

## 9. SINIF FİZİK DERS NOTLARI

### 1. ÜNİTE : FİZİK BİLİMİNE GİRİŞ

#### Fizik Biliminin Evrendeki Rolü

Madde enerji etkileşimini inceleyen, doğa olaylarını araştıran bilim dalına **fizik** denir. Doğadaki olayları incelerken deney sonuçları ile güçlendirip mantıklı bir şekilde açıklar.

İnsanlar, yaşantıları sırasında çevrelerinde olup biten olayları anlamaya, bilmediklerini öğrenmeye çalışmışlardır. Bu istek, bilimin doğmasına neden olmuştur. Bilim, bir olayı ya da evrenin bir kısmını konu alarak araştırma yapan, deney ve gözlemlerle sonuç çıkarmaya çalışan düzenli bilgiler topluluğudur.

Fizik ise maddeyi, enerjiyi ve madde ile enerji arasındaki ilişkiyi inceleyen bilim dalıdır. Eski Yunancada “doğa” anlamına gelen “physic” aynı zamanda en temel doğa bilimi olarak adlandırılır.

Evrenin yapısını ve gelişimini inceleyen bilim dalıdır. Evrenbiliminde, fizik ve gökbilimi (astronominin) bilgilerinden yararlanılmaktadır.

Fizikteki gelişmeler evreni anlamamızda büyük rol oynamaktadır. Teknolojik imkanlar arttıkça evren hakkındaki bilgilerimizde artmaktadır. Doğayı, evreni anlamak ve insanlığın yararına çalışmalar yapabilmek için fizik öğrenmeliyiz.

#### Fiziğin Uygulama Alanları

Fizik biliminin uygulama alanları oldukça geniştir. Elektrikli aletler, telefonlar, internet, röntgen, tomografi, radar vb. birçok imkan veya alet fiziğin uygulama alanlarının bir ürünüdür. Fizik biliminde elde edilen bilgiler ve buluşlar arttıkça bu bilgiler alt dallara ayrılmıştır. Bunlar;

**Mekanik:** Kuvvet, hareket ve enerji ilişkisini inceler. Işık hızından çok daha küçük hızlardaki cisimlerin hareketini inceler.

**Elektrik:** Elektrik yükünü, elektrik akımını, yükün hareketsiz durumunu, potansiyelini, elektrik alan ve elektrik kuvveti inceler.

**Manyetizma:** Miknatis, manyetik alan, manyetik kuvvet ve bunların etkileşimini araştırır ve bunların elektrik sistemlerindeki etkilerini araştırır.

**NOT:** Elektrik ve manyetizma alt dalları, elektromanyetizma olarak da bilinir.

**Elektromanyetizma:** Sabit veya hareket halindeki elektrik yüklerinin manyetik ve elektrik alanlarla etkileşimi.

**Optik:** Işığın yapısını ve ışık olaylarını inceler. Işığın yapısı, ışıktaki kırılma, yansıma, kırınım ve girişim olayları, mercek, dürbün, mikroskop ve teleskop gibi araçların yapımı.

**Termodinamik:** Isı enerjisini, madde içinde yayılmasını inceler. Isı ve sıcaklık olaylarını ve ısının maddeyle etkileşimini inceler. Enerji, enerji değişimleri, enerji aktarımları, enerji dönüşümleri, ısı, sıcaklık, genleşme ve bunlar arasındaki ilişkiler.

**Atom fiziği:** Atomun molekül yapısını ve etkileşimini, atom altı parçacıkları inceler. Atomların etkileşimleri, atomun, moleküllerin yapısı, enerji düzeyleri, dalga fonksiyonlar ve elektromanyetik geçişler.

**Nükleer fizik:** Atom çekirdeğinin yapısını, kararsız çekirdeklerin nasıl ışınla yaptığını, Atom çekirdeği ve radyoaktif elementleri inceler. Çekirdekte bulunan proton ve nötronların etkileşimleri, nötron ve protonları bir arada tutan nükleer kuvvetler, çekirdeğin saldırdığı ışınlar ve bunların etkileri.

**Katıhal fiziği:** Yoğun haldeki maddelerin, elektriksel, manyetik, esneklik özelliklerini ve özellikle kristal yapılarını inceler.

**Yüksek enerji ve plazma fiziği:** Yüksek enerjili parçacıkların etkileşimini ve maddenin plazma durumunu inceleyen modern fizik dalıdır. Maddenin temel yapısı ve temel yapı taşlarının birbirleriyle etkileşimini inceler.

#### Fiziksel Niceliklerin Sınıflandırılması

Ülkeler arası ilişkiler ve ticaret arttıkça ölçü birimlerinde birlik ve bir standart sağlamak zorunlu hâle gelmiş ve Uluslararası Birim Sistemi (SI) oluşturulmuştur. Bilimsel çalışmalarda ölçümler çok hassas yapılır. Bu nedenle de ölçmenin bilimdeki yeri çok önemlidir.

#### Temel ve Türetilmiş Büyüklükler

**Temel büyüklükler:** Kendisinden başka hiçbir niceliğin ölçülmesine gerek olmadan ifade edilen büyüklüklere **temel büyüklük** denir.

**Türetilmiş büyüklükler:** Nicel gözlem sonucu, birden fazla temel büyüklük kullanılarak ifade edilen büyüklüğe **türetilmiş büyüklük** denir.

Aşağıdaki tabloda daha ayrıntılı olarak ayrılmış adları ve birimleri ile belirtilmiştir.

## 1. Temel Büyüklükler

Tek başına bir anlam ifade eden büyüklüklerdir.

Adı	Birimi
Uzunluk	Metre (m)
Kütle	Kilogram (kg)
Zaman	Saniye (s)
Akım Şiddeti	Amper (A)
Sıcaklık	Kelvin (K)
Madde Miktarı	mol (n)
Işık Şiddeti	Candela (cd)

## 2. Türetilmiş Büyüklükler

Başka büyüklükler yardımıyla ifade edilebilen büyüklüklerdir. Bazıları şunlardır:

Adı	Birimi
Enerji	Joule (J)
Kuvvet	Newton (N)
Isı	Kalori (cal)
Hacim	Litre (L)
Direnç	Ohm ( $\Omega$ )
Hız	Metre/saniye (m/s)
Basınç	Paskal (pa)

### Skaler ve Vektörel Büyüklükler

Fizik bilimi, herhangi bir büyüklüğü **skaler** ve **vektörel** olmak üzere iki şekilde sınıflandırır.

**Skaler Büyüklük:** Belirtirken yön gerektirmeyen, yalnızca bir sayı ve birimle belirtilebilen büyüklüklere **skaler büyüklük** denir.

**Vektörel Büyüklük:** sayı ve birimin yanında bir de yöne sahip olan büyüklüklere **vektörel büyüklükler** denir.

Skaler	Vektörel
Uzunluk	Yer değiştirme
Kütle	Hız
Zaman	İvme
Sıcaklık	Kuvvet
Akım şiddeti	Elektriksel alan
Işık şiddeti	Manyetik alan
Sürat	
Yüzey alanı	
Hacim	

### Bilim Araştırma Merkezleri

Ülkemizde'ki Bilim Araştırma Merkezleri; TÜBİTAK, TAEK ve ASELSAN, Dünyada'ki Bilim Araştırma Merkezleri ise NASA, ESA ve CERN'dir

### TÜBİTAK

Tübitak, Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu adıyla 1963 tarihinde kurulmuştur. Kurumun genel yapısı ve işlevleri şu şekildedir;

- Ülkenin ve toplumun sürekli gelişimini sağlamak, ülkede bulunan insanların yaşam kalitesinin artırılmasına yardımcı olmak,
- Arge çalışmalarına destek vermek ve Arge alanında çalışmalar yaparak ürün kalitesini artırmak,
- Akademik faaliyetlerle birlikte bilim insanlarına destek vermek,
- Bilim, Arge ve teknoloji alanında çalışmalar yaparak, ülkedeki gelişim politikalarına katkıda bulunmak,
- Proje sahibi kurumlara, üniversitelere ve sanayi üretim merkezlerine projeleri ile ilgili destek vermek, fon sağlamaktır.

### **TAEK**

Taek, 1956 yılında Türkiye Atom Enerjisi Kurumu adıyla kurulmuştur. İnsan sağlığı ve enerji alanında pek çok çalışmaya ve projeye katkıda bulunmaktadır. Türkiye Atom Enerjisi Kurumunun görevleri;

- Radyoaktif madde ve nükleer maddelerle ilgili çalışmalar yapmak ve bu maddelerin herhangi bir anda kullanımında ortaya çıkabilmesi muhtemel durumları önlemek,
- Radyoaktif maddeler nedeniyle insan ve doğa sağlığına olumsuz etki edebilecek durumları önlemek, zararlı maddeleri insan sağlığından uzaklaştırmak,
- Farklı ülkelerle işbirliği yaparak nükleer projelerin ve çalışmaların yalnızca barışçıl ve insancıl amaçlara yönelik kullanılmasını sağlama, çevreye dost ürünler ve maddeler hakkında diğer ülkelerle uluslararası çalışmalar yapmaktır.

### **ASELSAN**

1975 yılında Askeri Elektronik Sanayi adıyla kurulan Aselsan, Türk Silahlı Kuvvetlerini Güçlendirme Vakfına ait bir kuruluş olarak ortaya çıkmıştır. Genel olarak Aselsan, TSK'nın haberleşme ve haberleşmede kullanılan cihaz teknolojisiyle ilgili çalışmalar yapmak amacıyla kurulmuştur. Aselsan genel olarak elektronik cihazlar üreten, üretimde yüksek teknoloji kullanan ve üretilen cihazların satışını sağlayan bir kurum olarak karşımıza çıkmaktadır. Milli kaynakları verimli şekilde kullanarak üretim yapan Aselsan, TSK başta olmak üzere kurum ve müşterilerine elektronik teknoloji alanında projeler sunmak, üretim yapmak ve kendisine verilen kaynakları etkin şekilde kullanmakla görevlidir.

### **NASA**

1958 yılında ABD Ulusal Havacılık ve Uzay Dairesi olarak kurulan Nasa, uzay ve uzay projeleri alanında çeşitli çalışmalar yapmaktadır. ABD merkezli olarak kurulan Nasa, genel olarak ABD merkezli oluşturulan projeler ve çalışmalar hakkında araştırma yapar.

Uzay alanında yaptığı çalışmaların yanı sıra uzay programları için de çeşitli çalışmalar yapmaktadır. Ayrıca, Ay'a yapılan uçuşlardan da sorumlu olan Nasa, insansız hava araçlarının uzay boşluğuna yapacağı uçuşlardan da sorumludur. Yalnızca bilimsel çalışmalar alanında değil ayrıca sivil ve askeri çalışmalarda da Nasa projeleriyle yer almaktadır. Özellikle askeri alanda yapılan roket çalışmalarında Nasa öncü kurum olarak yer almaktadır. Uzayda ve gezegenlerde yer bilimleriyle ilgili ve ozon tabakasıyla alakalı konularda bilimsel araştırmalara katkıda bulunur.

### **ESA**

1975 yılında Fransa'nın başkenti olan Paris merkezli kurulan Avrupa Uzay Ajansı, 17 üyesi ile beraber uzay keşfi ile ilgili çalışmalar yürütmektedir. Farklı ülkelerle birlikte yaptığı çalışmaları Avrupa merkezli olarak yürüten Esa, uzay çalışmalarının her noktasında farklı projelere sahiptir. Uzay boşluğu, roket, gezegenler, uzay keşfi ve ozon tabakası hakkında yaptığı çalışmalarla ön plana çıkan Esa, daha çok uluslararası çalışmalarla kendisini göstermektedir.

### **CERN**

1954 tarihinde 12 ülkenin liderliğinde kurulan CERN, Avrupa Nükleer Araştırma Merkezi olarak karşımıza çıkmaktadır. Türkiye'nin de ortak üye olarak yer aldığı Avrupa Nükleer Araştırma Merkezi, İsveç ile Fransa'nın sınırında kurulmuştur. Oldukça büyük, parçacık araştırma merkezi ve fizik kurumu olarak bilinen CERN, parçacıklar hakkında yapılan farklı deneylerle adını duyurmayı başarmıştır. Özellikle, büyük bir patlama deneylerinin sıklıkla yapıldığı laboratuvarında evrenin oluşum şekli de sürekli araştırılmaktadır. Hızlı bir mekanizma sayesinde parçacıklar çarpıştırılarak, farklı parçacıklar keşfedilmekte ve çarpışma ile ilgili deneyler yapılmaktadır.

## 2. ÜNİTE : MADDE VE ÖZELLİKLERİ

### Özkütle – Kütle – Hacim

**Kütle (m):** Bir maddenin sahip olduğu madde miktarına kütle denir. Kütle “m” harfi ile gösterilir. Kütle, bir cisimdeki madde miktarının ölçüsüdür. Aynı zamanda cismin hareket etmeye karşı gösterdiği direnç olarak da adlandırılabilir. Kütle her yerde aynı değere sahiptir.

Kütlenin SI birim sistemindeki birimi kilogram’dır. Bu kg. olarak kısaltılır. Kullanılan diğer birimler gram, ton ve pound’dur. Görelilik teorisine göre duran kütle m ile enerji E arasında  $E = mc^2$  bağlantısı olduğundan enerji birimi olan elektronVolt (eV) da kütle için kullanılabilir. Özellikle kütle ve enerjinin birbirine dönüşebildiği parçacık fiziğinde eV sık kullanılmaktadır. (yaklaşık  $1 \text{ eV} = 1.783 \times 10^{-36} \text{ kg}$ ).

**Hacim:** Bir cismin evrende kapladığı yere hacim denir. Hacim “V” harfiyle gösterilir ve Uluslararası Birim Sistemi (SI)’de birimi  $\text{m}^3$ ’tür. En yaygın hacim birimleri metreküp, desimetreküp, santimetreküp, milimetreküp’tür.

Cisim	Denklem	Değişkenler
<b>Küp:</b>	$a^3 = a.a.a$	$a$ = kübün bir kenarının uzunluğu
<b>Dikdörtgen prizma:</b>	$e.b.d$	$e = \text{en}$ , $b = \text{boy}$ , $d = \text{derinlik}$
<b>Silindir (dairese prizma):</b>	$\pi.r^2.h$	$r$ = dairese yüzün yarıçapı, $h$ = dairese plakalar arası mesafe (yükseklik)
<b>Yükseklığe bağlı olmayan, sabit bir alana sahip herhangi bir prizma:</b>	$A.h$	$A$ = taban alanı, $h$ = yükseklik
<b>Küre:</b>	$4/3 \cdot \pi.r^3$	$r$ = kürenin yarıçapı (bu formülün türetilmesi Küre maddesi altında ayrıntılı olarak görülebilir)
<b>Elipsoid:</b>	$4/3 \cdot \pi.a.b.c$	$a, b, c$ = elipsoidin yarı eksenleri
<b>Piramit:</b>	$1/3 A.h$	$A$ = taban alanı, $h$ = yükseklik (tabandan en üst köşeye kadar)
<b>Koni (dairese tabanlı piramit):</b>	$(1/3)\pi.r^2.h$	$r$ = tabandaki dairenin yarıçapı, $h$ = tabandan en uca kadar olan mesafe (yükseklik)

**Özkütle (d):** Bir maddenin birim hacminin kütlesine özkütle denir. Özkütle “d” harfi ile gösterilir. Maddelerin  $1 \text{ cm}^3$ ’ünün gram cinsinden kütlesine öz kütle denir. Öz kütle (d) ile gösterilir.

Kütle (m) ve hacim (V) arasında  $d = m/v$  bağıntısı vardır. Öz kütle birimi  $\text{g/cm}^3$  dür.

- Saf maddelerin (element ve bileşik) öz kütleleri sabittir. Karışımların öz kütleleri ise sabit değildir.
- Bir maddenin öz kütlelerinden söz ederken sabit bir sıcaklıktaki öz kütlelerinden söz edilmelidir.
- Sıcaklık değiştiğinde maddenin hacmi değişeceğinden öz kütle de değişir. Özellikle gazlardaki değişiklik daha belirgindir.
- Öz kütle, maddenin karakteristik özelliği olmasına rağmen yalnız öz kütle bilinen bir maddenin hangi madde olduğu anlaşılabilir.
- Bir maddenin hangi madde olduğunun anlaşılabilmesi için birden fazla ayırt edici özelliğinin incelenmesi gerekir.
- Kütle artan bir maddenin hacimide artar dolayısıyla, hacimle kütle doğru orantılı değiştiği için öz kütle değişmez.

### Dayanıklılık

Canlı ve cansız varlıkların dışarıdan kendilerine uygulanan kuvvete göstermiş oldukları dirence **dayanıklılık** denir. Cisimlere dayanma sınırından fazla kuvvet uygulandığında şekli bozulur, bükülme, çökme gibi etkiler görülür. Dayanıklılık cismin şekline, boyutlarına ve yapıldığı maddenin cinsine bağlıdır. Dayanıklılık cismin kesit alanının hacmine bölünmesiyle bulunur.

## Kesit Alanı Nedir?

Cisimlerin enlemesine veya boylamasına kesilmesi ile oluşan yüzey alanıdır. Dayanıklılık hesaplamalarında kullanacağımız kesit alanı ise cisme etki eden kuvvete, dik olan en büyük yüzey alanıdır. Örneğin Silindirin kesit alanı dairenin alanına eşittir, Küpün kesit alanı Karenin alanına eşittir.

## Adezyon ve Kohezyon

Molekülleri bir arada tutan en önemli faktör moleküller arası çekim kuvvetidir. Moleküller arası çekim kuvveti zayıf olan moleküller birbiri üzerinde kayar. Sıvı molekülleri ile başka madde molekülleri arasında da bir çekim kuvveti oluşur. Aynı moleküller arası çekim kuvvetine **birbirini tutma(kohezyon)** kuvveti denir. Farklı tür moleküller arasındaki çekme kuvvetine ise **yapışma (adezyon) kuvveti** denir.

Örneğin su damlasının yaprağa veya cama yapışmasını sağlayan kuvvet yapışma kuvvetidir. Su dolu bir bardakta ise su moleküllerini bir arada tutan kuvvet tutma kuvveti, bardak ile su molekülleri arasındaki kuvvet yapışma kuvvetidir.

## Kılcallık

Yapışma ve tutma olayı sonucunda sıvının kılcal bir boruda yükselmesi olayına kılcallık denir. Metrelerce yükseklikteki ağaçların ve diğer bitkilerin topraktan aldığı suyu yapraklara iletmeleri bitkilerde bulunan kılcal borular sayesinde olur. Kılcallık sıvının yalnızca yukarı yükselmesini değil, her yöne yayılmasını da sağlayabilir. Kâğıt havlunun suyu emerken veya kesme şekerin ıslanırken sıvının her yöne yayıldığı görülür. Su ve kâğıt havlu arasında yapışma, su molekülleri arasında da tutma kuvveti kâğıt havluda suyun ilerlemesini sağlar. Kılcallık olayında sıvının yükselme miktarı, sıvının yükseldiği maddenin yapısında bulunan boruların kesitine bağlıdır. Boruların kesiti azaldıkça yani boru incelidikçe kılcallık artar.

## Yüzey Gerilimi

Sıvı moleküllerinin birbirlerine tutma yani kohezyon kuvveti uyguladıklarını biliyoruz. Moleküller bu tutma kuvveti ile her yöne doğru çekilmektedir ancak yüzeydeki moleküllerin üstünde başka molekül bulunmadığından onları yukarı doğru çeken kuvvet yoktur, yalnızca aşağı ve yanlara doğru çekilirler. Bu kuvvetlerin farkı yüzeydeki moleküller arasında bir gerilmeye neden olur ve bu gerilmeye yüzey gerilimi adı verilir. Su damlacıkları yüzey geriliminin etkisiyle yüzey alanını en aza indirerek küre şeklini alır. Yüzey gerilimi sayesinde su üzerinde bazı böcekler yürüyebilmektedir.

## Hidrofobik ve Hidrofilik Yüzeyler

Hidrofob, sudan çekinen yüzeylere; hidrofil ise suyu seven ve suyu çeken yüzeylere denilmektedir. Üzerinde su damlası düşen yüzeyde su damlası,

- Yüzeyde yayılma eğilimi gösteriyorsa, bu yüzeye hidrofilik yüzey denilmektedir.
- Yüzeyde küresel bir biçimde duruyorsa (yuvarlak damlacık gibi), bu yüzeye hidrofobik yüzey denilmektedir.

## 3. ÜNİTE : HAREKET VE KUVVET

### Vektörler

Hız gibi yönü ile ifade edilen büyüklüklere **vektörel büyüklükler** denir. Vektörel büyüklük, temsil edildiği doğrultuda, uzunluğu vektörel niceliğin şiddeti ile orantılı bir ok çizilerek gösterilir. Bu şekilde yönü ve büyüklüğü belirtilerek çizilen oka **vektör** denir.

### Vektörlerin özellikleri:

- İki vektörün toplamı ya da farkı yine bir vektördür.
- Vektörlerde toplamada değişme özelliği vardır.
- Bir vektörü skaler bir sayıyla çarpmak yada bölmek o vektörün büyüklüğünü çarpmak yada bölmek demektir.
- Bir vektörü (-) ile çarpınca aynı vektörün zıt yönlü olanını elde ederiz. Büyüklüğü ve doğrultusu aynı, zıt yönlü vektörlere zıt vektör denir.
- Bir vektörün doğrultusu, yönü ve şiddeti değiştirilmeden istenilen yere taşınabilir.
- Doğrultusu, yönü ve şiddeti aynı olan vektörler eşit vektörlerdir. Uygulama noktası (Başlangıç noktası) farklı olabilir.

## Vektörlerin Toplanması

Vektörlerin toplanması üç yöntemle olur. Bunlar;

- Paralel kenar metodu
- Ucuca ekleme metodu
- Bileşenlere ayırma metodu

### 1. Paralel Kenar Metodu

Başlangıç noktası aynı olan vektörler paralel kenara tamamlanır. Başlangıç noktası ile kesim noktasını birleştiren vektör, toplam vektörü verir.

İkiden fazla vektörün toplanması paralel kenar metoduna göre yapılırken önce rastgele iki vektörün toplamı yapılır, sonra toplam vektör ile diğer vektör paralel kenar metoduna göre yapılarak işlem devam ettirilir.

### 2. Uç uca ekleme Metodu

Vektörler den biri rastgele seçilip diğer vektörlerin doğrultusu, yönü ve şiddeti değiştirilmeden sıra ile uç uca eklenir. Birinci vektörün başlangıç noktası ile son vektörün ucuna doğru toplam vektör çizilir.

### 3. Bileşenlere Ayırma Metodu

Bir vektörün bileşenleri o vektörün x ve y düzlemlerindeki izdüşümüdür.

## Vektörlerde Çıkarma İşlemi

Vektörlerde çıkarma işlemi yapılırken çıkarılacak olan vektörün yönü ters çevrilir ve uç uca ekleme yöntemi uygulanır.

## Bağlı Hareket

### Sabit Hızlı İki Cismin Birbirine Göre Hareketi

Bir referans sistemindeki gözlemciye göre hareketsiz görülen bir cisim başka bir referans sistemindeki gözlemciye göre hareketli olabilir. Bu nedenle mutlak bir referans sisteminden bahsedilemez ancak seçilen referans sistemi durgun kabul edilir ve hareket durgun kabul edilen bu referans sistemine göre tanımlanır. Bir hareketli farklı referans sistemlerinden gözlendiğinde farklı hızlardan bahsedilir. Trafikte sabit ve eşit hızla aynı yönde giden araçların birbirini duruyor gibi görmesinin nedeni gözlemcinin içinde bulunduğu referans sistemini hareketsiz algılamasıdır.

Bir hareketlinin herhangi bir referans sistemindeki gözlemciye göre hareketine **bağlı hareket**, hızına da **bağlı hız** denir. Bağlı hız, göreceli hız olarak da ifade edilebilir. Bağlı hız hesaplanırken gözlemci ve gözlenenin hız vektörleri kullanılır.

Hareket hâlindeki iki cismin birine göre diğerinin hızı ( $v_{bağlı}$ ), gözlenenin hızı ( $v_{gözlenen}$ ) ile gözlemcinin hızının ( $v_{gözlemci}$ ) vektörel olarak farkına eşittir. Gözlemcinin ve gözlenenin hızları yere göre belirlenen hızlarıdır.

$$v_{bağlı} = v_{gözlenen} - v_{gözlemci}$$

### Hareketli Bir Ortamdaki Cisimlerin Birbirlerine Göre Hareketi

Hareketli bir ortamda bulunan sabit hızlı cisimlerin bu ortama (referans sistemine) göre hızından bahsedildiğinde bu hız, cismin referans sisteminden bağımsız kendine ait hızıdır. Hareket hâlindeki trende yürüyen insan, hareket hâlindeki geminin güvertesindeki bir bisikletli veya nehirde hareket eden bir kayığın sahip olduğu hız cismin bu hareketlilerden bağımsız kendi hızıdır.

## Newton'ın Hareket Yasaları

**1.Hareket Yasası:** Bir cismin üzerine etki eden net kuvvet sıfır ise bu cisim duruyorsa durmaya devam eder, hareket hâlinde ise sabit hızla hareketine devam eder.

**2.Hareket Yasası (Dinamiğin Temel Prensibi):** Bir cismin üzerine etki eden net kuvvet sıfırdan farklı olduğunda cismin bu kuvvetin etkisi ile hızı değişir ve ivmeli hareket yapar. Cismin ivmesinin yönü net kuvvetle aynı yönde olur. Cismin kütlesi ile ivmesinin çarpımı net kuvvete eşittir.

**3.Hareket Yasası:** Birbirine temas eden A ve B cisimlerinden A cismi B cismine bir etki uyguladığında B cismi de A cismine eşit fakat zıt yönde bir kuvvet uygular. Bu kuvvet tepki kuvveti olarak adlandırılır.

### Net Kuvvetin Yönünün Bulunması ve Hesaplanması

Net kuvvetin hesaplanması için sisteme etki eden kuvvetler serbest cisim diyagramı üzerinde ayrı ayrı gösterilir. Ortam sürtünmeli olduğunda sürtünme kuvvetinin de hesaplanması gereklidir.

Cisim durgun hâlde iken cisimle yüzey arasındaki statik sürtünme kuvveti;

$$F_{ss} = k_s \cdot N$$

ile hesaplanır ve duran cisim hareket etmeye geçirebilecek en küçük kuvvete eşittir.

Cisim hareket hâlinde iken cisimle yüzey arasındaki kinetik sürtünme kuvveti ise

$$F_{ks} = k_{ks} \cdot N$$

ile hesaplanır ve cismin sabit hızla hareket etmesi için gerekli en küçük yatay kuvvete eşittir. Newton'ın 2.hareket yasasına göre;

$$F_{net} = m \cdot a$$

$$F - F_s = m \cdot a$$

Statik ve kinetik sürtünme katsayıları arasındaki farkın ihmal edildiği durumlarda sürtünme katsayısı tek bir katsayı (k) olarak verilir.

$$F_{net} = F - k \cdot N = m \cdot a \text{ olur.}$$

### **Bir Boyutta Sabit İvmeli Hareket**

Doğrusal bir yolda sabit bir net kuvvet altında hızı düzgün olarak artan veya azalan cisimlerin yaptığı harekete sabit ivmeli hareket denir. Örneğin arabaların hızlanması veya yavaşlaması ivmeli bir harekettir. Eğer arabalar sürekli aynı kuvvetin etkisinde kalarak aynı ivmeyle hızlanıyor veya yavaşlıyorsa bu olay sabit ivmeli hareket olarak adlandırılır.

### **Bir Boyutta Sabit İvmeli Hareket**

Hareketlinin hızı eşit zaman aralıklarında eşit miktarda değişmesi (artması veya azalması) ivmesinin sabit olduğu anlamına gelir. Hız değişimi  $\Delta v$  ile gösterilir ve ilk hız ile son hız arasındaki fark

$$\Delta v = v_2 - v_1 \text{ ile bulunur.}$$

$a = \Delta v / t$  ile ifade edilir. İvme-zaman grafiğinde grafik çizgisi ile zaman eksenindeki alan hız değişimin verir.

Bir hareketlinin hızı eşit zaman aralıklarında eşit miktarda artıyorsa hareketlinin yaptığı harekete **düzgün hızlanan doğrusal hareket** denir. Bir hareketlinin hızı eşit zaman aralıklarında eşit miktarda azalıyorsa hareketlinin yaptığı harekete ise **düzgün yavaşlayan doğrusal hareket** denir. Düzgün hızlanan harekette ivme pozitif, düzgün yavaşlayan harekette ivme negatif olur.

Sabit ivmeli harekette konum-zaman grafiğinde t anındaki hız, eğriye o noktada çizilen teğetin eğimi ile bulunur ve bu hız **anlık hız** denir. Sabit ivmeli harekette konum-zaman grafiğinde eğriye t1 ve t2 noktalarında çizilen kirişin eğimi hızı verir bu hız bu zaman aralığındaki **ortalama hız** denir.

### **Hava Direncinin Olmadığı Yerde Serbest Düşme Hareketi**

Hava direncinin ve diğer etkenlerin ihmal edildiği bir ortamda serbest bırakılan cisme yer çekimi kuvveti yani cismin ağırlığı kadar kuvvet etki eder. Serbest bırakılan cismin ivmesi Newton'ın II. Hareket Kanunu'ndan yararlanarak  $a=g$  olarak bulunur ve

cismin ivmesinin cismin kütlelerinden bağımsız olduğu görülür. m kütleli cisme etki eden kuvvet yer çekimi kuvvetinin etkisindeki m cisim düzgün hızlanan hareket yapar. Düzgün hızlanan hareket formüllerinde a yerine g yazılarak serbest düşme hareketinin formülleri cisim serbest bırakıldığı için ilk hız sıfır olur.

$$v = g t \quad x = \frac{1}{2} g \cdot t^2 \quad v^2 = 2 g \cdot x \text{ ile ifade edilir.}$$

### **Hava Direncinin Olduğu (Sürtünmeli) Ortamda Serbest Düşme Hareketi**

Hava sürtünmesinin olduğu bir ortamda hava içinde serbest düşen cisme hareket yönüne zıt yönde bir kuvvet etki eder bu kuvvet havanın direnç kuvveti olarak adlandırılır ve R ile gösterilir. Havanın direnç kuvvetinin büyüklüğü cismin şekline, ortamın özelliklerine bağlıdır. Havanın direnç kuvveti hızın karesi ile orantılı olarak artar. Cismin hareket doğrultusuna dik en büyük kesit alanı A, cismin şekline bağlı katsayı k ile gösterildiğinde havanın direnç kuvveti;

$$R = k \cdot A \cdot v^2 \text{ bağıntısı ile ifade edilir.}$$

### **Limit Hız**

Yukarıdaki başlıkta hava direncinden bahsettik ve bunu etkileyen bir faktör cismin hızıydı. Düşme hareketi yapan cisimler ne kadar hızlanırsa hava direnci o kadar artar ve bir süre sonra ağırlık kuvvetiyle hava direnci eşitlenir ve daha fazla hızlanamaz. Bu durumda cisim maksimum hızına ulaşmış olur yani diğer bir deyişle bu değer cismin **limit hızı**dır.

### **Aşağı Yönlü Düşey Atış Hareketi**

Düşey doğrultuda ilk hız verildiği için serbest düşme hareketi formüllerine ilk hız eklenir ve;

$$h = v_0 \cdot t + 2$$

$$1 g \cdot t^2$$

$$v^2 = v_0^2 + 2 g \cdot h$$

$$v = v_0 + g \cdot t \text{ formülleri elde edilir.}$$

### **Yukarı Yönlü Yönlü Düşey Atış Hareketi**

Yerden yukarı doğru  $v_0$  ilk hızı ile fırlatılan cisim düzgün yavaşlayan hareket yaparak yükselir, hızı sıfır olduğunda ulaştığı maksimum yükseklikten aşağı doğru serbest düşme hareketi yapar ve yükseklik ve hız formülleri;

$$h = v_0 \cdot t - 2$$

$$1 g \cdot t^2$$

$$v^2 = v_0^2 - 2 g \cdot h$$

$$v = v_0 - g \cdot t \text{ şeklinde olur.}$$

### **İki Boyutta Hareket**

#### **Yatay Atış Hareketi**

Yerden yüksekte bir noktadan yatay doğrultuda  $v_0$  hızı ile atılan cismin yaptığı harekete yatay atış hareketi denir. Yatay atış hareketi yapan cisme (hava sürtünmelerinin ihmal edildiği ortamda) yatay doğrultuda etki eden bir kuvvet olmadığı için düzgün

doğrusal hareket yapar ve hızı yatay doğrultudaki  $v_x = v_0$  olur. Yatay doğrultuda yaptığı yer değiştirme ise  $x = v_0 t$  bağıntısı ile hesaplanır. Yatay atış hareketi yapan cisim düşey doğrultuda  $g$  ivmesi ile düzgün hızlanan hareket yapar ve ilk hızı olmayan serbest düşme hareketindeki bağıntılar geçerlidir.

Düşey doğrultudaki yer değiştirme  $h = 1/2 g t^2$ , düşey doğrultudaki hızı  $v_y = g t$ , herhangi bir andaki hızı  $v^2 = v_x^2 + v_y^2$  bağıntısı ile hesaplanır.

#### **Eğik Atış Hareketi**

Yatay doğrultu ile belli bir açı yapacak şekilde fırlatılan cismin hareketi eğik atış hareketi olarak adlandırılır. Eğik atış hareketi yapan cismin (hava sürtünmelerinin ihmal edildiği ortamda) ilk hızının yatay bileşeni  $v_{0x} = v_0 \cos \alpha$ , düşey bileşeni ise  $v_{0y} = v_0 \sin \alpha$  olarak ifade edilir. Eğik atış yapan cisim yerçekimi ivmesinin etkisi altındadır ve hız vektörünün yönü ve doğrultusu zamanla değişmektedir. Cisme yatay doğrultuda etki eden kuvvet bulunmadığı için yatay doğrultuda düzgün doğrusal hareket yapar. Cismin hızının yatay bileşeni sabittir;  $v_x = v_{0x}$  olur. Eğik atış hareketinde cisim düşey doğrultuda yukarı yönlü düşey atış hareketi yapar. İlk hızın büyüklüğünün düşey bileşeninin  $v_{0y}$  olan cismin  $t$  anındaki hızının düşey bileşeni;  $v_y = v_{0y} - g t$  şeklindedir. Eğik atılan cisim düzgün yavaşlayan hareket yaparak yükselir ve maksimum yüksekliğe ulaşır. Cismin  $t$  anında yerden yüksekliği ise;  $h = v_{0y} \cdot t - 1/2 g \cdot t^2$  bağıntısı ile hesaplanır.

Maksimum yükseklik  $h_{\max} = v_{0y}^2 / g^2$  bağıntısı ile hesaplanır.

Maksimum yüksekliğe ulaştığında hızı sıfır olur bu noktadan itibaren düzgün hızlanan hareket yapar. Cismin maksimum yüksekliğe ulaşma süresi çıkış süresi, cismin havada kalış süresi uçuş süresi olarak denir ve  $t_{\text{çıkış}} = v_{0y} / g$ ,  $t_{\text{uçuş}} = 2 t_{\text{çıkış}}$  olarak ifade edilir.

Eğik atışta cismin yatay doğrultuda yaptığı yer değiştirmeye menzil adı verilir.

Menzil;  $x_{\text{menzil}} = v_{0x} t_{\text{uçuş}}$  bağıntısı ile hesaplanır.

### **Enerji ve Hareket**

#### **Yapılan İş ve Enerji Arasındaki İlişki**

Sürtünmesiz yatay düzlemde  $m$  kütleli cisme etki eden  $F$  kuvvetinin yaptığı iş cismin kinetik enerjisindeki değişime eşittir.

$$W = \Delta E_{\text{kinetik}}$$

Cisme etki eden kuvvet ile cismin yaptığı yer değiştirme arasındaki grafikte zaman eksenini ile grafik arasındaki alan yapılan işi verir.

$$W = F \cdot \Delta x = E_{\text{son}} - E_{\text{ilk}}$$

#### **Esneklik Potansiyel Enerjisi**

Yay, lastik gibi esnek maddeleri germek için kullanılan kuvvetin büyüklüğü yayın uzunluğundaki değişim ile doğru orantılıdır, bu durum Hook Kanunu olarak adlandırılır. Sarmal bir yayın uzaması için gereken kuvvetin büyüklüğü;

$F_{yay} = -k \cdot x$  bağıntısı ile bulunur (k yayın cinsine bağlı katsayı). (-) işareti yaya uygulanan kuvvet ile yaydaki gerilme kuvvetinin zıt yönlü olduğunu gösterir.

Esnek cisimlere kuvvet uygulandığında cisim üzerinde depolanan enerjiye esneklik **potansiyel enerjisi** denir.

Esneklik potansiyel enerjisi;

$E_p = 1/2 \cdot k \cdot x^2$  bağıntısı ile hesaplanır.

Yaya etki eden kuvvetin yaptığı iş esneklik potansiyel enerji değişimine eşittir ve  $W = \Delta E_p$  olarak ifade edilir.

### Mekanik Enerjinin Korunumu

Bir sisteme dışarıdan bir kuvvet etki etmediği sürece (sürtünmelerin ihmal edildiği bir ortamda) mekanik enerji korunur. Cismin ilk durumdaki toplam enerjisi son durumdaki toplam enerjisine eşit olur ve

**Eilk = Eson**

$E_{k1} + E_{p1} = E_{k2} + E_{p2}$  olarak ifade edilir.

### Sürtünmeli Yüzeylerde Enerjinin Korunumu ve Dönüşümü

Sürtünmeli ortamlarda iş yapmak için harcanan enerjinin bir kısmı hedefle en işe dönüşmez. Cismin kinetik enerjisindeki değişim sürtünme kuvvetinin yaptığı işe eşittir ve  $W_{sür} = \Delta E_k$  olarak ifade edilir. Net iş, uygulanan kuvvetin yaptığı iş ile sürtünme kuvvetinin yaptığı işin farkı alınarak bulunur ve  $W_{net} = W - W_{sür}$  bağıntısıyla hesaplanır. Net iş, net kuvvetin yaptığı işi bularak da hesaplanabilir.

### İtme ve Çizgisel Momentum

**İtme**; bir cisme etki eden kuvvet ile kuvvetin etki süresinin çarpımıdır. I ile gösterilir. Vektörel dir. Yönü kuvvetin yönü ile aynıdır.

Birimi N.s dir.

$I = F \cdot \Delta t$  bağıntısı ile hesaplanır

Momentum çizgisel ve açısal olmak üzere iki başlık altında incelenir. Çizgisel momentum çizgisel hız kullanılarak hesaplanır. Bir cismin kütlesi ve hızının çarpımına **momentum** denir. Momentum vektörel bir büyüklüktür, P sembolü ile gösterilir ve SI'da birimi kgm/s'dir. Momentum;

$P = m \cdot v$  bağıntısı ile hesaplanır. Momentumun zamana bağlı değişim grafiğinde grafiğin eğimi cismin kütlesini verir.

### Çizgisel Momentumun Korunumu

Cisme etki eden kuvvetlerin toplamı (net kuvvet) sıfır ise sistemin momentumu sabittir başka bir ifade ile momentum korunur. Çarpışmalar patlamalar gibi tepkili sistemlerde momentum korunmaktadır. Sistemin çarpışmadan önceki momentumları

toplamı, çarpışmadan sonraki momentumları toplamına eşittir, bu durum momentumun korunumu kanunu olarak adlandırılır. Çarpışmadan sonraki momentumları P' ile gösterildiğinde momentum korunumu;

$P_{ilk} = P_{son}$

$P_1 + P_2 = P'_1 + P'_2$  olarak ifade edilir.

### Çarpışmalar

Dış kuvvetlerden yalıtılmış bir ortamda momentum korunur. Cisimlerin kütle merkezleri doğrultusunda gerçekleşen çarpışmalar merkezî çarpışmalar olarak adlandırılmaktadır. Kütle merkezi doğrultusunda gerçekleşmeyen çarpışmalara ise merkezî olmayan **çarpışmalar** denir.

Çarpışmadan önce ve sonra toplam momentum ve toplam kinetik enerjinin sabit kaldığı (korunduğu) çarpışmalara esnek çarpışma denir. Esnek çarpışan iki cisim kütle merkezleri doğrultusunda çarpışıyorlarsa yaptıkları çarpışmaya merkezî esnek çarpışma olarak adlandırılır. Esnek çarpışmalarda kinetik enerjinin korunumundan yararlanılarak

$v_1 + v'_1 = v_2 + v'_2$  eşitliği elde edilir.

### Tork

Kuvvetin, uygulandığı cismi bir eksen etrafında döndürme etkisi tork olarak adlandırılır.  $\tau$  sembolü ile gösterilir ve birimi N . m'dir. Tork, kuvvetin büyüklüğü ve kuvvetin dönme eksenine olan dik uzaklığına bağlı bir vektörel bir büyüklüktür.

Tork cisme uygulanan kuvvet ile kuvvetin dönme eksenine olan dik uzaklığın çarpımına eşittir;

$\tau = F \cdot d$  bağıntısı ile hesaplanır.

Torkun yönü: Sağ el kuralı uygulanarak bulunur.

**F**: Baş parmak yönü

**d**: Dön parmak yönü

**$\tau$** : Avuç içinin baktığı yön

### Denge ve Denge Şartları

Bir cisim sabit hızla hareket ediyor ya da duruyor ise dengede olduğu söylenir. Denge halindeki cismin denge şartlarını sağlaması gerekir.

#### Denge Şartları

– Cisme etki eden kuvvetlerin bileşkesi sıfır olmalıdır.

$$\mathbf{R} = \mathbf{F}_1 + \mathbf{F}_2 + \mathbf{F}_3 + \dots = \mathbf{0}$$

$$\mathbf{R}_x = 0, \mathbf{R}_y = 0$$

– Cisme etki eden kuvvetlerin herhangi bir noktaya göre torkları toplamı sıfır olmalıdır.

$$\tau_{\text{top}} = \tau_1 + \tau_2 + \tau_3 + \dots = 0$$

#### Kütle ve Ağırlık Merkezi

Bir cisim küçük noktasal parçacıklardan oluşmuş kabul edildiğinde cismin ağırlığı bu noktasal parçacıkların ağırlıklarının bileşkesinin uygulama noktasına ise ağırlık merkezi denir. Cisim tüm kütesinin toplandığı kabul edilen noktaya ise kütle merkezi denir. Yer çekimi ivmesinin sabit olduğu durumda kütle ve ağırlık merkezi aynı nokta olur. Düzgün ve türdeş cisimlerin ağırlık merkezi simetri eksenini ve simetri düzlemi üzerinde olur.

## 4. ÜNİTE : ENERJİ

### İş, Enerji ve Güç

#### İş Nedir?

Günlük yaşantıda kullandığımız iş kavramıyla fiziksel anlamda iş kavramı farklıdır. Fiziksel anlamda iş, bir cisme etki eden kuvvetin cismi kendi etki doğrultusunda yer değiştirmesini sağlamasıdır. Kuvvet ile hareket doğrultusu birbirine dik ise fiziksel anlamda iş yapılmamış olur. Yapılan işi matematiksel olarak hesaplamak istersek;

$İş = Kuvvet \cdot Kuvvet\ doğrultusundaki\ yer\ değiştirme$

$$W = F \cdot \Delta X$$

– İş skaler bir büyüklüktür,

– SI birim sisteminde İş birimi joule'dür ve j ile gösterilir.

– 1joule= 1N.1m

– Joule= N.m dir.

#### Güç Nedir?

Birim zamanda yapılan işe, güç denir ( $P = iş/zaman$ ). İş formülünü, güç formülünün içinde açarsak “kuvvet×yol/zaman” denklemini elde ederiz. Yani gücü “kuvvet×hız” olarak da söyleyebiliriz. Birimi “newton×metre/saniye=Joule/s” olarak ifade edilir. SI (MKS) sisteminde “joule/s” kabul görür.

#### Enerji Nedir?

Bir sistemin iş yapabilme yeteneğine enerji denir. Bir sistem enerjiye sahipse başka bir sisteme etkiyip ona iş yaptırabilir. Doğada mekanik, ısı, ışık, kimyasal, nükleer, elektrik enerjisi gibi çeşitli enerji biçimleri vardır.

#### Mekanik Enerji

Bir cismin hareketinden kaynaklanan kinetik enerjisi ile konumundan kaynaklanan potansiyel enerjisinin toplamına **mekanik enerji** denir.

**Mekanik Enerji= Kinetik enerji + Potansiyel enerji**

$$ME = KE + PE$$

#### Kinetik Enerji

Hareket halindeki cisimlerin sahip oldukları enerji kinetik enerjidir. Hareket halindeki arabaların, insanların, futbol topunun kinetik enerjileri vardır. Kinetik enerji cisimlerin kütesine ve hızına bağlıdır.

$\frac{1}{2} \times m \times v^2$  formülü ile hesaplanır.

## Yer Çekimi Potansiyel Enerjisi

e yerçekimi potansiyel enerjiye denir. Bir cismin konumundan dolayı sahip olduğu yer çekimi potansiyel enerjisi ağırlığına ve yerden yüksekliği ile doğru orantılıdır.

**Yer Çekimi Potansiyel Enerjisi= Ağırlık×yerden yükseklik**  
**PE= G.h= m.g.h**

## Esneklik Potansiyel Enerjisi

Esneklik potansiyel enerjisi, esnek cisimlerde şekil değişikliği oluşturulması sırasında depolanan enerjidir. Denge halindeki bir yay x kadar sıkıştırılırsa; yayda enerji depolanır. Depolanan enerji;

$E_{\text{depolanan}} = \frac{1}{2} \times k \times x^2$  formülü ile hesaplanır.

## Enerjinin Korunumu ve Enerji Dönüşümleri

### Enerjinin Korunumu

Dünya üzerinde sürtünmenin olmadığı ortam yoktur. Sürtünme nedeniyle kinetik enerjinin bir kısmı ısı enerjisi, ses enerjisi, ışık enerjisine dönüşür. Araçların fren yapması sırasında çıkan ses, ışık ve ısıyı buna örnek verebiliriz. Enerjinin korunumu yasasına göre; enerji yoktan var, vardan da yok olamaz ancak bir türden diğerine dönüşebilir. Dönüşüm sırasında toplam enerji değişmez.

### Besinlerden Kazandığımız Enerji ve Günlük Enerji İhtiyacımız

Canlılar fiziksel anlamda iş yapmasalar da enerji harcarlar. Büyümek, gelişmek, canlılıklarını sürdürebilmek ve günlük aktivitelerini gerçekleştirebilmek için enerjiye ihtiyaçları vardır. Bu enerjiyi besinlerden sağlar, bir yetişkin insanın günde ortalama ihtiyacı olan enerji miktarı için yaklaşık kadınlar için 1400cal-1600cal erkekler için 1800cal-2000cal olarak belirtilebilir. Vücut dinlenme halindeyken yaşamsal fonksiyonlarının devamı için gerekli enerjiye **bazal metabolizma enerjisi** denir. Günlük kalori ihtiyacımızdan fazlasını veya daha azını alırsak dengesiz beslenmiş oluruz.

### Enerji Kaynakları

#### Yenilenebilir Enerji Kaynakları

İnsan ömrü ile kıyaslandığında kısa sürede yerine konulabilen enerji kaynaklarına yenilenebilir enerji kaynakları denir. Güneş enerjisi, hidroelektrik enerji, jeotermal enerji, rüzgar enerjisi, biokütle enerjisi (biyoenerji), gel git enerjisi, dalga enerjisi, hidrojen enerjisi.

#### Yenilenemez Enerji Kaynakları

Kullandıkça tükenen insan ömrü göz önüne alındığında kendini yenileyemeyen enerji kaynaklarına yenilenemez enerji kaynakları denir. Yenilenemeyen enerji kaynakları fosil yakıtlar ve nükleer enerji kaynaklarıdır.

## 5. ÜNİTE : ISI VE SICAKLIK

### Isı ve Sıcaklık

Isı ve sıcaklık farklı kavramlardır. **Sıcaklık**, bir sistemde rastgele hareket eden moleküllerin ortalama kinetik enerjisinin bir göstergesidir. Maddenin molekül veya atomlarının ortalama kinetik enerjisi artarsa sıcaklığı da artar. Sıcaklık, skaler bir büyüklüktür, termometre ile ölçülür. SI birim sisteminde sıcaklık birimi Kelvin'dir ancak günlük yaşantıda çoğunlukla Celcius derece (°C) kullanılır.

Maddeden maddeye veya aynı maddenin bölgeleri arasında aktarılan enerjiye **ısı** denir. Maddeye enerji aktarıldığında maddenin ortalama kinetik enerjisinin artmasına yani sıcaklığının artmasına neden olur. Isı skaler bir büyüklüktür. Birimi joule'dür. Isı enerjisini direk olarak bir aletle ölçemeyiz ancak kalorimetre kabı yardımıyla hesaplayabiliriz.

Çevremizde bazen rastladığımız; “vücut ısısı”, “suyun ısısı”, “havanın ısısı” kullanımları yanlıştır. Doğru kullanım “vücut sıcaklığı”, “suyun sıcaklığı”, “havanın sıcaklığı” şeklinde olmalıdır.

### Termometreler

Bir maddenin sıcaklığını ölçmek için kullanılan aletlere **termometre** denir. Sıcaklığın termometre ile ölçülmesi algılama farklılığından kaynaklanan farklı sonuçları ortadan kaldırır.

**Metal Termometreler:** Genellikle yüksek sıcaklıkları ölçmek için tasarlanmıştır. Fabrikalarda yüksek sıcaklık ölçümlerinde, fırınlarda ve sanayide kullanılır.

**Sıvılı Termometreler:** Sıvılı termometreler ile genellikle orta derecede sıcaklıklar ölçülür. Sıvılı termometrelerde alkol ya da cıva kullanılır. Bunun nedeni bu sıvıların sıcaklık değişimine bağlı olarak oldukça iyi genleşmeleridir.

Bir sıvılı termometrenin ölçebileceği en yüksek sıcaklık değeri o termometrede kullanılan sıvının cinsine bağlıdır. Bir sıvılı termometre ile ölçüm yaparken termometre sıvısının hal değiştirmemesi gerekir.

**Gazlı Termometreler:** Düşük sıcaklıklarda daha hassas ölçüm yapmak için gazlı termometreler kullanılır.

**Pirometre:** Sıcaklığın yaklaşılmayacak kadar yüksek olduğu veya temas edilmeden ölçüm yapmak istediğimiz durumlarda kullanılan termometredir.

### Sıcaklık Ölçekleri

Termometreler tasarlanırken saf suyun donma sıcaklığı ve saf suyun kaynama sıcaklığı belirlenerek, iki değer arası eşit bölmelere ayrılır.

Celsius, Fahrenheit ve Kelvin termometreleri şekillerdeki gibi ölçeklendirilmiştir.

Burada, dikkat edilirse; Celsius termometresinin 1 bölmesi (1 °C'lık değişime), Fahrenheit termometresinin 1,8 bölmesine (1,8 °F'lık değişime) ve Kelvin termometresinin 1 bölmesine (1K'lık değişime) karşılık gelmektedir.

### Öz Isı ve Isı Sığası

Saf bir maddenin 1 gramının sıcaklığını 1°C artırmak için gerekli ısı miktarına **öz ısı** denir. Öz ısı "c" ile gösterilir birimi joule/kg veya cal/g °C ve maddeler için ayırt edici bir özelliktir. Öz ısı ile ilgili olarak;

– Öz ısı saf maddeler için ayırt edici bir özelliktir.

– Öz ısı madde miktarına bağlı olarak değişmez.

– Eşit miktarda farklı cins maddelere, eşit miktarda ısı verildiğinde öz ısı az olan sıvının sıcaklığı daha fazla artar.

– Eşit miktarda farklı cins maddelerin çevreye verdikleri ısı, öz ısı fazla olanın daha fazladır.

– Denizlerin karalardan daha geç ısınıp soğumasının nedeni suyun öz ısı diğer maddelere göre fazla olmasıdır.

Bir maddenin sıcaklığını 1 °C artırmak için gerekli ısı miktarına **ısı sığası** veya **ısı kapasitesi** denir **C** ile gösterilir .

Matematiksel olarak;

**Isı sığası= Kütle. Öz ısı**

**C= m.c** şeklinde ifade edilir.

### Hal Değişimi

Bir maddeye ısı verildiğinde ya da madde ile çevresi arasında ısı alış – verişi olurken maddenin sıcaklığı değişir.

Ancak ısı alış – verişi sırasında maddenin sıcaklığının değişmediği durumlar da vardır. Bu durumlar maddenin katıdan sıvıya geçmesi (erime), sıvıdan gaza geçmesi (buharlaşma), gazdan sıvıya geçmesi (yoğunlaşma), sıvıdan katıya geçmesi (donma) dır. Bu olaylara **hal değişimi** ya da **faz değişimi** denir.

### Hal Değiştirme Isısı

1 gram maddenin hal değiştirmesi için gerekli olan ısı miktarına, hal değiştirme ısı denir. Ayırt edici bir özelliktir. L harfi ile gösterilir. Madde eriyorsa erime ısı, donuyorsa donma ısı denir. Aynı cins maddelerin erime ve donma ısıları eşittir. Bu nedenle 1 gram buzun erimesi için gerekli olan ısı değeri ile 1 gram suyun donarken ortama verdiği ısı değeri aynıdır. Bu değer ise 80 kaloridir.

Benzer biçimde 1 gram suyun kaynaması için gerekli olan ısı değeri ile 1 gram su buharının yoğunlaşırken ortama verdiği ısı değeri aynıdır. Bu değer ise 540 kaloridir. 1 gram maddenin hal değiştirmesi için gerekli olan ısı miktarı L ise, m gram maddenin hal değiştirmesi için gerekli olan ısı miktarı

**Q = m.L** formülü ile ifade edilir.

### Isıl Denge

Sıcaklıkları farklı maddelerin aralarındaki ısı akışı, maddelerin sıcaklıkları eşitlenince durur. Bu sıcaklığa denge sıcaklığı denir. Denge sıcaklığı **Td** ile gösterilir.

– Denge sıcaklığında olan maddeler **ısıl (termal)** dengedeki maddeler adı verilir. Isıl dengedeki maddelerin sıcaklıkları eşittir.

– Maddelerin denge sıcaklığı, sıcaklığı büyük olan maddeninkinden daha büyük; sıcaklığı küçük olanından küçük olamaz.

– Dış ortandan izole edilmiş ve birbirine temas eden iki maddenin arasındaki ısı alışverişinde maddeler ısı dengeye ulaştığında birinin verdiği ısı miktarı diğerinin aldığı ısı miktarına eşittir. Bu durumu matematiksel olarak;

**Qalınan=Qverilen**

## Enerji İletim Yolları ve Enerji İletim Hızı

### **Enerji İletim Yolları**

Isı enerjisi, bir maddeden başka bir maddeye bir yerden başka bir yere üç farklı yolla transfer olur: İletim yoluyla, konveksiyon (dolanım) yoluyla ve ışıma yoluyla.

**Isının İletim Yoluyla Yayılması:** Katı maddelerin atom veya moleküllerinin enerjilerini birbirlerine aktarmasına **ısının iletim yoluyla yayılması** denir. Isının iletim yoluyla yayılması için mutlaka ortama ihtiyaç vardır.

**Isının Konveksiyon Yoluyla Yayılması:** Maddenin sıcaklığının yüksek olduğu yerde yoğunluğu daha azalır, sıvı ve gaz maddelerde bu yoğunluk farkı olur. Sıvı ve gaz maddelerde bu yoğunluk farkından dolayı atom ve moleküller yer değiştirirler bu sayede enerji madde içinde taşınmasına **ısının konveksiyon yoluyla yayılması** denir. Isının konveksiyon yoluyla yayılması için mutlaka maddesel ortama ihtiyaç vardır. Sobanın odayı ısıtması ve tenceredeki suyun kaynaması ısının konveksiyon yoluyla yayılmasına örnek verilebilir.

**Isının Işıma Yoluyla Yayılması:** Dünyamızın en önemli enerji kaynağı olan Güneş bize enerjisini ışıma yoluyla iletmektedir. Isının maddesel ortama ihtiyaç duymadan yayılmasına **ısının ışıma yoluyla yayılması** denir.

### **Katı Maddelerdeki Enerji İletim Hızı**

Farklı maddelerin enerji iletim hızları farklıdır. Metallerin enerji aktarım hızları diğer maddelere göre daha fazladır. Metallerin enerji aktarım hızları serbest elektron sayılarına bağlı olarak değişiklik gösterir.

Maddelerin ısı iletkenliğini ısı iletim katsayısı ile ifade edilir. 1 m<sup>2</sup>'lik yüzey alanına sahip maddelerin iki yüzeyi arasındaki sıcaklık farkından dolayı bir yüzeyinden diğer yüzeyine en kısa mesafede birim zamanda geçen ısı miktarına ısı iletkenlik katsayısı denir.

Birimi watt/metre. kelvin'dir. Isı iletkenlik katsayısı maddeler için ayırdedici bir özelliktir. Maddelerin ısı iletim hızı;

- Maddenin cinsine,
- Maddenin iki ucu arasındaki sıcaklık farkına,
- Maddenin kalınlığına,
- Enerji iletiminin gerçekleştiği maddenin yüzey alanına bağlıdır.

### **Enerji Tasarrufu**

Ülkemizde de enerji tasarrufu sağlamak için binalarda ısı yalıtımı zorunlu hâle getirilmiştir. Enerji iletim hızı düşük olan maddelere yalıtım malzemeleri denir.

Binanın yalıtım malzemeleriyle kaplanarak yapılan enerji yalıtım işlemlerine “**mantolama**” adı verilir. Binalar yapılırken tuğlaların kalın kullanılması veya kullanılan ince tuğlaların arasına strafor veya cam elyaf adı verilen maddeler konularak yapılması birer yalıtım örneğidir. Binalarda ısı yalıtımı sayesinde büyük oranlarda enerji tasarrufu sağlanmaktadır.

### **Küresel Isınma ve Sera Etkisi**

Son yıllarda, Dünya üzerinde yapılan ölçümler, hava, kara ve deniz sıcaklıklarının ortalama değerlerinin önceki yıllara göre arttığını göstermektedir. Ortalama sıcaklıklardaki bu artışa küresel ısınma denir. Küresel ısınmanın ana sebeplerinden biri insanların doğaya verdikleri zararlardır. Kullandığımız, fosil yakıtlardan çıkan sera gazları, kişisel bakım Ürünleri, parfüm ve deodorant küresel ısınmayı tetiklemektedir. Bunların yanında güneşte meydana gelen periyodik olaylar da (patlama gibi) küresel ısınmaya sebep olmaktadır.

### **Küresel ısınma;**

- Dünya üzerinde iklim değişikliğine,
- Buzulların erimesine,
- Canlı türlerinin yok olmasına (özellik deniz canlılarının),
- Deniz seviyesinin yükselmesi sonucu içme suyu sıkıntısına,
- Tarımsal kuraklığa, ve bunlar gibi, yaşamımızı doğrudan etkileyen olaylara neden olmaktadır.
- Küresel ısınmayı engellemek için alınabilecek bireysel önlemlerden bazıları,

### **Küresel Isınmayı Önlemek İçin Alınması Gereken Önlemler**

- Standart ampulünüzü tasarruf ampulü ile değiştirin ve bir yıldaki karbondioksit salınımını 75 kg azaltın.
- Toplu taşıma araçları kullanın, yürüme mesafelerine yürüyerek gidin.
- otomobillerin hava ve yakıt filtrelerini temiz tutun.
- Geri dönüşüme mutlaka önem gösterin.

- Daha az sıcak su kullanarak enerji kullanımını azaltın.
- Elektronik cihazlarınızı (televizyon, müzik çalar gibi) tamamen kapatın (kapama düğmesinden ya da fişten çekin)
- Her yıl mutlaka ağaç diki.
- Parfüm ve deodorant kullanımınızı azaltın.

## Genleşme

Bir maddeye ısı verildiğinde sadece maddenin sıcaklığı değişiyorsa verilen ısı maddenin molekülleri arasındaki bağları gevşetir ve moleküllerin arası açılır. Isı verilerek maddenin hacminin artması olayına **genleşme** denir. Genleşme maddenin üç hali için de gözlenebilir.

## Katılarda Genleşme

Katı madde, çubuk şeklinde ise boyca uzama, levha şeklinde ise yüzeyce genleşme, küre ve silindir gibi cisimlerde ise hacimce genleşme olarak incelenir.

**Boyca Uzama:** Katı bir çubuk, ısıtılıp sıcaklığı artırıldığında boyunun uzadığı gözlenir. Boyu uzayan bir çubuğun genişliği de artar. Fakat boyundaki artışın yanında genişliğindeki artış ihmal edilecek kadar küçüktür. Bundan dolayı metalin tek boyutta genleştiği kabul edilir ve buna **boyca uzama** denir.

**Yüzeyce Genleşme:** İnce levha şeklindeki katı maddelerin kalınlığındaki genleşme, yüzeyindeki genleşmenin yanında çok küçük kaldığı için dikkate alınmaz. Dolayısıyla böyle bir levhadaki genleşmeye yüzeyce genleşme denir. Yüzey alanı  $S_0$  olan ince metal bir levha ısıtıldığında yüzey alanı artar. Yüzey alanındaki  $\Delta S$  artış miktarı  $\Delta S = S_0 \cdot 2\alpha \cdot \Delta T$  bağıntısı ile hesaplanır. İki boyutta genleşme olduğu için  $\alpha$  uzama katsayısı  $2\alpha$  olarak alınmıştır. Benzer şekilde soğutulan levhanın yüzey alanındaki azalma da aynı bağıntı ile hesaplanır. Yüzeyce genleşme aslında fotokopi makinesinde bir cismin daha büyük ya da daha küçük fotokopisini çekmek gibidir. Boyutları değişir fakat şekli değişmez.

**Hacimce Genleşme:** Bütün maddeler hacimce genleşir. Fakat bazı doğrultulardaki genleşmeler ihmal edilecek kadar küçük olduğunda, boyca uzama ve yüzeyce genleşme durumları olur. İlk hacmi  $V_0$  olan küresel bir cismin sıcaklığı  $\Delta T$  kadar değiştirildiğinde hacmindeki değişim miktarı olan  $\Delta V$ ,  $\Delta V = V - V_0 = V_0 \cdot 3\alpha \cdot \Delta T$  bağıntısıyla hesap edilir.

## Gazların Genleşmesi

Maddelerin genleşme kat sayıları arasında  $\alpha_{\text{gaz}} > \alpha_{\text{sıvı}} > \alpha_{\text{katı}}$  ilişkisi vardır. Bütün gazlar aynı miktarda genleştiğinden genleşme gazlar için ayırt edici bir özellik değildir.

## Sıvıların Genleşmesi

Isıtılan bir sıvı, hacimce genleşir. İçi su dolu bir kap ısıtıldığında sıvının taşması, genleştiğini gösterir. Aynı cins sıvıların sıcaklığı eşit miktar artırılırsa, hacmi büyük olan sıvı daha fazla genleşir. Su diğer sıvılardan farklı şekilde genleşir. Suyun 1 atmosferik basınç altında  $+4^\circ\text{C}$  altında ve üstündeki sıcaklıklarda suyun hacmi artar. Eğer suyun diğer sıvılardan farklı özelliği olmasaydı yani diğer sıvılar gibi davranıyorsa, sular üstten değil dipten donardı. Dolayısıyla denizlerde hayat olmazdı. Halbuki su üstten donup 1 m kalınlığında buz tabakası olsa da, suyun dip taraftaki sıcaklığı  $+4^\circ\text{C}$  civarındadır. Çünkü yoğunluğu en fazla olan sıvı dipte olur.

## 5. ÜNİTE : ELEKTROSTATİK

### Elektrik Yükü

- Maddeler atomlardan oluşur. Atom da proton, nötron ve elektronlardan oluşur. Proton ve nötronlar atom çekirdeğinde bulunur.
  - Elektronlar ise, çekirdeğin çevresindeki yörüngelerde dolanır.
  - Protonun sahip olduğu elektrik yükü pozitif yük (+) olarak adlandırılır.
  - Elektronun sahip olduğu elektrik yükü negatif yük (-) olarak adlandırılır.
  - Bir proton ile bir elektronun yük miktarları birbirine eşittir.
  - Nötron yüksüzdür.
  - Elektrik yükü  $q$  ile gösterilir.
  - SI birim sisteminde elektrik yükünün birimi coulombdur ve C ile gösterilir.
  - Bir elektronun yükünün, en küçük yük olduğu kabul edilir ve elementer yük ya da birim yük denir. Birim yük  $e$  ile gösterilir.
  - Bütün yüklü cisimlerin yük miktarı birim yük cinsinden  $-3e$ ,  $-e$ ,  $e$ ,  $2e$  şeklinde ifade edilir.
- Bilim insanlarının yaptıkları ölçümler doğadaki en küçük elektrik yükünün elektronun yükü olduğunu göstermiştir. Bu nedenle bir elektronun yüküne temel yük ya da **elementer yük** ( $e$ ) denir.

Bir cismin elektron alması veya vermesi sonucu yük dengesinin bozulması olayına **elektrikle yüklenme** veya **elektriklenme** denir. Elektriklenme olayında toplam yük sayısında bir değişiklik olmaz toplam yük korunur.

### **Elektrikle Yüklenme Çeşitleri**

Elektron kazanan maddelerde negatif yük miktarı, pozitif yük miktarından fazla (negatif yük fazlalığı) olduğundan böyle maddeler negatif yükle yüklenmiş olur. Elektron kaybeden maddelerde negatif yük miktarı, pozitif yük miktarından az (negatif yük eksikliği) olduğundan böyle maddeler pozitif yükle yüklenmiş olur.

Elektriklenme, sürtünmeyle elektriklenme, dokunma ile elektriklenme, etki ile elektriklenme olmak üzere üç şekilde gerçekleşir.

### **Sürtünme ile Elektriklenme**

İki maddenin birbirlerine sürtünmesi ile yüklenmelerine **sürtünme ile elektriklenme** denir. Sürtünme ile elektriklenen iki nötr madde eşit miktarda ve zıt cins elektrikle yüklenir.

Bir ebonit (plastik) çubuk yün kumaşa sürtüldüğünde, yünden ebonit çubuğa elektron geçer. Elektron kazanan ebonit çubukta elektron fazlalığı oluşurken, elektron kaybeden yün kumaşta ise elektron eksikliği oluşur. Böylece ebonit çubuk “-” yükü, yün kumaş ise “+” yükü yüklenmiş olur.

### **Dokunma ile Elektriklenme**

İki iletken maddenin birbirlerine dokunması ile yüklenmelerine dokunma ile elektriklenme denir.

Dokunma ile elektriklenen iki madde aynı cins elektrik yükü ile yüklenir. Elektrik yüklü iletken bir madde, nötr, iletken bir maddeye dokundurulduktan sonra her iki madde de aynı cins elektrik yükü ile yüklü olur.

Dokunma ile elektriklenen iki maddenin, birbirlerine dokunmadan önceki yüklerinin toplamı, birbirlerine dokunduktan sonraki yüklerinin toplamına eşittir.

### **Etki ile Elektriklenme**

Nötr bir iletkenin, yakınındaki yüklü bir cismin etkisi ile elektriklenmesine **etki ile elektriklenme** denir.

Nötr bir iletkenin bir bölgesinde tek cins yüklerin, diğer bölgesinde ise zıt cins yüklerin toplanmasına **elektriksel kutuplanma** denir.

### **Elektroskop**

Bir cismin yüklü olup olmadığını, yüklü ise hangi cins yüküyle yüklü olduğunu anlamaya yarayan alete **elektroskop** denir.

- Elektroskop yüklü iken yaprakları açık nötr iken yaprakları kapalıdır.
- Yüklü bir elektroskopun topuzuna yüklü başka bir cisim dokundurulduğunda yapraklar daha da açılıyorsa elektroskopla cisim aynı cins elektrik yüküyle yüklüdür.
- Cisim topuz dokundurulduğunda eğer elektroskopun yaprakları bir miktar kapanıyorsa cisim ve elektroskop zıt elektrik yüküyle yüklüdür.
- Yapraklar tamamen kapanıyorsa cisim ve elektroskopun yük miktarlarının eşit fakat zıt elektrik yüküyle yüklüdür.

Günümüzde elektrikle yüklenme olayından yararlandığı alanlara örnek olarak arabaların boyanması, baca filtreleri, hava filtreleri, fotokopi makineleri, lazer yazıcılar, mürekkep baskısı verilebilir.

### **İletken ve Yalıtkanlarda Yük Dağılımı**

Maddelerin iletkenlikleri atomun yapısıyla ilgili bir özelliktir. Bazı maddelerin atomlarında özellikle de dış yörüngedeki atomlar atoma zayıf bağ ile bağlıdır. Böyle atomlara sahip maddeler, dışarıdan uygulanan elektriksel bir etki ile karşılaştığında dış yörüngedeki zayıf bağlı elektronlar kolayca sökülür ve maddenin içinde hareket edebilir bu sayede madde elektriği iletmiş olur. Böyle maddelere **iletken maddeler** denir.

Yalıtkan maddelerde atomların sahip olduğu elektronlar atoma sıkı bağlarla bağlıdır, dışarıdan gelen elektriksel bir etki elektronları kolayca hareket ettiremez böyle maddelere elektriği iletmeyen yani **yalıtkan madde** denir.

- İletken atomlarında yük hareketi, iletken içinde kolaylıkla hareket edebilen ve serbest elektron adı verilen elektronlarla sağlanır.
- Yalıtkanlarda serbest elektronlar yok denecek kadar azdır.
- Yüklü cisimlerin birbirlerine uyguladığı kuvvete Coulomb kuvveti denir.
- Bir iletken elektrik yükü kazandığında bu yük, serbest elektronlar tarafından iletkenin tüm dış yüzeyine dağılır.
- Bir yalıtkan elektrikleştiğinde, serbest elektronu olmadığından, bu yük yalıtkanın başka bölgesine yayılamaz.
- İçi boş, yüklü bir iletkenin yükleri dış yüzeyine dağılır, iç yüzeyi ise nötr olur.
- Yüklü bir iletkenin elektrik yükleri, aynı cins olduğundan birbirini iterek, mümkün olan en uzağa giderler. Bu

nedenle sivri uçlarda yük birikmesi daha fazla olur.

– Negatif yüklü bir kürecik nötr, iletken, içi boş bir kürenin içinde tutulduğunda, dıştaki küre, şekildeki gibi kutuplanır. Yüklü kürecik büyük kürenin iç yüzeyine dokundurduğunda ise, tüm yükünü kaybederek kendisi nötr hale geçer. Kürecik gibi büyük kürenin de iç yüzeyi nötr olur, kazandığı yükler dış yüzeyine dağılır. İletken bir cismin üzerine gelen elektrik yükleri birbirlerini itererek iletkenin geometrik şekline göre dağılır ve sonrasında yüklerin hareketi durur. Elektrik yüklerinin hareketsiz olarak durmasına “**elektrostatik denge**” denir. Elektrostatik dengeye ulaşmış bir iletken cismin içinde elektrik alan sıfır olur. Kapalı bir yüzeye sahip olan bir iletken cisim, elektrik alan içerisine yerleştirildiğinde elektronlar iletkenin içindeki elektrik alan sıfırlanmaya kadar hareket eder. İletkenin içindeki elektrik alan sıfırlanınca elektronları hareket ettiren neden ortadan kalkmış olacağı için hareketleri sona erer. İçinde elektrik alanın sıfır olduğu bu kapalı iletken yüzeye “**Faraday Kafesi**” adı verilir. Faraday kafesi yalıtıcı ve parlayıcı maddelerin depolandığı binalarda, radyo frekans yayan cihazlarda, telsizle haberleşme yapılan binalarda, elektronik kartlarda bulunan radyo frekans modüllerde kullanılır.

### **Elektrik Alan**

Elektrik yükleri çevresinde bir etki alanı meydana getirir. Yük bu etki alanı içine giren yükleri iter veya çeker. Elektrik yükünün etkisini gösterdiği bu alana **elektrik alanı** denir. Elektrik alan vektörü uzayın herhangi bir noktasındaki elektriksel alan vektörü, o noktaya konulan +1 C’luk deneme yüküne etkileyen elektriksel kuvvet vektörüdür. Bir elektrik yükünün kendisinden d kadar uzakta oluşturduğu elektriksel alanın büyüklüğü; Matematiksel olarak  $E=k \cdot q/d^2$  bağıntısı ile hesaplanır.

E elektrik alanının birimi N/C’dur. Elektriksel kuvvet ile elektrik alan arasında  $F=E_q$  bağıntısı vardır. Elektrik alan çizgilerinin özellikleri;

- Elektrik alan çizgileri, pozitif yüklerden başlayıp negatif yüklerde son bulacak şekildedir.
- Eğer bir yük tek başına ise elektrik alan çizgisinin bir ucu sonsuz olur.
- Herhangi bir noktadaki elektrik alan vektörü, o noktadan geçen elektriksel alan çizgisine teğettir.
- Elektrik alan çizgileri elektriksel alanın şiddetli olduğu yerlerde sık, zayıf olduğu yerlerde seyrek.
- Elektrik alan çizgileri birbirini asla kesmez.