

Keyifli Okumalar Dileriz

Binlerce kategoride milyonlarca PDF e-kitap, ders kitapları, dergiler ve romanlara platformumuz üzerinden ücretsiz ulaşabilirsiniz.

RESMİ WEB SİTEMİZ

<https://rantey.org>

Yedek ve Duyuru Kanallarımız

Sitemize erişim engeli gelmesi veya adres değişikliği durumunda aşağıdaki kanallardan güncel giriş adresine erişebilirsiniz:

- Telegram: <https://t.me/birkitapbir>
- WhatsApp Kanalımız : <https://whatsapp.com/channel/0029VbDHv8uE50Us4lvMoc0Y>

12 YAŞ+



TÜBİTAK
POPÜLER BİLİM KİTAPLARI



Fizik bize

ne anlatıyor?



- Gökyüzü neden mavidir?
- Evren nasıl oluştu?
- Elektrik nereden gelir?

4. Basım

Fizik he anlatıyor?

Nesnelerin neden yere düştüğünü,
sesin duvarlardan nasıl geçtiğini ve fizik
sayesinde kaç tane muhteşem icadın
bulunduğunu keşfet.

Fizik Bize Ne Anlatıyor?
What's Physics Ali About?

Kate Davies

Resimleyen: Adam Larkum

Tasarım: Stephen Moncrieff, Tom Lalonde ve Samantha Barrett

İngilizce Metnin Bilimsel Danışmanları: Toby Swan ve Dr. Lisa Jane Gillespie

Çeviri: Dr. Fatih Çağlayan Mercan

Redaksiyon: Prof. Dr. Mehmet Fatih Taşar

© Usbome Publishing Limited, 2010

Türkçe Yayın Hakkı © Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu, 2013

Bu kitabın bütün hakları saklıdır. Yazılar ve görsel malzemeler,
izin alınmadan tümüyle veya kısmen yayımlanamaz.

TÜBİTAK Popüler Bilim Kitapları'nın seçimi ve değerlendirilmesi
TÜBİTAK Kitaplar Yayın Danışma Kurulu tarafından yapılmaktadır.

ISBN 978 - 975 - 403 - 874 - 3

Yayıncı Sertifika No: 15368

1. Basım Haziran 2014 (2500 adet)
2. Basım Haziran 2014 (2500 adet)
5. Basım Temmuz 2016 (5000 adet)
4. Basım Ocak 2019 (10.000 adet)

Genel Yayın Yönetmeni: Bekir Çengelci
Mali Koordinatör: Adem Polat
Telif İşleri Sorumlusu: Esra Kılıç

Basım Hazırlık ve Son Kontrol: M. Said Vapur
Sayfa Düzeni: Ayşe Taydaş Battal
Basım İzleme: Duran Akça

TÜBİTAK

Kitaplar Müdürlüğü

Akay Caddesi No: 6 Bakanlıklar Ankara

Tel: (312) 298 96 51 Faks: (312) 428 32 40

e-posta: kitap@tubitak.gov.tr

esatis.tubitak.gov.tr

Başak Matbaacılık Tanıtım Hiz. İth. İhr. Tic. Ltd. Şti.
Macun Mahallesi Anadolu Bulvarı No: 5/15 Gimat Yenimahalle Ankara
Tel: (312) 397 16 17 Faks: (312) 397 03 07 Sertifika No: 12689

Fizik *bize.* ne anlatıyor?

(Cate Davies)

Resimleyen: Adan Larkum

ÇEVİRİ: Dr. FatıF Çaplayan Mercan

İç(Yi)etekler

G ۞۞

4 Fizik bize ne anlatıyor?

6 Fizik her yerde

(. öölürr. Her şeyin başlangıcı

10 Evren nasıl başladı?

12 Fler şeyin yapıtaşı ne?

2. Bölüm: Kuvveti bisset

M

18 Sürat ve hareket

20 Kütleye dikkat

23 Sürtünme - asıl sürtüşme burada

24 Kanunlar böyle!

26 Daha çok iş yap!

28 Yerçekimi - ne kadar da

31 Dönüp durmak

32 Bir denge hareketi

34 Basınç altında

36 Tahta neden yüzer?

3. öölüny. Enerji berberde

40 Enerji neden bir süper kahraman gibidir?

44 Güç sende!

45 Isı iş başında

50 Dalga nedir?

52 Elektromanyetik tayf

54 Işığa "ol!" dedi

60 Sesleri işitmek

- 66 Elektrik nereden geliyor?
- 68 Elektrik nasıl akabiliyor?
- 70 Devrelerde dolanıp durmak
- 74 Mıknatıslar buzdolabına neden yapışır?

5. d(ütT): Uzayda kaybolmak

- 80 Pırıl pırıl yıldızlı gece
- 81 Güneş nedir?
- 82 Ay nedir?
- 84 Güneş Sistemimiz

6. öölüny. D aka fazla fizik

Çağlar boyu fizik
Fizik nasıl işliyor?
Sözlük
Dizin

Yollarda neden biz smın uygulanıyor? E>ır küçük çelik bilye denize batıyor da, koskoca çelik bir denizaltı neden batılıyor? Her iş ancak eneğiyle yapılıyor, peki enetji nereden yeliyor? Eneği yok ediletniyorsa, tasarruf etmeye neyerek var? köşenin öte tarafındaki kişinin sesini duyabiliyoruz da neden kendisini yöret^iyoruz?

işte Fizik!

Aralarında dramatik ilişkiler bulunan roikro boyuttaki nükleer âlemlerle tnakro boyuttaki yalaksiler aetline boş yeldiniz!

Fizikle ı(t)'i; meslekler

Fizik öğrenen herkes işin sonunda bilim insanı olmaz. Fizik sizi başka birçok mesleğe hazırlar.

Mimarlar

yıkılmayacak binalar tasarlayabilmek için fizik yasalarından iyi anlamalıdırılar.

İl<ısayar oyunu programcıları

daha gerçekçi oyunlar tasarlayabilmek için fizik yasalarını kullanırlar.

Pilotlar

uçakların nasıl uçtuğunu bilmelidir - tabii bu tamamen fizikle alakalı bir konu.

Doktorlar

tıbbi teknolojinin nasıl çalıştığını anlamak için fiziği kullanırlar.

Fizik bize ne anlatıyor

Fizik, varlıkların nasıl çalıştığı ve olayların neden bu şekilde meydana geldikleri ile ilgilidir. Fizikçiler, bir çay kaşığının bir bardak kahvenin içindeyken niçin ısındığından, denizin dibine daldığınızda bedeninize ne olduğuna kadar, yaşam, Evren ve her şey hakkında her türlü soruyu sorarlar.

Fizikçiler ayrıca acayip okkalı sorular da sorarlar...

Evren nelerden yapılmıştır?

Varlığın derinine indiğimizde evrendeki her bir şeyin atom denen minicik şeylerden oluştuğu görülür. Ama var olan en küçük şey atom mu? Peki tüm bu şeyler ta en başta nereden gelmişler? Fizikçiler her şeyin cevabını bilmiyorlar ama bir dolu fikirleri var.

Evren nasıl

iş i y o r ?

Fizikçiler evrenin tamamının nasıl işlediğini, en azından şimdilik, açıklayamıyorlar. Ama evrendeki her şeyin niçin bu gördüğümüz şekilde işlediğini açıklayabiliyorlar. Eğer bir yıl boyunca niçin farklı mevsimler olduğunu ya da cisimlerin niçin yere düştüğünü merak ediyorsan, bunların yanıtlarını büyük ihtimalle fizikte bulabilirsin.

Enerji nedir?

Bir şeylerin olmasını sağlayan şey enerjidir. Atomların hareket etmesini, ışığın parlamasını ve elektriğin akmasını sağlar. Enerji olmasaydı evren gerçekten sessiz, soğuk ve sıkıcı bir yer olurdu.

Fizikçiler enerjinin her çeşidini inceler, güç kaynaklarımızın hiç bitmemesi için yeni enerji kaynakları bulmaya çalışırlar.

Uzayda ne var?

Fizik, dünyamız ve ötesindeki her şeyle ilgilidir. Bu yüzden fizikçiler uzayın nasıl bir yer olduğunu da bilmek isterler.

Eşya uzayda da, Dünya'daki gibi mi işliyor? Uzayda yolculuk ederseniz zaman değişir mi? Bunun gibi sorulara yanıt vermeye çalışan fizikçilere astrofizikçi denir. Geceleyin gökyüzünü inceleyen astronomlar da birer fizikçidir.

Bilinmeyene yolculuk...

Fiziğin en heyecan verici yanı hâlâ keşfedilecek bir sürü şeyin olmasıdır. Fizikçiler cep telefonu kullanmanın kansere yol açıp açmayacağı ve başka gezegenlerde yaşam olup olmadığı gibi konular üzerine fikir yürütürler. Belki de hiç kimse bütün yanıtları kesin olarak bilemeyecektir, ama fizik, bilim insanlarının gerçeğe yaklaşımlarına yardım eder.

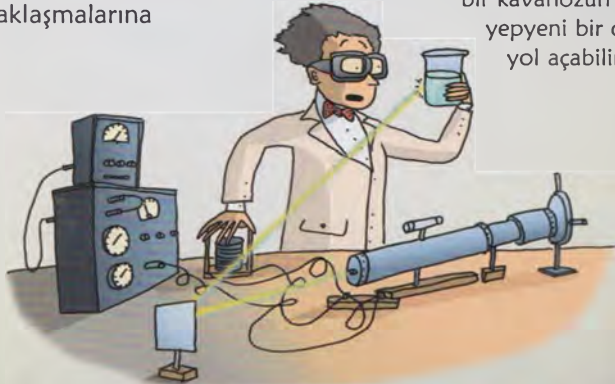
Şimşek gök boyunca ya da gök ile yer arasında çakan elektrik enerjisidir.



Yıldızlara baktığınızda uzayın ta derinliklerini görüyorsunuz.

Sadece an meselesi mi?

Belki günün birinde, bir yerlerdeki bir laboratuvar da, fazla hevesli fizikçinin biri, bir kavanozun içinde yepyeni bir oluşuma yol açabilir.



Fizik her yerde

İnsanlar adına o zamanlar fizik dememiş olsa da, binlerce yıldır fizikle uğraşıyor. Bu arada da keşfettiklerini yaşamı kolaylaştırmak için kullanıyorlar. Tekerleği ilk icat eden ya da kanoyu ilk yapan insanlar fizik kurallarını kullanıyordu. Fizik olmasaydı...

... paraşütler olmazdı.

1617'de Hırvat mucit Faust Vrancic sırtına eğri bir tente bağlayarak ilk paraşütü yapmıştır. Bu,

Venedik'teki yüksek bir kuleden atladığında onun düşüşünü yavaşlatmıştı.

... telefonlar olmazdı.

Telefon 1876'da İskoç bilim insanı Alexader Graham Bell tarafından icat edildi. Bell yıllarca seslerin nasıl meydana gelip nasıl hareket ettiğini incelemişti.

... ampuller olmazdı.

1878'de İngiliz Sör Joseph Swan ve ABD'li Thomas Edison neredeyse aynı zamanda ampulü icat ettiler. Rekabet etmek yerine birlikte iş kurdular.

... motosikletler olmazdı.

1885'te Alman mühendis Gottlieb Daimler tahta bir bisiklete bir motor takarak (çok dingildek de olsa) ilk motosikleti yaptı.

... uçaklar olmazdı.

İlk kez motor gücüyle uçuşu Wright kardeşler, Amerika'da 1903'te gerçekleştirdi. Uçakları havada sadece 12 saniye kalabildi ve indiğinde rüzgâra kapılıp mahvoldu. Bu yüzden yeni bir tane daha yapmak zorunda kaldılar.



... bilgisayarlar olmazdı.

İlk bilgisayarlardan biri olan ENIAC, John Mauchly ve J. Presper Eckert adında iki Amerikalı bilim insanı tarafından tasarlandı. Bunu yapmaları üç yıl sürdü. 1946'da bitirdiklerinde yaklaşık beş derslik alanı kadar yer kaplıyordu. İlk ev bilgisayarı 1975'te icat edildi. Bu zamana dek bilgisayarlar evlere koymak için fazla büyüktü.

... televizyonlar olmazdı.

İlk televizyon 1925'te işkoç mucit John Logie Baird tarafından yapıldı. Bunu, evinin tavan arasında ev eşyalarını kullanarak yaptı. Daha 1929'da Britanya Yayıncılık Şirketi (BBC) televizyon programlarını yayınlamak için onun televizyon sistemini kullanmaya başlamıştı bile.



... mikrodalga fırınlar olmazdı.

1945'te Amerikan bilim insanı Percy Spencer, magnetron denen bir makinenin yanından geçerken cebindeki çikolata aniden eriyiverdi. Bunun sorumlusunun magnetron tarafından yayılan, mikrodalga enerjisi denen bir çeşit enerji olduğu sonucuna vardı. Mikrodalga fırını icat etmek için magnetronu kullandı.

... www – Dünya Çapında internet Ağı – olmazdı.

1989'da İngiliz fizikçi Tim Berners-Lee bilgisayarlar arasında bilgileri hızlıca ve kolayca paylaşmayı sağlamanın bir yolunu buldu. Buna World Wide Web

–Dünya Çapında internet Ağı– denir ve bugün bütün Dünya'daki bilgisayarları birbirine bağlıyor.



...MP3 çalarlar olmazdı.

MP3 veri depolama dosyası Alman ve ABD'li mühendislerden oluşan bir ekip tarafından geliştirildi. MP3 bir şarkı ya da videonun dijital hâlini içeren bir bilgisayar dosyası çeşididir. İlk MP3'ler 1994'te internette ortaya çıkmıştı, ama ilk MP3 çalarlar 1998'e dek piyasaya çıkmamıştır.



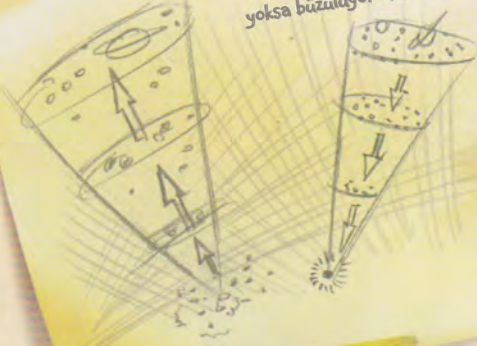
Kim bilir sırada ne var?

Fizikçiler yeni keşifler yaptıkça bugün olanaksız gibi görünen şeyler bir gün gerçek olabilir.

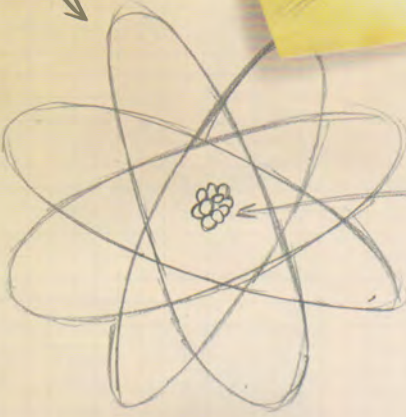
Gelecekte roket itişli kayaklarımızla havada tam gaz gezebilir ya da kendi uzay gemilerimizle Ay'a tatile gidebiliriz. Ne zaman yeni harika bir aletle ilgili bir şeyler duyarsan otur ve düşün: bu büyük ihtimalle fizik sayesinde olmuştur.



Evren genişliyor mu
yoksa büzülüyor mu?



Atom nedir ve neden bu
kadar önemli?

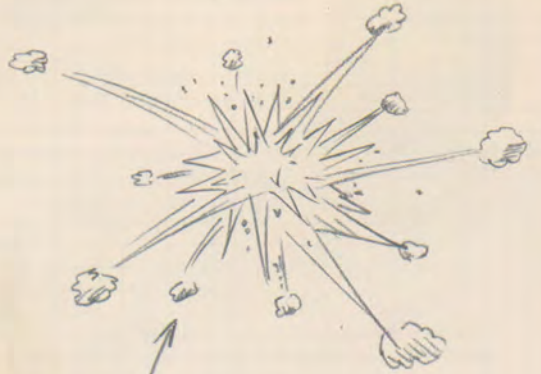


Evren'deki en minik
şeyler neler?

Bu insanlar hangi açıdan aynı yaşta?



Patlayan bir yıldız nasıl oldu
da bizim Güneş Sistemimize
dönüştü?



1. Bölüm

Her şeyin başlangıcı



Fizik her şeyin ta en başından itibaren başlar. Evrenden önce maddi anlamda bildiğimiz hiçbir şey yoktu, hem de hiçbir şey. Ses, ışık ya da karanlık yoktu. Zaman veya uzay da yoktu. Öyleyse her şey nasıl var olabildi ve bunların hepsi nelerden yapıldı?

Okumaya devam et ve Evrenimizin nasıl doğduğunu ve içindeki her şeyin yapıtaşı olan minicik parçacıkların ne olduğunu öğren.

Evren nasıl başladı?

Başka fikirler

Yüzyıllar boyunca fizikçi olmayanlar Evrenin nasıl başlamış olabileceğine dair fikirler öne sürdüler.



Eski bir Çin efsanesi, "Evren bir devin kocaman bir yumurtadan çıkmasıyla başladı; yumurta gökyüzü ve yeryüzü hâline geldi, devin gözleri de Güneş ve Aya dönüştü" der.



Bir Afrika efsanesi ise Mbobo adlı bir devin midesinde korkunç bir ağrı hissedip kusmasıyla Güneşi, Ayı, yıldızları ve Dünya'daki her şeyi ortaya çıkardığını anlatır.

1975'te Claude Vorillhon adlı bir Fransız araba yarışçısı Raelizm denen dini bir tarikat kurdu. Takipçileri, insanlar da dâhil olmak üzere Dünya'daki yaşamı, üstün teknolojilerini kullanarak uzaylıların yaptığına inanıyor.

Bilim insanları hâlâ Evrenin nasıl başladığını anlamakta zorlanıyorlar. Tam olarak ne zaman ya da niçin başladığını kimse bilmiyor. Ama 1940larda fizikçiler **Büyük Patlama** olarak bilinen kuramı öne sürdüler. Şöyle ki:

Büyük Patlama

13,7 milyar yıl öncesine dek hiçbir şey yoktu. Sonra aniden –Güüm- bir şeyler var oldu. Bilim insanları nasıl olup da yokluktan bir şeyin var olabildiğini hâlâ bilmiyor, ama oldu işte. Ve bu şey inanılmaz küçük bir noktaydı.

Bu nokta gerçekten şaşılacak kadar küçüktü, bir iğne ucundan bile binlerce defa daha küçüktü, ama var olmuş ve var olacak tüm maddeyi ve enerjiyi barındırıyordu. Bu nokta patladı ve inanılmaz bir hızla genişledi.



Bir saniye içinde kocaman korkunç derecede sıcak bir ateş topuna dönüştü ve geçen her an içinde daha da, daha da büyüdü.

Ateş topu yayıldıkça soğudu ve madde kitleleri oluşmaya başladı. Yaklaşık bir milyar yıl sonra bu kitleler birleşerek ilk yıldızları oluşturdu.

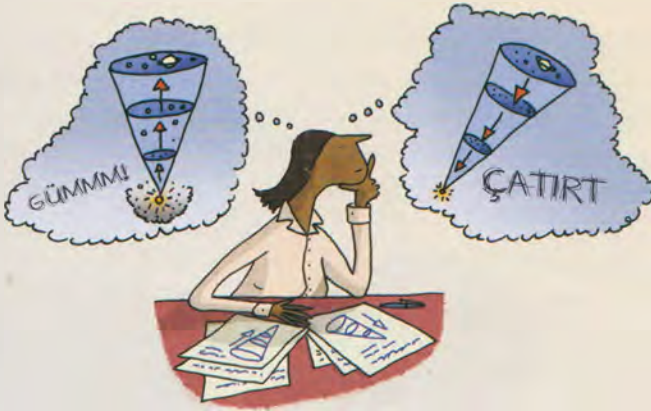


Büyük Sessizlik

Her ne kadar bilim insanları bu olaya Büyük Patlama diyor da Evrenin başlangıcı aslında bütünüyle sessiz olmuş olmalı, çünkü ses boşlukta yayılamaz.

Her şey nasıl sona erecek?

Evren genişlemeye devam ediyor. Bazı fizikçiler sonsuza dek büyümeye devam edeceğine inanıyorlar. Bazıları ise sonunda, büyük bir çatırtıyla kendi içine çökeceğini ve başka bir Büyük Patlama olana dek, tamamen yok olacağını düşünüyorlar.



Başka bir Evren, başka bir siz

Bizim Evrenimizin tek Evren olduğunu kim söyleyebilir? Bazı fizikçiler her biri diğerinden birazcık farklı olan sonsuz sayıda evren olduğunu, bunların da birbirine doğru genişlediğini düşünüyor.

Bunlar en sonunda, yani milyarlarca yıl sonra, birleşip tek bir süper-evren oluşturabilirler. Eğer insanlar hâlâ var olursa, bu paralel dünyaların bazılarında gelen ikizleriyle tanışabilirler bile.

Sen bir yıldızsın!

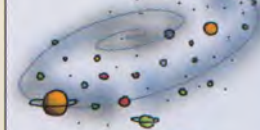
(Yani bir zamanlar öyleydin.)

Güneş Sistemimiz, Güneş ve yörüngesinde dolaşan gezegenler, Evrenin başlangıcından neredeyse 10 milyar yıl sonra kocaman bir yıldızın patlayarak...



... ardında bir toz ve gaz bulutu bırakmasıyla oluşmuştur.

Zaman içinde bu toz ve gazlar birleşerek Güneş ve gezegenler meydana gelmiştir. Ve sonunda da...



... biz.



Evren neye benzer?

Evrenin şekli hâlâ bir gizemdir. Bazı bilim insanları onun bir top gibi yuvarlak, bazılarıysa daha çok bir boruya ya da bir simide benzeyebileceğini düşünüyorlar.



Her şeyin yapıtaşı ne?

Evrendeki her şey, uzaktaki yıldızlardan ayağınızın altındaki yere kadar **atom** denen müthiş küçük parçalardan oluşur. Atomlar o kadar küçüktür ki çok güçlü cihazlar olmadan onları görmek imkânsızdır. Bu cümlemin sonundaki noktada yaklaşık 200 milyon atom bulunur.

Bir arada durmak

Atomlar neredeyse hiçbir zaman tek başlarına boşlukta süzülmez. Genellikle **molekülleri** oluşturmak üzere kümelenirler. Bütün maddeler atomlardan ya da daha sıklıkla moleküllerden oluşur.

Yalnızca bir çeşit atomdan oluşan ve daha basit parçalarına ayrılamayan maddelere **element** denir. Şimdiye dek keşfedilmiş 118 farklı atom çeşidi vardır, bu da 188 adet element olduğu anlamına gelir. Karbon, demir, alüminyum ve altın bunların yalnızca birkaç örneğidir.

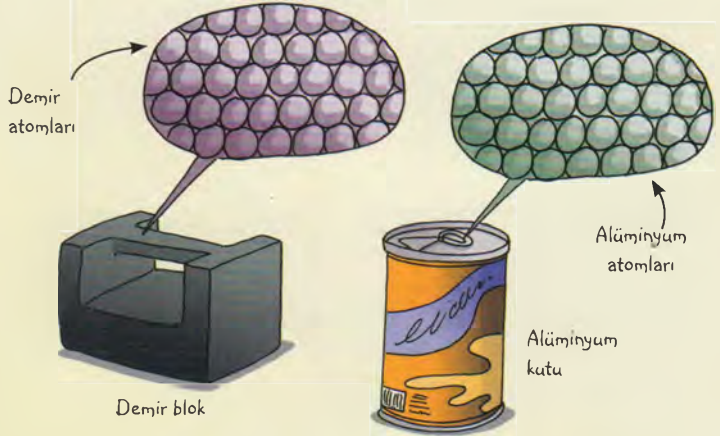
Babanla aynı yaştasın

Fizikçiler Evren'deki bütün atomların Büyük Patlama'da aynı anda yaratıldığına inanıyor. Bu, senin atomlarınla dinozor kemiklerinin, yeni doğmuş bir bebeğin ve düşünebileceğin başka her şeyin atomunun aynı yaşta olması demek.

Kaç yaşındasın sen?

Seninle aynı yaştayım.

Heey, ben de.



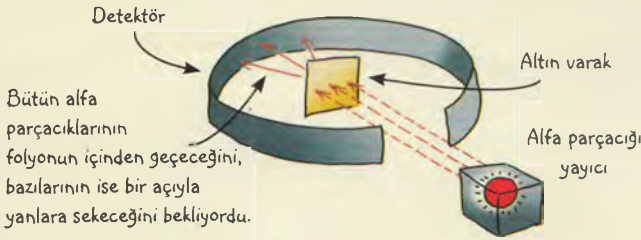
Ama maddelerin çoğunda farklı çeşit atomlardan oluşan moleküller bulunur. Örneğin su molekülleri hidrojen ve oksijen atomlarının birleşmesinden oluşur.

Daha da, daha da küçük

19. yüzyılın sonuna gelindiğinde, fizikçiler var olan en küçük şeylerin atomlar değil, daha da minik parçacıklar olduğunu fark etti. Bunların tıpkı bir kekteki meyveler gibi, bir atomun her yanına gelişi güzel dağılmış olduğunu düşündüler. Bu, 'üzümlü kek modeli' olarak biliniyordu.

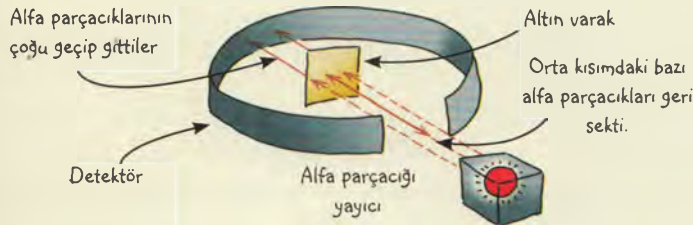
1909'da Ernest Rutherford adlı bir bilim insanı, ince bir altın folyoya (varak), alfa parçacıkları olarak da bilinen küçücük helyum atomlarıyla ateş ederek, bu modeli sınamaya karar verdi. Bunların altın varakın içinden düz bir doğrultuda geçmesini ya da sanki bir 'meyveye' (yani daha küçük parçacıklara) çarpmış gibi yanlara hafifçe sekmesini bekliyordu.

Rutherford ne olmasını bekliyordu?



Halbuki düzende sadece birkaç tane alfa parçacığı *geri sekti*. Sanki atomun ortasında çok yoğun bir madde bölgesine çarpmışlar gibiydi.

...Ne oldu?



Rutherford şaşırıp kalmıştı. Kendisi bunun bir peçete kâğıdına tüfekte ateş edip, kurşunun peçete kâğıdından geri sekip kendisini vurması kadar inanılmaz bir şey olduğunu söyledi. Rutherford'un neyi keşfettiğini öğrenmek için sayfayı çevir.



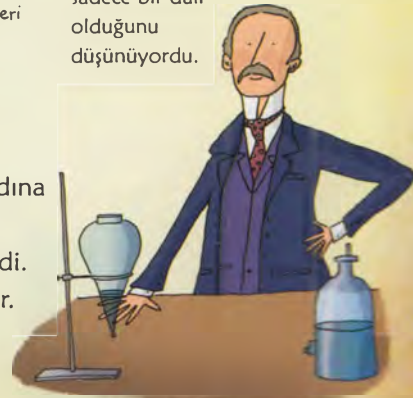
Eski bir fikir

Atom fikri Antik Yunan'da başladı. Felsefeciler, eğer bir maddeyi ikiye katlayıp sonra kessek, sonra tekrar katlayıp tekrar kessek ve aynı işlemi defalarca tekrar etsek ne olurdu sorusunu tartıştı. Bu işlemi sonsuza dek sürdürebilirler miydi? Yoksa artık daha fazla kesemeyecekleri bir şey mi bulurlardı?

Demokritus adlı bir felsefeci her şeyin bölünemez birimlerden oluştuğuna inanıyordu. Bunlara Eski Yunanca'da 'kesilemez' anlamına gelen *atoma* adını verdi.

Harika fizikçi: Ernest Rutherford 1871-1937

Ernest Rutherford'un çalışmaları, ona 1908'de kimya alanında Nobel Ödülü'nü kazandırdı. Kendisi kimyacı değil fizikçi olduğu için buna biraz şaşırdı. Ama bunun önemli olmadığına karar verdi. Zira kimyanın, 'tek gerçek bilim' olarak tanımladığı fiziğin sadece bir dalı olduğunu düşünüyordu.



Küçük ve büyük

Bütün atomlar küçüktür, ama bazıları diğerlerinden daha küçüktür. Çünkü diğerlerindeki kadar çok parçaları yoktur. En büyük atomların 100'den fazla elektronu vardır.

Atomun içinde ne var?

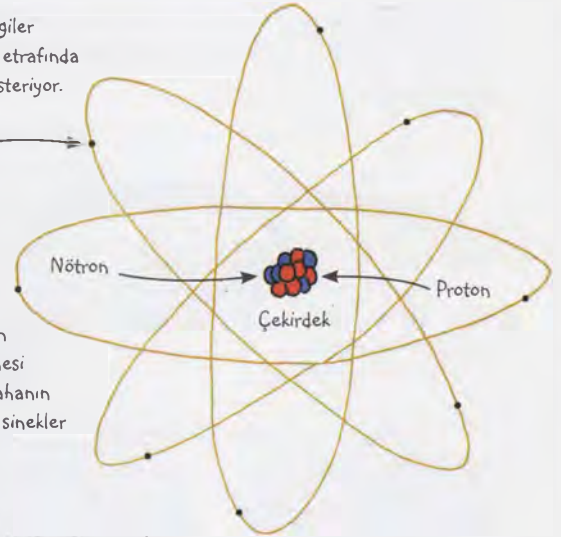
Atomun yapısı biraz küçültülmüş bir güneş sistemine benzer. Ortada Rutherford'un keşfettiği günümüzde **çekirdek (nükleus)** denen masif bir kısım bulunur.

Çekirdek bir top hâlinde bir araya sıkıştırılmış **proton** ve **nötron** denen küçük parçacıklardan oluşur. **Elektron** denen daha da küçük parçacıklar güneşin etrafında yörüngede dönen hızlandırılmış gezegenler gibi çekirdeğin etrafında hızla hareket eder.

Bu bir atom modeli. Çizgiler elektronların çekirdeğin etrafında nasıl hareket ettiğini gösteriyor.

Elektron

Bir atomun büyük kısmı aslında boşluktur. Eğer bir atom bir futbol sahası olsaydı, çekirdek sahanın ortasındaki bir üzüm tanesi olurdu, elektronlar da sahanın en kenarında vızıldayan sinekler olurdu.



Neden nesnelerin içinden yürüyüp geçemiyoruz?

Eğer her şey çoğunlukla boşluktan oluşuyorsa, sokak lambası direklerinin ya da başka şeylerin içinden neden yürüyüp geçemediğimizi merak ediyor olabilirsiniz.

Protonlar ve elektronlar birbirini çekerken, iki elektron birbirini iter. Bu yüzden alnınızın en dış kısmındaki elektronlarla sokak lambası direğinin dış kısmındaki elektronlar karşılaşıp birbirlerini iterler.

Zıtlar birbirini çeker

Atomların bir arada durmasının nedeni farklı parçacıkların birbirine doğru çekilmesidir. Hiç 'zıtlar birbirini çeker' sözünü duymuş muydunuz? Bu atom altı parçacıklar için kesinlikle doğrudur. Protonların **artı yükü**, elektronların **eksi yükü** vardır. Atomların dağılmamasının nedeni zıt yüklerin birbirini çekmesidir.

Herhangi bir elementin atomlarında aynı sayıda proton ve elektron bulunur, nötronların ise kendilerine ait elektrik yükü yoktur. Bu yüzden toplamda, atom **nötr**dür; ne artı ne de eksi yükü vardır.

Gıcık elektronlar!

Var olan en küçük şey?

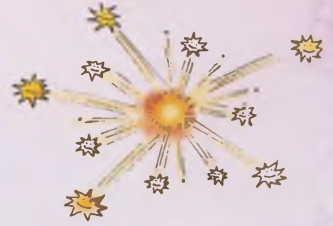
Yaklaşık 50 yıl öncesine kadar bilim insanları var olan en küçük madde parçalarının proton, nötron ve elektron olduğunu düşünüyordu. Ama daha sonra fizikçiler protonları ve nötronları daha da küçük parçalara bölmek için bir yolunu buldu. Bunu, parçacık hızlandırıcı denen bir makinenin içinde, bunları inanılmaz yüksek hızlarda çarpıştırarak yaptılar.

Bilim insanları artık protonların ve nötronların **kuark** denen akıl almaz derecede minik taneciklerden oluştuğunu, bunların da **gluon** denen daha da küçük taneciklerle birbirine yapıştığını biliyorlar.

Bir parçacık hızlandırıcının içi
Protonlar birbirlerine
doğru kuvvetle fırlatılır...



çarpıştıktan sonra etrafa
kuarklar saçılır.



Devam edecek...

En küçük parçacığı bulma arayışı hâlâ devam ediyor. Varlığından bile emin olmadıkları bir madde parçasını aramak için fizikçiler, İsviçre'deki Büyük Hadron Çarpıştırıcısı (BHÇ) denen bir parçacık hızlandırıcıyı yapmaya yirmi yıllarını harcadılar. Yine de aradıkları bu şeyin adını koydular: Higgs bozonu (tanecigi).



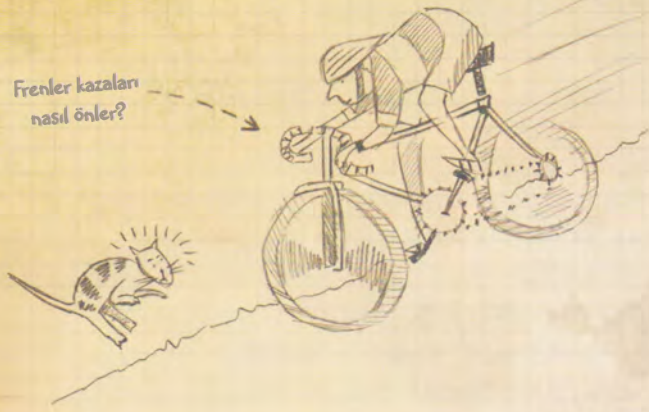
BHÇ'nin iç kısmı

Bilim insanları Higgs bozonunun Büyük Patlama'dan hemen sonra bir saniyenin bir kesri kadar küçük bir zaman diliminde var olduğunu düşünüyor. Bu yüzden bunu bulmak için BHÇ'yi Büyük Patlamanın küçültülmüş bir hâlini tekrar yaratmada kullanıyorlar.

Büyük Hadron Çarpıştırıcısı hakkında

- Büyük Patlama'yı tekrar yaratmak için BHÇ'nin inşa edilmesi şimdiye dek gerçekleşen en büyük bilimsel çabaydı.
- Eğer BHÇ olmasaydı internet de olmayabilirdi. Tim Berners-Lee interneti, BHÇ'nin tasarımına yardım eden Dünya'nın dört bir yanındaki bilim insanları daha hızlı bilgi paylaşabilsin diye yarattı.
- Eğer gerçekten varsa, Higgs bozonu o kadar önemlidir ki bazı bilim insanları buna 'Tanrı parçacığı' lakabını takmıştır.
- Bazı bilim insanları ilk kez çalıştırıldığında BHÇ'nin Dünya'yı yutabilecek dev kara delikler oluşturmasından korktular, ama neyse ki böyle olmadı.
- BHÇ yalnızca 10 gün çalıştırıldı, bu da Higgs bozonunu bulmaya yetecek kadar uzun bir süre değildi.

Frenler kazaları
nasıl önler?



Bu kovboy
kemendini
bıraktığında ne
olacak?



Sumo güreşçileri niçin yere
yakın olacak şekilde çömelir?

Su altına inerken neden
dalgiçların kulakları
tıkanır?



2. Bölüm

Kuvveti hisset



Kuvvet bir itme ya da çekmedir.

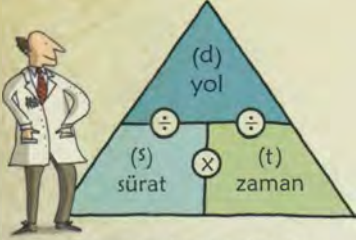
Kuvvetin kendisini göremezsin ama ne yaptığını görebilirsin. Kuvvetler bir şeyleri hareket ettirebilir ya da yönünü değiştirebilir; hızlandırabilirler de, yavaşlatabilirler de. Kuvvetler bir şeyleri sıkıştırabilir ya da şeklini değiştirebilir. Ama her ne yaparlarsa yapsınlar hep düz bir çizgi boyunca etki yaparlar.

Kuvvetler hepimizin üstünde her zaman etkimektedir.

Kuvvetler sıkça birbirinin etkisini götürür ve dengelenirler, bu yüzden bunları fark etmezsiniz. Ama dengelenmedikleri zaman daha belirgin hâle gelirler. Okumaya devam et ve farklı kuvvet çeşitlerini ve bunların neler yaptıklarını öğren.

Sürat üçgeni

Fizik, bir ölçümü, iki başka ölçümü biliyorsan, nasıl hesaplayacağını anlatan sözcük denklemleriyle doludur. Bunların çoğu bir 'sihirli üçgen' şeklinde çizilebilir.



Bulmaya çalıştığın ölçümün üstünü kapatırsan, karşında sana gereken denklem kalır.

Üstteki niceliği bulmak için,
alttaki iki niceliği çarparsın.
Yani:

$$d = s \times t$$

Alttaki niceliklerden herhangi birini bulman gerekirse, üsttekini alttaki diğer niceliğe bölersin. Yani:

$$s = \frac{d}{t} \quad \text{ve} \quad t = \frac{d}{s}$$

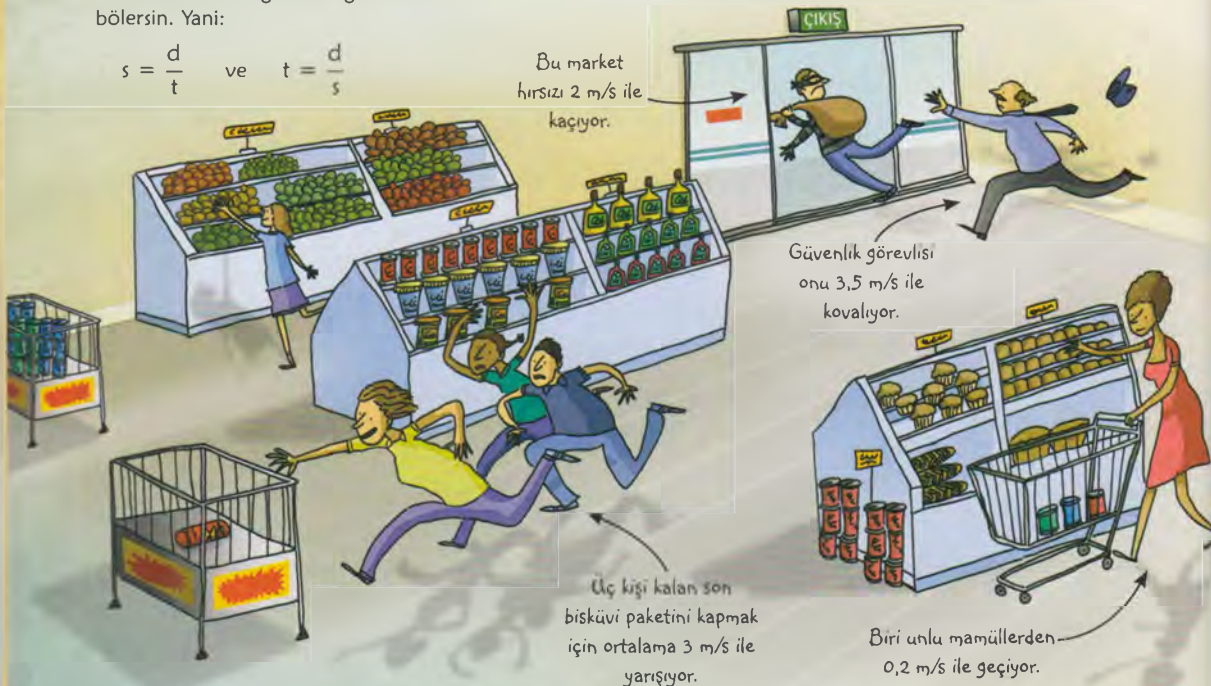
Sürat ve hareket

Bir süpermarkette bir market arabasını ittiğini düşün. İşte bu itirme bir kuvvettir. Bu kuvvetin sonucu, alışveriş arabasının hareket etmesidir. Eğer daha sert itersen, başka bir deyişle daha büyük bir kuvvet uygularsan, market arabası daha hızlı gidecektir. **Sürati** artacaktır. Peki ama market arabası tam olarak ne kadar süratle hareket ediyor? Ve sen kendin ne kadar süratle hareket ediyorsun?

Sûrat bir şeyin belirli bir *zamanda* aldığı *yolun* bir ölçüsüdür. Fizikçiler sürati saniye başı metre birimiyle, yani bir şeyin bir saniyede kaç metre yol aldığıyla ölçer ve (m/s) ile gösterirler. Sürati şu formülü kullanarak bulabilirsin:

$$\text{Sürat (s)} = \frac{\text{yol (d)}}{\text{zaman (t)}}$$

Bir süpermarketteki bu kişilerin her biri farklı bir süratle hareket ediyor:



Şimdi düşün ki süpermarkettesin ve kalan son bisküvi paketini SEN almak istiyorsun. Koridor boyunca 12 metre kayarak 3 saniyede buna ulaşıyorsun. Süratini hesaplamak için aldığın yolu, geçen süreye bölersin:

$$\text{sürat} = \frac{\text{yol}}{\text{zaman}} = \frac{12 \text{ metre}}{3 \text{ saniye}} = 4 \text{ m/s}$$

Bu, saniyede 4 metre süratle yol aldığın anlamına gelir.
Yani süpermarketteki herkesten daha hızlısın.

Hangi yöne?

Kuvvetlerin özelliği hep düz bir doğrultuda etkimeleridir. Fizikçiler bir şeyin belirli bir yönde ne kadar süratle hareket ettiğini anlatmak için hız (**v=velocity**) sözcüğünü kullanır. Tıpkı sürat gibi hız da m/s birimiyle ölçülür.

Bir şeyin sürati değişmese bile, yönü değişirse hızı da değişir. Ayrıca hız, süratin artması (ya da artan ivme) ya da süratin azalması (ya da azalan ivme) ile de değiştirebilir.

Artan ya da azalan ivme her saniye kere her saniyedeki metre olarak hesaplanır ve (hızın bir saniyede ne kadar değiştiğini göstermek için) m/s² olarak yazılır.

İvmeyi şu formülü kullanarak hesaplayabilirsin:

$$\text{ivme} = \frac{\text{son hız} - \text{ilk hız}}{\text{zaman}}$$

Güvenlik görevlisinden kaçmak için, araklayıcının daha hızlı koşarak (yönünü değiştirmeden) hızını 5 saniye içinde 0 m/s 'den 4 m/s 'ye çıkardığını varsayalım.

$$\text{ivme} = \frac{4 - 0 \text{ metre/saniye}}{5 \text{ saniye} = 4/5} = \frac{4}{5} = 0.8 \text{ m/s}^2$$

Yani hırsızın ivmesi çıkış kapısı yönünde her saniye kere her saniyede 0,8 metredir.

m/s mi, km/sa mı?

Otoyolda bir araba kolayca bir saniyede 33 metre yol alabilir. Ama arabalar uzun süre çok hızlı gidebildiği için, insanlar genellikle arabanın bir saatte (sa) kaç kilometre (km) yol alabildiğinden bahsederler.

Metreyi kilometreye dönüştürmek için 1000'e bölersin:

$$33 \text{ m} = 0.033 \text{ km}$$

Saniyeyi 60'la çarparak dakikaya, sonra tekrar 60'la çarparak dakikayı saate dönüştürürüz.

$$0.033 \times 60 \times 60 = 118.8$$

33 m/s ile 118.8 km/sa aynıdır.

Yavaşlama

Yavaşlama sırasındaki ivmeyi de tıpkı hızlanma sırasındaki ivmeyi hesapladığın gibi hesaplayabilirsin. İşte formülü:

$$\text{azalan ivme} = \frac{\text{başlangıç son hız} - \text{bitiş hızı}}{\text{zaman}}$$

Güvenlik görevlisi hırsızı yakaladığında, hırsızın hızının 4 m/s 'den 0 m/s 'ye düşmesi 10 saniye sürdü. O zaman hırsızın yavaşlama sırasındaki ivmesi neydi?

$$\text{azalan ivme} = \frac{4-0}{10} = \frac{4}{10}$$

$$\text{azalan ivme} = 0.4 \text{ m/s}^2$$



Yollarda neden hız sınırı vardır?

Gerçekten hızlı giden bir arabanın momentumu oldukça büyüktür. Bu, arabanın frenleri çok iyi olsa bile, yavaşlayıp durmasını zorlaştırır.

Hız sınırının üstünde yol alan bir arabanın hız sınırı içinde giden bir arabaya göre durması daha uzun sürecektir ve eğer bir yere çarparsa çok daha fazla zarara yol açacaktır.



Kütlesi kadar farklı

Bir farenin kütlesi bir file kıyasla çok daha küçük olduğu için, her ikisinin de aynı *momentuma* sahip olabilmemesinin tek yolu, filin gerçekten çok yavaş yürüyor olması; farenin ise neredeyse Evrendeki en hızlı şey olan ışık hızıyla fırlamış olmasıdır.



Kütleye dikkat

Birkaç gün sonra süpermarkete tekrar gittiğini farz et. Sen market arabasına bir fil, arkadaşın da bir fare koymuş olsun. İkiniz de aynı süratle balık tezgâhına doğru adeta koşuyorsunuz. Sence ne olacak?

Arkadaşın kendi market arabasını tezgâhın önünde güzelce durdurabilecektir. Ama sen market arabasının yönünü değiştirmenin ve durdurmanın inanılmaz derecede zor olduğunu fark edeceksin, bu yüzden senin market araban tezgâha çarpıp deniz ürünlerini etrafa saçacak.



Ama *neden*? Aynı hızla ilerliyordunuz hâlbuki. Senin çarpmanın sebebi market arabada bulunan filin muazzam cüsseli olması, yani çok büyük bir kütleye sahip olmasıdır. **Kütlesinin** çok büyük olması ise çok fazla miktarda **madde** içeriyor anlamına gelir. Çok miktarda kütlesi olan bir cisim, yüksek bir hızla hareket ettiğinde, aynı zamanda çok miktarda da momentum denen bir şeye sahip olur.

Peki Momentum nedir?

Momentum bir cismin belli bir yönde ne kadar *kuvvetlice* hareket ettiğinin ölçüsüdür. Eğer bir cismin çok miktarda kütlesi varsa (bir fil gibi), o zaman o cismi harekete geçirmek zordur, çünkü kütle miktarı bunu zorlaştırır.

Ama bir kez *harekete geçince* de, sahip olduğu kütlesi ve hareket hızı yüzünden o cismi yavaşlatmak ya da yönünü değiştirmek, o cismi en başta harekete geçirmekten daha da zor hâle gelir.

Bir nesnenin kütlesi ne kadar büyükse ve hızı ne kadar yüksekse momentumu da o kadar büyük olur. Ve tabii ki

fizikçiler bir nesnenin *tam olarak* ne kadar momentumu olduğunu bilmeye bayılırlar.

$$\text{momentum (p)} = \text{kütle (m)} \times \text{hız (v)}$$

Kuvvet için içine nerede girer?

Ta en başta alış veriş arabasını (içindeki fille beraber) harekete geçirmek için kuvvet gerekir. Ve durdurmak için de kuvvet gerekir. Market arabasını harekete geçirmeye yetecek kadar kuvvetli olabilirsin, ama çarpmayı durdurabilmek için büyük olasılıkla bir halterci gerekecektir. Market arabasının momentumu o kadar büyük olacaktır ki, arabaya ancak bir halterci durdurabilecek kadar büyük bir kuvvet uygulayabilecektir.

Kuvvet, (F) kg m/s² ya da daha yalın şekliyle **newton (N)** birimiyle ölçölür ve formölü şöyle:

$$\text{Kuvvet (F)} = \text{kütle (m)} \times \text{ivme (a)}$$

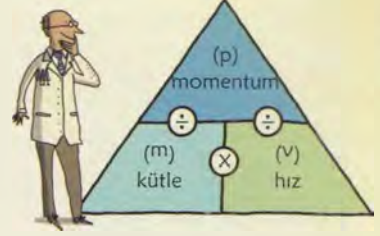
Eğer alış veriş arabasındaki filin kütleli 6000 kg olsaydı ve balık tezgähına doğru 0,2 m/s² ivme ile hızlanıyor olsaydı, araba çarptığında tezgähına ne kadar bir kuvvet uygulamış olacak?

$$\begin{aligned} \text{Kuvvet} &= \text{kütle} \times \text{ivme} \\ &= 6000\text{kg} \times 0,2\text{m/s}^2 = 1200\text{N} \end{aligned}$$

Yani, bu çarpmayı durdurmak için haltercinin arabayı 1200 newtondan daha büyük bir kuvvetle geriye doğru çekmesi gerekirdi.

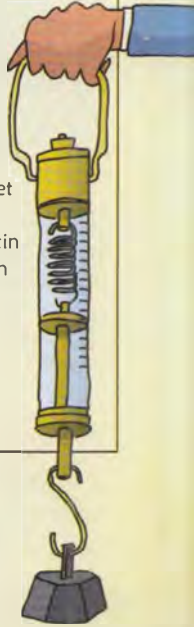
Momentum üçgeni

İşte momentumu, kütle ve hızı hesaplayabileceğin bir başka sihirli üçgen:



Kuvvetin ölçölmesi

Bir kuvvetin şiddeti **kuvvetölçer (dinamometre)** ile ölçöllebilir. Bu aracın, ucunda bir çengel tutturulmuş olan bir yayı vardır. Çengele bir kuvvet uygulandığında yay esner. Kuvvetin Newton cinsinden büyüklüğü kuvvetölçerin yan tarafındaki sayılardan okunabilir.



Kuvvet üçgeni

Kuvveti, kütle ve ivmeyi ise şu sihirli üçgeni kullanarak hesaplayabilirsin:



Farklı kuvvet çeşitleri

Bir market arabasını harekete geçirmek için kullandığın kuvvet bir 'itme' kuvveti örneğidir.

Eğer bir dolabın kapağını açmak isteseydin o zaman bir 'çekme' kuvveti kullanırdın. Aşağıda, sonuçları ve kaynaklarına göre başlıca bazı kuvvet çeşitleri gösteriliyor:

...itme ve çekme
Çoğu kuvvet bir tür itme veya çekmedir.



...sıkıştırma

Sıkıştırma bir şeyi ezerken üzerine uyguladığın kuvvettir.

...esneme

Esneme kuvveti bir şeyi gerdiğinde onun tekrar geri dönmesini sağlar, lastik gibi.



...döndürme

Bir kapı kolunu ya da bir kavanozun kapağını çevirdiğinde bir döndürme kuvveti uygularsın.

...elektrik

Yüklü parçacıkların birbirlerini çekmesi ya da itmesi elektrik kuvvetine neden olur. Durgun elektrik de bir elektrik türüdür. Bir balonu saçlarınıza sürdüğünüzde saçlarınızı diken diken yapan işte budur.



...manyetik

Mıknatısların birbirini çekmesini ya da itmesini sağlayan bu kuvvettir.

...gerilme

Gerilme, bir şey iki ucundan çekildiğinde o şeyin üzerinde oluşan kuvvettir. İp çekme yarışındaki ipteki olduğu gibi.



Sürtünme: Asıl sürtüşme burada

Şimdi tekrar süpermarkette olduğunu hayal et. Market arabasını şöyle iyice bir itip bırak araba koridor boyunca ilerlesin. Market arabası kendi kendine yavaşlayıp sonunda duracaktır. Bu sürtünmeden dolayı olur.

Sürtünme, arabanın tekerlekleri ile zemin arasında olduğu gibi, iki şey birbiriyle sürtüştüğünde ortaya çıkan kuvvettir. Harekete karşı koyar ve nesneleri yavaşlatır.

Eğer market arabasını dışarı çıkarıp çimenlerin üstünde sürmeye çalışsaydın, çok daha kuvvetli bir şekilde itmen gerekecekti. Pürüzsüz zemine göre daha pürüzlü olan çimler, tekerlekleri daha çok tutarak sürtünmeyi artırıp arabayı yavaşlatacaktı.

Bazen sürtünme gerçekten sinir bozucu bir engel olabilir, ama çoğu zaman harika bir yardımcı da olabilmektedir.

Sürtünmeyi alt etmek

Sürtünme, birbirine sürtün iki şey arası ince bir sıvı katmanı ya da kayganlaştırıcıyla ayrılırsa azaltılabilir.

Bilirsin, araba motoru tamir etmekte olan birinin elleri, işini bitirdikten sonra motor yağına bulanır. Bu motor yağı, motor parçalarının arasına sızarak, birbirleri üzerinden kolayca kayarak hareket etmelerine yardımcı olur.



Sürtünme olmasaydı ayakkabılarını bağlayamazdın. Bağcıklar öyle kaygan olurdu ki birbirinin üstünden kayıverirdi.



AHHH!



Sürtünme olmasaydı frenler çalışmazdı, bu yüzden çok daha fazla kaza olurdu.

Eğer hiç sürtünme olmasaydı her yerde kayıverirdin ve ayakta duramazdın...



... ama düştüğünde de dizlerin çizilmezdi.

Hiç kapı ya da tekerlek gıcır-damasından rahatsız oldun mu? Bu sesin nedeni hareketli parçalar arasındaki sürtünmedir.



GICIRT

Kanunlar böyle!

Harika fizikçi: Isaac Newton 1642 – 1727

Isaac Newton gelmiş geçmiş en etkili bilim insanlarından biriydi. Yerçekimini açıkladı. "kalkülüs" olarak bilinen bütünyle yepyeni bir matematik hesaplama yöntemini icat etti ve hareket kanunlarını keşfetti. Kuvvet ölçüm birimine onun anısına Newton adı verildi.

Newton'un kuvvetlerle ilgili çalışmalarından önce birçok insan hâlâ Antik Yunan felsefecisi Aristo'nun geliştirdiği bir hareket kuramına inanıyordu.

Aristo farklı maddelerden oluşan maddelerin farklı şekillerde hareket ettiğine inanıyordu. Toprakten oluştuğu için taşların yeryüzüne düştüğünü, çoğunlukla havadan oluştuğu için dumanın gökyüzüne yükseldiğini düşünüyordu.

Yumurtanın eylemsizliği

Sıvıların da eylemsizliği vardır (sağ tarafa bakın). Çiğ bir yumurtayı bir tabağın içinde döndürmeyi dene. Parmaklarınla dönmelerini durdurup hemen bırak. Tekrar dönmeye başlayacaktır, çünkü kabuğun içindeki sıvı hâlâ dönmeye devam ediyordur.



300 yılı aşkın bir süre önce, Isaac Newton kuvvetleri araştırdı ve eşyanın nasıl hareket ettiğini açıklayan bir dizi kanun olduğunu keşfetti. Bu kanunlar, yeryüzünde tekmelenmiş olan ilk topta geçerli olduğu gibi, en yeni spor araba için de aynen geçerlidir. Bunlar **Newton'un Hareket Kanunları** olarak bilinir.

1. Kanun: Değişmeyeceksin

Newton'un ilk gözlediği şey şu oldu: *hareket etmeyen bir şey, üzerine bir kuvvet uygulanmadığı müddetçe, durmaya devam edecek, hareket etmeyecektir.* Yerde öylece duran bir top kendi kendine gol olmayacaktır, birinin ona vurması lazım.



Bunun böyle olacağı zaten belli. Ama bu ilk kanun ayrıca, *bir şey bir kez harekete geçince, onu başka bir kuvvet durdurana dek durmadan hareket etmeye devam edeceğini* de söylüyor.

Bu yüzden, bir futbol topu kalenin ağına çarpıncaya, kaleci topu yakalayınca ya da Dünya'nın çekim gücü topu aşağı çekip sürtünme gücü topun çimlerin üstünde yuvarlanmasını durduruncaya dek, havada süzölmeye devam edecektir.

Başka bir deyişle, *nesneler hız değişimine karşı koyarlar;* yani kendi kendilerine hızlanmaz, yavaşlamaz ya da yön değiştirmezler. İşte buna **eylemsizlik** denir.

2. Kanun: Kuvvet tanımı

Newton'un ikinci kanunu kuvvetin ne olduğunu tanımlar ve *"bir şeyin hızını değiştirmek için gereken kuvvet o şeyin kütlesine bağlıdır"* der. Bu aslında başka deyişle **kuvvet = kütle x artan ivme** demektir.

İçinde bir fare olan bir market arabasını hafifçe itersen, zemin üstünde hemen hareket edecektir. Ama daha güçlü bir şekilde itersen, bu sefer çok daha hızlı hareket edecektir. Demek ki, *daha büyük kuvvetle itildiklerinde cisimler daha çabuk hızlanırlar yani ivmelenirler.*

İçinde fil olan bir market arabasının aynı hızda gitmesini sağlamak içinse, çok daha büyük bir kuvvetle itmen gerekirdi. Yani, *itilen cismin kütlesi ne kadar büyükse, aynı miktarda hız kazanması için, o kadar fazla kuvvetin ona uygulanması gerekir.*

Bir şeye ne kadar büyük kuvvet uygulanırsa, o kadar fazla hızlanacak, yani ivmelenecektir. Bir şeyin kütlesi ne kadar büyükse, o şeyi ivmelenmek için gereken kuvvet de o kadar büyük olacaktır.



Korkutmayan denklem

Kütlesi 700 kg olan bir fili, 5 m/s^2 ile ivmelenmek için gereken kuvvet, işte şöyle hesaplanır:

$$F = m \times a \quad F = 700 \times 5$$

$$F = 3500 \text{ N}$$

Peki, kütlesi 0,05 kg olan bir fareyi aynı ivmeyle hareket ettirmek için gereken kuvvet ne kadardır?

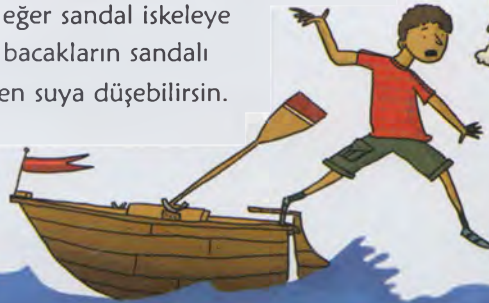
3. Kanun: Her itmeye bir çekme

Newton'un üçüncü kanunu der ki, *"Bir şey üzerine bir kuvvet uygulandığında, bu kuvvetle aynı büyüklükte ama zıt yönde etki eden mutlaka başka bir kuvvet devreye girer."*

İlk iki kanun oldukça anlaşılır, ama bu kanun biraz tuhaf gelebilir. Bir kere sen arabayı iterken araba da seni itmez, değil mi? Yoksa itiyor mu gerçekten?

İskelele yaklaşmış bağlanmış bir sandaldan inmekte olduğunu hayal et. Sen iskelele doğru adımını atarken, bacaklarından gelen kuvvet sandalı, suyun içine ve senden geriye doğru iter. İşte aslında sen iskelele çıkarken sana gereken ileri adım atma kuvvetini sağlayan bu geriye doğru itilen sandaldır. Ama tabi eğer sandal iskelele bağlanmamışsa, o zaman bacakların sandalı çok fazla geriye iteceğinden suya düşebilirsin.

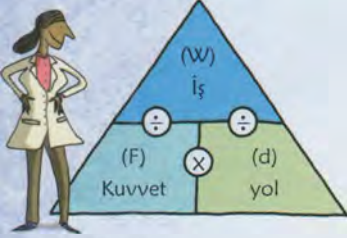
Sana hep ne diyorum: her etkiye karşılık, onunla eşit ve ona zıt yönde mutlaka bir tepki vardır.



Daha çok iş yap!

İş üçgeni

İşte sana iş, kuvvet ve yoldan ikisini kullanarak diğerini hesaplayabileceğin sihirli üçgen:



Tüm bu fizik kanunlarına göre, bir şeyi 'hareket ettirmek' için kuvvet uyguladığında **iş** yapıyor olursun. Ne kadar büyük kuvvet uygularsan ya da bir nesneyi ne kadar uzağa hareket ettirsen, o kadar çok iş yapmış olursun.

Yani, fiziğe göre, bir çikolatayı masadan kaldırıp yediğinde, fizik kitabındaki bir soruyu çözmekten daha fazla iş yapmış sayılırsın.

Fizikçiler, işin ne olduğunu bu şekilde tanımladıkları gibi, yapılan iş miktarını da ölçmenin bir yolunu bulmuşlardır. Yapılan iş miktarının ölçüm birimi olarak da Newton metre (Nm) de denen **Joule (J)** kullanırlar. Formülü de İngilizceleriyle şöyle:

$$\text{İş (W)} = \text{Kuvvet (F)} \times \text{yol (d)}$$

Korkutmayan denklemler

Saçını kaşımak için, bir kalemi 0,5 N kuvvet uygulayarak 40 cm (0,4 m) kaldırdığında ne kadar iş yapmış olursun?



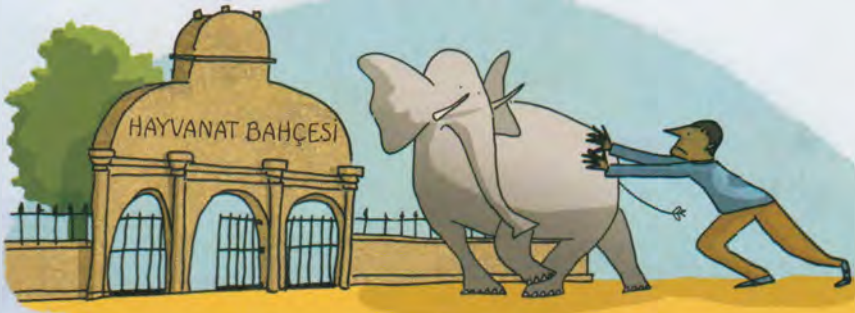
Cevabını aşağıdan kontrol et.

Dolaştırıp durduğun koca filden artık bıktığını farz et. Artık onun hayvanat bahçesine dönmesini istiyorsun; ama o gitmek istemiyor, bu yüzden ta oraya kadar itmek zorunda kalıyorsun.

Uygulamak zorunda olduğun kuvvet miktarı 400 N, hayvanat bahçesi ise 100 m ileride. Ne kadar iş yapman gerekecek?

$$\text{İş} = \text{kuvvet} \times \text{yol} = 400 \text{ N} \times 100 \text{ m} = 40.000 \text{ J}$$

40.000 Joule'lük bir iş yapman gerekiyor ki bu, Dünya'nın en güçlü haltercisi için bile çok zor. Ama umutsuzluğa kapılma. Okumaya devam et ve fizik bu konuda sana nasıl yardım edebileceğini gör...



$$\text{Korkutmayan yanıt: } W = F \times d \quad W = 0,5 \times 0,4 \quad W = 0,2 \text{ J}$$

Fizik kolaylaştırır

Fili hayvanat bahçesine kadar *itmek* çok zor olduğuna göre onu oraya bir *market arabasının içinde sürerek götürmeyi* deneyebilirsin. Arabayı itmek, fili itmekten daha kolay olur, çünkü market arabası işi kolaylaştıran bir makinedir.

Fiziğe göre bir **makine**, işi yapmayı kolaylaştıran bir şeydir. Çoğu insan her gün farkına varmadan bir sürü makine kullanır.

İşte bazı çok basit makineler. Bir kez farkına varınca artık makineleri her yerde görmeye başlayacaksın.

Eğik düzlem

Eğik düzlem eğimli bir yüzeydir. Bir şeyi eğik düzlemde yukarı çıkarmak, onu doğrudan yukarı çekmekten daha kolaydır. Tıpkı bir tepeye eğimli bir patikadan yürüyerek çıkmanın, tepenin sarp kısmından yukarı tırmanmaktan daha kolay olması gibi.



Takoz

Takoz kenarından bakıldığında üçgen şekli olan bir çeşit eğik düzlemdir. Balta gibi bazı türleri cisimleri parçalamada, kapı tamponu gibi türleri ise cisimlerin hareketini önlemede kullanılır.



Tekerlek

Tekerlek bütün makinelerin en basitlerinden biridir. Bir şeyleri yerde sürükleyerek götürmekten tekerlek kullanarak taşımak daha kolaydır, çünkü tekerlek döner ve bu şekilde sürtünmenin etkisi azalır.

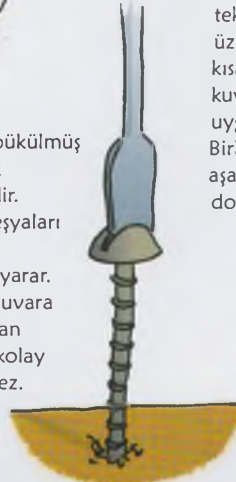


Makara

Makara ucuna ip tutturulmuş bir tekerlektir. Makara da uzun bir mesafe üzerine uygulanan küçük bir kuvveti; kısa mesafe üzerine uygulanan büyük bir kuvvete dönüştürür. Ama makara, onunla uyguladığın kuvvetin yönünü değiştirir. Birbirine bağlı bir makara takımı, sen ipi aşağı doğru çekiyor olsan da, bir fili yukarı doğru kaldırmaya yardımcı olur.

Viçda

Viçda bükülmüş bir eğik düzlemdir. Vidalar eşyaları bir arada tutmaya yarar. Bir rafı duvara vidalarsan kolay kolay düşmez.



Kütleçekimi: Ne kadar da çekici

Newton ve elma



Kütleçekimi kuvvetini Isaac Newton keşfetmedi, ama bunun ne olduğunu ilk açıklayan kişi oydu.

Öyküye göre ağaçtan bir elma kafasına düştü; o anda bu elmayı Dünya'ya doğru çeken bir kuvvetin olduğunu tahmin etti.

Kütleçekimi nesneleri birbirine doğru çeken bir kuvvettir. Bir şeyi havadan bıraktığında kütleçekimi bunun yere düşmesine neden olur. Kütleçekimi olmasaydı bıraktığın şey öylece havada asılı kalırdı.

Kütlesi olan her şeyin bir çekim gücü vardır, ama sadece her şeyi kendilerine doğru çeken Güneş, Dünya ve diğer gezegenler gibi gerçekten çok büyük kütleli nesnelerin çekim güçlerini fark edebiliriz.

Uzayda da, biraz daha az olsa da, kütleçekimi vardır ve buna mikroçekimgücü denir. Dünya'nın etrafında dönüp duran uzay istasyonu da aslında her an Dünya'ya düşmektedir ama Dünya'nın yuvarlaklığına tam denk bir hızla (saatte 28.200 km) ilerlediği için hiç yere düşmez. Lunaparktaki adrenaline binen biri, asansör tam aşağıya düşecekken bir topu serbest bıraksa, topla aynı hızda yere inecek ve bu sırada topu, önünde havada asılıymış gibi görecektir. Buna ağırsızlık denir ve uzay aracının içinde olan da aslında budur.

Uzayda uza

Uzayda astronotların boyları uzar, çünkü ağırlıksız bir ortamdırlar ve Dünya'da omurgalarındaki diskleri sıkıştıran ağırlık ve ters yönde yerin uyguladığı kuvvet çifti burada onlara etkimiyordur.



Kütleçekiminde



Mikroçekimde

Aynı şekilde, aslında Ay da her an Dünya'ya düşmekte, ama o da Dünya'nın yuvarlaklığı ile tam denk gelecek şekilde çok büyük bir hızla hareket ettiği için Dünya'ya hiç çarpmıyor.

Ağırlığın ne kadar?

Dünya'nın yüzeyinde, kütleçekiminin çekmesinden dolayı her şey yaklaşık 10 m/s^2 ile aşağıya doğru ivmelenir. Sana ağırlığını veren de işte budur, **ağırlık** aslında Dünya'nın çekim gücünün senin üzerine uyguladığı kuvvettir. 'Ağırlık' ölçen tartılar ise aslında (kg cinsinden) kütleyi ölçmektedir.

Dünya'daki ağırlığımızı hesaplamak için kütlemizi Dünya'nın kütleçekiminin üzerimizde oluşturduğu ivme ile (10 m/s^2 ile) çarpmalıyız.

Eğer kütlen 50 kg ise ağırlığın ne kadardır?

$$\begin{aligned} \text{Kuvvet (ya da ağırlık)} &= \\ \text{kütle (kg)} \times \text{kütleçekimden kaynaklanan ivme (m/s}^2\text{)} &= \\ &= 50 \times 10 = 500\text{N} \end{aligned}$$

Yani Dünya'daki ağırlığın 500 newtondur.



Kütle-sel bir fark

Kütle bir nesnedeki madde miktarıdır. Bu sabittir (hiç değişmez).

Ağırlık kütleçekiminin bir nesneyi ne kadar şiddetli çektiğini ölçer. Bu, nesnenin nerede olduğuna bağlı olarak değişen bir kuvvettir.

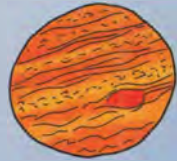
Farklı gezegenlerde ağırlığımız ne kadar olurdu?

Ağırlığın, Dünya'da 500N olsa...

... Mars'ta (kütleçekimi düşük küçük bir gezegende) 89N...



... Jüpiter'de ise (kütleçekimi yüksek devasa bir gezegende) 1182N olur.

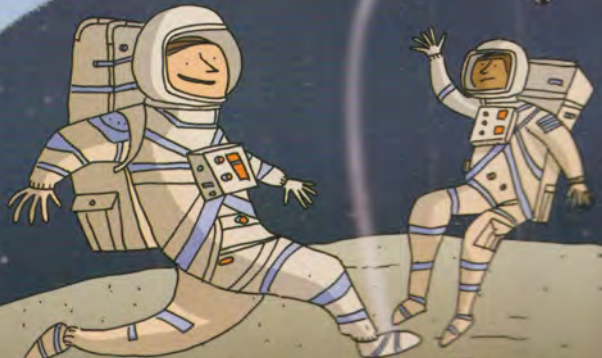


Hızla kilo vermenin yolu

Çok yüksek bir binanın tepesine çıkmış olsaydın, ağırlığın yer seviyesindekinden birazcık daha az olurdu, ama daha zayıf görünmezdin. **Kütle**n değişmez ama **ağırlık**ın değişirdi, çünkü uzaklık arttıkça kütleçekimi zayıflar. Dünya'nın merkezinden uzaklaştıkça, seni daha az çeker.

Dünya'dayken ağırlığının çarpıcı şekilde değişebilmesi için, Dünya'dan yeterince uzaklaşmak zordur. Ama eğer Aya gitmiş olsaydın, Dünya yerine Ay'ın kütleçekimi ile tartılır ve ağırlığın da altı kat daha az çikardı.

Ay, Dünya'dan altı kat daha küçüktür. Bu yüzden de kütleçekimi Dünya'ninkinin altıda biri kadardır. Bu yüzden Ayın yüzeyinde olsaydın, altı kat daha yükseğe sıçrayabilir ve bir topu da çok daha uzaga atabilirsin.



Ya hiç hava olmasaydı?

Hava direnci olmasaydı, büyüklükleri ya da kütleleri ne olursa olsun, her şey tam tamına aynı ivmeyle yere düşerdi.

1971 yılında bir astronot atmosferi olmayan Ayda bir çekiç ve bir kuş tüyünü elinden bırakarak bunu denemeye karar verdi. Ayda hava direnci olmadığı için ikisi de aynı hızla ve aynı anda yere düştüler.



Kuvvetler: ölüm kalım meselesi

Nesneler ne kadar yüksekten düşerse kütleçekimi kuvvetinin bunları ivmelendirmesi için o kadar çok imkânı olur. Yanındaki bir arkadaşın bir bozuk parayı kafana düşürse canın çok acımaz. Ama bunu bir gökdelenin tepesinden kafana düşürse, kafana bir mermi hızında çarpar ve seni çok fena yaralayabilirdi.

Düşen şeyler sonsuza dek hızlanmaya devam etmez. Bozuk para düşerken hava buna sürtünür ve yavaşlatır. Buna **hava direnci** denir; bu bir tür sürtünmedir.

Eninde sonunda hava direnci düşme kuvvetine (yani ağırlığa) eşit hâle gelir ve bozuk paranın ivmelenmesi durup düşmeye sabit hızla devam eder. Bu doğal sürat sınırına **son noktadaki hız** denir.

Eğer biri, bir uçaktan paraşütsüz atlamış olsaydı, yaklaşık 59 m/s'lik son hıza ulaşıncaya dek ivmelenirdi. Bu o kadar hızlıdır ki, bu hızla yere çarpar çarpmaz kişi ölür. Ama eğer bir paraşütü olursa, havanın itebileceği daha geniş bir alan olur. Bu fazladan hava direnci, son nokta hızını azaltıp yaklaşık 5,4 m/s 'ye düşürür, böylece kişi yumuşak bir şekilde yere iner.

Dirence direnmek

Paraşütlerin ispat ettiği gibi, hava direnci gerçekten çok faydalı olabilir. Ama insanlar bazen havanın kendilerini yavaşlatmasını istemezler.

Havanın itebileceği fazla alan olmasın diye, hızlı giden jet uçakları pürüzsüz, düzgün biçimli ve sivri uçlu yapılırlar.



Dön dolaş aynı yere gel

Nesneler kuvvetlerden dolayı hareket ediyor ve bu kuvvetler hep düz bir doğrultuda etki ediyorlarsa, o zaman nesneler nasıl oluyor da dairesel bir şekilde hareket edebiliyorlar? Cisimlerin bu şekilde hareket edebilmelerinin nedeni, dönüp duran şeyleri, döndükleri yörüngenin merkez noktasına doğru çeken **merkezcil kuvvettir**.

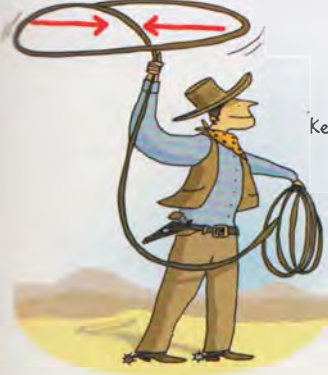
Kement çeviren bir kovboy olduğunu farz et. Elin kemende merkezcil kuvvet uygulayarak onu içeri doğru çeker. Kuvvetin kendisi düz bir doğrultuda etkise bile, kement döndükçe hızının yönü sürekli değişir. Eğer elinin uyguladığı merkezcil kuvvet olmasaydı, kement bir yuvarlak çizerek şekilde hareket edemezdi. Bu yüzden (bir ineği ya da haydudu yakalamak için) bıraktığında kement düz bir doğrultuda fırlar.



Kendin gör:

Merkezcil kuvvet

Bir atkıyı kement gibi çevirmeyi dene. Elin atkıyı içeri doğru çeken merkezcil kuvveti sağlar. Atkıyı bırakırsan, kütleçekimi onu aşağı çekene dek atkı düz bir doğrultuda hareket etmeye devam edecektir.



Kemendi çevirmek...



... ve bırakmak.

Eğer hızla dönen bir lunapark oyuncağına bindiysen, oyuncağın merkezinden uzağa, dışarı doğru çekiliyormuş gibi hissetmişsindir. Aslında bu hissettiğin eylemsizliktir; oyuncağın senin üzerine sürekli uyguladığı merkezcil kuvvete bedeninin gösterdiği karşı kuvvet, yani dirençtir.

Bu dönen oyuncak içinde dairesel bir yörünge etrafında hareket ettiğinden dolayı eylemsizliğin etkilerini sürekli hissedersin, çünkü sürekli yön değiştirmektesin. Bu eylemsizlik, aslında hiç de bir kuvvet olmasa da, **merkezkaç kuvveti** olarak isimlendirilir.

Kendin gör:

Merkezkaç kuvveti

Bir arkadaşınla el ele tutuşup dönmeye başlayın. Saçlarınızın arkanızdan dışa doğru uçuştüğünü ve sanki dışarı doğru çekiliyor gibi hissettiğinizi fark edeceksiniz.



Bir denge hareketi



Balesel denge

Balerinler oldukça uzun süre hep tek ayak üstünde dururlar. Kollarıyla da bir sürü güzel figürler yaparlar.

Ancak bu kol hareketleri sadece süs için değildir; ağırlık merkezlerini değiştirerek dengelerini sağlamalarına yardım eder.



Eğer bir merdiveni en ucundan tutup kaldırmayı dersen, merdivenin ağırlık merkezinden oldukça uzakta olurdun, bu durumda merdivenin tamamını yerden kaldırmak çok zor olurdu. Ama merdiveni ortasından tutarsan kaldırmak çok daha kolay olur.

Kütleçekimi bizi sürekli aşağıya doğru çektiği için dik durmak her zaman kolay değildir. Hele bir tek ayak üzerinde dengede durmayı dene, bakalım bu şekilde ne kadar süre durabileceksin.

Dengede kalma tamamıyla fizikçilerin **kütleçekim (ağırlık) merkezi** dediği bir şeyle ilgilidir.

Ağırlık merkezi nedir?

Dünya'nın kütleçekimi (bedeniniz gibi) bir nesnedeki bütün parçacıkları, o nesnenin kütlelerine bağlı bir kuvvetle aşağı doğru çeker. Her ne kadar bu kuvvet her parçacığı çekse de, bütün parçacıklara uygulanan bu kuvvetlerin birleşik etkisi, sanki yalnızca tek bir hayali noktadan aşağı çekiymiş gibi görünür. Fizikçiler buna 'ağırlık merkezi' adını vermiştir.

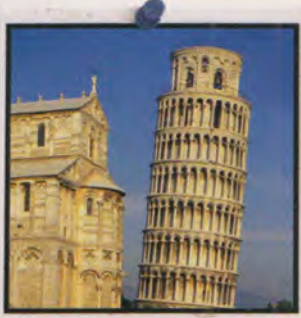
Ağırlığı olan her nesnenin bir ağırlık merkezi vardır. Bir nesnenin ağırlık merkezi, nesnenin tabanının tam üzerinde olduğu sürece, nesne sabit durabilecektir. Ama bazen ağırlık merkezinin tabanın dışına sarktığı durumlar da olabilir.

Kaba birinin seni ittiğini farz et. Eğer iki ayağının üstünde sınıksız ayakta duruyorsan, yerinden oynamazsın. Ama şimdi de kamp malzemeleriyle dolu ağır bir sırt çantası taşıdığını düşün. Bu durumda ağırlık merkezin arkada kalacağından büyük olasılıkla devrilirsin.



Dik duruş

Bir şeyin ağırlık merkezi ne kadar aşağıda ise onu devirmek o kadar zor olur. Çünkü merkezi tabanın dışına çıkarmak için cismi, epeyce yana yatırmak gerekecektir. İşte bazı örnekler:

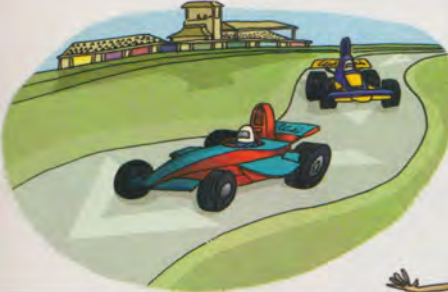
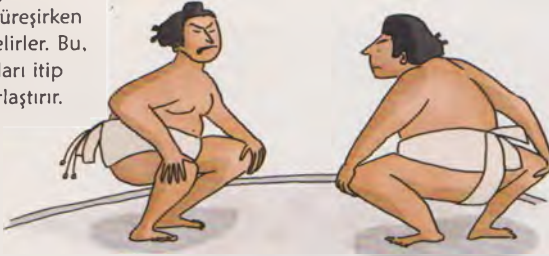


Eğik Pisa Kulesi

Pisa Kulesi oldukça eğik olması ile ünlüdür. Bilim insanları eninde sonunda yıkılacak diye endişeleniyorlardı. Bu yüzden ağırlık merkezini aşağıya çekmek için kulenin altına fazladan kütle eklediler.

Düzeltilmeyi deneyebilirlerdi, ama o zaman yalnızca sıradan bir kule olurdu.

Sumo güreşçileri birbirleriyle güreşirken genellikle çömelirler. Bu, rakiplerinin onları itip devirmesini zorlaştırır.



Yarış arabaları alçak yapılıdır. Bu, keskin dönemeçlerde devrilmelerini önler.

Sörfçüler sörf tahtalarının üstünde iyice çömelir ve dengelerini korumak için kollarını sıkça bir o yana bir bu yana sallarlar.



Kendin gör:
ağırlık merkezi

Boş bir plastik şişeyi devirmeyi dene. Boş şişeyi devirmek oldukça kolay olacaktır.



Bir de bunu şişe yarısına kadar suyla doluyken dene. Bunu devirmek daha zor olacaktır, çünkü sudan dolayı şişenin altı daha ağır olacaktır, yani ağırlık merkezi daha aşağıda olacaktır.



Şimdi şişeyi ağzına kadar suyla doldur. Onu devirmek yine kolay olacaktır. Çünkü su bütün şişeyi dolduracak, ağırlık yayılacak ve ağırlık merkezi yine yüksekte olacaktır.



Basınç altında

Basıncı yay ki...

Karlı yerlerde insanlar bazen geniş tabanlı kar ayakkabıları giyer. Bu ayakkabıların yüzey alanları geniş olduğu için insanların yumuşak kara batmalarını önler.



Develerin çölde kuma batmamalarını sağlayan çok geniş ayakları vardır.



Bir sihirbaz bir çivi yatağına nasıl yatabiliyor?

Bazı sihirbazlar bir çivi yatağına yatarak izleyicilerini hayrete düşürür. Bu çok acı verici görünebilir ama aslında o kadar da acıtmaz, yeter ki ağırlıklarını yaymalarına yetecek kadar çok çivi olsun.

Eğer bir sihirbaz tek bir çivinin üstüne yatsaydı, bedeni bunun üstüne çok fazla basınç uygular ve sırtında kötü bir çivi deliği açılırdı.



Bir kuvvet, küçük bir alana farklı, büyük bir alana farklı etki edebilecek şekilde uygulanabilir. Başparmağını bir tahta parçasının üstüne bastırmayı dene. Herhalde tahtayı azıcık bile çökertemeyeceksin. Ama aynı kuvvetle bir raptiye bastırırsan, raptiye tahtanın içine girecektir.

Bunun nedeni parmağının itişinin daha küçük bir alan (iğnenin ucu) üzerinde yoğunlaşmış olmasıdır ki bu, tahtaya uygulanan basıncın şimdi daha büyük olduğu anlamına gelir.



Basınç, belli bir alan üzerinde uygulanan kuvvet miktarıdır. Metrekare başına düşen newtonla (N/m^2) ölçülür, buna bazen paskal (Pa) da denir. Formülü de şöyledir:

$$\text{Basınç (P)} = \frac{\text{Kuvvet (F)}}{\text{Alan (A)}}$$

Başparmağının temas alanı $2cm^2$ ($0,0002m^2$) ise ve başparmağınla 2N kuvvetle itersen, ne kadar basınç uygulamış olursun?

$$\text{Basınç} = \frac{\text{kuvvet}}{\text{alan}} = \frac{2N}{0,0002m^2} = 10.000N/m^2$$

$10.000N/m^2$ ile $10N/cm^2$ aynıdır, yani başparmağın o kadar da çok basınç uygulamıyor.

Şimdi, parmağın yine 2N'luk bir kuvveti bu sefer ucunun alanı yarım milimetrekare ($0,0000005m^2$) olan bir raptiyeye uygularsa, yüzeye ne kadar basınç uygulanmış olur?

$$\text{Basınç} = \frac{\text{kuvvet}}{\text{alan}} = \frac{2N}{0,0000005m^2} = 4.000.000N/m^2$$

Raptiye metrekare başına dört milyon newton ya da $4000N/cm^2$ basınç uygular ki, bu doğrudan parmağınla uyguladığın basıncın tam 400 katıdır.

Basınç bir yerinin kanamasına nasıl yol açar?

Başka şeylere basınç uygulayan yalnızca katılar değildir. Sıvılar da her zaman içinde bulundukları kabın kenarlarını iterek dışarı çıkmaya çalışır.

İçindeki kan da böyle sıvılardandır. Kalbin bedeninin her yanına kan pompalar. Kanın sürekli dışa doğru iterek çıkmak ister ama toplar ve atardamarların kanı içeride tutar. Bir yerin kazara kesilse, kan bu kesikten kaçabilir ve yaran kanar.

Gazlar da basınç uygular. Atmosferdeki hava üzerimize, çok büyük bir basınç uygular. Bedenlerimizin içinde bulunan sıvı ise eşit bir basınçla bunu geri iter. Öyle olmasaydı havanın ağırlığıyla ezilip ölürdük.

Kendin gör: basınç

Bir makasla, boş bir alüminyum içecek kutusunun kenarına, biri kutunun üst diğeri alt kısmına yakın iki delik aç. Delikleri yapışkan bantla kapat ve kutuyu suyla doldur.

Kutuyu bir lavabonun kenarına koyup bantları çıkar.



Suyun alttaki delikten üstteki delikteğine göre daha uzağa fışkırdığını bulmalısın. Çünkü buradaki su daha fazla basınç altındadır. Bu basıncın nedeni ise üzerindeki suyun ağırlığıdır.

Basınç ile ilgili sorunlar

Suda biraz derine daldığında kulakların ağrıyabilir. Bunun nedeni su moleküllerinin hava moleküllerine göre birbirine daha yakın ve sıkışık olmasıdır. Bu yüzden su senin üzerine daha fazla basınç uygular.

Su ne kadar derinse basınç o kadar fazla olur. İnsanların normal dalış kıyafeti ile dalabilecekleri derinliğin bir sınırı vardır. Belirli bir noktadan sonra sert basınç tulumu olmayan bir dalgıç, normal kıyafeti içinde ezilecektir.

Basıncıdaki ani değişiklikler insanları çok hasta edebilir. Çok derine dalan dalgıçlar bedenlerinin değişime uyum sağlaması için yukarı dönerken düzenli olarak dururlar.

Bazı derin deniz balıklarının vücutları okyanusun böylesine derindeki yaşama o kadar uyumludurlar ki basıncın daha az olduğu yukarı kısımlarda hayatta kalamazlar. Dalgıçlar nadir bulunan okyanus dibi canlılarını incelemek için yüze çıkarmayı denediler, ama bunların vücutlarının içinden dışarı doğru olan basınç o kadar yüksektir ki, yüze çıkarılınca patladılar.



Tahta neden yüzer?

Hacmi ölçmek

Hacim metre-küp (m^3) birimiyle ölçülür. Örneğin, bir kutunun hacmini ölçmek istersen, uzunluğunu genişliğini ve yüksekliğini çarparsın.



Nehre bir taş atarsan batacaktır; ama bir tahta parçası atarsan yüzecektir. Eşit kütleli tahtanın da taşın da üstündeki kütleçekim kuvveti aynıdır, öyleyse niye biri yüzerken diğeri batar?

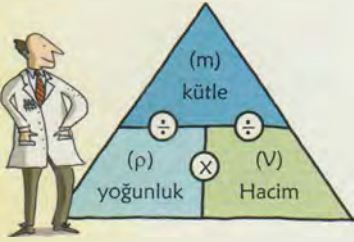
Bu bütünüyle **yoğunluk** denen bir şey yüzündendir. Yoğunluk bir nesnenin içinde ne kadar kütle var olduğunu anlatır. Taş, sudan daha yoğundur; bu nedenle batar. Tahta ise, sudan daha az yoğundur; bu nedenle yüzer.

Bir nesnenin yoğunluğunu, kütlelerinin **hacmine** (uzayda kapladığı yer) oranına bakarak tam olarak hesaplayabilirsiniz. Hacim metre-küp (m^3) birimiyle, yoğunluk ise metre-küp başına düşen kilogram (kg/m^3) birimiyle ölçülür. Formülü ise şöyle:

$$\text{Yoğunluk } (\rho) = \frac{\text{kütle (m)}}{\text{Hacim (V)}}$$

Yoğunluk üçgeni

İşte yoğunluk, kütleyi ve hacmi hesaplamanda yardımcı olacak bir sihirli üçgen daha.



Yoğunluğun simgesi sana biraz tuhaf görünebilir. Bu fizikçiler için biraz çetrefilli bir durumdu, çünkü 'd' zaten yol yerine kullanılıyordu. Bu yüzden Yunan alfabesindeki bir harf olan 'rho' (ro diye okunur) ödünç aldılar.

Havadan daha hafif

Bir ipin ucuna bağlanmış, gerçek bir yunus büyüklüğünde, yunus biçimli bir helyum balonunun olduğunu hayal et. Balonu bırakırsan havada adeta yüzecektir. Oysa gerçek bir yunus suda yüzer ama havada asla yüzemez.

Bunun nedeni tamamen yoğunluktur:

Gerçek yunusun kütlesi = 160kg

Gerçek yunusun hacmi = $2m^3$

$$\text{Gerçek yunusun yoğunluğu} = \frac{m}{V} = \frac{160kg}{2m^3} = 80kg/m^3$$

Balon yunusun kütlesi = 0,1kg

Balon yunusun hacmi = $2m^3$

$$\text{Balondan yunusun yoğunluğu} = \frac{m}{V} = \frac{0.1kg}{2m^3} = 0.05kg/m^3$$

Havanın yoğunluğu yaklaşık metre-küp başına 1,2 kilogramdır. Helyum balonları havadan çok daha az yoğundur, bu yüzden havada yüzerler. Yunuslar ise havadan çok daha yoğundur, bu yüzden havada yüzemezler.

Peki devasa bir çelik gemi neden yüzer?

Suyun yoğunluğu yaklaşık 1000 kg/m^3 'tür, ama çelik çok daha yoğundur (yaklaşık 9000 kg/m^3 'tür). Bu yüzden yekpare bir çelik kitle suda batar. Ama çelikten yapılmış bir gemi yekpare bir kitle değildir ki. Geminin içinde, yoğunluğu düşük ($1,2 \text{ kg/m}^3$) olan havayla dolu bir sürü boş oda vardır. Bu kadar çok hava olduğu için geminin toplamda yoğunluğu suyunkinden daha azdır, bu yüzden yüzer.



Deniz yüzeyinde yüzen bir denizaltı.

Denizaltılar dalmak ya da suüstünde kalmak için yoğunluğu kullanırlar. Su altına inmek istediklerinde mürettebat deniz suyunun denizaltının gövdesini saran boş tanklara dolmasını sağlarlar. Tekrar yüzeye çıkmak içinse bu tanklardaki suyu boşaltıp yerine hava pompalarlar, böylece denizaltının yoğunluğu azalır.

Şişme havuzda bir fil

Su dolu şişme bir havuza girdiğinde havuzun kenarlarına doğru suyun nasıl yükseldiğine dikkat et. Buna **yer değiştirme** denir.

Yukarı doğru ittiğin (ya da yer değiştiren) suyun miktarı, bedeninin hacmine eşittir. Eğer havuzun içine bir fare girse, suyun pek fazla yer değiştirmesine neden olmayacaktır. Ama eğer bir fil girerse, o kadar çok su yer değiştirecektir ki havuzun içinde pek su kalmayacaktır.

Yer değiştirme, şekli düzgün olmayan bir nesnenin hacmini ölçmenin çok pratik bir yoludur. Bu nesneyi, tam ağızına kadar su dolu bir kabın içine atıp yer değiştiren (kaptan taşan) suyu toplayabilirsin. Bu taşan (yer değiştiren) suyun hacmi, nesnenin hacmiyle aynı olacaktır.

Kendin gör: değişen yoğunluk



Bir sonraki sefer yüzmeye gittiğinde derin bir nefes al, nefesini tut ve kendini suyun üstünde serbest bırak. Bunun oldukça kolay olduğunu göreceksin.

Sonra havayı tekrar dışarı üfle. O zaman birazcık aşağı battığını ve suyun yüzünde kalmanın biraz daha zor olduğunu fark edeceksin. Bunun nedeni akciğerlerinde artık daha az hava olması ve ortalama yoğunluğunun artmasıdır.

Harika fizikçi: Arşimet
yaklaşık MÖ 287-212

Yer değiştirmeyi ilk fark eden Antik Yunan bilim insanı Arşimet idi. Küvetini çok fazla doldurduğu, sonra içine girdiğinde de suyun dışarı taşıdığı söylenir.

Yeni fikri onu o kadar heyecanlandırmıştı ki "Evreka" (buldum) diye bağırarak sokağa fırladığı söylenir.



Yarasalar karanlıkta
nasıl yiyecek bulur?



Ampuller
niçin ısınır?



Sıcaklık ve ısı arasında
ne fark vardır?



Petrol yakmak, niçin
çevreye zarar verir?



Ses camın içinden
nasıl geçer?



3. Bölüm

Enerji her yerde



Enerji olmasaydı hiçbir şey meydana gelemezdi. Evren'deki başka her şey gibi enerji de Büyük Patlama'da var oldu. Ve şimdi her yerde ve her şeyin içinde.

Işık enerjisi senin bu kitabı görmeni sağlayan şeydir ve eğer biri sana bir soru sorarsa bunu ses enerjisinden dolayı duyabilirsin. Yürüyerek uzaklaşmak istersen hareket enerjisini ya da 'kinetik' enerjiyi kullanırsın. Okumaya devam et ve bir enerji çeşidinin bir başkasına nasıl dönüşebildiğini keşfet ve enerji çeşitleriyle ilgili daha fazla şey öğren.

Enerji çeşitleri

Enerji pek çok farklı biçimde bulunur.

Işı enerjisi

ısı olarak hissettiğin enerjidir.



Kimyasal enerji depolanmış enerjidir (örn. yiyeceklerde, yakıtta ve pillerde).

Kinetik enerji hareket enerjisidir.

Işık enerjisi görebilmemizi sağlayan enerjidir.



Potansiyel enerji bir şeyin konumundan dolayı (örn. yerden yüksekte olmasından dolayı kütleçekiminin bir şeyi çekmesi) ve sıkıştırıldığında ya da esnetildiğinde sahip olduğu enerjidir.

Elektrik enerjisi

elektronların hareketlerinden gelen enerjidir. Bunu evlerimize güç sağlamak için kullanırız.



Manyetik enerji mıknatıslar gibi manyetik nesnelerin birbirini çekmesini ya da itmesini sağlayan enerjidir.

Nükleer enerji atomların çekirdeğinde depolanmış olan enerjidir.

Neden enerji bir süper kahraman gibidir?

Bir fizikçiye için **enerji** iş yapabilme yeteneğidir. Kuvvet uygulamayı ve varlıkları hareket ettirmeyi olanaklı kılar.

Enerji, maddeye dokunabildiğin gibi dokunabileceğin fiziksel bir şey değildir. Ama enerjinin varlıkları etkileyecek çok çeşitli yetenekleri vardır. Aslında enerjiyi en yetenekli süper kahraman olarak görebilirsin.



Her şeyin güç için "enerjiye" ihtiyacı vardır: enerjinin uyguladığı kuvvet olmadan hiçbir şey hareket edemez.



Her yerde "enerji" vardır: var olan her şeyin bir çeşit enerjisi vardır.



Birçok farklı şekillerde "enerji" vardır ve sanki sihirliymiş gibi biçim değiştirebilir.



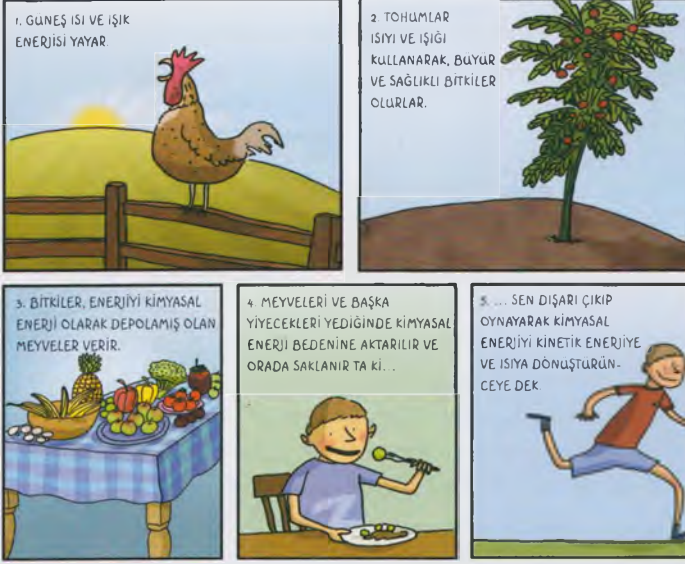
"Enerji" yok olmaz: onu yok etmek olanaksızdır. Yeni enerji yaratılamaz, Evren'deki tüm enerji Büyük Patlama'dan bu yana vardır, ama her an bir türden diğerine değişip durmaktadır.



İş yapmak için "enerjiye" ihtiyaç vardır. Yoldan aşağı koşarken olduğu gibi, enerjinin saliverilmesiyle iş yapılır. Ve bir şeyin üstünde iş yapıldığı zaman o şeye (örneğin yukarı kaldırdığında, kurşun kalemin üstüne) enerji eklenir.

Enerjin nereden geliyor?

Dünya'daki enerji Güneş'ten gelen ısı ve ışıktan gelir. Bu enerji kullanıldığında yok olmaz; biçim değiştirir. Bu, enerji aktarımı olarak bilinir. **Enerji aktarımı** şu şekilde işler:



Eğer enerji yok edilemiyorsa neden 'enerji tasarrufu'nu dert edinelim ki?

Bütün süper kahramanların olduğu gibi, enerjinin de zayıf olduğu bazı noktalar vardır. İster kimyasaldan kinetiğe, ister elektrikten ışığa dönüşsün, enerji tür değiştirdiğinde bir kısmı hep ısıya dönüşür. İşte bu yüzden ampul, bilgisayar ve televizyonları çalıştırdığımızda ısınır ve sen de çok spor yaptığında sıcaklırsın.

Isıyı yakalamak ve geri dönüştürmek diğer enerji çeşitlerine göre çok daha zordur, bu yüzden bu ısının çoğu atmosfere kaçar. Isı atmosferde birikerek tüm gezegeni ısıtabilir.

Arabayı sürerken enerji

Enerjinin biçim değiştirmesi bir arabanın gitmesini şöyle sağlar:

Arabanın deposuna kimyasal enerji içeren benzin doldurulur.



Patlama burada olur

Araba motorunun içinde bir kıvılcım az miktardaki sıkıştırılmış benzinin patlamasına yol açar. Patlama bir pistonu iter, piston da bir mili çevirerek çarkların dönmesini sağlar. Böylece benzinden gelen kimyasal enerji kinetik enerjiye dönüştürülmüştür. Bir kısmı ise ses ve ısıya dönüşmüştür.



Sıcak mesele

Küresel ısınmanın neresi kötü?

Küresel ısınmanın yalnızca yaz havalarının daha çok olacağı anlamına geldiğini düşünebilirsiniz. Ama sıcaklıktaki küçük bir artış bile yeryüzünün çeşitli yerlerinde kocaman sorunlara yol açabilir. Bunlar:

- Buzulların erimesi denizlerin soğumasına ve deniz seviyesini yükseltip bazı yerlerin su altında kalmasına yol açar.
- Muazzam yıkımlara sebep olan kasırga ve kuraklık gibi aşırı hava olaylarının artmasına yol açar.
- İklimler değişir. Yeryüzünün bazı bölgeleri insanlar ve birçok hayvanın yaşayabileceğinden daha sıcak hâle gelebilir. Bazı hayvan türleri ise tamamen yok olabilir.

Güç santralleri fosil yakıtlardaki kimyasal enerjiyi elektrik enerjisine dönüştürür. Ama aynı zamanda çevreyi de kirletirler.

Evlerimizi ısıtmak, bilgisayarlarımızı çalıştırmak ve arabalarımızı hareket ettirmek için kullandığımız enerjinin çoğu petrol, kömür ve doğal gaz gibi yakıtlardan gelir.

Bunlara **fosil yakıtlar** denir, çünkü bunlar milyonlarca yıl önce ölmüş ve yeraltının derinliklerinde bir arada sıkışmış canlıların fosilleşmiş kalıntılarından oluşur. Kömür ölü bitkilerden, petrol ve doğalgaz da ölü deniz canlılarından oluşmuştur.

Fosil yakıtlarla ilgili sorun ne?

Bir sorun Dünya'daki fosil yakıtların tükeniyor olmasıdır ve yenilerinin oluşması milyonlarca yıl sürecektir. Ama bilim insanları daha kötü bir sorunu keşfetti: fosil yakıtları yakmak çevreye zarar veriyor.

Fosil yakıtlar yakıldığında atık gazlar oluşur. Bunların bazıları havayı ve suyu kirletir ve canlılara zarar verir. Karbondioksit (CO₂) de dâhil olmak üzere çoğu da **küresel ısınmaya**, yani havanın ve okyanusların sıcaklığının artmasına neden olur.



Enerjiyi başka nereden elde edebiliriz?

Bilim insanları hâlâ hem güvenli hem de verimli enerji kaynakları bulabilmek için çok sıkı çalışıyor. Onlar bunu başarana dek, en iyisi herkesin kullandığı enerjiyi azaltması, böylece küresel ısınmanın azaltılması ve var olan enerji kaynaklarının daha uzun süre dayanması.

İşte günümüzde var olan en iyi alternatif enerji kaynaklarının bazıları:



Güneş gücü

Nasıl çalışır: Güneş panelleri, Güneş'ten gelen ısıyı insanların kullanabileceği elektrik enerjisine dönüştürür.

Avantajı: çevreyi kirlilemez.

Sakıncası: panelleri yapmak pahalı ve bulutlu günlerde pek etkili değildir.



Rüzgâr gücü

Nasıl çalışır: Rüzgâr bir türbinin kanatlarını çevirir, türbin kinetik enerjiyi elektrik enerjisine dönüştürür.

Avantajı: Zararlı gazlarla çevreyi kirlilemez.

Sakıncası: rüzgâr esmezse ya da çok şiddetli eserse, çalışmaz.



Su gücü

Nasıl çalışır: Dalgalar ya da şelaleler gibi hareket eden sudan gelen kinetik enerjiyi elektrığe dönüştürür.

Avantajı: Küçük bir hidroelektrik santrali bile çok miktarda enerji üretebilir.

Sakıncası: Bir hidroelektrik santrali yapmak demek suyun depolanması için bir baraj yapmak demektir. Bu işe, o yöredeki çevreye zarar verebilir.

Nükleer güç

Nasıl çalışır: Atomları parçalayarak enerji üretir.

Avantajı: Pek fazla CO₂ çıkarmadan büyük miktarda enerji üretir.

Sakıncası: Zehirli nükleer atık üretir ki bunun zararsız hâle gelinceye dek binlerce yıl çok dikkatlice saklanması gerekir.

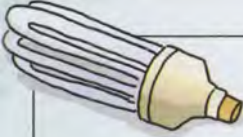
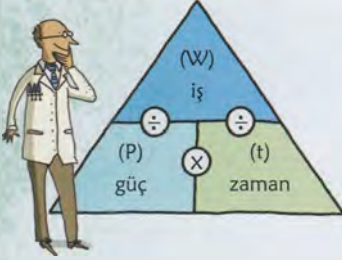


Güç sende!

Güç üçgeni

Güç, iş ve zamanı hesaplamada kullanabileceğin sihirli üçgen aşağıda.

Bilmek istediğin değer in üstünü kapatırsan, geriye kalan iki bölümde kullanman gereken denklemi görebilirsin.



Ampul ama kaç Watt'lık ampul?

Ampullerin parlaklığının Watt birimiyle ölçüldüğünü fark etmiş olabilirsin. Genellikle Watt sayısı ne kadar büyükse ampul de o kadar parlaktır.

Ancak parlaklık ampulün ne kadar verimli olduğuna da bağlıdır. Verimli 20 W'lık bir ampul verimsiz 100W'lık bir ampul kadar parlak olabilir, çünkü böyle bir ampul, elektrik enerjisinin daha fazla kısmını ışığa, daha az kısmını ısıya dönüştürür.



Odanı toplamaya gönderildiğinde, ayağını sürüyüp olabildiğince yavaş davrandığın olur bazen. Ama eğer biri yukarıda seni bekleyen bir sürpriz olduğunu söylerse, koşarak hızlıca odana gidersin. Her iki durumda da aynı miktarda iş yapmış olursun, ama daha kısa zamanda, yani bunun için daha fazla güç kullanmış olursun.

Güç, belli bir zaman içinde yapılan iş in ya da dönüştürülen enerji miktarının bir ölçüsüdür. Formülü burada:

$$\text{Güç (P)} = \frac{\text{iş (W)}}{\text{zaman (t)}}$$

İş Joule birimiyle ölçülür, bu yüzden de güç, bir saniyede kaç Joule enerjinin dönüştürüldüğüdür ve her saniye başına Joule (J/s) ile gösterilir.

Joule bölü saniye aynı zamanda Watt (W) olarak da bilinir, yani $1\text{J/s} = 1\text{W}$ 'tır.

Odanın kapısını aniden açtığında seni bekleyen sürprizin başka bir fil olduğunu hayal et.

Merdivenlerden aşağı çığlık atarak 10 saniyede inerken 1000J enerji harcarsan, bu arada ne kadar güç kullanmış olursun?

$$\begin{aligned} \text{Güç} &= \frac{\text{iş}}{\text{zaman}} \\ &= \frac{1000\text{J}}{10\text{s}} \end{aligned}$$

= 100J/s ya da 100 Watt.



Isı iş başında

Maddeler üç hâlde bulunabilir: katı, sıvı ve gaz.

Bir maddenin hangi hâlde olduğu, **sıcaklığına** ya da ısı (termal) enerjisine bağlıdır.

Isı eklenince katı sıvıya, sıvı da gaza dönüşür. Buz, sıcak içeceklerin içinde işte bu yüzden erir ve buhar, kaynayan bir çaydanlıktan işte bu yüzden uçup çıkar. Isıyı nesneden çekmek, yani nesneyi soğutmak ise işlemi tersine çevirir.

Peki, ısı buzu nasıl eritir?

Bütün maddelerin atomlardan ya da moleküllerden oluştuğunu hatırla. Buz gibi bir katıda bile bütün moleküller hafifçe titreşmektedir. Eğer buzu ısıtırsan, ısı enerjiden dolayı bunlar daha fazla titreşir ve birbirlerinden uzaklaşırlar; böylece buz, sıvı su hâline gelir.

Eğer suyu ısıtmaya devam edersen, moleküller daha da fazla enerji kazanır. Bu durum onları daha da hızlı hareket ettirip birbirinden daha da fazla uzaklaştırır. Sonunda bazıları kopar ya da **buharlaşarak** su buharı hâline gelir.

Ama eğer buhar, pencere gibi soğuk bir yüzeye çarparsa, ısı enerjisinin bir kısmını pencereye verir. Bu, buharı **yoğuşturur** ya da tekrar sıvı hâle getirir ve su damlacıkları oluşur.



Katının içinde moleküller birbirine dokunacak şekilde düzenli bir biçimde yerleşmiştir.



Sıvının içinde moleküller biraz daha yayılmıştır ve birbirlerinin yanından serbestçe geçebilirler.



Gazın içinde moleküller bir oraya bir buraya serbestçe uçuşur ve arada sırada birbirleriyle çarpışırlar.

Kendin gör: hâl değişimi

Bir şey hâl değiştirirken neler olduğunu boş bir kavanoz alıp içine bir avuç bezelye koyarak görebilirsin.

Kavanoza elinle hafif vur. Bezelyeler titreşecek, ama bir arada kalacaklardır. Bir katının içinde işte bu olur.



Kavanozu şimdi yavaşça çalkala. Bezelyelerin daha çok enerjisi olacak, bundan dolayı tıpkı bir sıvıdaki moleküller gibi birbirlerinin üzerlerinden akacaklardır.



Şimdi dışarı çık ve kavanozu sallayabildiğin kadar şiddetli salla. Bezelyelerin bazıları uçup dışarı kaçacaktır. Bir sıvı kaynarken moleküllerin bazıları gaza dönüştüğünde de işte bu olur.



Isıtmak

Farklı enerjiler, çok farklı yollarla ısıya dönüşürler:

Elektrikli ısıtıcılar elektriği ısıya dönüştürür.



Sürtünme kinetik enerjiyi ısıya dönüştürür. Ellerini birbirine sürtmeyi bir dene; ısındıklarını hissedeceksin.



Güneşin içinde atomlar o kadar sıkıştırlar ki, nükleer enerjilerinin bir kısmını dışarı salarlar, bu da muazzam bir ısıya dönüşür.



Isı ve sıcaklık arasında ne fark vardır?

Sıcaklık size bir şeyin ne kadar sıcak olduğunu söyler. Üç farklı ölçekle ölçülebilir: santigrat derece ($^{\circ}\text{C}$), fahrenheit derece ($^{\circ}\text{F}$), ve Kelvin (K). Bir şey ısı enerji kazandığında sıcaklığı yükselir; ısı enerji kaybettiğinde ise sıcaklığı düşer.

Isı Joule birimiyle ölçülebilen *termal enerji* (ısı enerji) anlamına gelir. Sıcak bir banyo küveti buharı tüten bir bardak çaydan daha düşük *sıcaklıktadır*. Ama küvet çok daha büyük olduğu için çaya göre daha fazla ısı enerji aktarabilir.

Isıtıldığında varlıklara ne olur?

Bir madde ısıtıldığında, ama hâl değiştirmeye yetmeyecek kadar ısıtıldığında, **genleşecektir**. Bu onun biraz daha büyüyeceği ve daha az yoğun olacağı anlamına gelir. Soğutulduğunda ise **büzüşecek** yani daha küçük ve daha yoğun hâle gelecektir. En çok gazlar genleşir, ardından sıvılar gelir. En az katılar genleşir.

Bunu kendin de görebilirsin. Kapağı çok sıkı kapatılmış bir kavanoz bul. Kapağını bir süre sıcak suyun altına tutun. Sonra çevirmeyi dene, kolayca açılacaktır.

Tuhaf su

Su 4°C 'ye kadar soğutulduğunda **büzüşür**. Ama çoğu maddenin aksine, soğutulmaya devam edildiğinde ise **büzüşmesi durur**.

Bunun yerine 0°C 'de buza dönüştüğünde tekrar genleşmeye başlar. Molekülleri yayılır ve buz sudan daha az yoğun hâle gelir. İşte bu yüzden buz suyun üstünde yüzebilir.



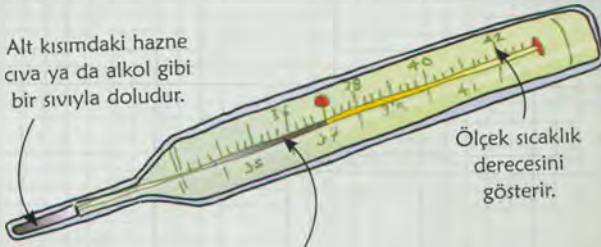
Isı kavanoz kapağını nasıl gevşetir?

Kavanoz kapağı ısınınca genişlediğinden dolayı gevşer. Isıl enerji sıcak sudan metal kapağa geçer. Bu, kapağı genişleterek kavanoza daha gevşekçe oturmasını sağlar.

Termometrelerin çalışmasını sağlayan ısı genişmesidir. İçlerinde, ısındıkça genişleyen soğudukça büzülen bir sıvı bulunur. Bir termometreyi sıcak bir şeyin içine koyarsan, içindeki sıvı da ısınacak ve genişleyecektir.

Termometre nasıl çalışır

Alt kısımdaki hazne cıva ya da alkol gibi bir sıvıyla doludur.



Eğer sıvı ısınırca genişler ve borunun içinde yükselir.

Kızışmış ısı

Isı yolculuk etmeye bayılır. Her zaman sıcak bir yerden soğuk bir yere doğru hareket eder, işte bu yüzden yaladığında dondurma erir. Dilindeki ısı enerjisi dondurmaya doğru hareket eder, böylece dilin soğur, dondurma ise ısınır.

Isıl enerji başlıca üç yolla hareket eder. Bunlara **ısı iletimi**, **ısı aktarımı** ve **ısı ışıınımı** denir. Daha fazlasını öğrenmek için sayfayı çevir.

Harika fizikçiler



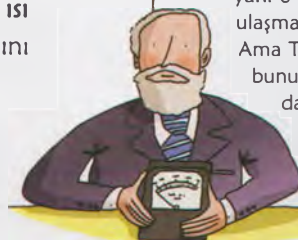
1724'te Daniel Fahrenheit 'soğutucu' bir karışıma dayanan bir sıcaklık ölçeği icat etti. Farklı miktarlarda buz, su ve amonyak tuzu içeren bu karışım her zaman aynı sıcaklıkta, 0°F'ta dengeye ulaşır.

1742'de Anders Celcius suyun donma noktasına (0°C) ve kaynama noktasına (100°C) dayanan başka bir ölçek geliştirdi.



1848'de William Thomson (sonradan Lord Kelvin oldu), **mutlak sıfırı** – bir şeyin hiç ısı enerjisinin olmadığı sıcaklık derecesi – baz alan yeni bir ölçek önerdi. Günümüzde fizikçiler işte bu ölçeği kullanıyorlar.

Aslında mutlak sıfır ya da 0 Kelvin'e ulaşmak olanaksızdır. Ama Thomson bunun -273°C ya da -460°F'ye eşit olacağını hesapladı.



Isı iletimi ile yemek pişirmek

Yemek pişirirken ısı iletimi çok işe yarar. Su dolu bir metal tavayı bir ocağın üstüne koyarsın. Ocağın altını yaktığında ısı tavaya vurur. Tava ısıyı suya iletir, su kaynar ve yemeğini pişirir.



Küresel ölçekte ısı aktarımı

Rüzgâr, ısı transfer akımının büyük ölçekteki bir örneğidir. Sıcak yerler yakınlarındaki havayı ısıtır. Sıcak hava yükselir ve yerini soğuk hava alır. Biz bu hareketi rüzgâr olarak hissederiz.



Isı aktarımı Dünya okyanuslarında da olur. Sıcak su soğuk bölgelere, soğuk su da sıcak bölgelere hareket ederek (yukarıda gösterilen) okyanus akıntılarını oluştururlar.

Çay kaşıkları neden ısınır?

Eğer soğuk bir çay kaşığını bir bardak sıcak çayın içinde bırakırsan, kaşık ısınacaktır. Bunun nedeni **ısı iletimidir**. Isı *iletimi* bir nesnenin içinde ya da birbirine dokunan nesnelerin arasında ısının hareket etmesidir. Metal çay kaşıkları gibi, ısıyı iyi ileten şeylere **iletken** denir.

Çayın içindeki sıcak moleküller ısılarını, kaşığın kenarındaki daha soğuk olan moleküllere aktarır. Kaşığın içinde yeni ısınmış olan moleküller normalde olduğundan daha fazla titreşerek daha sıcak hâle gelir. Sırasıyla bu moleküller kendi titreşimlerini (ve ısılarını) dokundukları diğer moleküllere aktarır, ta ki kaşığın tamamı sıcak hâle gelinceye dek.

Kalorifer peteği odayı nasıl ısıtır?

Radyatör de denen kalorifer peteklerinin içindeki sıcak su, peteği ısı iletimi ile ısıtır. Isınan petek de etrafındaki havayı ısı ışıınımı ile ısıtır. Ama peteğin yakınındaki sıcak havanın odanın içine yayılması ısı aktarımı ile olur.

Isı aktarımı ısının bir sıvı ya da gaz içinde aktarılma biçimidir. Sıcak havanın içindeki moleküller birbirinden uzaklaşarak havayı daha az yoğun hâle getirir. Daha az yoğun olduğu için sıcak hava yükselirken soğuk hava çöker. Soğuk hava da ısındığında yükselir ve yerini çöken soğuk hava alır. Böylece, **ısı transfer akımı** denen bir döngü meydana gelir.



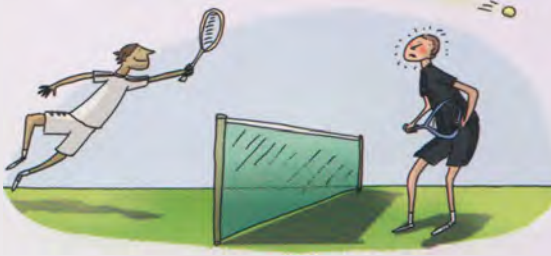
Güneş ısıyı nasıl yayar?

Bütün madde parçacıkları ışıınım ile *bir miktar* ısı **yayar**, gerçi genellikle bu fark edilemeyecek kadar küçüktür. Ama kamp ateşi gibi çok sıcak şeyler ya da Güneş gibi inanılmaz derecede sıcak şeyler çok miktarda ısı yayarlar.

Işınım sonucu ısı, cisimden etrafa dalgalar hâlinde yayılır. Bu dalgalar boşlukta bile yol alabilir. Bu dalgaların taşıdığı enerji çarptıkları şeyler tarafından emilip onları ısıtır.

Isıyı en çok hangisi emer?

Isı bazı nesneleri diğerlerine göre daha fazla etkiler. Koyu renkli ve mat şeyler, açık renkli ve parlak şeylere göre daha çok ısı emer. Tenis oyuncuları bu yüzden genellikle beyaz giyer, bu serin kalmalarına yardımcı olur. Güneşten ısı ve ışık toplayan Güneş panelleri ise siyahtır, böylece emebildikleri kadar çok ısı ve ışık emerler.



Kazak sizi nasıl sıcak tutar?

Isıyı iyi iletmeyen tahta, yün ve plastik gibi şeylere **yalıtkan** denir. Bu tür nesneler ısı enerjisini salmak yerine hapsederler.

Yün ya da plastik polar kazaklar sizi soğuk günlerde sıcak tutar. Binalar da yalıtılır. Böylece binaların içini rahat bir sıcaklıkta tutmak için gereken enerji azaltılır.

Buharlaştırma

Isı ayrıca, bir sıvının hâl değiştirerek gazı dönüştüğünde **buharlaştırma** yoluyla da aktarılabilir. Buharlaştırmakta olan moleküllerin çok miktarda ısıları vardır. Bunlar gazı dönüştüklerinde bu enerjiyi beraberlerinde taşırlar, geride ise daha düşük bir ısı enerjisi ve daha serin bir ortam bırakırlar.

Bedenin seni serinletmek için buharlaştırmayı kullanır. Kendini çok sıcak hissettiğinde terlersin. Ter buharlaşır ve beraberinde bir miktar ısı enerjisi götürür.

Kendin gör: ısı emilimi

İki adet alüminyum içecek kutusu al; birini siyaha, diğerini beyaza boy.



Kurudukları zaman Güneşe koy. Yaklaşık yarım saat böyle bırak.

Şimdi kutulara dokun. Hangisi sana daha sıcak geliyor? Siyah kutu büyük olasılıkla daha sıcak gelecektir, çünkü koyu nesneler daha çok ısı emer.

Dalga nedir?

Kendin gör: dalgalar nasıl hareket eder

Bir banyo küvetini (ya da başka büyük bir kabı) yarısına kadar suyla doldur. İçine yüzen küçük (bir plastik ördek gibi) bir şey koy.

Küvetin bir ucundan elinizle suyu iterek yumuşak dalgalar oluşturun. Dalgalar küvet boyunca ilerleyecektir. Ördek ise yukarı aşağı sallanacaktır, ama küvet boyunca ilerlemeyecektir.



Bütün **dalgalar** enerjiyi bir yerden başka bir yere aktarır. Bir havuza bir taş atarsan, kinetik enerji dalgalarının halkalar hâlinde dışı doğru yayıldığını görürsün.

Güneş, uzay boşluğu içinde ilerleyen enerji dalgaları yayar. Ses enerjisi ve kinetik enerji gibi birçok enerji çeşidinin dalgalarının ilerleyebilmesi için bir maddeye ya da **ortama** gereksinimi vardır. Enerji, ortamın yukarı aşağı ya da bir yandan öbür yana hareket etmesiyle aktarılır. Bu harekete **salınım** denir. Ama her ne kadar **dalgalar** ilerleseler de **ortam** bir yere ilerlemez. Ortam salınım yapar ve sonra ilk konumuna geri döner.

Bu biraz bir spor stadyumunda Meksika dalgasına katılmaya benzer. Stadyumun karşı tarafında oturan insanların ayağa kalktıklarını, kollarını salladıklarını ve sonra tekrar oturduklarını hayal et. Sonra aynısını sol taraflarında oturan insanlar yaparlar. Kısa zamanda sıra size gelir. Farkına bile varamadan ayağa kalkmış ve oturmuş olursunuz ve dalga ilerlemiş olur ama siz tam olarak daha önce bulunduğunuz yerde duruyor olursunuz.

Bir fırtına esnasında kinetik enerji dalgaları okyanusu çalkalayarak salınım yapmasına neden olur.



Dikkat edilmesi gereken dalgalar

Elektromanyetik dalgalar ve denizlerde gördüğün dalgalar **enine dalgalar** olarak bilinir. Şuna benzer şekilde yukarı aşağı sallanırlar:

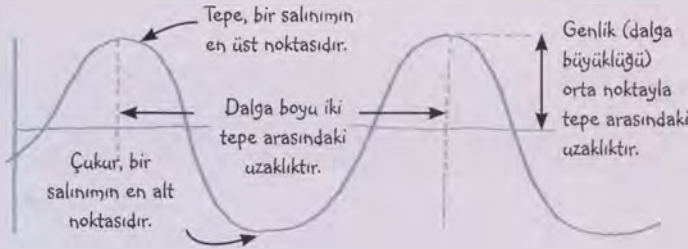


Ses dalgalarına ise **boyuna dalgalar** denir. İçinde hareket ettikleri ortamı ileri geri sıkıştırıp yayarak hareket ettirirler, şunun gibi:



Tepeler ve çukurlar

Bu şekil, enine bir dalganın farklı kısımlarını gösteriyor:



Dalga boyu (λ ya da lamda) bir dalgaardaki ardışık iki tepe arasındaki uzaklığın ölçümüdür; **genlik** her tepenin ne kadar yüksek olduğunun ölçüsüdür (her ikisi de metre birimiyle ölçülür). **Frekans** (f) bir noktadan, bir saniyede kaç salınım geçtiğini söyler. **Hertz (Hz)** birimiyle ölçülür.

Dalga hızı (c), m/s birimiyle ölçülür, size bir dalganın ne kadar hızla hareket ettiğini söyler. Dalga hızını şu denklemlle hesaplayabilirsiniz:

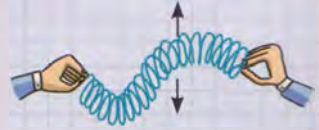
$$\text{Dalga hızı } (c) = \text{Frekans } (f) \times \text{Dalga boyu } (\lambda)$$

Örneğin, bir ses dalgasının havadaki hızı yaklaşık 340 m/s'dir.

Kendini gör:
dalga yapmak

Bir oyuncak yay kullanarak kendin enine ve boyuna dalgalar yapabilirsin.

Bir enine dalga yapmak için yayın bir ucunu sol elinde öbür ucunu sağ elinde tut. Ellerinden birini yukarı aşağı hareket ettir. Yay, bir enine dalga yapmış olmalıdır.



Bir boyuna dalga yapmak için ise yayın bir ucunu diğer ucuna doğru it sonra geri çek. Atmalar bir uçtan diğerine doğru ilerleyecektir.



Halkalardan birine bir bant yapıştır ve iki tür dalgayı yeniden yapıp bandın hareketini seyret; bandın dalgayla birlikte ileri doğru hareket etmediğini göreceksin. Bant salınacak sonra tekrar ilk konumuna geri dönecektir.

Dalga üçgeni

Dalga hızı, frekansı ve dalga boyunu şu sihirli üçgeni kullanarak hesaplayabilirsin:





Evrendeki en hızlı şey

Bilim insanlarının bildiği kadarıyla elektromanyetik tayftaki dalgalar var olan en hızlı şeylerdir. Bunların hepsi **ışık hızı** olarak bilinen kısaca 'c' ile gösterilen aynı hızla yol alırlar. Bu yaklaşık 300.000.000 m/s'lik bir hızdır. Elektromanyetik dalgalar yalnızca bir saniyede Dünya'nın etrafını 7 kez dolaşabilir.

Dünya Güneş'ten 150 milyon kilometre (93 milyon mil) uzaklıktadır. Bu yüzden Güneş'in ışığının bize ulaşması yaklaşık 8 dakika sürer. Eğer Güneş aniden kaybolurseyse bunun ancak 8 dakika sonra farkına varabiliriz.

Zaman yolculuğu fiziği

Elimizdeki imkânlarla ışık hızıyla yol almak olanaksız. Ama günün birinde insanlar *neredeyse* bu hızla gitmeyi başarabilirler. Fizikçiler bu engin hızda *zamanın yavaşlayacağını* öngörüyor.

Uzayın derinliklerine doğru ışık hızına yakın bir hızla beş yıl boyunca seyahat edebildiğini hayal et. Eve geri döndüğünde bütün arkadaşlarınız beş yıl yaşlanmış olacak. Sen de aslında beş yıl yaşlanmış olursun, ama senin için zaman öylesine yavaş akmış olacak ki, ilk gittiğin günde kiyle aynı görünür ve hissedersin.

Elektromanyetik tayf

Görebildiğimiz ışık aslında **elektromanyetik tayf** denen çok geniş bir enerji dalgaları aralığının ya da 'tayf'ın sadece bir kısmıdır. Elektromanyetik enerji, ısı gibi ışınlımla yayılır ve ilerlemek için bir ortama ihtiyacı yoktur. Tayftaki her dalganın kendi dalga boyu ve frekansı vardır ve hepsinin özellikleri farklıdır.

X ışınları

X ışınları Röntgen adında bir Alman fizikçi tarafından 1895'te keşfedildi. Bu ışınlar hakkında pek bir şey bilmediği için onlara "X" adını verdi.

X ışınları etin içinden geçer ama kemik ya da metal gibi yoğun şeyler tarafından emilir. Bu yüzden doktorlar birinin kolunu kırıp kırmadığını ya da tuhaf bir şey yutup yutmadığını anlamak için X ışını görüntülerini kullanırlar.



Bu şekil elektromanyetik tayf üzerinde bulunan başlıca enerji dalgası çeşitlerini gösteriyor.



En kısa dalga boyu, en yüksek frekans

Gama ışınları

Gama ışınları neredeyse her şeyin içinden geçebilir, kurşunun bile. Eğer bedeninin içinden geçerse ölümcül olabilen kansere yol açabilirler. Gama ışınları atom çekirdeklerinden dışarı enerji gönderen maddeler tarafından yayılır. Bunlar **radyoaktif maddeler** olarak bilinir.

TEHLİKE

Bu simge bir şeyin radyoaktif olduğu anlamına gelir.



Morötesi dalgalar

Morötesi dalgalar Güneş'ten gelir ve bronzlaşmanızın nedenidir. Ama bunların çok fazlası derinize zarar verebilir.



Gerçekten uzun, gerçekten kısa

En uzun dalga boyları Evren kadar büyüktür. En kısa dalga boyları ise atomların içindeki en minik parçacıklar kadar küçüktür.



Görebildiğimiz ışık
İşte gözlerimizin görebildiği ışık bu kadar. Aslında dalga boyları farklı birçok farklı renkten oluşur.



Mikrodalgalar

Mikrodalgalar yalnızca yiyecekleri çabucak ısıtmaya yaramaz. Ayrıca radarlarda, uzaktaki nesnelerin yerini belirlemek için de kullanılır. Radar cihazları mikrodalgalar yayar, bunlar da bir şeye çarpınca geri seker. Radar operatörleri dalgaların geri dönmesinde geçen zaman miktarından o şeyin ne kadar uzakta olduğunu hesaplayabilir.

Harika fizikçi: Albert Einstein 1879-1955

Albert Einstein ışık hızında meydana gelen tuhaf şeyleri hesaplayan ilk kişiydi. O kadar hızlı gitmek olanaksız olduğu için 'deneylerini düşünsel olarak' yaparak sonuçlar elde etti.

Einstein matematiği çok seviyordu ve okulu bitirdiğinde öğretmen olmak istiyordu. Ama öğretmenlik işi bulamadı, bu yüzden bir patent ofisinde memur oldu ve boş zamanlarında fizikle uğraştı.



En uzun dalga
boyu en düşük frekans

Kızılötesi ışınım

Kızılötesi bir çeşit ısı; sıcak nesneler tarafından üretilen bir ışıdır. Eğer karanlıkta saklanıyor olsaydın, biri seni kızılötesi algılayıcı kullanarak bulabilirdi. Bunun nedeni bedeninin çevredekilere göre daha sıcak olması ve bu yüzden daha fazla kızılötesi ışınım yaymasıdır.



Bir köpeğin kızılötesi
kamera ile çekilmiş fotoğrafı.



Radio dalgaları

Radio dalgaları kullanılarak çok çeşitli iletiler gönderilir. Radio programlarını yayınlamakta, cep telefonu ve kablosuz internet sinyallerini iletmekte kullanılırlar.

Enerji eşittir...

1905'te Einstein bilim insanlarının ışık, uzay ve zaman hakkında inandıklarını bütünüyle değiştiren dört kuram yayınladı.

Kuramların birinde şu denklem vardı: $E = mc^2$. Sözcüklerle şöyle söylenir: 'bir nesnenin enerji miktarı (E) kütlesiyle (m) ışık hızının karesinin (c^2) çarpımına eşittir'.

Bu, bir atom gibi çok küçük kütleli bir nesnenin bile bir sürü enerji içerdiği anlamına gelmektedir. Bu fikir başka bilim insanlarının atom bombasını icat etmelerine yardımcı oldu.



Işığı görmek

Bazı nesneler gerçekten sıcak olduğunda yani yaklaşık 600°C'nin üstündeki sıcaklıklarda akkor olup parlamaya başlarlar.

Güneş, ateş ve bazı ampuller işte böyle çalışır. Fizikçiler bunlara 'ışık yayan nesneler' der, çünkü bizim görebildiğimiz ışığı yayarlar.

Işığa "ol!" dedi

Eğer bu kitabı okuyorsan yanında mutlaka bir ışık kaynağı olmalı, bu ister Güneş, ister elektrik lambası, isterse bir mum olsun.

Işık olmasaydı hiçbir şeyi göremezdin.

Varlıkları görebilmenin nedeni ışık dalgalarının bir ışık kaynağından yayılması, farklı nesnelere çarpıp sekmesi ve sonra gözlerinin içine girmesidir.



Arkasını görme bilimi

Tuğladan bir duvarın arkasındaki birini göremezsin, çünkü tuğla **opak**tır. Bu, içinden ışığın geçemediği şey anlamına gelir.

Öte yandan, pencerelerin arkası görünür yani **saydamdırlar**. Bu, ışığın o şeyin içinden geçebildiği anlamına gelir.

Buzlu cam gibi bazı şeylerin ise arkası biraz görünür ya da **yarısaydamdırlar**. Işığın bir kısmı bu şeylerin içinden geçebilir ama yolu bozulur, bu yüzden öbür taraftaki şeyin net bir görüntüsü görülemez.



Neden köşelerin öte yanını göremiyoruz?

Aslında köşelerin öte yanını görebiliriz, ama ancak bir ayna kullanarak (ve bununla ilgili daha fazlasını sayfanın ilerleyen kısmında bulabilirsiniz). Işık dalgaları düz bir doğrultuda hareket eder. Karanlık bir odada ayakta durup duvara bir el feneri tutarak bunu görebilirsin. Işık dalgaları köşeleri dönemez ya da kendi kendilerine bükülemez, önce bir şeye çarpmak zorundadırlar.

Gölgeler nereden gelir?

Opak nesneler (yani arkasını göremediğimiz şeyler) gölge oluşturur çünkü ışık içlerinden geçemez. Bunun yerine ışığı soğururlar ya da yansıtarak arkalarından siyah bir bölge bırakırlar. Gölgelelerin boyu ve şekli ışığın nereden geldiğine bağlıdır.

Güneş gibi bir ışık kaynağı tam tependeysse küçücük bir gölge olur, işte şöyle:



Ama Güneş gökyüzünde alçaldığında gölge gerçekten uzun ve ince görünür, işte şöyle:



Gökkuşağı nasıl meydana geliyor?

Işık aslında farklı renklerin karışımıdır. Gökkuşağı gördüğünde, havadaki su damlacıklarının ayırttığı bu farklı renkleri görürsün.

Her bir ışık renginin dalga boyu hafifçe diğerlerinden farklıdır, bu yüzden her renk birazcık farklı davranır. Her bir renk, yağmur damlası gibi saydam bir nesneye çarptığında, bu nesne içinde birazcık farklı bir hızla yol alır. Bundan dolayı, ışığın renkleri ayrılır ve yayılır.

Sağdaki fotoğraf prizma denen üçgen bir cam kütleli kullanılarak ışığın farklı renklerine ayrılmasını gösteriyor.

Yedi renk vardır; bunlar her zaman dalga boylarının sırasına göre ayrılır. Kırmızı (en uzun dalga boyu) en geniş açıyla ayrılır, ardından turuncu, sarı, yeşil, mavi, çivit mavisi ve son olarak da mor gelir.



Işık bir prizmaya çarparak farklı renk ışınlarına ayrılır.

Renkleri görmek

Nesneler tıpkı farklı miktarlarda ısı emdikleri gibi, ışığı da farklı miktarlarda -ve farklı renklerde- emerler.

Parlak nesneler aydınlık ve parlak görünür, çünkü çok miktarda ışık yansıtırlar. Beyaz nesneler genelde parlaktır, çünkü *hiç ışık* emmezler. Işık beyaz nesnelerden tamamen sekerek gözlerimize gelir. Siyah nesneler ise *tüm* renkleri emer. Hiçbir şey yansıtmazlar, işte bu yüzden siyah görünürler.

Diğer nesneler kendi göründükleri renk dışındaki bütün renkleri emerler. Örneğin, çimen çoğu rengi emer ama yeşil ışığı yansıtır. Çimen bu yüzden yeşil görünür. Renk körü insanlar bazı renkleri göremezler, çünkü gözleri o dalga boyunu ayırt edemez.



Newton'un Güneş tayfı

Işığın farklı renklerden oluştuğunu gösteren ilk kişi Isaac Newton'du. Güneşli bir günde odasının pencerelerinin perdelerini örttü, yalnızca küçük bir Güneş ışığı demetinin geçmesine izin veren minik bir delik bıraktı.

Bunun önüne bir prizma koydu. Prizma duvarda renklerin bir örüntüsünü oluşturacak şekilde ışığı kıldı. Buna **Güneş tayfı** adını verdi.

Renklerin karışımı

Her ne kadar gökkuşağında ışığın yedi rengi bulunsa da, bu renklerin hepsini oluşturmak için yalnızca üçünü kullanmak yeterlidir.

Bu üç renk -kırmızı, mavi ve yeşil- *ana* renkler olarak bilinir.

Eğer kırmızı, mavi ve yeşil ışık ışınlarını aynı noktaya gönderirsen beyaz ışık üretirler.

Beyaz yapmak için üçünü de karıştırın.



Işığın ana renkleri

Aynalarla ilgili daha fazlası

Aynada görünen her şey ters yöndedir. İşte bu yüzden aynada bir gazetenin üstündeki yazılar, cama yazılmış yazıların arkasından bakıldığında gibi görünür.



Aynaya yakın durup sonra uzaklaştığında aynadaki yansıman da seninle tam olarak aynı uzaklığa gider.

Miyav, gözüm gibi parlak

Üstüne araba ışığı çarpınca parlayan yol işaretlerine 'kedigözü' denir. Bunlara kedigözü denmesinin nedeni karanlıkta gerçek bir kedinin gözleri gibi parlamasıdır.

Yapay kedigözlerinde, yansıtıcı malzeme ile kaplı cam toplar bulunur. Işık bunlara çarpınca dışarı yansır. Yansıyan ışık sürücülere yolun neresinde olduklarını gösterir.

Işığı yansıtmak

Tüm yüzeyler ışığın bir miktarını yansıtır, yansıtmasalardı onları göremezdik. Ama bazı yüzeyler ışığı diğerlerine göre daha iyi yansıtır. Pürüzsüz, parlak, açık renkli şeyler mat, engebeli, koyu renkli şeylere göre ışığı daha fazla yansıtır. İşte bu yüzden yüzünüzü, koyu pürüzlü bir ağaçta değil de, düz parlak bir aynada görürsünüz.

Yansıma kuralı

Eğer bir topu dik olarak bir duvara atarsan, top doğrudan sekip sana geri gelir. Eğer topu duvarın bir tarafından bir açıyla atarsan, diğer taraftan aynı açıyla seker. Buna **yansıma kuralı** denir ve bu ışıktaki da geçerlidir.



Duvara dik olarak atılan top



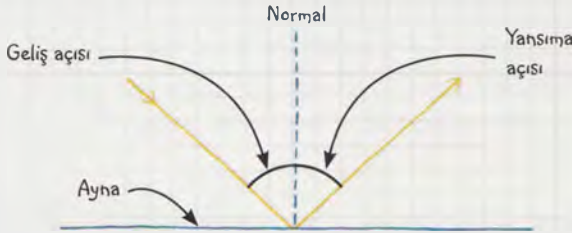
Bir açıyla atılan top

Bunu, bir aynaya el feneri tutarak kendin de görebilirsin. Eğer feneri aynaya dik tutarsan, ışık yansıyıp doğrudan sana geri gelecektir. Bunun nedeni ışığı **normal**, yani aynanın yüzeyine dik açı yapan hayali bir çizgi doğrultusunda tutmandır.



Ama el fenerini aynaya bir açıyla tutarsan, ışık normal çizgisinin öbür yanından eşit ve zıt bir açıyla yansıyacaktır.

Işığın aynaya çarpma açısına **geliş açısı** denir. Işığın yansıdığı zaman yaptığı açıya ise **yansıma açısı** denir.



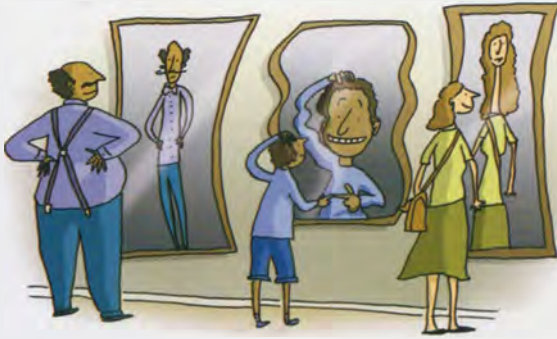
Yansıma kuralı

Fizik öğretmeniniz yansıma kuralını şöyle öğretebilir:



Işığın saçılması

Yansıma kuralı yalnızca düzlem ayna olarak bilinen tamamen düz pürüzsüz bir ayna için geçerlidir. Engebeli yüzeyler ise ışığı her yöne yansıtır. Fizikçiler buna **saçılma** der. Kıvrımlı veya pürüzlü yüzeyler eğri bükürü yansımalar oluşturur; bazıları ise ışığı o kadar çok saçır ki hiç yansıma göremezsin.



Kendine kavisli bir aynada bakarsan yansıman çok tuhaf görünecektir.

Gökyüzü neden mavidir?

Işık, atmosferin içinden geçerken dalga boyu daha uzun olan renkler (yani kırmızı ve turuncu) doğrudan geçer. Dalga boyu daha kısa olan renkler (yani mavi ve mor) ise hava tarafından saçılır. Bundan dolayı, tam tepemizdeki gökyüzü mavi görünür.

Eğer uzaklara bakarsan gökyüzü daha soluk bir mavi olacaktır. Bunun nedeni uzaktaki ışığın sana ulaşabilmek için daha fazla havanın içinden geçmek zorunda olmasıdır. Mavi ışığın bir kısmı başka yönlerde saçılır, bu yüzden daha azı gözlerine ulaşır.



Esnek fiber optikler

Fiber optik kablolar çok esnektir. Lifler incedir ve bükülebilir, bu yüzden sıklıkla tıbbi işlemlerde kullanılırlar.

Birisi gerçekten fena bir mide ağrısına tutulursa, bir doktor, midesinde neler olduğunu görmek için kişinin ağzından içeriye ucunda minik bir kamera bulunan bir fiber optik kablo indirebilir.

Tam iç yansıma

Bazen ışık bir maddenin içinde hapsolabilir, çünkü o maddenin içinde durmadan yansıyıp duruyordur. Buna **tam iç yansıma (t.i.y)** denir.

Genellikle bazı ışık dalgaları çevresindekiler tarafından emilir. Ama t.i.y'da (adından da anlaşılacağı gibi) ışık **tamamen** yansıtılır, bu yüzden ışık yol alırken hiç emilmez. Bu bazen çok işe yarar.

Fiber optik kablolar telefon, internet ve televizyon için ışık sinyallerini iletmekte t.i.y'yı kullanır. Hiç ışık kaybedilmediği için, çok net ve güçlü sinyalleri gerçekten uzun mesafelere iletebilirler. Bu şöyle çalışır:



Bir bilgisayar modemi elektriği ışık sinyallerine dönüştürür.

Bunlar bir fiber optik kablo boyunca tam iç yansımayla yol alır.

Sinyaller bunları tekrar elektriğe dönüştüren başka bir bilgisayara ulaşır.



Işık suya girdiğinde kırılarak bu kamış bükülmüş gibi gösterir.

Bir bardak suyun içindeyken bir kamış neden bükülmüş görünür?

Bazen bir bardak suyun içindeki bir kamış bükülmüş ya da kırılmış gibi görünür. Ama bükülen kamış değil, ışıktır.

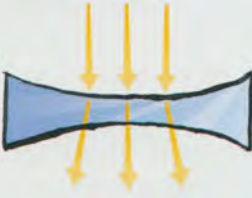
Işık farklı ortamlarda farklı hızlarla ilerler. Suyu girince yavaşlar, tıpkı bir havuza girince sizin de yavaşlayacağınız gibi ve tekrar havaya girdiğinde yeniden hızlanır. Yavaşlarken ve hızlanırken bükülür. Bu, **kırılma** olarak bilinir.

Kırılma görmenize nasıl yardımcı olabilir?



Gözlüklerin, teleskopların, mikroskopların ve fotoğraf makinelerinin hepsinde, özel olarak kesilmiş, içe ya da dışa doğru kavisli cam ya da plastikten yapılmış **mercekler** bulunur.

Mercekler, merceğe giren ışık dalgalarını kırarak **odaklar**. Büyüteçlerdeki ve teleskoplardaki mercek birleşimleri çıplak gözle görülemeyecek kadar küçük ya da uzak nesnelerin net bir görüntüsünün oluşmasını sağlar. Başlıca iki çeşit mercek vardır:



Bir içbükey mercek ışığı dışa doğru kırar



Bir dışbükey mercek ışığı içe doğru kırar

Bazı insanlar neden gözlüğe ihtiyaç duyar?

Mercekler insanlar bunları yapmadan önce de doğada vardı. Gözlerimizin içinde, örneğin.

Gözlerimizdeki mercekler çok karmaşık bir yapıya sahiptir. Şekilleri her an değişerek gözlerimizin yakın ya da uzaktaki nesnelere odaklanmasını sağlarlar.

Bazı insanların mercekleri böyle kolayca şekil değiştirmez. Bu yüzden gözlerinin önüne fazladan bir çift mercek olarak gözlük ya da kontak lens takarlar.

Kendi büyütecini yap

Şu yönergeleri izleyerek, boş bir plastik şişe, biraz su ve bir makas ile çok basit bir çeşit büyüteç yapabilirsiniz.



1. Şişenin boynunun hemen altından (şişenin kavisli olduğu yerden) bir daire kesin.



2. Dairenin içine birazcık su doldurun.



3. Bunu gazetenin üstünde tutup gezdirin.

Ne oluyor?

Su dolu dairenin üstünden baktığınızda yazıların daha büyük görüldüğünü bulmuş olmalısın. Su ve plastik, ışığı kırarak mercek gibi davranmaktadır.

Kendın gör: ses dalgaları

Ses dalgaları oldukça güçlü olabilir: elini bir hoparlörün üstüne koyarsan, havayı titrettiğini hissedebilirsin.

Eğer ses dalgalarının neler yapabildiğini görmek istiyorsan, küçük kâğıt peçete parçalarını bir hoparlörün üstüne koyup sesi aç. Ses dalgalarından gelen titreşimler kâğıtları hoplatacaktır.



Bir fırtınanın ne kadar uzakta olduğunu nasıl anlayabilirsin?

Gök gürültüsü şimşegin gökyüzünde zikzaklar çizerken çıkardığı sestir. Ses ışıktan daha yavaş ilerler, bu yüzden hep şimşegi gördükten sonra gök gürültüsünü duyarız.

Bir yıldırımın düştüğü yerden ne kadar uzakta olduğunu bulmak istersen, şimşegi gördüğün anla gök gürültüsünü duyduğun an arasında kaç saniye geçtiğini say. Saniye sayısını 3'e bölerek şimşegin kaç kilometre uzakta çaktığını bulursun.



Sesleri işitme

Bir şeyleri işitmenin nedeni ses enerjisidir. Sesler, bir kemanın tellerine benzer şeyler titreştiğinde üretilir.

Tellerdeki moleküller titreşip yanlarındaki hava moleküllerine çarparak onları da titreştirir. Bu titreşimler havadan sürekli bir dalga hâlinde geçer. Sonunda bu titreşimler kulak zarınıza ulaşarak onu da titreştirir ve sen de o sesi işitirsin.

Neden bazı sesler ince, bazıları kalındır?

Bir şey hızlı titreştiğinde yaydığı dalgalar da hızlı hareket eder. Bir şey çok hızlı titreştiğinde üretilen dalgalar **yüksek frekanslı** ses dalgaları olarak bilinir. Bir şey daha yavaş titreştiğinde **düşük frekanslı** ses dalgaları üretir.

Yüksek frekanslı dalgalar tiz cırtlak sesler çıkarır, tıpkı ciyaklayan bir çığlık ya da araba alarmı gibi. Düşük frekanslı dalgalar kalın gümürdeyen sesler çıkarır, tıpkı bir köpeğin hırlaması ya da bir kamyonun motorunun sesi gibi.

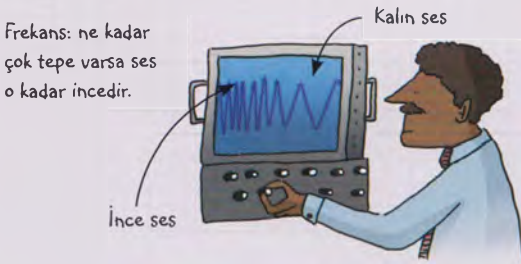
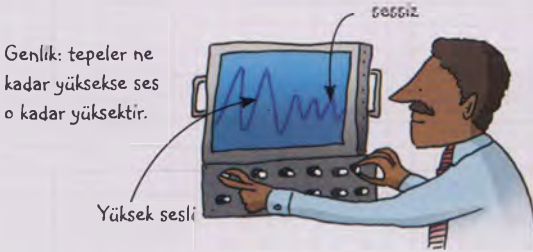
Dalga frekansı **hertz (Hz)** birimiyle ölçülür, bu yüzden sesin kalınlığı da hertz birimiyle ölçülür. İnsanlar bütün frekansları işitemez, kulaklarımız yalnızca 20Hz – 20.000Hz arasındaki sesleri alacak şekilde tasarlanmıştır. Köpekler ve yarasalar gibi bazı hayvanlar, bizim işitebildiğimizden çok daha yüksek frekanslı sesleri işitebilir.

Frekansı 20.000 Hz'ten yüksek olan ses dalgaları **ultrasonik (sesüstü)**, 20 Hz'ten alçak olanları **infrasonik (sesaltı)** olarak bilinir.

Sesi inceleyelim

Ses dalgaları görünmezdir, ama fizikçiler bunları 'görmek' için **osiloskop** denen bir makineyi kullanabilir. Bir mikrofon titreşimleri alır ve osiloskop bunları bir ekranda dalga desenlerine dönüştürür. Bu desenler sesin frekansını ve **genliğini** (yani ne kadar yüksek olduğunu) gösterir.

Eğer bir gün ünlü bir şarkıcı olursan yapımcının, sesinin olduğundan daha da güzel olmasını sağlamak için, kayıt stüdyosunda böyle bir ekranın başında bir şeylerle oynayıp durduğunu görürsün. Sesinin daha yüksek ya da derin duyulması için genellikle oynayabilir ve frekansı değiştirip inceliğini değiştirir, böylece sesinin hep uyumlu çıkmasını sağlayabilir.



Sessiz olun!

Ses genliği **desibel (dB)** birimiyle ölçülür. Sessiz bir fısıltı yaklaşık 30 dB'dir. Normal sesle konuşma 60dB'dir. 100 dB'nin üstündeki sesler kulağınıza zarar verebilir, hatta sizi sağır edebilir.

Ne kadar sessiz,
uslu bir sınıfsınız
siz!



Yaşlanan kulaklar

Yaş ilerledikçe işitilebilen ses frekanslarının aralığı zaman içinde azalır. Mesela çocukların çoğu, anne babalarının ya da öğretmenlerinin duyabildiğinden daha yüksek frekansları işitebilir.

Bazı cep telefonu zilleri kasıtlı olarak tiz yapılır, böylece çaldıklarında çocuklar duyabilir ama yetişkinler duyamaz.

Daha yüksek ve daha alçak

İşte farklı seslerden bazılarının frekansları:

100.000-14.000 Hz: yarasalar
çığlıkları

5000-4000 Hz: çekirge ötüşü

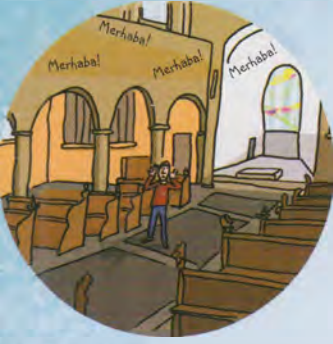
4500-100 Hz: piyano notaları

2048 Hz: bir şarkıcının erişebildiği en ince nota

1000-450 Hz: insanların konuşma sesi

30-17 Hz: mavi balina çağrıları

5-1 Hz: hortum



Yankıyı duymak için en iyi yer neresi?

Ses titreşimleri en iyi sert, düz ve katı yüzeylerden yansır. Ama belirgin bir yankı duyabilmen için yüzeyin senden oldukça uzakta olması gerekir. Fazla yakın olursa, sadece durmadan devam eden bir gürültü duyarsın.

En kaliteli yankıları boş bir kilise ya da bir yer altı mağarası gibi büyük yerlerde duyabilirsin.

Doğmadan önce bir bebeği görmek

Doktorlar hâlâ annelerinin rahmindeyken bebeklere bakmak için ultrasonu (insanların duymadığı yüksek frekanslı sesleri) kullanır. Ses dalgaları annenin karnına gönderilir ve bebekten yansır.



Rahim içindeki bir bebeğin ultrason resmi

Yankı nasıl oluşur?

Yankı yansıyan ses dalgalarıdır. Büyük boş bir odada bağırırsan, çıkardığın ses duvara dek ilerler sonra duvardan sekerek size geri döner, yani yankılanır. Ses ne kadar uzağa giderse o kadar sessizleşir.

Yankı işe yarar mı?

Çok işe yarar, özellikle yarasalar için. Yarasalar avlarının onları göremediği gece vakti avlanır. Ama onlar da avlarını göremez. Bunun yerine tiz çığlıklar gönderip ses dalgalarının çarpıp geri dönmesini beklerler. Dalgaların dönüş yollarını dinleyerek etraflarındakilerin bir resmini çıkarabilir ve yiyeceğin yakınlarda olup olmadığını hesaplayabilirler.

Yarasa tiz sesler gönderir.

Ses dalgaları (onun için leziz bir yiyecek olan) bir gece kelebeğine çarpar.



Mühendisler, yarasaların bu karanlıkta görme yöntemini kopyalayarak makineler yapmıştır. Bu yöntem *SONAR*, yani sesle yön bulma ve uzaklık belirleme derler.

Savaş gemisi mürettebatı su altında gizlenen düşman denizaltılarını aramak için SONAR'ı kullanır. Gemi bir çınlama sesi gönderir ve mikrofonların yankıları almasını bekler. Yankıların çoğu deniz tabanından döner, ama daha kısa yankılar gizlenmiş bir denizaltıyı açığa çıkarabilir.



Sese karşı ışık: büyük yarış

Işık sestten çok daha hızlı yol alır. Ama ses dişlerini titretecek, hatta insanı sağır edebilecek kadar güçlü olabilir.

Ses ve ışık dalgalarının güçlü yönleri farklıdır. Yani eğer bir 'En İyi Dalga' yarışması yapılsaydı, kimin kazandığını söylemek zor olurdu. Bu karşılaşma şöyle olabilirdi:

2. Engel
Uzayda ilerlemek



Işık, her zaman olduğu gibi, uzayda gücünden pek bir şey kaybetmeden ilerler ve ta biti çizgisine ulaşır.

Ses ise uzayda başlama çizgisini bile geçemez. Ses dalgalarının ilerleyebilmesi için uygun bir ortam gerekir ve uzay boşluğu böyle bir ortam değildir.

Sonuç: Işık kazanır. Ses, titreşimlerin bir parçacıktan diğerine geçmesiyle ilerler. Uzay boşluğunda pek fazla parçacık yoktur, işte bu yüzden uzay boşluğunda bağırırsan kimse seni duyamaz.

1. Engel
Köşelerden dönmek

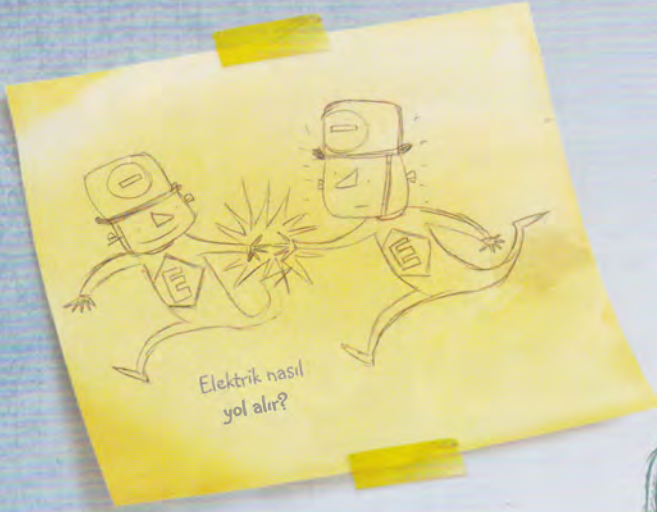
Ses ise dağılır, hatta eşyanın içinden geçebilir, bu yüzden köşeyle başa çıkma konusunda hiç sıkıntı çekmez.

Sonuç: Bu etapta ses kazanır. Bu yüzden eğer birinden saklanıyorsan, çok iyi bir saklanma yeri bulsan bile, olabildiğince sessiz olmalısın.

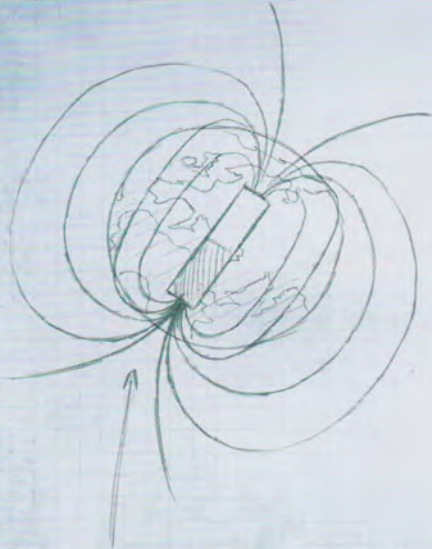
3. Engel
Camin içinden geçmek

Ses ise camın içinden daha hızlı geçer. Ses dalgaları katıların içinde (ve hatta sıvılarda bile) gazların içinde olduğundan daha hızlı ilerler. Bunun nedeni katılarda ve sıvılarda parçacıkların birbirine daha yakın olması, böylece titreşimleri daha çabuk iletmesidir. Ama cam sesi söndürür, bu yüzden camın öbür yanı daha sessiz olur.

Sonuç: Berabere. Hem ses hem ışık pencerenin içinden geçebilir, ama her ikisi de camdan geçerken değişir.



Üst üste dizilmiş bozuk paralar
bir lambayı nasıl çalıştırabilir?



Dünya neden dev bir
mıknatıs gibidir?



Bir balonun tişörtüne yapışmasını nasıl sağlayabilirsin?

4. Bölüm

Çarpıcı elektrik!



Elektrik iki farklı biçimde bulunan bir enerji çeşididir. *Statik (durgun)* elektrik başının üstünden çekip çıkarırken saçlarının giyeceklerine yapışmasına neden olan çeşittir. Ayrıca gökyüzünde şimşegın çakmasına da neden olur.

Akım elektriğı tellerin içinden akar. Televizyon, bilgisayar, lamba ve ısıtıcılar gibi insanların her gün bel bağıladığı pek çok farklı şeye güç sağlayan işte bu çeşittir.

İki elektrik çeşidi de birbiriyle ilişkilidir, ama bunlar nereden geliyorlar? Öğrenmek için okumaya devam et.



Harika fizikçi J. J.
Thompson 1856-1940

19. yüzyılın sonlarında Joseph John Thompson 'katot ışınları'ni kullanarak bir dizi deney yaptı ve elektrik yükünün, sonrasında elektron olarak adlandırılan küçük parçacıklardan dolayı aktığını gösterdi.

Elektrik nereden geliyor?

Elektrik tamamen atomlarda bulunan eksi yüklü parçacıklar olan elektronlarla ilgilidir. Toplamda bir atomun yükü yoktur, çünkü elektronlar hep artı yüklü protonlarla dengelenir. Ama eğer atoma *elektron eklenir* ya da *çıkarılırsa* sonuçta atomun artı ya da eksi **elektrik yükü** olur.

Bu nasıl olabiliyor?

İster inan ister inanma bu bazı nesneler kolayca elektrik yüklenirler. Eğer plastik bir balonu pamuklu bir tişörte sürersen, elektronların bazıları tişörtten ayrılıp balona tutunur. Bu işlem, balona hafif bir eksi yük, tişörte de hafif bir artı yük sağlar. Zıt yükler birbirini çeker, bu yüzden balonun tişörte yapıştığını görürsün.

Plastik de yün de (ısıyı depolayan yalıtkanlara benzer şekilde) elektrik yükünü üstlerinden geçirmektense biriktiren maddeler olan **yalıtkanların** birer çeşididir. Bu yük birikimi **durgun elektrik** olarak bilinen elektrik enerjisini oluşturur.



Durgun elektrik olağanüstü güçlü olabilir. Örneğin, fırtınalı havada bulutların içindeki su damlacıkları birbirine sürter. Bu, bulutun altında büyük miktarda eksi yük biriktirebilir. Bulut, başka bir bulutun üst kısmı ya da altında kalan yer gibi zıt yüklü bir noktaya bir şimşek göndererek bu yük birikiminden kurtulur ya da **boşalır**.

Yıldırımsavar



Paris'teki Eyfel Kulesi'ne
bir yıldırım düşerken

Yıldırım sıkça yüksek binalara düşer; bu binada yangın çıkarabilir. Bu yüzden yüksek binalar yıldırımsavarlarla korunur. Bunlar üzerlerinden yıldırımın güvenli bir şekilde yere akmasını sağlayan metal şeritlerdir. Bu şekilde elektrik herhangi bir hasara yol açmadan toprağa yayılabilir.

İtmek ve çekmek

Zıt yüklü iki nesne birbirini çekecektir. Ama eğer ikisinin de yükü aynıysa birbirini **iteceklerdir**.

Bunu iki boş plastik şişe kullanarak deneyebilirsin. Birini tişörtüne sürt ki eksi yükü yüklenmiş, sonra şişeyi yan yatmış olarak bir masanın üstüne koy. Şimdi diğer şişeyi aynı şekilde yükle ve ilk şişeye yaklaştı. Birbirlerini itmeliler, bu nedenle ilk şişe yuvarlanacaktır.



Durgun elektriğin bir şeyleri nasıl çektiğini göstermek için işte başka bir deney.

Bir balonu tişörtüne sürterek balonu eksi yüklü yap, sonra bir duvara karşı tut ve elinden bırak. Her ne kadar duvarların bir yükü olmasa da balon duvara yapışmalı.

Balondaki eksi yük, duvarın en dışındaki elektronları iter, geriye hafifçe artı yüklü duvar kalır. Böylece balonla duvar birbirini çeker.



Ya insanların evlerinde kullandığı elektrik?

Evinizdeki tellerden akan elektrik durgun değildir. Buna **akım elektriği** denir ve bir maddenin içinde birikmek yerine içinden akar. Ama bu nasıl gerçekleşir? Öğrenmek için sayfayı çevir.



İletmek ya da iletmemek?

Silikon gibi bazı maddeler soğukken yalıtkan, sıcakken iletken olabilir. Bu maddelere **yarıiletken** denir.

Bilgisayar çipleri yarıiletkenlerden yapılır. Bunlar, cep telefonlarından mikrodalga fırınlarla ve MP3 çalarlara kadar birçok makinenin çalışması için gerekli bileşenlerdir.



Elektriğin iki çeşidi

Durgun elektrik bir maddede yüklü parçacıkların birikmesidir. Spor ayakkabın ayağındayken halının üstüne ayaklarını sürüttükten sonra metal bir kapı koluna dokunduğunda seni çarpan elektrik çeşididir. Bu sırada elektrik boşalmasını hissedersin.

Akım elektriği elektrik yükünün bir maddenin içinden ve maddeler arasındaki hareketidir. Elektrik prizinden aldığın elektrik işte budur.

Elektrik nasıl akabiliyor?

Yarışan elektronlar

Elektrik, tellerin içinden aksa da, elektronlar bütün yolu kendileri gitmezler.

Bunun yerine her biri yanındakine çarparak enerjisini iletir. Bu biraz bayrak yarışına ya da yıkılan domino taşlarına benzer.



Harika fizikçiler: Galvani ve Volta 16. – 17. yüzyıl

Bilimadamı Luigi Galvani üzerinde elektrik yükü

olan bir iletkenle dokunulduğunda ölü bir kurbağanın bacağına seğirdiğini fark etti, ama bunun niçin olduğunu çıkaramadı.

Onunla yarışan Alessandro Volta, kurbağanın içinden yükün aktığını öne sürdü.

Ardından kullanılabilir ilk pili yaptı. Onun onuruna

bir pilin birim yük başına yapabileceği iş miktarına 'voltaj' (gerilim) denir.



Yapılan ilk pil olan çinko – karbon 'voltaik pili' Volta tarafından 1800'de icat edilmişti.

Elektrik **iletken** denen bir maddenin içinden akabilir.

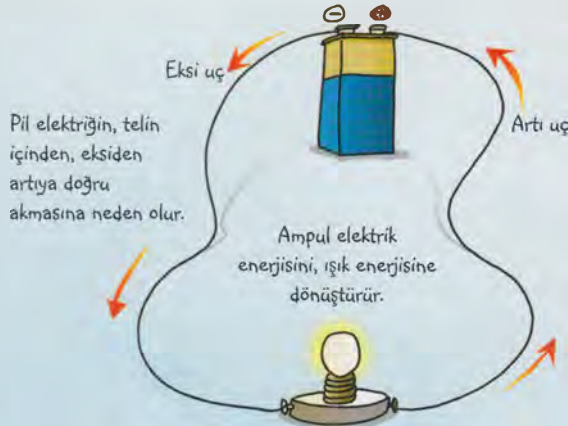
Bakır gibi metaller iyi iletkenlerdir, bu yüzden elektrikçiler tel yapmak için bunları kullanır. Bir metalde moleküllerin etrafında bir çeşit bulut gibi akan gevşekçe tutunmuş elektronlar bulunur. Bu elektronlar elektrik yükünü kolayca iletirler. Bir iletkenin içinden elektrik yükü akışına **elektrik akımı** denir.

Elektrik akımı nasıl oluşur?

Akım bir telin içinden kendiliğinden akamaz, **pil** gibi bir güç kaynağına ihtiyaç vardır.

Pillerin bir ucunda büyük miktarda elektron yani büyük miktarda **eksi yük** birikir, bu uca **eksi uç** denir. Diğer ucta (**artı ucta**) çok daha az elektron bulunur.

Eğer bir pilin tek bir ucuna tel bağlasan hiçbir şey olmaz. Ama ardından eğer telin **öbür** ucunu pilin **öbür** ucuna bağlarsan, eksi uçtaki elektronlar yüklerini telin içinden ta artı uca kadar iletir. Başka bir deyişle telin içinden bir elektrik akımı akar.



Piller nasıl çalışır?

Bir pil, elektrik enerjisine dönüştürülebilecek bir kimyasal enerji deposudur. Çoğu kişinin evlerinde kullandığı pillerde **elektrolit** denen bir macun ve iki metal uç bulunur.

Elektrolitin içindeki kimyasal tepkimeler, elektronları eksi uça birikmeye zorlar; bu sırada artı uça ise artı yük birikir. Uçlar arasındaki yük farkının oluşturduğu etkiye **gerilim** (Voltaj) denir.

Bir pilin gerilimi, pilin ne kadar *etkili* olduğunu, daha belirgin söylemek gerekirse bir iletken boyunca ne kadar akım geçireceğini belirler. Gerilim **volt (V)** birimiyle ölçülür, sıklıkla pilin kenarında yazılıdır ve **voltmetre** denen bir gereç kullanarak ölçülebilir.

Kendi pilini yap

Gerekenler:

Yarım bardak tuz, bir bardak sirke, 11 adet bakır bozuk para, 10 adet daire şeklinde kesilmiş filtre kâğıdı ve her biri bozuk paralarla aynı büyüklükte 10 adet daire şeklinde kesilmiş alüminyum folyo.

Tuzu ve sirkeyi karıştır, bu senin elektrolitin olacak.

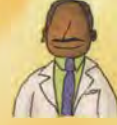
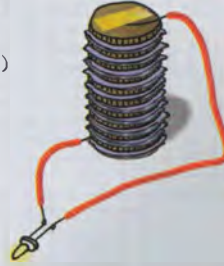
Filtre kâğıdını iyice ıslanması için elektrolitin içinde birkaç dakika bekle.

Pili katmanlar hâlinde yapacaksın. Her katmanın en altında bozuk para, onun üstünde daire şeklinde folyo, onun da üstünde de daire şeklinde filtre kâğıdı olacak. Katmanları **aynı sırayla** üst üste koymaya devam et, ta ki en üstte bozuk para kalıncaya kadar. Folyonun tek bir bozuk paradan başka bir bozuk paraya ya da başka bir folyoya dokunmamasına dikkat et.

Hazırladığın pili 'yükleysin' diye birkaç dakika bekle.

Pilini denemek için gerekenler:

İki adet bakır tel ve bir adet ışık yayan diyot (LED) (bunları elektrikçi dükkânlarından bulabilirsin). Tellerin birer ucunu LED'in her iki ucuna sararak bağlay. Şimdi tellerden birinin bir ucunu pilin alt kısmına bantla. Diğer telin öbür ucunu, pilin üst kısmına bantla. Her iki uç birer bozuk paraya dokunduğunda LED'in yanması gerekir.



AC/DC

İki çeşit elektrik akımı vardır: doğru akım (**DC=Direct Current**) ve alternatif akım (**AC=Alternative Current**).

Doğru akım, pillerden elde edilen akımdır. Sürekli olarak tek yönde akar.

Evinize elektrik alternatif akımla sağlanır. Elektrik santrallerinde hızla dönen üreteçler (jeneratör) tarafından üretilir.

AC ise daha verimlidir, çünkü üreteç dönmeye devam ettikçe akım da hep devam eder. Bir pil ise sonunda biter ve tekrar doldurulması gerekir.

Akım savaşları

1882'de Thomas Edison insanlara elektrik temin eden ilk kişi oldu. DC kullanmıştı.

Ama sonra büyük rakibi Nikola Tesla ABD hükümetine AC'nin daha verimli olduğunu söyledi. Edison insanları AC'nin tehlikeli olduğunu ikna etmek için AC'yi hayvanları elektrikle öldürmekte kullandı.

Ama sonunda AC daha çok tutuldu, çünkü Tesla haklıydı. AC, DC'ye göre daha verimlidir ve ulaştırılması daha ucuza gelir.





Evimizdeki elektrik

Evlerimize sağlanan elektrik akımına **şebeke elektriği** denir ve bu çok yüksek gerilimde sunulur. Bu yüzden güvenlik için bütün elektrik prizleri sigortalara bağlıdır. Eğer üstünden aşırı miktarda akım geçerse sigorta erir ve devreyi keser.

Elektrikli ev aletlerinin çoğunda ayrıca **topraklama kablosu** denen bir şey bulunur. Eğer bir kaçak olursa, kullandığımız cihazdaki topraklama kablosu akımı yere iletir; böylece elektrik bizi çarpmaz.

Devrelerde dolanıp durmak

Bir telden akan bir elektrik akımı, çok basit bir **devre** örneğidir. Çoğu devre, üzerinden geçen akımdan yararlanan **eleman** denen başka parçaları da içerir. Örneğin elektrikli bir diş fırçasının içindeki **motor** denen bir eleman, elektrik akımını kinetik enerjiye dönüştürür.

Bir elemanın çalışabilmesi için belli bir miktarda akım gerekir. Eğer akım yeterince şiddetli değilse elemanı çalıştırmak için yeterli güç olmayacaktır.

Akımı hesaplamak

Akım (I), belli bir zaman içinde bir devreden akan **yük (Q)** miktarıdır. Yük **Coulomb** ile ölçülür; o zaman akım, her saniyedeki Coulomb ya da daha yaygın şekliyle **amper** veya kısaca **amp**'tir. Akımı **ampermetre** denen bir elemanı kullanarak ölçebilir ya da şu formülle hesaplayabilirsin:

$$\text{akım (amper)} = \frac{\text{yük (Coulomb)}}{\text{zaman (saniye)}} \quad \text{ya da:} \quad I = \frac{Q}{t}$$

Akıma direnmek

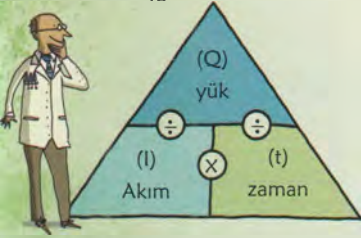
Tıpkı sürtünmenin hareket eden nesneleri yavaşlatması gibi, **direnç** de (Resistance) akımın akışını azaltır. **Direnç (R)** **ohm** birimiyle ölçülür. Plastikler gibi yalıtkanların dirençleri yüksekken, metaller gibi iletkenlerin dirençleri düşüktür.

Direnci şu formülü kullanarak hesaplayabilirsiniz:

$$\text{direnç (ohm)} = \frac{\text{gerilim (volt)}}{\text{akım (amper)}} \quad \text{ya da:} \quad R = \frac{V}{I}$$

Akım üçgeni

İşte akım, yük ve zamanı nasıl hesaplayacağını gösteren sihirli üçgen:



Tellerdeki direnç

Bir tel ne kadar **uzunsa** direnci de o kadar çoktur, çünkü akım telin daha fazla kısmından akmak zorundadır.

Bir tel ne kadar **kalınsa** direnci de o kadar azdır, çünkü telin içinde akımın akması için daha fazla yer vardır.

Devrenin iki çeşidi

Devre elemanlarını iki farklı şekilde düzenleyebilirsiniz: **seri** ve **paralel**. Örneğin bir tel üzerinde dizilecek süs ışıkları her iki şekilde de bağlanabilir; ama her bağlama biçimi ışıkları farklı etkileyecektir.

Seri

Seri olarak bağlanmış süs ışıkları için sadece tek uzun bir tel kullanılır, ve her bir ampul bu telin üstünde birbiri ardına sırayla dizilir. Akım her birinden sırayla geçer ve her ampulde elektrik ışığa dönüşür.

Seri bağlanmış devreler yapmak ucuzdur ama iki soruna yol açarlar. Birincisi, bir ampul patladığında devre kesilir, bu durumda ampullerin *hiçbiri* yanmaz. Patlayan ampulü bulup değiştirmek gerekir.

İkincisi, seri bağlanmış devreye ne kadar çok ampul eklenirse, akım o kadar yavaşlar. Akım bu devre biçiminde her noktada aynıdır ama gerilim düştüğü için, ampuller daha sönük yanar.



Paralel

Paralel bir devrede ise her ampul telde kendisi için ayrılmış ayrı bir kısma yerleştirilir. Paralel bağlanan bir devrede, akım hızı hiç yavaşlamadan, her bir ampule aynı oranda gerilim ulaşır; böylece ampullerin hepsi parlak biçimde yanar. Üstelik bir ampul patlarsa, devre kesilmez, diğer ampuller yanmaya devam eder.



Tel güvenliği

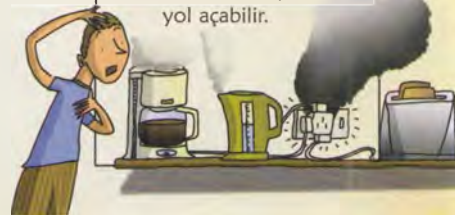
Elektrik telleri metalden yapılır ve plastik yalıtkanlarla kaplanır ki elektrik yükü dışarı çıkıp sizi çarpmasın.

Ev güvenliği

Elektrikli ev aletlerini sudan uzak tutun. Su iyi bir elektrik iletkenidir, bu yüzden eğer alete su sızarsa akımı iletecektir. Bu, cihazın çalışmasını durduracaktır ve eğer bu suya dokunursan ölümcül bir elektrik çarpmasıyla karşılaşabilirsiniz.

Tüm tellerin gerektiği gibi yalıtıldığından emin olmalısın. Eğer plastik kaplamanın üzerinden metal parçalarını görebiliyorsan dikkatli ol, şebekeye bağlı açık bir tel ölümcül bir elektrik çarpmasına yol açabilir ya da yangın çıkarabilir.

Su ısıtıcıları ve tost makineleri gibi elektriği ısıya dönüştüren cihazlara çok miktarda akım gerekir. Eğer bu cihazların iki ya da daha fazlasını aynı prize bağlar ve aynı anda çalıştırırsanız, bu, prizin aşırı ısınmasına ve tutuşmasına yol açabilir.



Daha fazla devre bilgisi

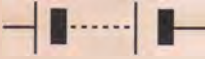
Bir batarya, ne zaman batarya değildir

Fizikçiler evde kullandığımız pillerle bataryaları ayırırlar. Evde kullandıklarımıza pil denir. Batarya ise iki ya da daha fazla pilin birleşmesidir.

Bir pil için kullanılan devre simgesi şöyle görünür:



Bir batarya için kullanılan simge ise şöyle görünür:



Sen tersinden al

Akım elektronların 'eksiden artıya' doğru akışıdır. Hâlbuki bir devre şemasında akım artı uçtan eksi uca doğru akıyor gibi gösterilir. Peki ama neden?

Akımın bir pil hücresinin bir ucundan diğerine aktığını fark eden ilk kişi Fransız fizikçi André Ampère'di. Kendisi 18. yüzyılda, henüz elektronların keşfedilmemiş olduğu dönemde çalışıyordu. Akımın artıdan eksiye doğru aktığını zannetmişti.

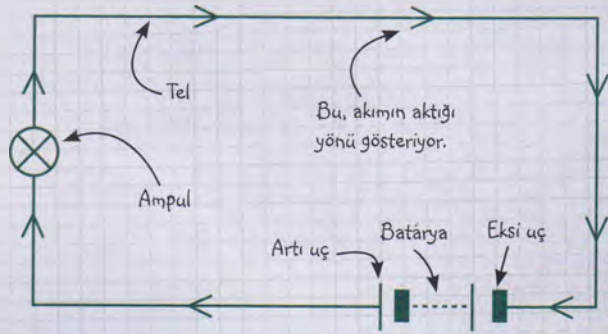
Hatası anlaşıldığında o kadar çok devre şeması çizilmişti ki, fizikçiler bunların aynı şekilde çizilmeye devam edilmesinin sakıncasının olmayacağına karar verdi.

Devre şemalarında akımın çizildiği yön **konvansiyonel akım** olarak bilinir, ama akımın aslında aktığı yöne ise **gerçek akım** denir.

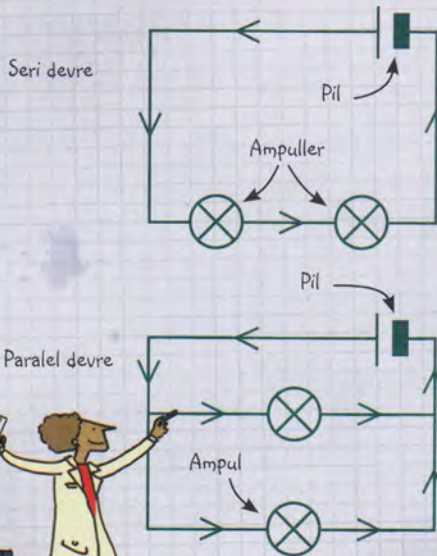
Bir devrenin şemasını çizersek, devrenin nasıl çalıştığını daha kolay gözümüzde canlandırabiliriz. Şema, devrenin hangi kısımlarının birbirine bağlandığını göstermelidir. Fizikçiler devre elemanlarını göstermek için simgeler kullanır ve telleri göstermek için de düz çizgiler çizer.

Bir devre şekli çizerken telleri çizmek için cetvel kullan ve arada boşluk kalmadığına emin ol, yoksa devre kesilmiş gibi görünür.

İşte temel bir devre şeması örneği:



Seri ve paralel devreler işte şöyle çizilir:

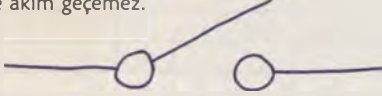


Birden fazla pil bir bataryayı oluşturur.

İşte bir devrede bulabileceğiniz farklı elemanlardan bazılarının simgeleri:

Anahtar - açık

Bir anahtar açıkken (çalışmıyorken) devre kesilir, böylece akım geçemez.



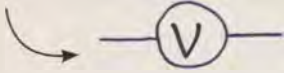
Anahtar - kapalı

Bir anahtar kapalıyken (çalışıyorken) devre tamamlanır, böylece akım geçer.



Voltmetre

Voltmetre bir devredeki gerilim miktarını ölçer. Devreye paralel bağlanmazsa, doğru değeri göstermez.



Ampermetre

Ampermetre bir devredeki akım miktarını ölçer. Devreye seri bağlanmazsa, doğru değeri göstermez.



Diyot

Diyot bir yarıiletken yapıdır ve elektriği yalnızca bir yönde iletir. Eğer akımın yönü değişirse, örneğin AC ile güç sağlanan bir devrede olduğu gibi, üzerinden elektrik geçemez.



Işık yayan diyet (LED)

Elektrik üzerinden doğru yönde aktığında ışık yayan bir diyottur. Çok az enerji kullanır bu yüzden enerji tasarruflu lambalarda kullanılır.



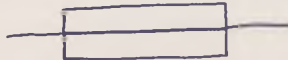
Değişken direnç

Devreden geçen akım miktarını kontrol etmek için devredeki direnç miktarını değiştirir.



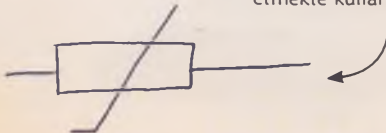
Sigorta

Sigorta bir devreden yalnızca güvenli miktarda akımın geçmesini sağlar.



Isıl direnç

Sıcaklık arttıkça direnci azalan bir direnç çeşididir. Isıtma ve soğutma sistemleriyle mikrodalga fırınlarda sıcaklığı ölçmekte ve kontrol etmekte kullanılır.



Çip çip çok yaşa!

Modern bilgisayar çipleri küçüktür; sadece parmak ucu kadardır ama milyonlarca devre içerirler. Çipler icat edilmeden önce bilgisayar yapmak için kullanılan devreler kocamandı. Bu yüzden, minik elektrikli cihazlar yapmak mümkün değildi.

Üstelik fizikçiler devreleri daha da küçültmenin yollarını buluyorlar.





Mıknatıslı sözcükler

Ferromıknatıs: Güçlü bir şekilde manyetik olan ya da kolayca mıknatıslanabilen bir madde, demir gibi.

Sert mıknatıslı madde: Bir kez mıknatıslandığında mıknatıslığını kolayca kaybetmeyen bir madde, örneğin çelik. Kalıcı mıknatıs yapmakta kullanılır.

Yumuşak mıknatıslı madde: Uzun süre mıknatıslanmış olarak kalamayan bir madde, örneğin demir. Geçici mıknatıs yapmakta kullanılır.

Mıknatısları hayal etmek

Mıknatıslı maddelerin içinde her birinin kendi kuzey ve güney kutbu olan moleküler mıknatısları bulunur. Bunların mıknatıslanmış ve mıknatıslanmamış maddelerin içinde nasıl düzenlendiklerini görmek için kibrit çöplerini kullanabilirsin.

Bir yığın kibrit çöpünü bir masanın üstüne boşalttığını hayal et. Kibritler karma karışık hâledir, tıpkı mıknatıslanmamış bir maddenin içindeki moleküler mıknatıslar gibi.



Bütün kibritleri başlarının aynı yönü gösterecek şekilde dizdiğini hayal et. İşte bir mıknatısın içinde moleküler mıknatıslar bu şekilde dizilirler.



Mıknatıslar buzdolabına neden yapışır?

Mıknatıs, manyetik kuvvet uygulayabilen bir şeydir. Bu, demir, çelik, kobalt ve nikel gibi belli manyetik metalleri çekme yeteneği olduğu anlamına gelir. Buzdolapları genellikle çelikten yapılır, bu yüzden buzdolabınızın kapağına bir mıknatıs koyarsanız büyük olasılıkla orada kalacaktır.

Mıknatıslar başka mıknatısları çekebilir ve itebilir. Çünkü bir mıknatısın **kutup** denen iki zıt ucu vardır, bu kutupların biri 'kuzey' biri 'güney'dir (bir buzdolabı mıknatısının alt tarafı bir kutuptur üst tarafı da öbür kutuptur).

Tıpkı elektrik yükleri gibi zıt kutuplar birbirini çeker ve benzer kutuplar birbirini iter. Eğer bir buzdolabı mıknatısını bir başkasının üstüne koyarsanız, birbirine yapışırlar. Ama alt taraflarını birbirine doğru itmeye kalkarsanız, birbirilerini geriye iteceklerdir.

Bir mıknatısı manyetik yapan nedir?

Bazı maddeler doğada zaten manyetik olarak bulunurlar. Manyetizma, binlerce yıl önce insanların mıknatıs taşı denen bir kayanın demiri çekebildiğini fark etmesiyle keşfedilmiştir.

Ama mıknatıslar sonradan da yapılabilir. Örneğin, demiri ve çeliği mıknatıslılaştırmak kolaydır (bunu kendinin nasıl yapabileceğini bulmak için sayfayı çevir). Bu metallerdeki moleküller, kendi kuzey ve güney kutupları olan minyatür 'moleküler' mıknatıslar gibi davranırlar.

Genellikle demir bir çubuk mıknatıslanmadığında, moleküler mıknatısları düzensizdir ve bütün yönleri gösterir.



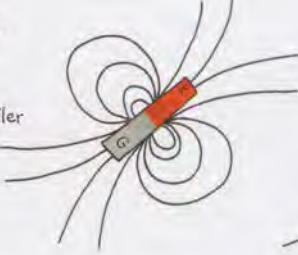
Ama çubuk mıknatıslandığında moleküler mıknatısların hepsi aynı yönü gösterir.



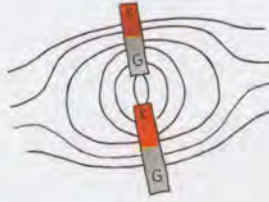
Manyetik örüntüler

Her mıknatısın etrafında **manyetik alan** denen bir kuvvet alanı vardır; manyetik kuvvetin en şiddetli olduğu yer burasıdır. Manyetik alan tarafından oluşturulan kuvvet, **manyetik alan çizgileri** denen görünmez örüntüler oluşturur. Bu çizgiler iki mıknatıs karşılaştığında değişir.

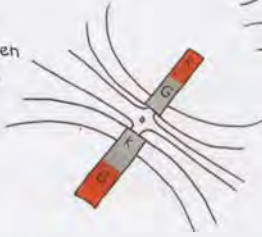
Basit bir çubuk mıknatıs kendi başınayken etrafındaki çizgiler şöyle görünür:



İki mıknatıs birbirini çekerken çizgiler şöyle görünür:



İki mıknatıs birbirini iterken çizgiler şöyle görünür:



Manyetik göç

Kaplumbağalardan kuşlara ve kelebeklere kadar çeşit çeşit canlı, yazın serin kışın sıcak yerler bulmak için her yıl binlerce kilometre yol alır. Çoğunlukla bu yolculuğu daha önce hiç yapmamış olurlar, ama neredeyse hep doğru yere ulaşırlar.

Bunun nedeni Dünya'nın kendisinin dev bir mıknatıs, bu hayvanların vücutlarının da kendilerine doğru yönde gidip gitmediklerini söyleyen Dünya'nın manyetik alanını hissedecek kabiliyette olmasıdır.



Manyetik alan çizgilerini görmek

Her ne kadar manyetik alanın kendisini görmek mümkün değilse de, oluşturduğu alan çizgisi örüntülerini demir tozu ile görünür hâle getirebiliriz.

Gerekenler:



Bir çubuk mıknatıs



Demir tozu



Bir kâğıt parçası

Kâğıt parçasını çubuk mıknatısın üstüne koyun. Kâğıdın üstüne biraz demir tozu serpiştirin. Kâğıda nazıkçe vurun, böylece demir tozları zıplayıp tekrar kâğıdın üstüne düşecektir.

Ne oluyor?

Demir tozları mıknatısın etrafında manyetik kuvvetin şiddetini ve yönünü gösterecek şekilde bir örüntü oluşturur.



Bir mıknatısın üstüne demir tozunu serpiştirdiğimizde şöyle bir örüntü oluşur.

Mıknatıs nasıl yapılır?

Demire ya da çeliğe başka bir mıknatısı bir süre sürterek, demirin ya da çeliğin içindeki moleküler mıknatısların aynı yönü göstermesini sağlayabilirsin.

Gerekenler:

Bir adet çubuk mıknatıs



İki adet çelik iğne



1. İğnelerin birine çubuk mıknatısı aynı yönde yaklaşık 10 kez sür.



2. Şimdi sürdüğün iğneyi al ve öbür iğneye dokundur.

Ne oluyor?

Sürdüğün iğnenin diğer iğneyi kaldıracak kadar güçlüce çekebildiğini görmüş olmalısın. İlk iğneyi mıknatısa dönüştürdün.



Mıknatıslıklarını bozmak

Mıknatısların, moleküler mıknatısları karıştırılarak, mıknatıslık özellikleri bozulabilir. Bunun bir yolu mıknatısa çekiçe vurmaktır. Başka bir yolu kıpkırmızı olana dek ısıtmaktır. Ama ikisini de sakın evde yapmayı deneme.

Kendin gör:

Dünya'nın mıknatıslığı

Yukarıda anlatılan yöntemi kullanarak bir iğneyi mıknatısla. Bir bardak su doldurup mıknatıslanmış iğneyi bardağın ortasında suyun üstüne bırak.

İğne biraz sağa sola hareket ettikten sonra zaman içinde duracaktır. Şu an iğne Dünya'nın manyetik alanı tarafından çekiliyor. İğne Dünya'nın manyetik kuzey kutbuyla aynı doğrultuda duracaktır, tıpkı pusula iğnesinde olduğu gibi.



Dünya'daki en büyük mıknatıs nedir?

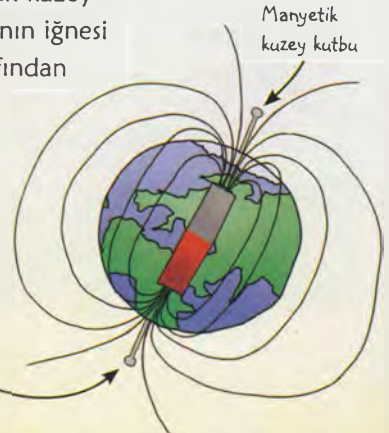
Dünya'nın kendisidir, aslında o dev bir mıknatıstır. Sıvı demirden oluşan bir çekirdeği vardır. Bu kısım, gezegenin ortasından geçen dev bir çubuk mıknatıs gibi davranır.

Manyetik alanın en üst ucu ya da 'manyetik kuzey kutbu', 'coğrafi' kuzey kutbuna çok yakındır ama tam olarak aynı yerde değildir. Manyetik alanın güney kutbu ise coğrafi güney kutbuna çok yakındır.

Bir pusulanın iğnesi, manyetik kuzey kutbunu gösterir; çünkü pusulanın iğnesi Dünya'nın manyetik alanı tarafından çekilir, tabi yakınlarda pusulayı saptıracak güçlü başka bir mıknatıs yoksa.

Bu şekil Dünya'nın manyetik alanının örüntüsünü gösteriyor.

Manyetik
güney kutbu



Elektrikle ilgili bir bölümde neden mıknatıslarla ilgili şeyler okuyorum?

Elektrik ve manyetizma birbiriyle çok yakından ilişkilidir. Elektrik akımı her zaman etrafında bir manyetik alan oluşturur. Bu yüzden, her ne kadar diğer zamanlarda mıknatıs olmasa da, bir telden akım geçtiği zaman tel geçici olarak mıknatıs hâline gelir. Akım ne kadar büyükse oluşturduğu manyetik alan da o kadar kuvvetli olur. Buna **elektromanyetizma** denir. Elektromanyetizma **elektromıknatıs** denen gerçekten güçlü geçici mıknatıslar yaratabilir. Bunlar demir bir çekirdeğin etrafına uzun bir tel sarım sarak ve telin üstünden akım geçirerek yapılır.

Mıknatıslar da akımın akmasına neden olabilir. Eğer bir mıknatısı bir tel sarımın içinde döndürürseniz telde gerilim birikir. Eğer tel bir devreye bağlanırsa üzerinden akım geçecektir. Alan ne kadar güçlüyse ve hareket ne kadar hızlıysa üretilen voltaj o kadar büyük olur.

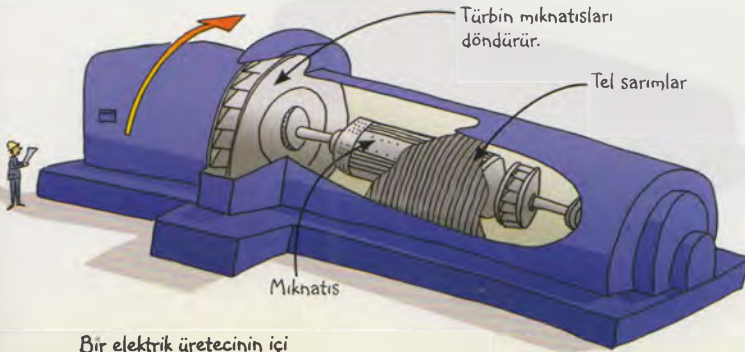
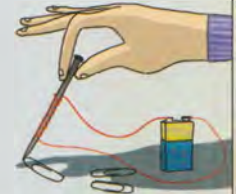
Bir elektrik santralinin içinde su kaynatılıp buhara dönüştürülür. Buhar türbin denen bir makineyi, o da bir tel sarımın içindeki bir mıknatısı çevirerek insanların evlerine gönderilebilen elektrik akımı üretir.

Kendin gör: elektromıknatıslar

Bir miktar yalıtılmış bakır tel, bir pil, bir demir çivi ve birkaç ataş kullanarak kendi elektromıknatısını yapabilirsiniz.

Teli çivinin etrafına sar, sarımlar birbirine yakın olsun. Telin uçlarını pilin uçlarına sar. Çiviye ataşlara yaklaştı ve ne olduğunu gör.

Çivinin ataşları tuttuğunu görmelisin. Bunun nedeni çivinin bir elektromıknatısa dönmüş olmasıdır. Ama eğer telin pille bağlantısını kesersen, çalışmayacaktır. Çivi sadece içinden akım geçerken mıknatıstır.



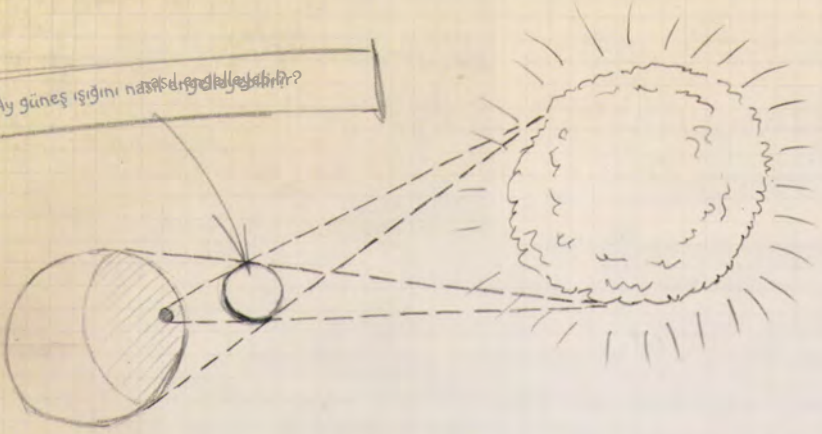
Bir elektrik üreticinin içi

Trenleri yerden kesmek

Japonya ve ABD gibi bazı ülkelerde Maglev trenleri denen gerçekten hızlı trenler vardır.

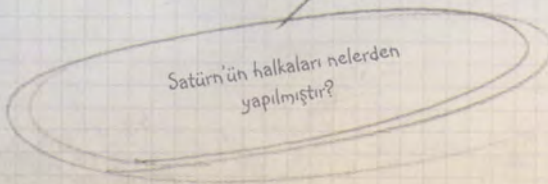
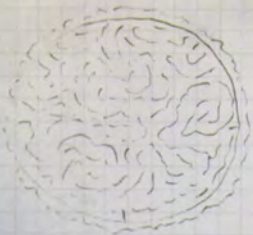
Bu trenlerin altında elektromıknatıslar bulunur ve elektromıknatıstan yapılmış raylar üzerinde giderler. Mıknatıslar birbirini iter, böylece tren hiçbir zaman yere değmez. Trenle ray arasında hiç sürtünme yoktur, bu da Maglev trenlerini gerçekten hızlı ve verimli kılar.

Ay güneş ışığını nasıl yansıtabilir?



Neden geceleri karanlık,
gündüzleri ise aydınlıktır?

Neden Plüton bir
gezegen değil?



Satürn'ün halkaları nelerden
yapılmıştır?

5. Bölüm

Uzayda kaybolmak



Uzay uçsuz bucaksızdır. Gerçekten uçsuz bucaksızdır. Orada, en adanmış gökbilimcinin bile sayabileceğinden daha fazla yıldız, gezegen ve uydu vardır. Uzay araştırmaları **astrofizik** denen fiziğin çok heyecan verici bir dalıdır. Astrofizikçiler büyük olasılıkla hiçbir zaman gidemeyecekleri kadar uzaktaki şeyleri incelemek için yeni yollar icat etmek zorundadır.

Koskoca bir hiçlik

Uzay boşluğu, adından da anlaşılacağı gibi, çoğunlukla yalnızca boşluktur. Bildiğimiz kadarıyla boştur, içinde hava bile yoktur. Bu yüzden orada nefes alamazdınız

Uzaydaki delikler

Büyük bir yıldız yakıtını tüketip ölünce, kendi üstüne çöküp 'karadelik' denen olağanüstü yoğun bir girdap hâline gelebilir.

Karadeliklerin öyle güçlü kütleçekimi vardır ki, ölmekte olan bir yıldızın her şeyini içine çeker, ışığını bile. Bu yüzden yalnızca uzayda 'boşluklar' olarak görünürler.

Bir kara deliğin içinde nelerin meydana geldiğini kimse bilmiyor. Bazı bilim insanları paralel evrenlere geçiş delikleri olduklarını düşünüyor. Ama bu doğru olsaydı bile bunlardan birine giren birisi daha öğrenmeden şiddetli kütleçekimi tarafından ezilip yok edilirdi.



Pırl pırl yıldızlı gece

Gece gökyüzüne baktığında aslında uzayın derinliklerine bakıyorsun. Görebildiğin tüm yıldızlar Samanyolu adlı bir grubun ya da galaksinin yani gökadanın parçasıdır. Eğer bunu yeterince uzaktan görebilseydin, sarmal şeklinde dönen soluk süt rengi bir kütle gibi görürdün. Bizimkiyle birlikte milyonlarca başka galaksi ve milyarlarca başka yıldız vardır.

Yıldızları gözlerken aynı zamanda da geriye bakıyorsun. Güneş dışındaki her yıldız o kadar uzaktır ki ışığın bile, ki Evrendeki en hızlı şeydir, onlardan bize ulaşması yıllar sürer. Bu yüzden astrofizikçiler, uzayda uzaklıkları 'ışık yılı' ile ölçerler. Bir ışık yılı, Dünya'da bütün bir yılın geçtiği sürede ışığın aldığı yoldur: 9.460.730.472.600.000m.

Galaksimizdeki en uzak yıldızlar Dünya'dan 100.000 ışık yılı ötededir ve bizimkine oldukça yakın olan Andromeda galaksisi 2,5 milyon ışık yılı ötededir. Bu, onun 2,5 milyon yıl önceki hâlini görüyoruz anlamına gelir.



Bu, NGC 1300 denen bir galaksinin fotoğrafıdır. Şekil olarak Samanyolu'nun benzeridir.

Güneş nedir?

Güneş de diğerleri gibi alelade bir yıldızdır. Üstelik o kadar büyük de bir yıldız değildir, diğer yıldızlara göre daha büyük ve parlak görünmesinin tek sebebi bize çok daha yakın olmasıdır. Ama yine de Dünya'dan yaklaşık bir milyon kat daha büyüktür.

Diğer tüm yıldızlar gibi Güneş de inanılmaz derece sıcak bir yanan gaz topudur, gazlar sıkışarak ışık ve ısı üreten patlamalara neden olur.

Gece neden karanlıktır?

Dünya sürekli Güneş'in etrafında **yörünge** denen bir yol üzerinde hareket etmektedir. Dünya aynı zamanda tıpkı dönen bir topaç gibi, gezegenin ortasından geçen hayali bir çizgi olan **ekseni** etrafında sürekli dönmektedir.

Bir gün, gezegenin kendi etrafında bir tur dönmesi sırasında geçen zamandır. Dünya'da bir gün 24 saat sürer. Bu yüzden Güneş'e dönük olan tarafında gündüz vakti, karanlık olan öbür tarafında ise gece vaktidir.

Mevsimlere ne neden olur?

Dünya'nın eksen, yörünge düzlemiyle bir açı yapacak şekilde ayarlanmıştır. Gezegenin senin bulunduğun tarafı Güneş'e doğru eğik olduğunda bu kısımda yaz olur. Yazın Güneş daha kuvvetli parlıyormuş gibi görünür, günler uzun, geceler kısadır. Bulunduğun yer Güneş'ten uzağa doğru eğik olduğunda ise kış olur. Kışın ise geceler uzun, gündüzler kısadır ve hava soğuktur.



Sakın bakma!

Güneş'e asla doğrudan bakmamalısın, güneş gözlüğü takıyor olsan da, fotoğraf makinesiyle ya da teleskopla bakıyor olsan bile. Bu, gözlerinize çok ciddi zarar verebilir.



Güneş'in özel filtreli bir teleskopla çekilmiş fotoğrafı

Kendin gör: mevsimler

Bir el fenerini yakıp, dik olarak yere doğru tut. Yer gerçekten parlak bir şekilde aydınlanacaktır. İşte Güneş yazın böyle ışıldar.



Şimdi el fenerini bir açıyla tut. Işık daha fazla yayılacak ve daha soluk görünecektir. İşte Güneş kışın böyle ışıldar. Güneş ışığının ışınları, yayıldıklarında daha az sıcak olurlar.



İnsanoğlu Ay'da

1961'de Amerikan Başkanı John F. Kennedy, Apollo adlı bir uzay programı başlattı. 1970'ten önce insanoğlunun Ay'da yürüyeceğine söz verdi.

İlk Apollo uzaygemisi olan Apollo 1, 1967'de fırlatma rampasında patlayarak üç kişinin ölümüne yol açtı. Ama 1969'da, 60lı yılların bitmesine yalnızca aylar kala, program başarıya ulaştı. Apollo 11 Ay'a indi.



Apollo 11'in mürettebatı:
Neil Armstrong, Michael Collins
ve Buzz Aldrin.

Neil Armstrong Ay'da yürüyen ilk insan oldu. O ve astronot arkadaşı Buzz Aldrin, iki saat boyunca Ay'ın tozlu yüzeyini keşfetti.

1969-1975 arasında on iki Apollo astronotu Ay'ı ziyaret etti. Uzayda başka bir gök cismine gitmiş olan insanlar yalnızca onlar; yani şimdilik...



Astronot Alan Bean 1969'da
Ay'da.

Ay nedir?

Ay, Güneşten sonra gökyüzündeki ikinci en parlak cisimdir. Ama aslında kocaman bir kaya kitlesidir ve hiç ışık saçmaz. Ay ışığı dediğimiz aslında Ay'dan yansıyan Güneş ışığıdır.

Bu, Ay'ın önemsiz olduğunu söylemek anlamına gelmez. Ay'ın kütleçekimi Dünya'yı öyle çok çeker ki gezegenin kenarlarını birazcık dışa doğru şişirir. Bu etkiyi katı olan karada göremeyiz, ama denize baktığımızda görebiliriz: okyanusları ileri geri çekerek gelgite neden olur.



Ay'ın şekli neden değişir?

Eğer geceleyin gökyüzüne bakarsan Ay'ın hep aynı şekilde görünmediğini fark edersin. Bazen yuvarlak dolunay olur, bazen de belli belirsiz bir hilal olur. Bu farklı şekillere Ay'ın **evreleri** denir.

Ama aslında Ay'ın şekli hiç mi hiç değişmez ve Dünya gibi Ay'ın da daima yarısı aydınlıktır. Ancak, Dünya'nın etrafındaki yörüngesinde dolanırken Güneş'e göre nerede bulunduğuyla ilgili olarak biz Ay'ın azını ya da çoğunu görürüz.

İşte Ay'ın evrelerinden bazıları. 'Büyüyen Ay' görünen aydınlık kısmın arttığı, 'küçülen Ay' ise görünen aydınlık kısmın azaldığı evreyi anlatır. Dolunay evresinden sonra aydınlık kısım giderek azalır.

Büyüyen hilal

Küçülen hilal



İlk dördün

Dolunay

Son dördün

Bir yıl neden on iki aydır?

'Ay' sözcüğü gökyüzündeki 'Ay'dan gelir. Bir ay, yaklaşık olarak Ay'ın Dünya'nın etrafında bir tur dolanması sırasında geçen süre miktarıdır.

Ay, Dünya'nın yörüngesinde bir yılda yaklaşık on iki kez dolaşır; bu yüzden bir yılda on iki ay vardır. Ama tam olarak on iki seferi tamamlayamaz. Ay yılı, Dünya'nın Güneş etrafında bir tam dolanma yapmasıyla oluşan bir yıldan yaklaşık 11 gün kısadır. Dünya Güneş'in etrafını bir yılda 365.25 defa dolandır. 0.25'lik günleri 4 yılda bir toplayarak tam bir gün olarak Şubata ekleriz. Şubata'nın 29 çektiği bu yıla 'artık' yıl denir.



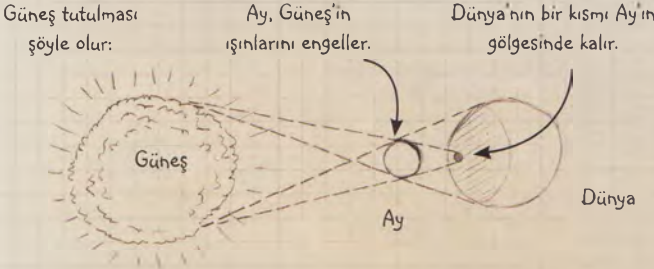
Bir zamanlar
mavi ayda...

Çoğu yılda 12 dolunay olur, yani her takvim ayına bir tane. Ama her iki ya da üç yılda bir, 13. dolunay olur. 'Ayda yılda bir' deyiimi buradan kaynaklanır.

Karanlık ve fırtınalı bir gündü...

Bazen Ay, Güneş ile Dünya'nın arasından geçerek, Güneş'in ışığını bütünüyle engeller. Buna **Güneş tutulması** denir. Ay, Güneş'e göre çok daha küçüktür, ama Dünya'ya yakınlığı Güneş'i tam kapatacak şekilde ayarlanmıştır ve bu sırada Ay'ın gölgesi Dünya'nın bir kısmı üzerine düşer.

Tam güneş tutulması sırasında hava aniden soğur ve kararır. Kuşlar yuvalarına döner, çünkü gece oldu sanırlar. Geçmişte insanlar tam tutulmanın Dünya'nın sonunun geldiği anlamına geldiğini zannederdi.



Ay tutulmaları o kadar çarpıcı değildir, ancak çok daha sık görülür. Dünya'nın, Ay ile Güneş'in arasına girerek Güneş'in ışığının Ay'a ulaşmasını engellemesiyle oluşur, böylece Ay yok olmuş gibi görünür.

Hayat kurtaran tutulma

1503'te kâşif Kristof Kolomb'un gemisi bir adada karaya oturmuştu ve yiyeceğe gereksinimi vardı.

Bir ay tutulmasının gerçekleşmek üzere olduğunu biliyordu, bu yüzden ada halkına eğer kendisine yiyecek vermezlerse Tanrı'sının onlara kızıp Ay'ı yok edeceğini söyledi.

Gerçekten de Dünya, Güneş ile Ay'ın arasına girmeye başlayınca göğün rengi kızgın bir kıızıla dönmeye başladı ve kısa zamanda Ay kayboldu. Kolomb ise yiyeceği kapdı.



Güneş Sistemimiz

Evrenin merkezi?

16. yüzyıla dek Avrupalı insanlar Dünya'nın Evrenin merkezi olduğunu, Güneş'in ve gezegenlerin onun etrafında dolandığını düşünüyordu.

Sonra, Kopernik adlı bir astronom Dünya'nın Güneş'in etrafında dolandığını öne sürdü.

Galileo adlı bir bilim insanı da aynı fikirdeydi ve 1632'de bununla ilgili bir kitap yazdı.

Galileo'nun kitabı, Dünya'nın Evrenin merkezinde olduğunu düşünen Kiliseyle başının derde girmesine yol açtı. Galileo ömrünün sonuna dek ev hapsinde tutuldu.



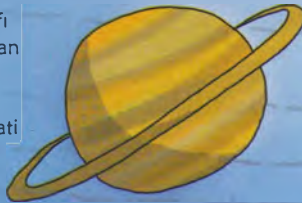
Asteroit kuşağı

Mars'la Jüpiter arasında Güneş'in yörüngesinde dolaşan binlerce kaya ve metal parçasıdır. Bir bezelye kadar küçük ya da bir şehir kadar büyük olabilirler.

Satürn

Bütünüyle gazdan oluşur, etrafı kaya ve buz kitlelerinden oluşan halkalarla çevrilidir.

Yıl uzunluğu: 29 Dünya günü
Gün uzunluğu: 10,5 Dünya saati
Ortalama sıcaklık: -178°C
Ayları: 60 adet (bildiğimiz kadarıyla)



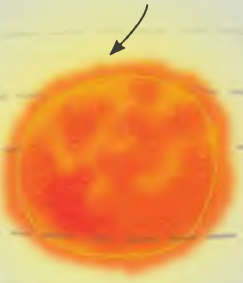
Venüs

En sıcak gezegendir, öyle kalın bir gaz tabakasıyla kaplıdır ki, oraya gitmiş olsak, zehrinden kurtulsak bile basıncından kurtulamaz, ezilip ölürdük.
Yıl uzunluğu: 225 Dünya günü
Gün uzunluğu: 243 Dünya günü
Ortalama sıcaklık: 465°C
Ayları: yok



Güneş

Güneş, Güneş Sisteminin kütlesinin %98,8'ini oluşturur, yani geri kalan her şey bunun önemsiz bir %0,2'sini (binde ikisini) oluşturur.



Merkür

Soluyacak havası olmayan küçük kayalık bir gezegendir.
Yıl uzunluğu: 88 Dünya günü
Gün uzunluğu: 59 Dünya günü
Ortalama sıcaklık: -170°C ile 427°C arası
Ayları: yok



Plütön

2006'ya dek bilim insanları çok uzaktaki Plütönü gezegen olarak sınıflandırıyordu, ama artık ona 'cüce gezegen' diyorlar, çünkü sekiz ana gezegene göre çok daha küçüktür.



Bir sürü ay

Ay bir gezegenin yörüngesinde dolanan bir kaya kitlesidir, tıpkı gezegenlerin Güneş'in etrafında dolanmaları gibi. Dünya'nın yalnızca bir ayı vardır, ama gezegenlerin bazılarının bir sürü ayı vardır. Jüpiter'in en az 63 tane ayı vardır, üstelik daha gökbilimcilerin belirleyemediği bir sürü başka ayları da olabilir.



Büyük ve çok uzakta

Bu sayfadaki gezegenler ve aralarındaki uzaklıklar ölçekli olarak gösterilmemiştir.

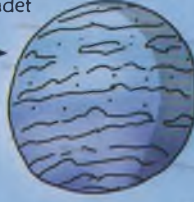
Jüpiter

Güneş Sistemindeki en büyük gezegendir. Yüzeyindeki kırmızı büyük leke yüz yıllardır, belki de bin yıllardır süren bir fırtınadır.
Yıl uzunluğu: 11,9 Dünya günü
Gün uzunluğu: 9,9 Dünya saati
Ortalama sıcaklık: -153°C
Ayları: en az 63 adet



Neptün

Jet uçakları kadar hızlı rüzgârları olan fırtınalı bir gezegendir.
Yıl uzunluğu: 164 Dünya günü
Gün uzunluğu: 16 Dünya saati
Ortalama sıcaklık: -236°C
Ayları: 13 adet



Dünya

Hoş bir gezegendir, çoğu suyla kaplıdır ve insanlar da dâhil olmak üzere birçok ilginç yaratığın yuvasıdır.
Yıl uzunluğu: 365,25 gün
Gün uzunluğu: 24 saati
Ortalama sıcaklık: -88°C – 58°C
Ayları: bir adet



Mars

Eğer insanlar Dünya'yı bir gün terk etmek zorunda kalsaydı, Mars büyük olasılıkla taşınılacak en iyi yer olurdu, hem de korkunç soğuk olmasına ve hiç havası olmamasına rağmen. Aslında, Amerikan uzay ajansı NASA hâlen Mars'ı ziyaret etmek için bir görev planlıyor. Eğer bu devam ederse bu astronotlar başka bir gezegeni ziyaret eden ilk kişiler olacak.
Yıl uzunluğu: 685 Dünya günü
Gün uzunluğu: Dünya'daki bir günden yaklaşık 40 dakika daha uzun
Ortalama sıcaklık: -23°C
Ayları: küçük iki adet



Kuyrukluysıldızlar

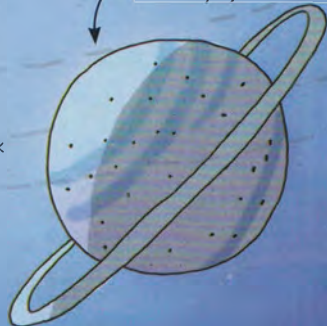
Yaklaşık 1 – 5 km genişliğinde buz ve kaya kitleleridir. Kuyrukluysıldızların toz ve gaz bulutuyla çevrili katı bir çekirdeği vardır. Güneş'in yakınından geçtiklerinde Güneş ışığını yansıtarak parlarlar, böylece onları görebiliriz.

Kuyrukluysıldızlar arkalarında toz ve kayadan oluşan bir iz bırakır, Dünya'nın yörüngesinden geçerken bunlar Dünya'ya göktaşı yağmuru olarak düşer.



Uranüs

Bu gezegenin eksenini Dünya'nın eksenine göre çok daha eğiktir. Neredeyse tamamen yan yatmıştır.
Yıl uzunluğu: 84 Dünya günü
Gün uzunluğu: 17,24 Dünya saati
Ortalama sıcaklık: -213°C
Ayları: 27 adet (bildiğimiz kadarıyla)



İlk uzay turisti
kimdi?



İlk Nobel Fizik ödülünü
alan kadın kimdi?



Bilimsel bir deney
raporunu nasıl
yazarsın?

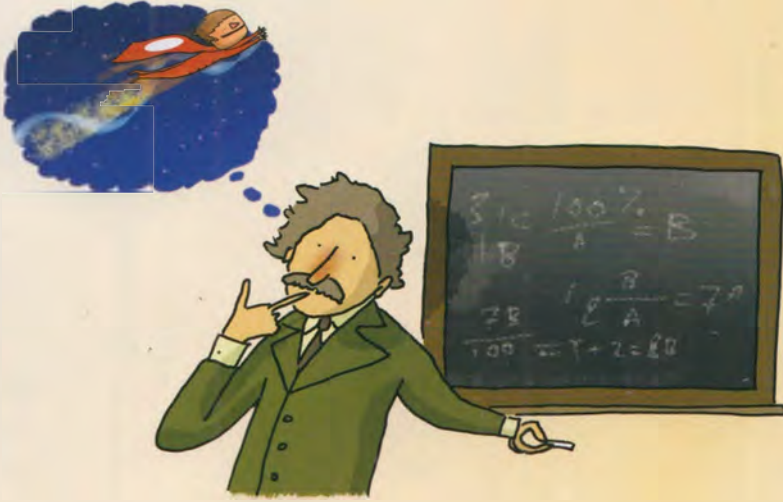


İlk fizikçiler kimlerdir?



6. Bölüm

Biraz daha fizik



Artık fiziğin, neyle ilgili olduğunu bildiğine göre, sayfayı çevir ve geçmişin muhteşem fizikçileri ve bugünün süper bilim insanları hakkında daha fazla bilgi edin...

Çağlar boyu fizik

İnsanlar Evrenin nasıl çalıştığını binlerce yıldır inceliyor. 'Fizik' sözcüğü doğa anlamındaki Yunanca physis sözcüğünden gelir. 16. yüzyıla dek felsefe ve kimya da dâhil olmak üzere her çeşit şey fizik olarak değerlendiriliyordu. İşte günümüze dek fiziğin öyküsü:

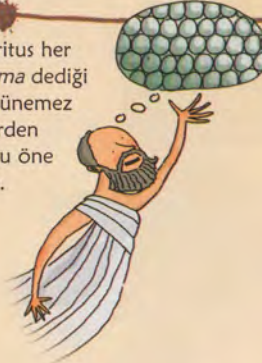
Yaklaşık 800.000
yıl önce

İlk insanlar sürtünmeyi kullanarak ateş yakmayı öğrendi: kuru dal parçalarını yeterince ısıtıp tutuşuncaya dek birbirine sürtüyorlardı.



Yaklaşık 2500
yıl önce

Democritus her şeyin *atoma* dediği küçük bölünemez birimlerden oluştuğunu öne sürdü.



Yaklaşık 2200
yıl önce

Arşimet dolu bir banyo küvetine girip kenarlarından suyu taşıyarak yer değiştirmeyi keşfetti.



Yaklaşık 1000
yıl önce

Batıda Alhazen olarak da bilinen Arap bilim insanı İbn-ül Heysem *Kitab el-Menazır*'ı (Optik Kitabı) yazdı. Işığın düz bir doğrultuda hareket ettiğini fark eden ilk kişidir.

1609

Galileo ilk gerçekten güçlü teleskopu yaptı. Gezegenlerin Güneş'in etrafında döndüğünü hesapladı, ama çoğu kişi ona inanmadı.



1660'lar

İsaac Newton bir kütleçekimi kuramını geliştirdi, ışık tayfını inceledi ve Hareket Yasaları üzerinde çalışmaya başladı.

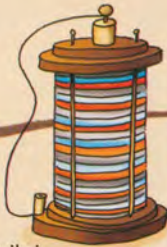


1800'ler

Alessandro Volta elektrik akımının bir yük akışı olduğunu keşfetti ve ilk pil olan 'Volta pili'ni icat etti.

1820

Danimarkalı fizikçi Hans Christian Örsted manyetik alanın elektrik akımı ürettiğini keşfetti. Bu elektromıknatısların geliştirilmesine öncülük etti.



1847

Alman fizikçi Hermann von Helmholtz, enerjinin yaratılamayacağını ve yok edilemeyeceğini, yalnızca türünün değişeceğini söylediği *Kuvvetin Korunumu Hakkında* kitabını yayınladı.



1848

Yeni bir sıcaklık ölçeğine Lord Kelvin'in adı verildi. O Kelvin ya da 'mutlak sıfır' öyle soğuktur ki bu sıcaklıkta atomların hareketi duracaktır.

1880'ler

Thomas Edison ve Nikola Tesla başa baş 'akım savaşları'na girdiler, elektrik dağıtımı için doğru akımın mı yoksa alternatif akımın mı kullanılması gerektiği konusunda tartıştılar.



1897

İngiliz fizikçi J. J. Thompson katot ışınları denen ışık demetlerini inceledi. Günümüzde elektron olarak bildiğimiz küçük eksi yüklü parçacıkları buldu.



1938

Fizikçi Lise Meitner bir atomu parçalayarakengin enerji deposunu açığa çıkarmanın olanaklı olduğunu gösterdi. Bu, nükleer gücün ve atom bombasının geliştirilmesine öncülük etti.



1915

Albert Einstein fizik tarihinin yönünü değiştiren dört makale yayınladı. Bunların biri, atomların çok fazla miktarda enerji barındırdığını ispatlayan $E=mc^2$ denklemini içeriyor.



1911

Ernest Rutherford altın folyo deneyini gerçekleştirir ve atomun bir çekirdeği olduğunu keşfetti.

1903

Marie Curie radyoaktivite üstündeki çalışmalarından dolayı, fizik alanında Nobel Ödülü'nü kazanan ilk kadın oldu.



BAMMM!

1949

George Lemaitre tarafından geliştirilen Büyük Patlama kuramının adı, rakibi fizikçi Fred Hoyle tarafından verildi.

1969

Neil Armstrong Ay'daki ilk insan oldu.

1980'ler

Büyük Patlamanın küçültülmüş halini yaratmayı amaçlayan Büyük Hadron Çarpıştırıcısının yapılmasına başlandı.



1991

Tim Berners-Lee interneti başlattı.

2008

Büyük Hadron Çarpıştırıcısı, henüz bulunamamış olan Higgs bozonu adlı parçacığı bulmaya çalışmak için ilk kez çalıştırıldı.



Bilim nedir?

İngilizce science (bilim), 'bilgi' anlamındaki Latince *scientia* sözcüğünden gelir. Varlıkların nasıl çalıştığının incelenmesidir ve genellikle üç alana ayrılır:

Fizik
Evren'deki
madde
ve enerji
ile bunlar
arasındaki
ilişkilerle
ilgilidir.



Kimya Dünya'yı
oluşturan maddelerin
kimyasal
reaksiyonları,
içeriği, yapısı
ve özellikleri
ile ilgilidir.



Biyoloji
canlıların ve
yaşamın
incelenmesidir.



Fizik nasıl işliyor?

Fizikçiler (ve tüm diğer bilim insanları), Dünya'yla ilgili bazı şeyleri açıklayan fikirler ortaya atarlar. Bu fikirleri kendi gördükleri şeylere ya da başka bilim insanlarının yazdıklarına dayandırır.

Sonra fikirlerinin doğru olup olmadığını görmeleri gerekir. Gerçek bir bilim insanı olmak için yalnızca bir şeyin doğru olduğunu *düşündüğünü*, doğru olduğuna inandığını ya da bunun sağduyuya uygun olduğunu söylemen yetmez. Destekleyen deneyler yaparak bunun doğru olduğunu (ya da en azından yanlış olmadığını) *kanıtlaman* gerekir. Bir fikir deneylerle sınanabilir ise **hipotez** olarak adlandırılır (bilimsel olarak sınamayacak birçok başka fikirler de vardır).

Bilim insanları deneyleriyle ilgili bulgularını ve sonuçlarını bir bilimsel rapor şeklinde yazarak bilimsel dergilerde yayınlarlar; bu sayede Dünya'nın her yanındaki başka bilim insanları da bunları deneyebilirler. Eğer diğer uzmanlar da yeterince kanıt olduğu hakkında aynı fikirde olursa hipotezde öne sürülen neden sonuç ilişkileri yaygın olarak kabul görür. Bu türden, başlangıçta hipotezlerde ifade edilen genellemeler zamanla açıklayıcı ilkeler hâline dönüşebilir ve inşa edilen bilimsel **kuramların (teori)** dayandığı temel unsurlar hâline gelebilir.

Deneyler nasıl işliyor?

Deney, bir fikrin
adil ve tarafsız testi
olmalıdır.

1. Hipotez

Burası fikrinin ne olduğunu açıkladığın kısımdır. Ayrıca deney bulgularının ne olmasını beklediğinle ilgili öngörülerini de içerir.

2. Yöntem

Bu, deneyi nasıl yapacağını anlatır. Bir **kontrol** yani 'normal' durum, bir de deney vardır; deney tek bir kilit farklılık dışında kontrole benzer. Bu şekilde eğer bulgular farklı olursa, bunun nedeninin o farklı olan tek şey olduğunu bilirsin.

3. Bulgular

Bunlar (kontrol de dâhil olmak üzere) deneyin çıktılarının kayıdıdır.

4. Sonuç

Burada bulguları yorumlarsın. Hipotezi desteklediler mi? Bulguları gördükten sonra hipotezini değiştirdin ya da reddettin mi?



İşte basit bir bilimsel deney örneği:

1. Hipotez

"Su ne kadar sıcaksa içinde şeker o kadar kolay çözünür."

2. Yöntem

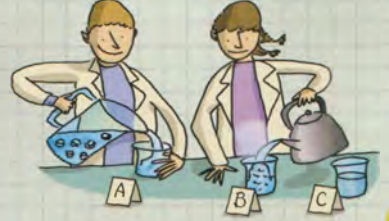
Üç beher bardağı A, B ve C şeklinde etiketle. A beherini 1 litre çok soğuk suyla, B beherini 1 litre sıcak suyla, C beherini ise 1 litre oda sıcaklığında suyla doldurun. Bu deneyde kontrolün C beheri olacak. A beherine 25 g toz şeker koy ve suyu karıştır. Bu arada şeker eriyene kadar suyu kaç defa karıştırdığını say. Sonra aynı işlemi B ve C beheri için de tekrarla.

3. Bulgular

B beherindeki şeker en az, A beherindeki şeker ise en fazla sayıda karıştırma sonrasında çözünecektir.

4. Sonuç

Beher bardaklar arasındaki tek fark içlerindeki suyun sıcaklığıydı. O h



Ancak bu deneyin işe yaramamasına yol açacak bazı nedenler olabilir. Örneğin, beher bardaklardaki suyu farklı hızlarda karıştırmış olabilirsin. Bu nedenle, beherler arasındaki tek farkın yalnızca suların sıcaklığı olduğundan emin olmak çok önemlidir.

Bilim insanları hiç yanılır mı?

Evet, bilim insanları her zaman yanılabilirler. Deneyleri yanlış yorumlayabilirler, kötü bulgular elde edebilirler ve uygun teknoloji icat edilene dek fikirlerini sınamayabilirler.

Ama her iyi bilim insanı her şeyden çok varlıkların nasıl çalıştığını keşfetmeyi ister; hata yapılmış olduğunu kabul etmek zorunda kalınsa bile. Bu yüzden, eğer fikirlerinin yanlış olduğu kanıtlandığında, hatalarını kabul edip düşüncelerini değiştirerek çalışmaya devam etmeye her zaman hazırdırlar.

'Doğruyu arayan kişi...
hep delil ve ispatlar
suar'

Bu, adil ve titiz deneyleri
ilk kez kullanan kişilerden
birinin felsefeydi.

11. yüzyıl bilgini İbn-i
Heysem ısk ve görme
hakkındaki kuramlarını,
insanların genellikle doğru
olarak kabul ettikleri
şeyler yerine, kendi
gözlemlerine dayandırdı.

İbn-i Heysem, bilginlerin,
kanıtları kendileri
dikkatlice incelemeyen,
kimsenin fikrine
güvenmemesi gerektiğini
savundu.

Sözlük

Yatık yazılmış sözcüklerin kendi girişleri bulunmaktadır.

ağırlık: Bir nesnenin üzerine etkiyen Dünya'nın kütleçekim kuvveti.

akım elektriği: Yüklü parçacıkların akışı.

alternatif akım: Sürekli yön değiştiren elektrik akımı. En sık kullanılan akım çeşididir.

astrofizikçi: Uzay üzerine çalışmalar yapan fizikçi bilim insanı.

atom: Bir *elementin* en küçük yapı taşı.

basınç: Bir madde bir başka maddeyi iterken ya da maddenin üzerine bir kuvvet uygularken, atomların ya da moleküllerin uyguladığı sıkıştırma şiddeti.

boşluk: İçinde hiç *madde* bulunmayan yer.

buharlaşıma: Bir sıvının gaza dönüşmesi.

Büyük Patlama: Evrenin ani bir patlamayla var olduğunu söyleyen kuram.

çekirdek: Bir atomun, *proton* ve *nötron*lardan oluşan orta kısmı.

dalga: Bir dalga bir ortamı titreştirerek enerjiyi yüksek enerjili bir yerden alçak enerjili bir yere taşır.

devre: Üzerinde elektrik akımının dolaşabildiği kapalı bir tel döngüsü.

dışbükey mercek: En az bir yüzeyi dışa dönük olarak kıvrılan mercek.

direnç: Bir maddenin üzerinden elektriğin akmasına karşı koyma yeteneği.

doğru akım: Yalnızca tek yönde akan elektrik akımı. Bataryalar tarafından sağlanır.

durgun (statik) elektrik: Bir maddenin yüzeyine tutunup akmayan elektrik yükü.

eksen: Bir şeyin (örneğin bir gezegenin) etrafında döndüğü hayali bir çizgi.

elektromanyetik tayf: Işık hızında hareket eden, ısıyı ve ışığı içeren bir enerji dalgası ailesi.

elektromıknatıs: Yalnızca üzerinden elektrik akımı geçtiğinde, mıknatıslık özelliği olan diğer maddeleri çeken bir mıknatıs.

elektron: Bir atomun çekirdeğinin yörüngesinde dolaşan eksi yüklü küçük bir parçacık.

element: Tek bir atom cinsinden oluşmuş en basit madde türü.

enerji: İş yapabilme yeteneği.

eylemsizlik: Bir cismin *hızdaki* bir değişime karşı koyması.

fosil yakıt: Bitki ve hayvanların fosilleşmiş kalıntılarından meydana gelmiş bir *enerji* türü.

frekans: Belirli bir noktadan bir saniyede geçen dalga sayısı. Sesin ince ya da kalın olmasını frekansı belirler.

galaksi: Bir yıldızlar grubu.

genlik: Bir dalganın yüksekliği.

gerilim (voltaj): Elektronları bir devrede hareket etmeye zorlar.

güç: Birim zamanda yapılan iş veya harcanan enerji.

Güneş Sistemi: Güneş, güneşin etrafında yörüngede dönen gezegenler ve uyduların tümü.

Güneş veya Ay tutulması: Güneş veya Ay'dan gelen ışığın bunların önünden geçen cisim tarafından engellenmesi.

hacim: Bir *maddenin* uzayda kapladığı boşluk.

hâl: Bir *maddenin* alabileceği katı-sıvı-gaz durumlarından biri.

hız: Bir nesnenin hareket yönü ve o yönde birim zamandaki yer değiştirmesi.

ısı aktarımı: Hareket etmekte olan *moleküllerin* ısı aktarması.

ısı iletimi: Daha sıcak *moleküllerin* daha soğuk *moleküllere* çarparak onlara ısı aktarması.

ışık hızı: Uzay boşluğunda ışık 300.000 km/s hızla hareket eder. Bu, ışığı Evren'deki en hızlı şey yapar.

ışınım: Bir maddeden yayılan parçacıklar, ışık ya da ısı ışınları. Her ışıma zararlı değildir.

içbükey mercek: En az bir yüzeyi kavisli çukur mercek.

iletken: Üzerinden ısıнын ya da elektriğin geçmesine izin veren madde.

iş: Bir kuvvet bir nesneyi hareket ettirdiğinde iş yapılır.

ivme: Bir nesnenin hızının zamana göre değişme oranı.

kırılma: Bir ortamdan başka bir ortama geçerken ışığın yön değiştirmesi.

kinetik enerji: Hareket enerjisi.

kuvvet: Bir nesnenin hareketini ya da şeklini değiştiren itiş ya da çekiş.

kütle: Bir cisimdeki *madde* miktarı.

kütleçekim merkezi: Dünya'nın kütleçekiminin bir cisim üzerinde etki yaptığı nokta.

kütleçekimi: Bütün cisimler arasında bulunan ve birbirlerini çekmelerine yol açan *kuvvet*. Dünya çok büyük kütlelerinden dolayı her şeyi kendi merkezine doğru çeker.

madde: Evreni oluşturan fiziksel şeylerin tümü.

makine: İş yapmayı kolaylaştıran nesne.

manyetik alan: İçindeyken nesnelerin manyetik kuvvetten etkilendikleri, bir mıknatısın etrafındaki bölge.

manyetik kutuplar: Manyetik kuvvetin yoğun olduğu bir *mıknatısın* zıt iki ucu.

manyetik kuvvet: Bir *mıknatısın* bazı metalleri çekmesini, diğer mıknatısları itmesini veya çekmesini sağlayan kuvvet.

mercek: Genellikle insanların daha iyi görmelerini sağlamakta kullanılan, en az bir yüzeyi eğri olan, ışığı kırınımına uğratan şeffaf madde.

mıknatıs: Bazı metalleri çeken, başka mıknatısları çeken ya da iten nesne.

molekül: İki veya daha fazla sayıda atomun birleşmesi. Bu atomlar bir veya daha fazla sayıda elemente ait olabilir.

momentum: Bir nesnenin kütlelerinin hızıyla çarpımı.

nötron: Bir atomun çekirdeğinde bulunan küçük nötr (yüksüz) parçacık.

ortam: Enerjinin üzerinde hareket edebildiği madde.

osiloskop: *Dalgaları* ölçmek için kullanılan bir cihaz.

potansiyel enerji: Üzerinde iş yapıldığında bir şeyde saklanan enerji.

prizma: İçinden ışığın kırıldığı üçgen şekilli cam veya plastik cisim.

proton: Atom çekirdeğinde bulunan artı yüklü küçük parçacık.

radyoaktif: Parçalandıkça etrafa zararlı *ısınım* yayan kararsız bir maddeyi tanımlamak için kullanılan terim.

salınım: Bir şeyin yukarı aşağı ya da öne arkaya titreşmesi.

sıcaklık: Bir şeyin ne kadar sıcak olduğunun ölçüsü, genellikle °C (santigrat derece) ya da K (Kelvin) birimiyle gösterilir.

SONAR: *Ultrasonik dalgalar* gönderip bu dalgaların geri dönmesinin ne kadar sürdüğünü ölçerek bir cismin yerini belirleme yöntemi.

sürat: Bir şeyin ne kadar hızlı hareket ettiği, alınan yolun geçen zamana bölünmesiyle hesaplanır.

sürtünme: Birbirine sürtünen iki cismin hareketlerine zıt yönde etkiyen kuvvet.

tam iç yansıma: Işığın bir madde içinde tamamen yansıması.

ultrason: İnsanların işitemediği yüksek ses *frekans*.

voltaj (gerilim): Elektronları bir devrenin çevresine doğru iter.

yalıtkan: Üzerinden ısının ya da elektriğin geçmesine direnen madde.

yankı: Bir yüzeyden geri yansıyan ve asıl sestten sonra işitilen ses dalgası.

yansıma: Dalgaların katı bir yüzeye çarpınca sekmesi.

yariletken: Elektriği yalnızca belirli koşullar altında ileten madde.

yer değiştirme: Bir nesnenin, suyun (ya da bir başka maddenin) içine batırıldığında, dışarı ittiği suyun hacmi.

yoğunluk: Bir nesnenin kütlelerinin hacmine oranı.

yoğuşma: Bir gazın sıvıya dönüşmesi.

yörünge: Bir şeyin uzayda bir gezegen veya yıldız gibi çok büyük bir cismin etrafında dönerken aldığı yol.

Dizin

- ağırlık merkezi, 32-33
ağırlık, 29
akım elektriği, 65, 67-72, 77
alfa parçacığı, 13
Alhazen, 88, 91
alternatif akım (AC), 69
alternatif enerji, 43
altın varak deneyi, 13
alüminyum, 12, 35, 49
Ampère, André, 72
Andromeda galaksisi, 80
Apollo uzay görevleri, 82
Aristo, 24
Armstrong, Neil, 82, 89
Arşimet, 37, 88
artık yıl, 83
asteroit kuşağı, 84
astrofizikçi, 5, 79
astronom, 5, 84
astronot, 28, 82, 85
atom bombası, 53, 89
atom çekirdeği, 14
atom, 12-13, 14, 66
Ay, 28, 29, 82-83
aylar, 85
ayna, 56-57
Baird, John Logie, 7
bakır, 12, 68, 69, 77
basınç, 34-35
Bell, Alexander Graham, 6
Berners-Lee, Tim, 7, 15, 89
bilgisayar çipleri, 73
bilgisayar, 7
boyuna dalgalar, 51
buharlaşıma, 45, 49
Büyük Çatırtı, 10
Büyük Hadron Çarpıştırıcısı, 15, 89
Büyük Patlama, 10-11, 12, 15, 39, 89
büyüteç, 59
buz, 273
çekirdek tepkimesi, 172
çelik, 37, 74
Celsius Anders, 46, 47
Columbus, Christopher, 83
Copernicus, 84
Coulomb, 70
Daimler, Gottlieb, 6
dalga boyu, 51, 57
dalga hızı, 51
dalgalar, 49, 50-51, 52, 53
demir, 12, 74-75, 77
Democritus, 13, 88
Demokritus, 13, 88
devre elemanları, 70, 71, 72, 73
devre şekli, 72-73
devre, 70-73, 77
direnc (rezistans), 73
direnc (rezistör), 70
dışbükey mercek, 59
diyot, 73
doğru akım (DC), 69
döndürme kuvveti, 22
Dünya, 28-29, 81-85
Dünya'da gündüz ve gece, 81
Dünya'nın manyetik alanı, 76
durgun elektrik, 22, 65-67
Edison, Thomas, 6, 69, 89
eğik düzlem, 27
Einstein, Albert, 53, 89
eksen, 81
elektrik akımı, 65, 67-72, 77
elektrik enerjisi, 40, 65-66, 69
elektrik kuvveti, 22
elektrik santrali, 43, 77
elektrik üretici, 77
elektrik yalıtkanı, 66, 70, 71
elektrik yükü, 66-70
elektrik, 22, 65-73, 77
elektrolit, 69
elektromanyetik dalgalar, 52-53
elektromanyetik tayf, 52-53
elektromanyetizma, 77
elektromanyetizma, 77
elektromıknatıs, 77, 88
elektron, 14-15, 66, 68, 72
element, 12
enerji aktarımı, 41
enerji kaynakları, 42-43
enerji, 5, 10, 39-43, 46-47, 50, 52, 53, 60, 89
ENIAC (bilgisayarı), 7
enine dalgalar, 51
esneme kuvveti, 22
Evren, 4, 10-11, 12, 84
eylemsizlik, 24, 31
Fahrenheit ölççeği, 46, 47
Fahrenheit, Daniel, 47
fiber optik, 58
fosil yakıt, 42
frekans, 51, 60-61
galaksi, 80
Galileo, 84, 88
gama ışınları, 52
gaz (hâli), 45, 46, 48, 63
geçici mıknatıs, 74, 77
gelgit, 28, 82
geliş açısı, 57
genlik, 51, 61
gerilim, 69, 70, 73, 77
gerilme kuvveti, 22
gezegenler, 11, 29, 84-85
gluon, 15
göç, 75
gök gürültüsü, 60
gökkuşağı, 55
gökyüzü, 57
gölgeler, 54
göz, 59
güç, 226
Güneş gücü, 43
Güneş Sistemi, 11, 84-85
Güneş tayfı, 55
Güneş, 11, 41, 43, 46, 49, 52, 54, 81, 82, 83, 84, 85
hâl değiştirmek, 45, 46, 49
hava basıncı, 35
hava direnci, 30
hava, 35, 48, 60
Higgs bozonu, 15, 89
hız, 18-19, 20
içbükey mercek, 59
iletkenler, 67, 68
infrason, 60
internet, 7, 15
İnternet, 7, 15
ış, 36-37
ısı aktarımı, 47-49
ısı emilimi, 49
ısı enerjisi, 40, 41
ısı iletimi, 47, 48
ısı ışınlama, 48
ısı yalıtkanı, 49
ısı, 41, 42, 45-49
ışığın kırılması, 58-59, 63
ışığın renkleri, 53, 55, 57
ışığın yansımaları, 54, 56, 58
ışık ampulü, 6, 44, 54, 71, 72

ışık dalgaları, 53, 54-59, 63
ışık emilimi, 54, 55
ışık enerjisi, 40, 41, 71
ışık hızı, 52-53, 80
ışık yılı, 80
ışık, 39, 53, 54-59, 63, 80
ısıl direnç, 73
ışınım, 13, 52, 53
ısıtıcı, 46, 48
ışıtme, 60-61
ivme, 19, 21
ivme, 19, 21
kaldıraç, 27
kalıcı mıknatıs, 74, 75
kamalar, 27
kara delik, 15, 80
karbon, 12
katılar, 45, 46, 63
kedi gözleri, 56
Kelvin ölçeği, 46, 47, 89
Kelvin, Lord, 47, 89
kimyasal enerji, 40, 41, 42, 69
kinetik enerji, 39, 40, 41, 70, 77
kırılma, 58-59, 63
kızılötesi, 53
Kopernik, 84
Kristof Kolomb, 83
kulak, 60-61
küresel ısınma, 42
kütle, 20-21, 25, 28, 29, 36, 53
kütleçekimi merkezi, 32-33
kütleçekimi, 28-29, 30, 32, 80, 82
kuvvetler, 17-31, 34, 40, 74
kuyruklu yıldız, 85
LED (ışık yayan diyot), 69, 73
madde, 10, 12-15, 20, 53
Maglev trenleri, 77
makara, 27
makine, 27
manyetik alan çizgileri, 75, 76
manyetik alan, 75-77, 88
manyetik enerji, 40
manyetik kutuplar, 74, 75, 76
manyetik kuvvet, 22, 74-77
manyetizma, 74-77
Mars, 29, 85
mercekler, 59
merkezci kuvvet, 31
merkezkaç kuvveti, 31

Merkür, 84
metaller, 48, 68, 74
mevsimler, 81
mıknatıs, 74-77
mikrodalgalar, 7, 53
molekül, 12, 45, 48, 68
moleküler mıknatıs, 74-75
momentum, 20-21
morötesi dalgalar, 52
MP3 oynatıcı, 7
mutlak sıfır, 47, 89
NASA, 85
Neptün, 85
Newton, Isaac, 206-25, 28, 55, 88
Newton'un Güneş tayfı, 55
Newton'un Hareket Yasaları, 24-25
normal (doğrusu), 56-57
nötron, 14-15
nükleer enerji, 40, 46
nükleer güç, 43, 89
özkütle 36-37
paralel devre, 71-72
paralel evrenler, 5
paraşüt, 6, 30
parçacık hızlandırıcı, 15
piller, 68-69, 72
Pisa Kulesi, 33
potansiyel enerji, 40
proton, 14-15, 66
radyo dalgaları, 53
renk körlüğü, 55
renk, 53, 55
Rutherford, Ernest, 13-14, 89
rüzgâr gücü, 43
saçılma, 57
salınım, 50
Samanyolu galaksisi, 80
Samanyolu galaksisi, 80
santigrat ölçeği, 46, 47
şebeke elektriği, 70
seri devre, 71-72
ses dalgaları, 60-63
ses enerjisi, 39, 49, 41
ses seviyesi, 61
ses, 11, 60-63
sıcaklık, 46-47
sigorta, 70, 73
sıkıştırma kuvveti, 22
silikon, 249

sınır hız, 30
sıvı (hâl), 45, 46, 63
SONAR, 62
su, 12, 25, 35, 36, 37, 43, 45, 46, 47, 50, 71
sürat sınırı, 30
sürat, 19-20, 21
sürtünme, 23, 46
tam iç yansıma, 58
taşıyım, 47, 48
tekerlek, 27
telefon, 6
televizyon, 7
teller, 68, 69, 70, 71, 72
termal enerji, 46
termometre, 47
Tesla, Nikola, 69, 89
Thompson, J.J., 66, 89
tizlik, 60-61
topraklama kablosu, 70
tutulma, 83
uçaklar, 6
ultrason, 60, 62
Üranüs, 85
uydu, 85
uzay, 5, 28, 79, 80, 84-85
Venüs, 84
Volta, Alessandro, 68, 88
voltmetre, 69, 73
Vrancic, Faust, 6
Wright kardeşler, 6
X ışınları, 52
X ışınları, 52
yankı, 62
yansıma açısı, 57
yansıma kuralı, 56-57
yansıma, 56-58
yariiletkenler, 249
yavaşlama, 19
yıldırım, 5, 60, 66
yıldırımsavar, 66
yıldızlar, 5, 10, 70-71, 80
yıllar, 84-85
yoğunlaşma, 45
yoğunluk, 36-37
yörünge, 81
zamanda yolculuk, 52

Teşekkür

Telif haklarını izlemek ve alındığını bildirmek için her türlü çaba sarf edilmiştir. Eğer herhangi bir hak atlanmıyorsa, yayımcılar bildirim tarihinden sonraki tüm baskılarda bu durumu düzeltmeyi önerir. Yayımcılar aşağıdaki kişilere ve kurumlara aşağıdaki sayfalarda (ü=üst, a=alt, sol, sağ, o=orta)yeniden çoğaltılmasına izin verdikleri için minnettardır.

s5 ü sağ Keith Kent/Science Photo Library; orta Allan Morton/Dennis Milon/Science Photo Library (SPL); s15 Maximilien Brice, CERN; s33 Hiroyuki Matsumoto/Getty; s37 © Sylvia Cordaiy Photo Library Ltd/Alamy; s42 © Bernd Mellmann/Alamy; s43 ü sağ © Marco Cristofori/Corbis; a sol Philip and Karen Smith/Getty; s50 © John Lund/Corbis; s53 Ted Kinsman/SPL; s55 Pasieka/SPL; s58 Erich Schrempp/SPL; s62 Alex and Emily Frith'in izniyle; s66 Jean-loup Charmet/SPL; s75 Cordelia Molloy/SPL; s80 NASA/ESA/STSCI/Hubble Heritage Team/SPL; s81 European Space Agency/SPL; s82 ü sol NASA/SPL; a sol NASA/SPL; a orta Thierry Legault/Eurelios/SPL

Dizi Tasarımı: Stephen Moncrieff
Sanat Yönetmeni: Mary Cartwright
İlave Tasarımlar: Anna Gould ve Steve Wood