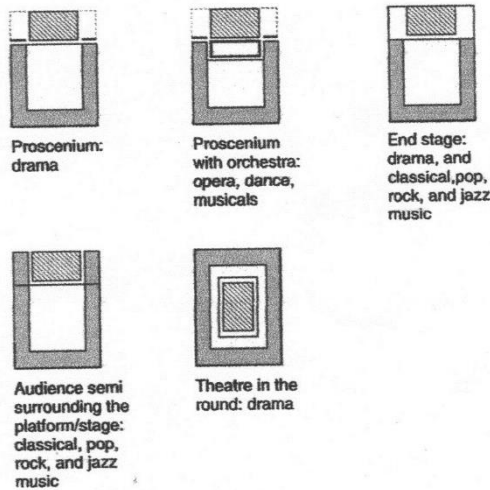


Figure 12.7 Multi-form: various productions within the same enclosure.

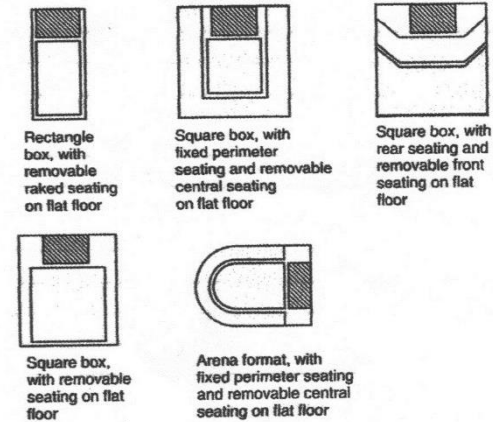


Figure 12.8 Multi-use: e.g. combination of provision for performing arts with indoor sports facilities.



Seslendirme /elektro akustik/yapay akustik

- Performans mekânlarında elektro akustik tasarım, bir başka deyişle seslendirme sistemleri tasarımı; elektro akustik sistem ekipmanlarının, hacmin mimari, işlevsel ve işitsel nitelikleri dikkate alınarak oluşacak ihtiyaçlara göre tespit edilerek seçilmesi, hacim içerisinde doğru gruplandırılarak konumlandırılması işlerini kapsar.
- Elektro akustik tasarımı ifade eden **SR; Sound Reinforcement** ve **PA; Public Adress** terimleri kullanılır.
- İki terimi ayıran keskin bir çizgi olmamakla birlikte, **SR özellikle modern müzik** için yüksek düzeyde güçlü yayınımlı ifade ederken, **PA güçlendirilmiş konuşmayı** ifade eder



SESLENDİRME NE ZAMAN YAPILMALI?

- 1500 m³'ten büyük ve/ ya da kaynak-son dinleyici uzaklığı 15 m'den fazla olan hacimlerde
- Kötü biçimlenmiş hacimlerde (derin balkon altı gibi ölü bölgelerin olduğu durumlarda)
- Ses kaynağı güçsüzse (konferans salonları ve büyük derslikler gibi)



SESLENDİRME NE ZAMAN YAPILMALI?

- Fon gürültüsü yüksekse ve denetlenemiyorsa
- Efekt gerektiren gösterilerde
- Yansışım süresi, işleve uygun değilse
- Kayıt ve dışa yayın gerekiyorsa
- Anons- çağrı gereksinimi varsa



SESLENDİRME SİSTEMİ NASIL OLMALIDIR?

- İdeal bir seslendirme sistemi, dinleyici sanki kaynağa 2-3 m uzaklıkta imiş gibi ses düzeyi ($\pm 3\text{dB}$ tolerans aralığında), kalite ve anlaşılabilirlik sağlamalıdır.
- Sistemin frekans yanıtı lineer olmalı, distorsiyona yol açmamalıdır.
- Doğrultu algılaması varlık kriterini zedelememelidir. (Hoparlörler işitsel açıdan görünmez olmalıdır.)

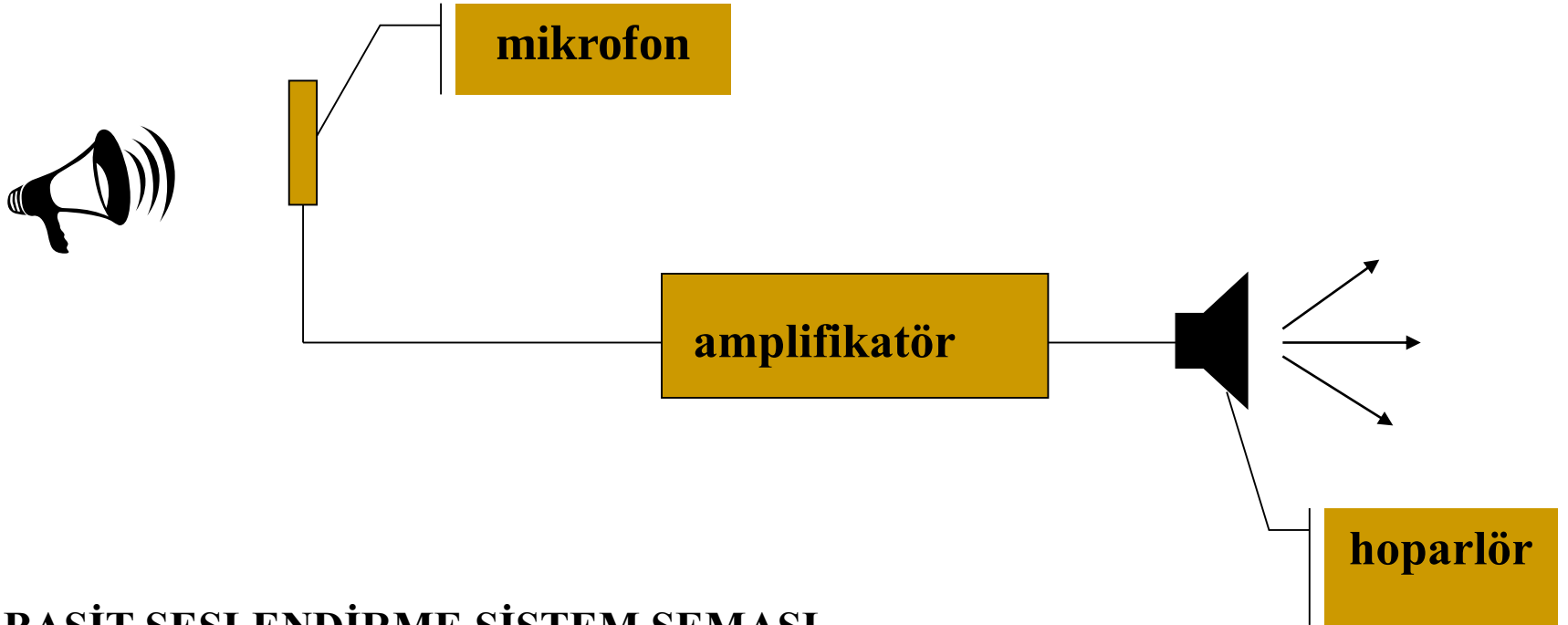


SESLENDİRME YAPILAN BİR SALONUN AKUSTİĞİ NASIL OLMALIDIR?

- Seslendirme yapılan hacim, akustik açıdan sağır olmalı yani yüksek yutuculukta gereçlerle giydirilmiş olmalıdır.
- Yansışım süresi kısa olmalıdır.
- Optimum yansışım süresi, hacim büyüklüğünden bağımsız olarak, konuşma için minimum değerinde tutulmalıdır.
- Salonda distorsiyon olmamalıdır.



SESLENDİRME SİSTEMİ



BASİT SESLENDİRME SİSTEM ŞEMASI



MİKROFONLAR

- Yanıt eğrisi lineer olmalıdır.
- Doğrultulu mikrofonlar kullanılmalıdır. Bunların belli açıdaki duyarlılığı maksimumdur, böylelikle fon gürültüsünü almaz yalnızca kaynak sesini alır.



AMPLİFİKATÖR

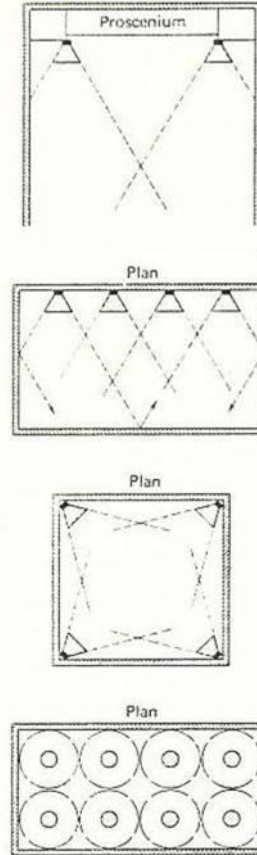
- Ses düzeyini konuşma için 80 dB, hafif müzik için 95 dB ve senfonik müzik için 105 dB'e çıkartabilecek güçte olmalıdır.
- Ton miksing
- Input-output seçici kontrolü
- Equalisation sistemi
- Zaman geciktime özelliği



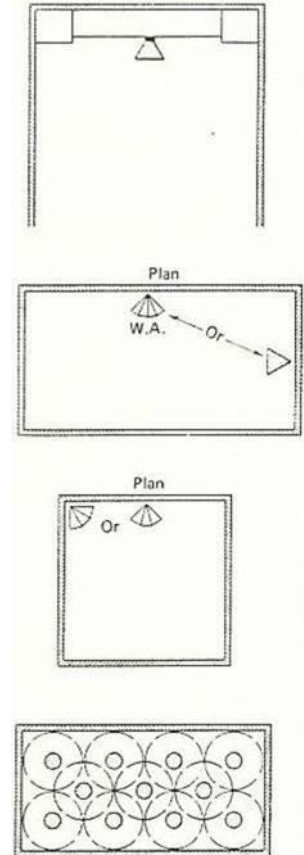
HOPARLÖRLER

- Merkezi sistem (varlık kriterinin yani kaynağın yerinin belirlenmesinin önemli olduğu hacimlerde)
- Yayınık sistem (anons, çağrı, fon müziği yayını gerektiren mekanlarda)

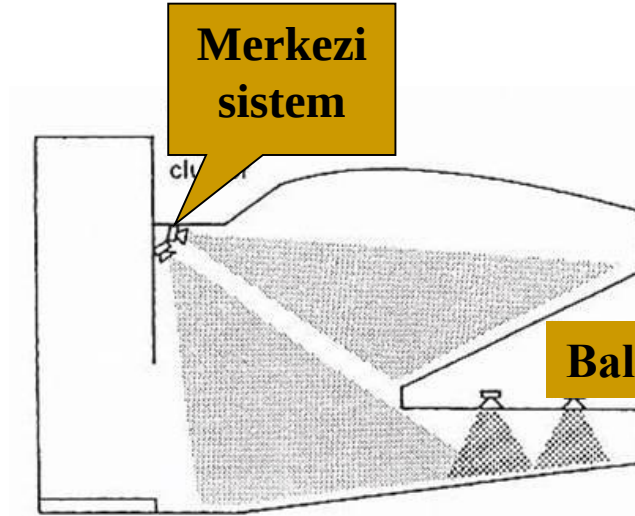
yanlış



doğru



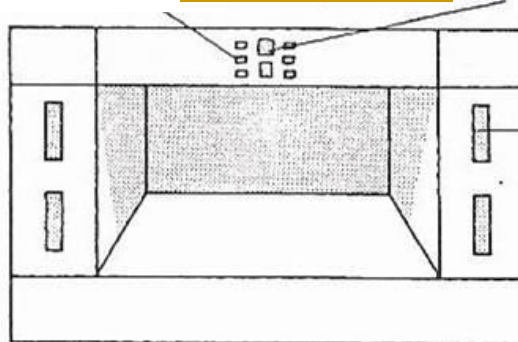
HOPARLÖR SİSTEMLERİ



Orta ve yüksek
frekanslar

Merkezi
Hoparlör
alanı

Alçak frekanslar



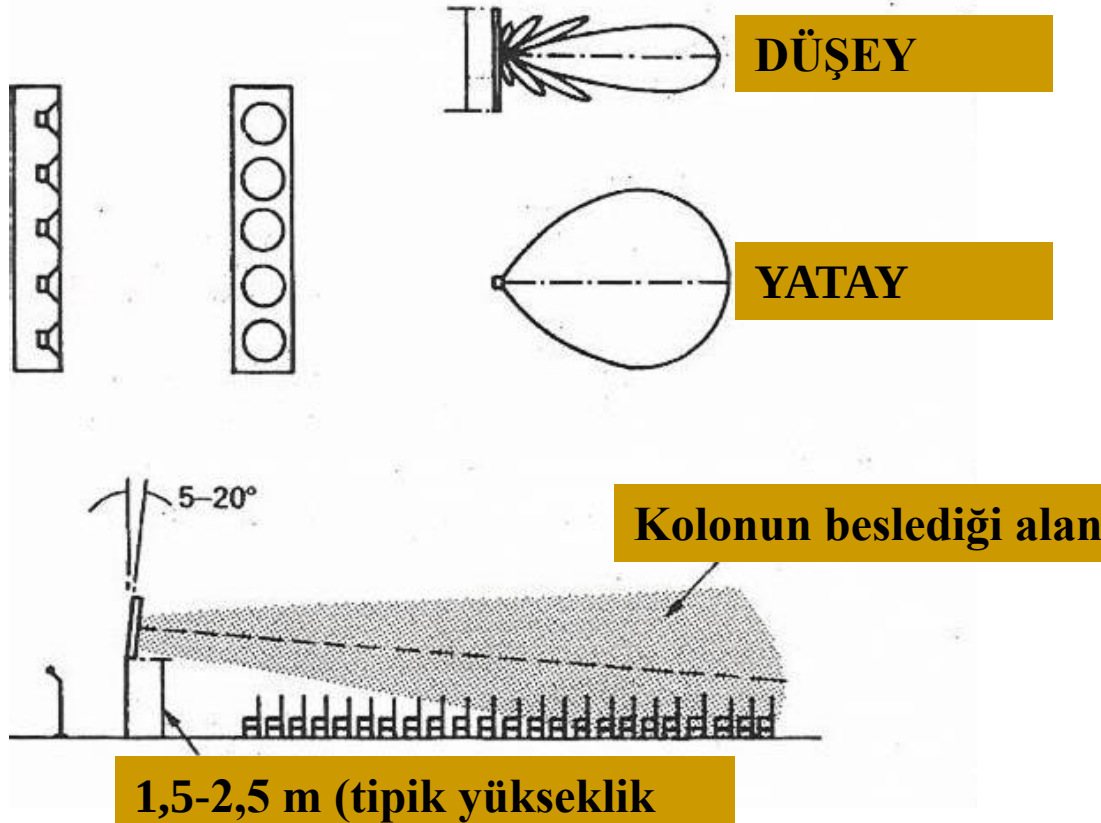
Geleneksel hoparlör
konumu ya da

Modern sistemlerde
yan kolonlar



HOPARLÖR SİSTEMLERİ

KOLON/ÇİZGİ HOPARLÖRLER

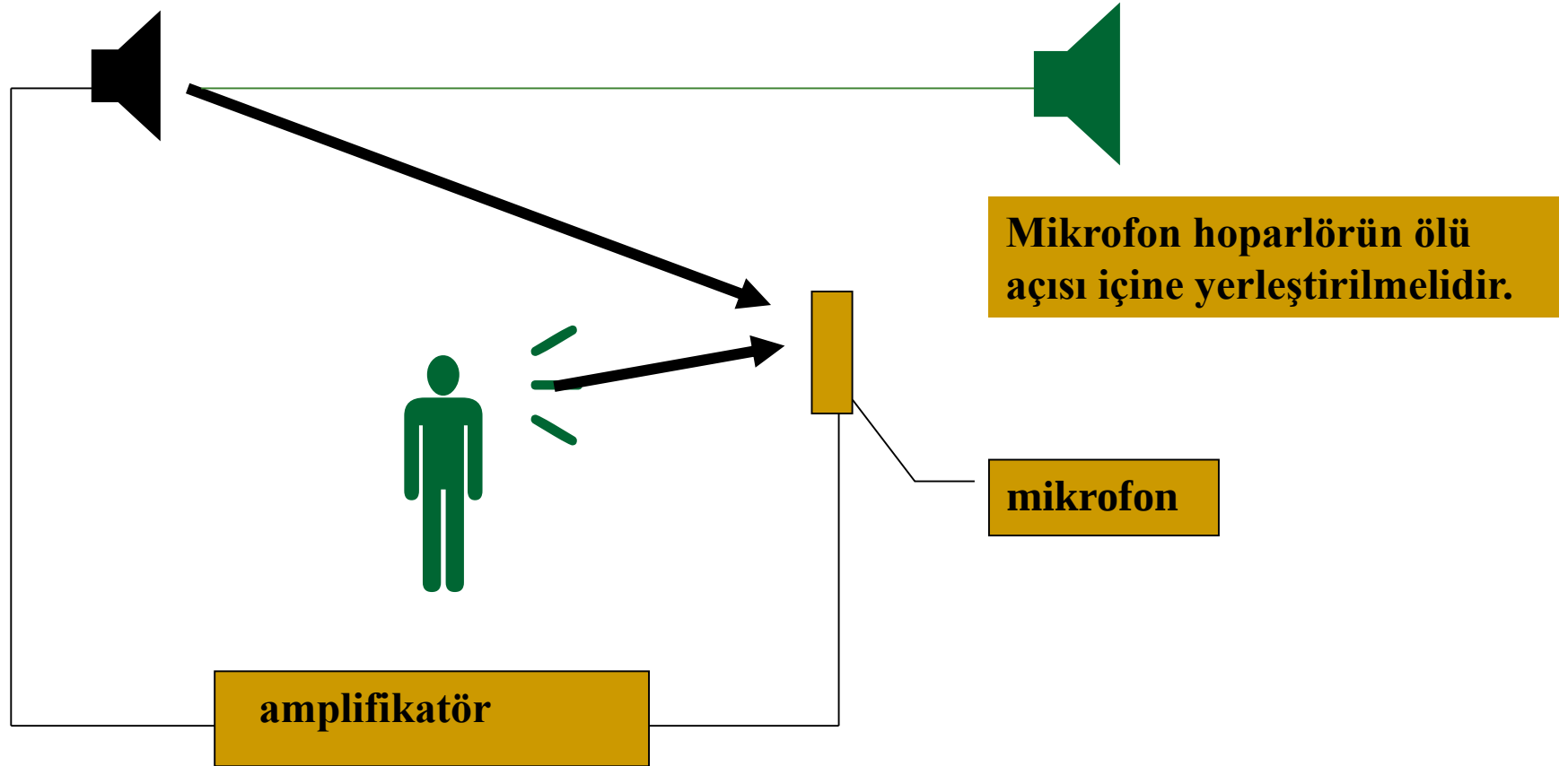


Seslendirmede temel ilkeler

- Hacmin yansışım süresi kısa ve distorsiyonsuz olması
- Sistemin bütün elemanlarının aynı kalitede olması
- Varlık kriterinin sağlanması için, ses kaynağının yakınından doğrultulu hoparlörlerle sesin yayınlanması
- Geri besleme önlenmeli



Geri besleme ve önlenmesi



İLGİNİZE TEŞEKKÜRLER...

