



## Sıcaklığı Duyabilir misiniz?

Pınar Dündar

**B**ir bardaktan diğerine dökülen suyun sıcak mı yoksa soğuk mu olduğunu yalnızca dinleyerek anlamak ister miydiniz?

2014 yılında İngiltere’de bir reklam ajansının uyguladığı bir teste göre bu mümkün görünüyor. Söz konusu testte, aynı özellikte ve büyüklükte iki bardağa sırayla bir miktar su dökülmüş. Ardından katılımcılardan hangi bardaktaki suyun sıcak hangi bardaktaki suyun soğuk olduğunu tahmin etmeleri istenmiş. Katılımcıların %96’sının sıcak ve soğuk suyun bardağa dökülürken çıkardığı seslerin farklı olduğunu anladığı ortaya çıkmış. ABD’de bir radyonun yaptığı benzer bir testte ise katılımcıların %80’inin soğuk suyun, %90’ının da sıcak suyun sesini doğru tahmin ettiği gözlenmiş.

Uzmanlar bu oranların epey yüksek olmasının nedenini suyun akışkanlığına bağlıyor. Soğuk suyun sıcak sudan daha yoğun bir kıvamda olması moleküllerin birbirine daha iyi tutunmuş olduğu anlamına geliyor. Su ısıtıldığında moleküllerin birbirine tutunması zorlaşıyor ve daha hızlı hareket ederek suyun daha akışkan olmasını sağlıyorlar. Hızlanmış moleküller sıcak suyun bardağa dökülürken daha yüksek perdeden bir ses çıkarmasına neden oluyor. Testi siz de uygulamak isterseniz aşağıdaki



karekodu akıllı cihazınıza okutabilir ya da <http://www.npr.org/2014/07/05/328842704/what-does-cold-sound-like> sitesini ziyaret edebilirsiniz.

## İnsanlı Uzay Araçları Ne Kadar Hızlı Hareket Edebilir?

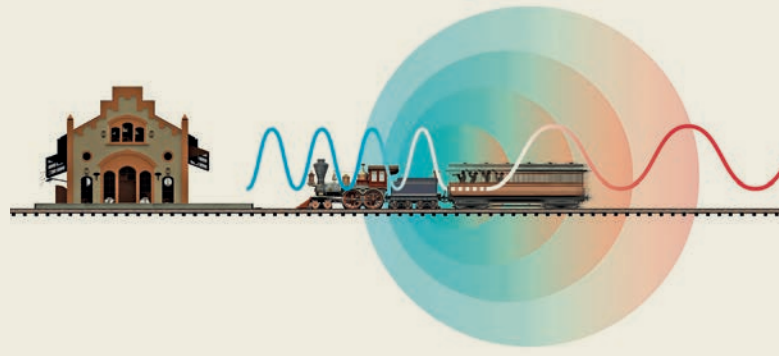
Dr. Tuba Sarıgül

**İ**nsanlı uzay araçlarına ait hız rekoru *Apollo 10*’un. *Apollo 10* uzay aracı 26 Mayıs 1969’da Dünya’ya dönüşü sırasında atmosfere girerken saatte 39.897 km hıza ulaştı (*Apollo 10*’un kendi uçuş kayıtlarındaki hızı 39.937 km/sa idi). Yıllarca insanlı uzay görevlerinde kullanılan uzay mekikleri ise yaklaşık 29.000 km/sa hıza ulaşabiliyordu.



Ancak kozmolojik ölçekte düşünüldüğünde bu hızlar insanların diğer gök cisimlerine gitmesi için yeterli değil. Örneğin 40.000 km/sa hızla hareket eden bir uzay aracıyla Dünya’ya en yakın gezegen olan Mars’a ulaşmak aylarca (6-9 ay) sürebilir. Güneş Sistemi’ne en yakın yıldız sistemi olan Alfa Centauri’nin yaklaşık 4 ışık yılı uzakta olduğunu düşünürsek, şu an sahip olduğumuz teknolojilerle en yakın yıldız sistemine ulaşmak için insan ömrü yeterli değil.

Çok daha hızlı hareket edebilecek insanlı uzay araçlarının ulaşabileceği en yüksek hızı sınırlayan bazı etkenler var. Bunlardan biri yakıt miktarı. Çünkü uzay araçları fırlatılırken taşıyabilecekleri yakıt miktarı sınırlı. Uzay araçlarının ulaşması istenen maksimum hız arttıkça, başlangıçta taşınması gereken yakıt miktarı da artar. Bu kütle artışı uzay aracının hızlanmasını üstel olarak zorlaştırır.



Bir diğ er sınırlayıcı etken ise insan vücudunun sınırları. Uzak araçları hızlanırken vücuda etki eden g kuvveti insanlar için tehlikeli olabilir. İnsan vücudu kendi ağırlığının beş katı büyüklükteki g kuvvetine iki dakika, kendi ağırlığının üç katı büyüklüğündeki g kuvvetine bir saat dayanabilir. Dolayısıyla ışık hızıyla kıyaslanabilir hızlarda hareket edebilecek uzak araçlarının insan vücuduna zarar vermeyecek bir ivmeyle hızlanması çok uzun sürebilir.

Işık hızına yakın hızlarda hareket edebilen uzak araçları için yıldızlararası ortamdaki parçacıklar da sorun oluşturabilir. *Natural Science* dergisinde yayımlanan bir araştırmada bilim insanları, ışık hızının yarısı hızda hareket eden uzak araçlarının yıldızlararası ortamdaki hidrojenle çarpışmaları durumunda açığa çıkacak yüksek enerjili parçacıkların uzay aracının radyasyon kalkanını geçip içerideki insanlara ve elektronik donanıma zarar verebileceğini belirledi.

## Doppler Etkisi Nedir?

Dr. Mahir E. Ocak

**D**oppler etkisi, bir dalganın gözlemlenen frekansında ya da dalga boyunda gözlemci ve dalga kaynağının birbirine göre hareket etmesi sebebiyle meydana gelen değişiktir. İlk olarak Avusturyalı fizikçi Christian Doppler tarafından öne sürüldüğü için bu adla anılır. Kaynak ve gözlemci birbirine yaklaşıyorsa gözlemlenen dalganın frekansı kaynaktan yayılan dalganın frekansından fazladır. Kaynak ve gözlemci birbirinden uzaklaşıyorsa gözlemlenen dalganın frekansı kaynaktan yayılan dalganın frekansından azdır.

Doppler etkisinin nasıl gerçekleştiğini anlamak için fiziksel bir olayı ele alalım. Bir gözlemci ve gözlemcinin yakınlarında sireni çalan bir ambulans olsun. Sirendeki sesler periyodik olarak kendini tekrar eder, yani ambulans belirli bir frekansla (belirli zaman aralıklarıyla) aynı sesleri tekrar tekrar yaymaktadır. Eğer ambulans gözlemciye göre hareket etmiyorsa gözlemcinin duyacağı seslerin kendini tekrar etme sıklığı kaynaktan yayılan seslerin kendini tekrar etme sıklığıyla aynı olacaktır. Dolayısıyla gözlemci ve kaynağın birbirine göre hareket etmediği durumda

bir Doppler etkisi görülmez. Ancak ambulans ve gözlemci birbirine göre hareket ediyorsa durum değişir. Öncelikle ambulansın gözlemciye yaklaştığı duruma bakalım. Bu durumda sesler giderek daha yakınlarda bir noktadan yayıldığı için gözlemciye ulaşmaları giderek daha kısa sürecektir. Dolayısıyla ambulansın (kaynağın) gözlemciye yaklaştığı durumda gözlemcinin duyduğu sesler kaynaktan yayılan seslere göre kendini daha sık tekrar eder, yani gözlemcinin duyduğu ses dalgasının frekansı kaynaktan yayılan ses dalgasınınkinden büyüktür. Ambulansın gözlemciden uzaklaştığı durumdaysa tam tersi olur. Dalgalar giderek daha uzak bir konumdan yayıldığı için gözlemciye ulaşmaları giderek daha uzun zaman alır. Dolayısıyla gözlemci tarafından duyulan sesler kaynaktan yayılan seslere göre kendini daha seyrek tekrar eder, yani gözlemcinin duyduğu ses dalgasının frekansı kaynaktan yayılan ses dalgasınınkinden küçüktür.

Gözlemcinin ve kaynağın birbirlerine göre hareket hızları ve kaynaktan yayılan dalganın özellikleri biliniyorsa gözlemlenen dalgada Doppler etkisi nedeniyle meydana gelen değişiklikleri hesaplamak mümkündür. Günlük hayatta Doppler etkisinin en faydalı olduğu alansa hareket hızının belirlenmesidir. Eğer kaynaktan yayılan ve gözlemlenen dalganın özellikleri biliniyorsa kaynağın ve gözlemcinin birbirine göre hangi hızla hareket ettikleri hesaplanabilir. Örneğin taşıtların hızlarını ölçmek için kullanılan radarlarda Doppler etkisinden yararlanır. Radardan yayılan dalgalar hareket halindeki araca çarpıp geri döner. Yayılan dalgaların frekansıyla geri dönen dalgaların frekansı arasındaki farka bakarak aracın hızı hesaplanır. Doppler etkisinden yararlanan bir başka alansa gökbilimdir. Bir gök cisminin Dünya'ya yaklaşma ya da Dünya'dan uzaklaşma hızını hesaplamak için o cisimden Dünya'ya ulaşan ışık analiz edilir. Gök cismindeki atomlardan yayılarak Dünya'ya ulaşan ışığın tayfıyla aynı atomlardan yeryüzünde yayılan ışığın tayfı karşılaştırılarak gök cisminin Dünya'ya göre hızı hesaplanır.