

10.Sınıf Fizik Konu Özetleri

3.Ünite : Dalgalar

1.Bölüm : Dalgalar

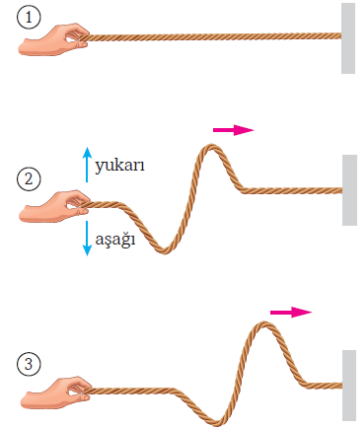
Dalga Nedir?

Çoğu insanın “dalga” kelimesini duyduğunda denizde sahile yaklaşmakta olan dalga aklına gelir. Hâlbuki yaşıntınızın her anında dalgalar ile etkileşim hâlindesiniz. Örneğin televizyondan yayılan ses, kulaklarınıza dalgalar sayesinde ulaşır. Benzer şekilde yer kabuğundaki kuvvetler sonucu kırılmalar meydana gelebilir. Bu kırılmalar yer kabuğunu titreştirerek açığa çıkan enerjiyi ileten deprem dalgalarını meydana getirir.

Dalga, enerjinin bir ortam aracılığıyla yayılmasıdır. Suda oluşan dalgaları görebilirken ses ya da deprem dalgalarını göremezsiniz.

Dalgaın Kaynağı Nedir?

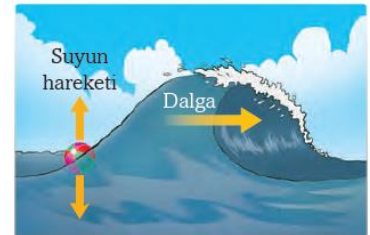
Nesneler titreşim ya da salınım hareketi yaptıklarında dalga meydana getirirler. Bir yerde dalga varsa orada mutlaka bir cisim, ileri-geri veya yukarı aşağı hareket ederek titreşiyordur. Örneğin yandaki şekilde görüldüğü gibi bir ucunu duvara bağladığınız bir ipin diğer ucunu elinizle aşağı yukarı hareket ettirerseniz ipin üzerinde dalga oluşturabilirsiniz. Elinizle ip üzerinde yaptığınız yukarı-aşağı hareketler titreşim veya salınımları oluşturur. Şekilden de anlaşılacağı gibi ip, yukarı-aşağı hareket ederken bu hareket doğrultusunda denge konumundan ayrılarak dalgayı meydana getirir. Elinizi yukarı-aşağı sallamaktan vazgeçerseniz bile dalga ilerlemeye devam eder. Bu örnekte ip, dalgaların hareket ettiği veya yayıldığı ortamdır. Bir cisim yukarı-aşağı veya ileri-geri hareket ediyorsa o cisim titreşiyor demektir.



Görsel 3.5: İpte oluşturulan bir titreşim, ipin üzerinde dalga oluşmasına sebep olur.

Titreşim, bir cismin iki sabit nokta arasında gidip gelme hareketidir. Bir salınacağın salınım hareketi titreşim hareketine örnektir. Bir yayın ucuna asılı bir kütleyi çekip bıraktığımızda da kütle salınım hareketi yapar. Titreşim hareketi yapan bir cisim orta noktadan sağa ve sola doğru belli uzaklığa gider.

Bir su birikintisine düşen bir çakıl taşı örneğinde su, dalgaların yayıldığı ortamdır. Su dalgaları yayılırken su molekülleri yukarı-aşağı hareket eder. Bu hareket suda yüzen herhangi bir cismin (yapraklar gibi) hareketi gözlemlenerek anlaşılabilir. Dairesel su dalgaları su üstünde yüzen cisimleri geçerken altlarındaki su moleküllerinin yukarı-aşağı hareketinden dolayı cisimler de yukarı ve aşağı salınır.



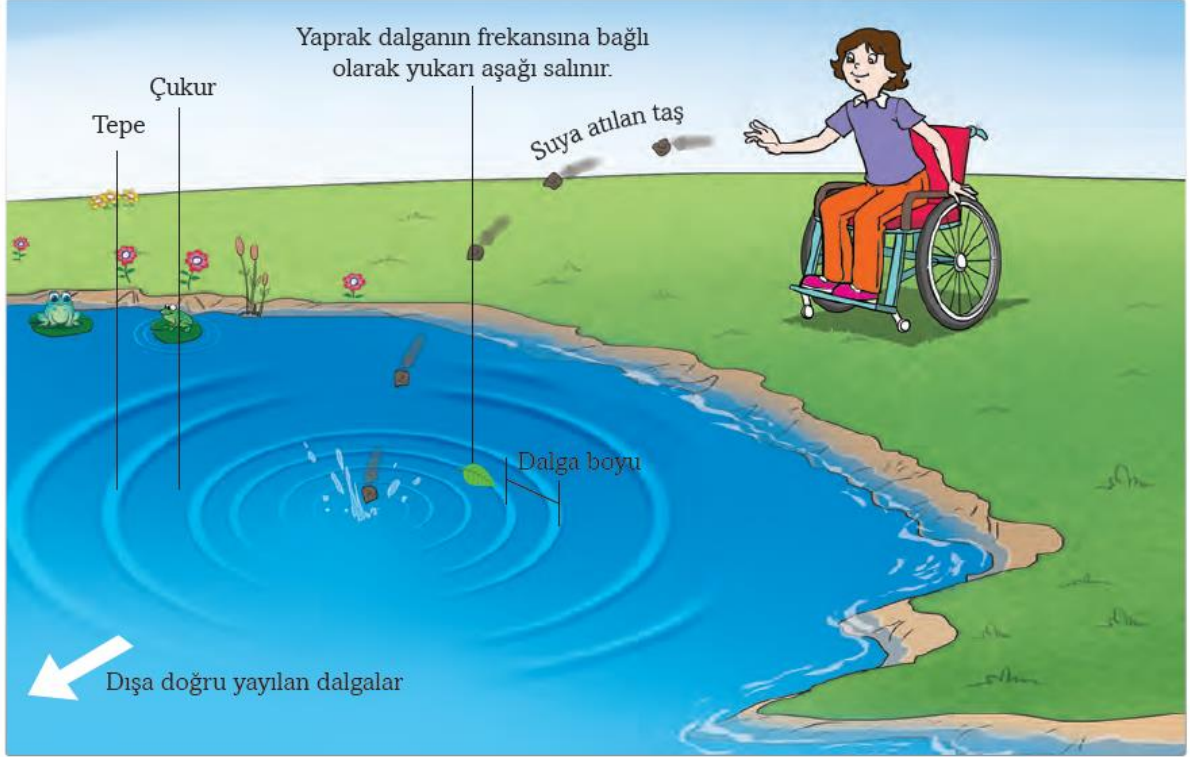
Görsel 3.6: Dalga yatay yayılırken su üzerinde bulunan cisimler (top gibi) yukarı-aşağı doğru salınırlar.

Bu durum, durgun sudaki dalgalanmalarda geçerliiyken dalga hareketinin çok karmaşık olduğu açık denizlerdeki dalgalar için geçerli değildir. Verilen örneklerden tüm dalga hareketlerinde ortak bir özelliğin olduğunu görebilirsiniz. Dalga

hareketi, enerjinin bir konumdan diğer konuma aktarılmasıdır. Dalgaların geçişiyle ortamlar genellikle kalıcı biçimde değişmez, geçişten sonra tekrar eski konumuna dönerler.

Dalga ve Enerji

Bir göldeki durgun suya çakıl taşı attığınızı düşününüz. Taş suya çarptığında su, titreşim hareketi yapar. Bunun sonucunda su yüzeyinde dışarı doğru bir dizi dalga meydana gelir. Suda meydana gelen titreşim hareketi taşın su içinden geçerken aktardığı enerjiden kaynaklanır.



Görsel 3.7: Dalgalar enerjiyi bir noktadan başka bir noktaya aktarır.

Kaptaki suya düşen damla hareket ettiği için kinetik enerjiye sahiptir. Kinetik enerjinin hareket enerjisi olduğunu biliyorsunuz. Yukarıdan bırakılan damla su yüzeyine çarptığında kinetik enerjisinin büyük kısmını yakındaki su moleküllerine aktarır. Böylece su molekülleri aldığı bu enerji ile titreşim hareketi yapmaya başlar. Titreşen su molekülleri enerjilerini komşu su moleküllerine aktarır ve bu aktarım devam eder, gider. Su molekülleri titreştikçe ve bu titreşim molekülden moleküle aktarıldıkça suyun yüzeyinde bir dalga oluşur. Böylece enerji bir yerden başka yere aktarılır. Dalgalar, içinden geçtiği ortamın moleküllerini titreştirirken ortamın molekülleri dalga enerjisi kendilerine ulaştığında titreşir.

Dalga ve Ortam

Her dalga bir ortamda yayılır. Deniz dalgaları için ortam su iken ses dalgaları için ortam genellikle havadır. Maddenin tüm hâlleri ortam olabilir. Yayılabilmesi için maddesel ortamın gerekli olduğu dalgalara mekanik dalgalar denir. Bütün dalgaların yayılabilmesi için maddesel bir ortama ihtiyaç yoktur. Örneğin ses mekanik bir dalga olduğu için boşlukta (vakum ortamda) yayılmazken ışık ve radyo dalgaları gibi bazı dalgalar boşlukta yayılabilir.

Mekanik bir dalganın yayılma sürati dalganın genliği veya frekansına değil yalnızca içinden geçtiği ortamın özelliklerine bağlıdır. Bu özelliklerden biri ortamın yoğunluğudur.

Ortamın yoğunluğu, ortamda oluşturulan dalganın süratini azaltacak etki gösterir. Çünkü yoğun ortamın eylemsizliği büyüktür. Bu nedenle dalga, daha yoğun ortamın taneciklerini hareket ettirmek için daha fazla enerji harcar (Görsel 3.10).



Görsel 3.10: Çeliğin yoğunluğu ($d_{\text{Çelik}} = 7,8 \text{ g/cm}^3$) bakırın yoğunluğundan ($d_{\text{Bakır}} = 8,9 \text{ g/cm}^3$) küçük, esnekliği ise büyüktür. Bu sebeple ses çelikte bakıra göre daha büyük bir süratle yayılır.

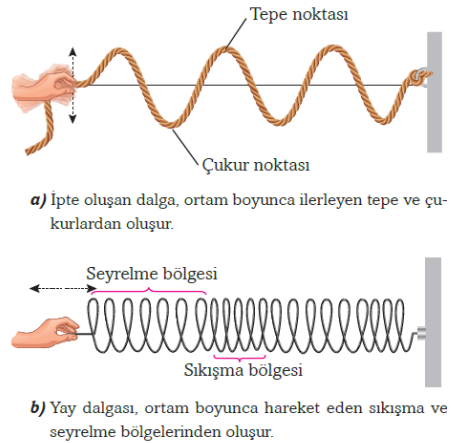
Dalganın süratini etkileyecek diğer bir özellik ise ortamın esnekliğidir. Esneklik, kuvvet etkisiyle ortamın şeklini değiştirmesini, kuvvet ortadan kalktığında tekrar eski şekline dönme kabiliyetini ifade eder. Dalgalar esnek ortamlarda daha süratli hareket eder. Çeliğin esnekliğinin bakırdakinden fazla olması sebebiyle ses çelikte bakırdakinden daha süratli yayılır.

Dalgaların Özellikleri

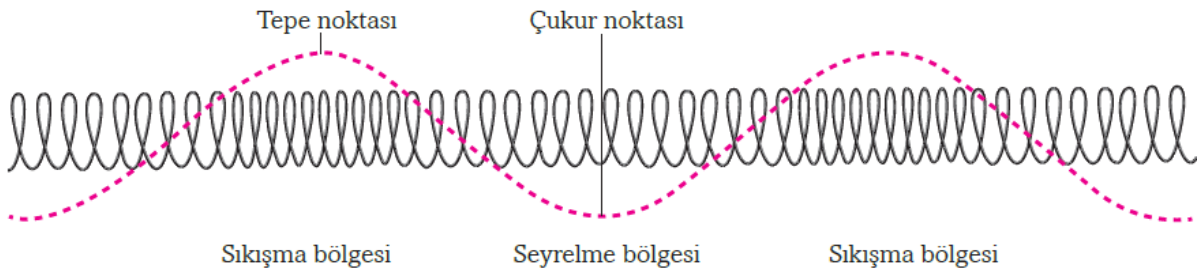
Ses, yay, su, deprem ve ışık dalgaları gibi birçok farklı dalga türü olduğunu biliyorsunuz. Tüm dalgalar genlik, dalga boyu, frekans, periyot gibi benzer temel özelliklere sahiptirler.

Tepe ve Çukur Noktaları

Bir ipin ucunu sallayarak bir dalga ürettiğinizi farz ediniz. Ürettiğiniz dalga, Görsel 3.11.a'da görüldüğü gibi tepe ve çukur adı verilen noktalara sahiptir. Bir dalganın en yüksek noktasına dalga tepesi, en alçak noktasına ise dalga çukuru adı verilir. Diğer taraftan sarmal bir yayı bir ucundaki birkaç halkayı sıkıştırıp bıraktığınızda ipten oluşan dalgalarındaki gibi tepe ve çukur noktalar oluşmaz. Bunun yerine Görsel 3.11.b'de görüldüğü gibi yayı oluşturan halkalarda sıkışma ve seyrelme biçiminde gözlenen dalga hareketi meydana gelir. Sıkışma, yay halkalarının birbirine yakın olduğu bölgedir. Bu bölgenin yanında seyrelme denilen ve yay halkalarının birbirinden ayrıldığı daha az yoğun olan bir bölge oluşur. Bu şekildeki dalgaların sıkışık bölgesine tepe noktası, seyrek bölgesine ise çukur noktası denilebilir. İpte oluşturduğunuz dalgadaki tepe ve çukur noktalar yayda oluşturduğunuz sıkışma ve seyrelme bölgelerine denk gelir (Görsel 3.12).



Görsel 3.11: Bir ortam boyunca hareket eden ve dalgayı oluşturan farklı özelliklere sahip iki dalga



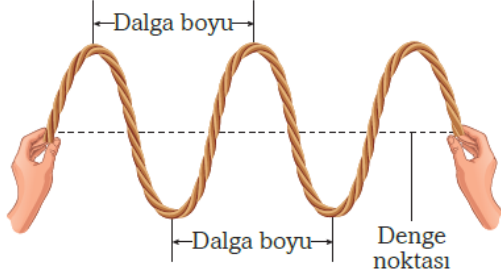
Görsel 3.12: Yaydaki sıkışma ve seyrekleşme bölgeleri tepe ve çukur noktalarına denk gelir.

Dalga Boyu

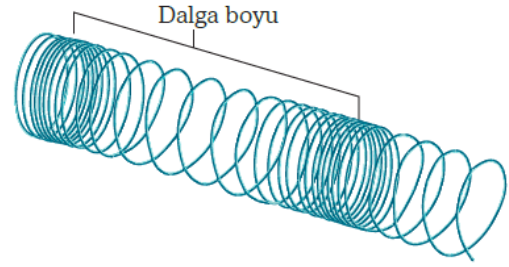
Her dalga, dalga boyu denen bir özelliğe sahiptir. Art arda gelen iki dalga tepesi veya iki dalga çukuru arasındaki mesafeye dalga boyu denir. Daha genel bir tanımlama yapılırsa dalga boyu, dalganın aynı özellikteki art arda gelen eşdeğer noktaları arasındaki uzaklıktır.

Görsel 3.13.a'ya bakarak bir ipte oluşturulan dalgadaki dalga boyu kavramını daha iyi anlayabilirsiniz.

Sarmal bir yayın bir ucundaki birkaç halkanın sıkıştırılıp bırakılmasıyla elde edilen yayda dalga boyu, Görsel 3.13.b'de gösterildiği gibi iki komşu sıkışma bölgesi veya iki komşu seyreleme bölgesi arasındaki mesafedir. Dalga boyu uzunluk olduğu için uzunluk birimleri aynı zamanda dalga boyu birimleridir.



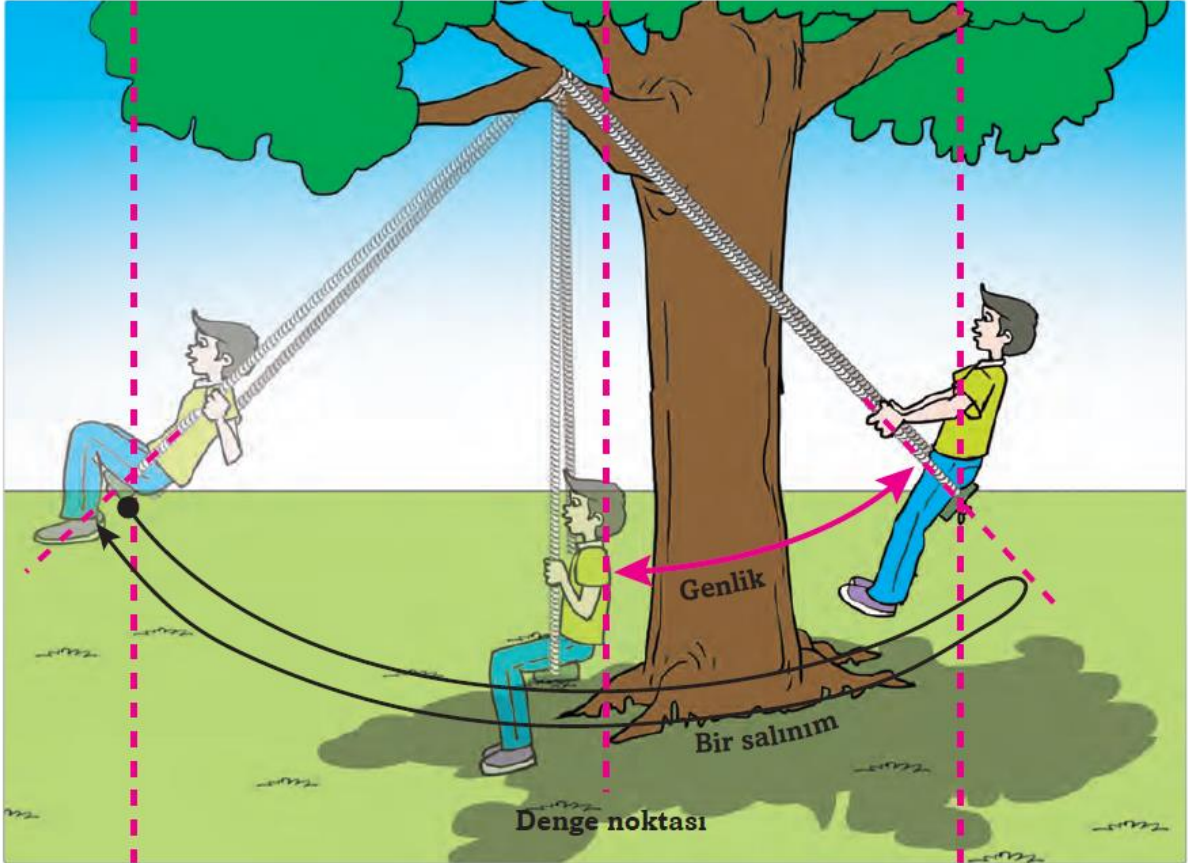
a) İpte oluşan bu dalgada art arda iki tepe ya da iki çukur arasındaki uzaklık dalga boyunu verir.



b) Sarmal yayda oluşturulan bu dalgada art arda gelen sıkışma veya seyreleme bölgeleri arasındaki mesafe dalga boyunu verir.

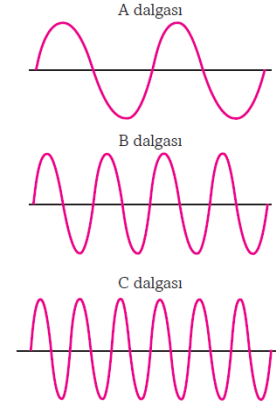
Görsel 3.13: Dalga boyu, bir dalganın herhangi bir noktasında başlar ve aynı özellik gösteren ardışık noktada biter.

Frekans ve Periyot



Görsel 3.14: Salıncağın salınım hareketi, bir gitar telinin titreşim hareketine benzer. Çocuğun 1 s'de, yaptığı salınım sayısı bu hareketin frekansıdır.

Görsel 3.14'te görüldüğü gibi salıncak önce bir yönde, sonra bu yönün zıttı yönünde hareket etmektedir. Salıncağın en tepe noktadan salınmaya başlayıp karşı tarafa gidip tekrar başladığı yere gelmesine bir salınım denir. İşte salıncağın bir saniyede yaptığı salınım sayısına frekans denir. Frekansı büyük olan salıncak daha hızlı salınır. Salıncağın denge noktasından itibaren bir yönde ulaşabildiği en büyük uzaklığa da genlik denir. Her titreşim bir dalga oluşturur. Dolayısıyla bir cismin titreşim sayısı artarsa oluşan dalga sayısı da o oranda artar. İpte oluşturduğunuz bir dalgada her saniyede bir noktadan geçen tepe veya çukurların sayısını sayarak bir dalganın frekansını bulabilirsiniz (Görsel 3.15). Benzer şekilde sarmal bir yayı sıkıştırıp bıraktığınızda oluşan dalgadaki frekans her saniyede bir noktadan geçen sıkışma veya seyrekleşme bölgelerinin sayısıdır. Frekans, hertz (Hz) cinsinden ifade edilir. Bu birim, dalgalar konusundaki çalışmalarından dolayı Alman fizikçi Heinrich Rudolf Hertz'i (Henrik Rudolf Hertz) onurlandırmak için verilmiştir.



Görsel 3.15: Frekans, bir noktadan belli bir zaman aralığında tam olarak kaç dalga boyunun geçtiğini ifade eden bir değerdir. Sizce yukarıdaki dalgalardan hangisinin frekansı en büyüktür?

Bir dalganın frekansı her zaman onu oluşturan kaynağın titreşim hızına eşittir. Yani kaynak titreştiği sayıda dalga oluşturur. Halatı 1 saniye içinde yukarı, aşağı ve tekrar yukarı hareket ettirirseniz oluşturduğunuz dalganın frekansı 1 Hz'dir. Halatı 1 saniyede beş kez yukarı, aşağı ve tekrar yukarı hareket ettirirseniz oluşan dalganın frekansı 5 Hz'dir. Frekans, dalgayı oluşturan kaynağa bağlıdır ve "f" ile gösterilir.

Yüksek frekanslar kilohertz (kHz) olarak ölçülür. Daha da yüksek frekanslar da megahertz (MHz) cinsinden ölçülür. 1 Hz'lik bir frekans, 1 saniyede 1 dalga boyunun geçtiğini anlatır. SI birim sisteminde 1 Hz, 1/s'ye eşittir.

Dalga Boyu Frekans ile İlgilidir

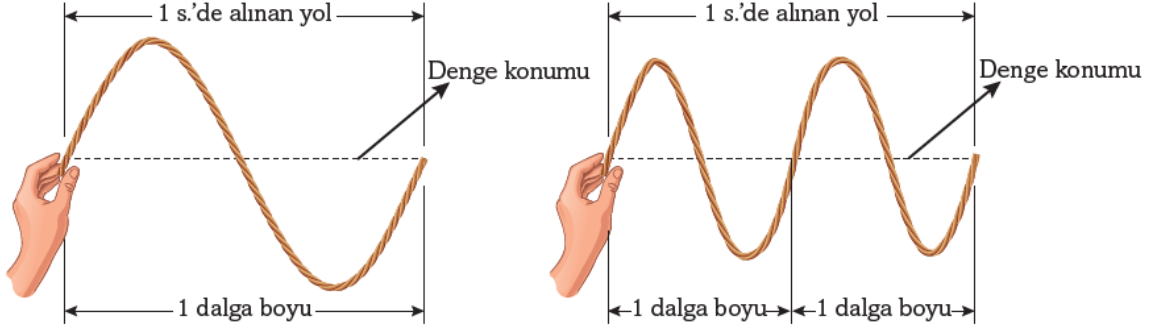
Bir dalga boyunun bir noktadan tam olarak geçmesi için geçen sürenin uzunluğuna periyot denir. Bir dalganın frekansı arttıkça periyodu azalır. Periyot "T" ile gösterilir ve birimi saniyedir (s).

Periyot ile frekans arasında ters orantı vardır. Bu ilişki aşağıdaki bağıntı ile ifade edilir.

$$T = \frac{1}{f} \text{ veya } T \cdot f = 1$$

Bir ip ile dalga oluşturduğunuzu düşününüz. İpi yukarı aşağı daha hızlı hareket ettirirseniz dalganın frekansını artırabilirsiniz. İpi daha hızlı yukarı aşağı hareket ettirmek dalga boyunu kısaltır. Bu ilişki her zaman doğrudur, frekans arttıkça dalga boyu azalır.

Görsel 3.16, iki farklı dalganın dalga boyları ve frekanslarını arasındaki ilişkiyi göstermektedir.

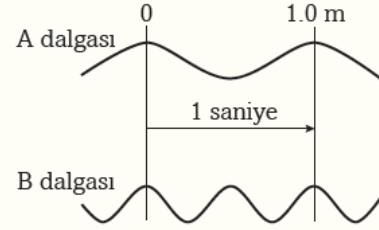


Görsel 3.16: Bir dalganın birim zamandaki dalga boyu azalırsa frekansı artar.

ÖRNEK PROBLEM

Yanda iki farklı dalga görülmektedir.

- a) A dalgasının dalga boyunu B dalgasının dalga boyu ile karşılaştırınız.
- b) A ve B dalgalarının frekanslarını karşılaştırınız. Hangi dalga-
nın frekansı daha büyüktür? Neden?



ÇÖZÜM

- a) Şekle baktığınızda A dalgasının dalga boyunun 1 m, B dalgasının dalga boyunun 0,5 m olduğu görülmektedir.
- b) Şekle bakıldığında 1 saniyede B'de daha fazla dalga oluşturduğu görülmektedir. Dolayısıyla B dalgasının frekansı daha büyüktür.

Dalga Hızı

Ses dalgaları genellikle katılarda sıvılardan, sıvılarda da gazlardan daha hızlı hareket eder. Çünkü genel olarak katılar sıvılardan, sıvılar da gazlardan daha yoğundur. Bunun anlamı, farklı maddelerdeki tanecik ya da moleküllerin farklı dizilmiş olmasıdır. Ses hızı aynı zamanda yayıldığı ortamın sıcaklığına da bağlıdır. Örneğin havada yayılmakta olan ses dalgalarının 15 °C'daki hızı 340 m/s iken 0 °C'daki hızı 332 m/s'dir.

Genel olarak mekanik dalgaların yayılma hızı geçtiği ortamın cinsine bağlıdır.

Dalga Hızı ile İlerleme Hızını Hesaplamak

v harfi ile gösterilen bir dalga hızını dalga boyu ile frekansını çarparak hesaplayabilirsiniz. Dalga boyu Yunan alfabesindeki lamda (λ), frekans ise f ile gösterilir.

Dalga Hızı Denklemi

$$\text{Hız (m/s)} = \text{frekans (Hz)} \cdot \text{dalga boyu (m)}$$

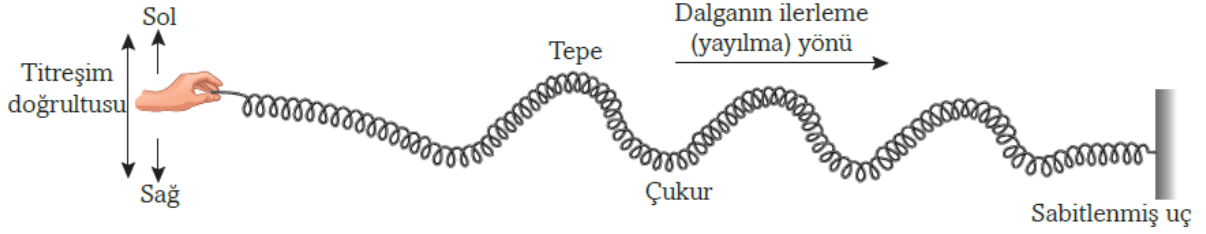
$$v = f \cdot \lambda$$

Enine ve Boyuna Dalga Nedir?

Mekanik dalgaların enine ve boyuna dalgalar olmak üzere iki türü vardır. İpte oluşturulan dalgalar, enine dalgalara örnek verilebilirken ses dalgaları ve bir yayı enine çekip bıraktığınızda oluşan dalgalar boyuna dalgalara örnek olarak verilebilir.

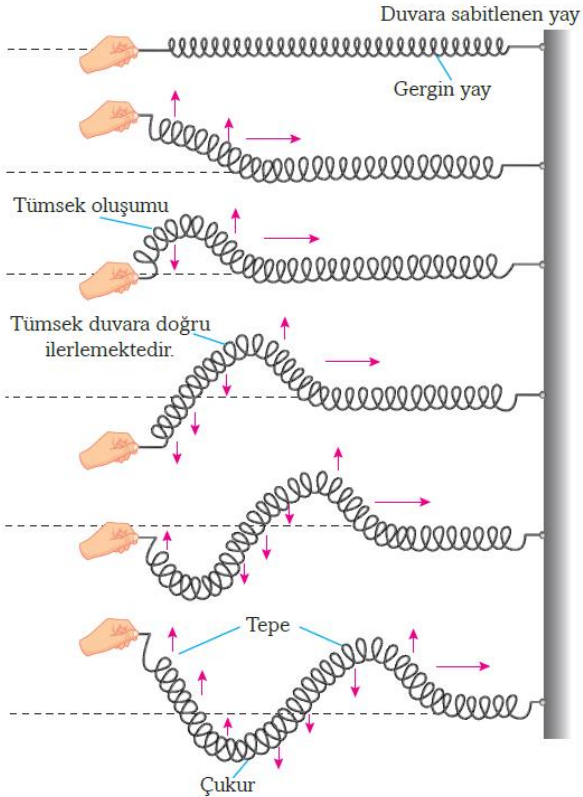
Enine Dalgalar

Titreşim doğrultusu yayılma doğrultusuna dik olan dalgalara enine dalgalar denir. Görsel 3.17, düz bir zemine yerleştirilmiş olan bir yayda üretilen enine dalganın yukarıdan görünüşünü temsil etmektedir.



Görsel 3.17: Yayda oluşturulan enine bir dalga

Görsel 3.18 gergin bir yayda enine dalgaların üretilme adımlarını göstermektedir.

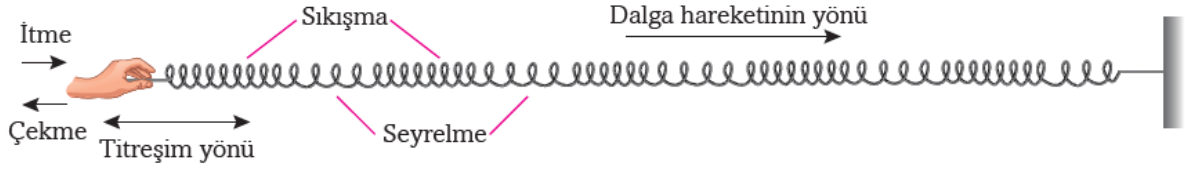


Görsel 3.18: Yatay bir zeminde sarmal yayla oluşturulan enine dalgaların üstten görünüşü

Düz ve pürüzsüz bir zeminde bir ucu duvara sabitlenmiş bir sarmal yayın diğer ucunu tutarak yayı sağa-sola hareket ettiriniz. Tümseklerin (tepe ve çukurlar) sizden duvara doğru hareket ettiğini göreceksiniz. **Görsel 3.18**'de görülen dikey oklar (↑↓) yay taneciklerinin hareketini temsil etmektedir. Yatay ok (→) ise dalganın hareket yönünü temsil etmektedir. Bu okların birbirleriyle dik açı yaptığını fark ettiniz mi? Bunun anlamı enine dalgalarda yayı oluşturan taneciklerin yer değiştirme yönü ile dalga hareketi arasında dik açı olmasıdır.

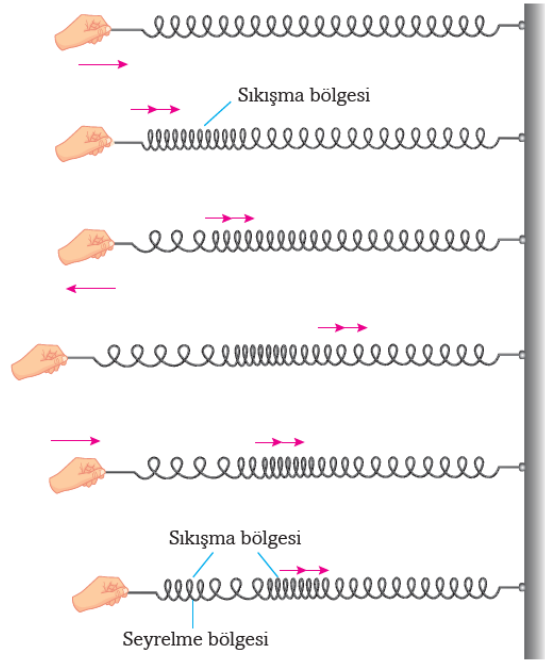
Boyuna Dalgalar

Titreşim doğrultusu yayılma doğrultusuna paralel olan bu dalgalara da boyuna dalgalar denir. Görsel 3.19, düz bir zemine yerleştirilmiş olan sarmal bir yayda üretilen bir boyuna dalganın yukarıdan görünüşünü göstermektedir.



Görsel 3.19: Yayda oluşturulan boyuna bir dalga.

Görsel 3.20, duvara sabitlenmiş sarmal bir yayda boyuna dalgaların nasıl üretildiğini göstermektedir. Görselde bir elin yay yönü ile paralel olacak şekilde yaya ileri-geri hareket yaptırarak boyuna bir dalga oluşturduğu görülmektedir. Elin hareketi sonucunda yayda sıkışma ve seyrelme bölgeleri oluşur ve bu bölgeler yay boyunca hareket eder. Sıkışma ve seyrelme bölgeleri yay üzerinde v hızıyla ilerleyen bir dizi dalgayı oluşturur. Yayın her bir parçası sadece dalganın yayılma yönünde ileriye ve geriye doğru kısa mesafelerde hareket eder. Boyuna bir dalga taneciklerin dalga cephesi yönünde ileri-geri hareket ettiği bir sıkışma (basınç) dalgasıdır. Görselde görülen çift oklar () yayda oluşan dalga hareketinin yönünü göstermektedir. Görselde görülen tek oklar ise (ve) titreşim yönünü temsil etmektedir. Okların aynı doğrultuda olduğunu fark ettiniz mi? Bunun anlamı boyuna dalgalarda, yayı oluşturan taneciklerin yer değiştirme yönü ile dalga hareketinin birbirine paralel olmasıdır.



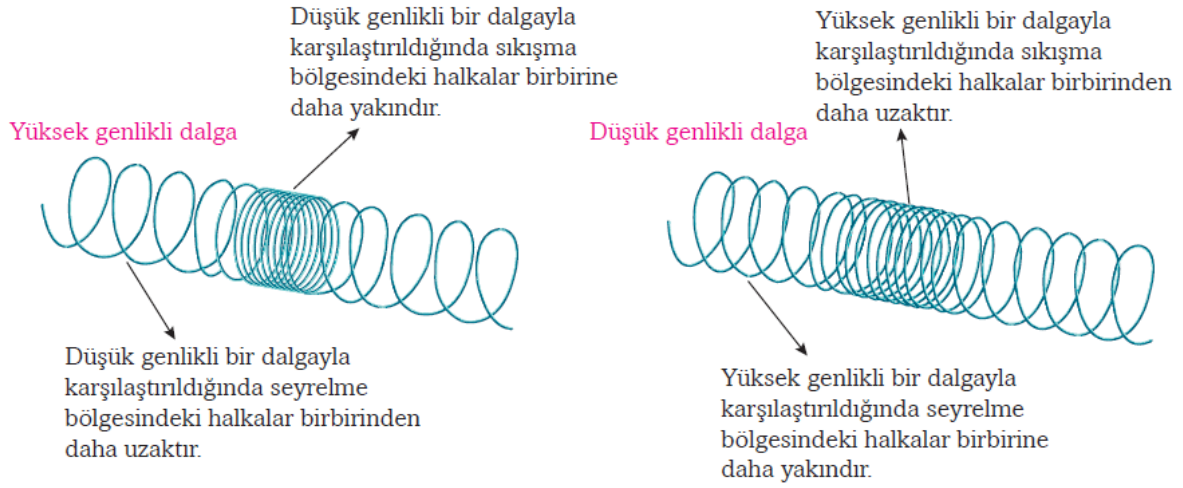
Görsel 3.20: Sarmal bir yayda oluşturulan boyuna dalgalar

Dalgaların Genliği ve Enerjisi

Bir dalganın genliği ne kadar büyükse taşıdığı enerji de o kadar büyüktür. Genlik, enine ve boyuna dalgalar için farklı ölçülür.

Boyuna Dalgaların Genliği

Boyuna dalgaların genliği, titreşim oluşturmak için ortamın ne kadar büyük bir kuvvetle itildiğine ya da çekildiğine bağlıdır. Ortama daha büyük kuvvet uygulanırsa oluşan dalganın genliği büyür. Dolayısıyla dalga o kadar çok enerji taşır. Örneğin sarmal yaydaki halkaları birbirlerine daha çok yaklaştırmak için daha fazla enerji harcanır. Sarmal yaydaki halkalar birbirine ne kadar yaklaştırılırsa seyrelme bölgesindeki halkaların arasındaki mesafede o kadar açılır. Yani seyrelme bölgesi daha uzun olan yay, daha fazla enerji taşır. Görsel 3.22, farklı genliklere sahip boyuna dalgaları göstermektedir.

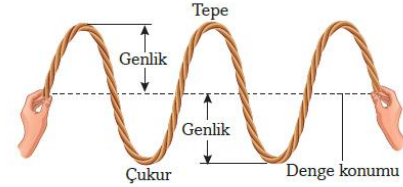


Görsel 3.22: Boyuna dalgaların genliği, sıkışma ve seyrelme bölgelerinin yoğunluğuna bağlıdır.

Enine Dalgaların Genliği

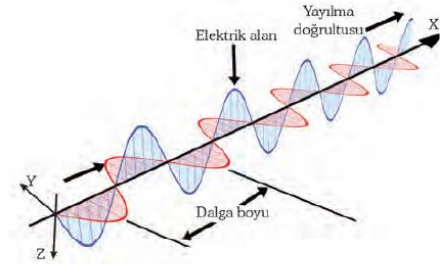
Bir dalganın taşıdığı enerji arttıkça dalganın genliği de artar. Yani denizdeki yüksek bir dalga, alçak dalgadan daha büyük enerjiye sahiptir. Başka bir örnek vermek gerekirse bir havuza küçük bir taş yerine, büyük taş atarsa nız meydana gelen dalga daha büyük olur. Bu durumda genlik artar.

Herhangi bir enine dalganın genliği, Görsel 3.24'te gösterildiği gibi denge noktasıyla denge noktasına en uzakta bulunan noktalar arasındaki mesafedir. Bir başka deyişle genlik, bir dalga tepesi ile dalga çukuru arasındaki mesafenin yarısıdır.



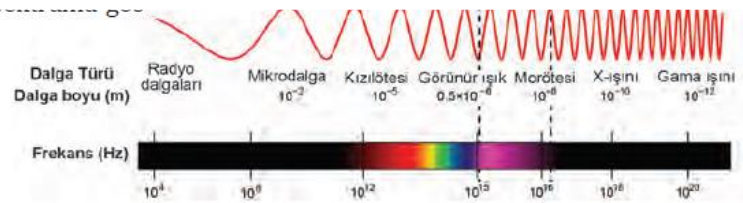
Görsel 3.24: Bir enine dalganın genliği, bir tepe veya bir çukur noktasının denge konumuna olan uzaklığıdır.

Su, ses, deprem ve yay dalgalarının yayılabilmesi için esnek bir ortam gerekir. Ses dalgalarını taşıyan esnek ortam hava iken su dalgalarını taşıyan esnek ortam sudur. Su, ses, deprem ve yay dalgaları gibi yayılmak için maddesel ortama ihtiyaç duyan dalgalara mekanik dalgalar denir. Ancak yayılması için maddesel ortamın gerekli olmadığı dalgalarda da mevcuttur. Bu dalgalara elektromanyetik dalgalar denir.



Görsel 3.25: Elektromanyetik dalga, birbirine dik elektrik ve manyetik alanlardan oluşur.

Elektromanyetik dalgaların enerjilerine göre sıralandığı çizelgeye elektromanyetik dalga spektrumu denir. Bu spektrum, en düşük enerjiden (en uzun dalga boyu) en yüksek enerjiye (en kısa dalga boyu) kadar elektromanyetik dalgaları göstermektedir. Bu elektromanyetik dalgalar sırasıyla radyo dalgaları, mikrodalgalar, kızılötesi ışınlar, görünür ışık, morötesi ışınlar, X-ışınları ve gama ışınlarıdır. Görsel 3.25 birbirine dik elektrik ve manyetik alanlardan ibaret olan elektromanyetik dalgaları, Görsel 3.26 ise elektromanyetik spektrumu göstermektedir.



Görsel 3.26: Elektromanyetik dalga spektrumu

Radyo Dalgaları

Radyo dalgaları, elektromanyetik spektrumda en büyük dalga boyuna sahip elektromanyetik dalgalardır. Bu dalgalar yıldızlar tarafından da üretilebileceği gibi ses ve görüntü taşımak amacıyla radyo ve TV dalga vericileri tarafından yapay yolla üretilebilir (**Görsel 3.27**).



Görsel 3.27: Radyo dalga vericisi

Mikrodalgalar

Mikrodalgalar, yıldızlar ve galaksiler tarafından doğal olarak üretilebileceği gibi yapay olarak da üretilebilmektedir. 1 metre ile 1 milimetre arasında değişen dalga boylarına sahiptir. Mikrodalga fırınlarında, cep telefonlarında, kablosuz internet erişiminde, bluetooth kulaklıklarında, radarlarda mikrodalga kullanılır (**Görsel 3.28**).



Görsel 3.28: Mikrodalga fırın ile çok hızlı yemek ısıtılabilir.

Kızılötesi Işıklar

Kızılötesi ışınlar, canlılar dahil, sıcak cisimler tarafından yayılır. Kızılötesi ışınlar günlük hayatta uzaktan sıcaklık ölçen termometreler, kısa mesafeli kablosuz iletişim, termal kameralar gibi birçok cihazda kullanılır (**Görsel 3.29**).



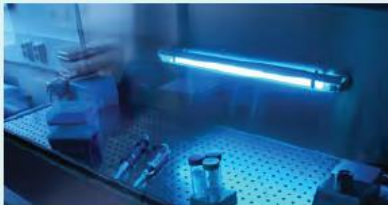
Görsel 3.29: Ateş ölçer termometre

Görünür Işık

Elektromanyetik spektrumun insan gözü tarafından algılanan kısmıdır. Yıldızlar, lambalar ve bazı kimyasal reaksiyonlar tarafından yayınlanır.

Morötesi (Ultraviyole) Işıklar

Morötesi ışınlar, güneş ve yıldızlar tarafından yayılır. Aşırı maruz kalındığında vücutta güneş yanıkları, cilt kanseri ve katarakt oluşabilir. Morötesi ışıklar mikrop öldürücüdür. Bu nedenle malzemelerin sterilizasyon işlemlerinde kullanılır (**Görsel 3.30**).



Görsel 3.30: Morötesi ışınla sterilizasyon işlemine tabi tutulan malzemeler

X-Işıkları

X-ışınları röntgen ışını olarak da bilinir. En bilinen kullanım alanı radyolojik görüntülemedir. Ayrıca havalimanlarında ve alışveriş merkezlerinde güvenlik amacıyla kullanılmaktadır. Aşırı maruz kalındığında vücut sağlığı için ciddi tehlikeler oluşturur (**Görsel 3.31**).



Görsel 3.31: X ışınları kullanılarak iç organlar görüntülenebilir.

Gama Işıkları

En yüksek enerjili dalgalar olarak bilinen gama ışınları en kısa dalga boylarına sahiptir. Gama ışınları nükleer reaksiyonla üretilebilirler. Bu ışınlar maruz kalmak canlıların sağlığı açısından son derece tehlikelidir. Kontrollü olarak tıbbi tedavi amaçlı kullanılmaktadır (**Görsel 3.32**).



Görsel 3.32: Nükleer patlamalarda etrafa kontrolsüz bir şekilde gama ışını yayınlanır.