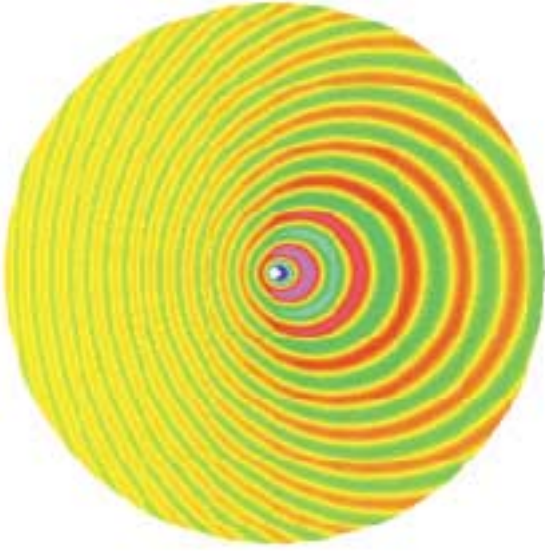


Hareketle Değişen Ses

Doppler Etkisi



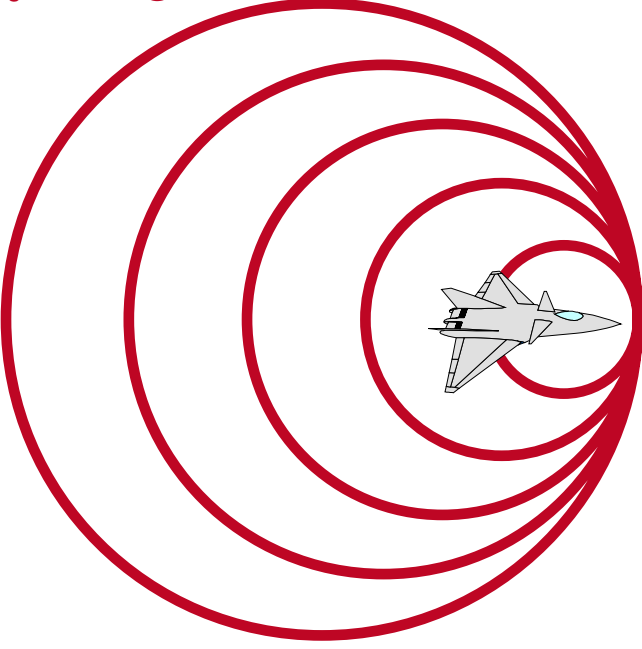
Birçoğunuz siren çalarak hızla giden bir ambulansın, polis arabasının ya da korna çalarak ilerleyen bir arabanın sesinin, araç size yaklaşp sizden uzaklaştıkça değiştiğinin farkına varmışsınızdır. İyice dikkat ederseniz sesin, araç size doğru yaklaştıkça inceldiğini, uzaklaştıkça kalınlaştığını da farkedeceksiniz. İşte, hareket eden bir cismin yaydığı sesteki bu değişim, "Doppler etkisi" denilen özel bir olayın sonucu.

Ses, titreşen cisimlerin oluşturduğu, daha çok kulağımızla aldığımız (yüksek şiddetteki sesleri tenimizde de hissedebiliriz) bir dalga hareketidir. Ses dalgaları, bir cismin havadaki molekülleri titreştirmesiyle ortamda oluşan basınç farkıyla ortaya çıkar. Bir sesi başka bir sestten ayıran, sesin yüksekliğinin yanısıra, ince ya da kalın olmasıdır. Sesin yüksek olması, cismin birbirinden daha uzak iki yer arasında titreşerek daha büyük basınç oluşturması demektir. Sesin inceliği veya kalınlığıysa cismin daha hızlı veya daha yavaş titreşmesine bağlı olarak belirlenir. Daha hızlı titreşen cisimler daha ince sesleri oluşturur; bunlara yüksek frekanslı sesler denir. Daha yavaş titreşen cisimlerse kalın sesleri oluşturur; bunlara da düşük frekanslı sesler denir.



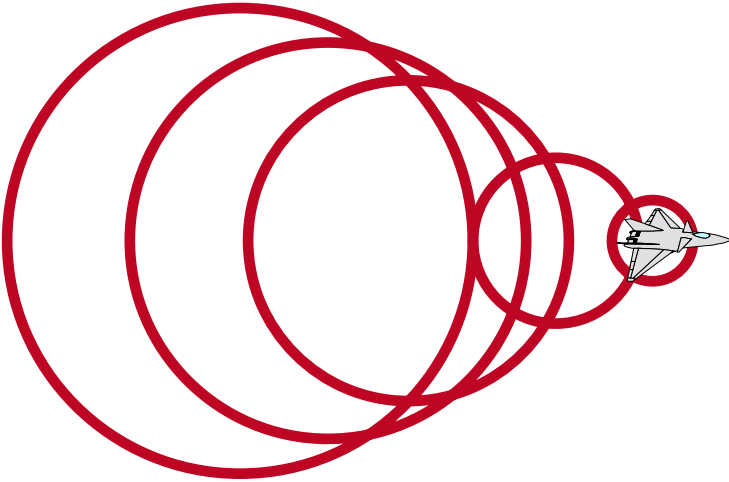
Titreşen cisimler basınç farkı oluşturduğuna göre, bir sesin frekansı, sesin ilerlediği ortamdaki basınç dalgalarının zamanla değişim sayısı olarak da düşünülebilir. Örneğin, frekansı 440 Hz olan la notasını duyduğumuzda, kulağımız içindeki basınç, saniyede 440 kez yükselir ve alçalır. Çok hızlı değişen basınç ince sesleri, yavaş değişen basınçsa kalın sesleri oluşturur.

Şok Dalgası



Kendi yaydığı dalganın duvarında ilerleyen uçak. Dalga ve kaynak aynı hızda.

Şok Dalgası



Yaydığı dalgadan daha hızlı ilerleyen uçak

Doppler etkisi, ses kaynağıyla bu sesi dinleyen kişi arasındaki uzaklığın değişmesi sonucu oluşur. Ne var ki, kaynak ister duruyor ister hareket ediyor olsun, ses dalgaları havada sabit hızla ilerler. Doppler etkisi, kaynağın sabit kalması, gözlemcinin hareket etmesi durumunda da geçerlidir. Bu etkiyi daha iyi anlamak için şöyle düşünebiliriz: Kaynaktan gelen her bir ses dalgası kulağımıza belli bir hızla çarpar. Ama biz ses kaynağına doğru ilerlediğimizde aynı sürede kulağımıza çarpan ses dalgası sayısı artar. İşte, bu nedenle ses kaynağıyla dinleyici birbirine yaklaşırsa dinleyici, yayılan sesin frekansını artırıyor, yani sesi inceliyor olarak algılar. Birbirlerinden uzaklaşırken de dinleyici sesin frekansını azalıyor, yani sesi

kalınlaşıyor olarak algılar. Bu etki, ses kaynağından yayılan sesin frekansının değişmesinden kaynaklanmaz. Ses kaynağının yaydığı ses aynıdır; seste algılanan değişimin nedeni, alıcıyla verici arasındaki uzaklığın sürekli değişimidir.

Doppler etkisinin gözlenebilmesi için, dalga kaynağının hızının, yaydığı dalganın hızından küçük olması gerekir. Kaynağın hızı, dalganın hızıyla aynı veya dalga hızından fazla olduğunda, farklı bir durum oluşur. Dalgayı yayan kaynakla dalga aynı hızlarda ilerliyorsa, dalga kaynağı, yaydığı dalganın "duvarında" hareket eder. Yaydığı dalgayla aynı hızda hareket eden bir uçak düşünün. Dalgalar uçağın ön kısmına sıkışarak bir ses duvarı oluşturur. Dalga kaynağının, oluşan bu dalgalarla aynı hızda veya daha hızlı ilerlemesi sonucunda şok dalgaları oluşur. Kaynağın, dalgadan hızlı ilerlediği durumlarda yayılan dalgalar, sürekli kaynağın gerisinde kalır.

Jet uçakları yakınımızdan geçtiği zaman bazı ses patlamaları duyulur. Bu ses patlamalarının nedeni, ses duvarında sıkışan ses dalgalarıdır. Bu dalgalar bize ulaştığında büyük bir basınç hattı oluştururlar. Her yüksek basınç hattını daha zayıf bir basınç hattı izler; bu da çok yüksek seslerin duyulmasına neden olur. Bu tip sesler duyulduğunda, ses hızında veya daha hızlı ilerleyen bir uçağın yakınımızdan geçtiğini söyleyebiliriz.

Trafik polislerinin sıklıkla kullandıkları hız ölçüm radarları da Doppler etkisini temel alarak çalışır. Radar, hızını ölçmek istediği araca elektromanyetik dalgalar gönderir. Bu dalgaları yansıtan araç, bir dalga kaynağı gibi davranarak dalgaları radara geri gönderir. Dalganın frekansındaki değişim, radar tarafından hesaplanarak aracın hızı saptanır. Aynı yöntem, ses dalgalarından yararlanarak sualtındaki canlıları incelerken de kullanılır.

Evrendeki bazı yıldızların yaydığı ışıklar incelenerek, hangi hızla yaklaştıkları veya uzaklaştıkları da Doppler etkisi sayesinde hesaplanabilir. Ses dalgalarının frekansındaki değişim, sesin inceliğini-kalınlığını belirlediği gibi, ışık dalgalarının frekansındaki değişim de ışığın rengini belirler. Böylece yıldızlardan yayılan ışık dalgalarının renk kayması incelenerek, Dünya'ya göre hareketleri gözlenir. Örneğin, Dünya'dan çok uzaktaki gök cisimlerinin sürekli uzaklaştığı gözlenmiş, buna bağlı olarak evrenin sürekli genişlediği sonucuna varılmış.

Burak Yıldız Erden Ertörer

Kaynak
www.physicsclassroom.com