

3. ÜNİTE: DALGALAR

3.1. DALGALAR

Esnek bir ortamda oluşturulan şekil değişikliğine **dalga**, bu değişikliğin ortamın tanecikleri aracılığı ile bir noktadan başka bir noktaya iletilmesine **dalga hareketi** denir. Dalga hareketinde yayılan, tanecikten taneciğe aktarılan enerjidir. Esnek ortamlarda şekil değişikliğini oluşturan kaynaklara **dalga kaynağı** denir. Bir noktadan sabitlenmiş cismin, farklı iki nokta arasında gidip gelmesine **titreşim hareketi** denir. Titreşim hareketi yapan pek çok cisim, dalga kaynağı olarak davranır.

Dalğanın bir periyotluk sürede aldığı yola **dalga boyu (λ)** denir. Dalga hareketinde ardışık iki tepe veya ardışık iki çukur noktası gibi aynı özellikteki ardışık iki nokta arasındaki uzaklık dalga boyuna eşittir.

Dalga üzerindeki bir noktanın, herhangi bir andaki denge konumuna olan dik uzaklığına **uzanım** denir. Dalga üzerindeki bir noktanın, denge konumuna olan maksimum uzaklığına **genlik (A)** denir. Genlik, uzanımın en büyük değeridir. Bir dalğanın genliğini, taşıdığı enerji miktarı belirler. Aynı ortamda yayılan ve dalga boyu eşit dalgalardan genliği büyük olanın taşıdığı enerji daha fazladır.

Dalğanın birim zamandaki yer değiştirmesine ilerleme hızı (v) denir. Buna göre dalğanın ilerleme hızı

$$v = \frac{\lambda}{T} = \lambda \cdot f \text{ ile bulunur. Aynı ortamdaki dalgaların ilerleme hızlarının büyüklükleri birbirine eşittir.}$$

Titreşim ile ilerleme doğrultusu birbirine dik olan dalgalara **enine dalga**, titreşim ile ilerleme doğrultusu birbirine paralel olan dalgalara **boyuna dalga** denir. İlerlemek için maddesel ortama ihtiyaç duyan dalgalara **mekanik dalgalar** denir. İlerlemek için maddesel ortam zorunluluğu olmayan ve boşlukta da ilerleyebilen dalgalara **elektromanyetik dalgalar** denir.

Dalgalar, titreşim doğrultusu ve taşıdığı enerjiye göre iki şekilde sınıflandırılır. Titreşim doğrultusuna göre enine dalgalar (deprem, yay, elektromanyetik), boyuna dalgalar (deprem, yay, su) ve aynı anda hem enine hem boyuna dalgalar (deprem, su) diye üç sınıfa ayrılır. Taşıdığı enerjiye göre mekanik dalgalar (deprem, yay, su, ses) ve elektromanyetik dalgalar (radyo dalgası, mikrodalga, kızılötesi ışınlar, görünür ışık, morötesi ışınlar, X-ışınları, gama ışınları) diye iki sınıfa ayrılır.

Herhangi bir yönde ilerleyen dalğanın ön kısmındaki tanecikler denge konumundan uzaklaşırken arka kısmındaki tanecikler denge konumuna doğru yaklaşır. Dalgalar; ilerleme doğrultularına göre yay dalgası gibi bir, su dalgası gibi iki, ses dalgası ve elektromanyetik dalgalar gibi üç boyutta yayılabilir.

3.2. YAY DALGASI

Yatay duran gergin bir yay üzerinde yukarı doğru yapılan bir darbe ile yay üzerinde ilerleyen tek bir sarsıntı gözlemlenir. Bu sarsıntıya **atma** denir. Bir yayın ucu, yukarıya doğru titreştirilirse **baş yukarı atma**; aşağıya doğru titreştirilirse **baş aşağı atma** oluşur. Atmanın başlangıç ve bitiş noktası arasındaki uzaklığa **genişlik** denir. Bir dalga kaynağı, eşit zaman aralıklarında art arda atmalar üretiyorsa sürekli bir dalga hareketi oluşur; oluşan bu dalgalara **periyodik dalga** denir.

Bir yayın birim uzunluğunun kütlesine **boyca yoğunluk** denir ve μ (mü) sembolü ile gösterilir. Kütlesi m , uzunluğu ℓ olan yayın boyca yoğunluğu

$$\mu = \frac{m}{\ell} \text{ ile bulunur.}$$

Boyca yoğunluğu büyük olan yaylara **ağır** ya da **kalin yay**, boyca yoğunluğu küçük olan yaylara **ince** ya da **hafif yay** denir. Bir yayın gerginliği arttırıldığında atmaların ilerleme hızı da artar. Aynı gerginlikteki

ağır yayda ilerleyen atmanın hızı ve hafif yayda ilerleyen atmanın hızından daha büyük olur. Atmanın ilerleme hızının büyüklüğü

$$\mathcal{G} = \frac{F}{\mu} \text{ ile bulunur.}$$

Yayda ilerleyen atmanın bir engele çarpıp geri dönmesine **yansıma** denir. Engele çarpıp geri dönen atmaya da **yansıyan atma** adı verilir. Sabit uca baş yukarı gelen atma baş aşağı, baş aşağı gelen atma baş yukarı yansır. Serbest uca baş yukarı gelen atma baş yukarı, baş aşağı gelen atma baş aşağı yansır.

Birbirine eklenerek gerilmiş kalınlıkları farklı iki yaydan birinde oluşturulan atma, ek yerine ulaştıktan sonra iki ayrı atmaya dönüşür. Ek yerinden geri dönene **yansıyan atma**, ikinci yaya geçen **iletilen atma**dır. Yayların ek yeri, ortam farklılıkları sebebiyle serbest veya sabit uç gibi davranır.

Birbirine eklenerek gerilmiş biri hafif, diğeri ağır iki yaydan hafif yayda oluşturulan baş yukarı atma ağır yaya ulaştığında yayların ek noktası, sabit uç gibi davranır. Gelen atmanın bir kısmı baş aşağı olarak geri yansır. Gelen atma, enerjisinin kalan kısmını ağır yaya aktararak baş yukarı ilerleyen atmaya oluşturur. İletilen atma, gelen atma ile her zaman aynı yönlüdür. Gelen ve yansıyan atmaların hız büyüklükleri aynıdır. İletilen atma, ağır yaya geçtiği için daha yavaştır. Gelen atmanın enerjisi en büyük olduğundan genliği de en büyüktür. Yansıyan ve iletilen atmaların genlikleri hakkında kesin bir kıyaslama yapılamaz.

Birbirine eklenerek gerilmiş biri ağır, diğeri hafif iki yaydan ağır yayda oluşturulan baş yukarı atma hafif yaya ulaştığında yayların ek noktası, serbest uç gibi davranır. Gelen atmanın bir kısmı baş yukarı olarak geri yansır. Gelen atma, enerjisinin kalan kısmını hafif yaya aktararak baş yukarı ilerleyen atmaya oluşturur. İletilen atma, gelen atma ile her zaman aynı yönlüdür. Gelen ve yansıyan atmaların hızları aynıdır. İletilen atma, hafif yaya geçtiği için hızlanır. Gelen atmanın enerjisi yansıyan atmadan büyük ve atmalar aynı ortamda olduklarından gelen atmanın genliği yansıyan atmanın genliğinden büyüktür. Aynı büyüklükteki enerjisi, hafif ortamda daha büyük genlik oluşturabilir. Bu nedenle gelen ve iletilen atmaların genlikleri, hakkında kesin bir kıyaslama yapılamaz.

Bir ortamlarda oluşturulan atmalar karşılaştığında birbirini geçene kadar şekil değişikliği olur. Atmalar birbirini geçene kadar herhangi bir andaki anlık atmaya **bileşke atma** denir. Oluşan bu olaya ise **girişim** denir. Aynı anda iki ya da daha fazla atmanın etkisi altında kalan bir nokta, bu atmaların bireysel yer değiştirmelerinin vektörel toplamına eşit miktarda yer değiştirir. Birbiri içinden geçen atmalar, özellikleri değişmeden hareketlerine devam eder.

Birbirine doğru ilerlemekte olan eşit genlikli ve genişlikli baş yukarı ve baş aşağı iki atma karşılaşp tam üst üste geldiğinde birbirini sönümler ve yay bir anlık düz görünür. Birbiri içinden geçen atmalar, özellikleri değişmeden hareketlerine devam eder.

3.3. SU DALGALARI

Su dalgalarının özellikleri tabanı ve kenarları camdan yapılmış, içi su dolu **dalga leğeni** adı verilen kapta incelenir. Su dalgaları, doğrusal ve dairesel olmak üzere iki çeşittir. Su dalgalarındaki denge konumundan yüksek yerlere **dalga tepesi**, alçak yerlere ise **dalga çukuru** adı verilir. Dalgalarının ilerleme yönü, tepe ve çukur çizgilerine her zaman diktir.

Doğrusal engele paralel gelen doğrusal dalgalar, bu engele paralel yansır. Engelle açı yapacak şekilde gönderilen doğrusal dalgalar yüzey normaline simetrik şekilde yansır. Gelen dalganın ilerleme doğrultusunun engel normali ile yaptığı açıya **gelme açısı**, yansıyan dalganın ilerleme doğrultusunun normale yaptığı açıya **yansıma açısı** denir. Gelme ve yansıma açıları eşittir. Gelen ve yansıyan dalgalar ile yüzeyin normali aynı düzlem üzerindedir. Bu kurallar, Yansıma Kanunlarını oluşturur.

Dairesel su dalgaları doğrusal engele çarparsa, noktasal kaynağın engele göre simetriğindeki kaynaktan geliyormuş gibi yansır.

Parabolik çukur engele gönderilen doğrusal dalgaların, engelden yansdıktan sonra toplandıkları noktaya **odak noktası (F)** denir. Odak noktası engel ile çemberin merkez noktasının tam ortasındadır. Parabolik tümsek engele gönderilen doğrusal dalgalar, engelin arkasındaki bir noktadan geliyormuş gibi yansır. Bu noktaya parabolik tümsek engelin odak noktası denir.

Parabolik çukur engelin odağında oluşturulan dairesel dalgalar, bu engelden doğrusal dalgalar şeklinde yansır. Parabolik çukur engelin merkezinde oluşturulan dairesel dalgalar ise engele çarptıktan sonra geri dönerek merkezde toplanır ve tekrar dairesel olarak yayılır.

Su dalgaları, sıg ortamlarda yavaş, derin ortamlarda hızlı yayılır.

Stroboskop, merkezinden geçen eksen etrafında döndürülebilen ve üzerinde eşit aralıklarla açılmış yarıklar bulunan dairesel bir levhadır. Stroboskop sayesinde su dalgalarının frekansı belirlenir.

Su dalgaları, derinlikleri farklı ortamların ayırıcı yüzeyine paralel gelirse doğrultularını değiştirmeden diğer ortama geçer. Derinlikleri farklı ortamların ayırma yüzeyine yüzeye açı yapacak şekilde gönderilen doğrusal dalgaların, bir ortamdan diğerine geçerken doğrultu değiştirmesine **su dalgalarında kırılma** denir. Gelen dalgaların ilerleme doğrultusunun, ayırma yüzeyinin normali ile yaptığı açıya **gelme açısı**; kırılan dalga'nın ilerleme doğrultusunun, ayırma yüzeyinin normali ile yaptığı açıya da **kırılma açısı** denir. Derin ortamdan sıg ortama geçen dalgaların ilerleme doğrultusu normale yaklaşır. Sıg ortamdan derin ortama geçen dalgaların ilerleme doğrultusu normalden uzaklaşır.

3.4. SES DALGASI

Titreşen cisimler, etraflarındaki havayı titreştirerek **ses dalgası** oluşur. Bu dalgalar, üç boyutta yayılan boyuna dalgalardır. Ses dalgaları mekanik dalga olduğu için boşlukta yayılmaz. Aynı ortamda çıkarılan bütün sesler eşit hızla ilerler. Ortamın sıcaklığı artarsa, sesin hızı artar. Ses dalgalarının farklı ortamlardaki ilerleme hızlarının büyüklük ilişkisi

$\mathcal{V}_{katı} > \mathcal{V}_{sıvı} > \mathcal{V}_{gaz}$ şeklindedir.

Ses dalgalarının yüksekliğini, frekansı belirler. Sağlıklı insan kulağı 20 Hz ile 20 000 Hz aralığındaki seslere duyarlıdır. Bu aralıktaki frekansa sahip ses dalgalarına **işitilebilir ses dalgaları** denir. 20 Hz'in altındaki ses dalgalarına **ses altı (infrasonik) dalgalar**, 20 000 Hz'in üzerindeki ses dalgalarına **ses üstü (ultrasonik) dalgalar** denir. Bazı hayvanların ses altı ve ses üstü dalgaları duydukları bilinmektedir

Ortamlardaki yüksek frekanslı titreşimler **ince ses**, düşük frekanslı titreşimler **kalın ses** oluşturur. Titreşerek ses çıkaran kaynaklarda, verilen enerji miktarı değiştirilmeden madde miktarı arttırılırsa oluşan sesin frekansı azalır ve ses kalınlaşır. Verilen enerji miktarı değiştirilmeden madde miktarı azaltılırsa oluşan sesin frekansı artar ve ses incelir.

Sesin şiddeti, ses dalgalarının taşıdığı enerjinin ölçüsüdür. İnsan kulağının duyabileceği en düşük şiddetteki sese **işitme eşiği** denir. İşitilen fakat rahatsız olunmaya başlanan ses şiddetine **acı eşiği** denir. İnsanlar için 0 dB şiddete sahip ses işitme eşiği, 120 dB şiddete sahip ses acı eşiği kabul edilir. Bir kaynaktan çıkıp yayılırken şiddeti giderek azalan ses, kaynaktan uzaklaştıkça daha az duyulur.

Sesleri birbirinden ayırt etmeye yarayan özelliğe **tını** denir.

Her sistemin kütle ve esneklik gibi kendine özgü özelliklerine bağlı olarak sahip olduğu bir titreşim frekansı vardır. Bu frekansa **doğal frekans** denir. Belirli bir frekansta titreşen bir sistemin aynı frekanstaki bir dış titreşimin etkisinde kalarak daha yüksek genlikle titreşmesi olayına **rezonans** denir. Çelikten yapılan ve titreştirildiğinde belli frekansta sesler çıkarabilen U şeklindeki alete **diyapazon** denir. Yan yana yerleştirilmiş özdeş iki diyapazondan biri titreştirildiğinde diğeri rezonansa girer ve aynı frekansta ses vermeye başlar.

Yansıyan ses dalgalarının duyulmasına **yankı** denir. İnsan kulağı 0,1 saniye ya da daha büyük aralıklarla gelen iki sesi birbirinden ayırabilir. Kapalı ortamlardaki yankı, bazen seslerin net duyulmasına engel olur. Yankıyı engellemek için duvarlar, ses yalıtım malzemeleri ile kaplanır.

Yüksek frekanslı titreşim sonucunda açığa çıkan düşük şiddetli sesler vızıltı şeklinde duyulur. Bir arının kanatlarının yüksek frekansta titreşmesi sonucu vızıltı oluşur. Arı kovanından gelen ses gibi boğuk ve anlaşılmaz seslere ise **uğultu** denir. Aralarında uyum bulunmayan, rahatsız edici ve düzensiz seslerin bütününe **gürültü** denir. Ses üreten kaynağın, ürettiği ses dalgasından daha hızlı hareket etmesiyle oluşan dalgalara **şok dalgası** denir.

İnsanların işitme sağlığını ve algılama gücünü olumsuz yönde etkileyen, psikolojik ve fiziksel dengesini bozan, iş verimini düşüren, çevrenin doğallığını bozan etkiye ses kirliliği denir.

3.5. DEPREM DALGASI

Yer kabuğunun kırılması sırasında enerjinin titreşim hareketiyle, yer kabuğunda yayılmasına **deprem dalgası** denir. Bu dalgaların geçtikleri ortamları sarsma olayına da **deprem** denir. Yer kabuğunda deprem esnasında oluşan kırıklara ise **fay** denir. Depremler sadece kırılmalar sonucunda değil, volkanik patlamalar ve yer altındaki boşlukların çökmesi sonucunda da oluşabilir.

Depremin gerçekleştiği yerin altındaki noktaya **deprem odağı** adı verilir. Depremin odağına en yakın olan ve sarsıntıyı en fazla hisseden yeryüzü bölgesi ise **merkez** üssü denir.

Deprem ile ilgilenen bilim dalına **sismoloji**, deprem bilimcilere **sismolog**; yer sarsıntılarının büyüklüğünü, süresini, merkezini ve zamanını tespit etmekte kullanılan araçlara da **sismograf** denir.

Bir depremin boyutu iki yolla ölçülmektedir. Bunlardan biri depremin şiddeti, diğeri ise büyüklüğüdür. Bir depremin büyüklüğü, deprem sırasında açığa çıkan enerjinin ölçüsüdür. **Richter ölçeği** adı verilen bir ölçeğe göre hesaplanır. Depremin şiddeti ise depremin yeryüzünde oluşturduğu hasarın ölçüsüdür. Deprem nedeniyle oluşan hasara bakılarak uzmanlar tarafından hazırlanmış deprem şiddet cetvelleri ile değerlendirilir.

Okyanus diplerinde oluşan deprem sonucunda açığa çıkan enerjinin etkisiyle ulaşan çok büyük genliğe sahip dev dalgalara **tsunami** denir.

Günümüzde fay hatları belirlenebilmekte ve bölgelerin deprem haritaları çıkarılabilmektedir. Bu haritalara bakılarak yerleşim yerleri doğru belirlenmeli, planlı yapılaşma sağlanmalı ve olası bir depreme dayanabilecek binalar yapılmalıdır. Ayrıca binalardaki eşyalar sabitlenmeli, ilk yardım eğitimleri verilmeli, deprem tatbikatları yapılmalı ve deprem çantaları hazırlanmalıdır. Bu sayede depremin zararlı etkileri en aza indirilebilir.