

TYT

FİZİK

KONU ANLATIMI NOTU

MERVAN KABAĞ

2026

İÇİNDEKİLER

1. ÜNİTE: FİZİK BİLİMİ VE KARIYER KEŞFİ	4
1.1. FİZİK BİLİMİ	4
1.2. FİZİK BİLİMİNİN ALT DALLARI.....	4
1.3. FİZİK BİLİMİNE YÖN VERENLER.....	5
1.4. FİZİK BİLİMİ İLE İLGİLİ KARIYER KEŞFİ	6
2. ÜNİTE: KUVVET VE HAREKET (1)	7
2.1. TEMEL VE TÜRETİLMİŞ NİCELİKLER.....	7
A) Temel Nicelikler	7
B) Türetilmiş Nicelikler	8
2.2. SKALER VE VEKTÖREL NİCELİKLER	8
2.3. VEKTÖRLER	9
2.3.1. Vektörlerin Özellikleri	10
2.3.2. Vektörlerin Toplanması	10
2.3.3. Vektörlerin Toplanmasında Kullanılan Yöntemler	11
2.4. DOĞADAKİ TEMEL KUVVETLER	13
2.5. HAREKET VE HAREKET TÜRLERİ.....	14
2.5.1. Hareketin Temel Kavramları	14
2.5.2. Hareket Türleri.....	15
3. ÜNİTE: AKIŞKANLAR.....	15
3.1. BASINÇ (Katılarda Basınç).....	15
3.2. SIVILARDA BASINÇ	17
3.2.1. Sıvılarda Basıncın Kullanıldığı Günlük Hayat Örnekleri (Pascal Prensibi).....	18
3.3. AÇIK HAVA BASINCI (Atmosfer Basıncı)	19
3.4. KALDIRMA KUVVETİ	20
3.4.1. Kaldırma Kuvveti ile Sıvılardaki Basıncı Oluşturan Kuvvet Arasındaki İlişki	22
3.5. BERNOULLİ İLKESİ	23
Rüzgâr Tünelleri	23
Bernoulli İlkesi'nin Tanımı (Akış Sürati - Basınç İlişkisi)	23
Venturi Tüpü ve Kesit Alanı İlişkisi (Süreklilik İlkesi)	23
Günlük Hayatta Bernoulli İlkesi Uygulamaları	23
4.ÜNİTE: ENERJİ	24
4.1. İÇ ENERJİ, ISI VE SICAKLIK ARASINDAKİ İLİŞKİ	24
4.2. ISI, ÖZ ISI, ISI SIĞASI VE SICAKLIK FARKI ARASINDAKİ İLİŞKİ	25
4.2.1. Termometreler	25
4.2.2. Öz Isı ve Isı Sığası	27
4.3. HÂL DEĞİŞİMİ.....	27
4.4. ISIL DENG.....	28
4.5. ISI AKTARIM YOLLARI	29

4.5.1. Isının İletim Yoluyla Yayılması	29
4.5.2. Isının Konveksiyon (Taşıma) Yoluyla Yayılması	30
4.5.3. Isının Işıma (Radyasyon) Yoluyla Yayılması	30
4.6. ISI İLETİM HIZI VE YALITIM	31
4.6.1. Isı İletim Hızını Etkileyen Faktörler	31
4.6.2. Maddelerin Isı İletim Katsayıları	31
4.6.3. Isı Yalıtımı ve Günlük Hayat Uygulamaları	31
5. ÜNİTE: KUVVET VE HAREKET (2)	32
5.1. Sabit Hızlı Hareket	32
5.2 Bir Boyutta Sabit İvmeli Hareket	33
5.2.1 İvme ve Hız Değişimi Arasındaki İlişki	33
5.2.2 Yatay Doğrultuda Sabit İvmeyle Hareket Eden Cisimlerin Hareketi	34
6. ÜNİTE: ENERJİ(2)	35
6.1. İŞ, ENERJİ VE GÜÇ	35
6.1.1. Kuvvet-Yer Değiştirme Grafiği Kullanılarak İş Kavramının Tanımlanması	35
6.1.2. İş, Enerji ve Güç Kavramları Arasındaki İlişki	37
6.2. ENERJİ BİÇİMLERİ	37
6.3. MEKANİK ENERJİ	40
6.3.1. Mekanik Enerjinin Tanımı ve Temel Kavramlar	40
6.3.2. Potansiyel Enerji	40
6.3.3. Kinetik Enerji	41
6.3.4. İş - Kinetik Enerji Teoremi	41
6.3.5. Mekanik Enerjinin Korunumu	42
6.3.6. Sürtünmeli Sistemlerde Enerji ve Korunumsuzluk	42
6.4. ENERJİ KAYNAKLARI	42
6.4.1. Enerji Kaynaklarının Sınıflandırılması ve Genel Özellikleri	42
6.4.2. Yenilenemeyen Enerji Kaynakları	43
6.4.3. Yenilenebilen Enerji Kaynakları	43
6.4.4. Enerji Tasarrufu ve Verimliliği	45
7.ÜNİTE: ELEKTRİK	45
7.1. BASİT ELEKTRİK DEVRELERİ	45
7.2. ELEKTRİK AKIMI	47
7.3. OHM YASASI.....	48
7.4. DİRENÇLERİN BAĞLANMASI.....	49
7.5. ÜRETEÇLERİN BAĞLANMASI	50
7.6. ELEKTRİK AKIMININ OLUŞTURABİLECEĞİ TEHLİKELERE KARŞI ALINMASI GEREKEN ÖNLEMLER	52
7.7. TOPRAKLAMANIN ÖNEMİ	53
8.ÜNİTE: DALGALAR	54
8.1. Dalgaların Temel Kavramları	54
8.2. Dalgaların Sınıflandırılması.....	55

8.3. Dalgaların Yayılma Süratini Etkileyen Etmenler	56
8.4. PERİYODİK HAREKETLER (DETAYLANDIRILMIŞ İNCELEME)	57
1. Basit Sarkaç (İp Sarkacı)	57
2. Yay Sarkacı	57
8.5. Su Dalgalarında Yansıma ve Kırılma	58
8.6. Rezonans ve Deprem	59
8.6.1 Rezonans ve Depremle İlgili Kavramlar	59
8.6.2 Depremle İlgili Bilimsel Model Oluşturabilme	60

1. ÜNİTE: FİZİK BİLİMİ VE KARIYER KEŞFİ

1.1. FİZİK BİLİMİ

- **Tanımı:** Doğa olaylarını anlamak için gözlem ve deneye dayalı olarak yapılan, evreni ve evrendeki olayları açıklama amacı taşıyan bilim dalıdır.
- **İnceleme Alanı:** Madde, enerji, kuvvet, uzay ve zaman arasındaki ilişkileri matematiksel hesaplamalar ve gözlem yoluyla inceler.
- **Kapsamı:** Mikro evrenden (gözle görülemeyen atom altı parçacıklar) makro evrene (galaksiler, gezegenler vb.) kadar çok geniş bir çalışma alanına sahiptir. Klasik fizik (makro) ve modern fizik (mikro) olarak ayrılır.
- **Diğer Disiplinlerle İlişkisi:** Felsefe (doğa felsefesi olarak doğmuştur), matematik (fiziğin dilidir), kimya, biyoloji, coğrafya, tıp, mühendislik, astronomi, spor, müzik ve görsel sanatlarla iç içedir.
- **Günlük Hayat ve Doğa Örnekleri:**
 - *Fotosentez:* Işığın soğurulması (Fizik) + Besin üretimi (Kimya/Biyoloji).
 - *Robotik Cerrahi (Da Vinci Sistemi):* Ameliyat teknolojisi (Fizik/Mühendislik) + İlaç ve doku (Kimya/Biyoloji).
 - *Akustik:* Antik Çağ tiyatrolarındaki eğimli oturma alanları ve Mimar Sinan'ın Süleymaniye Camisi'ndeki is kanalları/ses düzeni (Fizik + Mimari + Sanat).
 - *Diğer:* Gökkuşağı oluşumu, kaykaycıların hareketi, telli çalgılarda sesin ayarlanması, elektrikli yılan balığının elektrik üretimi.

1.2. FİZİK BİLİMİNİN ALT DALLARI

Bilgi birikiminin artması ve konuların karmaşılaşması sebebiyle fizik alt dallara ayrılmıştır. (Şifreleme: **KAMYONET**)

1. Mekanik:

- Kuvvet, hareket ve enerji arasındaki ilişkileri ile cisimlerin denge şartlarını inceler. Statik (durgun) ve Dinamik (hareketli) olarak ayrılır.
- *Çalışma Alanları:* Gezegenlerin/yıldızların hareketi, sesin oluşumu, yanardağ patlamaları, rüzgâr oluşumu, köprü ve bina yapımı, basit makineler, motorlar, robotik sistemler.

2. Elektromanyetizma:

- **Elektrik:** Elektrik yükleri, etkileşimleri, statik elektrik (durgun yükler) ve elektrik akımını inceler.
- **Manyetizma:** Mıknatıslar, manyetik alanlar ve maddelerin manyetik özelliklerini inceler.
- *Çalışma Alanları:* Yıldırım, şimşek, pusula ile yön bulma, Dünya'nın manyetik alanı, metal atıkların mıknatısla ayrıştırılması, MR (Manyetik Rezonans) cihazları.

3. Termodinamik:

- Isı, sıcaklık, iç enerji, ısı alışverişi, ısı denge, genleşme ve hâl değişimi konularını inceler.
- *Çalışma Alanları:* Binalarda ısı yalıtımı, ısıtma-soğutma sistemleri (kombi, klima), termal kameralar, erime ve kaynama olayları.

4. Optik:

- Işık, ışık olayları (yansıma, kırılma, renk, gölge) ve ışığın madde ile etkileşimini inceler.
- *Çalışma Alanları:* Gökkuşağı oluşumu, gözlük, lens, dürbün, teleskop, mikroskop, fiber optik kablolar, fotoğraf makineleri.

5. Katı Hâl Fiziği:

- Kristal yapıya sahip katı maddelerin mikroskopik ve makroskopik özelliklerini (elektriksel, manyetik, optik, termal, esneklik) inceler.
- *Çalışma Alanları:* Nanoteknoloji, süper iletkenlik, MAGLEV (manyetik kaldırma destekli) trenler, şarjlı piller, LCD ekranlar, güneş pilleri, hafızalı metaller, leke tutmayan akıllı kumaşlar, SSD diskler.

6. Atom Fiziği:

- Atomun yapısı, enerji düzeyleri, elektron dizilimi ve atomların/moleküllerin birbirleriyle etkileşimlerini inceler.
- *Çalışma Alanları:* Elektron mikroskobu, Lazer teknolojisi, kuantum bilgisayarları, 3D yazıcılar, yapay zekâ, nanoteknoloji (katı hâl fiziği ile ortaklaşa).

7. Nükleer Fizik (Çekirdek Fiziği):

- Atom çekirdeğinin yapısını, çekirdekteki etkileşimleri, tepkimeleri (filyon ve füzyon) ve radyasyonu inceler.
- *Çalışma Alanları:* Nükleer santraller (enerji üretimi), atom bombası, nükleer tıp (Röntgen, BT-Bilgisayarlı Tomografi, PET cihazları), Karbon-14 yöntemi ile arkeolojik yaş tayini, gıdaların raf ömrünün uzatılması.

8. Yüksek Enerji ve Plazma Fiziği:

- Maddeyi oluşturan atom altı parçacıkları, Madde- Anti madde etkileşimlerini, bunların etkileşimlerini ve maddenin 4. hâli olan plazmayı inceler.
- *Çalışma Alanları:* CERN'deki parçacık hızlandırıcı deneyleri, Güneş ve yıldızların yapısı, uzay ve roket teknolojileri, floresan ve neon lambalar.

1.3. FİZİK BİLİMİNE YÖN VERENLER

Bilim insanları; meraklı, sabırlı, kararlı, çalışkan, objektif, eleştiriye açık, sorgulayıcı ve evrensel düşünen kişilerdir. Başarısızlıklarda pes etmezler.

- **Aristo:** *Physica* kitabında hareket, mekân, boşluk ve zaman gibi temel kavramları açıklamıştır.
- **İbnülheysem:** Görme olayının gözden çıkan ışınlarla değil, cisimlerden yansarak göze gelen ışınlarla (optik) olduğunu kanıtlamıştır. Ön yargısız, şüpheci ve eleştirel düşüncenin öncüsüdür. ("*Makale Fi'ş-Şükûk Alâ Batlamyus*" ve "*Optik Kitabı*").
- **Hazini:** 12. yy'da kendi icadı olan **Hikmet Terazisi** ile sıvıların ve katıların yoğunluğunu günümüze çok yakın değerlerde ölçmüştür.
- **Isaac Newton:** Galileo ve Kepler'in bulgularını birleştirerek Dinamiğin Temel Yasalarını ve Evrensel Kütle Çekim Yasasını bulmuştur. Işığın renklere ayrılması üzerine çalışmıştır.
- **Michael Faraday & James Maxwell:** Faraday, kısıtlı eğitimine rağmen deneylerle elektrik/manyetizma teorilerini kurmuş; Maxwell bu teorilerdeki matematiksel boşlukları formüllerle doldurmuştur.
- **Albert Einstein:** Kuantum mekaniği ve Görelilik Teorisi'ni ($E=mc^2$) bulmuştur. Çocukken amcasının hediye ettiği pusula sayesinde bilime merak salmıştır. Fikirlerine başta itiraz edilse de pes etmemiştir.
- **Stephen Hawking:** ALS hastalığına (tamamen felç) rağmen evrenin temel ilkeleri ve kara delikler üzerine çalışmalar yapmış, tekerlekli sandalyesinde en çok okunan bilim kitaplarını yazmıştır (Azim örneği).

1.4. FİZİK BİLİMİ İLE İLGİLİ KARIYER KEŞFİ

A) Ülkemizdeki Araştırma Merkezleri

- **TÜBİTAK (Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu):** Bilim ve teknolojiyi teşvik eder, AR-GE çalışmalarına fon/burs sağlar, bilimsel dergi ve kitap yayınlar.
- **TENMAK (Türkiye Enerji, Nükleer ve Maden Araştırma Kurumu):** Enerji, maden, iyonlaştırıcı radyasyon, hızlandırıcılar ve nükleer teknoloji alanlarında çalışır (Nükleer santraller ve radyasyon güvenliği).
- **MTA (Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü):** Yer bilimleri, madencilik, jeolojik/jeofizik aramalar ve doğal afet (deprem vb.) risk belirleme çalışmaları yapar.
- **TUA (Türkiye Uzay Ajansı):** Millî Uzay Programını hazırlar, uzay ve havacılık teknolojilerini geliştirir, uluslararası uzay işbirliklerini (astronot gönderme vb.) yönetir.
- **ASELSAN (Askerî Elektronik Sanayi):** TSK'nın haberleşme ihtiyacı için kurulmuştur. Radar, insansız hava araçları, mikroelektronik, savunma sistemlerinin yanı sıra tıbbi cihazlar (Solunum cihazı, MR) ve akıllı trafik sistemleri de üretir.



B) Dünyadaki Araştırma Merkezleri

- **CERN (Avrupa Nükleer Araştırma Merkezi):** İsviçre-Fransa sınırında yer alır. Dünyanın en büyük parçacık fiziği (Yüksek enerji) laboratuvarıdır. Yerin altındaki **Büyük Hadron Çarpıştırıcısı (LHC)** burada bulunur. *Ek Bilgi:* Dokunmatik ekranlar ve internet ağı (WWW) CERN laboratuvarlarında icat edilmiştir.
- **NASA (Amerika Ulusal Havacılık ve Uzay Dairesi):** ABD'nin uzay çalışmaları ve programlarını yürüten merkezidir.
- **ESA (Avrupa Uzay Ajansı):** Merkezi Fransa/Paris'te olan, Avrupa'nın uzay keşif faaliyetlerini yürüten kuruluştur.



C) Fizik Biliminin Sağladığı Kariyer Olanakları

Fizik bilimi, temel bilim olmasından dolayı birçok mühendislik (Makine, İnşaat, Bilgisayar vb.) ve alt dallarda temel oluşturur.

- **Akademik Kariyer:** Üniversite ve enstitülerde öğretim üyesi/araştırmacı.
- **Eğitim Alanı:** Ortaöğretimde fizik öğretmenliği.
- **Araştırma Geliştirme (AR-GE):** Savunma (ASELSAN), enerji, biyofizik ve malzeme bilimi sektörlerinde araştırmacı tekniker/uzman.
- **Bilgi Teknolojileri:** Yazılım geliştirme, veri bilimi, sistem analisti, yapay zekâ araştırmacısı.
- **Medikal Fizik:** Hastanelerde radyoloji, radyoterapi, nükleer tıp (MR, Röntgen, Tomografi) cihazlarını kullanan ve kalibre eden uzmanlar.

2. ÜNİTE: KUVVET VE HAREKET (1)

2.1. TEMEL VE TÜRETİLMİŞ NİCELİKLER

FİZİKSEL NİCELİKLERİN SINIFLANDIRILMASI VE ÖLÇÜM

- **Ölçme İşlemi:** Bir niceliğin büyüklüğünün, aynı cinsten standart olarak belirlenmiş başka bir büyüklük ile karşılaştırılarak sayı ve birimle ifade edilmesidir.
- **SI (Uluslararası Birimler Sistemi):** Bilim, teknoloji, ticaret ve mühendislikte ortak bir küresel dil oluşturmak amacıyla 1960 yılında Paris'te düzenlenen "Ağırlıklar ve Ölçümler Konferansı"nda kabul edilmiştir. Bu sistem uluslararası iletişimi kolaylaştırmıştır.
- **TÜBİTAK ÜME:** Türkiye'de yapılan tüm ölçümleri güvence altına alan ve standartları belirleyen kurumdur (Ulusal Metroloji Enstitüsü).
- Fiziksel nicelikler, ifade ediliş biçimlerine göre **Temel** ve **Türetilmiş** nicelikler olmak üzere ikiye ayrılır.

A) TEMEL NİCELİKLER

- Doğrudan ölçülüp, kendi başına (başka bir niceliğe ihtiyaç duymadan) ifade edilebilen niceliklerdir.
- Bilimsel olarak belirlenmiş toplam **7 adet** temel nicelik vardır (Bunun dışındaki tüm nicelikler türetilmiştir).

Temel Nicelik	Sembolü	SI Birimi	Birim Sembolü	Ölçüm Aleti
Kütle	m	kilogram	kg	Eşit kollu terazi
Işık Şiddeti	I	Kandela	cd	Fotometre
Sıcaklık	T	Kelvin	K	Termometre
Akım şiddeti	i	Amper	A	Ampermetre
Madde Miktarı	n	mol	mol	Yoktur (Hesaplamayla bulunur)
Uzunluk	ℓ (veya L, x, d)	metre	m	Cetvel, Şerit metre , Kumpas
Zaman	t	saniye	s	Kronometre

- **Önemli Ek Bilgi (Kütle Tanımının Değişmesi):** Geçmişte 1 kilogram, platin ve iridyum alaşımından yapılmış silindirik bir prototip ile tanımlanıyordu. Ancak bu prototip zamanla aşınarak kütle kaybına uğradığı için, 20 Mayıs 2019'da doğanın değişmeyen temel sabitlerinden olan "Planck Sabiti"ne dayalı yeni ve evrensel bir tanım yürürlüğe girmiştir.

B) TÜRETİLMİŞ NİCELİKLER

- Temel niceliklerin bir araya gelmesiyle, matematiksel bir model (formül) sonucu oluşturulan niceliklerdir.
- Temel nicelikler dışındaki tüm nicelikler türetilmiştir.

Türetilmiş Nicelik	Sembol	SI Birimi	Birimin Sembolü
Alan	A	metrekare	m ²
Hacim	V	metreküp	m ³
Özkütle(yoğunluk)	d	$\frac{\text{kilogram}}{\text{metreküp}}$	kg/m ³
Sürat	v	$\frac{\text{metre}}{\text{saniye}}$	m/s
Hız	$\vec{v}$	$\frac{\text{metre}}{\text{saniye}}$	m/s
Kuvvet	F	newton(kg · m/s ²)	N
Enerji	E	joule (kg · m ² /s ²)	J
İş	W	joule (kg · m ² /s ²)	J
Isı	Q	joule (kg · m ² /s ²)	J
Basınç	P	paskal(kg/m · s ²)	Pa
Elektrik Yükü	q	coulomb(A · s)	C
Yerçekimi ivmesi	g	$\frac{\text{metre}}{\text{saniyekare}}$	m/s ²
İvme	$\vec{a}$	$\frac{\text{metre}}{\text{saniyekare}}$	m/s ²
Güç	P	watt (kg · m ² /s ³)	W
Öz Isı	c	joule/(kilogram · kelvin)	J/(kg·K)
Potansiyel Fark (Gerilim)	V	volt ($\frac{\text{kg} \cdot \text{m}^2}{\text{A} \cdot \text{s}^3}$)	V

- Ölçüm Aleti Detayları:** Bazı türetilmiş niceliklerin de kendilerine has ölçüm aletleri vardır. Örneğin; Sürat -> Sürat Göstergesi ile, Kuvvet -> Dinamometre ile ,Hacim Dereceli silindir ile ölçülür

2.2. SKALER VE VEKTÖREL NİCELİKLER

Fiziksel nicelikler, yön belirtme ihtiyaçlarına göre ikiye ayrılır: Skaler ve Vektörel nicelikler.

A) Skaler Nicelikler

- Sadece bir **sayı** ve bir **birim** ile tam olarak ifade edilebilen niceliklerdir.
- Yön bilgisine ihtiyaç **yoktur**. Yön belirtmek anlamsızdır.
- Normal aritmetik (cebirsal) toplama ve çıkarma işlemleri yapılabilir (Örn: 3 kg elma + 2 kg armut = 5 kg kütle).
- Tüm Temel Nicelikler (Kütle, Zaman, Uzunluk vb.) skalerdir.**
- Örnekler:**

Kütle	Zaman	Sürat
Uzunluk	Sıcaklık	Alınan Yol
Güç	Öz Isı	Potansiyel Fark (Gerilim)
Hacim	Enerji / İş/Isı	Elektrik
Basınç	Özkütle	Akımı

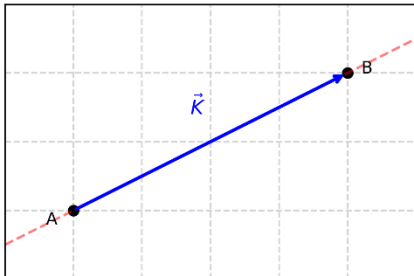
B) Vektörel Nicelikler

- Bir sayı ve bir birimin yanında mutlaka bir **yön (ve doğrultu)** bilgisine ihtiyaç duyan niceliklerdir.
- Sadece sayı ve birimle ifade edildiklerinde eksik kalırlar. (Örn: "Rüzgar 12 km/h hızla esiyor" demek eksiktir, "Kuzeybatı yönünde 12 km/h hızla esiyor" denmelidir).
- Matematiksel işlemleri yön dikkate alınarak (vektörel toplama/çıkarma) yapılır.
 - *Örnek Olay:* Yerde duran bir kanepeye aynı anda doğu yönünde 60 N ve doğu yönünde 40 N kuvvet uygulanırsa toplam kuvvet doğuya doğru 100 N olur (Toplanır). Ancak biri doğuya 60 N, diğeri batıya 40 N uygularsa toplam (net) kuvvet doğuya doğru 20 N olur (Çıkarılır). Bu durum, kuvvetin vektörel olduğunu kanıtlar.
- Vektörel niceliklerin sembollerinin üzerinde sağa doğru küçük bir ok işareti ($\vec{F}$, $\vec{v}$ gibi) bulunur.
- **Örnekler:**
 - Kuvvet
 - Hız
 - Yer Değiştirme
 - İvme
 - Yerçekimi ivmesi
 - Ağırlık
 - Elektrik Alan
 - Manyetik Alan

2.3. VEKTÖRLER

- Vektörler, doğadaki bazı olayların (kuvvet, hız vb.) açıklanmasında ve bilimsel/mühendislik hesaplamalarında yaygın olarak kullanılır.
- **Kullanım Alanları:** Köprülerin taşıyıcı analizleri, mekanik tasarımlar, elektrik ve manyetizma, roket ve uçakların yörünge/yönlendirme hesaplamaları.
- **Neden Gereklidir?** Hız, kuvvet gibi nicelikleri (vektörel nicelikler) tam ve doğru ifade edebilmek için sadece büyüklük yetmez, **yön** bilgisine de ihtiyaç vardır. (Örnek: "25 m/s hızla hareket eden araç" demek yetersizdir, "Hangi yöne gidiyor?" sorusu cevaplanmalıdır.)
- **Vektörün Gösterimi:** Yönlü bir doğru parçası (üzerinde ok bulunan harf) ile gösterilir. Örneğin; $\vec{K}$, $\vec{F}$ (kuvvet), $\vec{v}$ (hız).
- **Bir Vektörün Temel Özellikleri:**
 - **Yön:** Oku işaret ettiği uç (A noktasından B noktasına doğru).
 - **Büyüklük (Şiddet):** Vektörün sayısal değeridir (uzunluğu). Sembolün mutlak değer içine alınmasıyla $|\vec{K}|$ veya üzerinde ok olmayan harfle K şeklinde gösterilir. (Örnek: $|\vec{F}| = 30N$).

1 Nolu Grafik: Vektörün Yönü ve Büyüklüğü

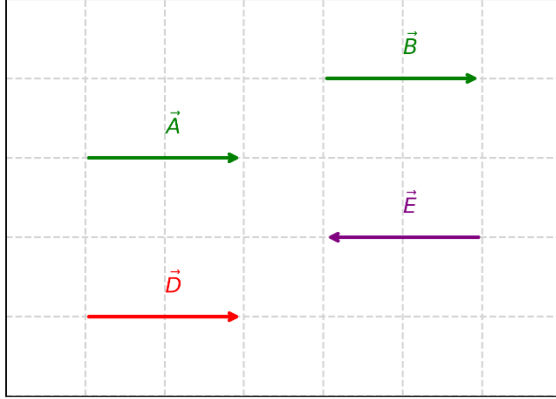


2.3.1. VEKTÖRLERİN ÖZELLİKLERİ

Vektörleri karşılaştırmak veya birbirleri cinsinden ifade etmek için şu tanımlar kullanılır:

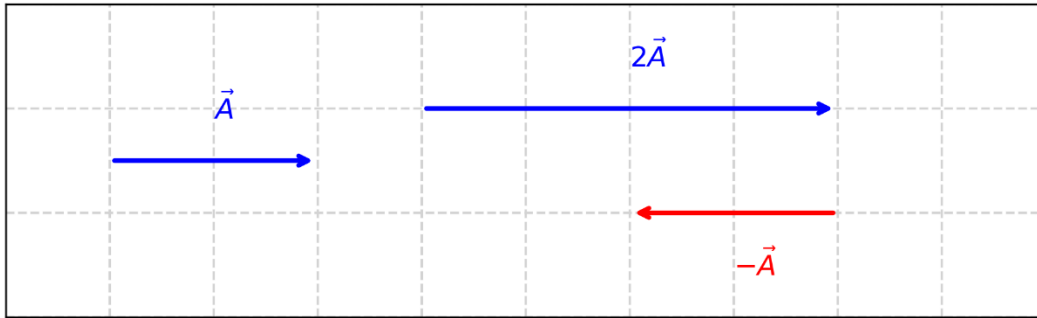
- **Eşit Vektör:** Yönü ve büyüklüğü **tamamen aynı** olan vektörlerdir. ($\vec{A} = \vec{B} = \vec{C}$).
 - Bir vektör, yönü ve büyüklüğü değiştirilmeden uzayda (koordinat sisteminde) başka bir noktaya **paralel olarak taşınabilir**.
- **Zıt Vektör:** Büyüklükleri aynı, **yönleri birbirine tam ters** olan vektörlerdir. İşaret olarak eksisi ile gösterilir. ($\vec{D} = -\vec{E}$).

2 Nolu Grafik: Eşit ve Zıt Vektörler



- **Vektörün Reel Sayı (Skaler) İle Çarpımı:**
 - Bir vektör bir sayıyla çarpıldığında;
 - **Sayı Pozitif ve >1 ise:** Vektörün yönü değişmez, büyüklüğü artar (Örn: $2\vec{A}$).
 - **Sayı Pozitif ve 0 ile 1 arasında ise:** Vektörün yönü değişmez, büyüklüğü azalır (Örn: $\frac{1}{2}\vec{A}$).
 - **Sayı Negatif ise:** Vektörün **yönü tam tersine döner**, büyüklüğü sayının mutlak değerine göre artar veya azalır (Örn: $-\vec{A}$ veya $-\frac{3}{2}\vec{A}$).

3 Nolu Grafik: Reel Sayı ile Çarpım



2.3.2. VEKTÖRLERİN TOPLANMASI

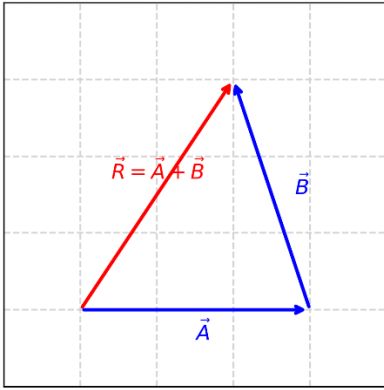
- **Toplama Şartı:** Niceliklerin toplanabilmesi için **ölçü birimlerinin (ve fiziksel türlerinin) aynı olması** şarttır. (Birimler farklıysa dönüştürme yapılmalıdır; 2 kg + 700 g = 2.7 kg gibi).
- Vektörel işlemlerde de kuvvet vektörü ile kuvvet vektörü, hız ile hız toplanabilir. Ancak **hız vektörü ile kuvvet vektörü toplanamaz**. (Uçağa etki eden rüzgârın kuvvetiyle motorun kuvveti toplanır, uçağın hızı ile rüzgâr kuvveti toplanamaz).
- **Bileşke Vektör ($\vec{R}$):** İki veya daha fazla vektörün yaptığı etkiyi **tek başına yapabilen** toplam vektördür.
 - ($\vec{R} = \vec{A} + \vec{B}$). Bileşke vektörü bulmak için farklı yöntemler kullanılır.

2.3.3. VEKTÖRLERİN TOPLANMASINDA KULLANILAN YÖNTEMLER

1. Uç Uca Ekleme Yöntemi (Üçgen Yöntemi):

- İki veya daha fazla vektörün toplanmasında en sık kullanılan yöntemdir.
- İşlem Basamakları:**
 - İlk vektör sabit tutulur.
 - İkinci vektörün başlangıç noktası, birinci vektörün bitiş (ok) noktasına (yönü ve büyüklüğü değiştirilmeden) taşınır.
 - İlk vektörün başlangıç noktasından, son vektörün bitiş noktasına doğru çizilen yeni ok, **Bileşke Vektörü** ($\vec{R}$) verir.
- Değişme Özelliği:** Vektörlerin toplanma sırası sonucu etkilemez. ($\vec{R} = \vec{A} + \vec{B} = \vec{B} + \vec{A}$).

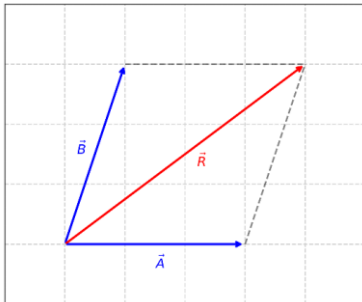
4 Nolu Grafik: Uç Uca Ekleme Yöntemi



2. Paralelkenar Yöntemi:

- Genellikle iki vektörün toplanmasında tercih edilir. Sayı ikiden fazlaysa önce ikisi toplanır, çıkan bileşke ile sıradaki vektör toplanarak sürece devam edilir.
- İşlem Basamakları:**
 - Toplanacak iki vektörün başlangıç noktaları (kuyrukları) aynı noktada birleştirilir.
 - Birinci vektörün ucundan ikinciye, ikinci vektörün ucundan birinciye **paralel kesikli çizgiler** çizilerek bir paralelkenar oluşturulur.
 - Vektörlerin ortak başlangıç noktasından, çizilen paralellerin kesişim noktasına çizilen köşegen doğrultusu **Bileşke Vektördür** ($\vec{R}$).

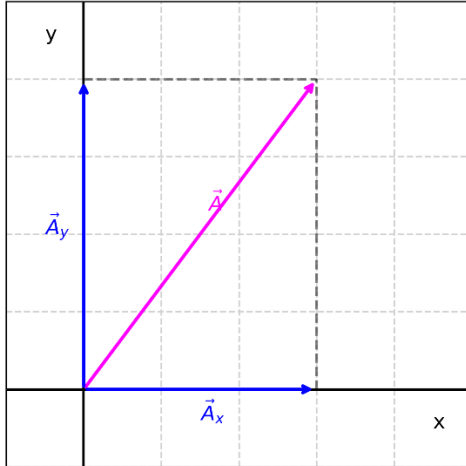
5 Nolu Grafik: Paralelkenar Yöntemi



3. Vektörlerin Bileşenlerine Ayrılması (Dik Kartezyen Koordinat Yöntemi):

- İki veya üç boyuttaki karmaşık vektör işlemlerini basitleştirmek ve doğru sonuçlar elde etmek için vektörler parçalarına (bileşenlerine) ayrılır.
- Bileşen:** Bir vektörün koordinat sistemindeki x ve y eksenleri üzerindeki iz düşümleridir ($\vec{A}_x$ ve $\vec{A}_y$). Bu iz düşümlerin toplamı yine vektörün kendisine eşittir ($\vec{A} = \vec{A}_x + \vec{A}_y$).
- İşlem Basamakları:**
 - Vektörün başlangıç noktası koordinat sisteminin orijinine (O) yerleştirilir.
 - Vektörün bitiş (ok) noktasından x ve y eksenlerine dik (paralel) çizgiler indirilir.
 - Orijinden x eksenini kestiği yere çizilen doğru $\vec{A}_x$ **bileşeni**, y eksenini kestiği yere çizilen doğru $\vec{A}_y$ **bileşeni** olur.
- Bileşenler Üzerinden Toplama Yapmak:**
 - Tüm vektörlerin aynı eksenindeki (örneğin sadece x eksenindeki) bileşenleri kendi aralarında toplanarak $\vec{R}_x$ bulunur. (Zıt yönlüler birbirinden çıkarılır).
 - Tüm y bileşenleri kendi aralarında toplanarak $\vec{R}_y$ bulunur.
 - Elde edilen $\vec{R}_x$ ve $\vec{R}_y$ birbirine dik iki vektör olduğu için uç uca ekleme veya paralelkenar yöntemiyle birleştirilerek asıl bileşke vektör ($\vec{R}$) bulunur.

6 Nolu Grafik: Bileşenlerine Ayırma



DİKKAT (Kavram Yanılgısı): Vektörel Toplama Skaler Değildir!

Vektörlerde toplama işlemi doğrudan sayısal (skaler) bir toplama değildir. İki vektör arasındaki açı (θ), bileşke kuvvetin (R) büyüklüğünü doğrudan etkiler. Aralarındaki açı θ olan iki vektörün bileşkesi **Kosinüs Teoremi** ile hesaplanır:

$$R^2 = F_1^2 + F_2^2 + 2 \cdot F_1 \cdot F_2 \cdot \cos \theta$$

Mantıksal Kısa Yol:

İki vektör arasındaki açı büyüdükçe bileşke kuvvet küçülür.

Eğer bileşke kuvvetin (R) ve vektörlerden birinin (F) **sabit kaldığı** durumlarda aradaki açı artırılıyorsa (Örn: $60^\circ \rightarrow 90^\circ 120^\circ$), bilinmeyen diğer vektörün büyüklüğü **artmak zorundadır** ($F_3 > F_2 > F_1$). Çünkü açı büyüdükçe kuvvetlerin bileşkeye katkısı azalır; bileşkeyi aynı seviyede tutabilmek için uygulanması gereken diğer kuvvetin daha büyük olması gerekir.

2.4. DOĞADAKİ TEMEL KUVVETLER

- **Tarihsel Gelişim:** Aristo'nun kuvvet kavramı, maddelerin temas hâlinde olmasını gerektiriyordu. Ancak Galileo Galilei ve Isaac Newton, bu yaklaşımın yanlışlığını göstererek klasik mekaniğin temellerini atmışlardır.
- **Temas Gerektirmeyen Kuvvetler:** Doğadaki temel kuvvetler cisimlerle temas etmeden etkileşime girerler.
- **Etki Boyutu:** Doğadaki kuvvetlerden bazıları **makro düzeyde** (günlük hayatta gözlemlenebilen, örn: sürtünme, kaldırma, yer çekimi), bazıları ise **mikro düzeyde** (gözlemlenemeyen, atomik boyutta) etkilidir.

Doğadaki 4 Temel Kuvvet:

1. Güçlü Nükleer Kuvvet:

- Atom çekirdeğindeki proton ve nötronların dağılmadan bir arada kalmasını sağlar (Çekirdeğin yapısını korur).
- Doğadaki **en güçlü** kuvvettir.
- Etki mesafesi çok kısadır (sadece atom çekirdeği ile sınırlıdır).
- **Örnek:** Güneş'in merkezinde hidrojen çekirdeklerinin birleşerek helyuma dönüşmesi (füzyon).

2. Elektromanyetik Kuvvet:

- Elektrik yüklerinin (itme/çekme) ve manyetik kutupların (mıknatısların) etkileşimi sonucu oluşur.
- Etki mesafesinin **sonsuz** olduğu kabul edilir.
- **Örnekler:** Yün kumaşa/saçı sürtülen tarağın kâğıtları çekmesi, maglev (manyetik levitasyon) trenlerinin hareketi, pusula iğnesinin Dünya'nın manyetik alanıyla kuzeye hizalanması.

3. Zayıf Nükleer Kuvvet:

- Atom çekirdeğinin kararsız olmasına yol açar, proton ve nötronların başka parçacıklara dönüşmesini sağlar.
- Etki alanı, güçlü nükleer kuvvete göre daha kısadır (atom çekirdeği boyutlarındadır).
- **Örnekler:** Güneş'teki çekirdek tepkimeleri, nükleer santrallerin çalışma prensibi (Füzyon / fisyon), yaş tayininde karbon atomlarının azota dönüşmesi, radyoaktif bozunmalar.

4. Kütle Çekim Kuvveti:

- Bütün maddelerin kütleleri nedeniyle birbirine uyguladığı çekim kuvvetidir.
 - Etki mesafesinin **sonsuz** olduğu kabul edilir. Sadece çekme özelliği gösterir.
 - **Örnekler:** Gezegenlerin Güneş etrafında dolanması, dalından kopan elmanın yere düşmesi, okyanuslardaki gelgit olayları.
- **Ek Bilgi (Birleşik Alan Teorisi):** 1979 Nobel Fizik Ödülü'nü alan Pakistanlı bilim insanı **Muhammed Abdüsselam**, "zayıf" ve "elektromanyetik" kuvvetlerin birleşik alan teorisini (Glashow-Salam-Weinberg Teorisi) kurarak bu iki farklı etkileşimin aynı modelde birleşebileceğini kanıtlamıştır.

2.5. HAREKET VE HAREKET TÜRLERİ

- Doğada gözlemlenen en temel olgulardan biri harekettir (Kuşların uçuşması, Ay'ın Dünya etrafında dönüşü, topun yuvarlanması vb.). Fizik, mühendislik ve biyomekanik gibi alanlar için hareket türlerinin anlaşılması çok önemlidir.

2.5.1. HAREKETİN TEMEL KAVRAMLARI

Bir nesnenin yeri, hızı ve hareketindeki değişim aşağıdaki temel kavramlarla ifade edilir:

- Referans Noktası:** Bir cismin hareketini tanımlamak ve konumunu belirtmek için seçilen, hareket etmediği (sabit) kabul edilen noktadır.
- Konum ($\vec{x}$):**
 - Cismin herhangi bir anda referans noktasına göre bulunduğu yerdir.
 - Referans noktasından cismin bulunduğu noktaya çizilen **konum vektörü** ile gösterilir.
 - Vektörel** bir niceliktir. SI'daki birimi **metre (m)**'dir.
- Alınan Yol (x):**
 - Cismin hareketi boyunca çizdiği yörüngenin toplam uzunluğudur.
 - Skaler** bir niceliktir. SI'daki birimi **metre (m)**'dir.
- Yer Değiştirme ($\Delta\vec{x}$):**
 - Hareketlinin ilk konumu ile son konumu arasındaki yönlü (en kısa) uzaklıktır.
 - Vektörel** bir niceliktir. SI'daki birimi **metre (m)**'dir.
 - Formül:** $\Delta\vec{x} = \vec{x}_{son} - \vec{x}_{ilk}$
- Sürat (v):**
 - Hareketlinin birim zamanda aldığı yoldur.
 - Skaler** bir niceliktir. SI'daki birimi **metre/saniye (m/s)**'dir (km/h veya cm/s de kullanılır).
 - Formül:** $\frac{Alınanyol}{Zaman} (v = \frac{x}{\Delta t})$
- Anlık Sürat:**
 - Hareketlinin herhangi bir andaki hızının büyüklüğüdür (Araçların sürat göstergesinde anlık olarak okunan değer, örn: 60 km/h). Skalerdir.
- Ortalama Sürat (v_{ort}):**
 - Alınan toplam yolun, geçen toplam süreye oranıdır. Skalerdir.
 - Formül:** $v_{ort} = \frac{Toplam\ yol}{Toplam\ zaman}$
- Hız ($\vec{v}$):**
 - Hareketlinin birim zamanda yaptığı yer değiştirmedir.
 - Vektörel** bir niceliktir (Yön belirtmek zorunludur). SI'daki birimi **metre/saniye (m/s)**'dir.
 - Formül:** $\vec{v} = \frac{Yerdeğiştirme}{zaman} (\vec{v} = \frac{\Delta\vec{x}}{\Delta t})$
- Anlık Hız:**
 - Bir hareketlinin belirli bir andaki hızıdır. Vektörel bir niceliktir (Örn: "Doğu yönünde 60 km/h").
- Ortalama Hız ($\vec{v}_{ort}$):**
 - Toplam yer değiştirmenin, hareket süresine oranıdır. Vektörel bir niceliktir.
 - Formül:** $\vec{v}_{ort} = \frac{Toplam\ Yerdeğiştirme}{Toplam\ zaman}$
- İvme ($\vec{a}$):**
 - Hareketlinin birim zamandaki hız değişimidir.
 - Vektörel** bir niceliktir. SI'daki birimi **metre/saniyekare (m/s^2)**'dir.
 - Formül:** $\vec{a} = \frac{Hız\ değişim}{Zaman} (\vec{a} = \frac{\Delta\vec{v}}{\Delta t} = \frac{\vec{v}_{son} - \vec{v}_{ilk}}{t_{son} - t_{ilk}})$
 - Not:** Hareket boyunca hız değişmiyorsa (sabit hız) ivme sıfır olur.

2.5.2. HAREKET TÜRLERİ

Bir cisim, seçilen referans noktasına göre zamanla yer değiştiriyorsa "cisim hareket ediyor" denir. Hareketler genel olarak 3'e ayrılır:

1. Öteleme Hareketi:

- Cismi oluşturan bütün parçaların belirli bir doğrultu ve yönde eşit miktarda yer değiştirme (ilerleme) yapmasıdır.
- **Örnekler:** Doğrusal bir rayda ilerleyen tren, balkondan düşen saksı, duvar kenarına itilen masa, buz pistinde ilerleyen patenci.

2. Dönme Hareketi:

- Cismin (veya cismi oluşturan tüm parçaların) sabit bir nokta (eksen) etrafında çember çizerek, merkeze uzaklıkları değişmeden yaptığı harekettir.
- **Örnekler:** Lunaparktaki dönme dolap, mekanik saatlerdeki akrep/yelkovan ve dişli çarklar, helikopter pervanesi, çalışan bilgisayar fanı.

3. Titreşim Hareketi:

- Cismin bir denge noktası etrafında yaptığı gidip gelme (sallanma) hareketidir.
- **Örnekler:** Salıncakta sallanan kişi, su yüzeyindeki dalgalar, vurulan gitar telleri, ses çatalı (diyapazon), sabit ritimle çalışan metronom, esnek yaya asılı cismin aşağı-yukarı hareketi.

• Bileşik (Aynı Anda Görülen) Hareketler: Bazı cisimler birden fazla hareket türünü aynı anda yapabilir.

- **Öteleme + Dönme:** İlerleyen bisikletin/aracın tekerleği, yuvarlanan top, sürgülü dolap kapağındaki tekerlek.
- **Öteleme + Titreşim:** Zıplama çubuğu (pogo stick) ile ilerleyen çocuk.
- **Dönme + Titreşim:** Atlıkarıncaya binen çocuğun hem dönüp hem aşağı-yukarı sallanması.

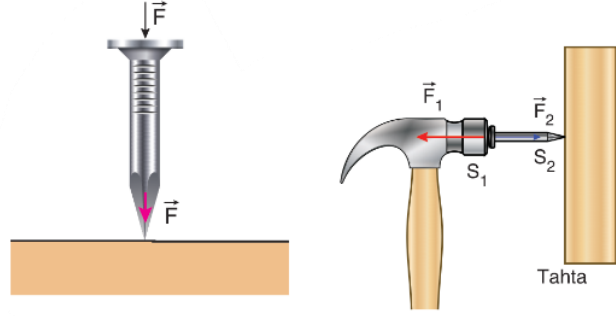
3. ÜNİTE: AKIŞKANLAR

3.1. BASINÇ (KATILARDA BASINÇ)

- **Basınç Nedir:** Birim yüzeye etki eden **dik** kuvvetin büyüklüğüne basınç denir.
- **Özellikleri:** Basınç skaler bir büyüklüktür. Sembolü **P**'dir.
- **Basınç Formülü:** $Basınc = \frac{Kuvvet}{YüzeyAlanı}$ yani $P = \frac{F}{A}$
- **Birimleri:** Kuvvet birimi Newton (N), yüzey alanı metrekare (m^2) alındığında basınç birimi N/m^2 olur. Buna özel olarak **Pascal (Pa)** denir.
- **Katılarda Basınç:** Cisimler ağırlıklarından dolayı bulundukları yüzeye basınç uygularlar. Yatay düzlemdeki bir katı için uygulanan dik kuvvet ağırlığa (G) eşittir.
 - Formül: $P = \frac{G}{A} = \frac{m \cdot g}{A}$

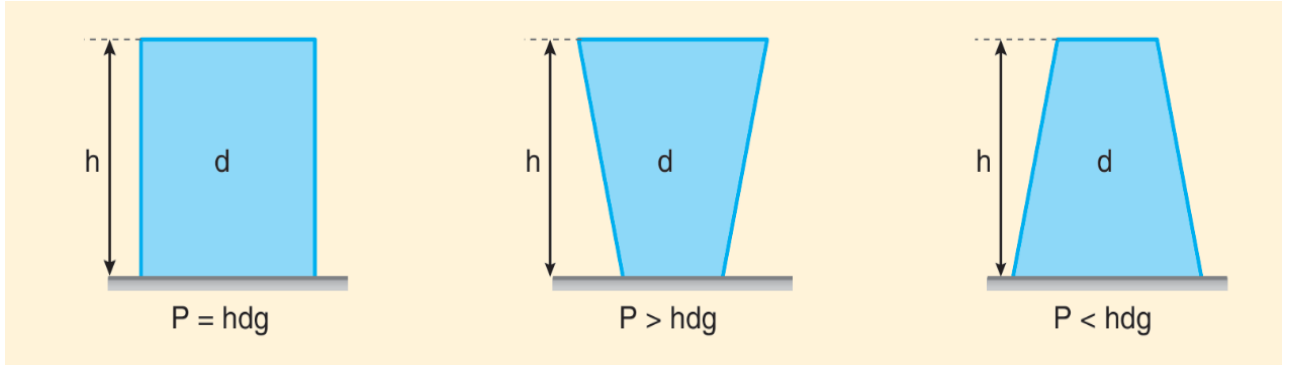
- **Katılarda Kuvvet ve Basıncın İletilmesi:** Katılar, üzerlerine uygulanan kuvveti **yönünü ve büyüklüğünü değiştirmeden aynen iletirler**. Ancak basıncı aynen iletmezler (yüzey alanına göre basınç değişir).

- **Örnek (Çivi):** Çivinin geniş olan baş kısmına vurulan çekiç kuvveti (F_1), sivri uca (F_2) aynen iletir ($F_1 = F_2$). Fakat sivri ucun yüzey alanı daha küçük olduğu için ($A_2 < A_1$), uçtaki basınç çok daha büyüktür ($P_2 > P_1$).



- **Düzgün Katı Cisimlerin Basıncı:** Taban alanı (A) olan, düzgün yükselen (küp, silindir, dikdörtgenler prizması) katıların tabana yaptıkları basınç sıvı basıncı gibi de hesaplanabilir:

- $P = h \cdot d \cdot g$ (h : yükseklik, d : özkütle, g : yer çekimi)
- Yukarı doğru daralan cisimlerde $P > h \cdot d \cdot g$, yukarı doğru genişleyen cisimlerde $P < h \cdot d \cdot g$ 'dir.

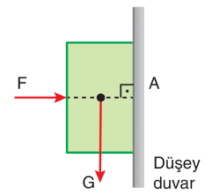


- **Günlük Hayatta Basınç Etkisi (Artırma/Azaltma Durumları):**

- **Basıncı Azaltmak İçin (Yüzey Alanı Büyütülür):** Karda batmamak için kar ayakkabısı giymek, traktörlerin/iş makinelerinin geniş lastikli veya paletli olması, fil ve gergedan gibi ağır hayvanların ayak tabanlarının geniş olması, tek çiviye basınca balonun patlaması ama çivi yatağına basınca patlamaması.
- **Basıncı Artırmak İçin (Yüzey Alanı Küçültülür):** Bıçağın keskin yüzeyinin ince (bilenmiş) olması, kramponların altında sivri dişler olması, raptiye ve çivilerin uçlarının sivri olması, kışın araçlara ince kar lastiği veya zincir takılması (karda batıp buz kırması için).

- **Kavram Yanılgılarına Dikkat!**

- Basınç vektörel değildir, skalerdir. (Basınç kuvveti vektöreldir).
- Katılarda basınç kuvveti her zaman ağırlık kadar DEĞİLDİR.



3.2. SIVILARDA BASINÇ

- **Temel Prensi:** Sıvılar molekülleri arasındaki boşluk az olduğu için sıkıştırılmazlar. Ağırlıkları nedeniyle sadece tabana değil, içinde bulundukları kabın temas ettikleri **tüm yüzeylerine** basınç uygularlar.
- **Sıvı Basıncı Formülü:** $P = h \cdot d \cdot g$
 - **h (Derinlik):** Sıvının en üst (serbest) yüzeyinden noktanın bulunduğu yere kadar olan *dik uzaklıktır*. (Metre alınır).
 - **d (Özkütle):** Sıvının yoğunluğudur. (kg/m^3 alınır).
 - **g (Yerçekimi İvmesi):** Bulunulan gezegenin/bölgenin ivmesidir. (m/s^2 alınır).
- **Sıvı Basıncının Bağlı Olmadığı Durumlar:** Kabın şekline, kabın genişliğine, duruşuna veya içindeki toplam sıvı miktarına (hacmine/kütlesine) **kesinlikle bağlı değildir**. Eşit yükseklikte ve aynı tür sıvı bulunan farklı şekillerdeki kapların taban basınçları birbirine eşittir.
- **Sıvı Basınç Kuvveti (F):**
 - Basıncı oluşturan net kuvvettir. $F = P \cdot A$
 - Taban için formül: $F = h \cdot d \cdot g \cdot A$
 - **Yan Yüzeylere Etki Eden Kuvvet:** Yan yüzeylerde derinlik sürekli değiştiği için **ortalama derinlik** alınır. Yani yan yüzeyin tam orta noktasının yüksekliği ($h/2$) alınarak hesaplanır.
- **Kap Doldurma (Değişim) Grafikleri:** Sabit debili (eşit sürede eşit sıvı akıtan) muslukla doldurulan kaplarda tabandaki sıvı basıncı-zaman grafikleri kabın şekline göre değişir:
 - **Düzgün Kaplar:** Derinlik düzgün artar. Basınç-zaman grafiği sabit eğimli **doğrusal** bir çizgidir.
 - **Yukarı Doğru Daralan Kaplar:** Derinlik giderek daha hızlı artar. Basınç-zaman grafiği eğimi artan (genç K) bir eğridir.
 - **Yukarı Doğru Genişleyen Kaplar:** Derinlik giderek daha yavaş artar. Basınç-zaman grafiği eğimi azalan (yaşlı K) bir eğridir.
- **Birbirine Karışmayan Sıvıların Basıncı:**
 - Özkütlesi büyük olan sıvı her zaman alttadır.
 - Kabın tabanındaki toplam basınç, üzerindeki tüm sıvı katmanlarının basınçlarının matematiksel toplamına eşittir.
 - $P_{toplam} = (h_1 \cdot d_1 \cdot g) + (h_2 \cdot d_2 \cdot g)$
- **Derinlere İnildikçe Basınç Artar:** Barajlarda suyun derinliği arttıkça tabana yapılan sıvı basıncı muazzam boyutlara ulaşır. Bu yıkıcı etkiye dayanabilmek için barajların alt duvarları, üst kısımlara göre **çok daha kalın** inşa edilir. Denizaltıların dalabileceği derinliğin bir sınırı olması da sıvı basıncının derinlikle artmasındandır. (Nautilus canlısından ilham alınarak sahra tankları tasarlanmıştır).

3.2.1. SIVILARDA BASINCIN KULLANILDIĞI GÜNLÜK HAYAT ÖRNEKLERİ (PASCAL PRENSİBİ)

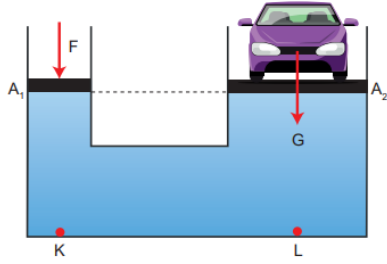
- **Pascal Prensibi (Yasası):** Sıvıların hacminde basınca bağlı değişim ihmal edilecek kadar küçüktür (Sıvılar sıkıştırılmaz kabul edilir). Kapalı bir kaptaki sıvıya dışarıdan uygulanan basınç, kabın iç yüzeyine ve sıvının temas ettiği **her noktaya, aynı büyüklükte ve her yönde iletilir**.

○ **DİKKAT:** Sıvılar **basıncı** aynen iletir, kuvveti aynen iletmez! (Katıların tam tersi).

- **Pascal Prensibinin Kullanım Alanları ve Sistemler:**

1. Su Cendereleri (Hidrolik Sistemler): Kesit alanları birbirinden farklı iki silindirin tabanından birleşmesiyle oluşur. Küçük piston (A1) üzerine uygulanan küçük bir kuvvet (F_1) sistemde bir basınç yaratır. Bu basınç sıvı tarafından aynen iletilerek büyük piston (A2) üzerinde çok büyük bir kaldırma kuvveti (F_2 veya Yük/G) oluşturur.

- Formül: $\frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2}$
- Uygulamalar: Araba tamirhanelerindeki hidrolik araç kaldırma liftleri (krikolar), itfaiye merdivenleri, hidrolik fren sistemleri (frene hafifçe basıp tonlarca ağırlıktaki aracı durdurmak), damperli kamyonlar, iş makineleri (kepçeler), forkliftler.

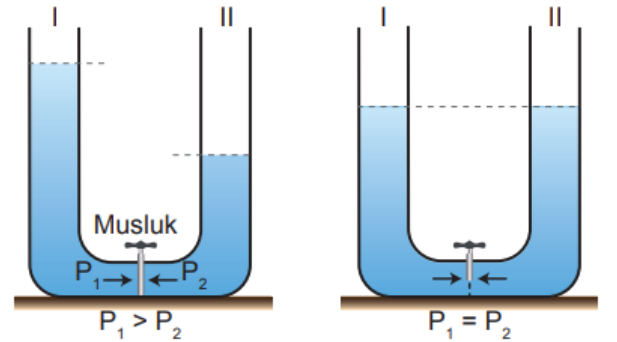


2. Bileşik Kaplar: En az iki kabın tabandan borularla bağlanmasıyla oluşur. Kapların şekli ve kalınlığı (kesit alanı) ne olursa olsun, aynı tür sıvı kullanıldığında tüm kollarındaki **sıvı seviyesi (h) birbirine eşit olur**.

- Uygulamalar: Şehir şebekesi su tesisatları, apartmanlardaki su kuleleri ve depolar. (Depo en üstteyse pompaya gerek kalmadan su evlere kendi basıncıyla ulaşır). İbrikler ve çaydanlıkların emzik seviyesinin kapak seviyesine kadar olması da bu ilkedir.

3. U Borusu: Birbirine karışmayan farklı özkütleli sıvıların özkütlesini bulmak için kullanılan özel bir bileşik kap türüdür. Sıvıların en altta kesiştiği çizgiye göre karşılıklı basınçlar eşitlenir ($P_1 = P_2$).

- Formül: $h_1 \cdot d_1 = h_2 \cdot d_2$

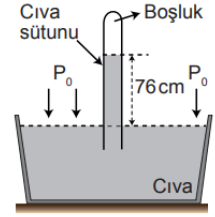


3.3. AÇIK HAVA BASINCI (ATMOSFER BASINCI)

- **Açık Hava Basıncı Nedir:** Atmosferi oluşturan gazların (azot, oksijen vb.) sahip oldukları ağırlık ve taneciklerinin hareketi nedeniyle içindeki cisimlere uyguladığı basınca denir. Sembolü P_0 'dır.

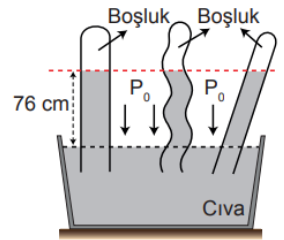
- **Torricelli (Torricelli) Deneyi:**

- Açık hava basıncının büyüklüğünü ölçmek için İtalyan bilim insanı Evangelista Torricelli tarafından yapılmıştır.
- **Şartlar:** $0^\circ C$ sıcaklıkta ve **deniz seviyesinde** gerçekleştirilmiştir.
- **Olay:** 1 metre uzunluğunda içi cıva (Hg) dolu bir cam boru, ters çevrilip cıva dolu kaba daldırılmıştır. Borudaki cıva seviyesi bir miktar düşüp **76 cm** yüksekliğinde dengede kalmıştır. Üstte kalan kısım vakumdur (boşluktur, hava yoktur).
- **Sonuç:** Açık hava basıncı, 76 cm yüksekliğindeki cıvanın yaptığı basınca eşittir.
- 1 atmosfer (atm) = 76 cmHg = 101.300 Pa



- **Torricelli Deneyinde 76 cm Yüksekliğini ETKİLEMEYEN Faktörler:**

- Cam borunun şekli.
- Cam borunun kalınlığı (kesit alanı).
- Cam borunun sıvıya batırılma açısı (eğik olması durumu değiştirmez, dik yükseklik her zaman 76 cm'dir).
- Kaptaki cıva miktarı.



- **Açık Hava Basıncını ETKİLEYEN Faktörler:**

- **Rakım (Yükseklik):** Deniz seviyesinden yukarı çıkıldıkça atmosferi oluşturan gazların yoğunluğu ve kalınlığı azalır. Bu nedenle **yükseklere çıkıldıkça açık hava basıncı AZALIR**. (Dağcılarda kulak tıkanması ve burun kanamasının sebebi iç basınç-dış basınç dengesinin bozulmasıdır).
- **Sıcaklık ve Hava Yoğunluğu:** Hava ısındığında genişler, yoğunluğu azalır ve yükselir (Alçak Basınç alanı oluşur). Hava soğuduğunda büzülür, yoğunlaşır ve çöker (Yüksek Basınç alanı oluşur). Rüzgar her zaman Yüksek Basınçtan, Alçak Basınca doğru eser.

- **Magdeburg Yarım Küreleri Deneyi:** Otto von Guericke tarafından Almanya'da yapılmıştır. İki metal yarım küre birleştirilip içindeki hava vakum pompasıyla boşaltılmıştır. Dışarıdaki açık hava basıncı o kadar güçlü bir şekilde küreleri sıkıştırmıştır ki, zıt yönlerde koşan atlar bile küreleri birbirinden ayıramamıştır. Bu deney atmosfer basıncının muazzam gücünü kanıtlar.

- **Açık Hava Basıncının Hal Değişimine (Kaynama) Etkisi:**

- Dış basınç artarsa, sıvı moleküllerinin buharlaşıp kaçması zorlaşır. Yani **Dış basınç artarsa Kaynama Noktası ARTAR**. (Örnek: Dödüklü tencerede artan basınçla su $100^\circ C$ 'de değil $110 - 120^\circ C$ 'de kaynar, böylece yemekler çok daha hızlı pişer).
- Dış basınç azalırsa (örneğin Everest dağının zirvesine çıkıldıkça), su daha çabuk kaynar. (Örnek: Dağ tepesinde su $90^\circ C$ 'de kaynar, ısı düşük olduğu için yiyecekler geç pişer).

- **Günlük Hayatta Açık Hava Basıncı Etkileri:** İçi su dolu bardağın ağzına kağıt kapatıp ters çevirince suyun dökülmemesi, pipet ile meyve suyu içerken içimize çektiğimizde dış basıncın sıvıyı yukarı itmesi, vantuzların (askıların) cama yapışması, içi boşaltılan teneke kutunun büzülüp içine çökmesi tamamen P_0 etkisidir.

- **Basınç Ölçüm Aletleri:**

- **Barometre:** Açık hava basıncını (P_0) ölçer (Cıvalı veya Metal olabilir).
- **Manometre:** Kapalı kaplardaki gaz basıncını ölçer.
- **Altimetre:** Havacılıkta ve dağcılıkta kullanılır. Dışarıdaki açık hava basıncına bakarak bulunulan **yüksekliği (rakımı)** ölçer.
- **Batimetre:** Denizaltılarda ve gemilerde kullanılır. Dışarıdaki sıvı basıncına bakarak bulunulan **derinliği** ölçer.

3.4. KALDIRMA KUVVETİ

KONUYA BAŞLARKEN & BİYOMİMİKİRİ (DOĞADAN İLHAM ALMA)

- **Biyomimikri:** Doğadaki sistem, model veya canlıların örnek alınarak tasarımlar yapılması ve teknoloji geliştirilmesidir.
- **Su Altı Araçları (Denizaltılar):** Nautilus (kafadan bacaklı bir canlı), yayın balığı ve yunuslardan ilham alınarak tasarlanmıştır.
 - Nautilus, dalış yaparken içindeki odacıkları suyla doldurur (yoğunluğu artar, batır).
 - Yüzeye çıkarken özel bir gazla suyu boşaltır (yoğunluğu azalır, yükselir).
 - Denizaltılardaki **safra tankları** tamamen aynı ilkeyle çalışır.
- **Uçan Araçlar:** Kuşların kemiklerinin içinin boş olması (hafiflik) ve kanat altı hava basıncı kullanmaları, hava araçlarına ilham vermiştir.
- **Hidrodinamik Özellikler:** Araçların akışkan içinde daha az dirençle, enerji verimliliği yüksek şekilde hareket etmesini sağlayan tasarımlardır.

KALDIRMA KUVVETİNİN TANIMI VE ARŞİMET İLKESİ

- **Kaldırma Kuvveti (F_K):** Akışkanların (sıvı ve gazların) içindeki cisimlere, yer çekimi kuvvetine zıt yönde (yukarı doğru) uyguladığı itme kuvvetidir.
- **Arşimet İlkesi:** Durgun bir akışkana batan cisme uygulanan kaldırma kuvveti, cismin **yeri değişen (taşındığı) akışkanın ağırlığına eşit** büyüklüktedir. (Arşimet, Kral Hiero'nun tacındaki hileyi hamamda taşan suyu fark ederek bulmuştur).

KALDIRMA KUVVETİNİN MATEMATİKSEL MODELİ (BAĞLI OLDUĞU DEĞİŞKENLER)

- **Formül:** $V_{batan} \cdot d_{sıvı} \cdot g$
 - **V_{batan} (Batan Hacim):** Cismin sıvı ile temas eden hacmi. Batan hacim arttıkça F_K artar.
 - **$d_{sıvı}$ (Sıvının Yoğunluğu/Özkütlesi):** İçinde bulunulan akışkanın yoğunluğu arttıkça F_K artar. (Örn: Tuzlu suyun kaldırma kuvveti, tatlı sudan fazladır).
 - **g (Yer Çekimi İvmesi):** Yer çekimi arttıkça kaldırma kuvveti de artar (Ekvator ve Kutuplarda farklılık gösterir).
- **Gemi Örneği:** Yüklü bir gemi suya daha fazla batır (V_{batan} artar). Yeri değişen su miktarı arttığı için yüklü gemiye etki eden kaldırma kuvveti, boş gemiye göre daha büyüktür.

SIVI İÇİNDE CİSİMLERİN DENGELİ DURUMLARI (3 DURUM)

1. Yüzme Durumu:

- Cismin bir kısmı sıvının dışında kalacak şekilde dengede olmasıdır.
- **Yoğunluk:** Cismin ortalama yoğunluğu sıvının yoğunluğundan küçüktür. ($d_c < d_s$)
- **Kuvvet Dengesi:** Kaldırma kuvveti cismin ağırlığına eşittir. ($F_K = G$)
- **Hacim:** Batan hacim, cismin tüm hacminden küçüktür. ($V_b < V_c$)
- **Örnek:** Buzdağlarının (buzun yoğunluğu sudan küçüktür) suda yüzmesi; içi boş çelik gemilerin ortalama yoğunluğunun sudan küçük olması.

2. Askıda Kalma Durumu:

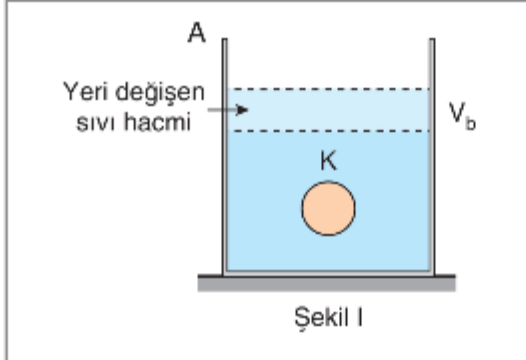
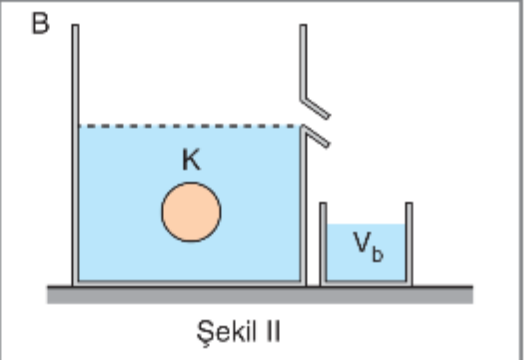
- Cismin tamamen sıvı içinde, kaba temas etmeden dengede kalmasıdır.
- Yoğunluk:** Cismin yoğunluğu sıvının yoğunluğuna eşittir. ($d_c = d_s$)
- Kuvvet Dengesi:** Kaldırma kuvveti cismin ağırlığına eşittir. ($F_K = G$)
- Hacim:** Batan hacim, cismin tüm hacmine eşittir. ($V_b = V_c$)

3. Batma Durumu:

- Cismin kabın tabanına inerek dengede kalmasıdır.
- Yoğunluk:** Cismin yoğunluğu sıvının yoğunluğundan büyüktür. ($d_c > d_s$)
- Kuvvet Dengesi:** Kaldırma kuvveti cismin ağırlığından küçüktür. ($F_K < G$)
- Kabın tabanı cisme bir tepki kuvveti (N) uygular. Denge denklemi: $G = F_K + N$
- Hacim:** Batan hacim, cismin tüm hacmine eşittir. ($V_b = V_c$)

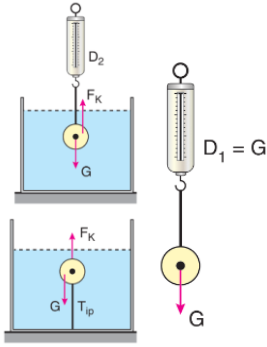
Taşıma Kapları ve Kaptaki Ağırlaşma Durumu

- Ağızına kadar (taşıma seviyesine kadar) sıvı dolu kaplara cisim atıldığında:
- Yeri değişen (taşan) sıvının hacmi daima cismin **batan hacmi** (V_{batan}) kadardır.
- Taşan sıvının ağırlığı daima cisme uygulanan **Kaldırma Kuvveti** (F_K) kadardır.
- Yüzen ve Askıda Kalan Cisimler:** $F_K = G$ olduğu için taşan sıvının ağırlığı cismin ağırlığına eşittir. **Kapta ağırlaşma olmaz.**
- Batan Cisimler:** $F_K < G$ olduğu için taşan sıvının ağırlığı cismin ağırlığından küçüktür. Kap, cismin ağırlığı ile taşan sıvının ağırlığı arasındaki fark kadar ($G - F_K$) **ağırlaşır.**

		
Yeri Değişen Sıvının Hacmi	Cismin batan hacmi kadardır. (Cismin hacmi kadar)	Cismin batan hacmi kadar olup taşan sıvının hacmi cismin batan hacmi (V_b) kadardır.
Yeri Değişen Sıvının Ağırlığı	Kaldırma kuvveti kadardır. Yani cismin ağırlığı kadardır. Yeri değişen sıvının ağırlığı kadardır.	Kaldırma kuvveti kadardır. Yani cismin ağırlığı kadardır. Taşan sıvının ağırlığı (yeri değişen sıvı) cismin ağırlığına eşittir.
Kapta Ağırlaşma	Kaba G ağırlığında cisim bırakılıp kaptan taşan sıvı olmadığı için kap cismin ağırlığı kadar yani G kadar ağırlaşır.	Kaba G ağırlıklı cisim bırakılıp kaptan G ağırlıklı sıvı taşıdığı için kap ağırlaşmaz.

CİSİMLERİN SIVIDAKİ GÖRÜNEN AĞIRLIĞI

- Havadaki ağırlığı G olan bir cisim sıvıya daldırılıp dinamometre ile ölçülürse, dinamometre F_K kadar daha az değer gösterir.



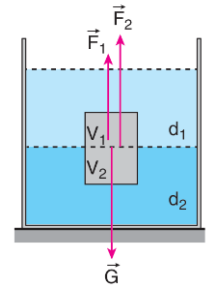
$$G = F_K + D_2$$

$$F_K = T_{ip} + G$$

BİRBİRİNE KARIŞMAYAN SIVILARDA KALDIRMA KUVVETİ

- İki farklı sıvı (d_1 ve d_2) içinde tam sınırdan dengede kalan cisme, batan hacimleri oranında her iki sıvı da ayrı ayrı kaldırma kuvveti uygular.
- Toplam kaldırma kuvveti, cismin ağırlığına eşittir: $F_{toplam} = F_{K1} + F_{K2} = G$
- Cismin yoğunluğu, sıvıların yoğunlukları arasındadır. ($d_{alt} > d_{cisim} > d_{üst}$)

$$V_1 \cdot d_1 \cdot g + V_2 \cdot d_2 \cdot g = V_{cisim} \cdot d_{cisim} \cdot g$$

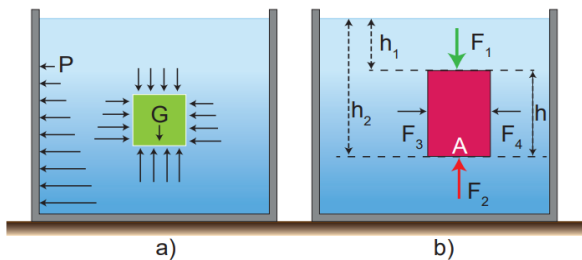


SIVI İÇİNDEKİ ESNEK CİSİMLER (BALONLAR)

- Esnek balon, sıvının içinde daha derinlere çekilirse; üzerindeki sıvı basıncı artar.
- Basınç arttığı için balonun hacmi küçülür.
- Hacmi (V_{batan}) küçülen balona etki eden kaldırma kuvveti (F_K) **azalır**.

3.4.1. KALDIRMA KUVVETİ İLE SIVILARDAKİ BASINCI OLUŞTURAN KUVVET ARASINDAKİ İLİŞKİ

- Temel Prensip:** Kaldırma kuvveti aslında cismin alt ve üst yüzeylerine sıvı tarafından uygulanan **basınç farkından** kaynaklanır.
- Matematiksel İlişki (İspat):**
 - Sıvı içine daldırılan bir cismin yan yüzeylerine etki eden sıvı basınç kuvvetleri (F_3 ve F_4) büyüklükçe eşit ve zıt yönlüdür, birbirini sıfırlar. (Cisim yanal hareket etmez).
 - Sıvılarda derinlik arttıkça basınç artar ($P = h \cdot d \cdot g$).
 - Cismin alt yüzeyi, sıvı yüzeyine daha derinde olduğu için ($h_2 > h_1$), alt yüzeye etki eden yukarı yönlü sıvı basınç kuvveti (F_2), üst yüzeye etki eden aşağı yönlü kuvvetten (F_1) daha büyüktür. ($F_2 > F_1$)
 - İşte bu iki basınç kuvvetinin farkı **kaldırma kuvvetini** verir: $F_K = F_2 - F_1$
 - $F_K = (h_2 - h_1) \cdot d_s \cdot g \cdot A$ formülü, $F_K = V_{batan} \cdot d_s \cdot g$ 'ye eşittir.
 - Sonuç:** Bir cismin hacminin tamamı veya bir kısmı akışkan içindeyse, her zaman bir F_K oluşur. (Kaldırma kuvveti derinliğe bağlı değildir, batan hacme bağlıdır).



Derinlik - Basınç İlişisine Bağlı Uygulamalar (Denizaltılar ve Dalgıçlar)

- **Araştırma vs. Turistik Denizaltılar:** Turistik denizaltılar sığ sular (30 m) için tasarlanırken, araştırma denizaltıları derin sulara (3000 m) inmek zorundadır. Derinlere indikçe sıvı basıncı çok büyük boyutlara ulaşacağı için araştırma denizaltıları çok daha dayanıklı malzemelerden tasarlanmak zorundadır.
- **Dalgıçlar:** Derinlere inen profesyonel dalgıçlar artan basınca maruz kalır (kulaklarda sıkışma ve acı hissedilir). Dalgıç tüpünden çıkan (regülatörden yayılan) hava kabarcıkları, yüzeye doğru çıktıkça üzerlerindeki sıvı basıncı azalır, bu nedenle **kabarcıklar büyüyerek** su yüzeyine ulaşır.

3.5. BERNOULLİ İLKESİ

RÜZGÂR TÜNELLERİ

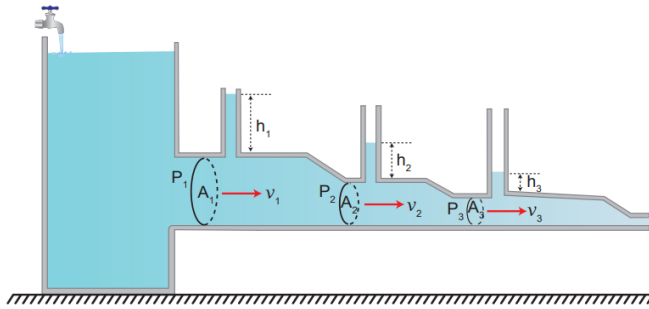
- Uçak, helikopter gibi hava araçlarının (Örn: Milli Muharip Uçağımız KAAN) aerodinamik testlerinin yapıldığı yerlerdir. Kaldırma kuvveti, hava direnci gibi kuvvetler test edilerek güvenli ve verimli tasarım sağlanır.

BERNOULLİ İLKESİ'NİN TANIMI (AKIŞ SÜRATİ - BASINÇ İLİŞKİSİ)

- Daniel Bernoulli tarafından ortaya konmuştur.
- **İlke:** "Bir boruda veya kanalda akmakta olan akışkanın (sıvı veya gaz) süratinin (hızının) arttığı yerde, akışkanın iç basıncı (çeperlere yaptığı basınç) **düşer / azalır**."
- Akışkanlar her zaman yüksek basınçlı bölgeden, düşük basınçlı bölgeye doğru hareket etme eğilimindedir.

VENTURİ TÜPÜ VE KESİT ALANI İLİŞKİSİ (SÜREKLİLİK İLKESİ)

- Akışkanın geçtiği borunun/kanalın **kesit alanı daraldıkça, akışkanın sürati artar**.
- Kesit alanları: $A_1 > A_2 > A_3$ olan bir boruda;
- Akış süratleri: $v_1 < v_2 < v_3$ şeklinde olur. (Dar yerde en hızlıdır).
- Çeperlere uygulanan sıvı basınçları: Bernoulli'ye göre hızın arttığı yerde basınç düşeceğinden $P_1 > P_2 > P_3$ olur. (Geniş yerde basınç en fazladır).
- Borulara bağlı açık uçlu dikey tüplerdeki sıvı yükseklikleri basınçla orantılıdır: $h_1 > h_2 > h_3$



GÜNLÜK HAYATTA BERNOULLİ İLKESİ UYGULAMALARI

- **Fırtınalı Havalarda Çatıların Uçması:** Evin dışından şiddetle esen rüzgâr, çatının üstündeki havanın süratini artırır ve dış hava basıncını düşürür. Evin içindeki hava durgun olduğundan iç basınç yüksektir. Yüksek basınçtan düşük basınca doğru oluşan kuvvet çatıyı yukarı iterek uçurur.
- **Şemsiyelerin Ters Dönmesi:** Rüzgârlı havada, bombeli olan şemsiyenin üst yüzeyinden geçen rüzgâr hızlanır (basınç düşer). Alt yüzeyde hava durgundur (basınç yüksektir). Oluşan basınç farkı şemsiyeyi yukarı doğru iterek ters çevirir. (Rüzgâra eğilmek hava akışını bölerek bunu engeller).
- **Hızla Hareket Eden Araçların Nesneleri Çekmesi:** İki hızlı araç (veya tır) yan yana geldiğinde, aralarındaki hava molekülleri sıkışır ve sürati artar. Araçların arasındaki basınç düşer. Dış taraftaki normal açık hava basıncı yüksek kaldığı için araçlar birbirine doğru itilir/çekilir.

- **Uçakların Havalanması (Kanat Aerodinamiği):** Uçak kanatlarının üst kısmı bombeli (kavisli), alt kısmı ise daha düz tasarlanır. Kanadın üstünden geçen hava daha uzun yol kat ettiği için hızlanır, üstteki basınç düşer. Altındaki yavaş hava ise yüksek basınç oluşturur. Alttan üste doğru oluşan basınç farkı **Kaldırma Kuvveti** yaratarak uçağı havalandırır.
- **Yarış Arabası Kanatları (Spoiler / Rüzgârlık):** Uçak kanadının tam tersi çalışır (ters çevrilmiş kanat). Havanın sürati aracın alt tarafında artırılır, basınç düşürülür. Üst kısımdaki açık hava basıncı yüksek olduğu için araca yere doğru "**bastırma kuvveti (downforce)**" uygular, yol tutuşunu artırır ve havalanmasını engeller.
- **Sprey ve Parfüm Püskürtücüler:** Spreyin pompasına basıldığında ince borunun üst ucundan hızla hava geçirilir. Buradaki havanın sürati artar ve sıvı üzerindeki açık hava basıncından çok daha düşük bir basınç bölgesi oluşur. Kutu içindeki yüksek basınç, sıvıyı ince borudan yukarı doğru iter ve sıvı havaya zerrecikler hâlinde dağılır.
- **Tansiyon (Kan Basıncı):** Damarlarda meydana gelen daralmalar, kanın akış hızını artırır ve basınç düşüşlerine yol açar. (Türbülanslı akış oluşur). Stres, korku, heyecan durumlarında kalp daha fazla kan pompaladığında damarlara yapılan basınç artar (Tansiyon ölçümü).
- **Yelkenliler:** Rüzgârın yelkenin bir tarafında diğer tarafına göre daha hızlı esmesiyle basınç farkı oluşur ve tekne ilerler.
- **Sporcuların Rüzgâr Siperi (Koşu/Bisiklet):** Öndeki sporcu havayı hızlandırarak arkasında düşük basınçlı bir bölge (hava koridoru) oluşturur. Arkadaki sporcu bu sayede daha düşük hava direnciyle karşılaşır ve daha az enerji harcar.
- **Bahçe Hortumu:** Hortumun ucu parmakla sıkıldığında (kesit alanı küçüldüğünde), içeriden geçen suyun hızı artar ve su çok daha uzağı fışkırır.
- **Baca Çekişi:** Rüzgârlı havalarda bacanın üzerinden geçen hızlı rüzgâr basıncı düşürür, evin içindeki duman (yüksek basınçtan) düşük basınca doğru hızla çekilerek dışarı atılır. (Ayrıca ısınan havanın yoğunluğu azaldığı için yukarı doğru laminar/türbülanslı akışla yükselir).

4.ÜNİTE: ENERJİ

4.1. İÇ ENERJİ, ISI VE SICAKLIK ARASINDAKİ İLİŞKİ

- İlk Çağ'da **Empedokles**, doğadaki her şeyin toprak, hava, ateş ve su şeklinde dört elementten oluştuğunu öne sürmüştür (katılar toprak, alev ateş vb.). Zamanla bilimin gelişmesiyle enerji ve ısı gibi karmaşık kavramlar oluşmuştur.
- Tüm maddeler taneciklerden (atom veya molekül) oluşur ve sıcaklığı **0 Kelvin'den (yaklaşık -273 °C)** büyük olan tüm tanecikler sürekli dönme, öteleme veya titreşim hareketi yapar.
- Taneciklerin bu hareketleri **kinetik enerjiyi**, atom ve molekülleri birbirine bağlayan kimyasal bağlar ise maddenin elektriksel **potansiyel enerjisini** oluşturur.
- **Sıcaklık:** Maddeyi oluşturan her bir taneciğin ortalama kinetik enerjisinin bir göstergesidir (ölçüsüdür).
 - Bir enerji türü değildir.
 - Temel bir büyüklüktür.
 - Uluslararası Birim Sisteminde (SI) birimi **Kelvin (K)**'dir. Günlük hayatta Celcius (°C) yaygın kullanılır.
 - **Termometre** ile dolaylı yoldan ölçülür.
 - Madde miktarına bağlı değildir.
 - Maddeyi oluşturan taneciklerin kinetik enerjisi artarken sıcaklığı da artar (hâl değişimi olmayan durumlarda).
- **İç Enerji:** Maddeyi oluşturan tüm taneciklerin sahip olduğu toplam enerjidir.
 - Taneciklerin kinetik enerjileri ile potansiyel enerjilerinin (moleküller arası bağlar) toplamıdır.
 - Maddenin cinsine, kütlesine ve sıcaklığına bağlıdır.
 - Aynı sıcaklıktaki bir bardak su ile bir kova suyun iç enerjileri farklıdır; kütlesi büyük olan kova suyun iç enerjisi daha büyüktür.
 - Dışarıdan ısı alan bir maddenin iç enerjisi artar, dışarıya ısı veren maddenin iç enerjisi azalır.
 - Doğrudan ölçülebilen bir büyüklük değildir.

- **Isı (Transfer Edilen Isı):** Aralarındaki sıcaklık farkı nedeniyle bir maddeden veya sistemden diğerine aktarılan enerjidir.
 - Isı aktarımının yönü daima **sıcaklığı yüksek olan maddeden düşük olan maddeye** doğrudur.
 - Türetilmiş bir büyüklük olup, SI birim sisteminde birimi **Joule (J)**'dur. Yaygın olarak **Kalori (cal)** de kullanılır (1 cal = 4,18 J).
 - **Kalorimetre kabı** yardımıyla dolaylı yoldan hesaplanır.
 - Fiziksel bir iş yapılmaksızın sadece sıcaklık farkından dolayı alınıp verilen enerjidir.
- **Kavram Yanılgılarına Dikkat!**
 - "Bir maddenin ısısı" veya "sistemin ısısı" şeklinde bir kavram kesinlikle yanlıştır. Isı, aktarılan bir enerjidir ve cismin sahip olduğu bir özellik olarak ifade edilemez. "Maddenin ısısı ölçülemez."
 - "Bugün havanın ısısı 30 °C'dir" ifadesi yanlıştır. Doğrusu: "Bugün hava sıcaklığı 30 °C'dir."
 - "Çocuğun vücut ısısı 39 °C olmuş" ifadesi yanlıştır. Doğrusu: "Çocuğun vücut sıcaklığı 39 °C olmuş."
 - "Sıcaklık, moleküllerin ortalama kinetik enerjisidir" ifadesi yanlıştır. Doğrusu: "...ortalama kinetik enerjisinin bir göstergesidir."
 - En düşük sıcaklık mutlak sıfır noktası olan 0 K'dir. Celcius ve Fahrenheit termometreleri eksi değerleri gösterebilirken, **Kelvin termometresi eksi değerleri gösteremez.**
 - "30 °C sıcaklık, 10 °C sıcaklığın üç katıdır" ifadesi yanlıştır. Kat hesaplamaları SI birimi olan Kelvin üzerinden yapılmalıdır.

• Sıcaklık, İç Enerji ve Isı Karşılaştırması

Özellik	Sıcaklık	İç Enerji	Isı
Tanım	Ortalama kinetik enerji göstergesi	Taneciklerin toplam enerjisi	Sıcaklık farkıyla aktarılan enerji
Özellik Türü	Enerji değildir, temel büyüklüktür	Enerjidir	Enerjidir, türetilmiş büyüklüktür
SI Birimi	Kelvin (K)	Joule (J)	Joule (J)
Ölçüm Yöntemi	Termometre (Dolaylı)	Doğrudan ölçülemez	Kalorimetre kabı (Dolaylı hesaplama)
Madde Miktarı	Bağlı değildir	Bağlıdır	Bağlıdır

4.2. ISI, ÖZ ISI, ISI SİĞASI VE SICAKLIK FARKI ARASINDAKİ İLİŞKİ

4.2.1. TERMOMETRELER

- Sıcaklığı değişen maddenin boyutu, hacmi, basıncı, rengi ve elektrik direnci gibi özelliklerinin değişmesi prensibiyle çalışan ölçüm aletleridir.
- Kullanım amaçlarına göre beş temel gruba ayrılırlar:
 - **Sıvılı Termometreler:** Maddenin genleşme özelliğinden yararlanılır. Sıvının donma ve kaynama sıcaklıkları arasında ölçüm yapar. Vücut ve oda sıcaklığı ölçümünde kullanılır.
 - **Metal (Katı) Termometreler:** Sıcaklığı artan metalin genleşmesi ilkesine dayanır. Erime sıcaklığı yüksek olan metallerden yapılır. Çok yüksek endüstriyel sıcaklıklarda ve fırınlarda kullanılır.

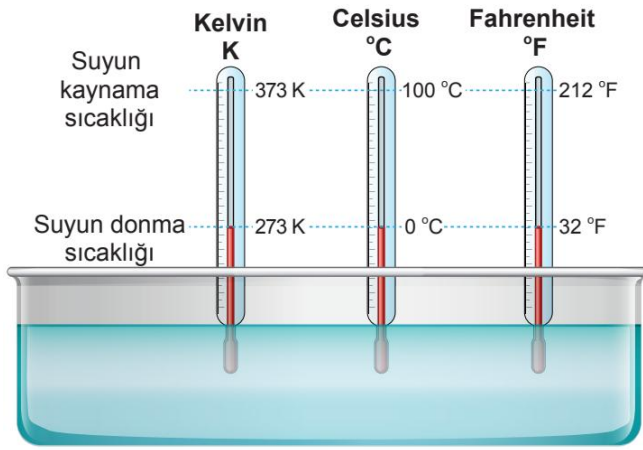
- **Gazlı Termometreler:** Sabit hacimdeki gaz basıncının sıcaklıkla değişimi prensibiyle çalışır. Çok düşük sıcaklıkları veya çok hassas sıcaklık değişimlerini laboratuvar ortamlarında ölçmek için kullanılır.
- **Kızılötesi (Lazer) Termometreler:** Cisimlerin yüzeyinden yayılan kızılötesi ışınları algılayarak temas etmeden sıcaklık ölçer. Kamu alanlarında veya yaklaşılmaması tehlikeli ortamlarda kullanılır.
- **Dijital Termometreler:** Direnci sıcaklıkla değişen yarı iletken devre elemanları ile çalışır. Ani değişimleri yavaş algılar ancak hassas ölçüm yapar.

- **Sıvılı Termometrelerin Duyarlılığını (Hassasiyetini) Artıran Faktörler:**

- Kılcal borunun (cam boru) çok ince (dar kesitli) olması.
- Alt kısımdaki haznenin yeterince geniş (büyük) olması.
- İçinde kullanılan sıvının genleşme katsayısının büyük olması.
- Kılcal borunun yapıldığı maddenin genleşme katsayısının küçük olması.
- Üzerindeki bölme sayısının (çizgi sayısının) fazla olması.

- **Termometre Ölçekleri ve Dönüşümler**

- Termometreler suyun deniz seviyesindeki (1 atm) donma ve kaynama noktaları referans alınarak ölçeklendirilir.



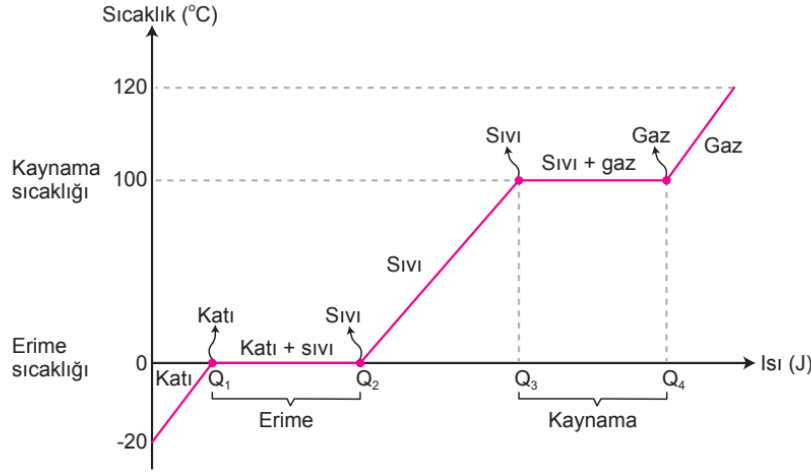
-
- **Celsius (°C):** Suyun donma noktası 0 °C, kaynama noktası 100 °C kabul edilir (100 bölme).
- **Fahrenheit (°F):** Suyun donma noktası 32 °F, kaynama noktası 212 °F kabul edilir (180 bölme). Bölme sayısı fazla olduğu için daha hassas günlük ölçüm sağlar.
- **Kelvin (K):** Suyun donma noktası 273 K, kaynama noktası 373 K kabul edilir (100 bölme). Bilimsel hesaplamalarda kullanılır.
- **Keyfi Bir X Termometresi:** İsteğe bağlı olarak donma ve kaynama noktaları belirlenmiş tamamen yeni bir termometre ölçeği tanımlanabilir.
- **Genel Dönüşüm Formülü:** Bütün termometreler arasında geçiş yapmak için, okunan değerden suyun donma noktasının çıkarılıp, kaynama ve donma noktaları arasındaki farka (bölme sayısına) bölünmesi ilkesi kullanılır.
 - $\frac{C}{100} = \frac{F-32}{180} = \frac{K-273}{100} = \frac{X-X_{donma}}{X_{kaynama}-X_{donma}}$
 - X : X termometresinde okunan değer
 - X_{donma} : Suyun donma sıcaklığı (X termometresine göre)
 - $X_{kaynama}$: Suyun kaynama sıcaklığı (X termometresine göre)
- Celsius ve Kelvin termometrelerinin bölme sayıları aynı (100) olduğu için her 1 °C'lik sıcaklık artışı, tam olarak 1 K'lik sıcaklık artışına eşittir ($\Delta C = \Delta K$).

4.2.2. ÖZ ISI VE ISI SİĞASI

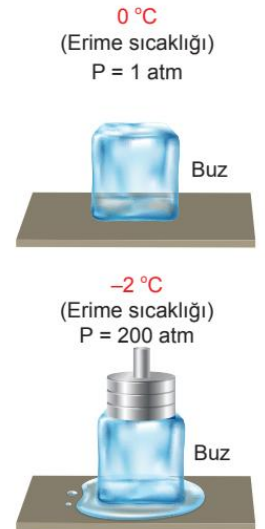
- **Öz Isı (Isınma Isısı):**
 - Bir maddenin 1 gramının sıcaklığını 1 °C değiştirmek için gerekli ısı miktarına denir.
 - c sembolü ile gösterilir.
 - SI birim sisteminde birimi $J/kg \cdot K$ 'dir. Sık kullanılan diğer birimi $cal/g \cdot ^\circ C$ 'dir.
 - Madde miktarına bağlı değildir, saf maddeler için **ayırt edici** bir özelliktir. Hâl değişiminden de etkilenir (Suyun öz ısı ile buzun öz ısı farklıdır).
 - Öz ısı küçük olan maddeler (örneğin metaller) çevreleriyle etkileşime girdiğinde çabuk ısınır ve çabuk soğur.
- **Isı Sığası (Isı Kapasitesi):**
 - Bir maddenin tamamının sıcaklığını 1 °C değiştirmek için gerekli ısı miktarıdır.
 - C (büyük C) sembolü ile gösterilir.
 - Birimi J/K veya $cal/^\circ C$ 'dir.
 - Maddenin kütlesi ile öz ısının çarpımına eşittir.
 - **Formül:** $C = m \cdot c$
 - Madde miktarına bağlı olduğu için maddeler için **ayırt edici bir özellik değildir**.
- **Alınan veya Verilen Isı (Sıcaklık Değişimi) Formülü:**
 - Hâl değişimi olmayan durumlarda, maddeye verilen veya maddeden alınan ısı, kütle, öz ısı ve sıcaklık değişimi ile doğru orantılıdır.
 - **Formül:** $Q = m \cdot c \cdot \Delta T$
 - Q : Alınan veya verilen ısı (Joule veya kalori)
 - m : Kütle (kg veya gram)
 - c : Öz ısı
 - ΔT : Sıcaklık değişimi ($T_{son} - T_{ilk}$)
 - Sıcaklık-Zaman veya Sıcaklık-Isı grafiklerinde eğim işlemleri ile ısı sığası ($m \cdot c$) bulunabilir.
- **Günlük Hayat Örnekleri:**
 - Suyun öz ısı diğer sıvı ve katıların birçoğuna göre çok büyüktür. Bu sayede su, geç ısınıp geç soğur ve çok miktarda ısı depolar.
 - Denizler karalara göre daha geç ısınıp geç soğur (deniz suyunu oluşturan maddenin ısı sığası karalardan büyüktür), bu durum kıyı bölgelerinde ılıman iklim oluşmasını ve meltem rüzgarlarını sağlar.
 - Isıtma sistemlerinde (kaloriferler ve otomobil radyatörleri) taşıyıcı sıvı olarak ısı sığası yüksek olduğu için su tercih edilir.
 - Pizza içindeki peynirin hamura göre ağzı daha çok yakması veya peynirli gözlemenin daha geç soğuması maddelerin ısı sığası farklılıklarından kaynaklanır.

4.3. HÂL DEĞİŞİMİ

- Saf bir maddeye ısı verildiğinde maddenin ya sıcaklığı artar ya da madde hâl değiştirir.
- Hâl değişimi süresince saf maddelerin **sıcaklığı sabit kalır**. Bu evrede moleküllerin kinetik enerjisi değişmezken, moleküller arası bağlar zayıfladığı veya koptuğu için (ya da güçlendiği için) **potansiyel enerji değişir**.
- Saf maddelerin hâl değişim sıcaklıkları o madde için **ayırt edici özelliktir**.
- **Hâl Değişim Isısı (L):**
 - Hâl değiştirme sıcaklığındaki 1 kg saf maddenin tamamının hâl değiştirmesi için alması veya vermesi gereken ısı miktarıdır.
 - L sembolü ile gösterilir, SI birimi J/kg (veya cal/g). Ayırt edici özelliktir.
 - Saf maddeler için Erime Isısı = Donma Isısı ($L_e = L_d$) ve Buharlaştırma Isısı = Yoğuşma Isısı ($L_b = L_y$) eşitlikleri geçerlidir.
 - Maddenin tamamının hâl değiştirmesi için gereken toplam ısı **Formül:** $Q = m \cdot L$



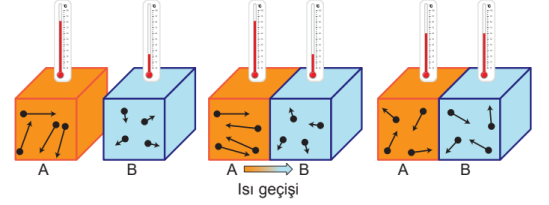
- Grafikte eğimin olduğu bölgelerde $Q = m \cdot c \cdot \Delta T$ (kinetik enerji değişir), sıcaklığın sabit kaldığı yatay platolarda ise $Q = m \cdot L$ (potansiyel enerji değişir) kullanılır.
- **Hâl Değişim Sıcaklığını Etkileyen Faktörler:**
 - **Saflık:** Saf bir maddenin içine yabancı madde katılırsa saflık bozulur, erime ve kaynama noktaları değişir.
 - Suyun içine tuz atılması suyun donma (erime) sıcaklığını düşürür (0°C 'nin altına indirir) ve kaynama sıcaklığını yükseltir (100°C 'nin üstüne çıkarır).
 - Kışın buzlu yollara tuz serpilmesinin nedeni buzun erime sıcaklığını düşürerek daha kolay erimesini sağlamaktır.
 - **Basınç:** Basınç değişimi hâl değişim sıcaklıklarını doğrudan etkiler. Maddelerin hâl değiştirirken hacimlerinin artmasına veya azalmasına göre bu etki farklılık gösterir.
 - **Erirgen Hacmi Azalan Maddeler (Buz, Antimon, Bizmut):** Dış basıncın artması erimeyi **kolaylaştırır** ve **erime sıcaklığını düşürür**. Kışın arabaların geçtiği veya insanların yürüdüğü karlı kısımların basınca maruz kaldıkları için daha çabuk erimesinin sebebi budur. Buz pateninde patenin ince ucu buza yüksek basınç uygulayarak erime noktasını düşürür ve buzun o an sıvılaşarak kayganlık sağlamasını gerçekleştirir.
 - **Erirgen Hacmi Artan Maddeler (Demir, Alüminyum, Bakır vb.):** Dış basıncın artması genleşmeyi engelleyeceğinden erimeyi **zorlaştırır** ve **erime sıcaklığını yükseltir**.
 - **Basıncın Kaynamaya Etkisi:** Madde ayrımı gözetmeksizin dış basıncın artması sıvıların buharlaşmasını zorlaştıracığından **tüm maddelerde kaynama sıcaklığını yükseltir**. Dağların zirvelerinde dış basınç düşük olduğu için su 100°C 'nin altında kaynarken, düdüklü tencerelerde kapalı gazın basıncı artırılarak suyun 120°C civarında kaynaması sağlanır ve yemekler daha hızlı pişer.



4.4. ISIL DENGİ

- **Isıl Denge (Termal Denge):** Termal olarak yalıtılmış, sıcaklıkları farklı iki veya daha fazla madde bir araya getirildiğinde, sıcaklığı yüksek olandan düşük olana doğru ısı (enerji) aktarımı gerçekleşir. Isı aktarımının, temas hâlindeki tüm maddelerin sıcaklıkları eşitlenene kadar devam etmesi ve sonunda sistemin ulaştığı kararlı duruma ısıl denge adı verilir.
- **Denge Sıcaklığı (T_D):** Isı alışverişi yapan maddelerin veya sistemlerin ısıl denge durumuna ulaştıklarında sahip oldukları son sıcaklık değeridir.

- Isı alışverişi sürecinde gerçekleşen temel fiziksel kanunlar şunlardır:
 - Isı akış yönü, daima sıcaklığı yüksek olan maddeden düşük olan maddeye doğrudur.
 - Isıl dengeye ulaşıncaya kadar geçen süreçte sıcaklığı fazla olan maddenin çevresine verdiği ısı, sıcaklığı düşük olan maddenin aldığı ısıya eşittir.
 - Formül:** $Q_{Alınan} = Q_{Verilen}$
- Isı alışverişi yapan maddelerin, alışveriş tamamlandığında iç enerji değişim büyüklükleri birbirine eşittir (Bir sistem ne kadar enerji verirse, diğer sistem tam olarak o enerjiyi alır).
- Denge sıcaklığı (T_D), her zaman ısı alışverişine giren maddelerin ilk sıcaklıkları arasındadır. Hiçbir zaman bu sınırları aşamaz veya bu sınırlara eşit olamaz (Örn: $T_2 > T_1$ ise, $T_2 > T_D > T_1$ olur).
- Denge sıcaklığının hangi maddenin sıcaklığına daha yakın olacağını **ısı sığası ($m \cdot c$)** belirler. Denge sıcaklığı, ısı sığası daha büyük olan maddenin ilk sıcaklığına daha yakındır.
- Eğer karıştırılan maddelerin (örneğin aynı cins iki sıvı) ısı sığaları eşitse, denge sıcaklığı karıştırılan maddelerin sıcaklıklarının tam aritmetik ortalamasına eşittir: $T_D = \frac{T_1 + T_2}{2}$.
- Birbiriyle etkileşen maddelerin sıcaklıkları baştan itibaren eşitse, bu maddeler zaten ısıl dengededir ve aralarında kesinlikle ısı alışverişi olmaz.
- Kavram Yanılgılarına Dikkat!**
 - Isı alışverişinin TEK nedeni sıcaklık farkıdır. Maddelerin boyutları, kütleleri, iç enerjileri veya ısı sığaları ne olursa olsun, sıcaklıkları farklı olmadan ısı alışverişi asla gerçekleşmez.
 - "Soğuk aktarılır" veya "soğukluk geçer" ifadeleri fizikte hatalıdır. Aktarılan tek şey enerjidir ve bu, sıcak olandan soğuk olana doğru hareket eden **ısı**'dır.
- Günlük Hayat Örnekleri**
 - Termometre ile ölçüm:** Bir termometre, sıcaklığı ölçülecek cisme temas ettirildiğinde iki cisim arasında ısıl denge kurulana kadar beklenir. Termometrenin gösterdiği değer, aslında ulaşılan bu ortak denge sıcaklığıdır.
 - İnsan vücut sıcaklığı ölçülürken, insan vücudunun toplam ısı sığası termometrenin ısı sığasına göre devasa boyutta olduğu için, kurulan denge sıcaklığı insan vücudunun ilk sıcaklığına hemen hemen eşittir (kabul edilebilir hata payı içindedir).

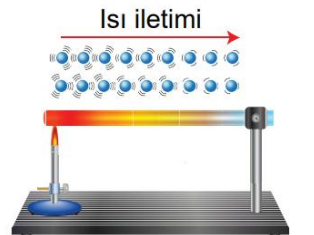


4.5. ISI AKTARIM YOLLARI

- Bir ortamdan başka bir ortama ısı aktarımı temel olarak üç farklı yolla gerçekleşir: İletim, Konveksiyon ve Işıma.

4.5.1. ISININ İLETİM YOLUYLA YAYILMASI

- İletim Yoluyla Yayılma:** Maddeyi oluşturan taneciklerin dışarıdan ısı olarak titreşim hızlarının artması ve bu enerjiyi (kinetik enerjiyi) birbirlerine çarparak komşu taneciklere, oradan da diğerlerine zincirleme şeklinde aktarması sürecidir.
- Bu yayılma şekli için mutlaka **maddesel ortama** ihtiyaç vardır (Boşlukta iletim olmaz).
- Maddeyi oluşturan tanecikler arası uzaklık iletimi doğrudan etkiler. Katı maddelerin tanecikleri sıvılara, sıvı tanecikleri de gazlara göre birbirine daha yakın ve sıkı bağlı olduğundan, **iletim en iyi katılarda gerçekleşir**.
- Sıvı ve gazlarda tanecikler arası mesafeler fazla olduğu için ısıнын iletim yoluyla yayılması zordur, ancak hiç iletim olmaz demek hatalıdır (sadece çok zayıftır).
- Katı iletkenlerin (özellikle metallerin) yapısında bulunan serbest elektronlar, enerji iletiminde olumlu yönde büyük etki yapar. Bu nedenle serbest elektronları bol olan metaller, ametallere veya bileşiklere göre ısıyı çok daha hızlı ve iyi iletir.



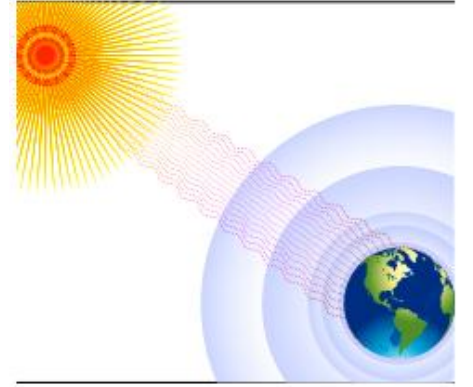
4.5.2. ISININ KONVEKSİYON (TAŞIMA) YOLUYLA YAYILMASI

- **Konveksiyon Yoluyla Yayılma:** Sıvı veya gaz gibi akışkanlarda, madde taneciklerinin enerjiyi aldıktan sonra öteleme hareketi yaparak bizzat yer değiştirmesi sonucu ısının akışkan içinde yayılmasıdır.
- Mekanizma şu şekilde işler: Isıtılan akışkan bölgesinde taneciklerin titreşim hızı ve aralarındaki mesafe artar, hacim genişler. Bu genişleme sonucunda sıcak akışkanın **yoğunluğu (özkütlesi) azalır**.
- Yoğunluğu azalan sıcak ve hafif tanecikler yukarı doğru (sürüklenme) hareket ederken, üstte bulunan soğuk ve yoğun tanecikler yer çekimi etkisiyle aşağı doğru iner. Bu olaya **sürüklenme** denir.
- Akışkan tanecikleri bu yer değiştirme esnasında soğuk taneciklerle çarpışarak taşıdıkları yüksek enerjinin bir kısmını onlara aktarır. Buna da **yayılma** denir. Konveksiyon bu iki hareketin birleşimidir.
- Sadece sıvı ve gazlarda (akışkanlarda) gözlemlenir. Katılarda tanecikler öteleme hareketi yapamadığı için konveksiyon gerçekleşmez.
- İletimde olduğu gibi konveksiyonda da **maddesel ortam şarttır**.



4.5.3. ISININ IŞIMA (RADYASYON) YOLUYLA YAYILMASI

- **Işıma Yoluyla Yayılma:** Isı enerjisinin bir kaynaktan etrafa elektromanyetik dalgalar (kızılötesi, görünür ışık, morötesi ışınlar vb.) aracılığıyla yayılmasıdır.
- Isının iletim ve konveksiyon yollarından en büyük farkı: **Maddesel ortama ihtiyaç duymamasıdır**. Işıma yoluyla ısı boşlukta (uzayda) da rahatlıkla yayılabilir.
- Elektromanyetik dalgalar enerjiyi taşır ve boşlukta ışık hızıyla (yaklaşık 3×10^8 m/s) yayılır.
- Sıcaklığı Mutlak Sıfır (0 Kelvin veya -273°C) üzerinde olan tüm cisimler ortama kızılötesi ışıma yayar.
- Yayılan bu dalgalar bir cisme çarptığında enerjisini cisme aktarır, cismin ışımayı soğurması (emmesi) sonucu sıcaklığı artar veya cisim hâl değiştirir.
- Koyu renkli ve mat nesneler, elektromanyetik dalgaları açık renkli ve parlak nesnelere göre çok daha fazla soğurur.
- **Kavram Yanılgılarına Dikkat!**
 - "Bir sistemdeki ısı sadece bir yolla yayılır" yanılgısına düşülmemelidir. Çoğu zaman üç aktarım yolu da aynı anda devrededir. Örneğin yanan bir ocak üzerindeki demliğin ısıtılmasında; demlik sapının elimizi yakması (iletim), demlik içindeki suyun fokurdaması (konveksiyon) ve ocağın alevine yaklaşan yüzümüzün ısınması (ışıma) aynı anda yaşanır.
- **Günlük Hayat Örnekleri**
 - **İletim:** Yemek pişirirken yemeği karıştıran metal kaşığın sapının bir süre sonra çok ısınması.
 - **Konveksiyon:** Kalorifer peteklerinin odayı zemin seviyesinden tavana doğru ısıtması. Sıcak hava yukarı çıkarken soğuk hava peteğe doğru iner. Akışkanların bu özelliği nedeniyle ısıtıcılar her zaman zemine yakın, klimalar (soğutucular) ise tavana yakın monte edilir.
 - **Işıma:** Güneş'in Dünya'yı uzay boşluğundan geçerek ısıtması; kamp ateşi veya şömine karşısında duran bir kişinin ateşe dönük yüzünün ısınıp sırtının üşmesi; mikrodalga fırınlarda gıdaların ısıtılması.
 - **Sera Etkisi (Işıma Bağlamında):** Güneş'ten gelen radyasyon Dünya atmosferini geçip yeryüzünü ısıtır. Yeryüzü ısındıktan sonra geri ışıma yapar (kızılötesi yayar). Atmosferdeki sera gazları (su buharı, karbondioksit, metan) bu ışımanın uzaya kaçmasını kısmen engelleyip tutarak Dünya'nın yaşanabilir sıcaklıkta kalmasını sağlayan "doğal sera etkisini" oluşturur. Ancak endüstriyel faaliyetlerle sera gazlarının artması atmosferde tutulan enerjiyi artırarak olumsuz **Küresel Isınma** problemine yol açar.

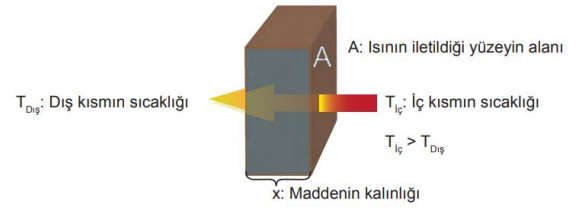


4.6. ISI İLETİM HIZI VE YALITIM

- **Isı İletim Hızı (Enerji İletim Hızı):** Sıcaklıkları farklı iki ortam arasında, aradaki bariyer (madde) üzerinden birim zamanda aktarılan toplam ısı miktarına denir.
- Birimi Joule/Saniye (J/s)'dir. Birim zamanda harcanan veya aktarılan enerji aynı zamanda gücü temsil ettiği için, ısı iletim hızı birimi **Watt (W)** olarak da kullanılır.

4.6.1. ISI İLETİM HIZINI ETKİLEYEN FAKTÖRLER

- Isı iletim hızını etkileyen nicelikler ve matematiksel ilişkileri şöyledir:
 - **Yüzey Alanı (Doğru Orantılı):** Ortamları ayıran maddenin (örneğin duvarın, pencerenin) yüzey alanı büyüdükçe, temas yüzeyi arttığı için birim zamanda aktarılan ısı artar. Isı iletim hızı artar.
 - **Sıcaklık Farkı (Doğru Orantılı):** Ortamlar arasındaki sıcaklık farkı ($\Delta T = T_{iç} - T_{dış}$) ne kadar yüksekse, enerjinin akış isteği ve hızı o kadar fazla olur. Isı iletim hızı artar.
 - **Kalınlık (Ters Orantılı):** Ortamları ayıran malzemenin kalınlığı (x veya d) arttıkça, ısıнын o maddeyi geçmesi zorlaşır ve süre uzar. Isı iletim hızı azalır.
 - **Maddenin Cinsi (Isıl İletkenlik Katsayısı):** Malzemenin kimyasal yapısına, molekül dizilimine özgü bir durumdur. Isı iletim katsayısı büyük oldukça hız artar.



4.6.2. MADDELERİN ISI İLETİM KATSAYILARI

- **Isıl İletkenlik:** O maddenin ısıyı iletme kabiliyetinin bir ölçüsüdür.
- Maddeler için **ayırt edici** bir özelliktir. Katsayısı büyük olan maddeler ısıyı hızlı, küçük olan maddeler yavaş iletir.
- **Isı İletkeni:** Isı iletim katsayısı yüksek maddelerdir. Özellikle saf metaller iyi iletkenler. (Örn: Gümüş, Bakır, Alüminyum, Demir, Çelik). Bilinen en yüksek ısı iletim katsayısına sahip madde **Elmas**'tır.
- **Isı Yalıtkanı:** Isı iletim katsayısı çok düşük maddelerdir. ısıyı izole etmek, aktarımı yavaşlatmak için kullanılırlar. (Örn: Cam yünü, Strafor, Keçe, Ahşap, Cam, Hava). Özellikle durgun hava mükemmel bir yalıtandır.

4.6.3. ISI YALITIMI VE GÜNLÜK HAYAT UYGULAMALARI

- **Isı Yalıtımı:** Enerji kaybını önlemek, kışın binaları sıcak yazın ise serin tutmak, bireysel bütçeye ve ülke ekonomisine tasarruf sağlamak amacıyla, sistemlerin ısı iletim katsayısı çok düşük olan yalıtkan malzemelerle kaplanması işlemidir.
- **Günlük Hayat Örnekleri:**
 - **Çift Camlı Pencereleer:** Evlerde ısı kaybını azaltmak için pencerelerde tek kalın cam yerine, iki ince cam ve arasına hapsedilmiş "durgun/kurutulmuş hava" (veya vakum) bulunan çift camlı sistemler kullanılır. Havanın ısı iletim katsayısı camdan çok daha düşüktür. Eğer havası vakumlanırsa, madde olmadığı için konveksiyon ihtimali de tamamen ortadan kalkar, yalıtım kusursuzlaşır.
 - **Mantolama Sistemleri:** Binaların dış cephelerine, duvar dışına ısı iletim katsayısı düşük strafor, tavan aralarına ise cam yünü yerleştirilir. Bu sayede ısı iletim hızı minimize edilir. Duvar kalınlığını artırmak da hızı düşürür.
 - **Termoslar:** İç yüzeyi aynalıdır (ışımayı yansıtip enerjiyi içeride tutar). İki cidarı arasında havası alınmış (vakumlu) boşluk bulunur, böylece iletim ve konveksiyonla oluşacak ısı kayıpları engellenir.
 - **Giysiler:** Kışın kalın kıyafetler giyilmesi, bedenden dışarı ısı iletim hızını azaltır (kalınlık ters orantı ilkesi). Ayrıca kat kat kıyafet giymek, kıyafetler arasına yalıtkan hava tabakası hapsedeceği için tek bir kalın giysiden daha sıcak tutar. Kışlık montlarda elyaf veya kaz tüyü kullanılması, bu tüylerin havayı hapsetme yeteneğinden (yalıtkanlığından) gelir. Aynı şekilde soğuk havada kuşların tüylerini kabartması da tüyler arasına hava alarak yalıtım sağlama içgüdüdür.
 - Otomobil motorlarının üst kapaklarında yalıtkan malzemeler kullanılarak motor ısısının yolcu kabinini aşırı ısıtması önlenir.

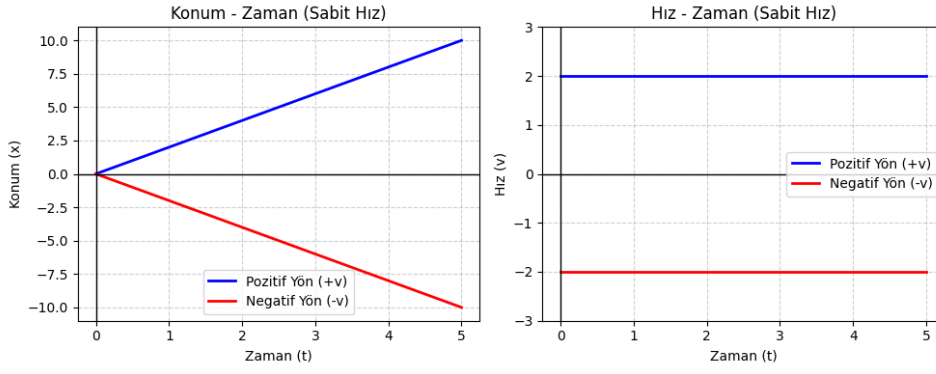
- **Kavram Yanılgılarına Dikkat!**

- Bir odaya konulmuş, yeterince beklemiş ahşap bir bank ve demir bir bank ısı dengededir; yani **sıcaklıkları kesinlikle eşittir**.
- İnsanların kışın demir banka oturduğunda daha "soğuk" hissetmesinin nedeni, demirin sıcaklığının düşük olması **değildir**. Demirin ısı iletkenlik katsayısının ahşaba göre çok daha büyük olması nedeniyle, demirin insan vücudundan ısıyı **çok daha hızlı (yüksek bir hızla) çekmesidir**. İnsan beyni bu hızlı ısı kaybını "daha soğuk" olarak algılar. Sıcak yaz günlerinde ise tam tersi geçerlidir; demir bu kez vücudumuza daha hızlı ısı verir ve daha "sıcak" hissedilir.

5. ÜNİTE: KUVVET VE HAREKET (2)

5.1. SABİT HIZLI HAREKET

- **Sabit Sürat:** Bir cismin eşit zaman aralıklarında eşit yollar alması durumudur. Sadece büyüklüğü ifade eden skaler bir niceliktir.
 - Sabit süratle hareket eden bir cismin sabit hızı değişebilir (örneğin dairesel yörüngede dönen araçların yönü sürekli değiştiği için hız vektörü değişir).
- **Sabit Hızlı Hareket (Düzgün Doğrusal Hareket):** Doğrusal bir yolda hareket eden bir araç eşit zaman aralıklarında eşit yer değiştirmelere sahip ise aracın hareketine sabit hızlı hareket, sahip olduğu hıza **sabit hız** denir.
 - Yatay doğrultuda sabit hızlı hareket eden cismin hızının büyüklüğü ve doğrultusu değişmez.
 - Bu durumda aracın hız büyüklüğünde değişim olmadığı için **ivmesi sıfır** olur.
 - Cisme etki eden net kuvvet sıfırdır. Sistem, dengelenmiş kuvvetler etkisindedir.
 - Hareketlilerin hız büyüklüğü değişmez, konumu zamanla düzgün değişir.
- **Temel Kavramlar:**
 - **Konum ($\vec{x}$):** Belirli bir noktaya olan yönlü uzaklıktır. Bir cismin konumu seçilen referans noktasından cisme doğru çizilen vektör ile gösterilir. Vektörelidir, birimi metredir (m).
 - **Yer değiştirme ($\Delta\vec{x}$):** İki nokta arasındaki en kısa mesafedir. Vektörelidir, birimi metredir (m). $\Delta\vec{x} = \vec{x}_{son} - \vec{x}_{ilk}$ bağıntısıyla bulunur.
 - **Hız ($\vec{v}$):** Birim zamandaki yer değiştirmedir. Vektörelidir. Birimi m/s veya km/h 'tir. Matematiksel modeli: Hız = Yer Değiştirme / Zaman ($\vec{v} = \frac{\Delta\vec{x}}{\Delta t}$) şeklindedir.
 - **Sürat (v):** Birim zamanda alınan yoldur. Skalerdir. Birimi m/s veya km/h 'tir. Matematiksel modeli: Sürat = Alınan Yol / Zaman ($v = \frac{x}{t}$) şeklindedir.
- Yatay doğrultuda hareket eden cisimler yön değiştirmedeğinde aldığı yol ile yer değiştirme büyüklüğü aynıdır. (Yön değiştirirse alınan yol ve yer değiştirme farklı olur).
- Ürün veya araç bir doğru boyunca hareket ederken yön değiştirmedeğinde ortalama hızının büyüklüğü ve ortalama sürati birbirine eşit olur.
- **Grafikler ve Özellikleri:**
 - **Konum-Zaman Grafiği ($x - t$):**
 - Konum-zaman grafiğinin **eğimi hızı** verir. ($v = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{x_{son} - x_{ilk}}{t}$)
 - Zıt yönlerde sabit hızla hareket eden araçların $x - t$ grafiğinde araçlar yön değiştirmedeğinde için yer değiştirmeleri zamana bağlı olarak doğrusal artar.
 - Grafik eğimi pozitifse araç pozitif ($+x$) yönde, eğim negatifse araç negatif ($-x$) yönde hareket etmektedir.
 - $t = 0$ anındaki değer, aracın başlangıç konumunu verir.
 - **Hız-Zaman Grafiği ($v - t$):**
 - Hız-zaman grafiğinin yatay eksen ile arasında kalan (altında kalan) **alan yer değiştirmeyi** verir.
 - İki aracın hızı zamanla değişmediğinden $v - t$ grafiğinde grafik çizgisi yatay (zaman eksenine paralel) olur.
 - Zaman ekseninin üzerinde kalan grafik çizgisi pozitif yöndeki hızı, zaman ekseninin altında kalan grafik çizgisi ise negatif yöndeki hızı gösterir.
 - Alan matematiksel modeli: Alan = Hız $\times$ Zaman ($\Delta x = v \cdot t$).



• Günlük Hayattan Sabit Hızlı Hareket Örnekleri:

- **Platform tipi asansörler:** Seçilen kata bir doğru boyunca sabit hızla ilerler ve ilgili kata ulaştığında otomatik olarak yavaşlar ve durur.
- **Yürüyen merdivenler ve taşıyıcı bantlar (konveyör bant):** Ürün veya yükleri (örneğin kargo bantlarındaki valizleri) sabit süratle taşımak için kullanılan sistemlerdir.
- **Araçlardaki sürat sabitleyici (Cruise control):** Ayak pedalı ile gaz verilmesine gerek kalmadan aracın süratinin sabit kalmasını sağlayan sistemdir. Otoyol gibi uzun mesafeli ulaşımında yakıt verimliliğini artırır.
- **Robot süpürgeler:** Ev krokisine göre engelsiz doğrusal bir yolu sabit süratle tarayabilirler.

5.2 BİR BOYUTTA SABİT İVMELİ HAREKET

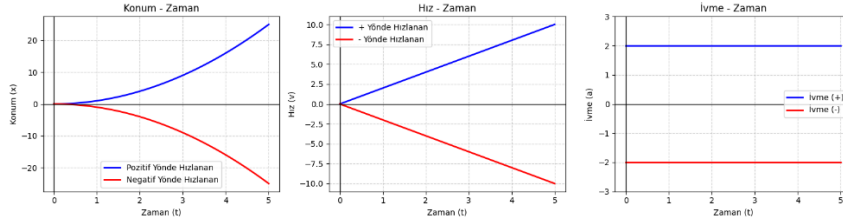
5.2.1 İVME VE HIZ DEĞİŞİMİ ARASINDAKİ İLİŞKİ

- Bir cismin üzerine uygulanan net kuvvet cismin hızlanmasına veya yavaşlamasına neden olur.
- **İvme ($\vec{a}$):** Cismin hızında birim zamanda meydana gelen değişime denir.
 - İvme $\vec{a}$ sembolü ile gösterilir, vektörel bir büyüklüktür.
 - İvmenin birimi Uluslararası Birimler Sistemi'nde (SI) m/s^2 'dir (ya da cm/s^2).
 - İvme matematiksel modeli: İvme = Hız Değişimi / Zaman Aralığı ($\vec{a} = \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t} = \frac{\vec{v}_{son} - \vec{v}_{ilk}}{t_{son} - t_{ilk}}$).
- **Hız değişimi ($\Delta \vec{v}$):** Hareketlinin son hızı ile ilk hızı arasındaki vektörel farktır.
- Hız, eşit zaman aralıklarında aynı büyüklükte artıyor ya da azalıyorsa ivmenin büyüklüğü sabittir (Örneğin bir araç her 1 saniyede $5m/s$ hızlanıyorsa aracın ivmesi $5m/s^2$ sabit değerindedir).
- Cisme hareket yönüyle **aynı doğrultuda** kuvvet uygulandığında cismin hızı artar. Bu durumda cismin **ivmesinin yönü de hareket yönüyle aynıdır**.
- Cisme hareket yönüne **ters yönde** kuvvet uygulandığında cismin hızı azalır. Bu durumda cismin **ivmesinin yönü hareket yönüne zıttır**.
- Doğrusal bir yolda sabit hızla giden araçların hız değişimi olmadığından ivmesi sıfır kabul edilir. Doğrusal yolda yalnızca hızlanma ve yavaşlama olurken ivmeden söz edilebilir.
- **İvmeli Harekete Örnekler:**
 - Kuşların uçuşunda besin ararken aniden hızlanması, hedefe ulaştığında yavaşlayıp durması dinamik ivmeli hareketlerdir.
 - Kısa mesafe koşucularının yarışa başlarken ivmelenme yetenekleri, hızını çok kısa sürede artırabilmesi performansı belirler.
 - Sürücülerin trafik lambalarında veya trafik yoğunluğunda fren ve gaz pedallarını kullanarak hızlarını değiştirmeleri ivmeli hareketlerdir. Şehir içlerinde bu hız değişimlerinin (ve dolayısıyla yakıt israfının) önüne geçmek için "yeşil dalga" sistemleri kurulmaktadır.

5.2.2 YATAY DOĞRULTUDA SABİT İVMEYLE HAREKET EDEN CİSİMLERİN HAREKETİ

• Düzgün Hızlanan Hareket:

- Bir cisme etki eden net kuvvet hareket yönünde ise cisim hızlanır. Net kuvvet sıfırdan farklı ve sabit ise cisim düzgün hızlanan hareket yapar.
- Cismin hareket yönü pozitif ise cisme etki eden net kuvvet pozitifdir, ivme pozitifdir, hız pozitif yönde düzgün artar.
- Cismin hareket yönü negatif ise cisme etki eden net kuvvet negatifdir, ivme negatifdir, hız negatif yönde düzgün artar (hızının büyüklüğü artarken yönü eksi kalır).
- Hızlanma sürecinde aracın birim zamanda aldığı yol artar.



• Düzgün Yavaşlayan Hareket:

- Bir cismin düzgün yavaşlayabilmesi için cismin hareket yönüne ters yönde net sabit bir kuvvet uygulanmalıdır.
- Yavaşlayan cisimlerde **hız vektörü ile net kuvvet ve ivme vektörü daima zıt yönlüdür.**
- Pozitif yönde hareket eden cisme negatif yönde net sabit kuvvet uygulanırsa ivme negatif olur. Cisim pozitif yönde düzgün yavaşlar.
- Negatif yönde hareket eden cisme pozitif yönde net sabit kuvvet uygulanırsa ivme pozitif olur. Cisim negatif yönde düzgün yavaşlar.
- Yavaşlama sürecinde aracın hızı zamanla düzgün azalır ve birim zamanda alınan yol da zamanla azalır.



• Grafiklerin Özellikleri (Konum-Zaman, Hız-Zaman, İvme-Zaman):

- **Hız-Zaman Grafiği ($v - t$):**
 - Hız-zaman grafiğinin **eğimi ivmeyi** verir. ($\tan \alpha = \frac{\Delta v}{\Delta t} = a$).
 - Grafik çizgisinin yatay (zaman) eksenine ile arasında kalan (altında kalan) **alan yer değiştirmeyi** verir. ($\Delta x = \text{Alan}$).
 - Grafik çizgisi yatay eksenden uzaklaşıyorsa araç hızlanan, yatay eksene yaklaşıyorsa araç yavaşlayan hareket yapmaktadır.
 - Grafiğin yatay (zaman) eksenini kestiği anlarda araç hızını sıfırlamış ve **yön değiştirmiştir**.
- **Konum-Zaman Grafiği ($x - t$):**
 - Sabit ivmeli harekette (hızlanan veya yavaşlayan) konum-zaman grafiği parabolik (eğrisel) şeklindedir. Birim zamanda alınan yolun parabolik şekilde arttığını veya azaldığını gösterir.
 - Grafik eğrisinin tepe veya çukur noktaları, grafiğin yön değiştirdiği noktalardır. Bu anlarda aracın anlık hızı sıfırdır ve hareket yönü değişmektedir.
- **İvme-Zaman Grafiği ($a - t$):**
 - İvme-zaman grafiğinin altında kalan alan (zaman eksenine yaptığı alan) **hız değişimini** (Δv) verir.
 - İvme-zaman grafiğinin alanından aracın direkt son hızı bulunamaz, son hızı bulmak için mutlaka ilk hızın bilinmesi gerekir ($v_{son} = v_{ilk} + \text{Alan}$).
 - Sabit ivmeli harekette grafik çizgisi zaman eksenine paraleldir (ivme değeri değişmez, sabittir).

- **Sabit İvmeli Hareket İçin Matematiksel Modeller (Formüller):**
 - **Düzgün Hızlanan Hareket:**
 - Zamana bağlı yer değiştirme (konum) denklemi: $x = v_0 \cdot t + \frac{1}{2} a \cdot t^2$
 - Zamana bağlı hız denklemi: $v_{son} = v_0 + a \cdot t$
 - Zamandan bağımsız hız denklemi: $v_{son}^2 = v_0^2 + 2 \cdot a \cdot x$
 - **Düzgün Yavaşlayan Hareket:**
 - Zamana bağlı yer değiştirme (konum) denklemi: $x = v_0 \cdot t - \frac{1}{2} a \cdot t^2$
 - Zamana bağlı hız denklemi: $v_{son} = v_0 - a \cdot t$
 - Zamandan bağımsız hız denklemi: $v_{son}^2 = v_0^2 - 2 \cdot a \cdot x$
 - **Ortak Yer Değiştirme Formülü:** Sabit ivmeli harekette ortalama hız üzerinden de yer değiştirme bulunabilir: $\Delta x = \left(\frac{v_{ilk} + v_{son}}{2} \right) \cdot t$
 - Tüm matematiksel modellerde v_0 (ilk hız), v_{son} (son hız), a (ivme), t (zaman) ve x (yer değiştirme) büyüklüklerini ifade eder.
 - İlk hızı sıfır olan (durgun halden başlayan) sistemlerde formüllerdeki v_0 değeri 0 alınır (Örneğin durgun halden hızlanmada $x = \frac{1}{2} a \cdot t^2$ olur).

6. ÜNİTE: ENERJİ(2)

6.1. İŞ, ENERJİ VE GÜÇ

6.1.1. KUVVET-YER DEĞİŞTİRME GRAFİĞİ KULLANILARAK İŞ KAVRAMININ TANIMLANMASI

- **İş Kavramı ve Şartları**
 - Fiziksel anlamda iş yapılabilmesi için bir cisme kuvvet uygulanması ve cismin bu kuvvet doğrultusunda yer değiştirmesi zorunludur.
 - Uygulanan kuvvetin yönü ile cismin yer değiştirme yönü birbirine paralel olmalıdır.
 - İş, uygulanan net kuvvet (F_{net}) ile yer değiştirme büyüklüğünün (Δx) çarpımına eşittir.
 - Matematiksel modeli: $W = F \cdot \Delta x$ veya $W = F_{net} \cdot \Delta x$ şeklindedir.
 - İş, skaler bir büyüklüktür ve W sembolü ile gösterilir.
 - SI (Uluslararası Birim Sistemi) standartlarında işin birimi Newton · metre (N · m)'dir.
 - Bu birim Joule (J) olarak adlandırılır.
 - 1 N büyüklüğündeki kuvvetin etkisiyle bir cisim 1 m yer değiştirdiğinde cisim üzerinde 1 Joule iş yapılmış olur (1 N · m = 1 J).
- **İşin Pozitif, Negatif veya Sıfır Olma Durumları**
 - Pozitif İş: Cisme uygulanan net kuvvet, cismin hareket yönüyle aynı (paralel) ise kuvvetin yaptığı iş pozitifdir.
 - Pozitif iş yapıldığında cisme enerji aktarılır, sürtünmesiz ortamda cisim hızlanır.
 - Negatif İş: Cisme uygulanan net kuvvet, cismin hareket yönüne ters ise kuvvetin yaptığı iş negatiftir.
 - Negatif iş yapıldığında cismin enerjisi azalır, cisim yavaşlar (örneğin sürtünme kuvvetinin yaptığı iş).
 - Net kuvvet sıfır ise veya yer değiştirme sıfır ise (örneğin duvara kuvvet uygulanıp duvarın itilememesi) iş yapılmaz ($W = 0$).
 - Kuvvet, hareket doğrultusuna dik ise bu kuvvet fiziksel anlamda iş yapmaz.
 - Düz yolda elindeki çantayı sallamadan yatayda yürüyen veya başının üstünde yük taşıyan kişi iş yapmaz (kuvvet düşey, hareket yatay).
 - Sabit hızla hareket eden bir cisim üzerinde yapılan net iş sıfırdır (uygulanan net kuvvet sıfır olduğu için).
- **Kuvvet Bileşenlerinin Yaptığı İş**
 - Bir cisme yatayla α açısı yapacak şekilde eğik bir kuvvet uygulandığında, kuvvetin hareket doğrultusundaki (yatay) bileşeni iş yapar. Yatay bileşen: $F_x = F \cdot \cos \alpha$ Düşey bileşen: $F_y = F \cdot \sin \alpha$
 - Yatay düzlemde hareket eden cisim için yapılan iş: $W = F_x \cdot \Delta x$ matematiksel modeli ile bulunur.
 - Cismin yer değiştirme vektörüne dik olan düşey bileşen (F_y) veya cismin ağırlığı bu durumda iş yapmaz.

- **Yer Çekimine Karşı Yapılan İş**

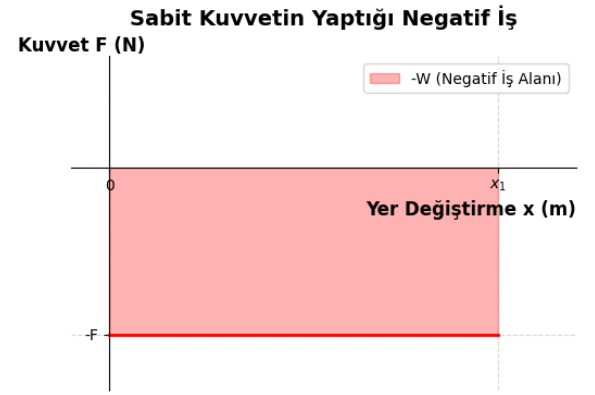
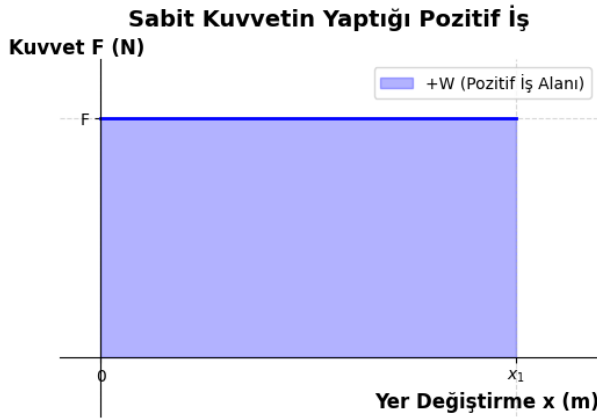
- Yerdeki bir cismi belirli bir yüksekliğe sabit hızla çıkarmak için yer çekimine karşı iş yapılır.
- Cisim, ağırlığı ($G = m \cdot g$) büyüklüğünde bir kuvvet (F) ile düşey doğrultuda Δh kadar yükseltirse kuvvet ile yer değiştirme aynı doğrultuda olur.
- Yapılan işin matematiksel modeli: $W = F \cdot \Delta h$ (veya $m \cdot g \cdot h$) ile bulunur.

- **İşin Yoldan Bağımsızlığı**

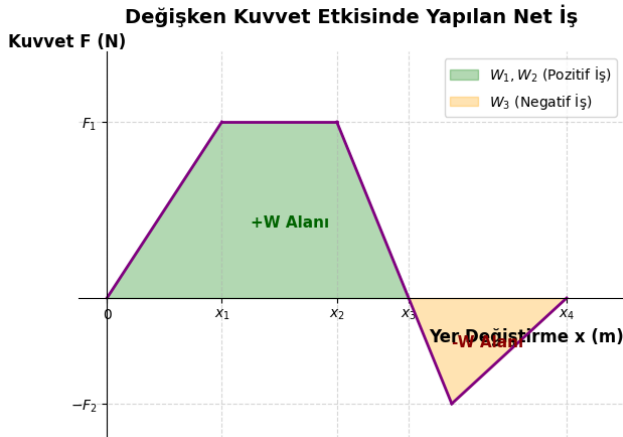
- Kuvvetin yaptığı iş, cismin izlediği yolun şeklinden bağımsızdır.
- Aynı iki nokta arasında (başlangıç ve bitiş noktaları aynı kalmak şartıyla) farklı yollardan gidilse bile yer değiştirme aynı ise aynı sabit kuvvetin yaptığı iş eşittir ($W_1 = W_2 = W_3$).
- Eğik düzlemde uygulanan yola paralel kuvvetin yaptığı iş de $W = F \cdot \Delta x$ ile hesaplanır.

- **Kuvvet-Yer Değiştirme ($F - x$) Grafikleri**

- Kuvvet-yer değiştirme grafiğinin altında kalan alan, yapılan işi verir.
- Yatay eksenin (yer değiştirme eksen) üstünde kalan alan pozitif işi, yatay eksenin altında kalan alan negatif işi gösterir.
- Cisim üzerindeki net iş, pozitif ve negatif alanların cebirsel toplamı ile bulunur ($W_{net} = W_1 + W_2 - W_3$).



- Cisme etki eden kuvvet sabit veya değişken olabilir. Değişken kuvvet durumunda grafik bir üçgen veya yamuk oluşturabilir; alan hesabı aynı şekilde uygulanır.



- Kuvvetin düzgün değiştiği durumlarda (grafiğin doğrusal olarak artması veya azalması), ortalama kuvvet formülü ile de iş hesaplanabilir: $W = F_{ort} \cdot \Delta x$ ($F_{ort} = \frac{F_{ilk} + F_{son}}{2}$).

- **İş - Kinetik Enerji Teoremi**

- Cisim üzerine etki eden net kuvvetin yaptığı iş, cismin enerjisindeki değişime eşittir.
- Matematiksel modeli: $W_{net} = \Delta E = E_{son} - E_{ilk}$ şeklinde ifade edilir.
- Yapılan net işin pozitif olması, cisme enerji aktarıldığını ve enerjisinin arttığını gösterir.

6.1.2. İŞ, ENERJİ VE GÜÇ KAVRAMLARI ARASINDAKİ İLİŞKİ

- **Enerji Kavramı**
 - Enerji, bir sistemin iş yapabilme yeteneği veya kapasitesidir.
 - İş ve enerji birbiriyle doğrudan ilişkilidir; iş yapıldığında enerji aktarılır veya dönüşür.
 - Enerji skaler bir büyüklüktür, birimi Joule (J)'dür ve E sembolü ile gösterilir.
 - Doğadaki tüm fiziksel olayları açıklamada kullanılan temel kavramlardan biridir.
- **Güç Kavramı**
 - Bir işin ne kadar kısa sürede yapıldığının ölçüsüdür.
 - Birim zamanda yapılan iş miktarı veya birim zamanda aktarılan/harcanan enerjidir.
 - İş yapma hızı olarak da tanımlanabilir.
 - Skaler bir nicelik ve P sembolü ile gösterilir.
 - Matematiksel modeli: $Güç = \frac{\text{Yapılan İş}}{\text{Geçen Zaman}}$ veya $Güç = \frac{\text{Aktarılan Enerji}}{\text{Geçen Zaman}}$.
 - Formül: $P = \frac{W}{t}$ veya $P = \frac{\Delta E}{t}$.
 - Sabit süratle hareket eden bir sistemde güç, uygulanan kuvvet ile hızın çarpımıyla da bulunabilir:
 - $P = F \cdot v$.
- **Güç Birimleri ve Tarihsel Gelişim**
 - SI (Uluslararası Birim Sistemi)'da iş birimi Joule (J), zaman birimi saniye (s) olduğundan güç birimi Joule/saniye (J/s)'dir.
 - 1 J/s değeri özel olarak Watt (W) olarak adlandırılır.
 - Güç biriminin Watt olarak isimlendirilmesi, buhar makinelerini geliştiren İskoçyalı mucit ve mühendis James Watt'a ithafen yapılmıştır.
 - Büyük güç değerleri için kilowatt (kW) kullanılır (1 kW = 1000 W).
 - Beygir Gücü (BG - Horsepower): James Watt, ürettiği buhar makinelerinin gücünü halka anlatabilmek için atların gücünü referans almıştır.
 - Bir atın 75 kg'lık yükü 1 saniyede yaklaşık 1 metre taşıdığını hesaplamıştır.
 - Buna göre 1 Beygir Gücü (1 BG) yaklaşık 746 Watt'a karşılık gelmektedir.
- **Günlük Hayatta Güç ve Enerji Tüketimi**
 - Evlerdeki elektrikli aletlerin üzerinde yazan Watt veya kW değerleri, o aletin birim zamanda harcayacağı maksimum enerjiyi gösterir.
 - Motorlu araçlarda motorun ürettiği güç, aracın ne kadar çabuk hızlanabileceğini ve ulaşabileceği maksimum hızı belirler.
 - Otomobil ruhsatlarında motor gücü günümüzde BG yerine genellikle kW cinsinden yazılmaktadır.
 - Elektrik faturalarındaki tüketim bedeli güç değil, enerji üzerinden ücretlendirilir.
 - Elektrik enerjisi birimi olarak günlük hayatta Joule yerine kilowattsaat (kWh) kullanılır.
 - Harcanan Enerji hesabı: Enerji = Güç · Zaman ($W = P \cdot t$).
 - Örnek: 2 kW gücündeki bir fırın 3 saat çalışırsa, harcadığı enerji $W = 2 \text{ kW} \cdot 3 \text{ h} = 6 \text{ kWh}$ olur. Fatura bedeli bu 6 kWh değerinin birim fiyatla çarpılmasıyla bulunur.
 - Aynı işi daha kısa sürede yapan kişi veya makine daha güçlüdür; ancak yaptıkları iş ve harcadıkları enerji miktarı aynıdır.

6.2. ENERJİ BİÇİMLERİ

- **Enerji Dönüşümleri ve Genel Özellikler**
 - Evrendeki enerji yok olmaz, ihtiyaç doğrultusunda bir formdan diğerine dönüştürülebilir.
 - Enerji biçimlerinin ortak özellikleri:
 - Oluşabilmesi için bir kaynağa ihtiyaç duyması.
 - Çevreye mutlaka etkilerinin (olumlu/olumsuz) olması.
 - Tüm enerji biçimlerinin SI birim sistemindeki biriminin Joule (J) olması.
 - Birbirlerine dönüşebilmeleri.
 - Dönüşümleri sırasında mutlaka enerji kaybı (genellikle çevreye yayılan ısı şeklinde) ortaya çıkması.
 - Enerji biçimleri taşıma, depolanma yöntemleri ve kaynaklarının uygulama alanları bakımından birbirlerinden ayrılır.

- **Mekanik Enerji**

- Bir cismin sahip olduğu hareketinden kaynaklı kinetik enerji ile bulunduğu konumdan kaynaklı potansiyel enerjinin toplamıdır.
- Formöl: Mekanik Enerji = Potansiyel Enerji + Kinetik Enerji
- Doğada birçok olayda mekanik enerji farklı enerjilere dönüşür.
- Örnek 1: Kayak yapan bir sporcunun belli bir yükseklikteki potansiyel enerjisi, hızlanarak aşağı inerken kinetik enerjiye dönüşür. Tüm süreçteki toplam enerji mekanik enerjidir.
- Örnek 2: Hidroelektrik santrallerde barajlarda yüksekte biriken suyun potansiyel enerjisi vardır. Su aşağı düşerken bu enerji kinetik enerjiye (suyun hareketine) dönüşür. Hızla akan su türbinleri döndürerek mekanik enerjiyi elektrik enerjisine çevirir.
- Tarihsel Örnek (El-Cezeri): Fiziksel prensipleri ve cisimlerin mekanik enerjisini kullanan Cezeri; su saatleri, otomatik müzik aletleri ve robotlar tasarlamıştır. "Su Hilesi" adlı robotu, mekanik enerjiyi otomasyona çevirerek sibernetik ve robotik teknolojilerinin temelini oluşturmuştur.

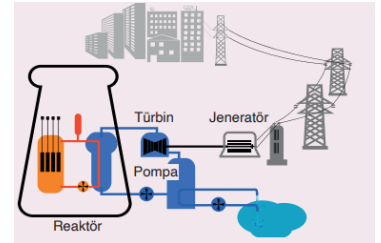


- **Kimyasal Enerji**

- Maddeleri oluşturan atomlar arası kimyasal bağlarda depolanan potansiyel enerji türüdür.
- Kimyasal tepkimeler sonucunda açığa çıkarak farklı enerji türlerine dönüşür.
- Örnek 1: Piller ve aküler. İçlerindeki kimyasal enerji devrelere bağlandığında elektrik enerjisine dönüşür.
- Örnek 2: Gıdalar. Besinlerdeki kimyasal enerji metabolizma yoluyla vücut ısısına (termal enerji) ve kas hareketine (mekanik kinetik enerji) dönüştürülür.
- Örnek 3: Yakıtlar. Otomobildeki yakıt (benzin/dizel) yandığında kimyasal enerji mekanik enerjiye (aracın hareketi) ve ısıya dönüşür.

- **Nükleer Enerji**

- Kelime anlamıyla atom çekirdeğinden elde edilen enerjidir.
- Fisyon (Bölünme): Ağır ve kararsız radyoaktif atom çekirdeklerinin (Uranyum, Plütonyum gibi) parçalanması sonucu çok büyük miktarda ısı enerjisi açığa çıkmasıdır. Nükleer santrallerde bu yöntem kullanılır.
- Füzyon (Birleşme): Hafif çekirdeklerin (Hidrojen, Helyum, Lityum gibi) birleşerek daha ağır çekirdekler oluşturmalarıdır. Güneş ve diğer yıldızlardaki bitmeyen enerji kaynağı budur.
- Nükleer santrallerin çalışma prensibi: Nükleer tepkime ile açığa çıkan devasa ısı → Suyu ısıtır → Yüksek basınçlı buhar elde edilir → Buhar türbinleri döndürür (Kinetik/Mekanik) → Jeneratör elektrik enerjisi üretir.
- Nükleer enerji sadece elektrik üretiminde değil; tıp, endüstri, savunma sanayisi ve uzay çalışmalarında da kullanılmaktadır.



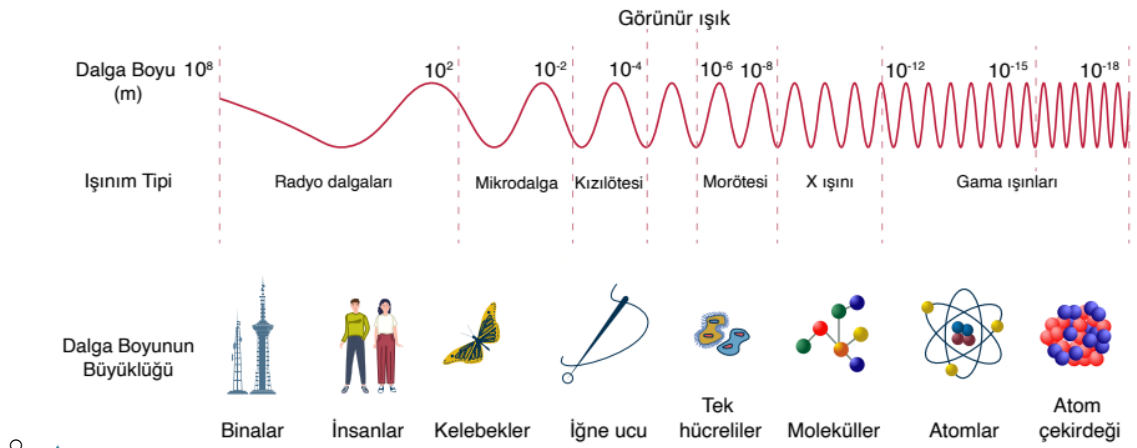
- **Isı Enerjisi**

- Sıcaklıkları farklı olan maddeler bir araya geldiğinde (veya temas ettiğinde) aralarında gerçekleşen enerji alışverişidir.
- Isı, sıcak olan ortamdan soğuk olan ortama doğru kendiliğinden transfer edilen bir enerjidir (Dışarıdan müdahale ile çalışan iklimleme/klima cihazları hariç).
- Bir maddenin moleküllerinin, atomlarının ve elektronlarının hareketleri sonucu oluşur.
- İç Enerji: Bir sistemi oluşturan tüm moleküllerin kinetik ve potansiyel enerjilerinin toplamıdır. Mutlak sıcaklığın üzerindeki her sistemin iç enerjisi vardır ve iç enerjideki değişimler ısı alışverişine neden olur.
- Mutlak Sıcaklık (Mutlak Sıfır): Teorik olarak ulaşılacak en düşük sıcaklıktır. Kelvin ölçeğinde 0 K, Celcius ölçeğinde -273,15 C'dir. Bu sıcaklıkta moleküllerin termal titreşim hareketlerinin durduğu ve kinetik enerjilerinin sıfır olduğu kabul edilir.
- Isının SI birim sistemindeki birimi Joule (J)'dür ancak günlük hayatta kalorimetre hesaplarında "kalori (cal)" de sıklıkla kullanılır.
- Kızılötesi termal kameralar maddelerin yaydığı ısı enerjisine göre sıcaklık dağılımını gösterir.

• Işık Enerjisi

- Belli bir kaynaktan çıkan ve uzayda dalgalar (fotonlar) hâlinde yayılan bir enerji biçimidir.
- İletimi için maddesel bir ortama (katı, sıvı, gaz) ihtiyaç duymaz, boşlukta yayılabilir.
- Güneş, yıldızlar, ateşböcekleri (doğal ışık kaynakları) ile lambalar, el fenerleri (yapay ışık kaynakları) tarafından üretilir.
- Işık yayarak görülebilen cisimlere ışık kaynağı denir.
- Güneş'teki nükleer füzyon (hidrojenin helyuma dönüşmesi) elektromanyetik radyasyon olarak devasa bir ışık enerjisi açığa çıkarır.
- Elektromanyetik Spektrum (Tayf): Elektromanyetik dalgaların frekans veya dalga boyuna göre sınıflandırılmasıdır.
- Spektrum sırasıyla şunlardan oluşur: Radyo dalgaları, Mikrodalgalar, Kızılötesi ışınım, Görünür ışık (İnsan gözünün algılayabildiği 300 – 700 nanometre aralığı), Morötesi (UV) ışınım, X ışınları ve Gama ışınları.
- Radyo dalgaları en düşük enerjili ve uzun dalga boylu; gama ışınları en yüksek enerjili ve kısa dalga boyludur.

aynıdır.



- Işık enerjisi bitkilerde fotosentez yoluyla kimyasal enerjiye, güneş panelleri aracılığıyla elektrik ve ısı enerjisine dönüşür. Lazer teknolojisi, tıp ve fiber optik haberleşme gibi alanlarda kullanılır.

• Ses Enerjisi

- Madde moleküllerinin (katı, sıvı, gaz ortamındaki taneciklerin) titreşimi sonucu oluşan ve dalgalar halinde yayılan mekanik bir enerji türüdür.
- Sesin iletilmesi için kesinlikle maddesel bir ortama ihtiyaç vardır, ses boşlukta (uzayda) yayılamaz.
- İletim sırasında ortamdaki moleküller birbirine çarparak enerjiyi aktarır (moleküllerin kendisi baştan sona hareket etmez, sadece titreşir ve enerjiyi iletir).
- İletim sürecindeki çarpışmalardan dolayı ses enerjisinin bir kısmı çoğunlukla ısı enerjisine dönüşerek sönümlenir.
- Bir sesin oluşabilmesi için mutlaka bir enerji kaynağına (titreşim kaynağına) ihtiyaç vardır.
- Sesin bir enerji olduğunun kanıtları: Opera sanatçılarının ince bardakları sesiyle kırabilmesi (kinetik enerjiye dönüşüm), tıpta ultrason (yüksek frekanslı ses) dalgalarıyla böbrek taşlarının kırılması, yüksek seste hoparlörün yanındaki eşyaların veya camların titreşmesidir.
- Piezoelektrik Malzemeler: Üzerine ses dalgası vurduğunda (veya basınç uygulandığında) titreşerek yapısındaki bu basıncı elektrik enerjisine dönüştüren maddelerdir. Mikrofonların yapısında kullanılarak ses enerjisinin elektrik enerjisine dönüştürülmesi sağlanır.

- **Elektrik Enerjisi**

- İletken bir telin uçları arasına uygulanan potansiyel fark (gerilim) neticesinde serbest elektronların ve iyonların düzenli hareketi sonucu açığa çıkan enerjidir.
- Temel kaynaklardan (termik, hidrolik, nükleer, rüzgar vb.) ikincil olarak elde edildiği için dönüştürülmüş bir enerji türüdür.
- Depolanabilir olması (pil, akü) ve teknolojiye, evlerde, sanayide diğer enerji türlerine (ısı, ışık, mekanik, ses vb.) çok kolay ve kayıpsız bir şekilde dönüştürülebilmesi nedeniyle en çok kullanılan enerji biçimidir.
- Farklı sistemlerde kompleks enerji dönüşümlerinin tam merkezinde yer alır.
- Örnek Çoklu Dönüşüm (İşitme Cihazı): Dış ortamdaki Ses enerjisi → Mikrofon (Piezoelektrik ile Elektrik enerjisine çevirir) → Amplifikatör sinyali yükseltir → Hoparlör (Elektriği tekrar Ses enerjisine çevirir) → Kulak.
- Çöpten Elektrik Üretimi (Biyokütle): Toplanan evsel katı atıklar ve organik atıklar çürütülerek metan gazı elde edilir. Metan gazı yakılarak termik yolla elektrik enerjisine dönüştürülür ve ekonomiye kazandırılır (Örn: Bursa Büyükşehir Belediyesi projesi).

6.3. MEKANİK ENERJİ

6.3.1. MEKANİK ENERJİNİN TANIMI VE TEMEL KAVRAMLAR

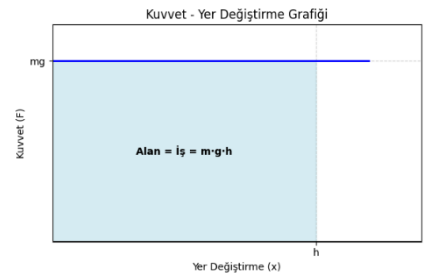
- **Mekanik enerji**, bir sistemin veya cismin hareketinden dolayı sahip olduğu **kinetik enerji** ile bulunduğu konum/durumdan dolayı sahip olduğu **potansiyel enerjinin** toplamıdır.
- Bir sistem bu enerjilerin her ikisine aynı anda sahip olabileceği gibi, sadece birine de sahip olabilir (Örneğin; dalında duran elma sadece potansiyel enerjiye, yerde yuvarlanan bilye sadece kinetik enerjiye, uçan bir helikopter ise her ikisine birden sahiptir).
- Mekanik enerji, matematiksel olarak **EM = EK + EP** formülü ile ifade edilir (EM: Mekanik Enerji, EK: Kinetik Enerji, EP: Potansiyel Enerji).
- Tarihsel gelişimde enerji ve otomasyon çalışmalarının ilk örneklerinden biri, **Cezeri'nin** cisimlerin hızı ve konumundan yararlanarak tasarladığı "**Su Hilesi**" adlı robot, su saatleri ve pompa düzenekleridir.

6.3.2. POTANSİYEL ENERJİ

- Birbirine kuvvet uygulayan iki veya daha fazla cisimden oluşan sistemlerdeki parçacıkların konumlarından veya esneklik durumlarından dolayı sahip olduğu enerjiye **potansiyel enerji** denir.
- Depolanan bir enerji türüdür ve bu enerji ile iş yapılabilir. Temelde iki çeşittir: Yer çekimi potansiyel enerjisi ve Esneklik potansiyel enerjisi.

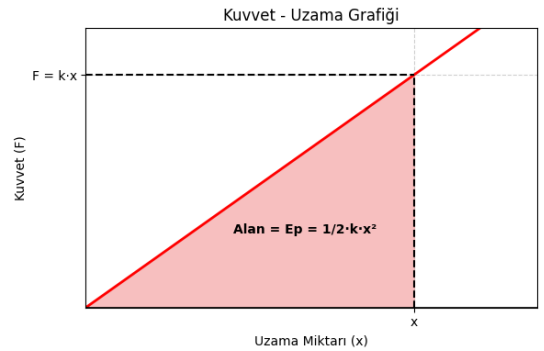
6.3.2.1. YER ÇEKİMİ POTANSİYEL ENERJİSİ

- Cismin bulunduğu yükseklik ve yer çekimi etkisinden dolayı sahip olduğu enerjidir.
- Bir cisme uygulanan kuvvet (F) ile cisim sabit hızla yukarı kaldırılıyorsa, yer çekimine karşı iş yapılmış olur. Yapılan bu iş cisme potansiyel enerji olarak aktarılır.
- Sabit hızla hareket için uygulanan net kuvvet sıfır olmalıdır; bu durumda yukarı yönlü kuvvet cismin ağırlığına ($m \cdot g$) eşittir.
- Yapılan iş (W) = $F \cdot h = m \cdot g \cdot h$ olduğundan, yer çekimi potansiyel enerjisi: **EP = $m \cdot g \cdot h$** matematiksel modeli ile bulunur.
- Burada **m**: Kütle (kg), **g**: Yer çekimi ivmesi (m/s^2), **h**: Yükseklik (m)'dir.
- Potansiyel enerjinin SI birim sistemindeki birimi **Joule (J)** veya **$kg \cdot m^2/s^2$** dir.
- Potansiyel enerji hesaplanırken seçilen **referans noktası** çok önemlidir. Bir cismin potansiyel enerjisi, seçilen referans seviyesine (zemine, masaya, tavana vb.) göre farklı değerler (pozitif, negatif veya sıfır) alabilir.
- Örneğin; yerden h kadar yüksekteki masanın üzerinde duran m kütleli topun masaya göre potansiyel enerjisi sıfır iken, yere göre potansiyel enerjisi $m \cdot g \cdot h$ 'tir.



6.3.2.2. ESNEKLİK POTANSİYEL ENERJİSİ

- Kuvvet uygulandığında şekli değişen, kuvvet ortadan kalktığında tekrar eski hâline dönebilen cisimlere **esnek cisim** denir (Örn: yay, paket lastiği, sünger, trampolin, araç amortisörleri).
- Esnek cisimlerin sıkıştırılması veya gerilmesi sonucunda cisimde depolanan enerjiye **esneklik potansiyel enerjisi** denir.
- Bir yayın sıkışma veya gerilme olmadığı serbest ucunun bulunduğu noktaya **denge noktası** denir. Serbest haldeki bir yay esneklik potansiyel enerjisine sahip değildir.
- Yay, denge noktasından uzaklaştırıldığında tekrar eski konumuna dönme eğilimindedir. Yay denge konumuna dönmeye zorlayan bu etkiye **geri çağırıcı kuvvet** denir.
- Geri çağırıcı kuvvetin yönü, daima denge noktasına doğrudur. (Uzar veya sıkışırken kuvvet vektörü ile uzama vektörü daima zıt yönlüdür).
- Yayın uzama veya sıkışma miktarı, uygulanan kuvvet ile doğru orantılıdır (Hooke Yasası).
- Geri çağırıcı kuvvet formülü: $F = -k \cdot x$ (Buradaki negatif işareti kuvvetin geri çağırıcı olmasından ve yer değiştirmeye zıt olmasından kaynaklanır).
- k**: Yayın esneklik katsayısı (yay sabiti). Yayın sertliğinin bir ölçüsüdür; sert yayların yay sabiti büyüktür. Yayın yapıldığı malzemeye, uzunluğuna ve kalınlığına bağlıdır.
- x**: Yayın denge noktasından itibaren uzama veya sıkışma miktarıdır.
- Yaya uygulanan kuvvetin yayın uzama miktarına bağlı grafiğinin (Kuvvet-Uzama grafiği) altında kalan alan, yayda depolanan esneklik potansiyel enerjisini verir.
- Formül: $EP = 1/2 \cdot k \cdot x^2$ (Enerji = Üçgenin alanı = $(F \cdot x)/2 = (k \cdot x \cdot x)/2$).
- Esneklik potansiyel enerjisi, yay sabiti (k) ile doğru, uzama/sıkışma miktarının (x) karesiyle doğru orantılıdır.
- Yayların belli bir esneklik sınırı vardır, bu sınır aşıldığında yay bozulur ve eski haline dönemez.



6.3.3. KİNETİK ENERJİ

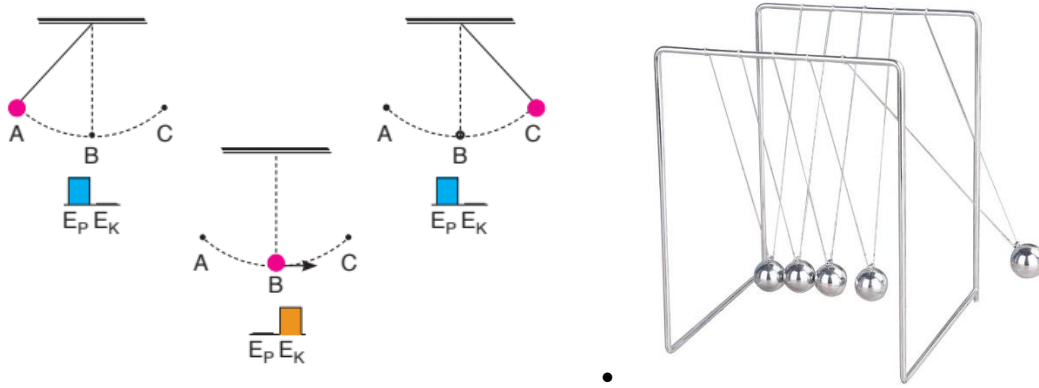
- Cisimlerin hareketinden (hızından) dolayı sahip olduğu enerjiye **kinetik enerji** denir.
- Hareket halindeki bir araç, koşan bir çocuk, uçan bir kuş kinetik enerjiye sahiptir; durgun haldeki cisimlerin kinetik enerjisi yoktur.
- Cisimlerin öteleme hareketi yapmasından dolayı kazandığı enerjiye **öteleme kinetik enerjisi** denir.
- Cismin kütlesi (m) ve hızının büyüklüğüne (v) bağlıdır ve şu matematiksel modelle hesaplanır: $EK = 1/2 \cdot m \cdot v^2$
- Hız m/s, kütle kg alındığında birimi **Joule (J)** olur.
- Kütle sabitken, cismin hızı 2 katına çıkarsa kinetik enerjisi 4 katına, hızı 3 katına çıkarsa kinetik enerjisi 9 katına çıkar.
- Hız sabitken, kütle 2 katına çıkarsa kinetik enerji 2 katına çıkar.

6.3.4. İŞ - KİNETİK ENERJİ TEOREMİ

- Bir cisme etki eden net kuvvetin yaptığı iş, o cismin kinetik enerjisindeki değişime eşittir.
- Yatay ve sürtünmesiz bir yolda cisme etki eden net kuvvet (F_{net}), cisme Δx kadar yer değiştirtirse cisim ivmelenir ve hızı değişir.
- $W_{net} = F_{net} \cdot \Delta x = \Delta EK = EK(son) - EK(ilk)$
- Açık haliyle: $W_{net} = 1/2 \cdot m \cdot v_{son}^2 - 1/2 \cdot m \cdot v_{ilk}^2$
- İş-kinetik enerji teoreminde, cisim üzerinde iş yapan tüm kuvvetler hesaplamalara dâhil edilmelidir.
- Emniyet kemerinin çalışma prensibi bu teoreme dayanır; çarpışma sırasında emniyet kemeri uzayarak durma mesafesini (Δx) artırır, böylece yolcu üzerindeki darbe kuvvetini (F) 4-5 kat azaltarak hayat kurtarır.

6.3.5. MEKANİK ENERJİNİN KORUNUMU

- Sürtünme kuvveti, hava direnci gibi enerji kayıplarına neden olan dış etkilerin olmadığı (ihmal edildiği) ideal sistemlerde **mekanik enerji sabittir ve korunur**.
- Bu durumda cismin potansiyel enerjisi kinetik enerjiye, kinetik enerjisi de potansiyel enerjiye dönüşebilir, ancak toplamı (EM) daima aynı kalır.
- EM(ilk) = EM(son)** veya **EK(ilk) + EP(ilk) = EK(son) + EP(son)**.
- Salıncak örneği: Salıncakta sallanan bir kişi, en üst noktalarda (hız anlık sıfır) maksimum potansiyel enerjiye sahiptir. Salıncak denge noktasından (en alt nokta) geçerken potansiyel enerji minimum (veya sıfır), kinetik enerji ve hız maksimum olur.
- Newton Sarkacı: Özdeş bilyelerin iplerle asıldığı düzenekte, ilk bilye çekilip bırakıldığında sahip olduğu potansiyel enerji, kinetik enerjiye dönüşerek diğer bilyelere çarpar. Çarpışmalarla aktarılan enerji son bilyenin aynı yüksekliğe çıkmasını sağlar (sürtünmesiz kabul edilirse enerji tam korunur).



6.3.6. SÜRTÜNMELİ SİSTEMLERDE ENERJİ VE KORUNUMSUZLUK

- Sürtünlü sistemlerde veya cisme dışarıdan bir kuvvet uygulanan durumlarda mekanik enerji korunmaz.
- Sürtünme kuvvetinin yaptığı iş, sistemin mekanik enerjisini azaltır ve bu enerji çoğunlukla **ısı, ses ve ışık** enerjisine dönüşür.
- Sürtünmeye harcanan enerji (Wısı): **Wısı = Fs · Δx** (Fs: Sürtünme kuvveti, Δx: Yer değiştirme).
- Sürtünlü ortamdaki enerji denklemi: **EM(ilk) = EM(son) + Wısı**
- Eğer cisme dışarıdan, hareketi yönünde bir F kuvveti uygulanıyorsa: **EM(ilk) + W(F) = EM(son) + Wısı** (Uygulanan kuvvetin yaptığı iş mekanik enerjiyi artırırken, sürtünmenin yaptığı iş azaltır).
- Sürtünlü eğik düzlemde bırakılan bir cismin tepedeki mekanik enerjisi, yerdeki mekanik enerjisinden büyüktür; fark, sürtünmeden dolayı ısıya dönüşen enerjiye eşittir.

6.4. ENERJİ KAYNAKLARI

6.4.1. ENERJİ KAYNAKLARININ SINIFLANDIRILMASI VE GENEL ÖZELLİKLERİ

- Doğada var olan, iş yapabilme kapasitesi sunan kaynaklara enerji kaynağı denir.
- İlk dönemlerde sadece bir "ihtiyaç" olan enerji, sonraları ekonomik zenginlik ve günümüzde kalkınma ve sürdürülebilirlik ölçütü haline gelmiştir.
- Toplumların enerji üretim ve tüketimi, çevreye etkilerine göre dikkatli yönetilmelidir. Enerji kaynakları kullanım sürelerine ve doğada bulunma durumlarına göre ikiye ayrılır: Yenilenemeyen ve Yenilenebilen.
- Türkiye'nin 2023 yılı elektrik üretimi oransal dağılımı (Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı verileri): Fosil yakıtlar (%57,7), Hidrolik (%19,6), Rüzgâr (%10,4), Güneş (%5,7), Jeotermal (%3,4), Biyokütle (%2,14).

6.4.2. YENİLENEMEYEN ENERJİ KAYNAKLARI

- Kullanıldıkça tükenen, tükenme hızı oluşum hızına göre çok fazla olan ve kısa sürede (insan ömrü ölçeğinde) yerine konulamayan enerji kaynaklarıdır.
- Fosil (mineral) yakıtlar ve nükleer enerji bu gruptadır. Sürdürülebilirlikleri yoktur.

6.4.2.1. FOSİL YAKITLAR

- Organik maddelerin (bitki ve hayvan kalıntıları) milyonlarca yıl boyunca yer altında yüksek basınç ve sıcaklığa maruz kalmasıyla oluşur.
- Katı, sıvı ve gaz halinde bulunabilirler (Kömür, petrol, doğal gaz).
- Termik santrallerde yakılarak içlerindeki kimyasal enerji ısıya, ısı buhara, buhar türbinleri döndürerek mekanik enerjiye ve jeneratörler ile elektrik enerjisine dönüştürülür.
- **Avantajları:** Doğada işletilmeye hazır haldedir, elektrik üretim maliyetleri düşüktür, kolayca depolanıp taşınabilir, yüksek enerji verir.
- **Dezavantajları:** Yandıklarında atmosfere karbondioksit, azot, sülfat gibi zararlı sera gazları salarlar. Bu durum asit yağmurlarına, çevre kirliliğine, küresel ısınmaya ve ekolojik dengenin bozulmasına neden olur. Rezervleri sınırlıdır.
- **Kömür:** Fosil yakıtlar içinde en yüksek karbon oranına sahiptir. Termik santrallerde elektrik üretimi ve demir-çelik sanayisinde (kok kömürü olarak) sıkça kullanılır.
- **Petrol:** Atmosferik şartlarda sıvı haldeki hidrokarbon karışımıdır. Rafinerilerde işlenerek benzin, mazot, fuel-oil, LPG, asfalt, plastik gibi ürünler elde edilir. Dünyada toplam enerji tüketiminde en büyük paya sahiptir. (Türkiye'nin ilk derin deniz sondaj gemisi olan **Fatih sondaj gemisi**, bu alandaki dışa bağımlılığı azaltmayı amaçlamaktadır).
- **Doğal Gaz:** Renksiz, kokusuz, havadan hafif bir hidrokarbon gazıdır (metan, etan, propan). Fosil yakıtlar içinde en temiz olanıdır. Doğanın yeniden oluşturma hızından daha hızlı tüketildiği için yenilenemez kabul edilir.

6.4.2.2. NÜKLEER ENERJİ

- Ağır atom çekirdeklerinin (örneğin uranyum, plütonyum) parçalanarak (fisyon) daha hafif atom çekirdeklerine (baryum, kripton) dönüşmesi sırasında, kaybolan çok küçük bir kütlenin muazzam bir ısı ve radyasyon enerjisine dönüşmesiyle elde edilir.
- İlk kontrollü nükleer reaktör 1942'de **Enrico Fermi** öncülüğünde gerçekleştirilmiştir.
- Santrallerde reaktörde oluşan ısı ile su buharlaştırılır, yüksek basınçlı buhar türbinleri döndürerek elektrik üretir. Isınan suyun tekrar soğutulması gerektiği için genellikle su kaynakları (deniz, göl) kenarlarına kurulurlar.
- **Avantajları:** Küresel ısınmaya (sera gazı emisyonuna) yol açmaz. Enerji verimi çok yüksektir (Örneğin; 1 kg kömürden 3 kWh, 1 kg petrolden 4,5 kWh elektrik üretilirken; 1 kg uranyumdan 50.000 kWh elektrik üretilir). Kurulum alanı termik/hidroelektrik santrallere göre küçüktür (doğal hayata alan etkisi azdır). Hava/meteorolojik şartlardan etkilenmez.
- **Dezavantajları:** Radyoaktif atıkların güvenli şekilde depolanması zor ve maliyetlidir. Olası kaza veya sızıntı durumlarında yayılan radyasyon, uzun yıllar boyunca canlıları genetik düzeyde olumsuz etkiler (Çernobil örneği). İlk yatırım ve kurulum maliyetleri, yüksek teknoloji gereksinimi çok fazladır.

6.4.3. YENİLENEBİLEN ENERJİ KAYNAKLARI

- Doğal süreçlerde sürekli devam eden enerji akışından elde edilen, insan ömrüne göre çok kısa sürede doğa tarafından yerine konulabilen ve tükenmeyen kaynaklardır.
- **Kyoto Protokolü** gibi uluslararası sözleşmeler ile kullanımı teşvik edilmektedir. Fosil yakıtlara göre çok daha az kirlетici (çevre dostu) olup, "sürdürülebilir enerji" ya da "yeşil enerji" olarak adlandırılır.
- **Avantajları:** Çevre dostudur, tükenmezler, dışa bağımlılığı (ithalatı) azaltırlar, istihdam yaratır ve yerel ekonomiyi güçlendirirler, enerji fiyatlarında istikrar sağlarlar, tesis bakımları genellikle daha kolaydır.
- **Dezavantajları:** Hava ve iklim şartlarından etkilenirler (rüzgar esmezse veya güneş açmazsa üretim düşer), bazı türlerinin elektrik üretim kapasitesi düşüktür, kurulum (ilk yatırım) maliyetleri yüksek olabilir, enerjiyi doğrudan depolamak zordur.

6.4.3.1. GÜNEŞ ENERJİSİ

- Güneş'teki hidrojenin helyuma dönüşmesi (füzyon) sırasındaki kütle kaybından doğan ışıma enerjisidir. Dünyadaki nükleer ve jeotermal dışındaki tüm enerjilerin temel kaynağıdır.
- **Fotovoltaik sistemler (güneş panelleri)** ile güneş ışığı doğrudan elektrik enerjisine veya ısıya dönüştürülür.
- Nanoteknoloji sayesinde ince, katlanabilir ve maliyeti düşük paneller üretilmektedir. Ulaşılması güç yerlerdeki enerji ihtiyacını çözmek için idealdir. Çok geniş alan kaplamaları en büyük dezavantajıdır.

6.4.3.2. JEOTERMAL ENERJİ

- Yer kabuğunun derinliklerindeki magma tabakasının etkisiyle ısınan yer altı sularının çatlaklardan yeryüzüne sıcak su ve buhar olarak çıkmasıyla elde edilen enerjidir.
- Elektrik üretimi, ev ve seraların ısıtılması, termal turizm ve kurutma tesislerinde kullanılır.
- Hava koşullarından bağımsızdır, gece-gündüz kesintisiz çalışır.
- **İzlanda**, jeotermal enerjiyi en yoğun kullanan ülkelerdendir (binaların %95'i bu enerjiyle ısıtılır).
- Dezavantajı: Yüzeye çıkan termal suyun aşındırıcı ve kireçlendirici özelliği yüksek olduğu için santral boruları ve pompaları çabuk yıpranır, sık sık yenilenmeleri gerekir.

6.4.3.3. HİDROLİK ENERJİ

- Akarsu rejimine bağlı olarak akan suyun kinetik ve potansiyel enerjisinden elektrik üretilmesidir.
- **Hidroelektrik Santraller (HES)** kullanılarak, barajlarda biriken yüksekteki suyun türbinlerden geçirilmesiyle mekanik enerji, oradan da jeneratörlerle elektrik elde edilir.
- Kurulum maliyeti yüksek, işletme maliyeti çok düşüktür. Tesis ömürleri çok uzundur.
- Türkiye'nin en yüksek barajı olan Artvin'deki **Yusufeli Barajı** buna büyük bir örnektir.
- Dezavantajı: Kuruldukları alanlardaki ekosistemlerin değişmesi, tarım arazilerinin ve yerleşim yerlerinin sular altında kalmasıdır.

6.4.3.4. RÜZGÂR ENERJİSİ

- Atmosferdeki sıcaklık ve basınç farklarından doğan hava akımlarının (rüzgârın) kinetik enerjisinin, **rüzgâr türbinleri (RES)** aracılığıyla önce dönme kinetik enerjisine, sonra elektrik enerjisine dönüştürülmesidir.
- İlk yatırım maliyeti güç santralleriyle rekabet edebilir seviyeye inmiştir, işletme masrafı çok düşüktür.
- İzmir Aliaga'daki rüzgâr tarlaları Türkiye'deki önemli örneklerdendir.
- Dezavantajları: Çok geniş arazilere (rüzgâr koridorlarına) kurulması gerekir, dönen pervaneler göçmen kuşların ölümüne yol açabilir, gürültü kirliliği yapar ve çevredeki elektromanyetik dalgaları (TV, radyo sinyallerini) etkileyebilir.

6.4.3.5. BİYOKÜTLE ENERJİSİ

- Tarımsal ve endüstriyel atıklar, bitki ve hayvan kalıntıları, gıda ve yem değeri olmayan bitkiler (mısır, şeker kamışı) ve çöplerin kullanılmasıyla elde edilen enerjidir.
- Atıkların oksijensiz ortamda çürütülmesiyle **biyogaz** (karbondioksit ve metan) üretilir. Bu gaz yakılarak ısı, elektrik ve kimyasal madde üretilir. Çöp ve atık yönetimini kolaylaştırır.
- Yanlış ve aşırı kullanıldığında tarım arazilerinde baskı yaratabilir, sera gazı salınımını artırabilir.

6.4.3.6. DALGA ENERJİSİ

- Deniz ve okyanus dalgalarının ve gelgit hareketlerinin sahip olduğu devasa kinetik enerjinin jeneratörlere bağlı türbinleri döndürmesiyle elde edilir.
- Yakıt maliyeti yoktur, potansiyeli çok büyüktür (Dünya'nın 2/3'ü sularla kaplıdır).
- Dezavantajı: Dalga jeneratörlerinin deniz eko-sistemine zarar verme riski taşıması ve deniz yolu taşıma trafiğini engelleyebilmesidir.

6.4.3.7. HİDROJEN ENERJİSİ

- Hidrojenin oksijen ile tepkimesi sonucu açığa çıkan kimyasal enerjinin elektrik veya ısı enerjisine dönüştürülmesidir (Hidrojen yakıt hücreleri kullanılarak).
- Evrenin en temel ve hafif elementidir. Yandığında atık olarak sadece su buharı çıkar, sıfır emisyonludur.
- Üretimi zor ve maliyetlidir. Aynı zamanda çok yanıcı bir gaz olduğu için yüksek yoğunlukta sıvılaştırılarak depolanması, taşınması ve saklanması riskli ve yüksek maliyetlidir.

6.4.4. ENERJİ TASARRUFU VE VERİMLİLİĞİ

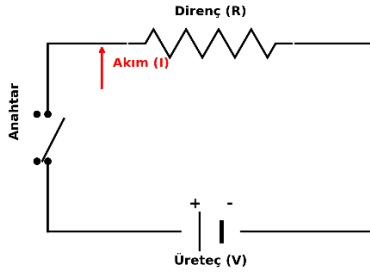
- Enerjinin gereksiz kullanımını engellemek, verimini artırarak aynı işi daha az enerji ile yapmak "enerji tasarrufu"dur. Küresel ısınmayı yavaşlatmak ve ülke bütçesini korumak için elzemdir.
- **Karbon Ayak İzi:** Bir kişinin, şirketin veya ülkenin sürdürdüğü faaliyetler (ulaşım, üretim, ısınma) sonucu atmosfere saldırdığı tüm sera gazlarının karbondioksit (CO₂) cinsinden karşılığıdır. Bisiklet veya toplu taşıma kullanmak, geri dönüşüme önem vermek karbon ayak izini küçültür.
- **Sera Etkisi:** Atmosferde biriken karbondioksit, metan, su buharı gibi gazların, yeryüzünden yansıyan güneş ışınlarını tutarak Dünya'nın aşırı ısınmasına (Küresel Isınma) neden olması olayıdır. Cam seralardaki sıcaklığın içeride hapsolması mantığıyla aynıdır.
- **Vampir Cihazlar:** Ev ve iş yerlerinde kapatıldığı halde fişi prizde takılı kalan (bekleme/stand-by konumundaki) televizyon, bilgisayar, şarj aleti, modem gibi aletlerin gizlice enerji tüketmeye devam etmesidir. Tüketimi sınırlamak için fişleri çekilmelidir.
- **Enerji Sınıfı Etiketleri:** Elektrikli cihazların verimliliğini gösteren standartlaştırılmış tablolardır. **A'dan G'ye** kadar sınıflandırılır. A sınıfı (ve koyu yeşil renk) en yüksek enerji verimliliğini (en az harcamayı), G sınıfı (kırmızı renk) en düşük verimliliği gösterir. Üzerinde cihazın 100 saatlik/günlük (kWh/100h) enerji ve su tüketimi yer alır.
- **Enerji Verimli Lambalar:**
 - **Akkor Ampul:** Verimi çok düşüktür, enerjinin büyük kısmını ışık yerine ısıya dönüştürür.
 - **Tasarruflu Lamba (CFL):** Floresan mantığıyla cıva buharı ve argon gazı içerir, daha verimlidir.
 - **LED Lamba:** Yarı iletkenler yardımıyla ışık üretir. En uzun ömürlü, en düşük enerji harcayan, ısı kaybı olmayan, cıva/toksik madde içermeyen en çevre dostu ve verimli aydınlatma teknolojisidir. 50W'lık bir akkor ampulün işini 6W'lık bir LED lamba aynı parlaklıkta yapabilir.

7.ÜNİTE: ELEKTRİK

7.1. BASİT ELEKTRİK DEVRELERİ

- Günlük hayatı kolaylaştıracak şekilde tasarlanan elektrik devreleri, pek çok teknolojinin temelini oluşturur. Basit elektrik devreleri ile bir el feneri çalıştırılabilirken, daha karmaşık elektrik devreleriyle bir telefon şarj edilebilir veya televizyonun görüntü vermesi sağlanabilir.
- Tarihsel olarak pillerin gelişimi, elektrik devrelerinin temelini oluşturmuştur:
 - **Bağdat Pili:** Arkeolojik araştırmalarla ortaya çıkarılan, tarihte pil olarak işlev görmüş olabileceği düşünülen **13,5 cm** boyunda, kilden yapılmış bir çömlektir. İçerisinde bakır bir silindir, demir bir çubuk ve sirke gibi asitli bir sıvı bulunmaktaydı.
 - **Galvani:** 1791 yılında yaptığı deneylerle **Volta'ya** öncülük etmiştir.
 - **Volta (Volta Pili):** 1795'te iki farklı metal ve nemli bir sıvıyla elektrik akımı oluşturulabileceğini göstererek modern pil teknolojisinin temelini atmıştır.
 - **Thomas Edison:** Akkor lambaları kullanılabilir hâle getirerek elektrik enerjisinin aydınlatma amacıyla kullanılmasını başlatmıştır. Ayrıca 1902 yılında demir-nikel pilini geliştirmiştir.
 - **Gilbert Newton Lewis:** Lityum iyon pilini icat etmiş, bu teknoloji ancak 1990'larda ticari olarak kullanılabilir hâle gelmiştir.

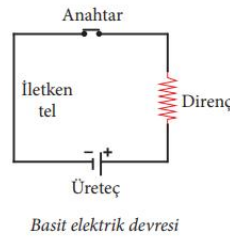
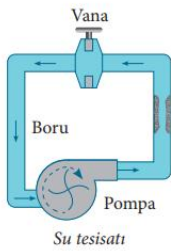
- Basit bir elektrik devresi; **direnç, iletken tel, anahtar** ve **üreteçten** oluşur.



- Devredeki elektronlar, üreteç tarafından sağlanan **potansiyel fark** sayesinde iletken içerisinde sürüklenerek hareket ederler.
- Elektronların sürüklenme hızı oldukça düşüktür (Örneğin **10 A** akım taşıyan bakır bir telde milimetre/saniye seviyesindedir). Ancak anahtar kapatıldığı anda, elektronların birbirine çarparak enerjiyi (elektromanyetik dalgaların yayılması yoluyla) anında iletmesi sayesinde elektrik akımı tüm devre boyunca anında etkili olur. Bu durum, içi tamamen bilye dolu bir borunun bir ucundaki bilyeye vurulduğunda diğer ucundaki bilyenin anında hareket etmesine (**Bilye Zinciri Analogisi**) benzer.

Su Tesisatı ve Basit Elektrik Devresi Analogisi (Benzeşimi)

- Su tesisatı ve basit elektrik devresi, temel çalışma prensipleri açısından birbirine çok benzer ve elektrik devrelerini anlamak için harika bir model sunar.



- Pompa = Üreteç (Pil/Jeneratör):** Tesisatta suyun hareket etmesini sağlayan pompa, elektrik devresinde elektronlara enerji veren ve akımı başlatan üretece karşılık gelir.
- Su Borusu = İletken Tel:** Suyun akış yolunu sağlayan borular, elektrik devresinde yüklerin üzerinden geçtiği iletken tellere karşılık gelir.
- Vana = Anahtar:** Suyun akışını kontrol eden (açıp kapatan) vana, devrede elektrik akımını kontrol eden anahtara karşılık gelir.
- Kireçlenmiş/Daralmış Boru = Direnç:** Su akışına zorluk çıkaran daralmış bölge, elektrik devresinde akıma karşı zorluk gösteren dirence (örneğin lamba) karşılık gelir.
- Borudan Akan Su = Elektrik Akımı:** Borudaki su debisi, devreden geçen elektrik akımı miktarı ile eşleşir.
- Su Depoları Arasındaki Yükseklik Farkı = Potansiyel Fark:** Yüksek bir yere konulan su deposunun sağladığı basınç/potansiyel enerji farkı, devredeki üreticinin sağladığı potansiyel farka (voltaja) denktir.
- Su Kaydıracağı Analogisi:** Kıvrımlı bir su kaydıracağından kaymak (direncin fazla olması) düz kaydırığa göre daha fazla zaman alır. Yükseklik **potansiyel farka**, kayan kişiler **elektrik akımına**, kaydırığın şekli ise **direnç** benzetilebilir.

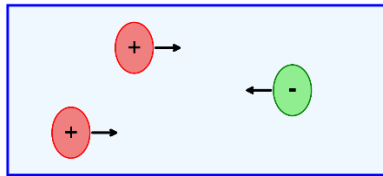
Basit Elektrik Devresi Elemanları ve Görevleri

- Üreteç:** Bir elektrik devresinde elektrik akımının oluşabilmesi için gerekli enerjiyi sağlayan elemandır. Şematik olarak (+ -) sembolü ile gösterilir. Pil, akü, jeneratör, güneş paneli gibi kaynaklar üreteçtir. Birim yükün devreyi dolaşabilmesi için gereken enerjiye **potansiyel fark** (gerilim) denir. Sembölü **V**, SI birim sistemindeki birimi **Volt (V)**'tur. Elektronlar, potansiyel farkın yüksek olduğu noktadan düşük olduğu noktaya sürüklenirler.
- Direnç (R):** Bir iletkenin içinden geçen elektrik akımına karşı gösterdiği zorluktur. Şematik gösterimi zikzak çizgi şeklindedir. Sembölü **R**, SI'da birimi **Ohm (Ω)**'dur. Boyutuna, kesitine ve yapıldığı maddeye göre değişir. Dirençler; lambada aydınlatma, ısıtma veya devrede yüksek akım geçişini engelleme görevlerini üstlenir.
- İletken Tel:** Devre elemanlarını birbirine bağlayan ve elektrik enerjisinin iletimini sağlayan kablolardır.
- Anahtar:** Devreyi açıp kapatmaya yarayan kontrol elemanıdır. Anahtar **açık** ise devre tamamlanmaz ve akım geçmez. Devrenin çalışabilmesi için anahtarın **kapalı** olması zorunludur.

7.2. ELEKTRİK AKIMI

- Elektrik akımı, yüklü parçacıkların hareketi sonucunda oluşur. Elektrik yüklerinin kaynağı, atomun yapısında bulunan elektronlar ve protonlardır.
- Bir elektronun yükü: $q_e = -1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C (Coulomb)}$ 'dur. Protonun yük miktarı da buna eşit fakat pozitif işaretlidir.
- Elektrik Akımı (I):** Bir iletkenin dik kesitinden, yüklerin cinsine bakılmaksızın **birim zamanda geçen toplam yük miktarına** denir. Sembolü **I**, SI'daki birimi **Amper (A)**'dir.
- Matematiksel modeli: $I = \frac{q}{t}$ (Akım = Yük / Zaman)
 - I:** Elektrik Akımı (**Amper - A**)
 - q:** Toplam Yük Miktarı (**Coulomb - C**)
 - t:** Zaman (**Saniye - s**)
- Elektrik devrelerinde elektrik akımının yönü, tarihsel bir kabul olarak **üreticinin pozitif (+) kutbundan negatif (-) kutbuna doğrudur**. Ancak serbest elektronların gerçek hareket yönü bunun tam tersidir (negatiften pozitive).
- Maddelerde Elektrik İletimi:**
 - Katılarda (Metallerde):** Elektrik akımı, atomun dış yörüngesindeki **serbest elektronların** hareketiyle gerçekleşir. Metallerin kristal yapısındaki bol miktarda serbest elektron, yüksek elektriksel iletkenlik sağlar (Örneğin bakır iletken, plastik yalıtkandır).
 - Sıvılarda:** Sıvılarda elektrik iletimi (elektroliz), sıvı içindeki **iyonlar (pozitif ve negatif)** aracılığıyla gerçekleşir. Örneğin tuzlu su devresinde tuz (NaCl), **pozitif Sodyum (Na^+)** ve **negatif Klor (Cl^-)** iyonlarına ayrışır. Negatif iyonlar pozitif kutba (anot), pozitif iyonlar negatif kutba (katot) hareket ederek akımı oluşturur.
 - Gazlarda:** Normal koşullarda gazlar yalıtkandır. Ancak **düşük basınç ve yüksek sıcaklık** veya çok yüksek potansiyel fark altında (plazma hâlinde) iletken hâle gelebilirler. Bu durumda iletimi **serbest elektronlar ve iyonlar** sağlar. Neon, floresan lambalar ve plazma televizyonlar bu prensiple çalışır. İyon Tüpü Uygulamaları ve Hesaplamalar
- Bir çözelti veya gaz tüpü içerisindeki toplam elektrik akımı hesaplanırken, hareket eden pozitif ve negatif yüklerin **işaretlerine bakılmaksızın mutlak değerleri toplanır** ve geçen süreye bölünür.

Sıvı/Gaz İçinde Yüklerin Hareketi (İyon Tüpü)

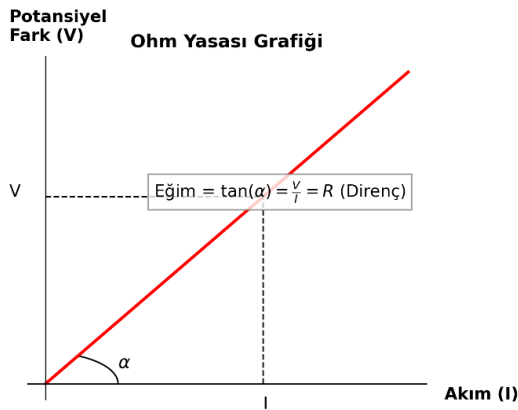


$$\text{Toplam Yük (q)} = \sum |q_{\text{pozitif}}| + \sum |q_{\text{negatif}}|$$

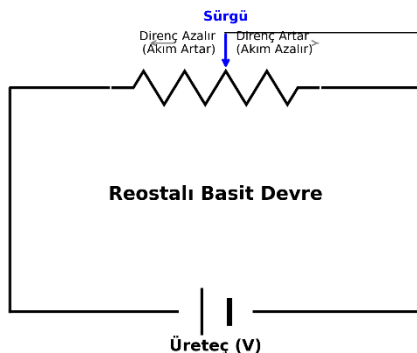
- Örnek:** Bir tüpün içinden t sürede sağa doğru $+2q$, sola doğru $-3q$ yük geçiyorsa, toplam taşınan yük $q_{\text{toplam}} = | +2q | + | -3q | = 5q$ olur. Akım şiddeti ise $I = \frac{5q}{t}$ olarak hesaplanır.
- Örnek Problem:** Bir iletkenin kesitinden 2 saniyede $10 \cdot 10^{19}$ tane elektron geçmektedir. Elektrik akımı kaç Amper olur? ($1e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$).
 - Toplam yük: $q = (10 \cdot 10^{19}) \cdot (1,6 \cdot 10^{-19}) = 16 \text{ C}$
 - Akım: $I = \frac{q}{t} = \frac{16}{2} = 8 \text{ A}$.

7.3. OHM YASASI

- Elektrik devrelerinde cihazların zarar görmekten, doğru şekilde çalışabilmesi için akım, potansiyel fark ve direnç arasındaki ilişkinin iyi bilinmesi gerekir.
- Alman fizikçi **George Simon Ohm**, bu temel ilişkiyi şu şekilde açıklamıştır: "**Sabit sıcaklıkta bir iletkenin uçları arasındaki potansiyel farkın, bu iletkeni geçen elektrik akımına oranı sabittir ve bu sabit değer iletkenin direncine eşittir.**" Bu kurala **Ohm Yasası** denir.
- Ohm Yasası matematiksel modeli: $R = \frac{V}{I}$ veya daha yaygın kullanımıyla $V = I \cdot R$
 - V**: Potansiyel Fark (**Volt - V**)
 - I**: Elektrik Akımı (**Amper - A**)
 - R**: Direnç (**Ohm - Ω**)
- Potansiyel Fark - Akım Grafiği (V-I Grafiği)**: Bir iletkenin ait gerilim-akım grafiği her zaman orijinden başlayan doğrusal bir grafik şeklindedir.



- Bu grafiğin eğimi ($\tan \alpha$) sabittir ve **direnci (R)** verir. Eğimin artması, devredeki iletkenin direncinin yüksek olduğunu gösterir. Dikkat edilmelidir ki bir iletkenin direnci (R), üzerine uygulanan potansiyel farka veya üzerinden geçen akıma bağlı değildir; iletkenin kendi fiziksel yapısına (boyu, kesiti, cinsi) bağlıdır.
- Reosta (Ayarlanabilir Direnç)**: Sabit potansiyel fark altında bir devreden geçen akımın büyüklüğünü değiştirmek (artırmak veya azaltmak) için kullanılan devre elemanıdır.
- Sürgülü bir yapıya sahiptir. Sürgü hareket ettirilerek elektrik akımının üzerinden geçtiği direnç telinin boyu değiştirilir. Telin boyu uzarsa direnç artar, akım azalır. Telin boyu kısalsa direnç azalır, akım artar. Ütü, fırın, saç kurutma makinesi gibi sıcaklık/hız ayarı yapılabilen cihazlarda ve "Dimmer" adı verilen parlaklık ayarlamalı lamba anahtarlarında kullanılır.



Ohm Yasası Örnek Uygulamaları

- **Apollo 13 Modülü Örneği:** Apollo 13 görevinde oksijen tankı patladığında kısıtlı batarya gücü sebebiyle toplam elektrik akımının **20 A**'i aşmaması gerekiyordu. Haberleşme cihazı (Direnç = **2 Ω** , Potansiyel Fark = **28 V**) ve yaşam destek sistemi (Direnç = **1 Ω** , Potansiyel Fark = **12 V**) aynı anda çalıştırıldığında toplam akım:
 - Haberleşme akımı: $I_h = \frac{28}{2} = 14 \text{ A}$
 - Yaşam destek akımı: $I_y = \frac{12}{1} = 12 \text{ A}$
 - Toplam Akım: $14 + 12 = 26 \text{ A}$ (Limit olan 20 A'ı aşar!) Bu yüzden astronotlar cihazları aynı anda kullanmamalı veya düşük gerilim moduna geçmelidir.
- **EKG (Elektrokardiyogram) Örneği:** Kalbin elektriksel aktivitelerini ölçen EKG cihazı, potansiyel farkı ve vücut direncini baz alır. Ohm Yasası ($I = \frac{V}{R}$) insan vücudundaki direnç değişimlerinin (örneğin terlemenin direnci düşürmesi) cihaz tarafından okunan akımı nasıl etkilediğini açıklamada kullanılır.

7.4. DİRENÇLERİN BAĞLANMASI

Elektrik devrelerinde, kullanım amacına göre birden fazla direnç farklı şekillerde (seri, paralel veya birleşik) bağlanabilir. Devredeki birden fazla direncin yaptığı etkiyi tek başına yapabilen dirence **eşdeğer direnç** denir ve R_{es} sembolü ile gösterilir.

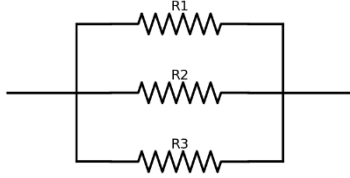
- **Dirençlerin Seri Bağlanması:**
 - Bir devrede iki veya daha fazla direncin uç uca gelecek şekilde birleştirilmesiyle oluşan bağlanma şeklidir.
 - Seri bağlanma, bir iletkenin boyunun uzatılmasına benzetilebilir. Boy uzadıkça direnç artacağından, seri bağlı direnç sayısı arttıkça devrenin eşdeğer direnci de artar.
 - **Eşdeğer Direnç Formülü:** $R_{es} = R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_n$
 - Eşdeğer direncin değeri, devredeki en yüksek direnç değerinden her zaman daha büyüktür.
 - **Akım Özellikleri:** Seri bağlı bütün dirençlerin üzerinden geçen elektrik akımı aynıdır ve ana kol akımına eşittir.
 - $I = I_1 = I_2 = I_3$
 - **Potansiyel Fark Özellikleri:** Dirençlerin uçları arasındaki potansiyel farklar, dirençlerin büyüklüğü ile doğru orantılıdır. Toplam potansiyel fark (üreticinin gerilimi), her bir direncin potansiyel farklarının toplamına eşittir.
 - $V = V_1 + V_2 + V_3$
 - $V_1 = I \cdot R_1$
 - $V_2 = I \cdot R_2$
 - $V_3 = I \cdot R_3$
 - Seri bağlı dirençlerin herhangi biri koparılsa veya arızalanırsa devreden akım geçmez (diğer elemanlar da çalışmaz).



Dirençlerin Paralel Bağlanması:

- İki veya daha fazla direncin birer uçlarının bir noktada (düğüm), diğer uçlarının da başka bir noktada birleştirilmesi ile oluşturulan bağlanma şeklidir.
- Paralel bağlanma, iletkenlerin alt alta eklenerek kesit alanının artırılmasına benzetilebilir. Kesit alanı arttıkça direnç azalacağından, paralel bağlı direnç sayısı arttıkça eşdeğer direnç azalır.
- **Eşdeğer Direnç Formülü:** $\frac{1}{R_{es}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots + \frac{1}{R_n}$
- Eşdeğer direnç, paralel kollarındaki en küçük direnç değerinden bile daha küçüktür.
- **Pratik Kurallar:**
 - İki direnç paralel ise: $R_{es} = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}$
 - Dirençleri R olan n tane özdeş direnç paralel bağlanırsa: $R_{es} = \frac{R}{n}$

- **Potansiyel Fark Özellikleri:** Paralel kolların uçları arasındaki potansiyel farklar birbirine ve (iç direnci önemsiz) üretcin potansiyel farkına eşittir.
 - $V = V_1 = V_2 = V_3$
- **Akım Özellikleri:** Ana kol akımı, dirençlerin bulunduğu kollara ayrılır. Akımlar direnç büyüklükleriyle ters orantılı olarak paylaşılır (Büyük dirençten küçük akım, küçük dirençten büyük akım geçer).
 - $I = I_1 + I_2 + I_3$
 - $R_1 > R_2 > R_3$ ise $I_3 > I_2 > I_1$ olur.
- Paralel bağlı ampullerden birinin teli koparsa veya devreden çıkarılırsa, diğer ampullerin uçları arasındaki potansiyel fark değişmeyeceği için ışık vermeye devam ederler.



- **Dirençlerin Birleşik Bağlanması:**

- Seri ve paralel bağlı dirençlerin aynı devrede bir arada kullanıldığı bağlanma türüdür.
- Bu devreleri çözümlerken, devre harflendirme yöntemi ile en basit hâle indirgenir. Önce kendi içinde açıkça paralel veya açıkça seri olan kısımların eşdeğerleri bulunur, ardından devre tek bir seri/paralel sisteme dönüştürülerek toplam R_{es} hesaplanır.

- **Kısa Devre:**

- Basit bir elektrik devresinde bir devre elemanının iki ucu arasına, direnci ihmal edilebilecek kadar küçük olan iletken bir tel bağlanması durumunda, akımın tamamına yakını bu tel üzerinden geçer.
- Akımın dirençli yol yerine dirençsiz (veya çok çok düşük dirençli) yolu tercih etmesi olayına **kısa devre** denir.
- Kısa devre olan eleman üzerinden ihmal edilecek kadar az akım geçtiği için o devre elemanı (örneğin lamba) çalışmaz/ışık vermez.



- **Ölçü Aletlerinin Bağlanması ve Etkileri:**

- **Ampermetre:**
 - Devredeki akımı ölçmek için kullanılır.
 - İç direnci çok küçük olduğundan ihmal edilir (ideal ampermetrenin iç direnci sıfır kabul edilir).
 - Akımın ölçüleceği devre elemanına **seri** bağlanmalıdır.
 - Eğer bir devre elemanına paralel bağlanırsa, akım ampermetre üzerinden geçeceğinden devre elemanı kısa devre olur.
- **Voltmetre:**
 - İki nokta arasındaki potansiyel farkı ölçmek için kullanılır.
 - İç direnci çok büyüktür (ideal voltmetrorenin iç direnci sonsuz kabul edilir).
 - Potansiyel farkının ölçüleceği elemana **paralel** bağlanmalıdır.
 - Eğer bir devreye seri bağlanırsa, devrenin eşdeğer direnci çok büyük olacağından devreden ihmal edilecek kadar az akım geçer ve seri bağlı elemanlar çalışmaz.

7.5. ÜRETEÇLERİN BAĞLANMASI

Elektrik devrelerinde ihtiyacımız olan potansiyel farkı veya elektrik akımını tek bir üreteç karşılayamadığında, üreteçler (piller, aküler vb.) seri veya paralel bağlanarak devrenin enerji ve performans gereksinimleri karşılanır. (Lise müfredatında genellikle iç direnci ihmal edilen ve paralel için özdeş olan üreteçler incelenir).

- **Seri Bağlı Üreteçler:**

- Üreteçlerin uç uca bağlanmasıdır.
- **Düz Seri Bağlanma:**
 - Üreteçlerin zıt kutuplarının (+ kutup ile - kutup) birbirine bağlanmasıyla oluşturulur.
 - Elde edilen toplam potansiyel farkı artırmak için tercih edilir.
 - Devredeki toplam potansiyel fark, üreteçlerin gerilimlerinin cebirsel toplamına eşittir.
 - $V_{toplam} = V_1 + V_2 + \dots + V_n$

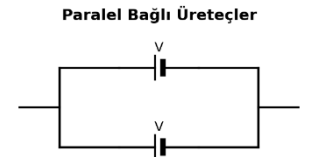


- **Ters Seri Bağlanma:**
 - Üreteçlerin aynı kutuplarının (+ ile + veya - ile -) birbirine bağlanmasıyla oluşturulur.
 - İki üreteç ters bağlandığında, devrenin toplam potansiyel farkı iki üretecin gerilimleri farkının mutlak değerine eşittir.
 - $V_{toplam} = |V_1 - V_2|$
 - Devredeki akımın yönü, potansiyel farkı daha büyük olan üretecin oluşturmak istediği akım yönündedir.
 - Eğer $V_1 = V_2$ ise $V_{toplam} = 0$ olur ve devreden akım geçmez.
- **Seri Bağlanmanın Sonuçları:**
 - Seri bağlı üreteç sayısı arttıkça (düz bağlıysa) devredeki toplam gerilim artar. Devre direnci sabit kaldığı için ana kol akımı artar.
 - Seri bağlı üreteçlerden herhangi birinin bozulması veya devreden çıkarılması durumunda devre tamamlanamaz ve akım kesilir.

- **Paralel Bağlı Üreteçler:**

- Üreteçlerin aynı isimli kutuplarının (artılar bir noktada, eksiler bir noktada) birbirine bağlanması ile oluşturulur.
- Genellikle özdeş (aynı potansiyel farka sahip) üreteçler paralel bağlanır. Farklı üreteçler bağlanırsa potansiyeller eşitlenene kadar aralarında akım geçişi olur.
- Paralel bağlamada devrenin toplam potansiyel farkı, tek bir üretecin potansiyel farkına eşittir (üreteç sayısı gerilimi etkilemez).

- $V_{toplam} = V_1 = V_2 = V_3 = V$
- Özdeş üreteçlerden çekilen akımlar birbirine eşittir. Ana kol akımı, paralel kol sayısına bölünerek her bir pilden çekilir ($I_{pil} = I_{anakol}/n$).



- **Paralel Bağlanmanın Sonuçları:**
 - Paralel bağlama, sistemin gerilimini artırmak için değil, **daha uzun pil ömrü sağlamak** için tercih edilir.
 - Paralel bağlı üreteçlerden biri arızalandığında veya koptuğunda, diğer üreteçler devreye akım sağlamaya devam eder (kesinti olmaz).

- **Üreteçlerin Tükenme Süreleri:**

- Bir elektrik devresindeki üreticinin tükenme süresi (ömrü), doğrudan o **üreteçten çekilen akım miktarı** ile ters orantılıdır. Üreteçten çekilen akım ne kadar büyüksün, üretic o kadar çabuk tükenir.
- **Seri bağlı devrelerde:** Üreteç eklendikçe toplam potansiyel fark artar. Ohm Yasası'na ($V = I \cdot R$) göre akım da artacağından, pillerden çekilen akım büyür ve tükenme süresi **kısalır**.
- **Paralel bağlı devrelerde:** Üreteç eklendikçe potansiyel fark (V) değişmez, dolayısıyla ana kol akımı değişmez. Ancak bu akım paralel bağlı piller arasında paylaşıldığı için her bir pilden çekilen akım azalır (I/n). Bu nedenle paralel bağlı pillerin tükenme süresi daha **uzundur**.

7.6. ELEKTRİK AKIMININ OLUŞTURABİLECEĞİ TEHLİKELERE KARŞI ALINMASI GEREKEN ÖNLEMLER

Elektrik enerjisi; ulaşım, iletişim, sağlık ve sanayi gibi sayısız alanda yaşamımızı kolaylaştırır da, doğru ve güvenli kullanılmadığında ciddi tehlikelere, yangınlara ve ölümcül kazalara yol açabilir.

- **İnsan Vücudunun Direnci ve Elektrik Çarpması:**

- İnsan vücudunun elektrik akımına karşı gösterdiği bir direnç vardır.
- Kuru iken insan vücudunun direnci oldukça yüksektir (yaklaşık 100.000 Ω ile 500.000 Ω arası).
- Vücut ıslak veya terli iken bu direnç ciddi şekilde düşer (yaklaşık 500 Ω ile 1000 Ω arası).
- Direnç düştüğünde, aynı potansiyel fark (gerilim) altında vücuttan geçecek olan akım şiddeti artar. Bu yüzden ıslak ortamlarda elektrik çarpması çok daha tehlikelidir.

- **Elektrik Akımının İnsan Vücudundaki Etkileri (Akım Değerleri ve Risk Durumları):**

- İnsandan geçen elektrik akımının vereceği zarar; akımın büyüklüğüne, geçiş süresine ve vücut üzerindeki rotasına (özellikle kalp üzerinden geçip geçmemesine) bağlıdır.
- **Tablo: Akım Değerlerine Göre Elektrikğin İnsan Vücuduna Etkisi (220 V Referanslı):**
 - **≤ 1 mA:** Hissedilmez (Güvenli kabul edilir).
 - **1 mA - 2 mA:** Hafif karıncalanma ve çok hafif şok yaşanır.
 - **≥ 5 mA:** Küçük bir şok yaşanır ancak kalıcı zarar vermez. Standart ev içi güvenlik sigortaları (kaçak akım rölesi vs.) genelde 30 mA'e kadar devreye girer.
 - **≥ 10 mA:** Kaslarda kasılma başlar. Şoku bıraktırmak zordur (kişi elektrik kaynağına yapışıp kalabilir).
 - **≥ 20 mA:** Kas kasılması nedeniyle kişi tamamen donmuş gibi hisseder.
 - **≥ 30 mA:** Nefes almada zorluk yaşanabilir. İnsan için güvenlik sınırı yaklaşık 30 mA kabul edilir.
 - **≥ 60 mA:** Solunum kasları felç olur, ciddi ağrı hissedilir.
 - **≥ 90 mA:** 1. derece yanıklar oluşabilir, kalp atışı durabilir.
 - **≥ 100 mA ve üzeri:** İleri derece yanıklar oluşur. Hayatta kalma olasılığı şiddetle düşer (%50'den %1'lere kadar iner).

- **Olası Tehlikeler Nelerdir?**

- Sinirler, kaslar ve kalp ritmi üzerinde doğrudan elektriksel etki (şok ve durma).
- Vücut iç direncinden dolayı akımın ısı enerjisine dönüşmesi sonucu oluşan iç ve dış yanıklar.
- Çarpılma anındaki kasılma ve panikle düşme veya mekanik çarpma sonucu oluşan yaralanmalar.
- Kablolardan aşırı akım geçmesi sonucu yalıtkanın erimesi, kısa devre oluşumu ve bunun tetiklediği bina yangınları.

- **Sigorta Sistemi:**

- Günlük hayatta elektronik cihazları ve ev tesisatını aşırı akımdan koruyan elemanlara **sigorta** denir.
- Sigortanın içinden tolere edilebilecek seviyeden daha yüksek bir akım geçerse, sigorta teli aşırı ısınarak erir/kopar (veya modern şalterlerde elektromanyetik olarak atar). Devre bu şekilde açılarak akım kesilir ve daha büyük tehlikeler önlenir. ("Sigorta attı" tabiri buradan gelir.)

- **Tehlikelerden Korunmak İçin Alınması Gereken Önlemler:**

- Evdeki prizler ve elektrikli aletler kesinlikle **ıslak elle tutulmamalı**, banyo gibi ıslak zeminli alanlarda (saç kurutma makinesi vb.) kullanılmamalıdır.
- Tesisattaki her priz birbirine paralel bağlıdır. Çoklu prize aynı anda birden fazla yüksek güçlü cihaz takılmamalıdır (Eşdeğer direnci düşürüp ana hattan aşırı akım çekerek kabloların yanmasına neden olur).
- Prizler mutlaka topraklı olmalı, özellikle küçük çocuklu evlerde prize emniyet kapağı takılmalıdır.
- Priz yuvalarından çıkmış, kablo yalıtkan kısmı sıyrılmış alet ve prizler kesinlikle tamir edilmeden kullanılmamalıdır.
- Elektrik çarpan bir kişiye çıplak elle kesinlikle dokunulmamalıdır. Mümkünse sigorta kapatılmalı, değilse yalıtkan bir cisimle (kuru tahta parçası, plastik) kişinin elektrik hattıyla teması kesilmeli ve hemen 112 aranmalıdır.
- Elektrikli ev aletleri, üretici talimatlarında belirtilen doğru gerilim aralığında (Türkiye için genelde 220 V) kullanılmalıdır.

7.7. TOPRAKLAMANIN ÖNEMİ

Evlerde veya tesislerde cihazların gövdelerinde biriken fazla statik elektriğin veya olası kaçak akımların güvenli bir yolla tahliye edilmesi gerekir. Elektriğin güvenli kullanımı için cihazların topraklanması hayati önem taşır.

- **Topraklama Nedir?**

- Elektrikli cihazlarda izolasyon hataları nedeniyle dış yüzeye elektrik kaçağı meydana gelebilir. Bu cihazlara dokunan kişiyi korumak amacıyla cihazın metal gövdesinin iletken bir tel yardımıyla toprağa gömülü hâldeki iletken bir çubuğa/levhaya bağlanmasına **topraklama** denir.
- Bir cihazda elektrik kaçağı varsa, cihaz dış gövdesindeki akım insan üzerinden geçmek yerine, insan vücudundan direnci çok daha düşük olan toprak hattı kablosunu tercih eder. Akımın dirençsiz yolu seçme eğilimi sayesinde (insan direnci > 1000 ohm, toprak hattı < 5 ohm) çarpılma riski ortadan kalkar.

- **Topraklı Prizler:**

- Ev tesisatlarında elektrik kaçağı tehlikesini engellemek için topraklı prizler kullanılır. Topraklı prizdeki metal çıkıntılar, binanın toprak hattı teli üzerinden yeraltındaki iletkenlere bağlıdır.
- Beyaz eşyalar (buzdolabı, çamaşır makinesi vb.) gibi metal gövdeli ve yüksek akım çeken cihazların fişleri mutlak surette topraklı prize takılmalıdır.

- **Paratoner (Yıldırımsavar):**

- İnsanların yoğun bulunduğu binaları ve yapıları yıldırımın zararlı etkilerinden (yüksek gerilimden) koruyan bir topraklama sistemidir.
- Elektrik yükleri genellikle sivri uçlarda yoğunlaşır. Paratonerler de bu yüzden binanın en yüksek yerine sivri uçlu iletken çubuklar şeklinde monte edilir.
- Bulutlardan deşarj olan çok büyük elektrik enerjisi, paratoner ucundan yakalanarak binaya zarar vermeden kalın iletken bakır teller vasıtasıyla doğrudan yeraltına (toprağa) yönlendirilir.

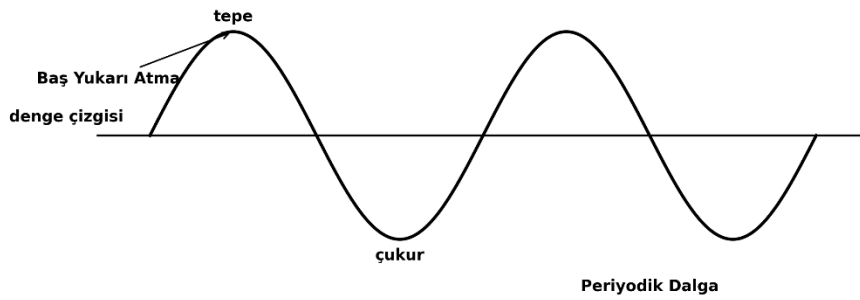
- **Günlük Hayatta Diğer Topraklama Örnekleri:**

- Yanıcı madde (petrol, LPG vb.) taşıyan tankerlerin arkasından yere değen zincirler sarkıtılarak araçtaki statik elektrik toprağa verilir ve kıvılcım oluşması engellenir.
- Ameliyathanelerde hassas elektronik cihazları ve yanıcı anestezi gazları korumak için zeminler özel iletken malzemeye kaplanır.
- Bilgisayar ve mikroçip üretimi yapan hassas elektronik tesislerde, statik boşalmayı önlemek için çalışanlar bileklerine "topraklama bilekliği" takarlar.

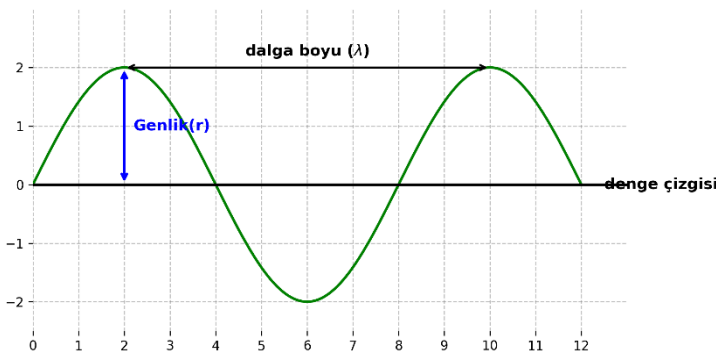
8.ÜNİTE: DALGALAR

8.1. DALGALARIN TEMEL KAVRAMLARI

- Doğadaki hareket türlerinden biri de titreşim hareketidir. Bir cismin denge konumu etrafında gidip gelme hareketine **titreşim (salınım)** denir.
- Titreşim hareketi sonucunda esnek bir ortamda meydana gelen şekil değişikliğinin (enerjinin) bir noktadan başka bir noktaya ortam boyunca iletilmesine **dalga hareketi** denir. Dalgaların yayılabildiği ortamlara **esnek ortamlar** (su, hava, yay vb.) adı verilir.
- Atma:** Esnek bir ortamda oluşturulan tek bir sarsıntıya (kısa süreli dalga) atma denir.
- Periyodik Dalga:** Eşit zaman aralıklarında sürekli ve düzenli olarak tekrarlanan dalga hareketlerine denir.



- Dalga Tepesi ve Dalga Çukuru:** Dalganın denge konumundan en üstte kalan noktasına **dalga tepesi**, en altta kalan noktasına ise **dalga çukuru** denir.
- Genlik (r veya y):** Bir dalganın denge konumundan olan maksimum uzaklığına (maksimum uzanımına) denir. Dalganın yüksekliği veya derinliğidir. Genlik, doğrudan dalganın taşıdığı **enerjiye** bağlıdır. Birimi SI sisteminde metredir.
- Dalga Boyu (λ - Lambda):** Ardışık iki **dalga tepesi** veya ardışık iki **dalga çukuru** arasındaki mesafedir. Başka bir deyişle tam bir dalganın (bir tepe + bir çukur) uzunluğudur. Birimi SI sisteminde metredir.
- Periyot (T):** Tam bir dalganın oluşması için geçen süredir. Birimi saniyedir (s). Formül olarak $T = t/N$ (geçen zaman / dalga sayısı) şeklinde ifade edilebilir.
- Frekans (f):** 1 saniyede oluşan dalga sayısıdır. Birimi **Hertz (Hz)** veya s^{-1} şeklindedir. Heinrich Rudolf Hertz'in isminden gelmektedir. Formül olarak $f = N/t$ şeklindedir.
- Periyot ve Frekans İlişkisi:** Birbirlerinin çarpıma göre tersidirler. Matematiksel modeli: $T \cdot f = 1$ şeklindedir. (Örneğin bir kaynağın frekansı 5 Hz ise, periyodu 1/5 saniyedir.)



8.2. DALGALARIN SINIFLANDIRILMASI

Dalgalar, taşıdığı enerjiye ve titreşim doğrultularına göre iki farklı özelliğe göre sınıflandırılır:

A) Taşıdığı Enerjiye Göre Sınıflandırma

- **1. Mekanik Dalgalar:** Enerjiyi taşımak için katı, sıvı, gaz veya plazma gibi maddesel bir ortama ihtiyaç duyan dalgalardır. Boşlukta yayılamazlar.
 - **En Önemli Özelliği:** Mekanik dalgalarda bir yerden başka bir yere aktarılan (iletlen) tek şey **enerjidir**. Ortamı oluşturan madde (tanecikler) kesinlikle öteleme hareketi yapmaz, yani **madde yer değiştirmez**. Tanecikler sadece bulundukları yerde **titreşim** hareketi yaparak enerjiyi bir sonrakine aktarır (Örn: Suda ilerleyen dalganın üzerindeki yaprağın sadece aşağı-yukarı titreşmesi, suyla beraber sürüklenmemesi).
 - **Örnek:** Ses dalgaları, Su dalgaları, Yay dalgaları, Deprem dalgaları.
- **2. Elektromanyetik Dalgalar (EMD):** Yüklü parçacıkların ivmeli hareketleri sonucunda oluşan, yayılmak için maddesel bir ortama ihtiyaç duymayan ve boşlukta da ışık hızıyla yayılabilen dalgalardır.
 - **En Önemli Özelliği:** Ortama ihtiyaç duymadıkları için maddenin titreşimi veya yer değiştirmesi gibi bir durum söz konusu değildir. Burada titreşen (değişen) ve enerjiyi taşıyan şey, birbirine dik olarak yayılan elektrik ve manyetik alanlardır.
 - **Örnek:** Radyo dalgaları, Mikrodalga, Kızılötesi, Görünür ışık, Morötesi, X-ışınları, Gama ışınları.

B) Titreşim Doğrultusuna Göre Sınıflandırma

- **1. Enine Dalgalar:** Titreşim doğrultusu ile yayılma (ilerleme) doğrultusu birbirine **dik** olan dalgalardır. Sadece yukarı-aşağı sallanırken, dalganın öne doğru ilerlemesi gibi düşünülebilir.
 - **Örnek:** **Tüm Elektromanyetik dalgalar** sadece eninedir. Ayrıca **yay, su** ve **deprem** dalgalarının da enine yayılan türleri vardır.
- **2. Boyuna Dalgalar:** Titreşim doğrultusu ile yayılma (ilerleme) doğrultusu birbirine **paralel** olan dalgalardır. Ortamın ileri-geri sıkışması ve genleşmesi şeklinde ilerler.
 - **Örnek:** **Ses dalgaları** sadece boyuna dalgalardır. Ayrıca **yay, su** ve **deprem** dalgalarının boyuna yayılan türleri de vardır.
 - **Uyarı:** Su ve deprem dalgaları hem enine hem boyuna özellik gösterebilen karmaşık (hem enine hem boyuna) dalgalardır.

Ses Dalgalarında Temel Kavramlar (Yükseklik ve Şiddet)

- **Sesin Yüksekliği (Frekans - Tiz/Kalınlık):** Günlük hayatta "sesi yükselt" derken şiddeti kastedsek de, fizikte "sesin yüksekliği" **frekans** demektir.
 - Frekans **yüksek** ise (saniyedeki titreşim fazlaysa) ses ince, yani **tiz** çıkar. (Örn: İnce tel, kısa çubuk, kadın sesi).
 - Frekans **düşük** ise ses kalın, yani **pes** çıkar. (Örn: Kalın tel, uzun çubuk, erkek sesi).
- **Sesin Şiddeti (Genlik - Gürlük):** Sesin taşıdığı enerjiye (genliğe) bağlıdır. Birimi Desibel (dB)'dir. Hoparlörün sesini açtığımızda frekansı değil, sesin genliğini (gürlüğünü) artırırız.

Klasik Şişe Deneyi (Frekans Farkı)

İçinde farklı miktarlarda su bulunan şişelerle yapılan deneylerde sesi oluşturan kaynağa dikkat edilmelidir:

- **Şişelere Üfleme:** Üflendiğinde titreşen şey içindeki **hava sütunudur**. Su dolu şişede hava sütunu kısadır. Kısa madde kolay ve hızlı titreşir, frekans artar. Bu yüzden çok dolu şişeye üflendiğinde ses **tiz (ince)**, boş şişeye üflendiğinde ses **kalın** çıkar.
- **Şişelere Tokmakla Vurmak:** Şişeye dışarıdan vurulduğunda titreşen şey **cam ve su kütesidir**. İçi su dolu olan şişe ağırdır. Ağır maddeler zor ve yavaş titreşir, frekans düşer. Bu nedenle dolu şişeye vurulduğunda ses **kalın**, boş şişeye vurulduğunda ses **tiz (ince)** çıkar.

Diyapazon (Titreşim Çatalı) Deneyleri ve Özellikleri

Diyapazonlar, vurulduğunda belirli ve sabit bir frekansta (tek bir nota) ses üreten, U şeklinde metal aletlerdir.

- **Boy - Frekans İlişkisi (Ters Orantı):** Bir diyapazonun kolları ne kadar **uzun** ise, madde miktarı (kütlesi) o kadar fazladır. Ağır kollar daha yavaş titreşir. Bu nedenle; **Diyapazonun boyu uzadıkça, ürettiği sesin frekansı azalır ve ses KALIN (Pes) çıkar.** Kısa diyapazonlar çok hızlı titreşir ve sesleri **TİZ (İnce)** çıkar.
- **Vurma Kuvvetinin Etkisi (Çok Önemli Tuzak):** Bir diyapazona tokmakla yavaş veya çok şiddetli vurulması, diyapazonun **frekansını ASLA etkilemez** (Çünkü kaynağın fiziksel boyutu değişmemiştir). Şiddetli vurulduğunda sadece kolların **GENLİĞİ (uzanım miktarı) artar.** Bu da sesin tizleşmesi değil, sadece daha **GÜR (yüksek şiddette/desibelde)** çıkması demektir. Ayrıca ortam değişmediği için sesin hızı ve dalga boyu da değişmez.
- **Akustik Rezonans (Özdeş Diyapazonlar):** Yan yana duran **özdeş** (boyları ve frekansları tamamen aynı) iki diyapazondan birine vurulduğunda, havada yayılan ses dalgalarının enerjisi diğer diyapazona çarpar. İkinci diyapazon, kendi doğal frekansı ile eşleşen bu dalgaları aldığı anda hiçbir fiziksel temas olmaksızın titreşmeye ve ses çıkarmaya başlar. Buna **rezonans** denir. Eğer diyapazonlar özdeş değilse (boyları farklıysa), biri diğerini titreştiremez.

8.3. DALGALARIN YAYILMA SÜRATİNİ ETKİLEYEN ETMENLER

- Bir dalganın sürati (v), dalga boyu (λ) ve periyodu/frekansı ile şu matematiksel modelle hesaplanır:
 - $v = \lambda/T$ veya $v = \lambda \cdot f$
- **FİZİKTE DALGALARIN ALTIN KURALLARI (Kesinlikle Unutulmamalıdır):**
 - **Hız (v), SADECE ORTAMA bağlıdır.** Ortamın fiziksel özellikleri (derinlik, kalınlık, yoğunluk, sıcaklık vb.) değişmedikçe dalganın yayılma sürati değişmez. (Örneğin; su derinleşirse hız artar, yay kalınlaşırsa hız azalır, havanın sıcaklığı artarsa sesin hızı artar).
 - **Frekans (f) ve Periyot (T), SADECE KAYNAĞA bağlıdır.** Kaynağın ayarı değiştirilmedikçe dalga hangi ortama geçerse geçsin frekansı ve periyodu KESİNLİKLE değişmez.
- **Mekanik Dalgalarda (Ses Dalgasında) Hız:** Ses hızı sadece ortama bağlıdır. İki temel faktör hızı belirler:
 - **Ortamın Esnekliği ve Katı/Sıvı/Gaz Olması:** Ses moleküllerin titreşim aktarımıyla ilerler. Katılarda molekül bağları çok sıkı ve esneklik modülü çok yüksek olduğu için titreşim anında iletilir. Bu yüzden kural: $V_{kati} > V_{sivi} > V_{gaz}$ şeklindedir. (Not: Aynı haldeki iki gaz karşılaştırılırken, molekül kütlesi (yoğunluğu) büyük olan ağır gazlarda ses daha yavaş ilerler).
 - **Ortamın Sıcaklığı:** Sıcaklık artarsa ortamdaki moleküllerin kinetik enerjisi (hareketliliği) artar. Birbirlerine daha hızlı çarpıp enerjiyi daha çabuk iletirler. Yani sesin hızı ortamın mutlak sıcaklığının karekökü ile **doğru orantılıdır.** (Havada yazın ses, kışa göre daha hızlıdır).
- **Elektromanyetik Dalgalarda Hız:** Boşlukta ışık hızıyla yayılırlar. Maddesel bir ortama geçtiklerinde ortamın yoğunluğu artarsa ortalama yayılma süratleri azalır.
- **Gergin Yay (veya İp) Dalgalarında Sürat:** Lise müfredatında yay ve ip kelimeleri bu konu için aynı mantıkta kullanılır. Gergin bir ip te oluşturulan atmanın (dalğanın) hızı, teli geren kuvvete ve telin birim uzunluğunun kütlesine (kalınlığına) bağlıdır.
 - **Formül:** $v = \sqrt{\frac{F}{\mu}}$ (Burada F : Yayı geren kuvvet, μ (Mü): Boyca yoğunluk yani kalınlıktır).
 - **Boyca Yoğunluk (μ) Nedir?** Yayın kütlesinin, yayın boyuna bölümüdür ($\mu = \frac{m}{L}$).
 - **Hızı Etkileyen Durumlar:**
 - **Kuvvet (F) ile Doğru Orantılı:** Yay ne kadar sıkı gerersen (kuvvet artarsa), dalga o kadar hızlı ilerler.
 - **Kalınlık (μ) ile Ters Orantılı:** Aynı kuvvetle gerilmiş iki yaydan **kalın ve ağır** olanında dalga yavaş ilerler, **ince ve hafif** olanında dalga hızlı ilerler.
 - **Çok Önemli İpucu (Uzunluk Tuzağı):** Aynı kalınlıktaki bir telin sadece boyunu uzatmak hızı **ETKİLEMEZ.** Çünkü telin boyu (L) 2 katına çıkarsa, kütlesi (m) de 2 katına çıkar. Boyca yoğunluk oranı ($\frac{m}{L}$) sabit kalır. Tel aynı tel olduğu sürece hız sadece gerici kuvvete (F) bağlıdır.

8.4. PERİYODİK HAREKETLER (DETAYLANDIRILMIŞ İNCELEME)

Belirli zaman aralıklarıyla kendini tekrar eden, denge noktası etrafında gerçekleşen hareketlere **periyodik hareket** denir. Dalgaların yapısını ve saatlerin çalışma prensiplerini anlamak için periyodik hareket yapan sarkaç sistemleri incelenir. Enerji kayıpları (sürtünme, hava direnci) ihmal edildiğinde bu sistemler düzenli olarak salınım yapar (İdeal sistem).

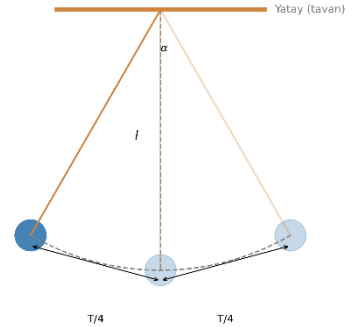
1. BASİT SARKAÇ (İP SARKACI)

İnce, ağırlığı önemsiz ve esnemeyen bir ipin ucuna kütle bağlanarak oluşturulan sistemdir. Yer çekiminin etkisiyle sağa sola salınım yapar. Eski tip duvar saatleri bu mantıkla çalışır.

- **Matematiksel Modeli :** $T = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}}$
(Burada T : Periyot, L : İpin boyu, g : Yer çekimi ivmesi, π : Sabit sayı)

Periyodu Etkileyen Değişkenlerin Detaylı Analizi:

- **İpin Uzunluğu (L) ile İlişkisi:** Periyot, ipin uzunluğunun karekökü ile doğru orantılıdır. İp uzarsa, cismin çizeceği kavis (yol) uzar. Bu yüzden bir tam salınım için geçen süre artar, yani **periyot artar (sarkaç yavaşlar)**. Kısa ipli bir sarkaç çok hızlı tık-tak yaparken, çok uzun bir sarkaç ağır ağır salınır.
- **Yer Çekimi İvmesi (g) ile İlişkisi :** Periyot, yer çekimi ivmesinin karekökü ile ters orantılıdır. Yer çekimi, sarkacı denge noktasına (en alt noktaya) çağıran kuvvettir.
 - Eğer **yer çekimi artarsa** (örneğin sarkacı Ekvator'dan Kutuplara veya Dünya'dan Jüpiter'e götürürsen), cismi merkeze çeken kuvvet çok daha güçlü olur. Cisim çok daha hızlı merkeze döner. Süre kısalacağı için **periyot azalır (sarkaç hızlanır)**.
 - Eğer **yer çekimi azalır** (örneğin sarkacı deniz seviyesinden yüksek bir dağa çıkarırsan veya Dünya'dan Ay'a götürürsen), çekici kuvvet zayıflar. Sarkaç tembelleşir, hareket ağırlaşır ve süre uzar. Yani **periyot artar (sarkaç yavaşlar)**. Uzayda yer çekimsiz ortamda ise sarkaç salınım yapmaz, olduğu yerde kalır.
- **Kütle (m) Bağlı Değildir!** Formülde kütle yoktur. Ucuna 10 gramlık bilye de bağlasan, 10 tonluk güllü de bağlasan aynı uzunluktaki ipten aynı sürede salınırlar (hava sürtünmesi yokken).
- **Açı (Genlik) Şartı ve Müfredat Sınırı:** Basit sarkacın **periyodu, genliğe** (düşeyle yapılan açıya) **bağlı değildir**; ancak bu kural sadece açı **10 dereceden küçükse** geçerlidir. Sorularda zaten açının 10 dereceden küçük olduğu belirtilir (veya öyle kabul edilir), bu yüzden açının artırılıp azaltılması periyodu kesinlikle etkilemez diyeceksin. Eğer açı 10 dereceden büyükse, sistemin periyodu değişmeye başlar ancak bu durum tamamen müfredat dışıdır ve sınavlarda karşına çıkmaz.



2. YAY SARKACI

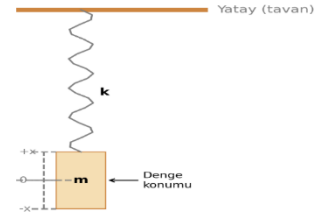
Esnek bir yayın ucuna kütle bağlanıp denge konumundan bir miktar aşağı çekilip (veya sıkıştırılıp) bırakılmasıyla oluşan mekanik sistemdir. Yay, cismi yukarı-aşağı (veya yataysa sağa-sola) titreştirir. Araba amortisörleri bu mantıktadır.

- **Matematiksel Modeli :** $T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$ (Burada T : Periyot, m : Kütle, k : Yay sabiti, π : Sabit sayı)

Periyodu Etkileyen Değişkenlerin Detaylı Analizi:

- **Kütle (m) ile İlişkisi:** Periyot, asılan kütlenin karekökü ile doğru orantılıdır. Bir yayın ucundaki kütleyi artırırsan, sistem hantallaşır. Ağır kütlenin yön değiştirmesi (eylemsizlikten dolayı) daha zordur. Bu yüzden titreşim yavaşlar, süre uzar. Yani **kütle artarsa periyot artar (sarkaç yavaşlar)**.

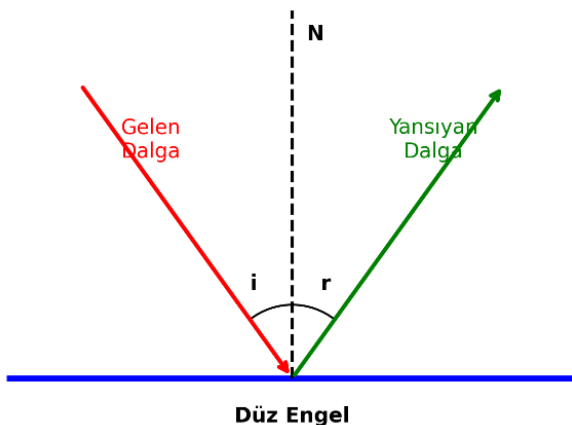
- **Yay Sabiti (k) ile İlişkisi (Senin Sorun):** Yay sabiti (k), bir yayın ne kadar "sert" veya "kalın" olduğunun ölçüsüdür. Periyot, yay sabitinin karekökü ile ters orantılıdır.
 - **Yay sabiti (k) artarsa (Yayı daha sert/kalın bir yayla değiştirirsen):** Sert yay, ucundaki kütleyi çok daha şiddetli bir kuvvetle eski haline (dengeye) doğru çeker. Kütle bir anda fırlayarak hızlıca yön değiştirir. Hareket çok hızlı gerçekleşeceği için süre kısalır. Yani k artarsa, **periyot azalır (sarkaç çok hızlı titreşir).**
 - **Yay sabiti (k) azalırsa (Yayı çok yumuşak/esnek/ince bir yayla değiştirirsen):** Yumuşak yay kütleyi zar zor, ağır ağır çeker. Hareket sünepeleşir. Bu yüzden süre uzar. Yani k azalırsa, **periyot artar (sarkaç yavaş titreşir).**
- **Yer Çekimi İvmesine (g) BAĞLI DEĞİLDİR!** Formüle bak, g yok. Yay sarkacında hareketi sağlayan şey yer çekimi değil, yayın kendi moleküler esneklik kuvvetidir ($F = kx$). Bu yüzden bir yay sarkacını Dünya'da da, Ay'da da, Uluslararası Uzay İstasyonunda da (yer çekimi sıfır olsa bile kütleyi çekip bırakırsan) titreştirirsen **periyodu değişmez**. Sadece Dünya'da asılıyken yay denge konumunda biraz daha aşağı sarkar (uzar), ama titreşim hızı (periyodu) kütle ve yay sabitine sadık kalır.
- **Genliğe (Ne kadar çekildiğine) BAĞLI DEĞİLDİR!** Yayı denge noktasından 5 cm çekip bırakmakla, 15 cm çekip bırakmak (yay bozulma sınırını geçmediği sürece) periyodu değiştirmez. 15 cm çektiğinde yay daha çok gerileceği için kütleyi orantılı olarak çok daha hızlı çeker, artan yol ile artan hız birbirini telafi eder ve periyot hep aynı kalır.



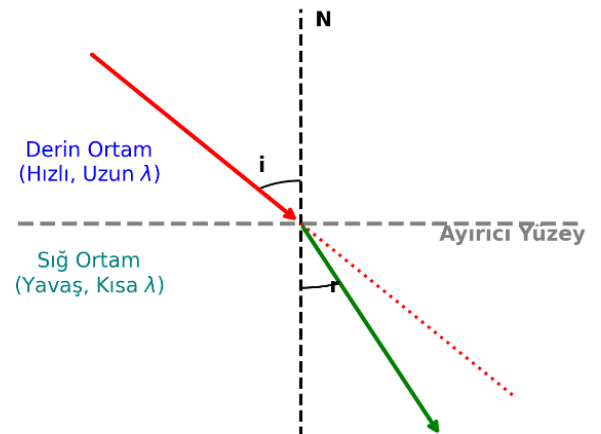
8.5. SU DALGALARINDA YANSIMA VE KIRILMA

- **Su Dalgalarında Derinlik Etkisi:**
 - Su dalgalarının hızı sadece **derinliğe** bağlıdır.
 - **Derin Ortam:** Dalgalar hızlı ilerler. Hız artınca $v = \lambda \cdot f$ formülü gereği (kaynak sabitse frekans değişmediğinden) **Dalga Boyu (λ) da büyür**.
 - **Sığ Ortam:** Dalgalar yavaş ilerler. Hız azaldığı için **Dalga boyu (λ) küçülür**.
- **A) Yansıma:**
 - Doğrusal bir su dalgasının düz bir engele çarpıp aynı ortama geri dönmesine **yansıma** denir.
 - Gelen dalganın ilerleme doğrultusunun yüzeyin normali (yüzeye dik çizilen hayali çizgi, N) ile yaptığı açıya **gelme açısı (i)**, yansıyan dalganın normalle yaptığı açıya ise **yansıma açısı (r)** denir.
 - **Yansıma Yasası Kuralı:** Gelme açısı = Yansıma açısı ($i = r$). Gelen dalga, yansıyan dalga ve yüzey normali aynı düzlemedir.
 - Dalganın ortamı değişmediği için yansıma olayında dalganın **hızı, frekansı ve dalga boyu KESİNLİKLE DEĞİŞMEZ**, sadece yönü değişir.

Doğrusal Su Dalgasında Yansıma



Derinden Sığa Kırılma



- **B) Kırılma:**

- Su dalgalarının derinlikleri farklı iki ortam (derin ve sığ ortamlar) arasında geçerken hızının, dalga boyunun ve yayılma doğrultusunun (yönünün) değişmesine **dalgaların kırılması** denir.
- **Derinden Sığa Geçiş:** Derin ortamdan sığ ortama geçen dalga yavaşlar, dalga boyu küçülür. Dalganın ilerleme doğrultusu **yüzey normaline yaklaşarak** kırılır (Kırılma açısı küçülür).
- **Sığdan Derine Geçiş:** Sığ ortamdan derin ortama geçen dalganın sürati artar, dalga boyu uzar. Dalganın ilerleme doğrultusu **yüzey normalinden uzaklaşarak** kırılır (Kırılma açısı büyür).
- Ortam değiştiren dalganın **frekansı KESİNLİKLE değişmez**.

Dairesel Su Dalgalarında Enerji ve Genlik Değişimi (Çok Önemli Soru Tipi) Derinliği Sabit Ortamda:

- Dairesel su dalgaları kaynaktan üretilip dışarıya doğru halkalar halinde yayılırken:
 1. **Hız Değişmez:** Derinlik her yerde aynı olduğu için dalganın yayılma hızı hareket boyunca sabittir.
 2. **Dalga Boyu Değişmez:** Hız sabit ve kaynağın periyodu/frekansı sabit olduğundan ardışık dalga tepeleri arasındaki mesafe (dalga boyu) değişmez.
 3. **Genlik Azalır:** Kaynaktan verilen enerji, dalga dışarı doğru açıldıkça giderek büyüyen çemberin çevresine dağılır. Halka büyüdükçe birim uzunluğa düşen enerji payı azaldığı için dalganın **genliği (yüksekliği) kaynaktan uzaklaştıkça sürekli azalır**.

8.6. REZONANS VE DEPREM

8.6.1 REZONANS VE DEPREMLE İLGİLİ KAVRAMLAR

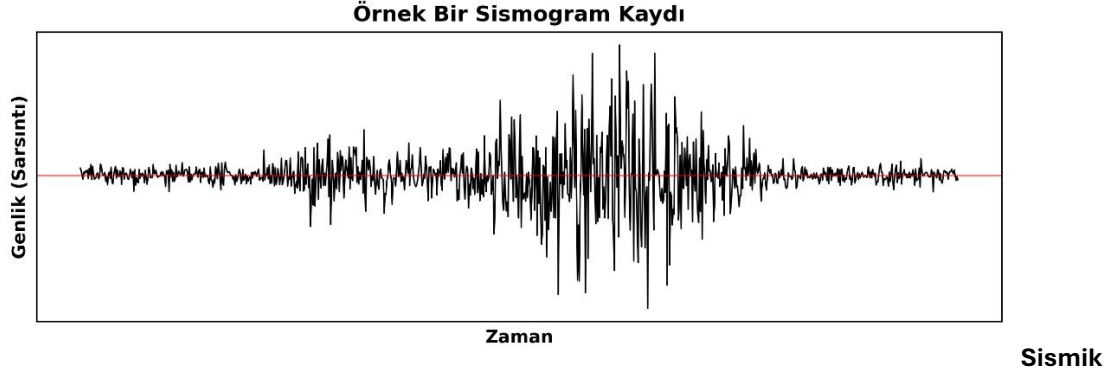
- **Rezonans:** Bir sistemin kendi doğal frekansıyla, dışarıdan uygulanan periyodik etkinin (dalganın) frekansının eşitlenmesi (uyumlu olması) durumudur. Rezonans anında sistemin titreşim **genliği maksimum seviyeye çıkar**. Deprem dalgalarının frekansı bir binanın doğal frekansı ile rezonansa girerse bina maksimum genlikle sallanır ve yıkılma (hasar görme) riski çok artar.
- **Deprem (Sismik) Dalgaları:** Yer kabuğunda (fay hatlarında) meydana gelen kırılmalar sonucunda açığa çıkan enerjinin dalgalar halinde yayılarak yeryüzünü sarsması olayına **deprem** denir. Deprem dalgaları mekanik dalgalardır (hem enine hem boyuna yayılabilen türleri vardır).
- **Odak Noktası:** Deprem yer altında enerji salınımının başladığı (kırılmanın ilk meydana geldiği) noktadır.
- **Merkez Üssü:** Odak noktasının yeryüzündeki tam izdüşümüdür. Deprem başladığı yerin yüzeye en yakın noktasıdır ve sarsıntının en güçlü hissedildiği bölgedir.
- **ÖNEMLİ AYRIM: Şiddet ve Büyüklük**
 - **Deprem Büyüklüğü:** Deprem anında kaynağında açığa çıkan **enerjinin** nesnel ölçüsüdür. **Sismograf** ile ölçülür. **Richter (Rihter) ölçeği** ile (1'den 9'a kadar rakamlarla) ifade edilir. Büyüklük, kişiye veya bulunulan bölgeye göre KESİNLİKLE değişmez.
 - **Deprem Şiddeti:** Deprem yapılar, doğa ve insanlar üzerindeki **yıkıcı etkisinin** ölçüsüdür. Gözlemlere dayanır (Özneldir). **Değiştirilmiş Mercalli ölçeği** ile (I'den XII'ye kadar Romen rakamlarıyla) ifade edilir. Şiddet; binanın sağlamlığına, zemin koşullarına veya merkez üssüne uzaklığa göre değişebilir.

ÖNEMLİ KAVRAM: Zemin Büyütmesi ve Deprem Dalgalarının Genliği (Şiddeti)

- Bir deprem dalgası, sert ve kayalık bir zeminden gevşek, kumlu veya balçık (alüvyon) bir zemine geçtiğinde yayılma hızı (sürati) düşer.
- Hız = Dalga Boyu x Frekans formülü gereği; kaynağa bağlı olan **frekans asla değişmez**. Hız düştüğü için **dalga boyu da kısalır** (dalga sıkışır).
- Enerjinin korunumu ilkesi gereği; hızı düşen ve dar bir alana sıkışan dalganın taşıdığı enerji kaybolmaz, bunun yerine dalganın **GENLİĞİ (sarsıntının şiddeti) ciddi oranda artar**.
- (Tıpkı derin okyanustan sığ kıyıya yaklaşan dalgaların yavaşlayıp, dalga boylarının kısalması ve genliklerinin artarak tsunamiye dönüşmesi gibi.)
- **Sonuç:** Deprem anında dalga hızının en yüksek olduğu sert kayalık zeminler sarsıntıyı (genliği) en az ileten **en güvenli** zeminlerdir. Dalga hızının en düşük olduğu balçık/gevşek zeminler ise sarsıntıyı (genliği) büyüterek ileten **en riskli** zeminlerdir.

8.6.2 DEPREMLE İLGİLİ BİLİMSEL MODEL OLUŞTURABİLME

- **Sismoloji:** Deprem ve yer hareketlerini inceleyen bilim dalıdır.
- **Sismolog:** Depremleri inceleyen bilim insanıdır.
- **Sismograf (Depremölçer):** Deprem sarsıntılarının ivmelerini zamanla ilişkilendirerek kaydeden cihazdır.
- **Sismogram:** Sismografin kağıt (veya dijital ekran) üzerine çizdiği dalga grafiğidir. Erken uyarı sistemleri, sismograflardan alınan verileri kullanır.



İzolatörler: Depremlerin olumsuz etkilerini azaltmak ve binaların yapısal güvenliğini artırmak için kullanılan teknolojik sistemlerdir.

- Binanın temeli ile üst kısmının arasına yerleştirilen esnek bir yapıdır.
- Bu yapı, binayı yer kabuğundan ayırarak depremin dinamik yüklerinin ve enerjisinin üst yapıya iletilmesini engeller (sönümler).
- Genellikle yatay yönde esnekliği yüksek **kauçuk** ve düşey yönde dayanımı fazla **metal plakaların** birbirine bütünleştirilmesiyle üretilir. İzolatörler sayesinde bina sadece küçük salınımlar yapar ve yıkılma riski en aza indirilir.