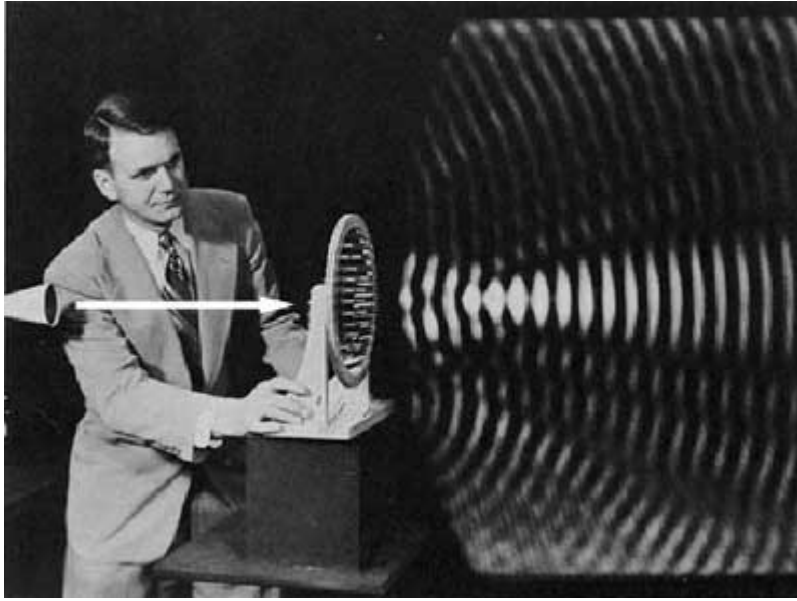


SES DALGALARININ FİZİKSEL ÖZELLİKLERİ

Dalgalar genel olarak, mekanik ve elektromanyetik dalgalar olmak üzere iki ana gruba ayrılır. Elektromanyetik dalgalar, yayılmak için bir ortama ihtiyaç duymazlar ve boşlukta da yayılabilirler. Mekanik dalgalar ise, enerjilerini aktarabilmek için ortam taneciklerine ihtiyaç duyarlar. Bu yüzden boşlukta (örneğin uzayda) yayılamazlar. Ses dalgaları da mekanik dalgalar olduklarından yayılmak için maddesel bir ortama ihtiyaç duyarlar. Ses, nesnelerin titreşiminden meydana gelen ve uygun bir ortam içerisinde (hava, su vb.) bir yerden başka bir yere, sıkışma (compressions) ve genleşmeler (rarefactions) şeklinde ilerleyen bir dalgadır. Dolayısıyla ses, bir basınç dalgasıdır.



1960 tarihli bu fotoğrafta, özel bir ses merceği ve özel bir görüntüleme yöntemi kullanılarak, sol tarafta görülen kornadan çıkan ses dalgalarının görüntüsü elde edilebilmiştir. (Bell Telephone Laboratory).

Şimdi, ses dalgalarının genel özelliklerini kısa başlıklar altında inceleyelim:

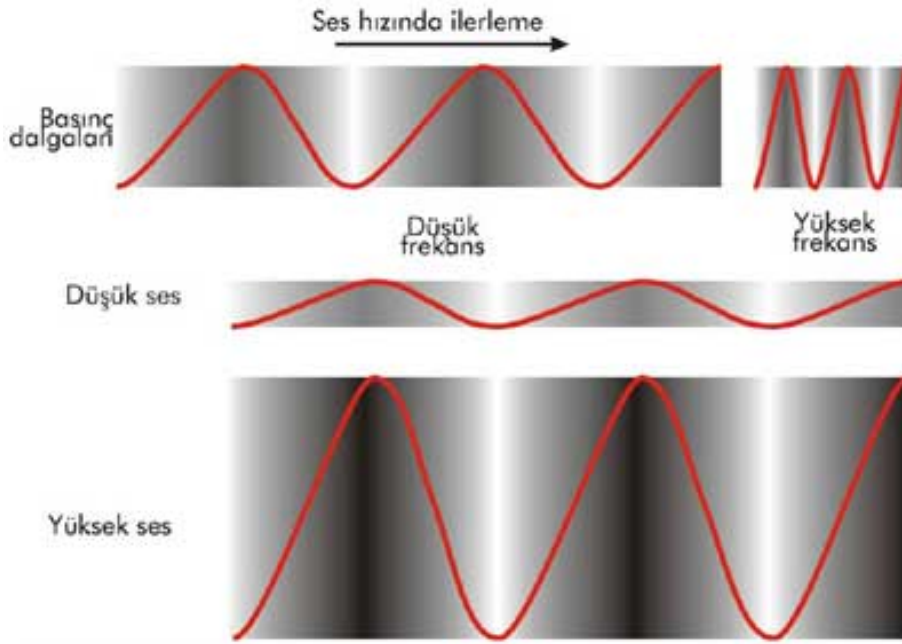
Frekans (sıklık): Bir dalga'nın frekansı, dalga'nın hava veya başka bir ortam içinden geçerken ortamdaki partiküllerin ne sıklıkta titreştiğine bağlıdır. Frekans ileri geri titreşimlerin zamana bağlı olarak ölçülmesi ile hesaplanır. Saniyedeki titreşim sayısı özel olarak Hertz birimi ile ifade edilir (1 Hertz = 1 döngü/saniye).

Yüksek frekans değerleri için Hertz'in bin katı olan 'kilohertz' (kHz) birimi kullanılır. İnsan kulağının duyabildiği sesler 20 ile 20000 Hz (20kHz) arasında frekansa sahip olabilir. Eğer bir frekans 20 Hz'in altında ise bu tür titreşimlere 'ses altı' titreşimler, frekans 20 kHz' in üzerinde ise bunlara da 'ses üstü' titreşimler denilmektedir.

Genlik (amplitüd): Genlik, ses dalgalarının dikey büyüklüğünün bir ölçüsüdür. Ses dalgalarını oluşturan sıkışma ve genleşmeler arasındaki fark, dalgaların genliğini belirler. Ses dalgaları havada veya başka bir ortamda titreşen objeler tarafından üretilir. Örneğin titreştirilen bir gitar teli, yaptığı periyodik salınım hareketi ile hava moleküllerinin belli bir frekansta sıkışmasını

ve genişlemesini sağlar. Bu şekilde teldeki enerji havaya iletilmiş olur. Enerjinin miktarı, teldeki titreşim genliğine bağlıdır. Eğer tele fazla enerji yüklenirse, tel daha büyük bir genlikle titreşir. Teldeki titreşim genliği ne kadar fazla ise ortam tanecikleri (örneğin hava molekülleri) tarafından taşınan enerji de o kadar fazladır. Enerji ne kadar fazla ise sesin şiddeti de o kadar büyük olacaktır. Bu ifadeler, titreşen tüm cisimler için geçerlidir.

Dalga boyu: Bir dalganın ardışık iki tepe veya iki çukur noktası arasındaki mesafe bize dalga boyunu verir. Dalga boyu λ (lambda) ile gösterilir.



Bir basınç dalgası olan sesin grafiksel gösterimi.

Grafiklerde koyu renkli bölgeler sıkışmaları, açık renkli bölgeler ise genişlemeleri simgelemektedir. Eğriler ise bu sıkışma ve genişlemelerin iki boyutlu grafiksel temsilleridir. Dikkat edilirse, sıkışma miktarı arttıkça (yüksek seste olduğu gibi) sesin şiddeti de artmaktadır.

Ton: Müzikte, diatonik (doğal major) gamda bir 'tam aralık' olarak tanımlanan ton, belli bir frekansta ve perdede üretilen saf ses anlamında kullanılır. Örneğin bir ses çatalı (diyapozon) titreştirildiğinde ortaya çıkan 440 Hz frekansındaki 'Do (C)' notası, saf bir tondur. Saf tonlar doğal ortamda fazla karşılaşılmayan ve genellikle müzik aletleri veya ses üreteçleri aracılığıyla üretilen seslerdir. Yüksek frekanslı (yüksek perdeden) sesler tiz, düşük frekanslı (düşük perdeden) sesler pes (bas) olarak algılanır.

Tını: Sesin 'rengini' ifade eden bir terimdir. Aynı oktavda, aynı notayı (tonu) aynı yoğunlukta ve aynı uzunlukta çalan bir kemanla bir flüt arasındaki temel fark, 'tını farkı'dır. Enstrümanları oluşturan bileşenlerin doğal frekanslarındaki farklılıklar, sonuçta oluşan sesin farklı bir tınıda olmasını sağlar. Bu sayede, farklı müzik aletlerinden çıkan özdeş notaları kolaylıkla ayırt edebiliriz. Tını, sesin harmonik (doğuşkan) yapısına bağlı olarak değişir.

Sesin Şiddeti ve Desibel Ölçeği: Şiddet, ses dalgalarının taşıdıkları enerjiye bağlı olarak birim alan uyguladıkları kuvvettir. Birimi genellikle 'metrekare başına Watt' (W/m^2) olarak ifade edilir. Sesin şiddeti, ses kaynağına olan uzaklığın karesi ile ters orantılıdır.

Desibel (dB): İnsan kulağı çok düşük ve çok yüksek şiddette sesleri duyabilme yeteneğine sahiptir. İnsan kulağının algılayabileceği en düşük ses şiddeti, 'eşik şiddet' olarak bilinir. Kulağa zarar vermeden işitilebilen en yüksek sesin şiddeti ise, eşik şiddetinin yaklaşık 1 milyon katı kadardır. İnsan kulağının şiddet algı aralığı bu kadar geniş olduğundan, şiddet ölçümü için kullanılan ölçek de 10'un katları, yani logaritmik olarak düzenlenmiştir. Biz buna 'desibel ölçeği' adını vermekteyiz. Sıfır desibel mutlak sessizliği değil; işitilemeyecek kadar düşük ses şiddetini (ortalama $1.10^{-12} W/m^2$) gösterir.

Desibel, bir oranı veya göreceli bir değeri gösterir ve 'bel' biriminin 10 katıdır. Alexander Graham Bell' in anısına bel adı verilen birim, iki farklı büyüklüğün oranının logaritması olarak tanımlanmaktadır. Yani '1 bel', birbirlerine oranları 10 olan iki büyüklüğü göstermektedir (örneğin 200/20). Bu oranın çok büyük olmasından dolayı "Desibel" adı verilen ve oranların logaritmasının 10 katı olarak tanımlanan birim daha yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu sayılardan biri bilinen bir sayı olarak alındığından, Desibel; söz konusu bir büyüklüğün (Pi) referans büyüklüğe (Pref) oranının logaritmasının 10 katıdır ($dB=10 \cdot \log [Pi/Pref]$).

dBA ise insan kulağının en çok hassas olduğu orta ve yüksek frekansların özellikle vurgulandığı bir ses değerlendirmesi birimidir. Gürültü azaltması veya kontrolünde çok kullanılan dBA birimi, ses yüksekliğinin subjektif değerlendirmesi ile ilişkili bir kavramdır.

Eşik şiddetindeki ses 'sıfır' desibeldir ve $1.10^{-12} W/m^2$ değerine eşdeğerdir. 10 kat daha şiddetli ses $1.10^{-11} W/m^2$; yani 10 dB iken, 100 kat daha şiddetli ses 20 dB'dir. Aşağıdaki tabloda, günlük hayatta sıklıkla karşılaştığımız bazı ses kaynakları ve bunların ürettiği seslerin desibel olarak şiddetleri karşılaştırma amacıyla verilmiştir.

Kaynak	Şiddet	dB	Eşik değer katları
Eşik şiddeti	$1.10^{-12} W/m^2$	0	10^0
Yaprak hışırtısı	$1.10^{-11} W/m^2$	10	10^1
Fısıltı	$1.10^{-10} W/m^2$	20	10^2
Normal konuşma	$1.10^{-6} W/m^2$	60	10^6
Caddedeki yoğun trafik	$1.10^{-5} W/m^2$	70	10^7
Elektrik süpürgesi	$1.10^{-4} W/m^2$	80	10^8
Büyük orkestra	$6.10^{-3} W/m^2$	98	$10^{9.8}$
Walkmenin en yüksek sesi	$1.10^{-2} W/m^2$	100	10^{10}
Rock konserinin ön sırası	$1.10^{-1} W/m^2$	110	10^{11}
Jet uçağının kalkışı	$1.10^2 W/m^2$	140	10^{14}
Kulak zarı hasarı	$1.10^4 W/m^2$	160	10^{16}

Ses dalgaları enerjilerini 3 boyutlu ortamda taşırken, kaynaktan uzaklaştıkça ses dalgalarının şiddeti azalır. Artan uzaklıkla birlikte ses dalgalarının şiddetinin azalması ses dalgalarındaki enerjinin daha geniş alanlara yayılmasından kaynaklanır.

Ses dalgaları 2 boyutlu bir ortamda dairesel olarak yayılır. Enerji korunduğu için enerjinin yayıldığı alan arttıkça güç azalmalıdır. Şiddet ve uzaklık arasındaki ilişki ters-kare ilişkisidir. Bu yüzden kaynağa olan uzaklık 2 katına çıktığında şiddet $\frac{1}{4}$ 'üne düşer. Benzer şekilde kaynağa olan uzaklık $\frac{1}{4}$ 'üne düştüğünde şiddet 16 katına çıkar. Uzaklık arttıkça sesin şiddeti, uzaklığın karesi oranında azaltır. Aşağıdaki tabloda şiddet ve uzaklık arasındaki ilişki gösterilmiştir:

Uzaklık	Şiddet
1m	160 birim
2m	40 birim
3m	17.8 birim
4m	10 birim