TEMEL SES BİLGİSİ

T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı

Ölçüm ve İzleme Dairesi Başkanlığı

ASLI ÖZDEN

Fizik Yüksek Mühendisi

İÇİNDEKİLER

- Ses ve Gürültü
- Gürültünün Sağlık Üzerine Etkileri
- Temel Ses Bilgisi
- Ses Gücü, Ses Şiddeti ve Ses Basıncı
- Ses Alanları, Ses Bozulmaları
- Düzey Kavramı, Desibel ve Desibel İşlemleri
- Arı Ses, Periyodik Ses ve Karmaşık Ses
- Gürültünün Sınıflandırılması
- Gürültünün Yayılımı
- Gürültü Kaynakları

Gelişen teknoloji, nüfus artışı, ekonomik sorunlar, kontrolsüz göç, plansız kentleşme



Çevre Kirliliği



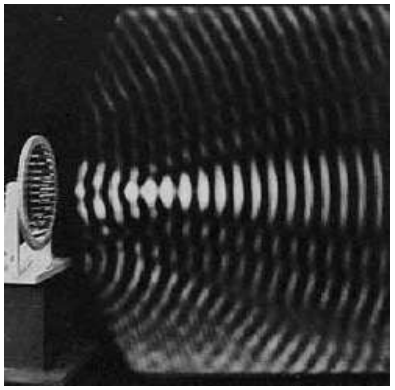
GÜRÜLTÜ

SES ve GÜRÜLTÜ

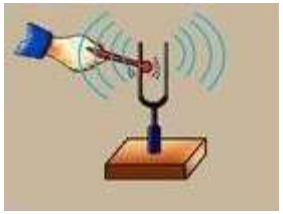


GÜRÜLTÜ → Ses kirliliği

SES → Katı, sıvı, gaz gibi ortamlarda yayılan, mekanik bir titreşim dalgası veya kulak tarafından algılanabilen maddesel ortamdaki basınç değişimi.



SES VE İŞİTME DUYUSU



cismin yaptığı titreşim hareketi → ortamdaki parçacıkların titreşimi → titreşimlerin komşu parçacıklara aktarılması →

→ ses dalgaları → ortamdaki basınç değişimleri → kulak → beyin

→ SES

SES ve GÜRÜLTÜ

Fiziksel olarak gürültü ve ses arasında bir fark yoktur!

SES → GÜRÜLTÜ → Sesin kalitesi

GÜRÜLTÜ → Verilen tepki

istenmeyen ve rahatsız edici boyutta

SES ve GÜRÜLTÜ

SES → ölçülebilir, varlığı kişiye bağlı olarak değişmez (nesnel)



GÜRÜLTÜ → istenmeyen, rahatsız edici boyutta, kişiye, zamana, yere, yaşa, zevke, psikolojik duruma bağlıdır (öznel)

GÜRÜLTÜNÜN SAĞLIK ÜZERİNE ETKİLERİ

1. Fiziksel Etkileri: İşitme bozuklukları

2. Fizyolojik Etkileri: Kan basıncının atması, dolaşım bozuklukları, solunum ve kalp atışlarında hızlanma

3. Psikolojik Etkileri: Aşırı sinirlilik, davranış bozuklukları

4. Performans Etkileri:İş veriminin düşmesi, konsantrasyon bozuklukları

SESİN KİŞİLER ÜZERİNDEKİ ETKİSİ

1. Sesin şiddetinin artması oranında davranış üzerindeki etkisi artar.

2. Sesin etkileme süresi uzadıkça etkisi daha belirgin hale gelir.

3. Gürültüyü önceden tahmin etmek etkisini azaltır.

4. Kişilerin gürültüyü kontrol edebilmeleri etkisini azaltır.

GÜRÜLTÜYE ALIŞILMAZ!

1.Gürültünün neden olduğu zarar birikebilir. Fark edilebilir duruma gelmesi yıllar alabilir. Bu süre sonunda oluşmuş zarar giderilemez.

2.Gürültüye duyarlılık kişiye göre değişir. Gürültüye daha az duyarlı olanlar daha az zarar görmez.

Gürültü Çevre Sorunudur!

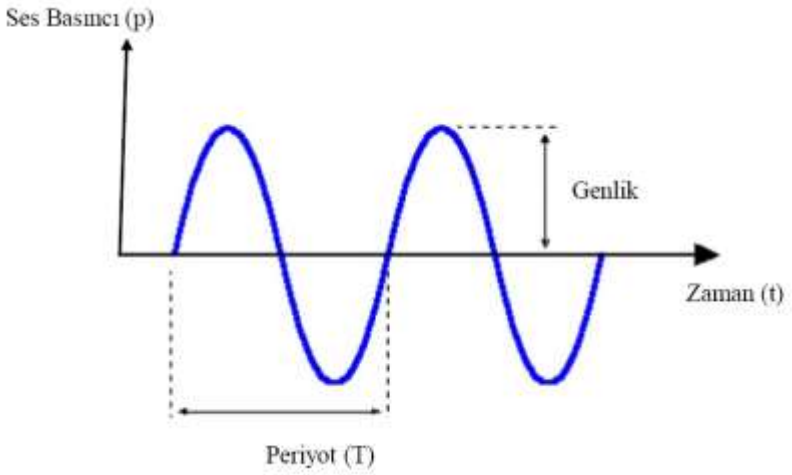
TEMEL SES BİLGİSİ

DALGA:

- Genlik
- Periyot
- Frekans
- Dalga boyu
- Yayılma hızı
- rms değer

TEMEL SES BİLGİSİ

Basit harmonik ses dalgasının bir noktada oluşturduğu ses basıncının zamanla değişimi



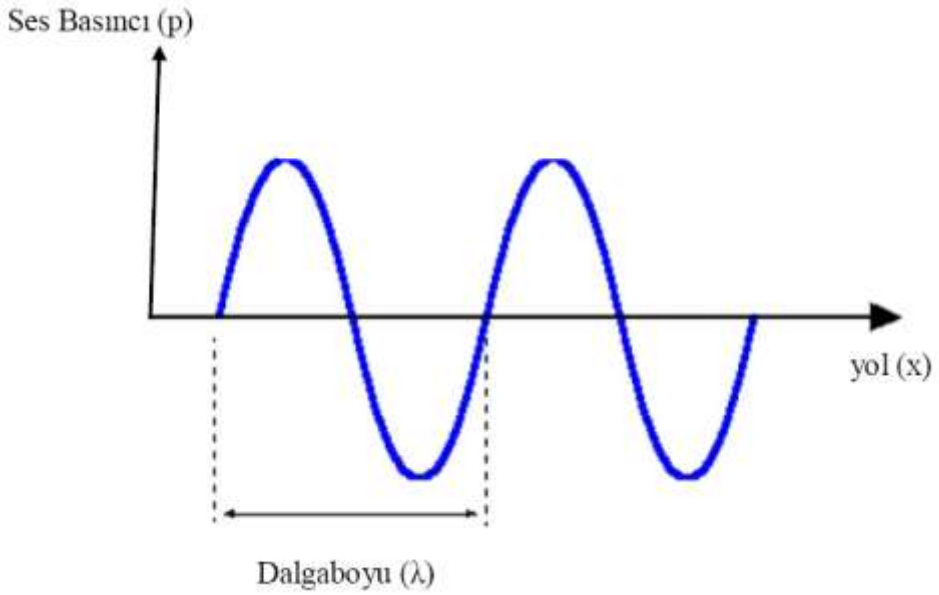
GENLİK: Basınç değişiminin büyüklüğü ($Pa=Nt/m^{2}$)

PERİYOT(T): Bir basınç devri için geçen süre (ses dalgasının kendisini yinelemesi için geçen süre)(s)

FREKANS(f): Birim zamandaki basınç değişim devri sayısı(birim zamanda tamamlanan dalga devir sayısı) (1/s=Hertz)

$$f=1/T$$

Basit harmonik ses dalgasının bir noktada oluşturduğu ses basıncının yola göre değişimi



DALGABOYU(λ): Bir ses dalgasının bir periyoda eşit süre içinde aldığı yol (metre)

YAYILMA HIZI:

Dalga boyuna bağlılık:

$$v = \lambda f = \frac{\lambda}{T}$$

v: Sesin yayılma hızı (m/s)

f:Ses dalgasının frekansı (Hz)

T: Ses dalgasının periyodu (s)

Sıcaklığa bağlılık:

$$v = 331{,}5\left(1 + {}^{t}\!/_{273}\right)^{1/2}$$

v: Sesin yayılma hızı (m/s)

t: Sıcaklık (°C)

1 atm basınç 15 °C de sesin havadaki hızı 340 m/s



•Çevremizde duyduğumuz seslerin büyük bir bölümü harmonik ve periyodik değildir.

•Bu durumda ses basıncının büyüklüğünü, ses basıncının genliği ile tanımlamamız olanaksızdır.

•Böyle durumlarda ses basıncı hakkındaki en önemli bilgiyi, ses basıncının rms (kare ortalama karekök, efektif)değeri verir.

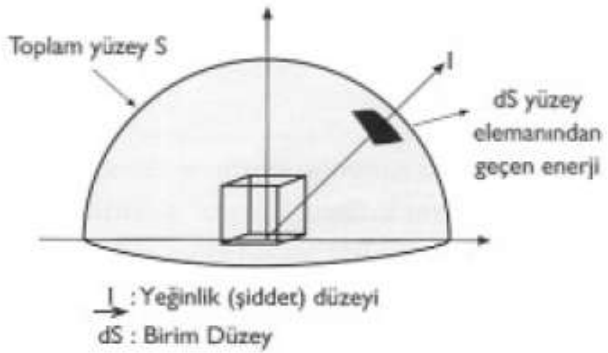
$$P_{rms} = \left[\frac{1}{T} \int_0^T p(t)^2 \, dt \right]^{1/2}$$

Ses basıncının zamanla değişimi p(t)'nin T süresindeki rms değeri

İşitme eşiği: İnsan kulağının algılayabileceği en küçük basınç dalgalanmasının rms değeri: 20μPa

İşitme aralığı: 20 Hz-20000Hz
20μPa-200Pa

SES GÜCÜ, SES ŞİDDETİ, SES BASINCI



W:Ses Gücü (Watt): Ses kaynağının birim zamanda küresel bir düzlem üzerinde yaydığı toplam ses enerjisidir. Ses kaynağının çevresel etkenlerden bağımsız olarak ne kadar ses enerjisi ürettiğinin ölçüsüdür ve sabit bir değerdir.

I:Ses Şiddeti (Watt/m^2): Ses alanında belirli bir yönde birim zamanda birim yüzeyden geçen ses enerjisidir.

p: Ses basıncı (Pa=Nt/m2): Sesin yayılması sırasında, belli bir zaman içinde herhangi bir noktadaki hava basıncının atmosferin denge basıncından olan farkıdır. Bir ortamı temsil eden basınç zaman içindeki anlık değişimlerden ötürü rms olarak ölçülür.

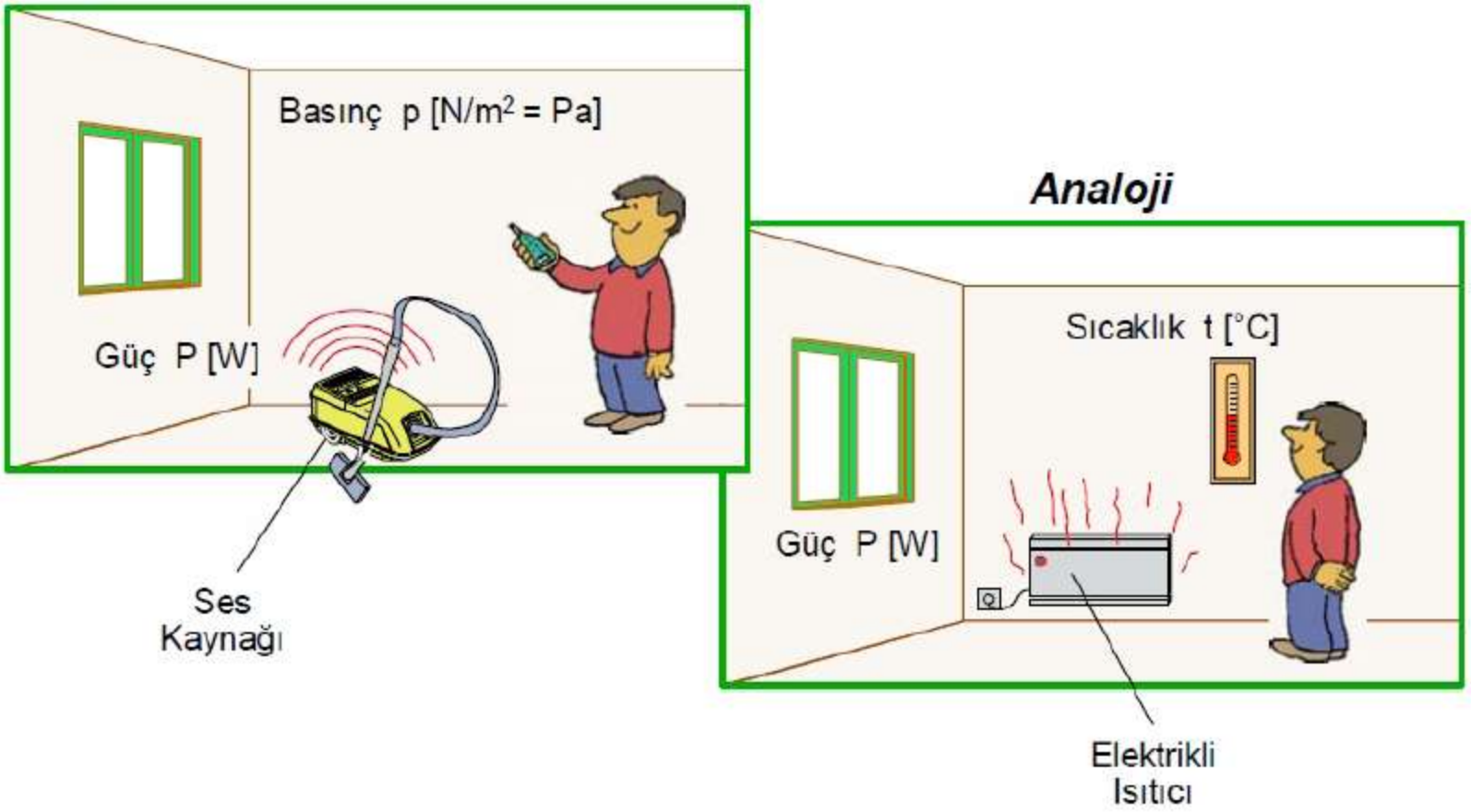
$$I = \frac{W}{4\pi r^2} = \frac{p^2}{\rho v}$$

r : kaynağa olan uzaklık

v: ses hızı

ρ : ortamın yoğunluğu

Ses, kulak zarıyla temasta bulunan hava basıncının değişmesiyle algılandığından ses kaynağının ses gücünden çok belli bir noktada yarattığı ses basıncı önemlidir!

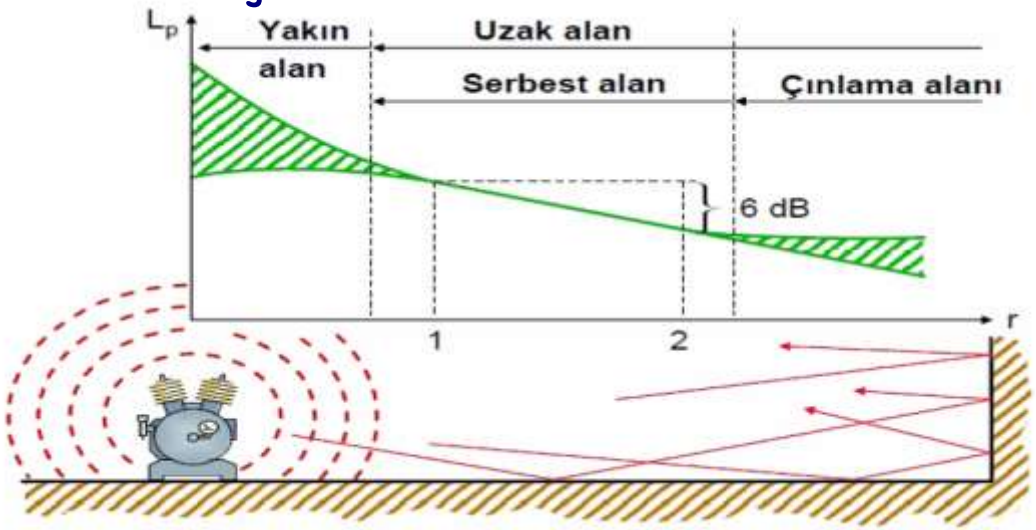


SES ALANLARI

Homojen ve durgun bir atmosferde, tüm yansıtıcı ve yutucu yüzeylerden arınmış, sesin düzgün yayılabildiği alanlar serbest alanlardır.

Yakın alan genellikle kaynağa çok yakın (sesin dalga boyundan daha kısa ya da kaynağın en büyük boyutunun 2 katı uzaklık) alanlar olarak tanımlanır.

Uzak ve serbest alanlarda kaynağa r uzaklığındaki ses şiddeti r^2 ile ters orantılıdır.

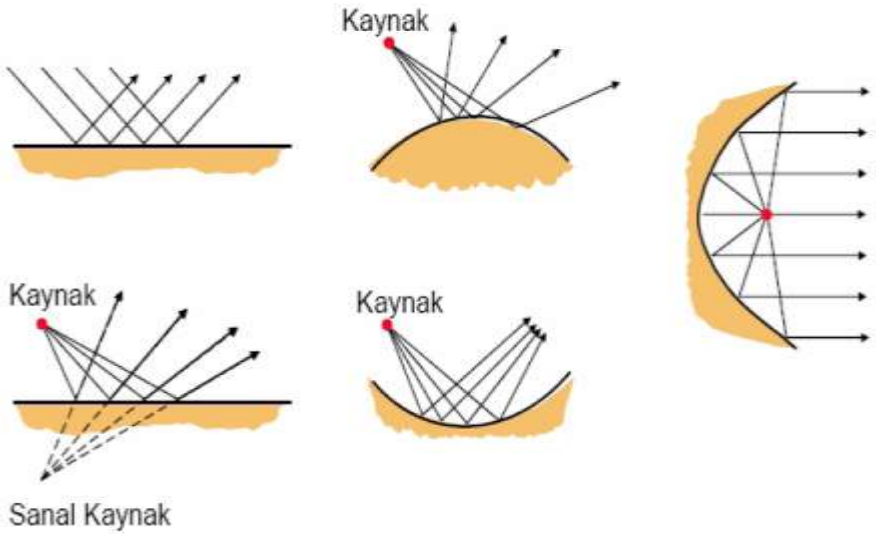


SESİN YANSIMASI, SAÇILMASI, YUTULMASI VE İLETİLMESİ

Ses dalgaları maddesel ortamda yayılırken ortamın özellilerine bağlı olarak değişimlere uğrar.

YANSIMA ve SAÇILMA:

Ses dalgası, dalga boyundan daha büyük engellere çarptığında yansıma oluşur. Engeller dalga boyundan küçük ve engel yüzeyi girintili çıkıntılı ise ses dalgaları yansımak yerine her yöne dağılır. Bu olay saçılmadır.



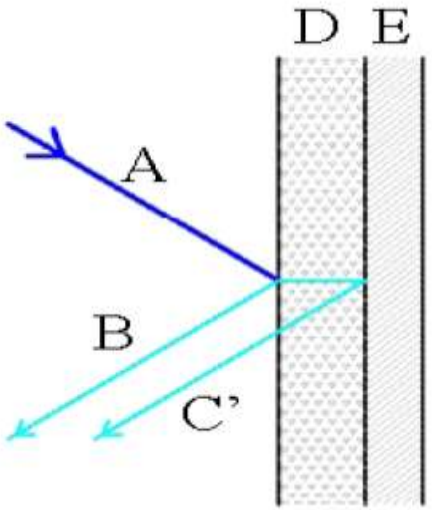
Yansıma



Saçılma

YUTULMA:

Ses bir malzeme içinden geçerken ya da bir yüzeye çarptığında ses enerjisinin bir başka forma (çoğunlukla ısı enerjisi) girmesidir.



A: Gelen ses

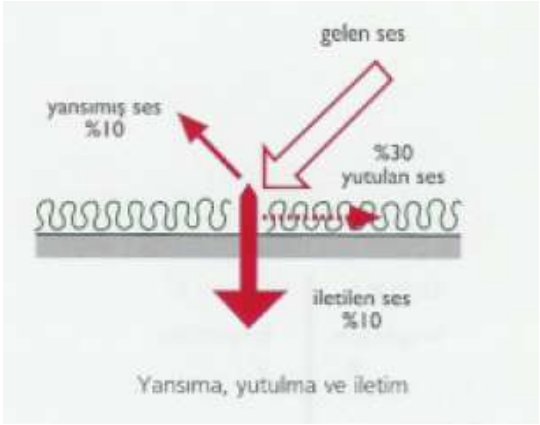
B: Yansıyan ses

C: Tabaka tarafından yutulan ses

C': Arka duvar tarafından yansıtılan ses

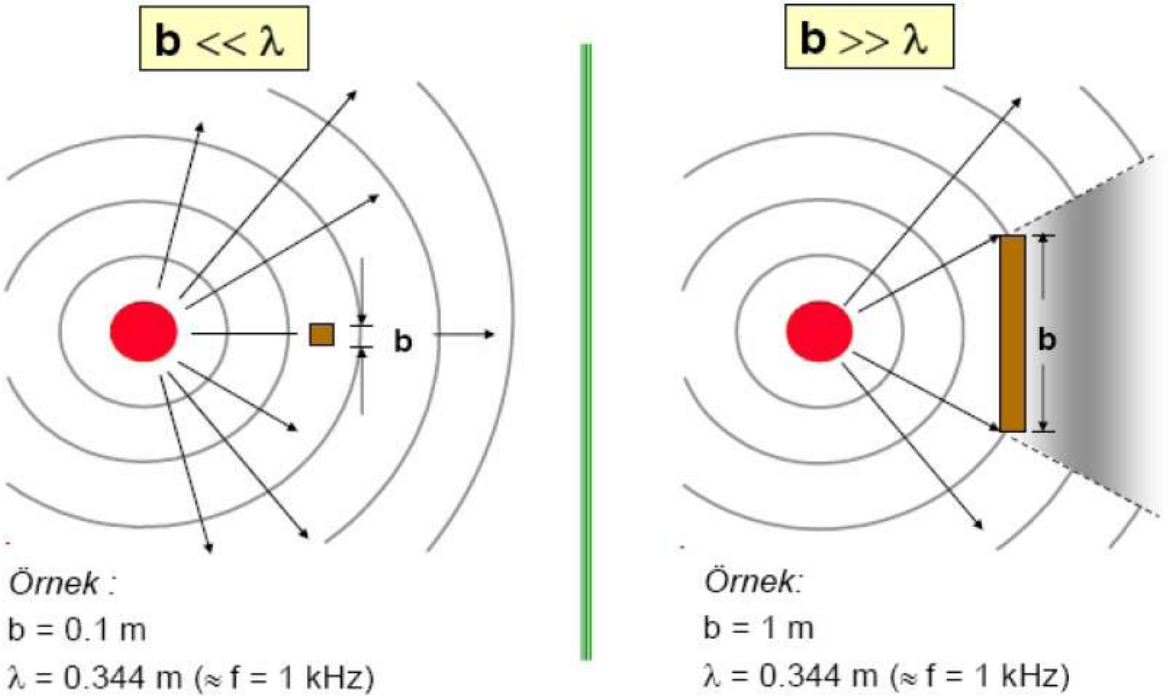
D: Gözenekli tabaka

E: Duvar



KIVRILMA (Eğilme): Dalgaların küçük aralıklardan, engellerden ya da keskin kenarlı yerlerden geçişi ile yollarından sapması olayıdır.

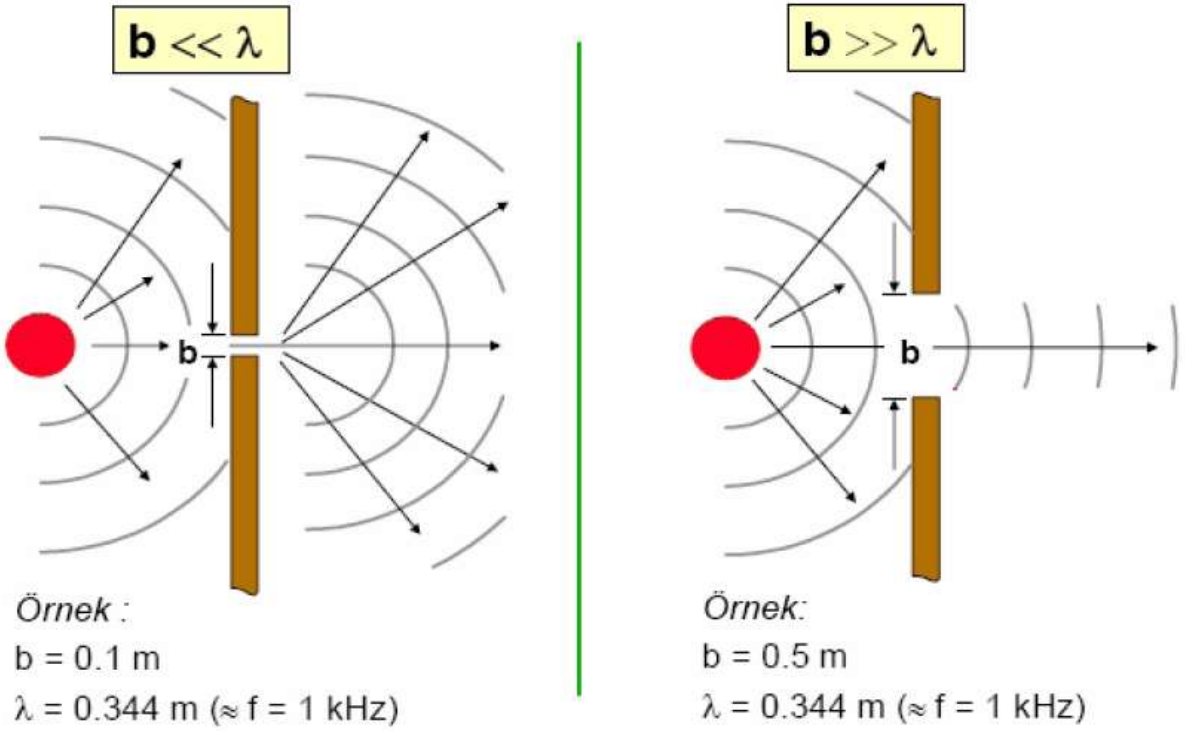
Engelin boyutları dalga boyundan küçükse sesin yayılmasına engel oluşturmaz; ancak engelin boyutları sesin dalga boyundan fazla ise gölgeleme olayı oluşur.



Örnek :
b = 0.1 m
λ = 0.344 m (≈ f = 1 kHz)

Örnek:
b = 1 m
λ = 0.344 m (≈ f = 1 kHz)

Ses herhangi bir aralıktan geçerken yön değiştirir. Aralığın genişliği sesin dalga boyundan küçükse, ses bu aralığın çıkışında gerçek bir kaynak gibi davranır; ancak aralığın genişliği sesin dalga boyundan büyükse ses herhangi bir etkiye uğramadan yoluna devam eder (Kırınım).



Örnek :
b = 0.1 m
λ = 0.344 m (≈ f = 1 kHz)

Örnek:
b = 0.5 m
λ = 0.344 m (≈ f = 1 kHz)

DÜZEY KAVRAMI VE DESİBEL

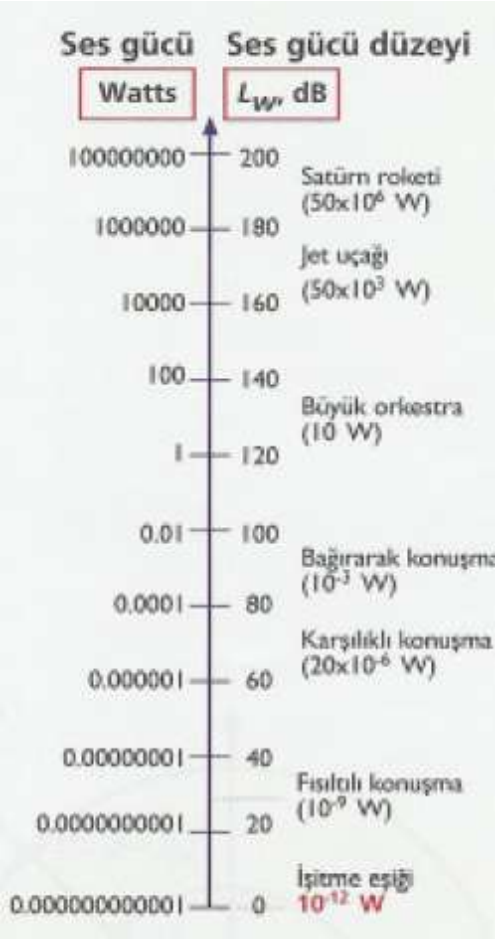
Ses gücü, ses şiddeti ve ses basıncının referans bir değere göre (işitilebilen en düşük ses) karşılaştırılarak sonuçların logaritmik olarak belirtilmesi düzey kavramını ifade eder.

- Çok geniş aralıklı lineer skala 20.10^{-6} Pa ⟷ 200 Pa
- İnsan kulağı logaritmik artışlara duyarlı

Akustik parametrelerin tespitinde, ölçülen değerin referans değere oranının logaritmasının 10 katı olan desibel (dB) ölçeği kullanılır.

Ses Gücü Düzeyi:

$$L_W = 10 \log\left(\frac{W}{W_0}\right)$$



L_W: Ses gücü düzeyi (dB)

W: Ölçülen ses gücü (Watt)

W_0: Standart olarak kabul edilen referans ses gücü (10^{-12} Watt)

Ses Şiddeti Düzeyi:

$$L_I = 10 \log\left(\frac{I}{I_0}\right)$$

L_I: Ses şiddeti düzeyi (dB)

I: Ölçülen ses şiddeti (Watt/m^2)

I_0: Standart olarak kabul edilen referans ses şiddeti (10^{-12} Watt/m^2)

Ses Basıncı Düzeyi:

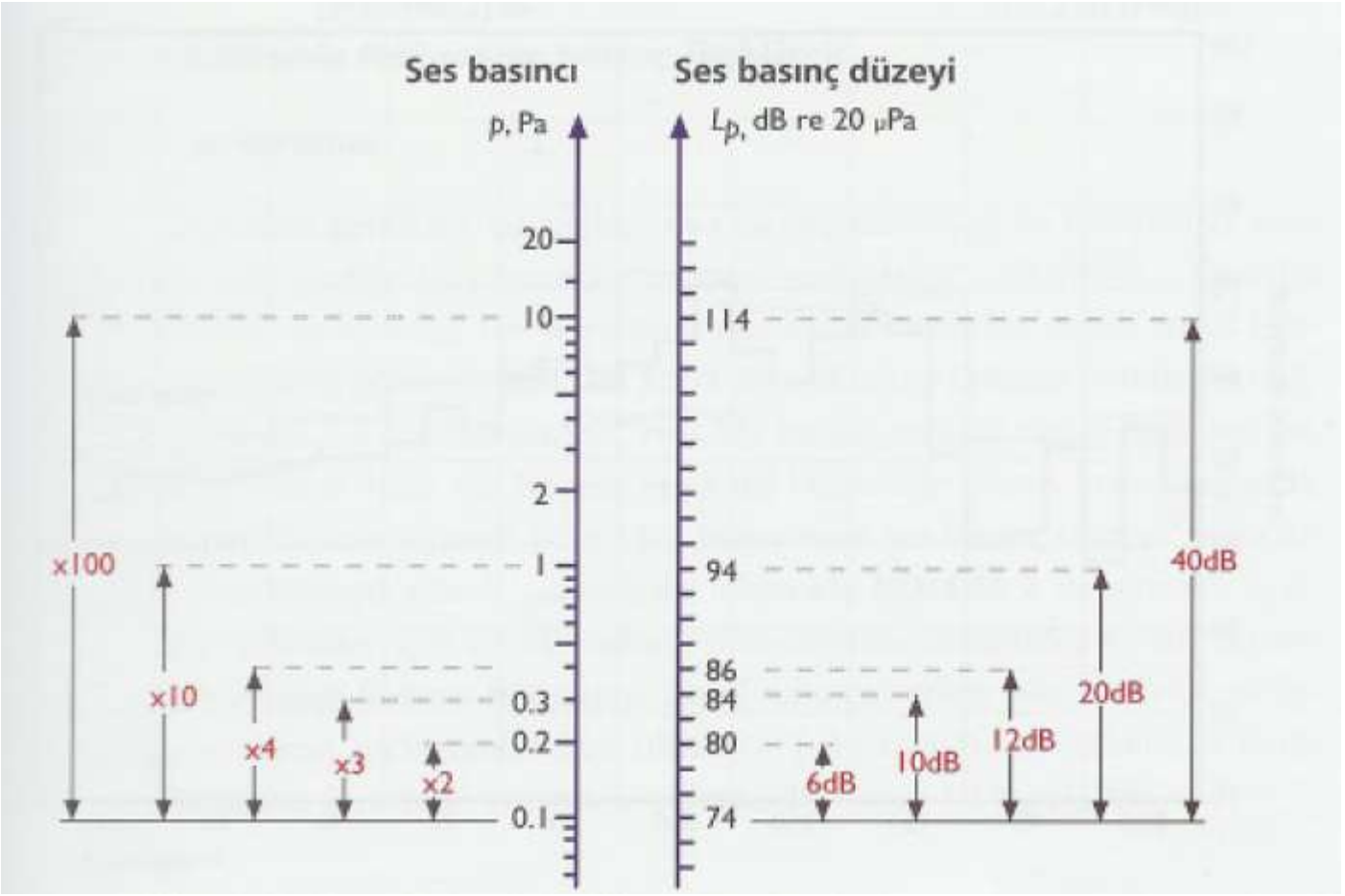
$$L_p = 10 \log \left(\frac{p^2}{p_0^2} \right)$$



L_p: Ses basıncı düzeyi (dB)

p: Ölçülen ses basıncı (Pa)

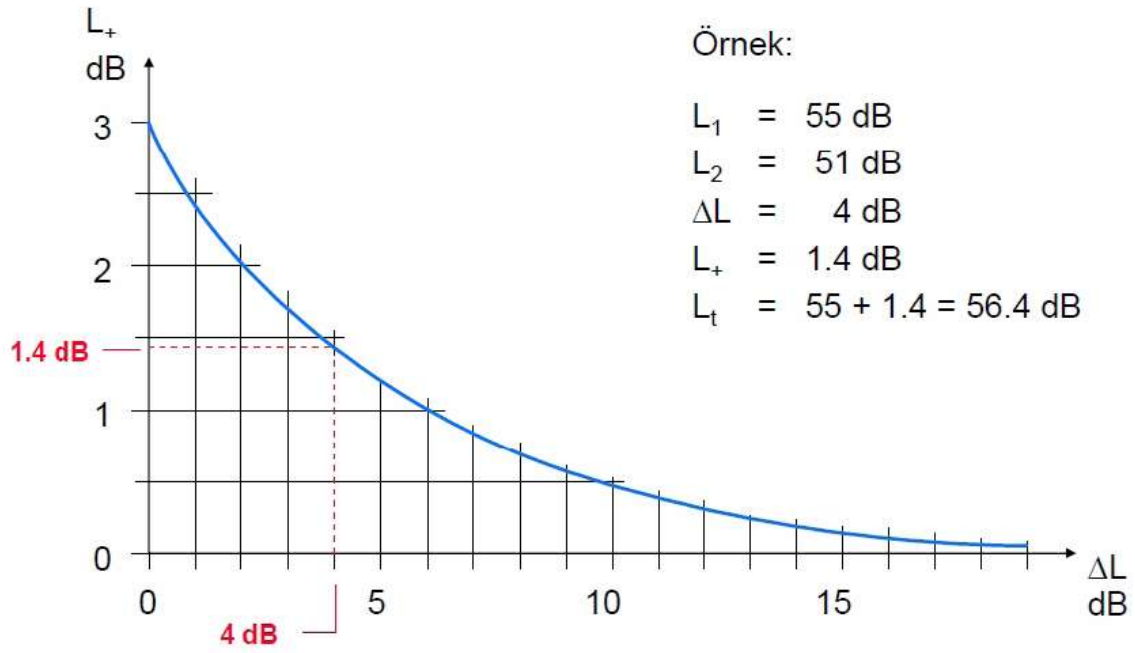
p_0:Standart olarak kabul edilen referans ses basıncı (20μPa)



Ses basıncı ses basınç düzeyi ilişkisi

DESİBELLERLE İŞLEM

Toplama:



Örnek:

L_1 = 55 dB
L_2 = 51 dB
ΔL = 4 dB
L_+ = 1.4 dB
L_t = 55 + 1.4 = 56.4 dB

1. İki basınç düzeyi arasındaki fark (ΔL) hesaplanır.
2. Eğri kullanılarak ΔL aracılığıyla L_+ bulunur.
3. L_+ değeri büyük olan ses basınç düzeyine eklenir.

Toplama:

$$L_t = 10\log\left(\sum_{i=1}^{n} 10^{L_{pi}/10}\right)$$

$$L_t = 10\log\left(10^{55/10} + 10^{51/10}\right) = 56{,}45$$

Ses düzeyleri eşit kaynakların toplam ses düzeyleri:

$$L_t = N + 10\log n$$

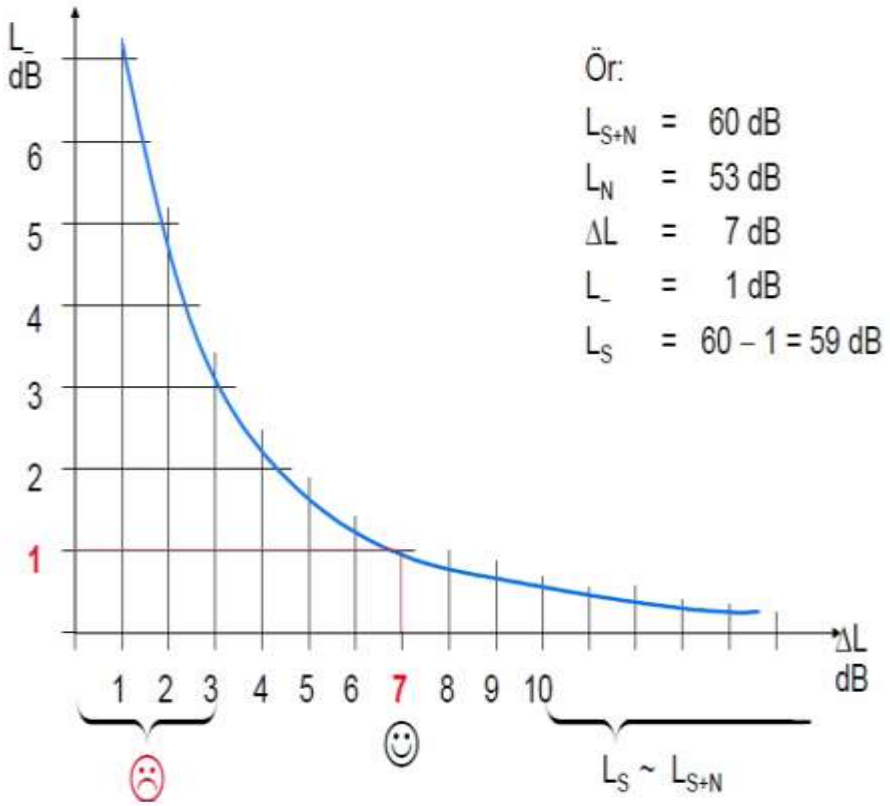
N: Bir ses kaynağının düzeyi

n: Kaynak sayısı

Çıkarma:

Arka plan gürültüsü olan bir mekanda, belirli bir makinenin gürültüsünün belirlenmesi durumunda çıkarma işlemi önemlidir.

1. Makine ve arka plan gürültüsünün birlikte neden olduğu gürültü ölçülür: L_{S+N}
2. Makine kapatılarak sadece arka plan gürültüsü ölçülür: L_N
3. Aradaki fark hesaplanır: $\Delta L = L_{S+N} - L_N$. Eğri kullanılarak ΔL aracılığıyla L_- bulunur.
4. L_- değeri büyük olan ses basınç düzeyinden çıkarılır.



Çıkarma:

$$L_s = 10\log\left(10^{L_{S+N}/10} - 10^{L_N/10}\right)$$

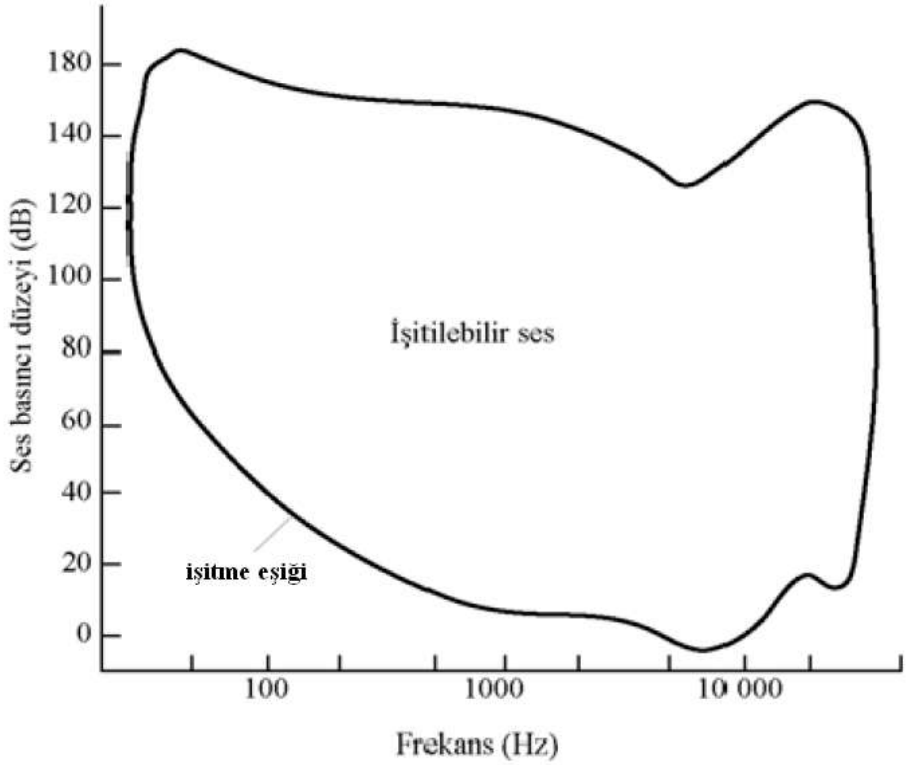
$$L_s = 10\log\left(10^{60/10} - 0^{53/10}\right) = 59dB$$

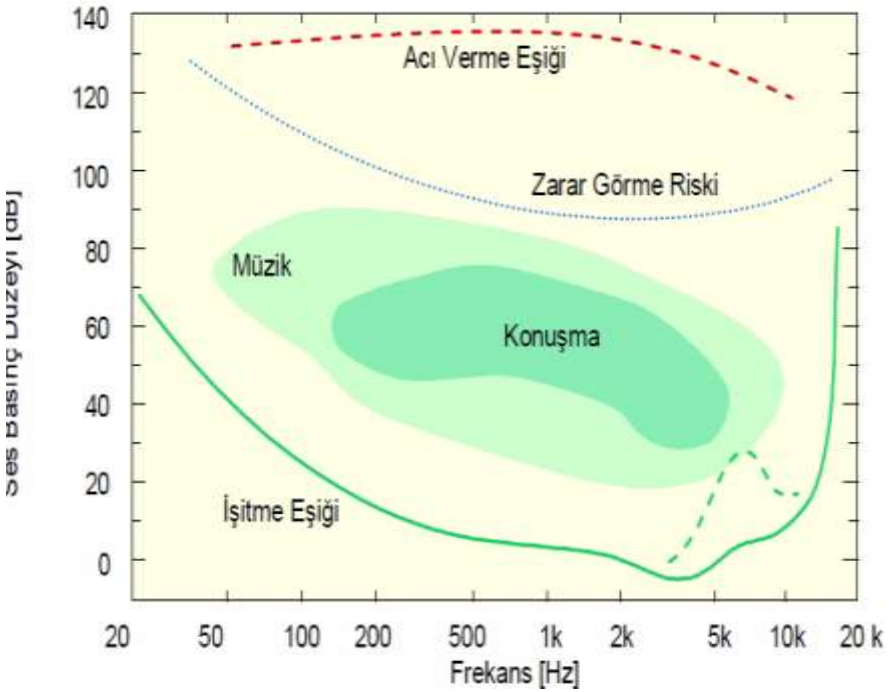
Ortalama:

$$L_{ort} = 10\log\left(\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} 10^{L_{pi}/10}\right)$$

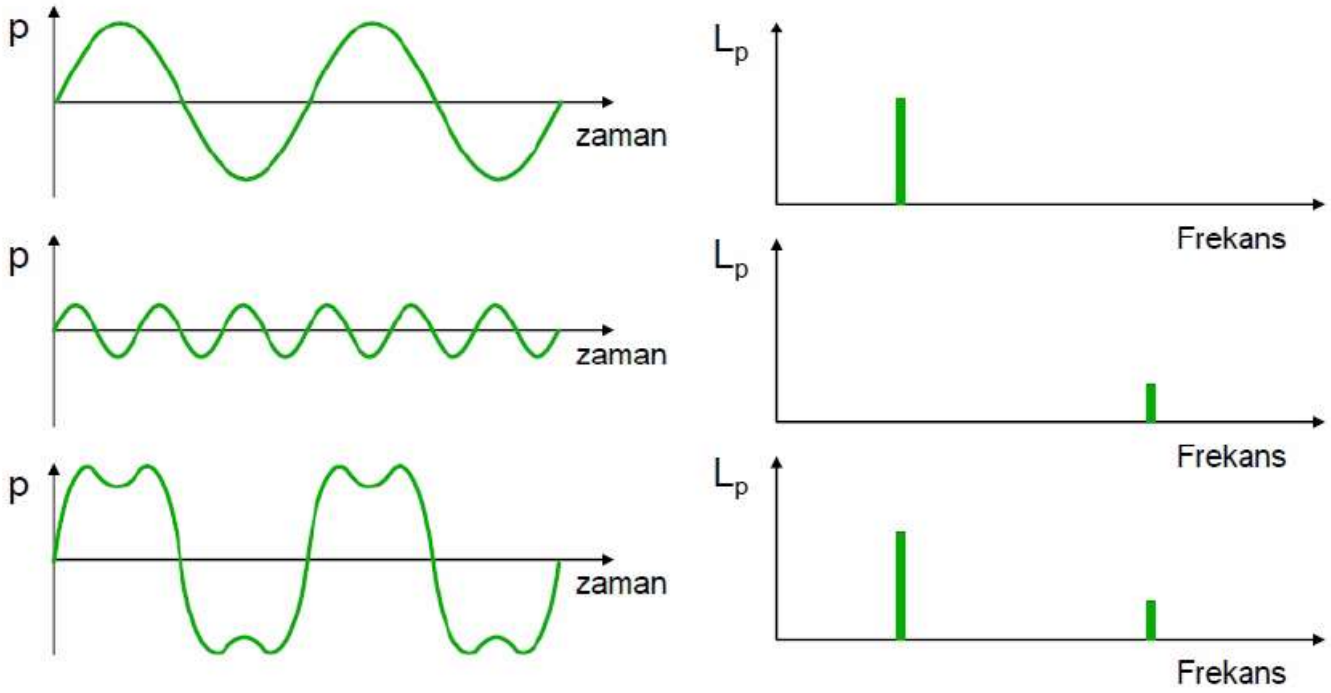
SES YÜKSEKLİĞİ VE İŞİTME SINIRI

Ses yüksekliği sesin frekansı ve yarattığı basınç tarafından belirlenir. Ses basınç düzeyi frekansa göre ilişkilendirildiğinde kapalı alan içinde kalan sesler duyulabilirdir.





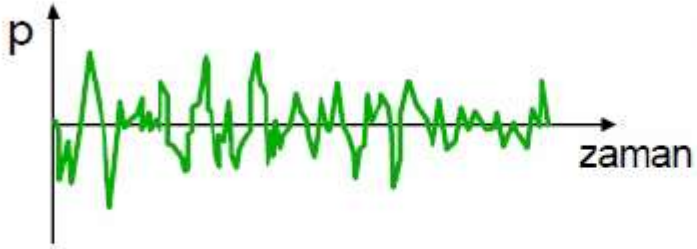
ARI SES, PERİYODİK SES VE KARMAŞIK SES



ARI SES: Basit harmonik ses basıncı değişiminin yarattığı ses(saf ton)

PERİYODİK SES: Farklı frekanslardaki iki ya da daha çok arı sesin birleşmesi sonucu oluşan harmonik olmayan ses







KARMAŞIK (KOMPLEKS) SES: Harmonik ve periyodik olmayan, oluşturdukları basıncın zamanla değişimi gelişigüzel olan sesler

GÜRÜLTÜNÜN SINIFLANDIRILMASI

Gürültü türleri, sahip olduğu frekans spektrumuna, ses seviyesinin zamanla değişimine ve sesin yayıldığı alanın yapısına bağlıdır.

1. Gürültünün frekans spektrumuna göre (spektral) değişimi
2. Gürültünün zamansal değişimi

Gürültünün frekans spektrumuna göre (spektral) değişimi

Sürekli Geniş Band Gürültüsü (Beyaz Gürültü): Gürültüyü oluşturan sesin frekansı tüm frekans bandı boyunca yayılmıştır (makine gürültüsü gibi).

Sürekli Dar Band Gürültüsü: Gürültünün frekans dağılımı tek bir frekans bandında toplanmıştır. Böyle seslerde birkaç frekans yoğun olarak bulunur. (daire testerenin çıkardığı ses özellikle yüksek frekansları içerir).

Gürültünün zamansal değişimi

Kararlı Gürültü: Gürültünün seviyesinde zamanla önemli bir değişme olmuyorsa gürültü kararlıdır. Sabit bir hızda ve güçte çalışan bir motorun yaratacağı gürültü örnek verilebilir.

Kararsız Gürültü: Gözlem süresince gürültü seviyesinde önemli değişiklikler oluyorsa gürültü kararsızdır. 3 grupta incelenir.

1. Dalgalı gürültü: Seviyesinde sürekli değişiklik olan gürültü.
2. Kesikli gürültü: Seviyesi aniden değişen gürültü (trafik gürültüsü ve durup yeniden çalışan vantilatör vb.)
3. Vurma gürültüsü: Bir sn den az süren bir ya da daha fazla vuruşun çıkardığı gürültü (çekiç vb.)

GÜRÜLTÜNÜN YAYILIMI

Gürültü kaynaktan alıcıya yayılırken ses düzeyleri belli koşullara bağlı olarak artış ve azalmaya uğrarlar.

1. Kaynağın tipine göre uzaklık etkisi

Alıcı ve gürültü kaynağı arasındaki uzaklık arttıkça gürültü düzeyi azalır ve kaynak nokta kaynak olarak kabul edilir

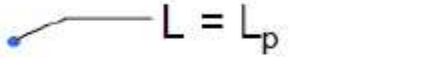
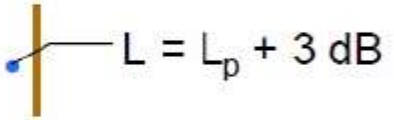
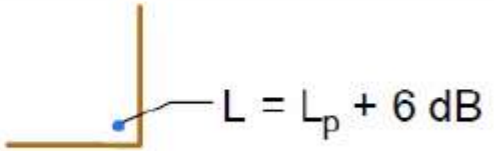
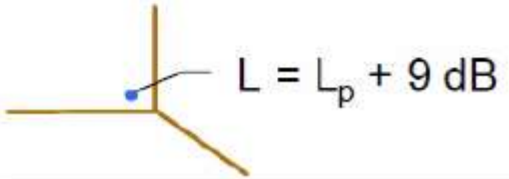
2. Yönelme katsayısı: Yansıtıcı yüzeyler nedeniyle ses artışı

Bir noktadaki ses şiddetinin, sesin düzgün yayılması durumunda aynı noktada oluşturacağı ses şiddetine oranıdır.

Kaynağın Konumu	**Örnek**	**Yönelme Katsayısı, Q**
Açıkta	Tavandan odanın ortasına asılmış	1
Yansıtıcı bir düzlem üzerinde	Yerde ve duvardan uzak	2
Yansıtıcı iki düzlemin kesim çizgisinde	Yerle duvar arasında	4
Yansıtıcı üç düzlemin kesim noktasında	Bir odanın köşesinde	8

$Q = 2^n$ n: yansıtıcı yüzey sayısı

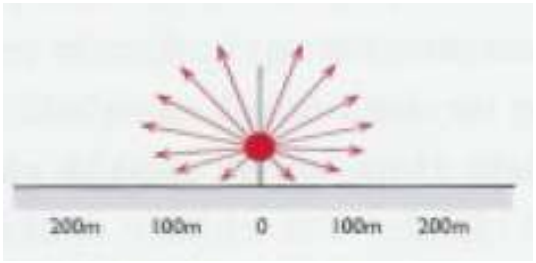
$$L = L_p + 10 \log Q$$

Ses Kaynağı	Yönelme Faktörü	Yönelme İndeksi, dB	
Açık alanda	1	0	
Düz bir yüzeyde	2	3	
İki düzlemin kesişiminde	4	6	
Üç düzlemin kesişiminde	8	9	

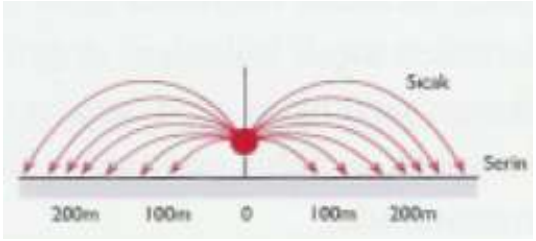
3. Meteorolojik etkiler

Sıcaklık:

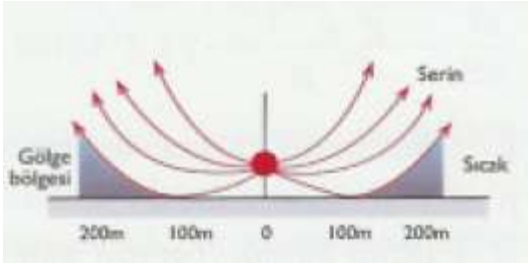
Sıcaklık değişimleri dalga yönünü değiştirir.



Sıcaklık değişimlerinin olmadığı dengeli durumlarda (homojen koşullarda) ses yayılımı



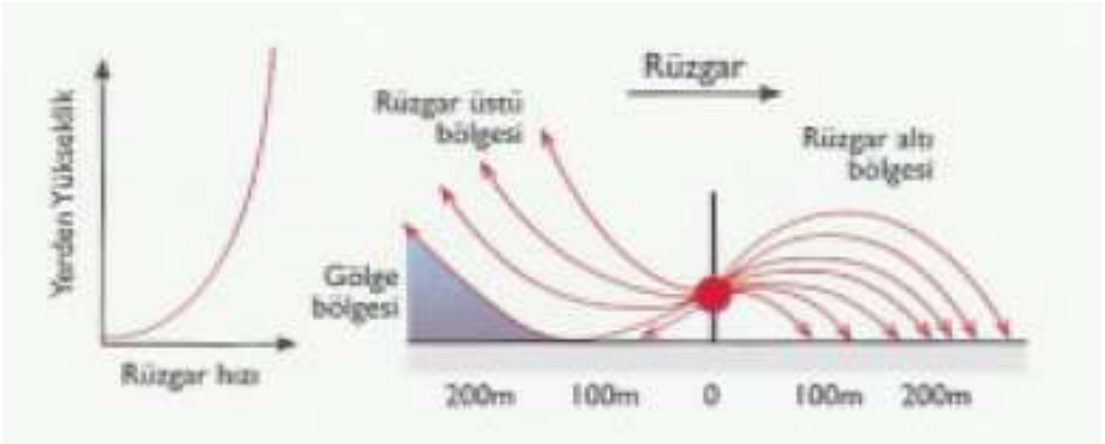
Sesi artırıcı meteorolojik koşullarda (atmosferin zemine yakın tabakalarının daha serin olduğu durum) ses yayılımı



Sesi azaltıcı meteorolojik koşullarda (atmosferin zemine yakın tabakalarının daha sıcak olduğu durum) ses yayılımı

Rüzgar:

Rüzgar hızı, yerden yükseklikle doğru orantılı olarak artar. Rüzgar altı bölgesinde ses ışınları aşağı doğru, rüzgar üstü bölgesinde ise yukarı doğru kıvrılırlar.



Ayrıca sis, yağmur, kar ve havadaki toz ses azalımına yol açar. Atmosfer gürültü içim filtre görevi görür.

4. Yer örtüsü (zemin) etkisi

Gözenekli, pürüzlü bir zemin ses enerjisini belli oranlarda azaltır. Ses yansıtıcı parlak zemin ise ses enerjisini yansıma yoluyla artırır.

5. Orman ve ağaç gruplarının etkisi

Ormanlık bölge içinden geçen ses kırılma ve orman içinde iletimi nedeniyle azalır. Bu azalmada ağaç türleri, ağaçların sıklığı ve yoğunluğu ormanın genişliği vb. faktörler etkilidir.

6. Atmosferik yutuş

Ses kaynağından 3 km den büyük uzaklıklar ve 20 °C hava sıcaklığı için atmosferik yutuş

$$A_{atm} = \frac{7{,}4.10^{-8} f^2 r}{\phi} dB$$

f: frekans

r: alıcı-kaynak uzaklığı

ϕ: bağıl nem%

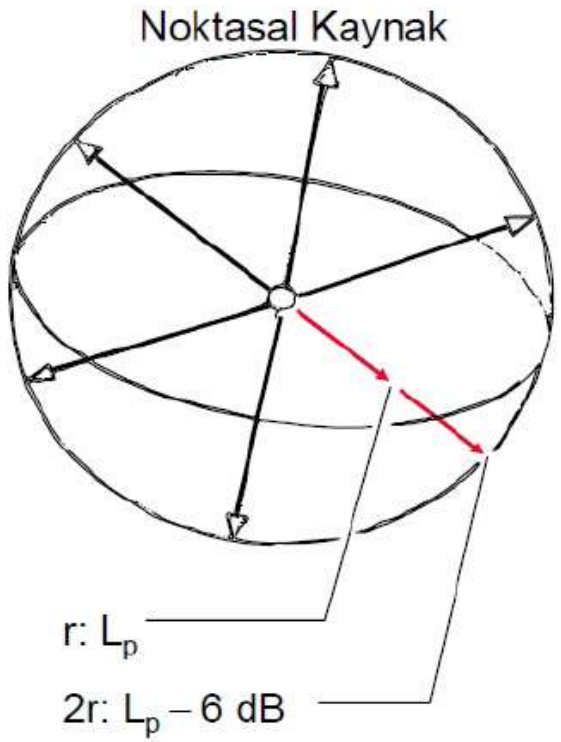
GÜRÜLTÜ KAYNAKLARI

1. Fiziksel Gürültü Kaynakları: Noktasal, Çizgisel, Düzlemsel

2. Çevresel Gürültü Kaynakları: Yapı dışı ve yapı içi çevresel gürültü kaynakları

Noktasal Kaynak:

Boyutları ürettikleri sesin dalga boyundan daha küçük olup küresel dalgalar yayan kaynaklardır.

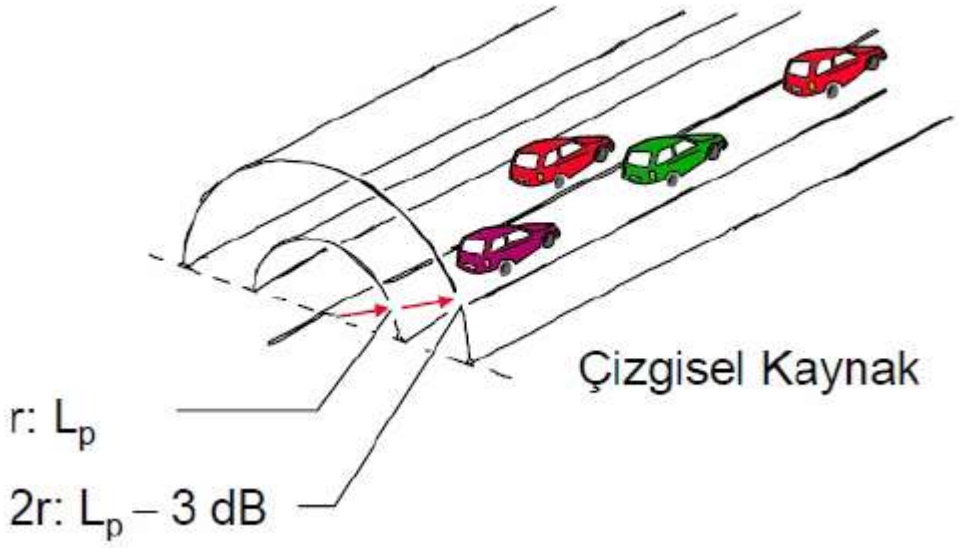


$r_2=2r_1$ $p_2=p_1/2$

ses basınç düzeyi 6 dB azalır.

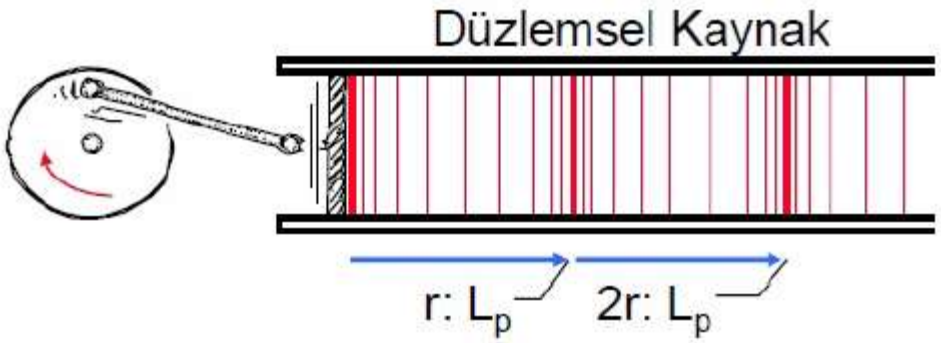
Çizgisel Kaynak:

Ara mesafeleri yakın olan bir dizi nokta kaynağın tamamı olarak göz önüne alınır. Otoyollar, demiryolları vb. bu gruba örnek olarak gösterilebilir.



ses basınç düzeyi 3 dB azalır.

Düzlemsel Kaynak:



Dikdörtgen bir yüzey üzerinde çok sayıda noktasal kaynağın dizilmesi ile oluşur.

Yapı İçi Gürültüler:

Yapıların içindeki her türlü elektronik ve mekanik sistemler, ev araçları, müzik sesleri, çeşitli makine sesleri (asansör, çamaşır makinesi, buzdolabı, TV, vb.)











Yapı Dışı Gürültüler:





1. Ulaşım gürültüleri

Karayolu: Yol yakınındaki noktalarda dalgalı, kesikli ya da sürekli gürültü, yoldan uzak noktalarda ise sürekli gürültü olarak görülür.

Demiryolu: Kesikli gürültüdür. Kullanılan aracın cinsine ve hızına bağlı olarak gürültüye neden olur.

Havaalanı: Kesikli gürültüdür. Uçakların iniş ve kalkışları sırasında gürültü oluşur.

Denizyolu: Daha çok alçak frekansları içeren gürültüye neden olur.





2. Endüstri Gürültüleri: Büyük tesisler ve şehir sınırlarına yakın yerlerde toplanmış küçük sanayiler nedeniyle oluşmaktadır.



3. Yapım (şantiye) Gürültüleri: İnşaat faaliyetleri geçici çalışmalardır. Ancak gürültü seviyeleri oldukça yüksek olabilir.



4. Rekreasyon Gürültüleri: Çocuk bahçeleri, spor alanları vb. den kaynaklanır.



5. Eğlence ve Ticari Amaçlı Gürültüler: Açıkhava sinemaları, eğlence yerleri, yükseltilmiş reklam ve müzik yayınları, sesli satıcılar örnek gösterilebilir. Özellikle müzik sesleri darbeli seslerdir ve düşük frekansları içerir (bas sesler) ve bu sesler uzak mesafelere yayılırken daha az azalıma uğrar.





TEŞEKKÜRLER!