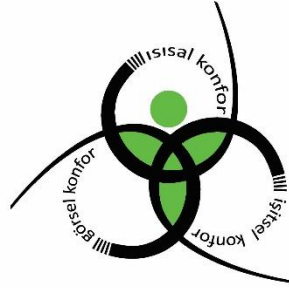


YAPI FİZİĞİ 1

YAPI AKUSTİĞİ 1-2

2017-2018 Güz yy

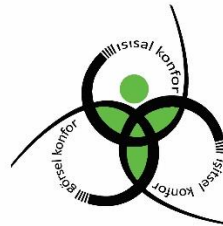
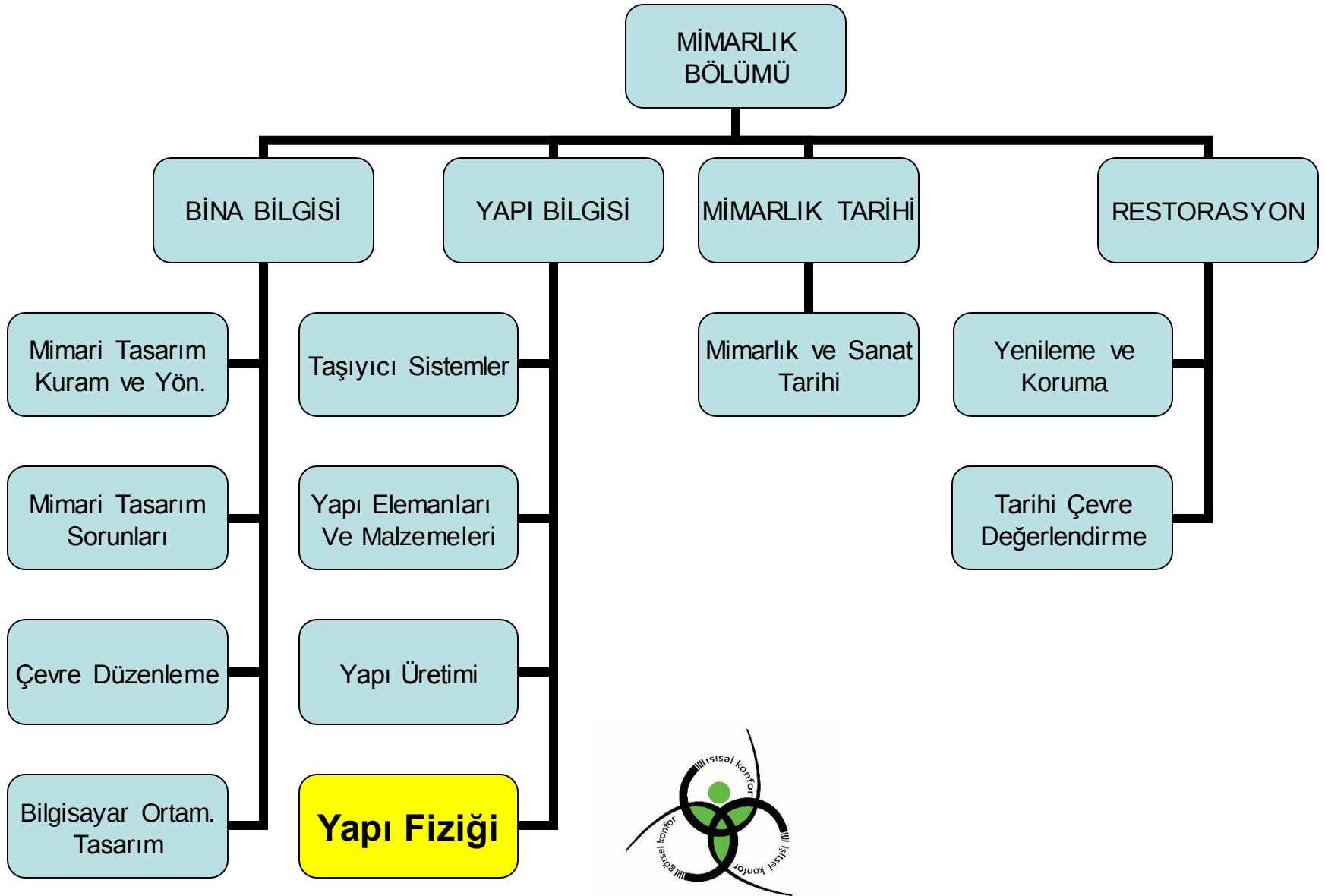


Prof. Dr. Zerhan YÜKSEL CAN
Yrd. Doç. Dr. Şensin AYDIN YAĞMUR

Y. MİM. AHMET ATMACA

Dersin içeriği

- Yapı Fiziği bilim alanının kısa tanıtımı
- Fizik ortam nedir?
- Yapı Fiziği dersinin konuları
- Mimari Akustik; Yapı Akustiği, Hacim Akustiği

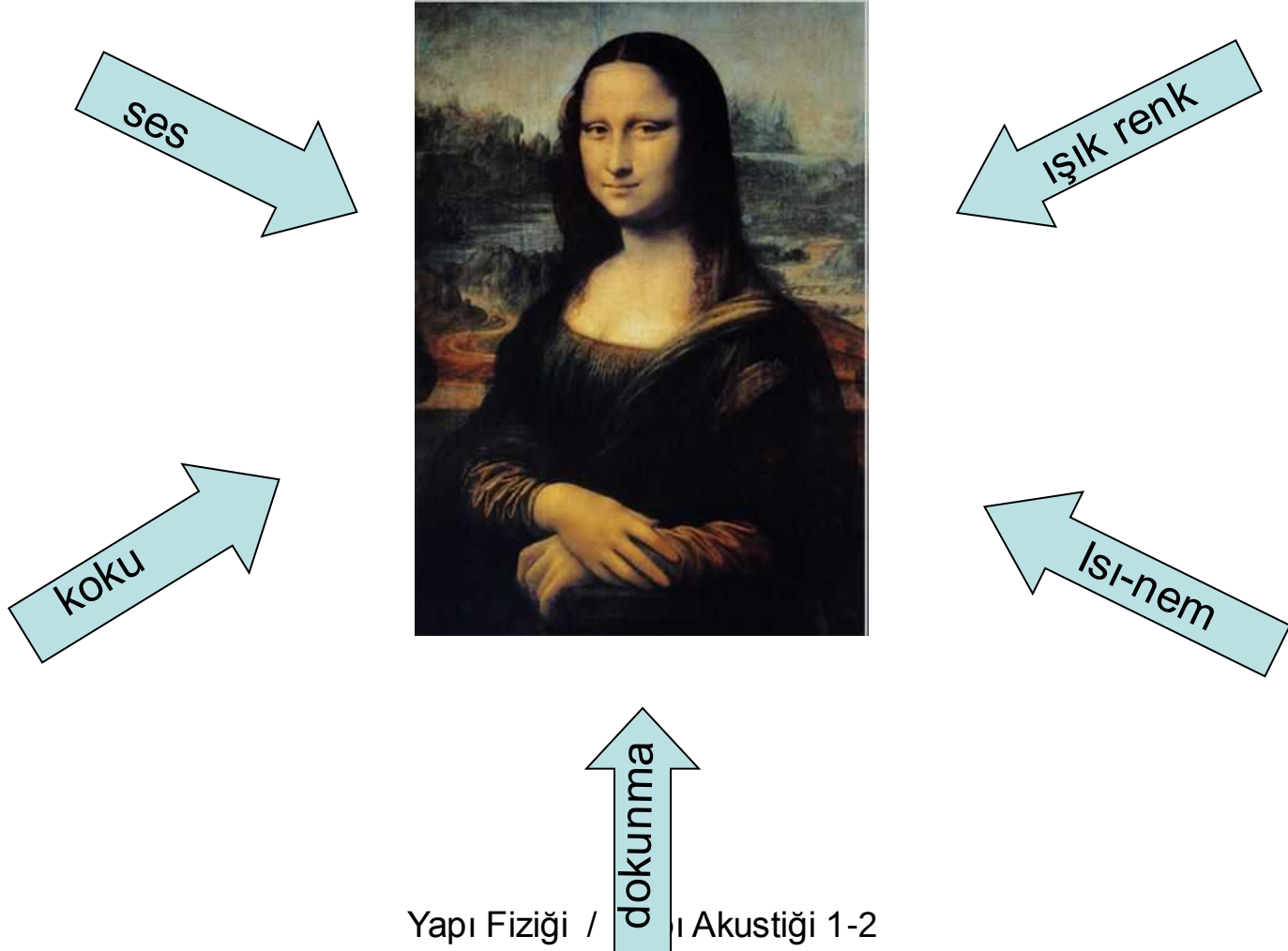


Yapı Fiziği bilim alanının amacı

- Fizik ortamlar mimarisini oluşturmak yani
- Belli bir durum ve eylem biçimi için gerekli fizik ortam koşullarını kuramsal olarak belirlemek ve bu koşulları uygulama alanında sağlayacak en uygun çözümlere ulaşmaktır.

İnsanları sürekli olarak yakından saran ve çevreleyen ve; Işık-renk, Ses, Isı-nem, Koku, Hava devinimleri gibi öğelerden oluşan ortama

fizik ortam denir.



FİZİKSEL ETKİ (UYARTI) ► FİZYOLOJİK TEPKİ (DUYULANMA)

Fiziksel uyartı	Duyu organı	Duyulanma	Çevre	Gereksinim
Ses	Kulak	İşitme	İşitsel çevre	İşitsel konfor
Işık-renk	Göz	Görme	Görsel çevre	Görsel konfor
Isı-nem	Vucüt-deri	sıcak soğuk algılaması	Isısal çevre	Isısal konfor
Dokunma	Deri	Basınç	Dokunsal çevre	Dokunsal konfor
Koku	Burun	Koku alma	Kokusal çevre	Kokusal konfor

Yapı Fiziği Bilim Alanı

- Yapı Bilgisi Anabilim Dalı'nda yer alır.
- Lisans eğitiminde;
“Yapı Fiziği 1 ve 2” **zorunlu**
“Yapı Akustiği”, “Hacim Akustiği”, “Noise Control in Architecture”, “Aydınlatma”,
“Güneş Düzenleme”, “Mekanda Renk”, vb. **seçmeli** derslerini yürütür.
- Yüksek Lisans'ta “Yapı Fiziği” **lisanüstü** ve **doktora** programlarından sorumludur.

Yapı Fiziği Bilim Alanı Öğretim Üye ve Yardımcıları

← • Prof. Müjgan Şerefhanoglu Sözen (emekli)

• Prof. Dr. Rengin Ünver

← • **Prof. Dr. Zerhan Yüksel Can**

• Prof. Dr. Leyla Dokuzer Öztürk

• Prof. Dr. Gülay Gedik Zorer

← • Prof. Dr. Neşe Yügrük Akdağ

• Doç. Dr. Nuri İlgürel

• **Yrd. Doç. Dr. Şensin Aydın Yağmur**

• Ar. Gör. Dr. Esra Küçükkılıç

Özcan

• **Ar. Gör. Y. Mim. Ahmet Atmaca**

• Ar. Gör. Mim. Fatma Zoroğlu



Yapı Fiziği dersleri ve konular

Yapı Fiziği 1 (güz yy)

- Yapı Akustiği
- Isı-nem

Yapı Fiziği 2 (bahar yy)

- Hacim Akustiği
- Aydınlatma-renk

2017-2018 Güz Yarıyılı Yapı Fiziği 1 - G1

Sınav ve Uygulama Programı

SINAV – UYGULAMA – FİNAL			TARİH
SINAVLAR	1. Yıliçi Sınavı		7 Kasım 2017
	2. Yıliçi Sınavı)		21 Aralık 2017
	Final Sınavı		
	Mazeret Sınavı		28 Aralık 2017
UYGULAMALAR	Yapı Akustiği	1. Uygulama	
	Isı – Nem	1. Uygulama	
		2. Uygulama	

NOT: MAZERET SINAVINA YALNIZCA GEÇERLİ MAZERETİ OLANLAR KATILABİLECEKTİR.

YAPI AKUSTİĞİ

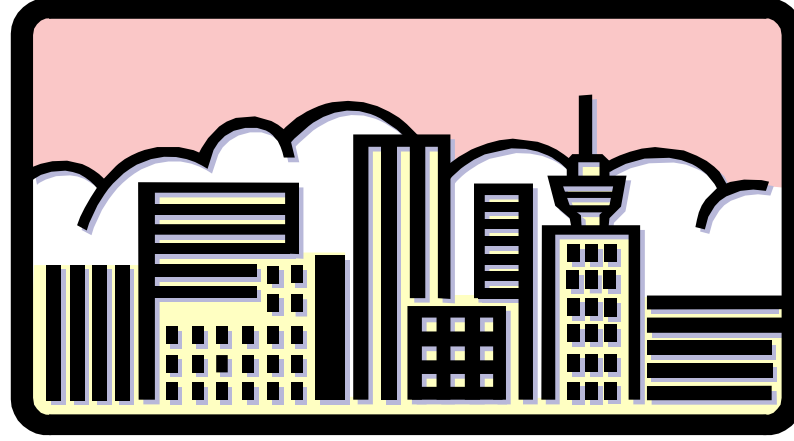
Konular

- Mimari akustik : Hacim Akustiği-Yapı Akustiği
- Akustik – Ses – Gürültü
- Ses ve işitme ile ilgili tanım ve büyüklükler
- Ses düzeyi ve hesap yöntemleri
- Gürültü, yapı içi ve yapı dışı gürültü kaynakları
- Gürültü denetiminde temel ilkeler
- Gürültü kriterleri, yönetmelikler, standartlar
- Yapılarda gürültü denetimi

AKUSTİK SES BİLİMİDİR



MİMARİ AKUSTİK

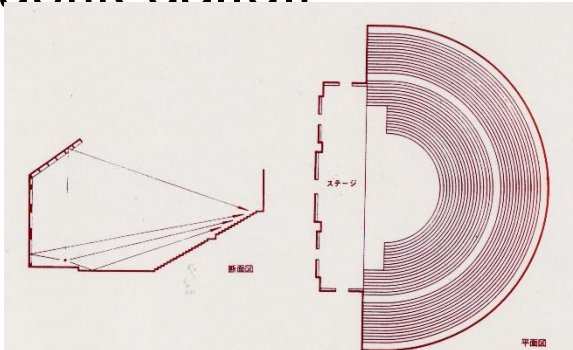


AKUSTİK BİLİMİNİN MİMARLARI İLGİLENDİREN
BÖLÜMÜDÜR.

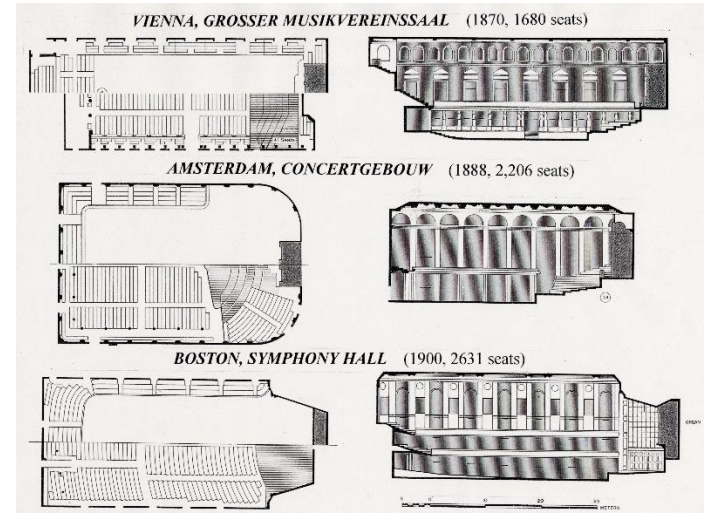
YAPI AKUSTİĞİ (GÜRÜLTÜ DENETİMİ)
VE
HACİM AKUSTİĞİ
OLMAK ÜZERE İKİ BÖLÜMDEN OLUŞUR.

HACİM AKUSTİĞİ

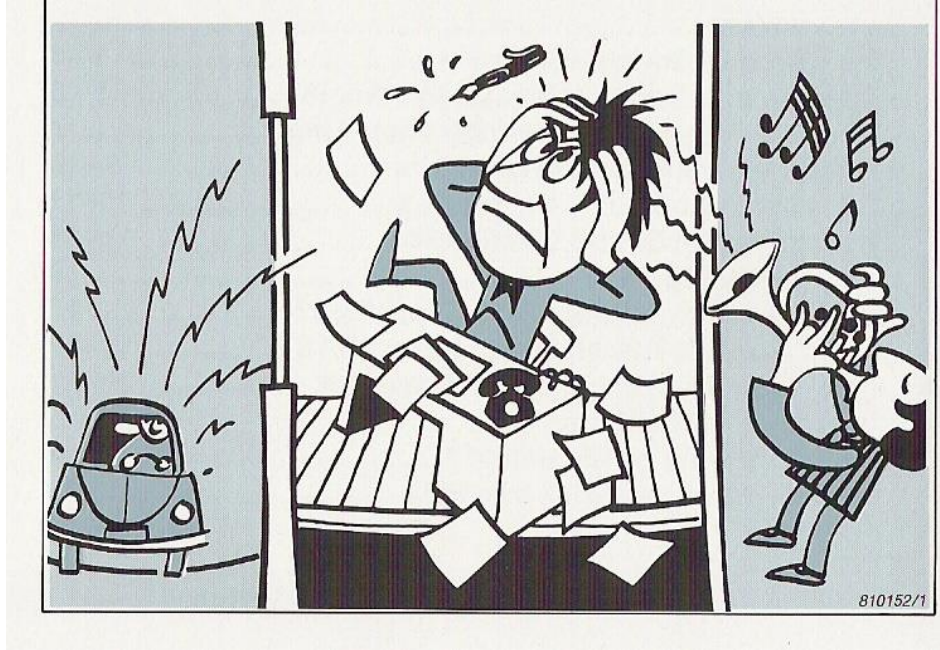
- Hacim akustiği, hacim içindeki ses kaynağından çıkan seslerin, tüm dinleyicilerin kulaklarına en iyi koşullarda ulaşmasını amaçlayan akustik dalıdır



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

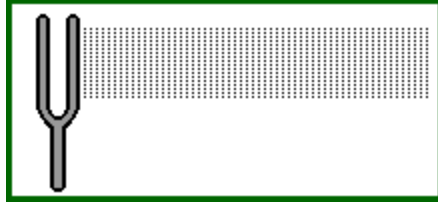


YAPI AKUSTİĞİ / GÜRÜLTÜ DENETİMİ



Gürültü bir
çevre
kirliliği
etkenidir.

- Yapı içinde ya da dışında doğan seslerin yapının bölümlerine geçme biçimlerini inceleyen, geçmemesi için alınması gereken önlemleri veren akustik dalıdır.

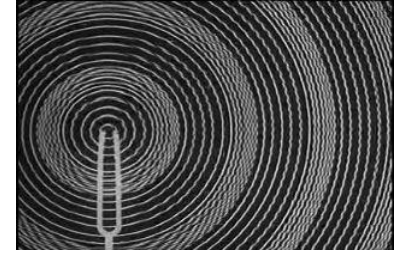
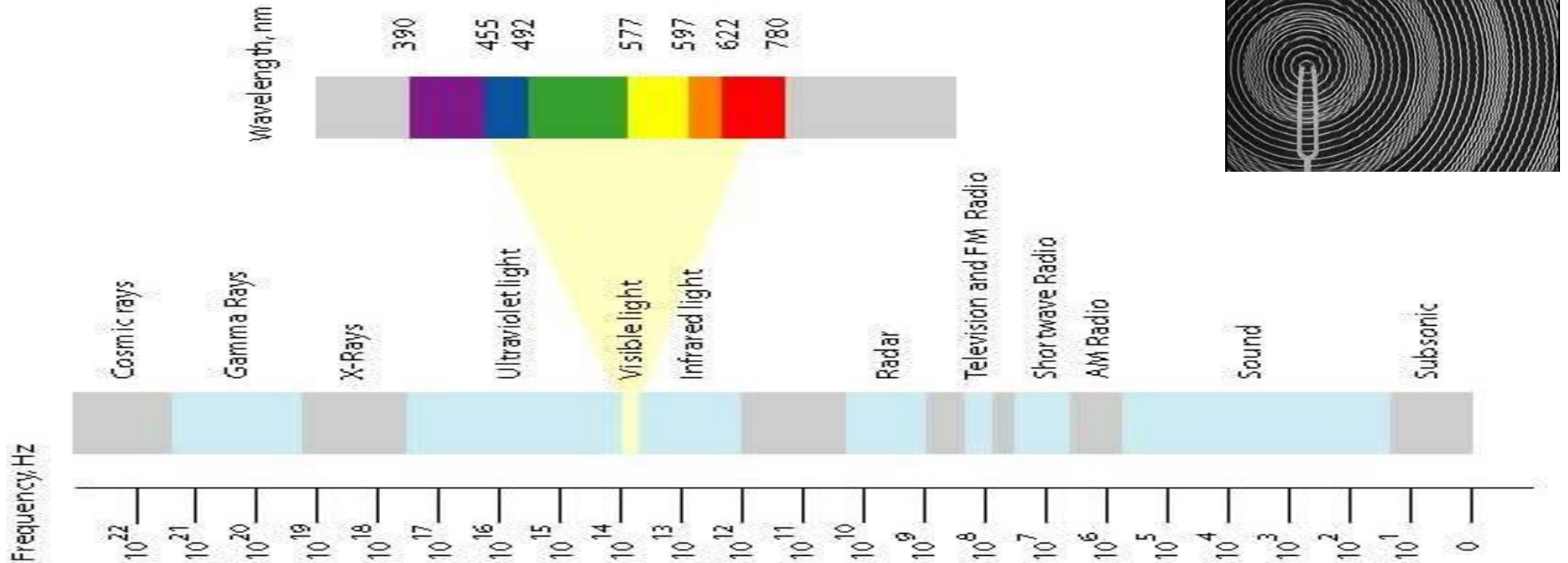


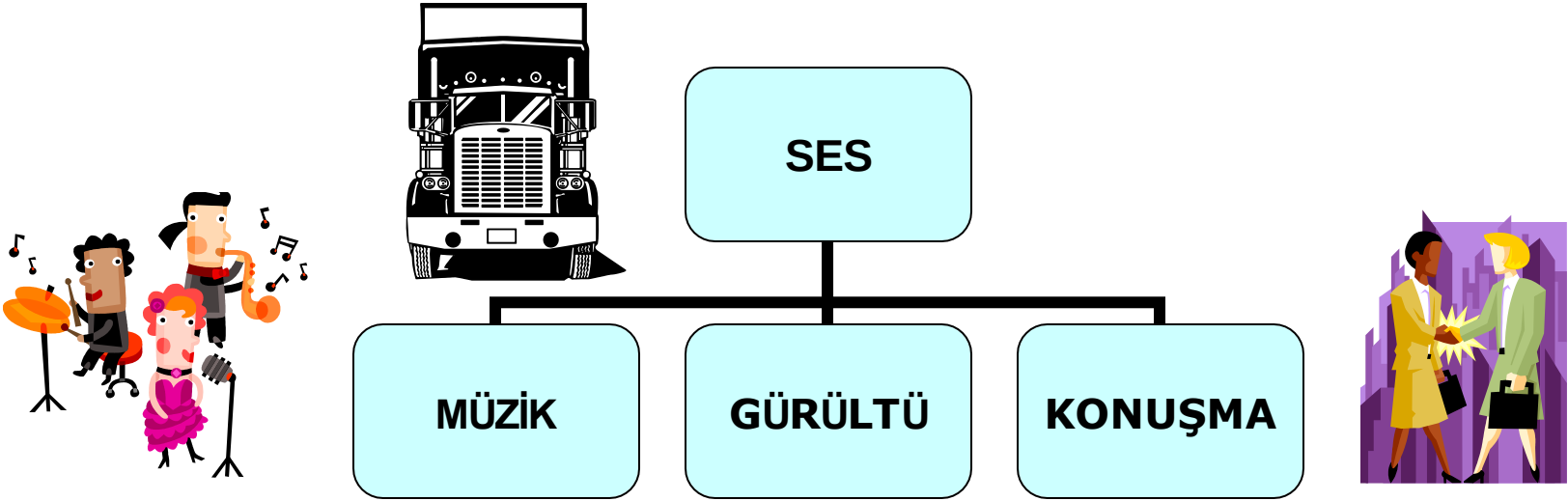
SES

**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.**





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.

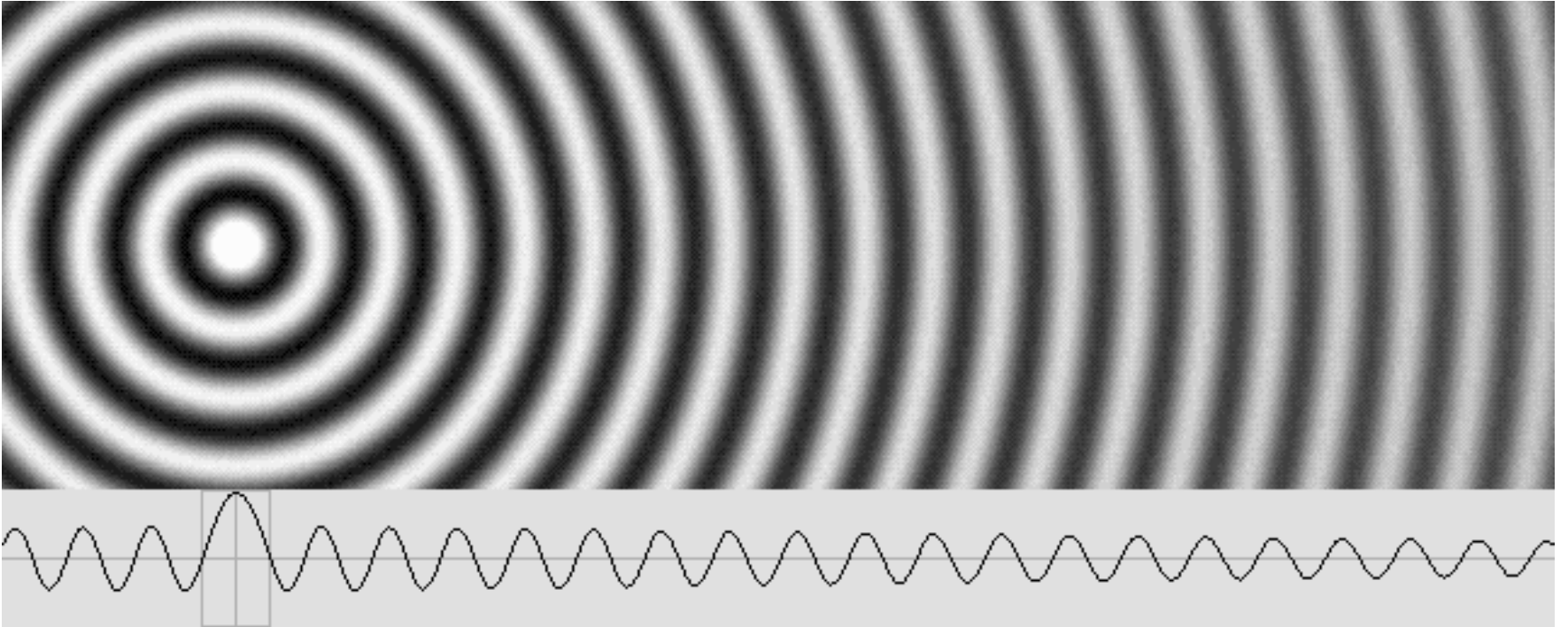
Gürültü fiziksel olarak düzensiz seslerden oluşur. Fizyolojik olarak ise istenmeyen hoş gitmeyen her türlü ses gürültüdür. Gürültünün tınısı yoktur ancak baskın frekans içeriği olabilir.

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..

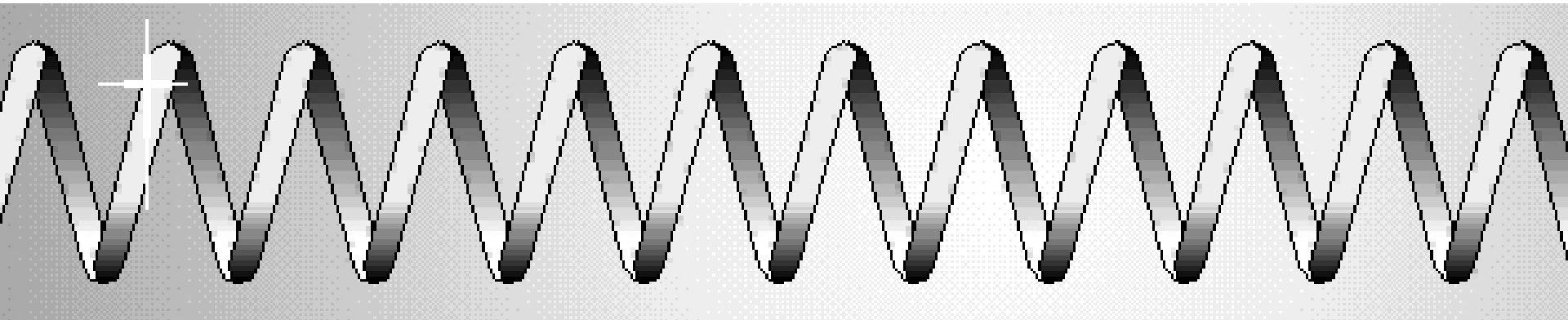
Ses, ses dalgaları ile yayılır.



Ses, havada –genelde- küresel ses dalgaları ile yayılır.



- **Titreşen bir nesne önündeki havayı iter ve sıkıştırır.**
- **Aynı anda, titreşen nesnenin arkasında ani bir basınç azlığı oluşur ve arkadaki bu boşluğu hava hızla doldurur.**
- **Bu yolla, havadaki basınç değişimleri uzak noktalara iletilir yani ses dalgaları oluşur.**



Sesin yayılma hızı $\rightarrow c$ (m/sn)

- Sesin yayılma hızı içinde yayıldığı ortamın akustik özelliklerine bağlı olarak değişir.
- Sesin yayılma hızı ortamın yoğunluğuna ve esnekliğine (elastisitesine) bağlıdır.
- Esnekliği fazla ortamlarda ses daha hızlı yayılır.

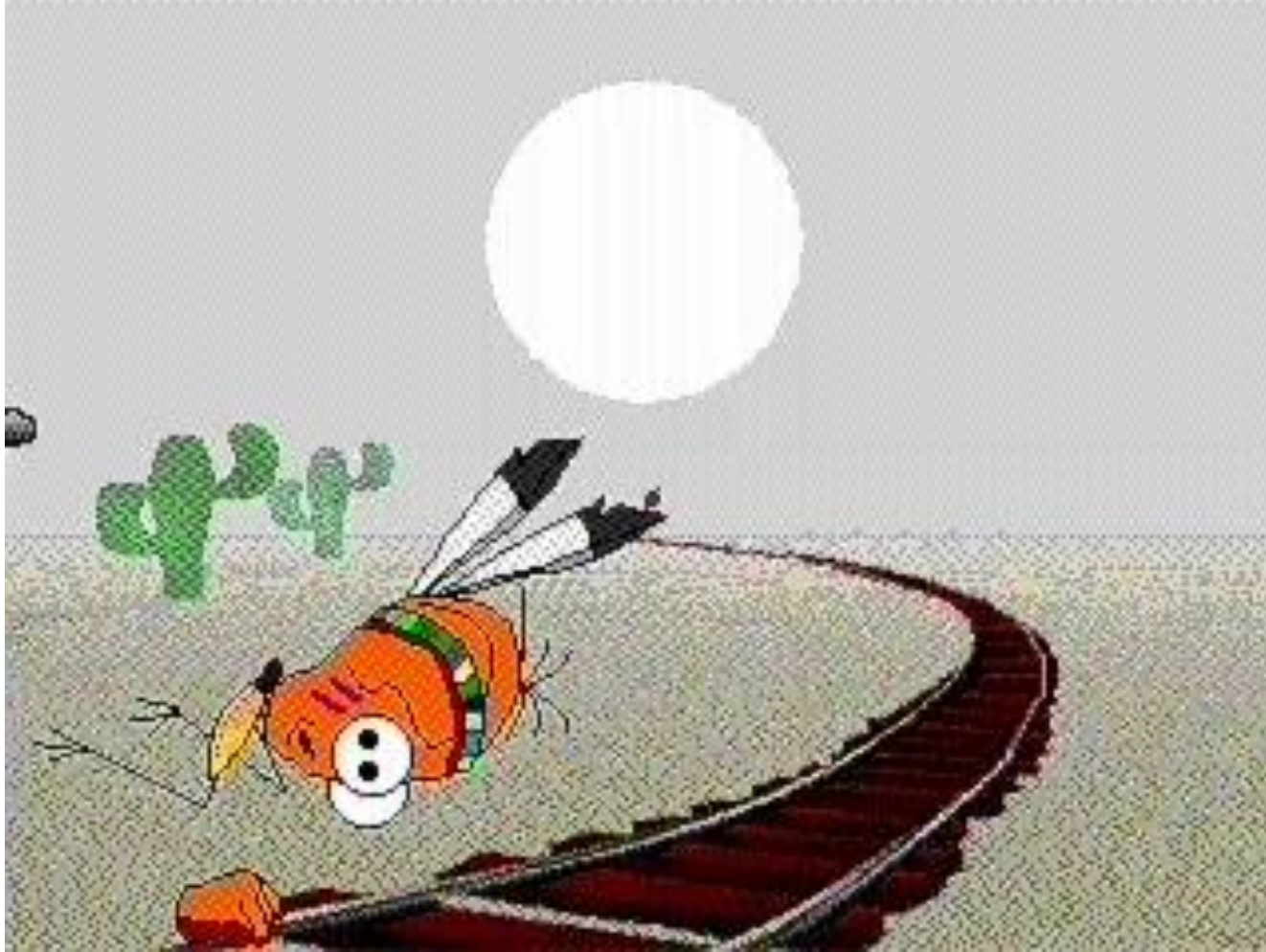
Sesin havada yayılma hızı

- Sesin havada yayılma hızı, havanın sıcaklığı ile doğru orantılıdır.
- Yüksek hava sıcaklıklarında yayılma hızı, daha fazladır.
- Mimari akustikte -genelde- sesin 20⁰C'daki havada yayılma hızı olan 340 m/sn kullanılır.

Sesin değişik gereç ve ortamlarda yayılma hızı

Gereç/ortam	Sesin yayılma hızı c (m/sn)
Lastik	35-230
Mantar	480
Hava (0 ⁰ ;20 ⁰ ;50 ⁰ C)	330/340/350
Su	1400
Ahşap	1000-4000
Mermer	3800
Beton	3500-5000
Cam	4000-5000
Çelik	5000

Ses genelde katı ortamlarda daha hızlı yayılır.

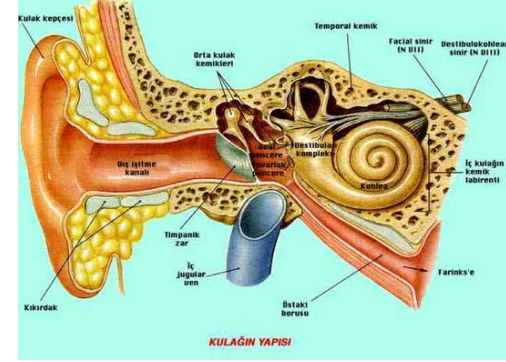


İşitsel Algılama Olayı

İşitsel algılama, bir ses kaynağı tarafından üretilen sesin, içindeiletildiği ortamın özelliklerine bağlı olarak değişime uğraması ve kulağı, işitsel duyarlılığı oranında uyarması olaylarını kapsayan bir süreçtir.

İşitsel algılamanın ana ögeleri

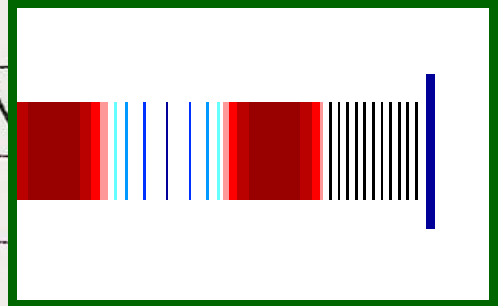
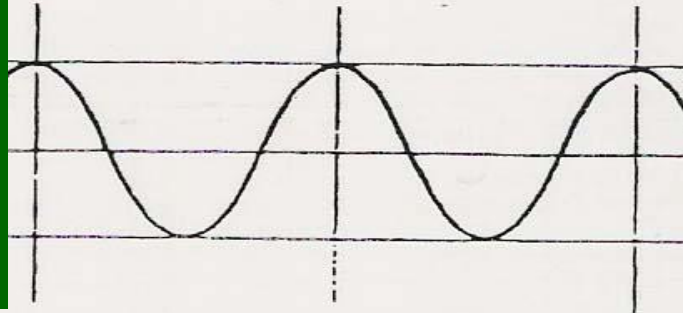
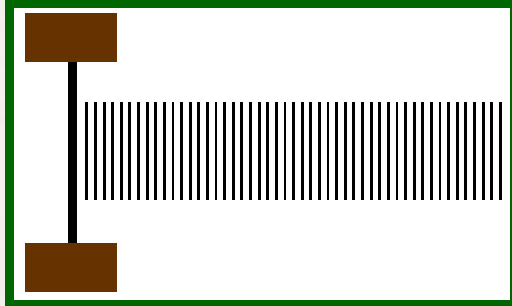
- Ses kaynağı
- Sesin iletildiği ortam
- İşitme sistemi



Ses kaynağı

İletim Ortamı

Alıcı



SES İLE İLGİLİ BÜYÜKLÜKLER VE TANIMLAR

Ses karmaşık bir fiziksel olaydır.

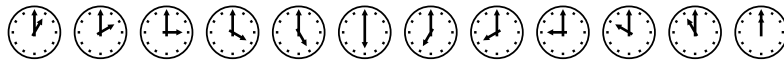
Sesin üç bileşeni vardır;

- İncelik-kalınlık
- Azlık- çokluk
- Tını



ve ses

ZAMAN



içinde değişir.



İNCELİK-KALINLIK

 İNCE SES (tiz ses) sivrisinek vızıltısı gibi,

 KALIN SES (pes ses) davul sesi gibi

AZLIK-ÇOKLUK

Yeğinalık, sesin düzeyi yani azlık çokluğudur.

Fısıltı ile konuşma
ya da
Yüksek sesle konuşma gibi

TINI (NE SESİ OLDUĞU)

- Bir sesin ne sesi olduğunu anlamamıza yarayan ses bileşenidir.
- Piyano sesi, keman sesi, Ahmet'in sesi, Mehmet'in sesi gibi



Bir topluluğa seslenen konuşmacının salondaki gürültüden ötürü sesini yükseltmesi durumunda, konuşmacının ses bileşenlerinin değişimi konusunda ne söyleyebilirsiniz?

Konuşmacının sesini
yükseltmesi durumunda

Sesin frekansı değişmez

Sesin tınısı değişmez

Sesin düzeyi değişir (artar)



Aynı notayı bir keman ve bir piyanonun çıkarması durumunda, ses bileşenlerinin değişimi konusunda ne söyleyebilirsiniz?

**Aynı notayı bir keman ve bir piyano ile
çalma durumunda**

Sesin frekansı değişmez

Sesin düzeyi değişmez

Sesin tınısı değişir



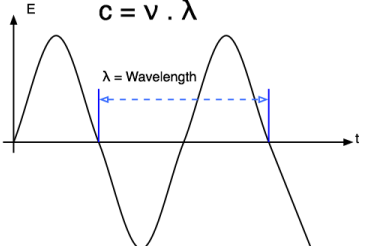
Bir viyolonselelin önce “re” sonra da “fa” sesi çıkarması durumunda, ses bileşenlerinin değişimi konusunda ne söyleyebilirsiniz?

Aynı çalgının iki farklı notayı eş
güçte çalması durumunda

Sesin tınısı değişmez
Sesin düzeyi değişmez
Sesin frekansı değişir

Sesin İnceliği-Kalınlığı ile İlgili Büyüklükler

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)
Yapı Fiziği / Yapı Akustiği 1-2		39	

FREKANS $f(\text{Hz})$

Saniyedeki titreşim sayısına frekans denilir.

*

Duyulabilen titreşimler,
16 Hz ile 16000 Hz arasındadır.

*

Frekans yükseldikçe ses incelir.

*

16 Hz kulağımızın duyabileceği en kalın
sesin frekansıdır.

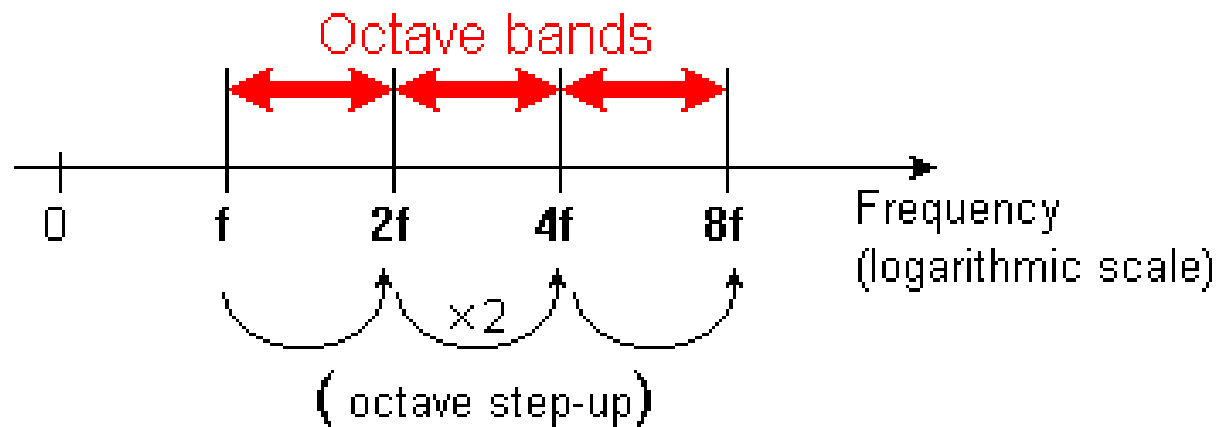
*

16 000 Hz kulağımızın duyabileceği en ince
sesin frekansıdır.

Ses 10 oktav banttan oluşur.

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

MİMARİ AKUSTİKTE EN AZ 6 OKTAV BANT KULLANILIR.



OKTAV VE 1/3 OKTAV BANTLAR

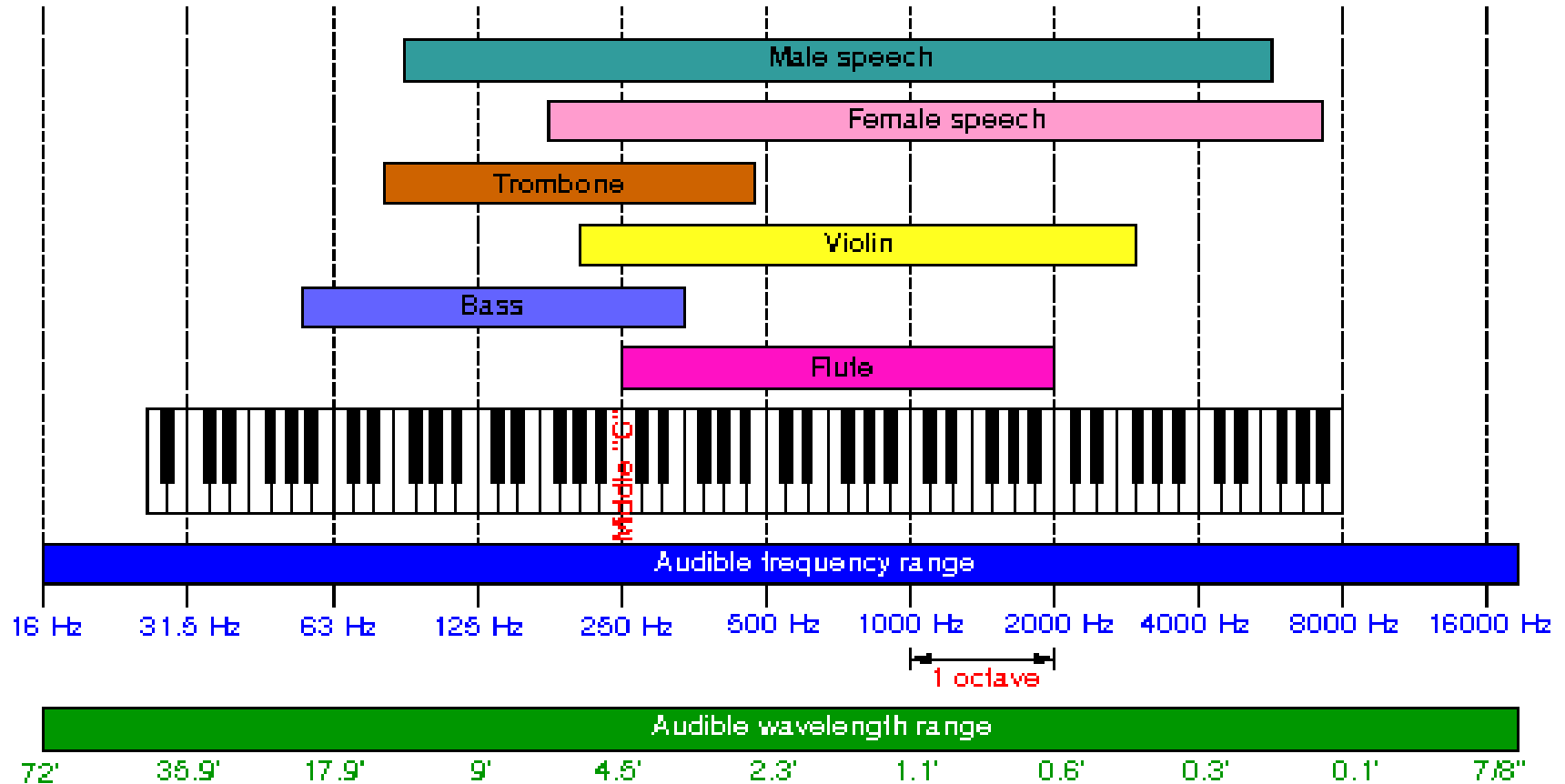
Mimari akustikte kullanılan oktav ve 1/3 oktav bantlar

Octave bands	One-third octave bands
31.5	25 31.5 40.0
63	50 63 80
125	100 125 160
250	200 250 315
500	400 500 630
1,000	800 1,000 1,250
2,000	1,600 2,000 2,500
4,000	3,150 4,000 6,000
8,000	7,300 8,000 10,000
16,000	12,500 16,000 20,000

Octav band; üst frekans alt frekansın iki katıdır.

Band no	Nominal mid frequency (Hz)	Octave filtre (Hz)
21	125	89-178
24	250	178-355
27	500	355-708
30	1000	708-1410
33	2000	1410-2820
36	4000	2820-5620

Farklı kaynaklardan çıkan seslerin frekans bölgeleri



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

- Yalın ses; tek frekanslı sestir. Yapay olarak üretilir.
- Karmaşık ses; birden çok frekansa sahip sestir. Doğal sesler ve işittiğimiz pek çok ses karmaşık sestir.
- Karmaşık sesi oluşturan frekanslar arasında bir uyum varsa, müzikal sesler oluşur.
- Karmaşık sesi oluşturan frekanslar arasında uyum yoksa, gürültü oluşur.

DEVİR SÜRESİ T (sn)

Bir titreşimin süresine devir süresi (periyot) denir.
Simgesi T , birimi sn'dir.

$$T = 1/f$$

T = Devir süresi (sn)
 f = Frekans (Hz)

Devir süresi yaklaşık $1/16$ ile $1/16000$ saniye arasında olan titreşimler insan kulağı tarafından ses olarak duyulur.

*

Yüksek frekanslı sesler hızlı titreşimlidir ve kısa periyotludur.

*

Alçak frekanslı sesler yavaş titreşimlidir ve kısa periyotludur.

DALGA BOYU λ (m)

Titreşim hareketinin yayılışı sırasında, bir devir süresi içinde gittiği uzaklığın adıdır.
Simgesi λ - Birimi m'dir.

$$\lambda = c / f$$

λ = Dalga boyu (m)

C = Sesin yayılma hızı (m/sn) (340 m/sn)

F = Frekans (Hz)

$$\underline{\lambda = c / f}$$

Yüksek frekanslı sesler kısa dalga boyludur.
(4000 Hz'lik sesin dalga boyu 0.085 m)

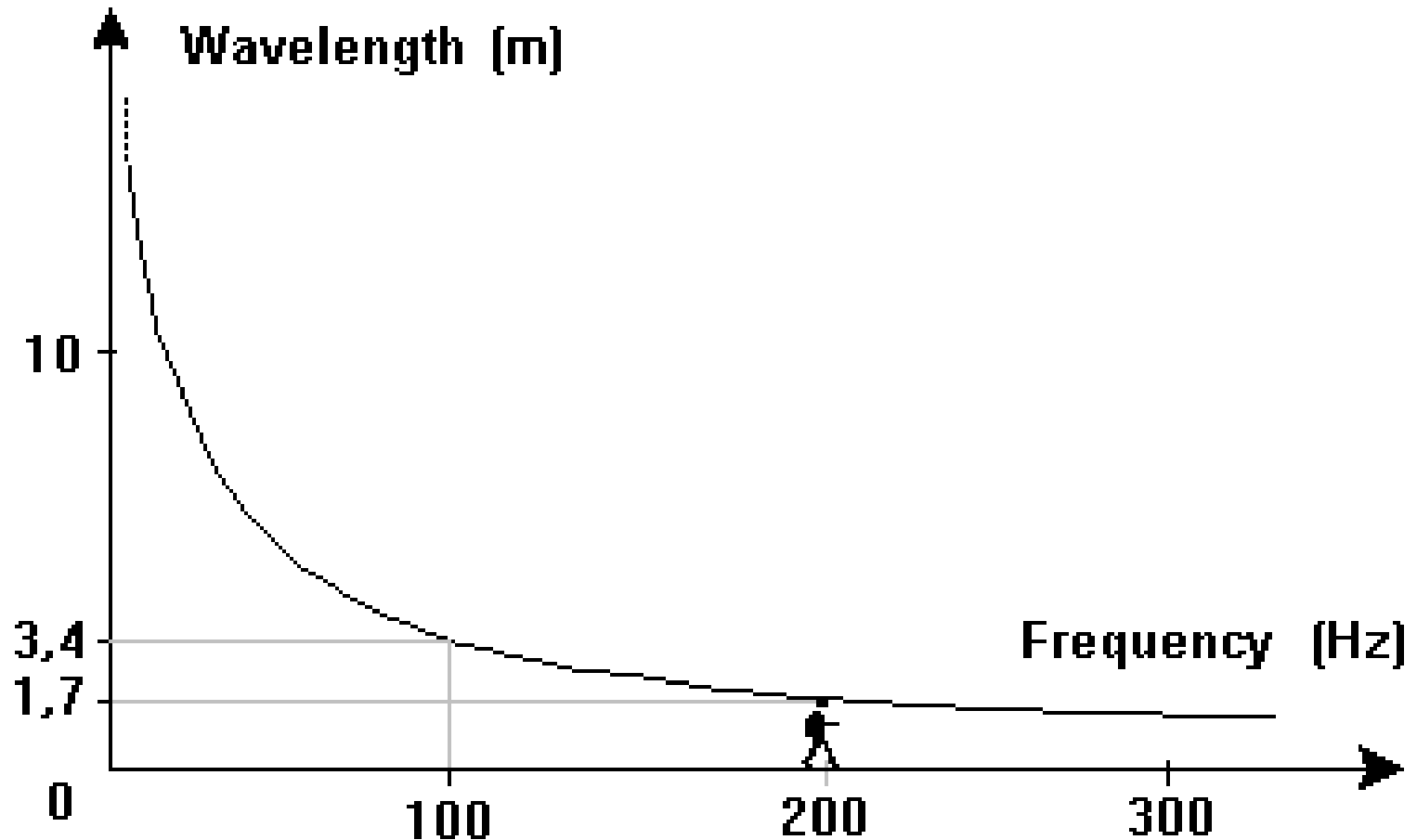
$$(\lambda = 340 / 4000 = 0.085)$$

*

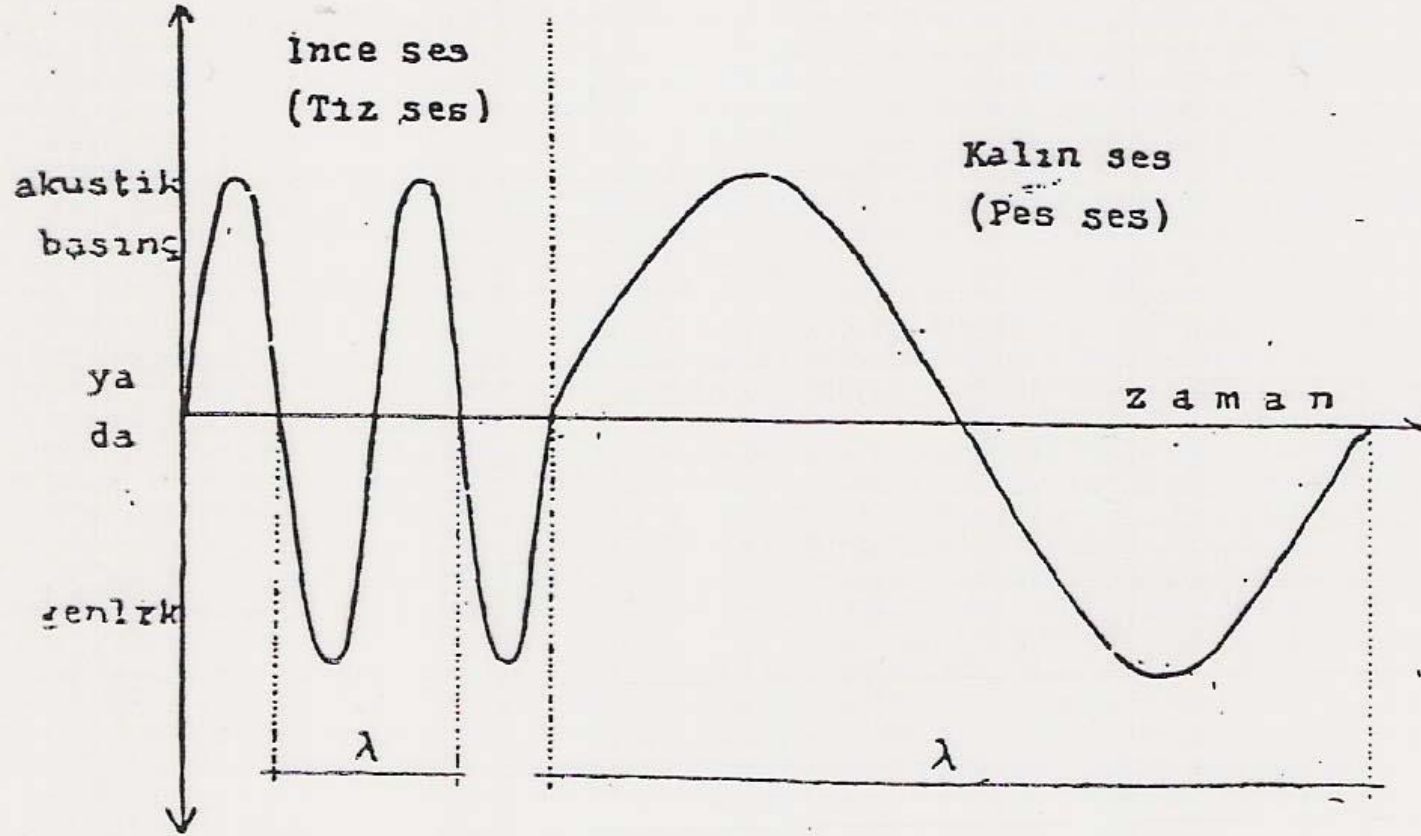
Alçak frekanslı sesler uzun dalga boyludur.
(125 Hz'lik sesin dalga boyu 2.7 m)

$$(\lambda = 340 / 125 = 2.7)$$

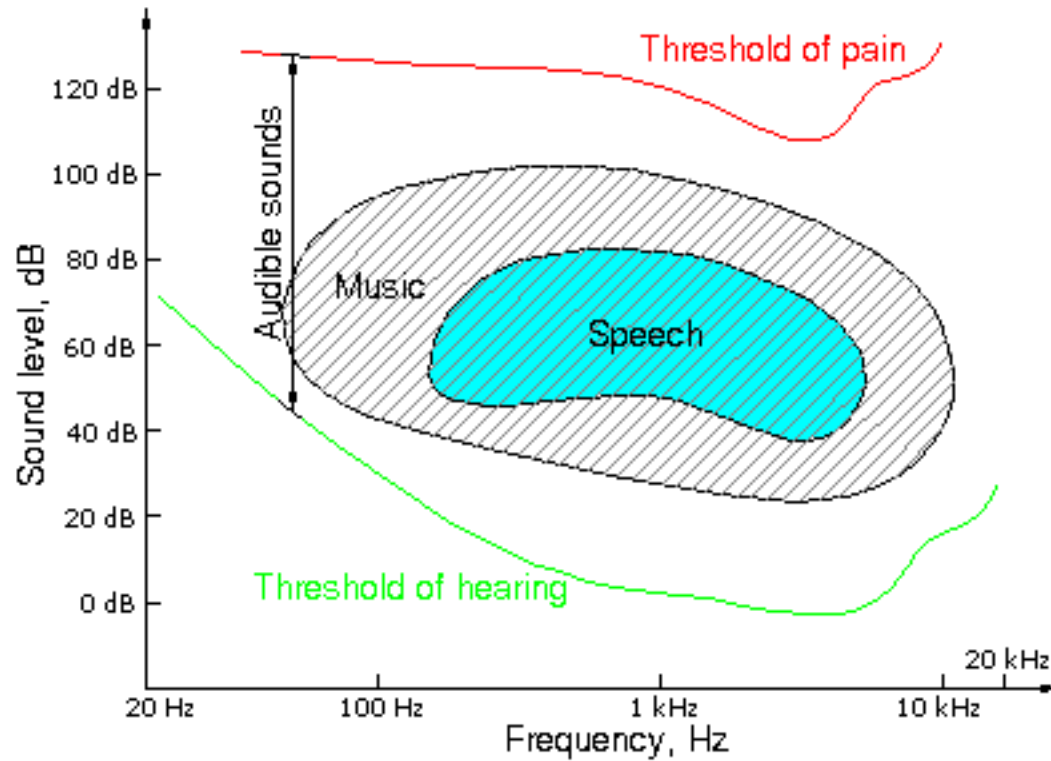
Frekans dalga boyu ilişkisi



DALGA BOYU UZUN VE KISA İKİ SESİN GRAFİK GÖSTERİMİ



KONUŞMA VE MÜZİĞİN KAPLADIĞI SES DÜZEYLERİ VE FREKANS ALANLARI

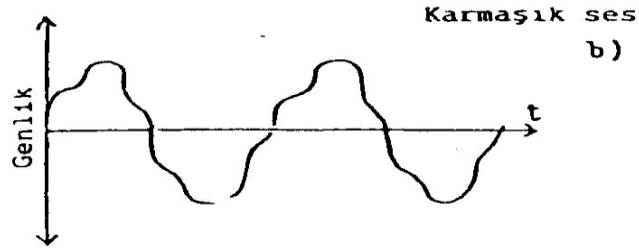
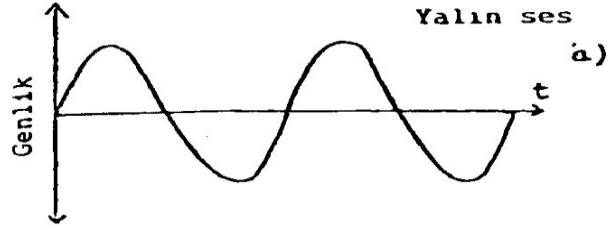


SES BİÇİMLERİ

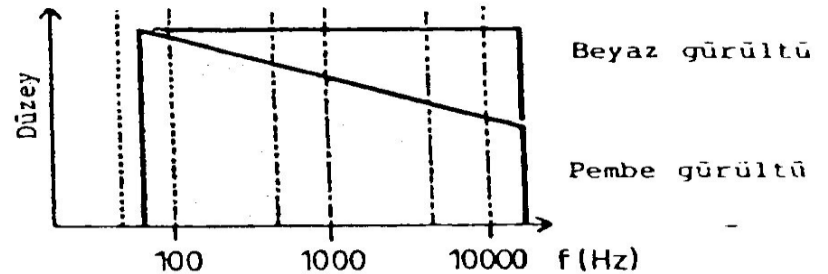
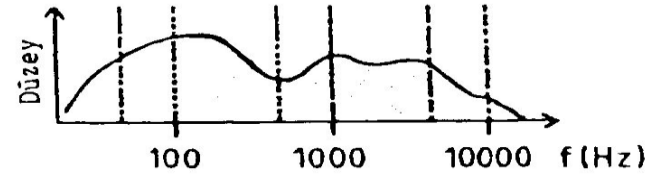
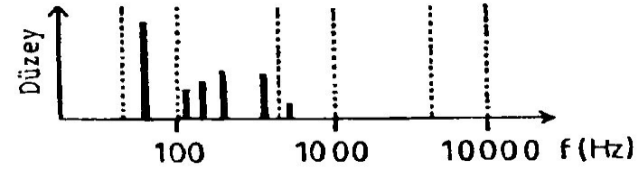
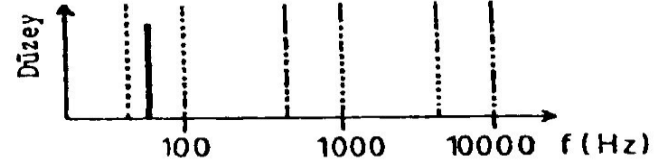
- Sesler düzenli (yani, frekansı-notası- belirlenebilen), ya da düzensiz (devirselliği olmayan) titreşimlerden oluşabilir. Fiziksel açıdan düzensiz sesler gürültü olarak adlandırılır. GÜRÜLTÜ genelde, frekans ve düzey dağılımları gelişigüzel olan, az ya da çok sayıda frekans bileşeninden oluşur.
- Düzenli sesler yalın ve karmaşık olmak üzere iki grupta ele alınabilir. YALIN sesler, tek frekanstan oluşmuş seslerdir ve genelde yapay olarak elde edilebilirler. Genelde ses kaynaklarının çıkardığı sesler birden fazla frekansı içerir. Notası belirlenebilen, aralarında belli uyum kuralları bulunan frekans topluluğundan oluşan sesler ise MÜZİKAL seslerdir.

Ses Biçimlerinin Grafik Gösterimi

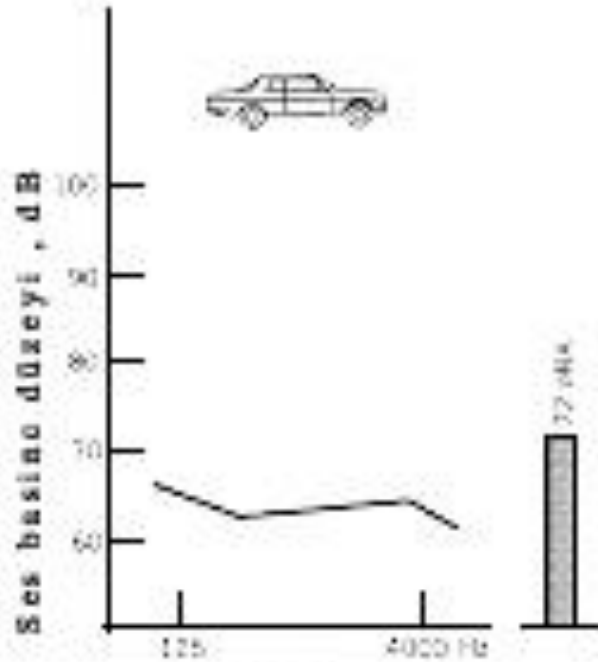
Dalga eğrileri



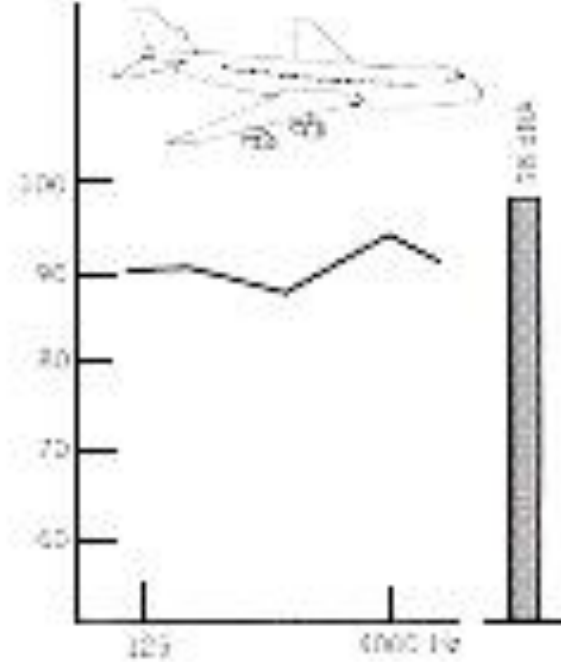
Frekans tayfları



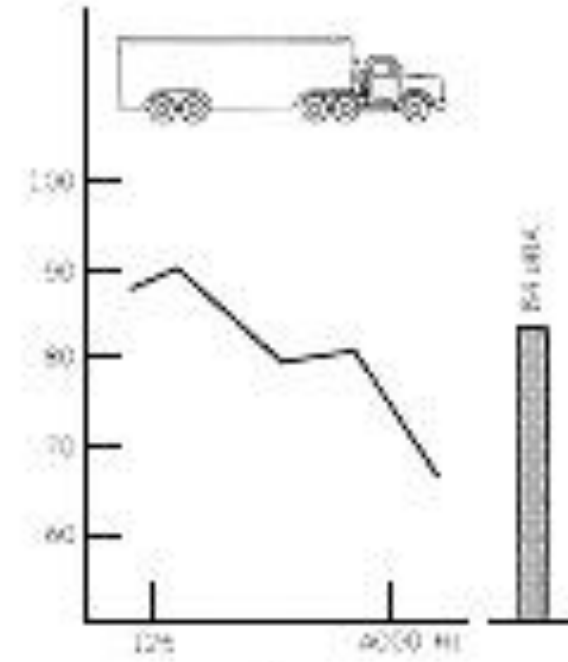
Gürültü kaynakları spektrum (frekans dağılımı) örnekleri



Araba

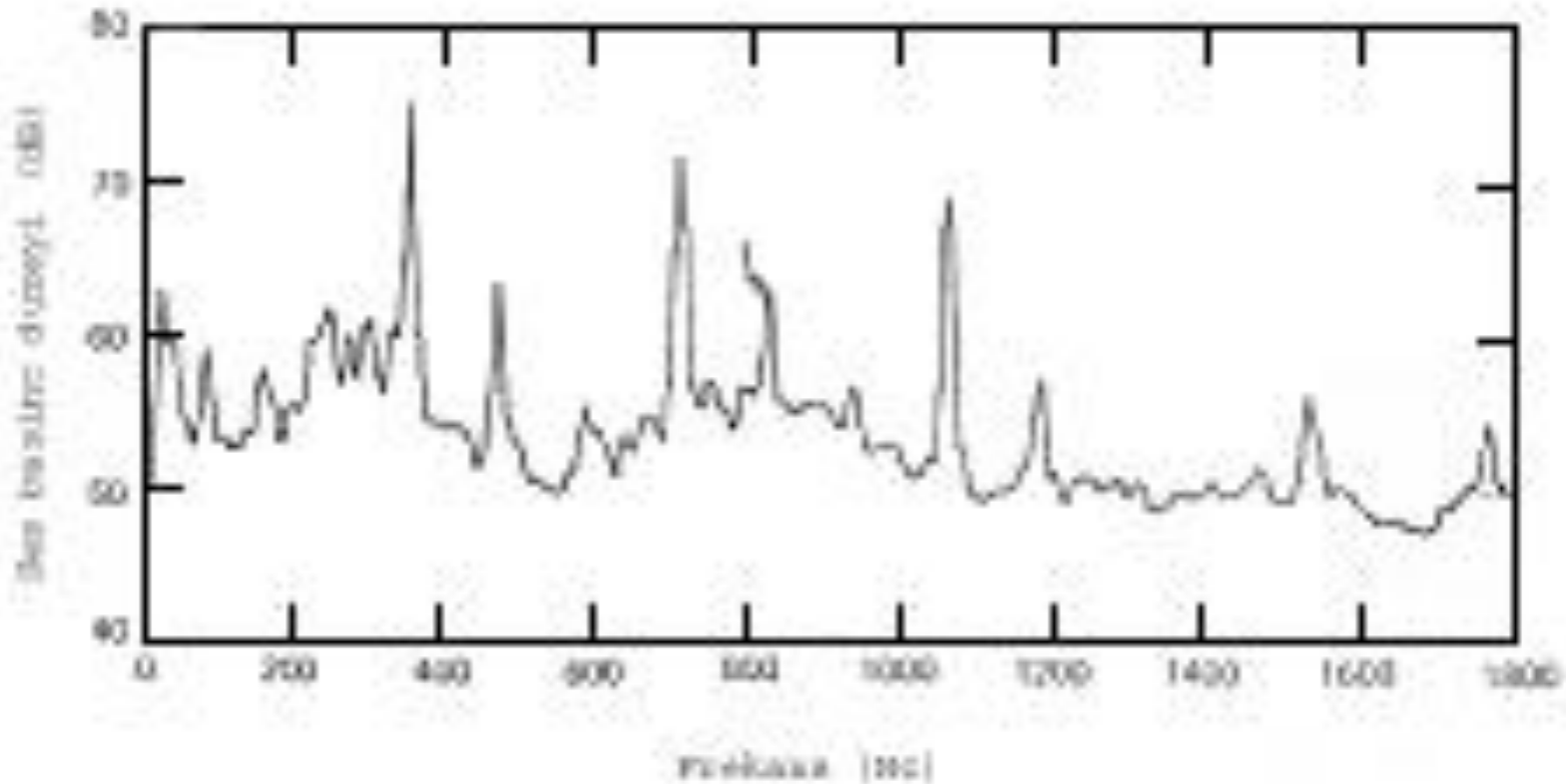


Jet uçağı kalkışı

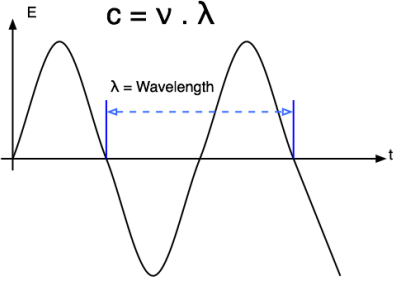


Kamyon

Elektrik süpürgesi spektrum örneđi



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 	λ (m)	Dalga boyu kısa ses (0,02 m)	Dalga boyu uzun ses (20 m)

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	$=10\log I/I_0$

GENLİK A (μm)

Titreşen bir taneciğin maksimum ayrılımına ya da titreşim hareketi ile gidip geldiği uzaklığa genlik denir.

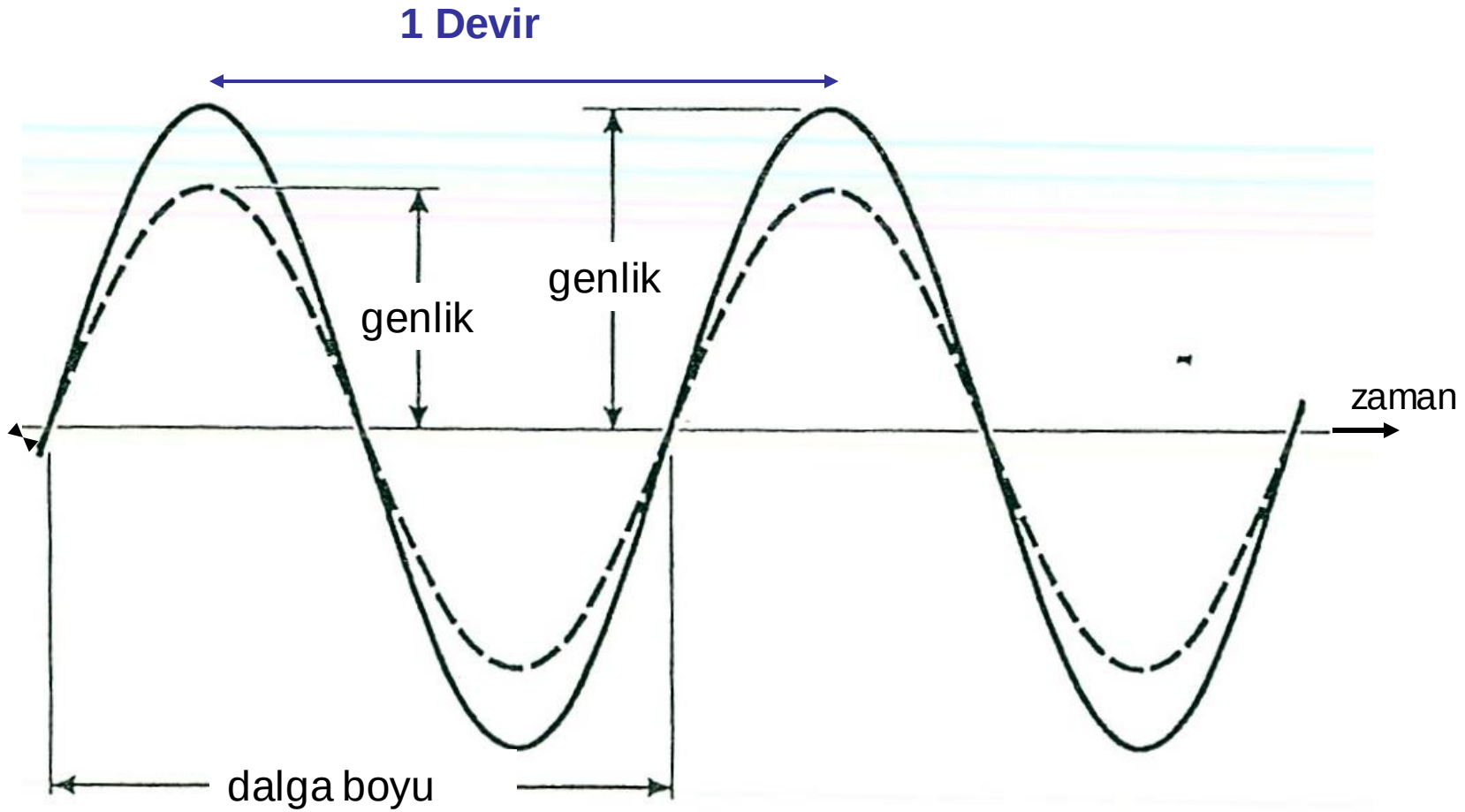
*

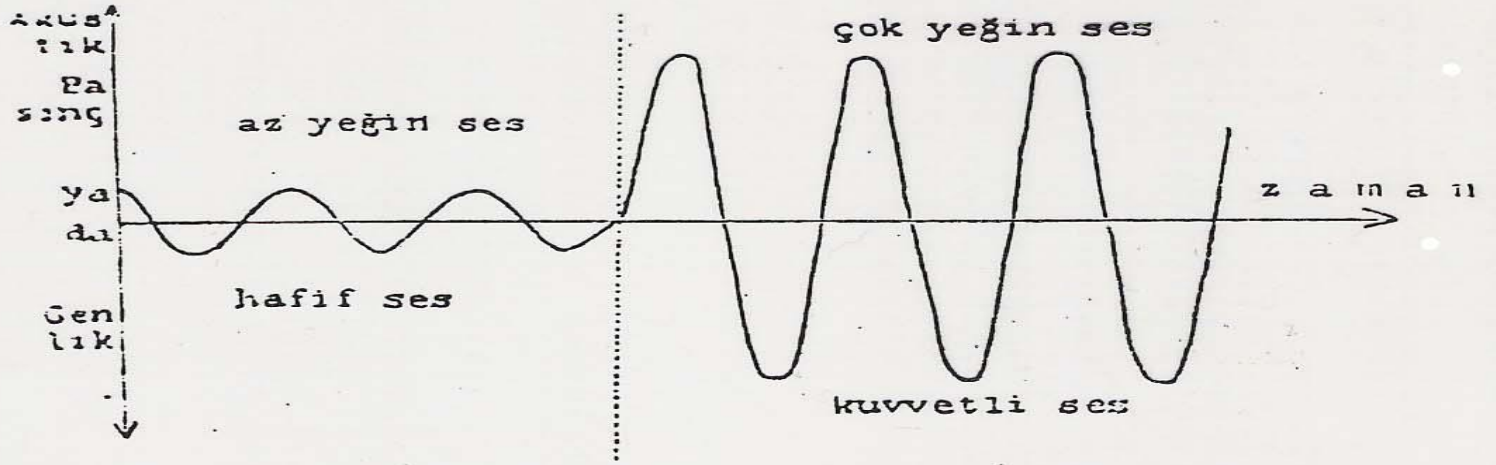
Simgesi A , birimi mikrometre (mikron) (μm)'dir.
Havada doğan ses dalgalarının genlikleri çok küçüktür.

*

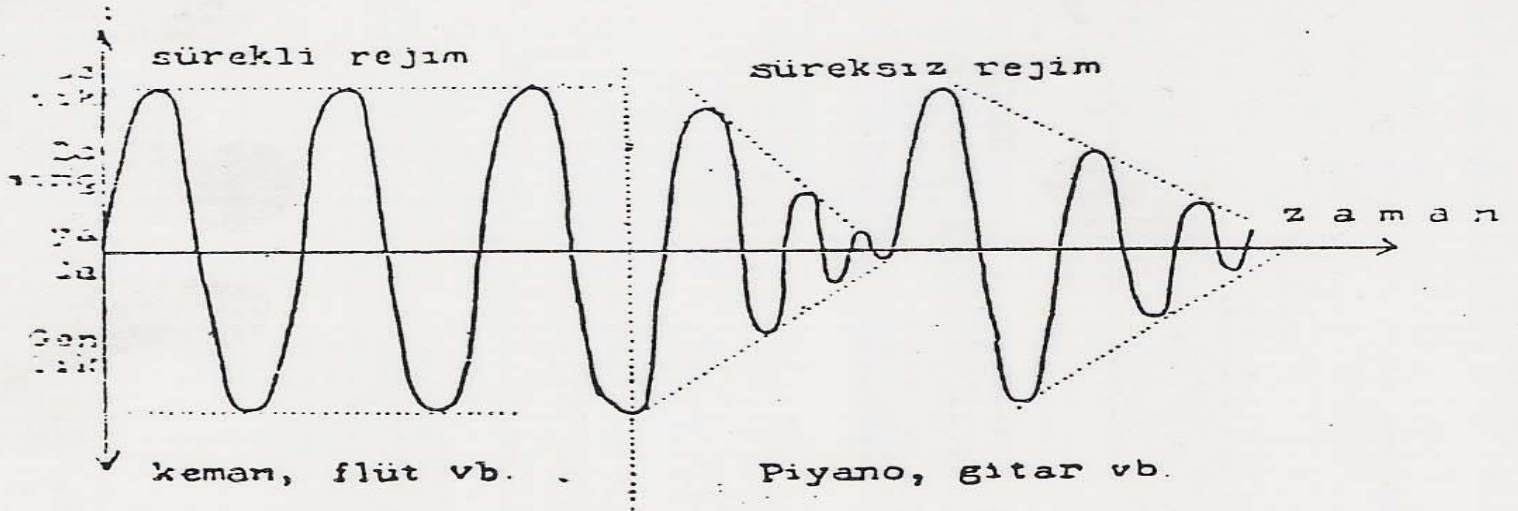
İnsan kulağının algılayabildiği sesin genliği $0.1 \mu\text{m}$ ile $100 \mu\text{m}$ arasında'dır.

GENLİK A (μm)





Genliğı ya da akustik basıncı, az ya da çok olan bir sesin, zaman-genlik grafiğı



Genliğı-akustik basıncı, zaman içinde azalan bir sesin, zaman-genlik grafiğı

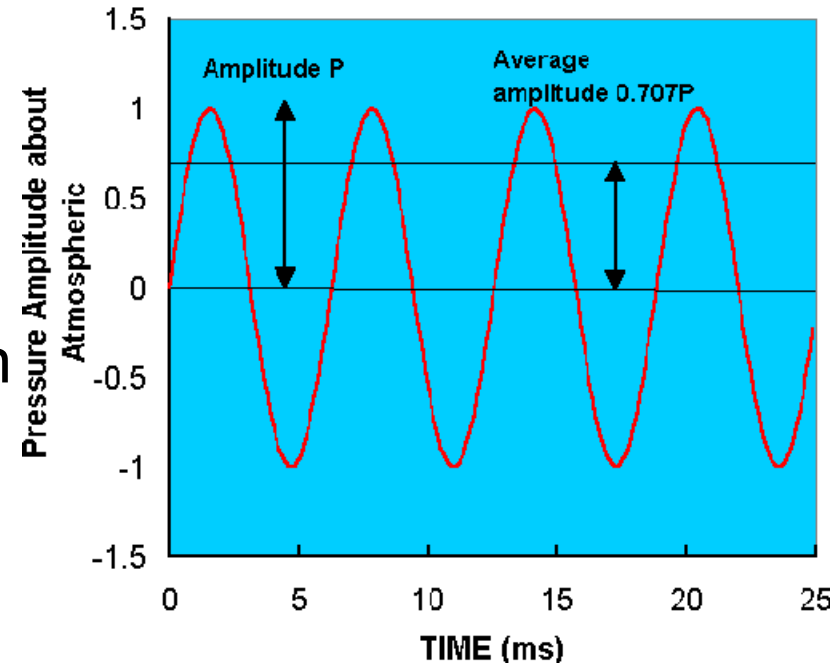
AKUSTİK BASINÇ P (μbar , Pa)

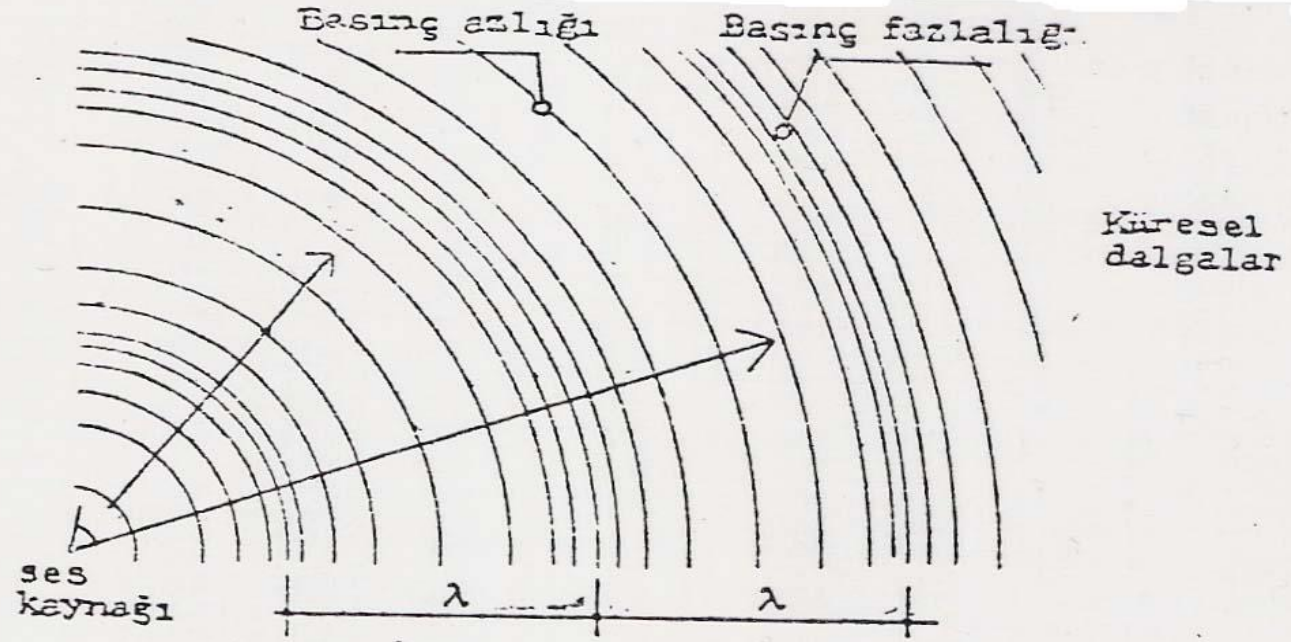
Ses titreşimlerinin hava basıncında yol açtığı değişimlere akustik basınç denir.

Genliğin artmasıyla, basınç fazlalığı ve basınç azlığı arasındaki farkların da artacağı açıktır.

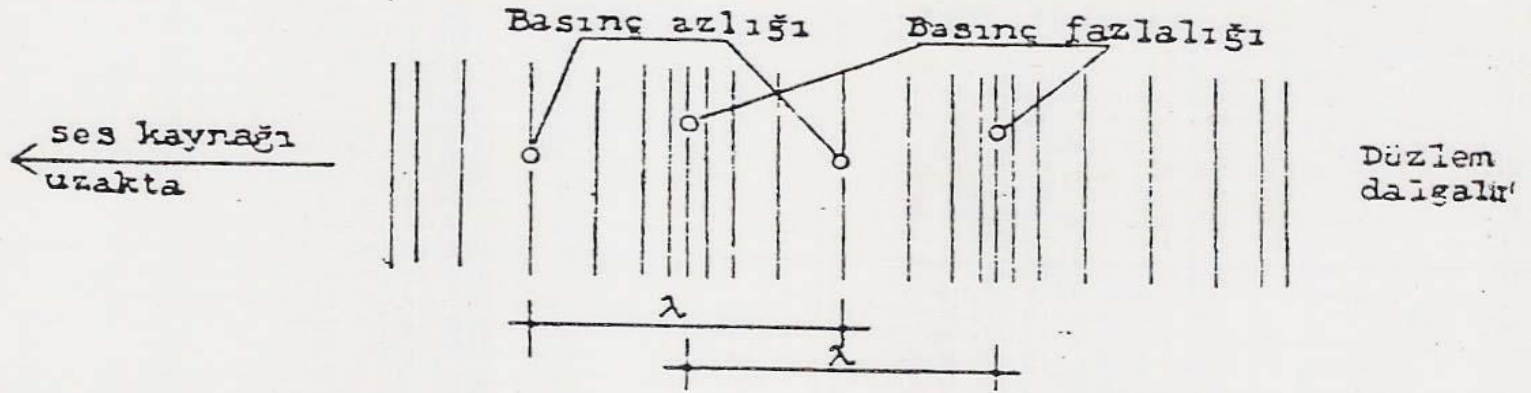
Simgesi P , birimi mikrobar (μbar) ya da paskal (Pa)'dır.

Duyulabilen en hafif ve en güçlü sesin akustik basıncı $0.0002 \mu\text{bar}$ ile $200 \mu\text{bar}$ 'dır.





Küresel dalgaların yayılışında basınç azlığı ve fazlalığı bölgeleri



Düzlemsel dalgaların yayılışında basınç azlığı ve fazlalığı bölgeleri

SES GÜCÜ W (w , μw)

Ses gücü, akustik enerjinin yayılım hızıdır.

*

Ses kaynaklarının birim zamanda yayımladıkları ses enerjisinin, ses gücü ile watt ya da μw cinsinden belirlenir.

Güç (Watt)

Güç düzeyi
(dB re 10^{-12} W)

100,000,000

200

Uzay rocketi

(50,000,000 W)

1,000,000

180

10,000

160

Jet uçağı

(50,000 W)

100

140

Büyük orkestra

(10 W)

1

120

(1 W)

0,01

100

Bağırarak konuşma

(0,001 W)

0,000,1

80

Normal konuşma

(20×10^{-6} W)

0,000,001

60

0,000,000,01

40

Fısıltı

(10^{-9} W)

0,000,000,000,1

20

0,000,000,000,001

0

SES YEĞİNLİĞİ

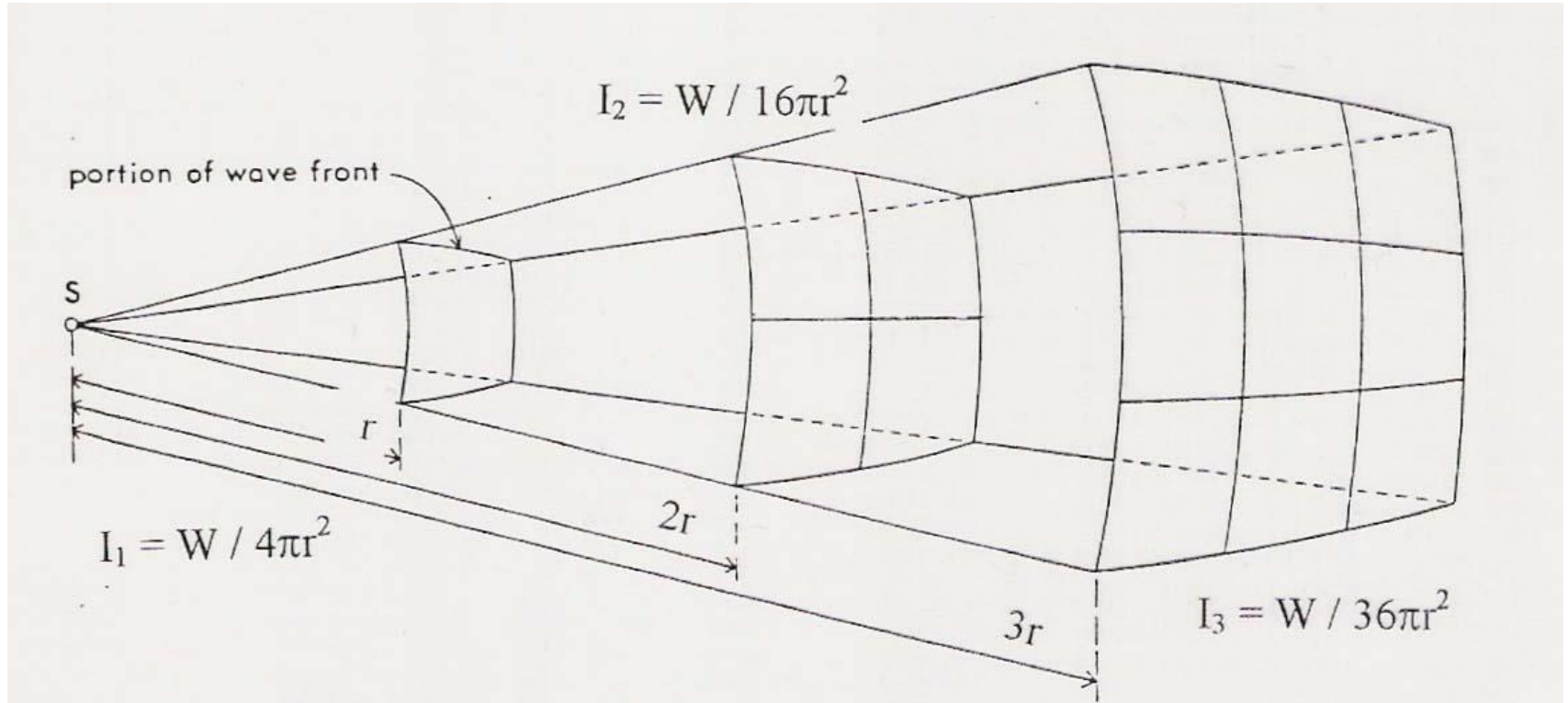
I (W/m^2 , $\mu\text{W/cm}^2$)

Sessel yeğinlik, birim zamanda, yayılma doğrultusuna dik birim alandan (1 m^2) geçen ses enerjisinin ortalama değeri olarak tanımlanır.

*

Simgesi I , birimi W/m^2 ya da $\mu\text{W/cm}^2$ 'dir.

Yeğinlik de akustik basınç gibi uzaklığın karesiyle ters orantılı olarak değişir.



Enerji yayımlayan bir ses kaynağının belli uzaklıklardaki yeğinliği "I"

SES DÜZEYİ (dB)

- Akustik olayların, kuramsal olarak incelenmesinde akustik basınç, ses yoğunluğu ve ses gücünden yararlanılır.
- Ancak uygulamada, özellikle de ölçmelerde bu büyüklüklerin düzey cinsinden kullanılması daha uygun olur.
- **“Düzyey”, verilen bir büyüklüğün aynı cinsten bir referans büyüklüğüne oranının logaritmasının 10 katıdır.**
- Düzeyin birimi “desibel” (dB)’dir.
- Akustik basınç, ses gücü ve ses yoğunluğu düzey cinsinden ifade edildiğinde sırasıyla; ses basınç düzeyi, ses gücü düzeyi, yoğunluk düzeyi olarak anılır. Mimari akustikle ilgili konularda büyük bir sıklıkla “ses basınç düzeyi” belirlemelerinden yararlanılır.

DÜZEY

$$\text{dB} = 10 \log X / X_{\text{ref}}$$

*

Desibel (dB) güçle orantılı iki büyüklüğün oranını anlatan düzey birimidir.

*

Düzey (dB) logaritmik bir büyüklüktür.

*

dB ile aritmetik işlemler yapılamaz

SES GÜCÜ DÜZEYİ SWL, dB

Bir kaynağın ses gücü düzeyi;

$$SWL = 10 \log(w/w_{ref})$$

SWL = Ses gücü düzeyi (dB)

W = Ses kaynağının ses gücü (watt)

W_{ref} = Referans ses gücü (10^{-12} watt)

SES YEĞİNLİK DÜZEYİ IL, dB

Belli bir I yeğİnliğindeki bir sesin yeğİnlik düzeyi

$$IL = 10\log (I/I_{\text{ref}})$$

IL = Yeğİnlik düzeyi (dB)

I = Yeğİnlik (w/m^2)

I_{ref} = Referans ses yeğİnliği (10^{-12}w/m^2)

SES BASINÇ DÜZEYİ SPL, dB

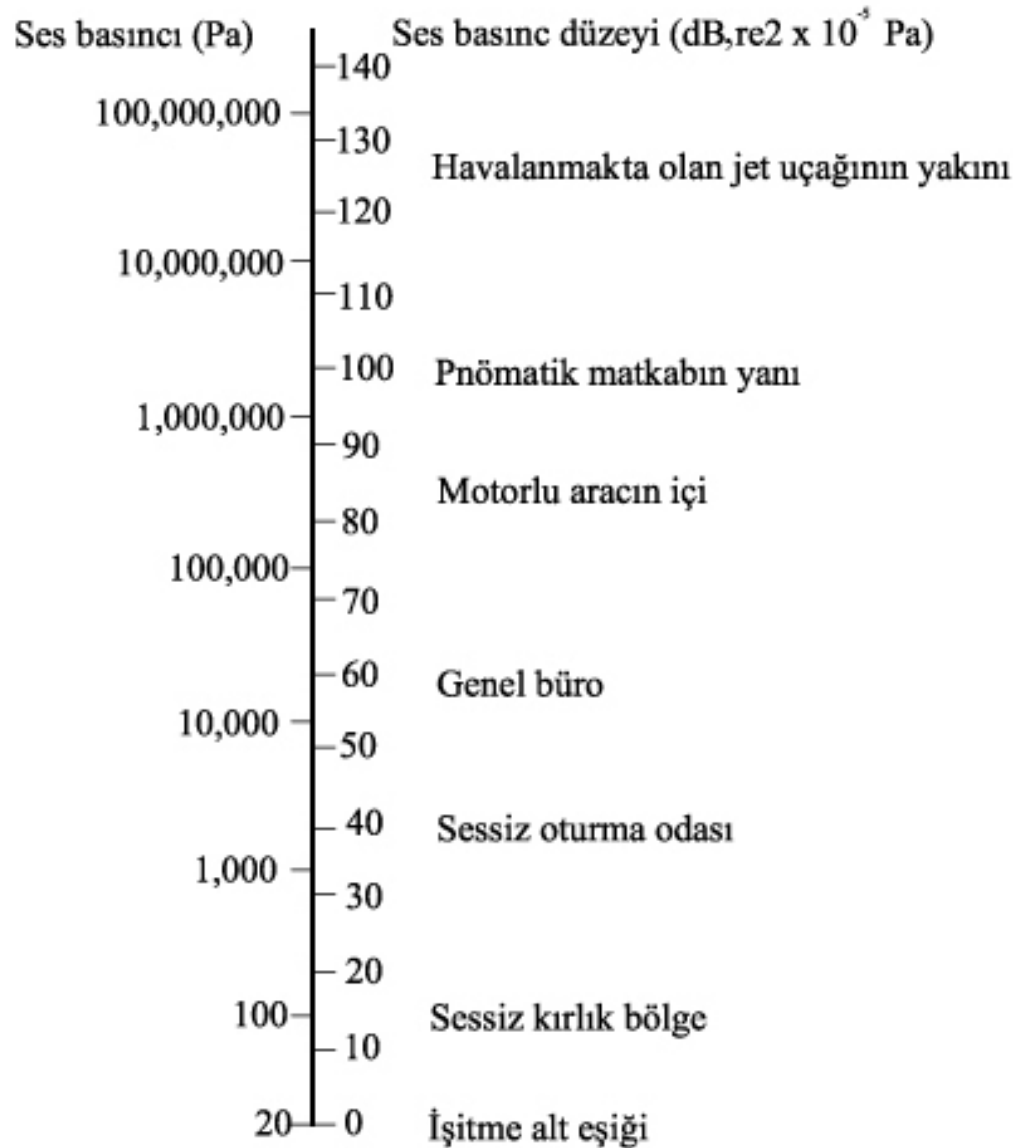
$$\text{SPL} = 10 \log (p / p_{\text{ref}})^2$$

SPL = Ses Basınç Düzeyi (dB)

p = Akustik Basınç (μbar)

p_{ref} = Referans akustik basınç
(0.0002 μbar)

Değişik ses kaynaklarının ses (akustik) basınçları ve ses basınç düzeyleri



Örnek Ses Düzeyleri

- Akustik laboratuvarı 5 dBA
- Sessiz bahçe 15 dBA
- Konuşma 60-70 dBA
- Kuvvetli müzik 90 dBA
- Elektronik müzik 105-110 dBA
- Uçak 110-120 dBA
- Klakson 70-75 dBA

Düzey Hesapları

Tablo 1: Ses düzeyleri **eşit** olan ses kaynaklarının toplam ses düzeylerinin hesaplanması

<u>Ses kaynaklarının sayısı (n)</u>	<u>toplam düzey (dB)</u>
1	N (bir kaynağın ses düzeyi)
2	N+3
3	N+5
4	N+6
5	N+7
6	N+8
7	N+8,5
8	N+9
9	N+9,5
10	N+10
n	N+ 10 log n

Bazı sayıların logaritmaları

- $\text{Log } 1 = 0$
- $\text{Log } 10 = 1$
- $\text{Log } 100 = 2$
- $\text{Log } 1000 = 3$
- $\text{Log } 2 = 0,3$
- $\text{Log } 3 = 0,5$
- $\text{Log } 4 = 0,6$
- $\text{Log } 5 = 0,6$
- $\text{Log } 6 = 0,8$
- $\text{Log } 7 = 0,85$
- $\text{Log } 8 = 0,9$
- $\text{Log } 9 = 0,95$

Örnek 1

- Bir jeneratörün ses basınç düzeyi (SPL) 90 dB'dir. İki jeneratörün toplam SPL'sini hesaplayın.

Örnek 1

- Bir jeneratörün ses basınç düzeyi (SPL) 90 dB'dir. İki jeneratörün toplam SPL'sini hesaplayın.

Basit formülü kullanarak

- **Toplam SPL = $N + 10 \log n$**
- **N = bir ses kaynağının ses basınç düzeyi (dB)**
- **n = ses kaynaklarının sayısı**
- **Toplam SPL = $90 + 10 \log 2 = 93$ dB**

Ya da doğrudan **Tablo 1'den**

- **Total SPL = $90 + 3 = 93$ dB**

Örnek 2

- Bir keman 67 dB SPL (ses basınç düzeyinde) müzik çalmaktadır. 100 keman aynı düzeyde ses üretirse toplam ses düzeyi ne olur?

Örnek 2

- Bir keman 67 dB SPL (ses basınç düzeyinde) müzik çalmaktadır. 100 keman aynı düzeyde ses üretirse toplam ses düzeyi ne olur?

Basit formülü kullanarak

$$\text{Toplam SPL} = N + 10 \log n$$

- N = bir ses kaynağının ses basınç düzeyi (dB)
- n = ses kaynaklarının sayısı
- $\text{Toplam SPL} = 67 + 10 \log 100 = 20 \text{ dB}$
- $\text{Toplam SPL} = 67 + 20 = 87 \text{ dB}$

Tablo 2: Ses düzeyleri **farklı** olan ses kaynaklarının toplam ses düzeylerinin hesaplanması

SPL'lerin farkı (dB)	Büyük olana eklenecek değer (dB)
0 - 1	3
2 - 4	2
5 - 8	1
9 - 10	0,5

Örnek 3

- Ses basınç düzeyleri 65 dB ve 68 dB olan iki kaynağın toplam SPL değerini hesaplayınız.

Örnek 3

- Ses basınç düzeyleri 65 dB ve 68 dB olan iki kaynağın toplam SPL değerini hesaplayınız.
- SPL'lerin farkı = $68 - 65 = 3$ dB
- **Tablo 2'den** büyük olana eklenmesi gereken değer **"2 dB"** görülmektedir.
- Total SPL = $68 + 2 = 70$ dB

Örnek 4

- Düzeyleri 65 dB ve 78 dB olan iki ses kaynağının toplam ses düzeyini hesaplayınız.

Örnek 4

- Düzeyleri 65 dB ve 78 dB olan iki ses kaynağının toplam ses düzeyini hesaplayınız.
- Düzey farkı = $78 - 65 = 13$ dB
- **Table 2** 'de her hangi bir değer görmüyoruz.
! Kaynakların ses düzeyleri arasındaki fark 10 dB'den fazlaysa MASKELEME olayı nedeniyle doğrudan büyük olan değeri alırız. Gerçekte de düşük düzeyli sesi işitmeyiz.
Toplam SPL = 78 dB

Örnek 5

- Düzeyleri 65 dB, 68 dB ve 71 dB olan üç ses kaynağının toplam ses düzeyini hesaplayın.

Örnek 5

- Düzeyleri 65 dB, 68 dB ve 71 dB olan üç ses kaynağının toplam ses düzeyini hesaplayın.
 - *İkiden fazla ses kaynağının toplam ses düzeyinin hesaplanması, kaynakları ikişer ikişer toplayarak gerçekleştirilir.*
 - *Toplama işlemine birbirine yakın ve düşük değerli olanlardan başlayın.*
 - İlk iki kaynağın SPL'leri arasındaki fark = $68 - 65 = 3$ dB
 - **Tablo 2'den büyük SPL değeri olana 2 dB eklenmesi gerektiğini görüyoruz.**
 - İlk iki kaynağın toplam SPL'si = $68 + 2 = 70$ dB
 - Düzey farkı = $71 - 70 = 1$ dB
 - **Tablo 3'den büyük SPL değeri olana 3 dB eklenmesi gerektiğini görüyoruz.**
- Üç kaynağın toplam ses düzeyi = $71 + 3 = 75$ dB

Spektral toplam

- Şu ana değin farklı kaynakların ses düzeylerinin toplanmasından söz ettik.
- Ancak biliyoruz ki, ses kaynaklarının farklı frekanslarda farklı ses düzeyleri vardır.
- Bir ses kaynağının oktav bant ses düzeylerini bildiğimizde spektral ses düzeyini Tablo 2'den hesaplayabiliriz.

Örnek 6

- Spektral toplam düzey, oktav bant ses düzeyleri toplanarak hesaplanır.

<u>SPL'lerin farkı (dB)</u>	<u>Büyük olana eklenecek değer (dB)</u>
0 - 1	3
2 - 4	2
5 - 8	1
9 - 10	0,5

Ses kaynağı	125 Hz	250 Hz	500Hz	1000Hz	2000Hz	4000Hz	Spektral toplam dB
Trafik gürültüsü	77	74	74	73	71	65	
Dizel lokomotif 25m.	96	86	87	84	83	80	
Tipik jet uçağı	85	86	84	82	83	80	

Örnek 6

- Spektral toplam düzey, oktav bant ses düzeyleri toplanarak hesaplanır.

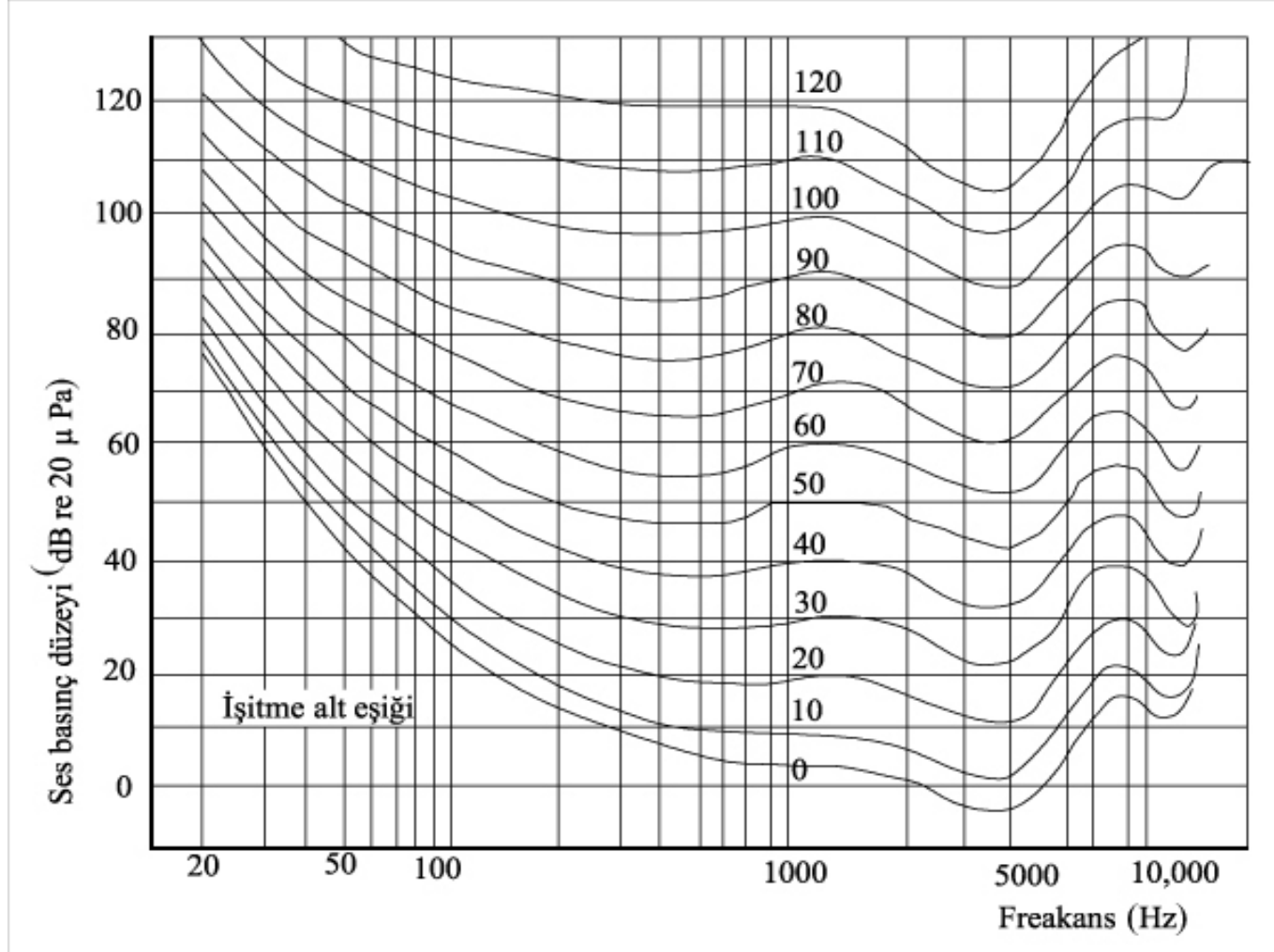
Ses kaynağı	125 Hz	250 Hz	500Hz	1000Hz	2000Hz	4000Hz	Spektral toplam dB
Trafik gürültüsü	77	74	74	73	71	65	82
Dizel lokomotif 25m.	96	86	87	84	83	80	98
Tipik jet uçağı	85	86	84	82	83	80	92

SES VE KULAĞIN DUYARLILIĞI

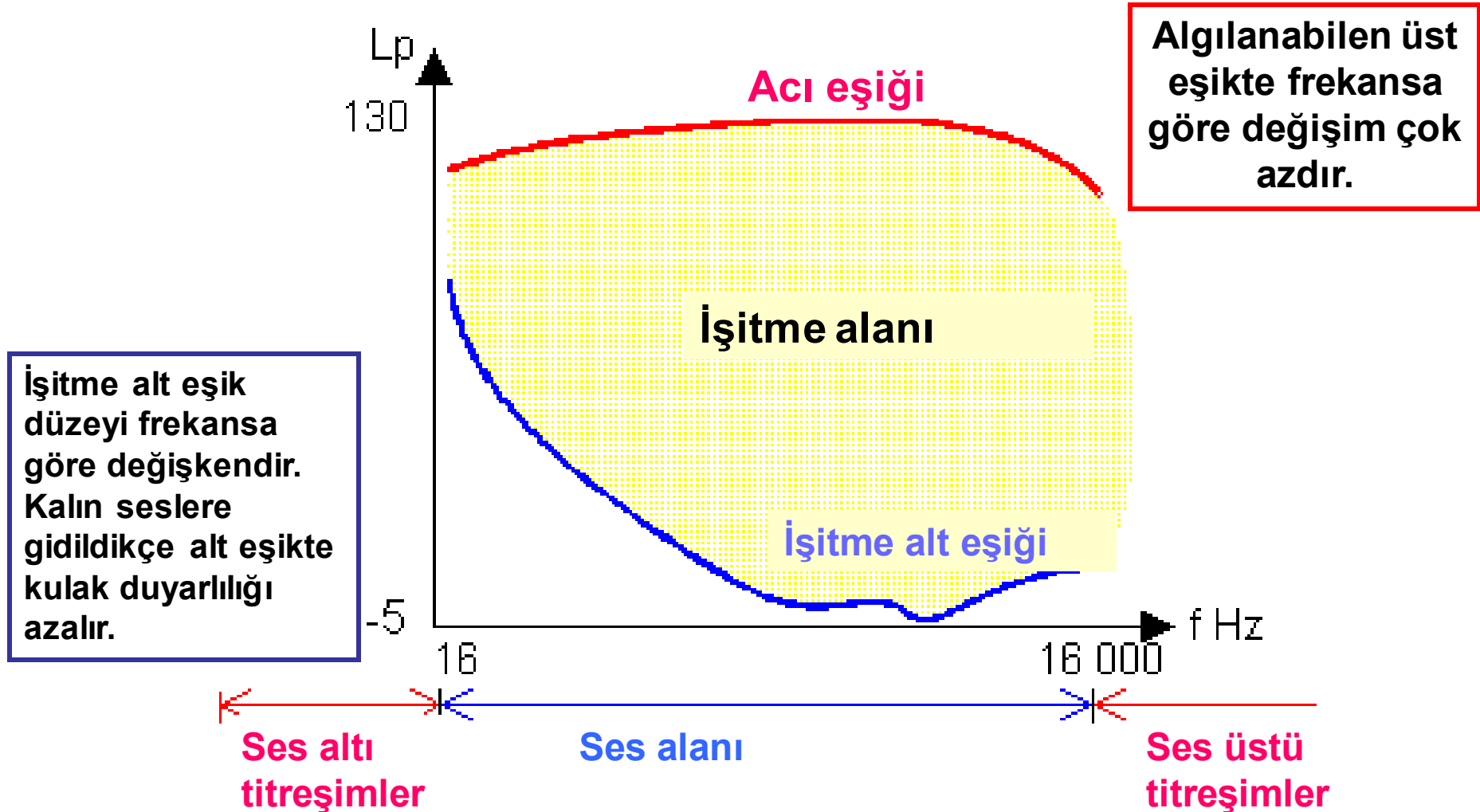
İnsan kulağının (işitme sisteminin) duyarlılığı sesin düzeyine ve frekansına bağlı olarak değişir.

FON (EŞ DUYULANMA) EĞRİLERİ

insan kulağının düzey ve frekansa bağlı duyarlılık değişimlerini gösterir



SES DÜZEYİ VE KULAĞIN DUYARLILIĞI



İnsan kulağının düzeye karşı duyarlılığı

Genelde 2-3 dB ile 120 dB arasında değişir

Algılanabilen alt eşik düzeyi frekansa göre değişkendir. Kalın seslere gidildikçe alt eşikte kulak duyarlılığı azalır.

Algılanabilen üst eşikte frekansa göre hemen hiç değişim göstermez

İnsan kulağının frekansa karşı duyarlılığı

İnsan kulağı bütün frekanslara aynı derecede duyarlı değildir.

İnce seslere (yüksek frekanslara duyarlılığımız daha fazladır.)

İnsan kulağının en duyarlı olduğu sesler, frekansı 3500 ile 4000 Hz arasındaki ince seslerdir.

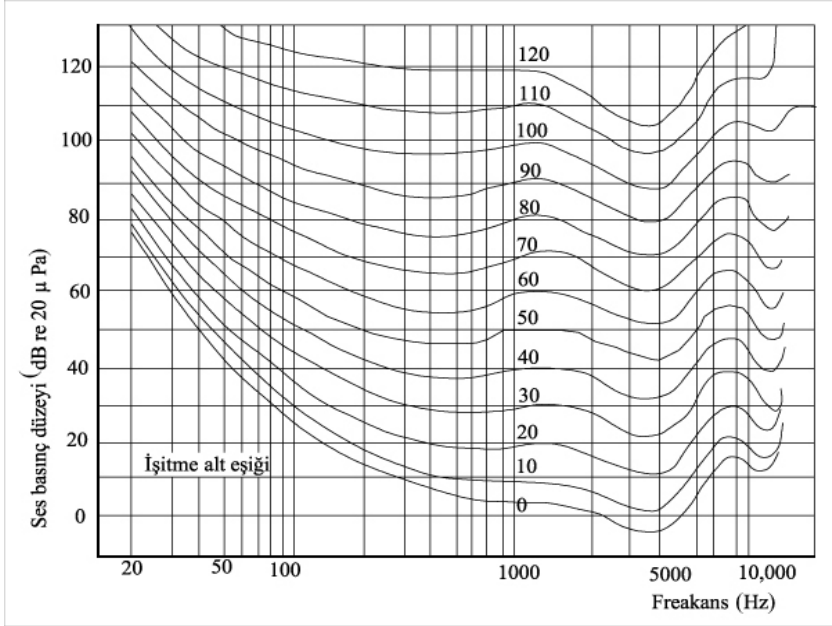
LİNEER ÖLÇÜM DEĞERLERİ

**İnsan kulağının frekansa göre
duyarlılığı dikkate alınmadan
ölçülen ya da hesaplanan
ses düzeyleri
(Birimi dB)**

AĞIRLIKLİ ÖLÇÜM DEĞERLERİ

**İnsan kulağının frekansa göre
duyarlılığı **dikkate alınarak**
ölçülen ya da hesaplanan
ses düzeyleri
(Birimi dBA)**

Ağırlıklı Ses Düzeyleri

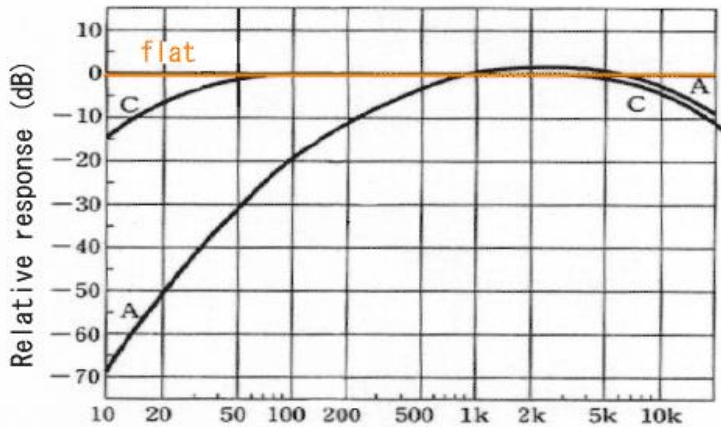


- Fon eğrileri üç temel bölgeye ayrılarak, dBA (40 Fon), dBB (70 Fon) ve dBC (100 Fon) ağırlıklı düzeyler geliştirilmiştir.

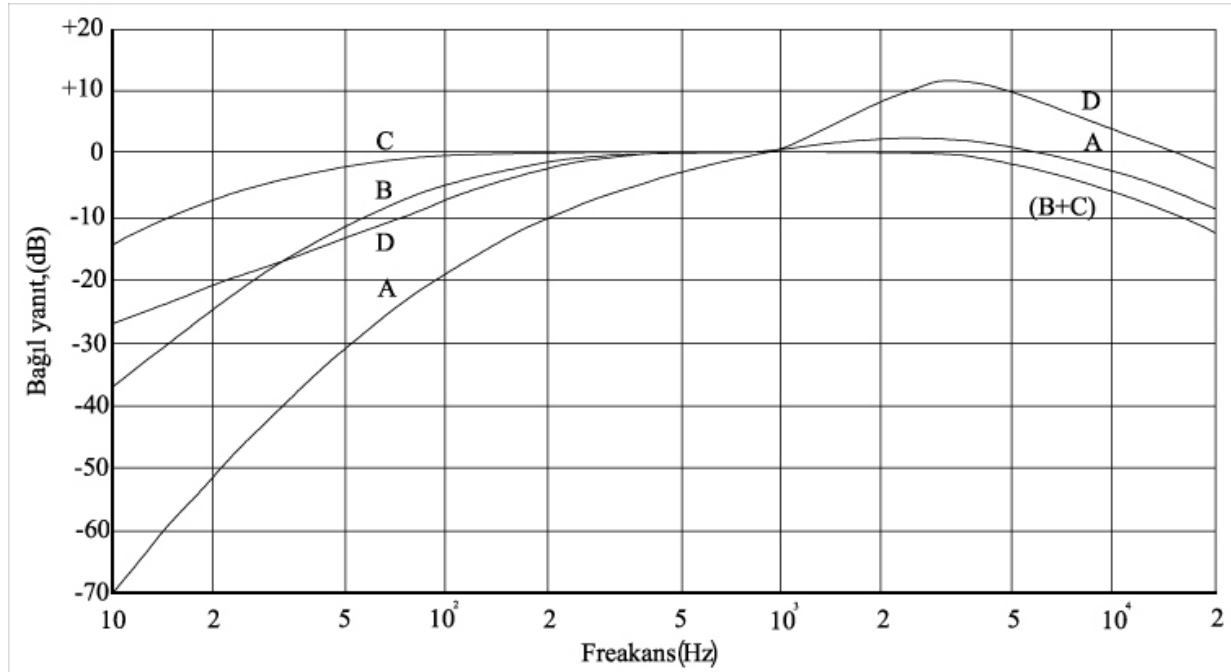
- Ağırlıklı düzeylerin frekans karakteristikleri eşit duyulanma eğrilerinin hemen hemen tersidir.

- Bunlar başlangıçta değişik ses basınç düzeyi bölgelerinde kullanılmak üzere tasarlanmış olmakla birlikte **günümüzde**, A ağırlıklı ölçme sonuçlarının öznel değerlendirmelere B ve C'den daha iyi uyum sağladığı gözlemlendiğinden, **A ağırlığı düzeyden bağımsız olarak hemen her tür ses için kullanılmaktadır.**

- Günümüzde artık en basit ses düzeyi ölçerde bile A ağırlığı fonksiyonu, yani dBA ölçme **olanağı vardır.**



Ağırlıklı ses düzeyi belirlemelerinde kullanılan standartlaştırılmış ağırlık eğrileri ve dBA düzeltme değerleri

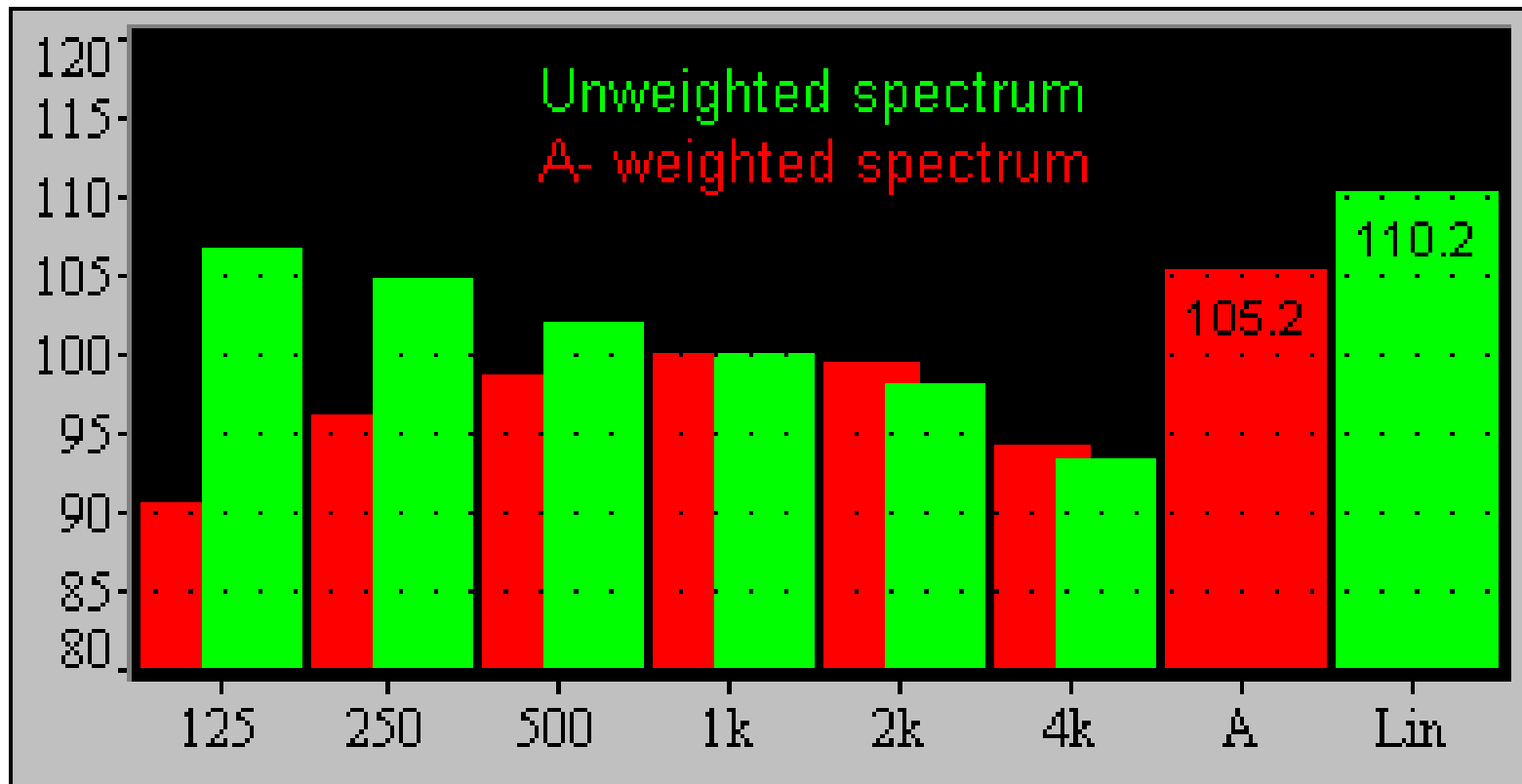


Frekans Hz	125	250	500	1000	2000	4000
dBA düzeltmesi	-16	-8,5	-3	0	+1	+1

A ağırlıklı değerlere örnekler



Belli bir gürültünün Ağırlıksız ve A ağırlıklı tayfsal dağılım değerleri



Örnek 7

Lineer ve dBA toplamları

SPL'lerin farkı (dB)	Büyük olana eklenecek değer (dB)
0 - 1	3
2 - 4	2
5 - 8	1
9 - 10	0,5

Frekans (Hz)	125	250	500	1000	2000	4000	toplam
dBA düzeltme değeri	-16	-9	-3	0	+1	+1	-
Gürültü spektrumu lineer toplam	90	90	80	80	80	80	
Gürültü spektrumu dBA toplam	74	81	77	80	81	81	

Örnek 7

Frekans (Hz)	125	250	500	1000	2000	4000	toplam
dBA düzeltme değeri	-16	-9	-3	0	+1	+1	-
Gürültü spektrumu lineer toplam	90	90	80	80	80	80	94 dB
Gürültü spektrumu dBA toplam	74	81	77	80	81	81	88 dBA

Eşdeğer Sürekli Ses Düzeyi, Leq (dBA)

Eşdeğer sürekli ses düzeyi, ölçme ya da gözlem süresinde, zaman içinde düzeyi değişen sesle aynı akustik enerjiye sahip olan durağan sesin A ağırlıklı düzeyi olarak tanımlanır.

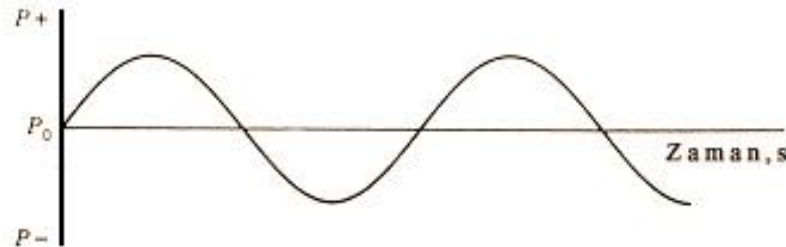
Leq (dBA), ülkemizde yürürlükte olan *Çevresel Gürültünün Denetimi ve Yönetimi Yönetmeliği* de dahil, pek çok ulusal ve uluslararası yönetmelik ve standartta kullanılan önemli bir birimdir.

Tını

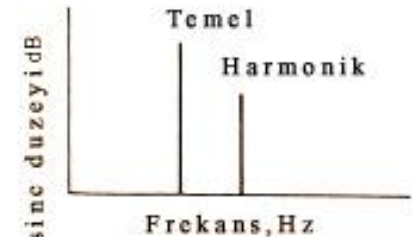
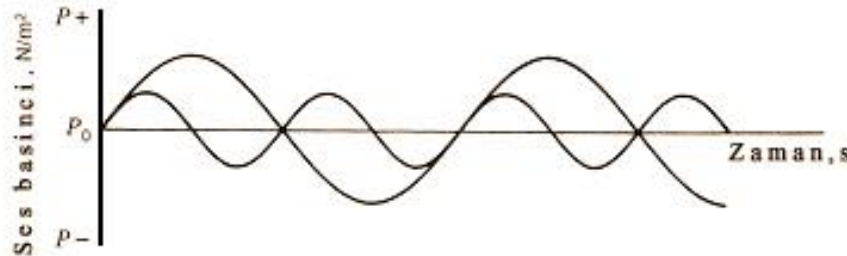
- Genellikle ses kaynaklarının çıkardığı sesler tek frekanslı (yalın ses) değildir. Örneğin piyanonun bir tuşuna basıldığı zaman çıkan ses, bir temel sesle birlikte, onun bazı uyumluları, yani doğal olarak temel sesle birlikte çıkan ve onunla aralarında, belli uyum kuralları bulunan sesler topluluğudur. Bu topluluğa karmaşık ses denir. Karmaşık sesler; konuşma, gürültü gibi düzensiz, ya da müzik sesleri gibi düzenli seslerden oluşabilir.

Yalın ses ile düzenli ve düzensiz karmaşık seslerin grafik gösterimleri.

Yalın Ses



Müzikal ses



Müzik, konuşma gürültü

