

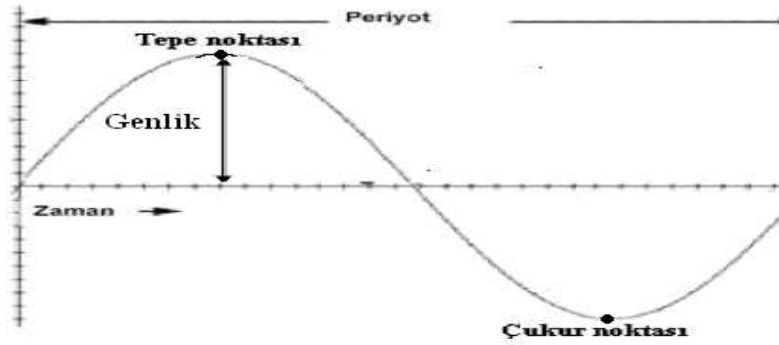
**SES:** madde moleküllerinin titreşimiyle oluşan bir dalga hareketidir(titreşim hareketidir). Ses; katı, sıvı veya gaz gibi maddesel bir ortamda yayılır. Boşlukta ses yayılmaz. Havası boşaltılmış bir fanusun içinde çalan saatin sesi duyulmaz. Çünkü saatin yaydığı ses dalgalarının taşınabileceği bir madde yoktur. Ses, bir noktadan başka bir noktaya doğru dalgalar halinde yayılır. Bu dalgalar titreşimler sonucunda meydana gelir.

**Frekans:** 1 saniyede oluşan ses dalgası sayısına frekans denir. Bir kaynaktan bir saniyede üretilen dalga sayısı ne kadar fazla ise sesin frekansı o kadar büyük olur. Dalga sayısı arttıkça frekans artar, frekans arttıkça ses inceler. Dalga sayısı azaldıkça frekans azalır, frekans azaldıkça ses kalınlaşır. Bir cisim ne kadar hızlı titreşirse o kadar yüksek frekanslı ses üretir. Frekansın birimi hertz'dir. **Hz** şeklinde gösterilir. Hertz, 1 sn.deki titreşim sayısını ifade eder.

Titreşen bir cismin frekansı şunlara bağlıdır:

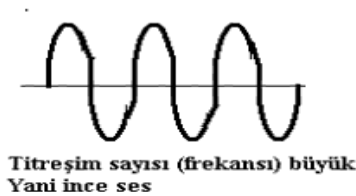
- 1-Telin boyuna: telin boyu arttıkça frekansı küçülür
- 2-Telin gerginliğine: telin gerginliği arttıkça frekansı artar.
- 3-Telin kesitine: tel kalınlaştıkça frekans küçülür.
- 4- Telin cinsine

**Genlik:** Ses dalgasının en yüksek (tepe) noktası ve en düşük (çukur) noktası arasındaki mesafenin yarısı genlik olarak isimlendirilir. Bir ses dalgasının genliği ne kadar büyükse sesin de şiddeti o kadar büyük olur.



### Sesin Özellikleri

**1-Sesin Yüksekliği (Pes ve Tiz Sesler):** İnce sesi kalın sestten ayıran özelliktir. Sesin frekansı sesin yüksekliğini (incelik-kalınlık) ifade eder. Bir sesin ince veya kalın olması o ses kaynağının titreşim sayısına bağlıdır.(bir ses kaynağının bir saniyedeki titreşim sayısına frekans denir.) İnce sesin frekansı yüksek, kalın sesin frekansı ise düşüktür. Ses kaynakları çok hızlı titreştirilirse ince, az titreştirilirse kalın ses üretir. İnce seslere **tiz**, kalın seslere **pes** ya da **bas** sesler denir. Yani yüksek frekanslı sesler tiz, düşük frekanslı sesler bas seslerdir.



Titreşen bir cismin frekansı şunlara bağlıdır:

- 1-Telin boyuna: telin boyu arttıkça frekansı küçülür, ses kalınlaşır
- 2-Telin gerginliğine: telin gerginliği arttıkça frekansı artar, ses inceler.
- 3-Telin kesitine (kalınlığına): tel kalınlaştıkça frekans küçülür, ses kalınlaşır.
- 4- Telin cinsine

İnsan kulağı 20 Hz ile 20000 Hz (20 kHz) aralığındaki sesleri duyabilir. Bu aralığın altındaki ses dalgalarına ses altı, üstündekilere ise ultrason (ses üstü) denir. Pek çok canlı, insanın duyamayacağı frekansa sahip sesleri duyabilir. Yunus, yarası gibi hayvanlar ultrasonik sesler çıkartırlar. Köpekler, 50 Hz ile 45000 Hz, kediler 45 Hz ile 85000 Hz aralığındaki sesleri duyabilirler.

İnsanların üretebilecekleri ve duyabilecekleri belli frekans değerleri vardır. Normal bir insan kulağı 20-20.000 Hz frekansları arasındaki sesleri duyabilir. Frekans değerlerine göre ultrasonik ses ve infrasonik ses olarak iki ses çeşidi vardır.

**a) Ultrasonik Ses (Ultrason) :**

Frekansı 20.000 Hz'in üstünde olan seslere **ultrasonik ses** veya **ses üstü ses** veya **ultrason** denir. Ultrasonik ses normal ses göre daha fazla enerjiye sahiptir ve bu sesler insanlar tarafından duyulamaz. Fakat Ultrasonik sesler birçok hayvan tarafından duyulabilir. (Köpek, yunus, yarası).

Ultrasonik sesteki teknolojide yararlanılır.

- İnsan ve hayvanlarda hastalıklı bölgenin yeri ve büyüklüğü belirlenir.
- Cisimler dezenfekte edilir.
- Boruların kalınlığı veya çatlak olup olmadığı tespit edilir.
- Yarasalar çıkardıkları ve duyabildikleri ultrasonik ses sayesinde, sesin yansıması özelliğini kullanarak yönlerini bulabilir ve avlanırlar.

**b) İnfrasonik Ses :**

Frekansı 20 Hz'in altında olan seslere **infrasonik ses** veya **ses altı ses** denir. İnfrasonik ses normal ses göre daha az enerjiye sahiptir ve bu sesler insanlar tarafından duyulamaz. İnsanlar bu seslerden olumsuz etkilenir ve uzun süre bu titreşimlerin etkisinde kalan insanlarda sağırılıklar görülebilir.

**2- Sesin Şiddeti:** Sesin uzaktan veya yakından duyulabilme özelliğidir. Bir ses dalgasının genliği sesin şiddetini (gürlüğünü) belirler. Bu ses dalgasının taşıdığı enerji miktarı ile ilgilidir. Ses dalgası ne kadar çok enerjiye sahip olursa o kadar şiddetlidir. Şiddetli olmayan ses dalgaları ise zayıf ses üretirler. Ses dalgalarında genlik ne kadar büyük olursa sesin şiddeti de o kadar büyük olur. Sesleri duyup duyamamamız, sesin işitme sağlığınıza zararlı olup olmadığı veya bir aracın gürültülü olup olmadığı çoğu zaman *ses şiddeti yerine, ses düzeyine* bakılarak belirlenir. Ses şiddeti **desibel (dB)** birimi ile ifade edilir. İnsan kulağının duyabileceği en düşük ses şiddetine eşik şiddeti denir. Eşik şiddeti 0dB' dir.

Bazı opera sanatçıları sesleri ile bardağı bile kırabilirler. Bunun nedeni ise sesin bir enerji türü olmasıdır.

- İnsan kulağı 20 Hz. ile 20.000 Hz. Arasını duyabilir
- 20 000 Hz üzerindeki seslere **ultrason** adı verilir.
- Frekansı 20 Hz den küçük seslere **infrason** adı verilir.
- Yüksek frekansa sahip olan ultrason seslerin enerjisi de yüksektir.
- Ultrason yöntemi yer altında maden araştırmalarında, tıpta iç organlarımızın incelenmesinde, balık avcılığında, deniz tabanının araştırılmasında kullanılır.
- Ultrason sesler insan kulağı tarafından algılanamazken, köpekler 35 000 Hz'lik, yunuslar 150 000 Hz'lik ultrason seslerini işitebilir.
- İnsan kulağının işitebileceği en düşük ses düzeyine **eşik şiddeti** veya **işitme eşiği** denir. İnsanlar için eşik şiddeti düzeyi 0 dB'dir.
- İnsan kulağı, 0-120 dB aralığındaki sesleri işitebilir.
- Düzeyi 0-60 dB arasındaki sesler insan kulağını rahatsız etmez.
- Düzeyi 60 dB'den fazla olan seslere **gürültü** denir. Gürültü, düzensiz frekanslı seslerdir.
- Konuşma sesi düzeyi 30-60 dB'dir
- Ses düzeyi 60-120 dB aralığındaki ortamlarda uzun süre kalma işitme sorunlarına yol açar.
- Genelde ses düzeyi 120 dB üzerindeki sesler insan kulağına zarar verir

- Yumuşak ve pürüzlü maddeler sesi az iletir.
- Bu nedenle lastik, pamuk, yün, keçe gibi maddeler yalıtım maddesi olarak kullanılır.
- Tahta, metal ve beton gibi maddeler. Sesi iyi iletir.

Farklı uzunluktaki levhalardan yapılan ksilofonlarda kısa levhalar ince, uzun levhalar kalın ses çıkartır.

**Gürültü:** Düzensiz frekanslı sesler gürültü olarak adlandırılır. Bir sesin gürültü olup olmadığı ses düzeyine bakılarak belirlenir. Ses düzeyi, ses şiddeti ile ilgilidir.

Ses Kaynağı	Desibel Miktarı	Eşik değerinin Katları
Eşik Şiddeti	0	$10^0$
Yaprak hışırtısı	10	$10^1$
Fısıltı	20	$10^2$
Normal konuşma	60	$10^6$
Yoğun trafik	70	$10^7$
Elektrik süpürgesi	80	$10^8$
Kulaklıkla dinlenen yüksek ses	100	$10^{10}$
Jet uçağının kalkışı	140	$10^{14}$

Genel olarak 120 dB üzerindeki sesin kulağa zararlı olacağı kabul edilir.

**3- Sesin Tınısı:** Bazı müzik aletlerinin verdiği sesin frekansı ve şiddeti aynı olabilir. Mesela piyano ve mandolin ile aynı parça çalındığında bu farklılığın belirlenmesi sesin tınısı ile mümkün olur. Çünkü piyano ve mandolinin oluşturduğu bir nota sesi birbirinden farklıdır. Yani; ses kaynaklarını birbirinden ayıran ve sesin hangi ses kaynağından geldiğini tanıtan ses özelliğine tını denir.

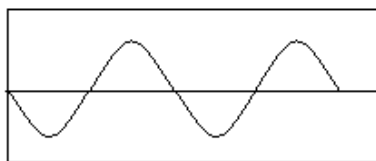
### Müzik ve Fen

Hangi kaynaktan gelirse gelsin ses dalgalar halinde yayılır.

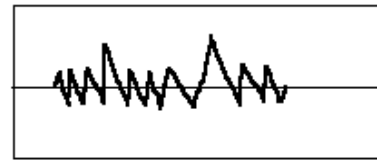
Bazı müzik aletlerinde sesin üretilmesi şu şekilde gerçekleşir:

- Gitar (ve diğer telli çalgı aletlerinde): Gitar sesi, tellerinde meydana gelen titreşimlerin havaya aktarılmasıyla duyulur. Titreşen tel ileri-geri hareket ettikçe havayı sıkıştırıp genleştirerek bir basınç değişikliğine neden olur. Her yöne dağılan bu basınç dalgaları bizim kulağımıza ulaştığında gitar sesini duymuş oluruz. Gitar tellerinin uzunluğu çalan kişinin parmaklarıyla telin farklı noktalarına bastırılmasıyla değiştirilir. Bu şekilde farklı frekanslarda sesler oluşur.
- Nefesli çalgılarda; aletlerin içindeki hava kolonlarının titreştirilmesiyle ses üretilir. Titreşen hava kolonunun farklı uzunlukta olması meydana gelen sesin farklı frekanslarda olmasını sağlar. ( uzun hava kolonun titreşmesiyle pes, kısa hava kolonunun titreşmesiyle tiz ses üretilir.)
- Vurmalı çalgılarda; vurulan yüzey ileri-geri titreşerek ses oluşturur. Oluşan bu dalgalar davulun gövdesindeki havayı da titreştirir. Böylece ses dalgaları güçlendirilmiş olur.
- Elektrikli müzik aletlerinde sesi güçlendirecek ses kutusu bulunmaz. Bunun yerine elektronik güçlendirici ses dalgalarını güçlendirir.

❖ **Müzik ve gürültü arasındaki fark:** Müzik rastgele seslerden değil, belli frekanslardaki seslerin bir ahenk içinde kullanılmasıyla yapılır. Gürültüde ise ahenk ve düzen yoktur.



Bir müzik aletinden çıkan ses dalgaları



Bir iş makinesinin oluşturduğu ses dalgaları

**Osiloskop:** Ses dalgalarının özelliklerini incelemek için kullanılan aletlerdir. Bu alet yardımıyla herhangi bir ses dalgası ekranda görünür hale getirilerek sese ait frekans ve genlik ölçülür.

## Ses Enerjisi

Sesin yayılması için bir ortama ihtiyaç vardır. Titreşen bir cisim bulunduğu ortamın moleküllerini de titreştirerek kinetik enerji kazanmalarını sağlar. Bu enerji aktarımı titreşen moleküllerin diğer molekülleri de titreştirmesiyle (diğer moleküllerin de kinetik enerji kazanmasıyla) devam eder.

Bazı opera sanatçıları seslerini kullanarak bir bardağı kırabilirler. Bu durum sesin iş yapabildiğinin yani bir enerji olduğunun göstergesidir.

Bir ses dalgası kaynağından uzaklaştıkça daha geniş bir ortama yayıldığı için enerjisini kaybeder ve duyulmaz hale gelir. Bizden çok uzaktaki ses kaynaklarının sesini duyamamamızın sebebi bu enerji kaybıdır.

Çevremizdeki birçok olaydan enerji türlerinin birbirine dönüşebileceğini biliyoruz. Mesela elektrik enerjisi ütü, fırın gibi aletlerde ısı enerjisine; vantilatör, mutfak robotu gibi aletlerde ise hareket enerjisine dönüşür. Benzer olarak pille çalışan bir çalar saatte de elektrik enerjisi ses enerjisine dönüşmektedir. Benzer şekilde ses enerjisi de başka enerji çeşitlerine dönüşebilmektedir.

Bir kavanozun ağız kısmına bir poşeti sıkıca gerdirip lastik bağlanıp, poşetin üzerine tuz konur. Kavanozun yakınında def benzeri bir müzik aletine tokmakla vurulduğunda, poşetin üzerindeki tuzların da titreştiği gözlenir. Öncelikle defe vurulduğunda def titreşerek ses çıkarmıştır. Hava ile temas halinde olan def yüzeyinin yakınında bulunan havadaki moleküllere bu enerji aktarılır. Yani ses dalgası titreşimler halinde yayılmaya başlamıştır. Titreşen hava molekülleri kavanoza gerilen poşete çarparak durur. Bu arada enerjilerini oraya aktarırlar. Titreme sırası poşete geçmiştir. Havadaki moleküllerden aldıkları enerji ile titreşen poşet harekete başlayınca, poşetin üzerindeki tuz tanecikleri harekete geçer. Bu gerçekleşen olayların neticesinde ses enerjisinin hareket enerjisine dönüştüğü gözlenir.

## Sesin Yayılma Hızı

Ses, ortam taneciklerini titreştirerek hareket ettiği için ortamdaki taneciklerin birbirlerine yakınlıkları sesin hızını etkiler. Sesin yayılma hızı bazı etkenlere bağlı olarak değişir. Yani ses her ortamda aynı hızla yayılmaz.

1) Sesin yayılma hızı ortamın cinsine bağlıdır. Sesin katı, sıvı ve gaz ortamlardaki yayılma hızı farklıdır. Gaz tanecikleri birbirinden çok uzak, katı tanecikler ise birbirine çok yakındır. Bu nedenle ses katılarda en hızlı, gazlarda ise en yavaş yayılmaktadır.

Ortama göre sesin yayılma hızının karşılaştırılması  $\longrightarrow V_{\text{Katı}} > V_{\text{Sıvı}} > V_{\text{Gaz}}$

2) Sesin yayılma hızı ortamın yoğunluğuna bağlıdır. Ortamın yoğunluğu arttıkça sesin yayılma hızı da artar.

3) Sesin yayılma hızı ortamın sıcaklığına da bağlıdır. Ortamın sıcaklığı arttıkça sesin hızı da artar. Çünkü sıcak ortamın tanecikleri, soğuk ortamın taneciklerinden daha hızlıdır.

Aşağıdaki tabloda sesin farklı ortam ve sıcaklıklardaki yayılma hızı verilmiştir.

## Sesin Yayılmasına Örnekler :

- Sesin yayılması yan yana dizili madeni paralara benzetilebilir. Baştaki paraya kuvvet uygulanınca bu paranın enerjisi sırasıyla diğer paralar tarafından en sondaki paraya iletilir.
- İki pet bardak ve bunları birbirine bağlayan iple sesin yayılması sağlanabilir.
  - Ses bu olayda katı ve gaz halindeki maddelerde yayılmıştır.
  - Ses, 1. kişinin ağzından çıkar ve hava tarafından 1. pet bardağa ulaşır.
  - Ses, 1. pet bardaktan ipe ve ipten de ikinci pet bardağa ulaşır.
  - 2. pet bardaktan havaya yayılır ve 2. kişiye ulaşır.
- Bir yüzücünün su altında çıkardığı ses, su altındaki diğer kişiler tarafından duyulabilir.
- Diyapazona lastik tokmağı ile vurulunca, tokmağın enerjisi diyapazona aktarılır. Diyapazonun titreşen kolu, kendisine değen hava moleküllerini titreştirir. Bu hava molekülleri titreşirken (ileri - geri

hareket ederken) etrafındaki diğer hava moleküllerini de titreştirir ve havada görünmez bir dalga hareketi oluşur.

• Bir hoparlörden ses yayılırken hoparlördeki kağıt (koni) ileri - geri titreşir. Bu kağıt ileri (dışa) doğru hareket ettiğinde önündeki hava moleküllerini iterek sıkıştırır. Hoparlördeki kağıt geriye (içeri) doğru hareket ettiğinde önündeki hava moleküllerinin arasını açar. Bu şekilde sürekli sıkışan ve ayrılan hava molekülleri ses dalgalarını oluşturur.

• Kırıcı ile delme işlemi yapılırken kırıcının ucunun titreşmesi ile oluşan ses, hava tanecikleri sayesinde dalgalar halinde yayılır.

Madde	Sıcaklık (°C)	Sesin hızı (m/s)
Hava	0	332
Hava	20	344
Hava	100	386
Su	20	1463
Su	100	2100
Demir	0	5000
Demir	20	5130
Altın	20	1743
Bakır	20	3560

### Ses ve Işık Hızının Karşılaştırması

Yağmur yağmadan önce gözlemlenen şimşek ve yıldırım olayında ışığı görebilir ve sesi duyabiliyoruz. Ancak yıldırım görüldükten saniyeler sonra gök gürültüsü işitilir. Yıldırımın sahip olduğu elektrik enerjisi ışık hızıyla yayıldığı halde, gök gürlemesi ses hızı ile yayılmaktadır. Buradan da anlaşılabilceği gibi **ses hızı, ışık hızından çok daha yavaştır**. Sesin havadaki yayılma hızı 20 ° C sıcaklık altında yaklaşık 344 m/s dir. Işığın yayılma hızı ise 300.000 km/s dir.

**Sesin Yansımaları:** Ses kaynağından çıkarak çevreye yayılan ses dalgaları bir yüzeye çarptığında yön değiştirir. Bu olaya sesin yansımaları denir. Sesin yansıma özelliğinden yararlanılarak deniz, göl, kuyu ve okyanusların derinlikleri ölçülebilmektedir.

1- Metrodaki trenin sesinin uzaktan duyulması sesin yansımaları ile ilgilidir. Trenin sesi trenden daha hızlıdır ve trenin sesi metronun duvarlarından yansımalarıdır.

2- Sınıfta iken koridordaki ses dalgaları havada ilerlerken koridorun duvarlarına çarpar. Bu ses dalgalarının bir kısmı duvara girer ve onun içinde yol alır. Duvarda ilerleyen ses, duvardan çıkar ve tekrar sınıftaki havada ilerleyerek kulağa gelir. Duvar sesin bir kısmını soğurduğu için sesin şiddeti sınıf içerisinde azalır.

3- Koridorda bağırarak bir kişinin sesinin hem kendisi doğrudan hem de duvarlarda yansımaları yayılır.

4- Boş odada çıkarılan ses şiddetlenmiş olarak duyulur. Şiddetli duyulan sesler, odaya eşya yerleştirildiğinde aynı şiddetle duyulmaz. Çünkü boş odada ses dalgalarının bir kısmı odanın duvarlarına çarpar ve tekrar odanın içindeki havada yansır. Bu yansıma tıpkı bir lastik topun duvara çarpıp geri dönmesi gibidir.

5- Yansıma olayında kullanılan yansıtıcı yüzey konumu değiştirilerek;

- Ses istenilen yöne yönlendirilebilir.
- Sesin daha uzaktan duyulması sağlanabilir.
- Sesin yansıma yönü değiştirilince duyulma mesafesi değiştirilir.

6-Banyo gibi bölümlerde yansıma özelliği fazla olan malzemeler kullanıldığı için ses daha fazla yansır.

7- Spor salonlarında ses yansımaları fazla olur. Salondaki sert ve düz yüzey ses enerjisinin büyük bir kısmını yansır.

8- Ses 340 m/sn hızla yayılır. Bir binanın önünde oluşan sesin binanın arkasında duyulmasının nedeni,

sesin yan binalardan yansımastır.

9- Sesin yayılma özelliğinden yararlanılarak okyanusların derinliğı ölçülebilir.

10- Tahta, üzerine düşen ses dalgalarının tamamına yakınıni yansıtabilme özelliğine sahiptir.

**YANKI:** Ses dalgalarının bir engele çarptıktan sonra yansıyıp geri dönmesi olayına yankı denir. Bir engele ses dalgalarını gönderip, engelden yansıyan sesin tekrar geri dönmesi arasında geçen süreden engelin uzaklığı tespit edilir. Yankı olayının gerçekleşmesi için gerekli en küçük uzaklık  $20^{\circ} C$  de 17 m'dir. Engelle aramızdaki uzaklık 17 metreden küçük ise yansıyıp geri dönen sesi ayırt edemeyiz. Gemilerde deniz derinliğinin saptanması, balık sürülerinin izlenmesi, batık gemilerin yerinin saptanması için sonar cihazları kullanılır. **Sonar** cihazları suyun sesi iletmesi sayesinde çalışır.

**NOT :**1- Yankı olayının gerçekleşmesi için kullanılan yüzeyin sert yüzey olması gerekir.

2- • İnsan kulağı 20 hertz lik frekanstaki sesleri algılayabilir.

•  $x = v.t = 340 . 1/20 = 17 m$

**Ses Yalıtımı:** Sesi az geçiren veya hiç geçirmeyen malzemelerin kullanılması gürültüyü önler. Günümüzde ses yalıtımını sağlayan malzemeler üretilmektedir. Lastik, pamuk, yün, keçe ve halı gibi maddeler sesi az iletirler, yansıtmaz, söndürür. Tahta, demir, bakır, taş, beton, alüminyum gibi maddeler ise sesi iyi iletir.

**NOT :**1- Yan odadaki TV sesinin duyulması, sesin soğrulup iletilmesi nedeniyledir.

2- Kar yağdığıında ortam daha sessiz olur. Bunun nedeni sesin kar tarafından soğrulmasıdır. Kar sayesinde sesin yansımastı azalır.

2- Sesin kontrol edilebilmesi için yansımastının, iletiminin ve soğrulmasının nasıl gerçekleştiğinin bilinmesi gerekir.

3- Binalar yapılırken ses yalıtımının sağlanması için duvarlar sıvanır ve duvarların arasına sesin soğrulmasını sağlayan ses yalıtım malzemeleri (köpük) konur.

4- Araba egzozlarındaki susturucular motor sesinin şiddetini azaltmak için kullanılır. Susturucularda art arda odacıklar yapılır veya sesi soğurucu maddeler kullanılır.

5- Ağaçlar, ortamdaki sesin soğrulmasını sağlar.

6- Odadaki eşyaların yumuşak ve pürüzlü yüzeye sahip olması sesi dağınık yansımaya uğrattığı için sesin daha fazla soğrulmasını sağlar.

7- Kapalı mekânlarda yankı oluşumunun engellenmesi için sesi yalıtım malzemeleri kullanılmalıdır.

8- Sesin yansımastı özelliğinden yararlanılarak maden yataklarının yeri belirlenebilir, deprem fayları belirlenebilir, deniz derinliğı ölçülebilir.

9- Ses dalgaları kullanarak sudaki cisimlerin yerini ve derinliğini ayrıca denizlerin derinliklerini ölçmek için kullanılan cihaza **sonar** denir. Sonar cihazı ses dalgalarını gönderir ve ses dalgaları engele çarpıp yansıyarak tekrar cihaza ulaşır. Ses dalgalarının gönderildikten sonra tekrar geri gelmesi süresi hesaplanarak uzaklık ölçülebilir.

**Rezonans:** Bir ses kaynağından yayılan ses dalgaları çevredeki bazı ses kaynaklarını etkileyerek titreştirebilir. Frekansları aynı olan kaynaklardan biri titreştirildiğinde diğere ses kaynağının etki ile titreşmesi olayına rezonans denir.