

# Müzik ve Fizik

*Bilim adamlarının, özellikle de fizikçilerin müzikle aralarının iyi olduğu bilinen bir gerçektir. Hatta, bazıları gerçekten iyi birer müzisyendir. Ne var ki, okulda, müzik ya da fizik derslerinde, ikisinin arasındaki ilişkiden hemen hemen hiç söz edilmez. “Müzik bir sanattır. Fizikle ne ilgisi olabilir” denilebilir. Evet, müzisyen olmak için belki fizik bilgisine sahip olmak gerekmiyor. Ancak, müzik yapmamıza olanak tanıyan ses ve onu üreten çalgıların çalışma biçimi çok basit fizik bilgisiyle anlaşılabilir.*

**S**esi en yalın biçimiyle, “işitme duyularımızla algılayabildiğimiz dalga hareketi” olarak tanımlayabiliriz. Ses dalgaları, enerjinin bir tür yayılma biçimidir. Sesin kaynağıysa, kulağımızın algılayabileceği hızda titreşen herhangi bir cisim olabilir. Bir yaylı çalgının teli ya da bir hoparlörün diyaframı, ses kaynaklarına verilebilecek örneklerdir.

Kaynağı ne olursa olsun, ses dalgaları biçiminde yayılır. Bir gitarın sesini, onun tellerinin titreşiminin yaydığı enerjinin ses dalgalarıyla kulağımıza ulaşması sayesinde duyarız. Gitarın teli hangi frekansta titreşiyorsa, havayı da o frekansta titreştirir. Şimdi, titreşen bir gitar telini yavaş çekimde izlediğimizi düşünelim. Tele vurduğumuzda, ileri-geri gidip gelmeye başlayacaktır. İşte tel, bu gi-

diş-gelişleri sırasında havayı itip çeker. Titreşen tel enerjisini yavaş yavaş havaya aktarır ve havada periyodik bir basınç değişikliğine yol açar. Basıncıdaki bu değişim, havada ilerler ve dalgalar halinde her yöne dağılır.

Ses dalgalarının nasıl ilerlediğini daha iyi anlatabilmek için, ünlü domino taşları gösterisi iyi bir örnektir. Bu gösteri için, domino taşları, biri devrildiğinde ötekini devirecek biçimde dik olarak birbiri ardına dizilir. Dizinin başındaki taşı arkasındakine doğru devirdiğimizde, taşlar birbirini devirir. Taşları doğru dizdiyseniz en son taş kadar hepsi devrilir. Bu gösteride, baştaki taşta verdiğimiz enerji, aradaki taşlar tarafından en son taşta iletilmiş oldu. Sesin havada ilerleyiş biçimi de bunun gibidir. Sesin kaynağı olan titreşen cisim, yakınındaki hava moleküllerini titreştirir. Titreşen her hava molekülü bir ileridekini titreştirir. Böylece titreşim her yöne yayılır. Eğer bu ses bizim algılayabileceğimiz frekanstaysa ve yeterince güçlüyse, kulağımıza ulaştıktan sonra kulak zarımızın en yakınındaki moleküller titreştiğinde, kulak zarımızı da titreştirir. Bu titreşim sinirler yoluyla beynimize iletilir ve böylece sesi algılamış, yani duymuş oluruz.

Peki, hava olmasa ne olurdu? Yine domino taşlarımıza dönelim. Sadece baştaki ve sondaki domino taşı yerinde kalsın bu sefer. Aradaki taşları kaldıralım. Baştaki domino taşını devirdiğimizde, sondakinin de devrilmesini bekleyebilir miyiz? Bekleyemeyiz. Bu düşünce deneyi, ses dalgalarının neden boşlukta ilerleyemeyeceği konusunda bizi aydınlatıyor. Ses dalgaları boşlukta ilerleyemez; çünkü, titreşimi iletecek herhangi bir madde yok arada.



*Bu basit çalgının anavatanı Madagaskar'dır. Çalgı, bambu gövdesinden yapılır. Teller, bambunun gövdesinden soyulur, tel uçlarını gövdeden ayrılmaz. Tellerin gerginliği, altlarına sokulan tahta parçalarıyla sağlanır. Çalgıcı, boruyu dik tutar ve telleri parmaklarıyla tınlatır.*

## Sesi Müzik Yapan

Doğal olarak her ses müzik değildir. Peki, müzik nedir? Bunu anlatabilmek için, çok basit fakat müzik olmadığı hemen herkesçe onaylanabilecek bir sesle başlayalım. Herhangi bir istasyona ayarlı olmayan bir radyodan çıkan sesi düşünelim. Fizikçiler, buna "beyaz gürültü" derler. Beyaz gürültüye verebileceğimiz bir başka örneğe alkıştır. Büyük bir salonda bulunan kalabalık bir grup ellerini rastgele çırparsa, el şeklemlerini tek tek ayırmak olası değildir. Alkış düzgün, sürekli bir ses olarak algılarız.

Beyaz gürültüyü zaman içinde hiç değişim göstermeyen, "sonsuzca değin süren" bir gürültü olarak tanımlayabiliriz. Ancak, bu gürültü zaman içerisinde bir miktar değişim gösterirse dinleyiciye anlamlı gelmeye başlayabilir. Örneğin bu sesin üzerine biraz martı sesi ekleyelim. Simdi, bu ses bize gürültü gibi mi geliyor yoksa kumsala vuran dalgaların sesi gibi mi? Sesi pek değiştirmeden dinleyiciye anlamlı gelebilecek bir biçime soktuk. Bu durumda, müziği, "Dinleyiciyi etkileyen, ona anlamlı gelen sesler" olarak tanımlayabilir miyiz?

Sesin havadaki titreşimler yoluyla iletilmesine değinmiştik. Kulağımız belli aralıktaki frekansları işitebilir. Bu saniyede yaklaşık 20 ile 20 000 titreşim aralığıdır. Frekans, saniyedeki titreşim sayısıdır ve birimi (Hz) Hertz'dir. (Hertz, 19 yüzyılda radyo dalgalarının nasıl oluştuğunu keşfeden bilim adamının adıdır.) Bazı canlılar daha geniş bir frekans aralığını algılayabilir. Bu, köpeklerde 50 ile 45 000 Hz, kedilerde 45 ile 85 000 Hz aralındadır. Yarasalar 120 000 Hz'e, yunuslar 200 000 Hz'e kadar olan sesleri algılayabilirler.

Düşük titreşimli sesleri kalın (bas), yüksek titreşimli sesleri ince (tiz) algılarız. Sesin kalınlığına (ya da inceliğine) "perde" denir. Yüksek frekanslı sesler yüksek perdeli, düşük frekanslı sesler düşük perdeli seslerdir. Müzik konusunda iyi eğitilmiş kişiler, frekansı sadece 2 Hz farklı iki perdede bile birbirinden ayırabilirler.

Müzik, genellikle rastgele seslerden değil, belli frekanslardaki seslerin kullanımıyla yapılır. Bunlar, notalardır. Bir telli çalgının çalışma prensibini anlayarak, notaların nasıl ortaya çıktığını keşfedebiliriz. Evimizdeki herhangi bir telli çalgıyı bunun için kullanabiliriz. Eğer telli bir çalgımız yoksa, kendimize basit bir tane yapabiliriz. Bir parça tahta ve esnek bir tel (bir gitar teli ya da misina olabilir) kullanarak çalgıyı yapabiliriz. Yaklaşık yarım metre uzunluğundaki tahtanın iki ucuna çiviyle tutturarak geçireceğimiz telin altına, tahtanın iki ucuna yakın yere, birer destek koymalıyız ki tel tahtadan biraz uzaklaşsın ve serbestçe titreşebilsin. Destek olarak bir kalem kalınlığında iki tahta parçası kullanabiliriz.

Çalgımızın teline, telin herhangi bir yerine parmağımızı bastırmadan vurduğumuzda çıkan sese armonik denir. Bu, aynı zamanda, tek telli çalgımızın çıkarabileceği en kalın sestir. Buna "çalgının temel frekansı" da denir. Çalgımızın temel frekansının 264 Hz olduğunu varsayalım. Bu frekans, bir piyanonun dördüncü oktavındaki "Do" notasının frekansıdır (Buna kısaca Do<sub>4</sub> diyelim). Teline rastgele seçeceğimiz yerlerine parmağımızla bastırıp, tele vurarak değişik frekansta sesler elde edebiliriz. Bu seslerin çoğu bize anlamsız gelir. Ancak, parmağımızı teline tam ortasına basarak tele vurursak, kulağımıza daha anlamlı gelen bir ses duyarız. Bu, telin ikinci armo-

*Müzik sopası: Bu Uganda'da kullanılan, tek telli, basit bir çalgıdır. Sopanın iki ucuna gerilen telin titreşimi, bir uca yakın yerleştirilmiş perdelere basılarak değiştirilir. Böylece bir telden farklı sesler elde edilir.*



Biz genellikle hava yoluyla kulağımıza ulaşan sesleri algılayabiliriz. Ancak, ses dalgaları sadece havada değil, başka ortamlarda da ilerleyebilir. Katılar ve sıvılar da ses dalgalarını iletir. Üstelik, yoğunlukları havanınkinden fazla olduğundan, sesi hem daha iyi iletirler hem de daha hızlı. Bunu kolayca deneyebiliriz. Sert bir cismi bir masaya vurduğumuzda bir ses duyarız. Deneyi bir de kulağımızı masaya dayayarak yaparsak sesin daha yüksek geldiğini hissedebiliriz. Bu, sesin katı ortamlarda daha iyi iletilmesinin bir göstergesidir.

Eski bir müzik aleti yapımcısı Sir Charles Wheatstone, ses dalgalarının katı ortamlarda havaya göre çok daha iyi iletilmesini göstermek için güzel bir deney yapar. Wheatstone, deney yaptığı binanın bodrum katına yerleştirdiği arpları, iki kat yukarıdaki salonda bulunan arplara tahta sütunlarla birleştirir. Müzisyenler bodrum kattaki arpları çaldığında, iki kat yukarıda bulunan dinleyiciler o kattaki "kimsenin çalmadığı" arpların sesini duyarlar. Bodrum katta çalınan arpların titreşimleri tahta sütunlardan birinci kattaki arplara iletilir. Bu arplar titreşirler ve sesleri salonda duyulur. Buna karşılık, ikisi arasında yer alan zemin kattakiler hiç müzik sesi duymazlar. Gramofonun bile icad edilmediği dönemde yapılan bu gösteride salonda bulunanların hali nasıldı acaba?



= = ! !  
! .6> !!

.6>!

! ! " #  
% ' 2% +3 ' 4  
+5 -) 1 4  
,67)! 8 ' %  
2%\_g3 : "

; <

"

! " !!  
" !

\$

!

%

&

!!!  
( ) !!

!! ' !! \* )  
) ) ,() -  
) ..) !!!  
/!!! !

() ! 0 (

1

\$

@ , 2,6,3 , >>>  
276>3 , +2>6.3 . 2.6,3  
% 7)! ' .97

76>) A 7)! '  
>+.) 4 >6.)  
B 7)! ' >C9)  
)

% +) '

) D ) \$ "

! ( !!!

@ % 2,3 E  
2, ,+3 2, .+F3 A 2, >>>3 B  
2, +FF3 D 2, 99(3 B 2, 5(+3  
% 7)! ' .97  
.97)!

E 7.C( 7  
>>F A7 >+ B 7 >C9 D7 77F B7  
7C9 %\_+5  
/!!!! !

B  
4