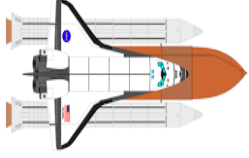


## UZAY TEKNOLOJİSİ

Çeşitli araçlarla uzaya çıkılmasını sağlayan, uzayda yapılan araştırma verileri ile sonuçlarını veya farklı uydu ve gezegenlerden elde edilen örnekleri Dünya'mıza ulaştıran teknolojiye **uzay teknolojisi**, uzaya gönderilen araçlara ise **uzay araçları** denir.

## UZAY ARAÇLARI

### Uzay Mekiği

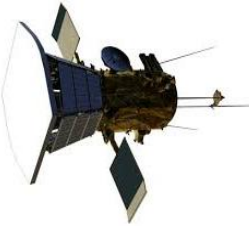


Uzay mekikleri, uydu yerleştirmek ve uzayla ilgili araştırma yapmak için gönderilen uzay aracıdır.



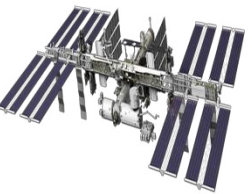
1969 yılında ABD tarafından Apollo 11 isimli uzay mekiği Ay'a gönderilmiştir. Apollo 11, Ay yörüngesine yerleştikten sonra Neil Armstrong Ay'a ayak basan ilk astronot olmuştur.

### Uzay Sondası



Uzaktan kontrol edilebilen insansız uzay aracıdır. Fotoğraf çekme ve atmosfer analizi yapmak için kullanılır. Uzay sondaları sayesinde gezegenlerin çok önemli görüntüleri elde edilmiştir.

### Uzay İstasyonu



Uzayda belirli bir yörüngede dolanan, uzay çalışmalarının yönetildiği yerdir. Uzay istasyonları aynı zamanda uzay üssü olarak da bilinir.

### Yapay Uydular



Dünya yörüngesinde dolanan, haberleşme veya gök cisimlerini incelemeye kullanılan uzay araçlarıdır.

Askeri, bilimsel ve haberleşme amacıyla Dünya yörüngesine yerleştirilen yapay uydulardan ilki 1957 yılında uzaya fırlatılmıştır.

Uzayda uydu sahibi 30 ülkeden biri olan Türkiye'nin 5 Aralık 2016 tarihi itibariyle aktif 6 uydusu bulunmaktadır.

Aşağıdaki tabloda 24 Ocak 1994 tarihinden itibaren Türkiye'nin uzaya gönderdiği uyduların fırlatılma tarihlerini, isimlerini ve görevlerini görebilirsiniz.

Uydu adı	Tarih	Uydu Görevi
Türksat 1A	24 Ocak 1994	Uzaya fırlatıldıktan hemen sonra okyanusa düşmüştür.
Türksat 1B	10 Ağustos 1994	1994 yılından 2006 yılına kadar haberleşme amaçlı görev yapmıştır.
Türksat 1C	09 Temmuz 1996	1996 yılından 2010 yılına kadar haberleşme amaçlı görev yapmıştır.
Türksat 2A	10 Ocak 2001	2001 yılından beri haberleşme amaçlı görevine aktif olarak devam etmektedir.
Türksat 3A	13 Haziran 2008	2008 yılından beri haberleşme amaçlı görevine aktif olarak devam etmektedir.
Göktürk-2	18 Aralık 2012	2012 yılından beri keşif uydusu olarak görevine devam etmektedir.
Türksat 4A	14 Şubat 2014	2014 yılından beri haberleşme amaçlı görevine aktif olarak devam etmektedir.
Türksat 4B	16 Ekim 2015	2015 yılından beri haberleşme amaçlı görevine devam etmektedir.

Türkiye'nin yer gözlem uyduları ise 2003 yılından beri görevde olan BİLSAT ve 2011 yılından bu yana görev yapan RASAT'tır.

## UZAY KİRLİLİĞİ

Uzaya inceleme, araştırma ya da keşifler için gönderilen araçlardan bazılarında bozulmalar, patlamalar meydana gelebilmektedir. İşe yaramayan bu parçalar uzay boşluğuna yayılır. Bunun yanında Dünya yörüngesinde bulunan ömrünü tamamlamış yapay uydular, roketlerin itiş takımları, modüller, astronot eldivenleri, konserve kutuları, küçük metal parçaları gibi nesnelere de uzay boşluğuna yayılır.



Uzayda yer alan ve herhangi bir işe yaramayan, kullanılmayan parçaların tümü **uzay kirliliği**-ne neden olmaktadır.

Uzayın ve özellikle Dünya yörüngesinin bu denli kirletilmiş olması, astronomi faaliyetleri açısından risk oluşturmaktadır. Eğer bu nesnelere bir uydu ile çarpışacak olursa uydunun yörüngesini değiştirip Dünya'ya düşmesine sebep olabilir.

Uzay kirliliğinin önüne geçmek için çeşitli önlemler planlanmaktadır. ABD'de bulunan Uzay İzleme Ağı'nda yaklaşık yirmi radar ve optik algılayıcı bulunmaktadır. Bu algılayıcı sistemler, Dünya çevresinde dolanan 10 cm'den büyük bütün cisimleri izlemektedir. Uzamanlar İleriki yıllarda büyük parçaların toplanması için çeşitli projeler geliştirmektedir.



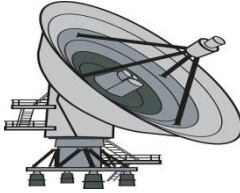
## TELESKOP

İnsanların gökyüzüne karşı olan merakları asırlar öncesine dayanmaktadır. Yüzyıllar önce insanlar, gökyüzünü inceledikten sonra gördükleri cisimleri taşlara, kayalara ve mağara duvarlarına çizmişlerdir.

İlk zamanlar gökyüzündeki gözlemler sadece çıplak gözle gerçekleşmekteydi. 17. yüzyılda Galileo adlı bilim insanının icat ettiği teleskop ile gökyüzü gözlemleri bambaşka bir boyuta ulaştı. Galileo'nun yaptığı teleskop sayesinde gök bilimciler, gökyüzünde yer alan cisimlerinin hareketini ve yapısını inceleyerek uzay ile ilgili daha fazla bilgiye sahip oldular.

**Teleskoplar**, uzayda yer alan gezegenler, doğal uydular, Güneş ve diğer gök cisimlerini gözlemlemek için kullanılan ve yapısındaki merceklerin ışığı kırarak bir noktada toplama özelliği sayesinde cisimlerin çok daha büyük gözükmesini sağlayan bir alettir.

Teleskoplar **aynalı**, **mercekli** ve  **radyo** teleskopları olmak üzere üç çeşittir.

AYNALI TELESKOPLAR	
	<ul style="list-style-type: none"><li>✓ Optik teleskoplardır.</li><li>✓ Işığı toplayan (çukur) aynalar kullanılır.</li><li>✓ Hubble uzay teleskobu aynalı teleskoptur.</li></ul>
MERCEKLİ TELESKOPLAR	
	<ul style="list-style-type: none"><li>✓ Optik teleskoplardır.</li><li>✓ Işığı kıran mercekler kullanılır.</li></ul>
RADYO TELESKOPLARI	
	<ul style="list-style-type: none"><li>✓ Uzaydan gelen radyo dalgalarını toplayıp elektrik sinyaline dönüştürür. Bu sinyaller ile görüntü elde edilir.</li></ul>

Astronomların ya da gök bilimcilerin, gökyüzü ile ilgili araştırma ve çalışmalarını yürüttükleri yapılara **rasathane (gözlemevi)** adı verilir. Gözlemevleri, içinde teleskopların, atölyelerin ve çalışma odalarının bulunduğu büyük binalardan oluşur.

Optik gözlemevleri şehir ışıklarından uzakta, yüksek, az bulutlu ve havanın açık olduğu yerlerde kurulmalıdır. Teleskop kullanıldığı için ışık kirliliğinin ve hava kirliliğinin olmadığı yerler tercih edilir.



Ülkemizde en gelişmiş optik gözlemevi **Antalya'da Toros Dağları'nda** kurulmuştur.

Hem Batılı hem de Türk-İslam astronomlarının kültürel farklılıkları olmasına rağmen gök biliminin gelişmesindeki katkıları çok fazladır. Bu astronomlardan bazıları şunlardır; Ali Kuşçu, Harezmi, Birûni, Uluğ Bey, Ömer Hayyam, Georges Lemaitre, Jan Hendrik Oort, Edwin Hubble, James Van Allen, Stephen Hawking, Edmond Halley.



## GÖK CİSİMLERİ

Uzayda galaksiler, yıldızlar, gezegenler, asteroitler ve meteorlar bulunur. Bunların her birine **gök cismi** adı verilir.

Gök cisimlerinden biri olan yıldız denilince aklımıza ilk gelen Türk Bayrağı'ndaki yıldız şeklindedir. Oysa yıldızlar bilinenin aksine küresel bir şekle sahiptirler. **Yıldızlar**; ısı ve ışık kaynağı olan, yanıp sönen, titreşen ışık noktaları gibi gözükken sıcak gaz kütleleridir.

Yıldızlar canlı olmamalarına rağmen canlılar gibi doğar, yaşar ve ölür. Ömrünü tamamlamamış olan yıldızlar belli yaşlarda etraflarına ısı ve ışık yayar. Ömrünü tamamlamış olan yıldızlar ise şiddetli bir patlama ile bölünür.



Yıldız

Yıldızlar sıcaklıklarına göre farklı renklerde ışık yayar. En sıcak yıldız mavi ya da beyaz renkte, orta sıcaklıktaki yıldız sarı renkte ve sıcaklığı en az olan yıldız ise kırmızı renkte ışık yayar.

## YILDIZLARIN YAŞAM SÜRECİ

Yıldızlar da canlılar gibi doğar büyür ve ölür. Bir yıldızın doğumu bulutsu içerisinde gerçekleşir. **Bulutsu**, uzayda eksenini çevresinde dönen, gaz ve tozlardan oluşmuş, tüm yıldızların doğum yeri olan gök cismine denir.

Bulutsular görünen şekillerine göre bazı türlere ayrılır.

Sahip olduğu hidrojen elementinin verdiği salma çizgisinden dolayı **salma bulutsusu**, yoğun olmaları sebebiyle içerisinden veya arkasından hiçbir ışık geçirmeyen **karanlık bulutsusu**, yakınında bulunan bir yıldızdan aldıkları ışığı sayesinde aydınlanan **yansıma bulutsusu**, dış katmanlarını uzaya saçarak merkezinde sıcak bir beyaz cüce bırakan **gezegenimsi bulutsu** ve büyük kütleli yıldızların ömürlerinin sonunda şiddetli bir

süpernova patlaması sonucu katmanlarını uzaya saçtığı, dağınık yapılarıdaki **süpernova kalıntıları** bulutsu türlerine örnek verilebilir.

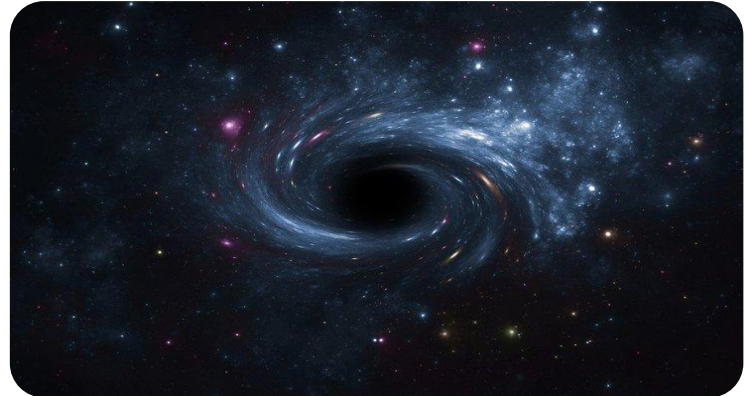
Bulutsu içerisindeki gaz ve toz bulutları bir araya gelerek sıkışır, yoğunluğu ve sıcaklığı artar. Belirli bir sıcaklığa geldiğinde yıldızlar doğar ve ısı ve ışık vermeye başlar. Yıldızların içindeki enerji, hidrojenin helyuma dönüşmesi ile açığa çıkar. Yıldızın içerisindeki yakıt (Hidrojen) bittiğinde yıldızın ölümü de yavaş yavaş başlamış olur.

Büyük kütleli yıldızlar süpernova patlaması geçirir.



Süpernova

Süpernova patlamasından artakalanlar kara delik veya nötron yıldızına dönüşür.



Kara delik

Küçük kütleli yıldızlar ise beyaz cüceye dönüşür.



*Yıldızlar, çoğu kez kümeler hâlinde doğar. Galaksimizde, her yıl, 30-40 yıldızın doğduğu tahmin edilmektedir.*

## TAKIMYILDIZLAR

Gökyüzüne dünyadan bakıldığında sergiledikleri görünüm sebebiyle bir arada bulunan yıldız grupları **takımyıldızı** olarak adlandırılır.

Takım yıldızlarına bakıldığında görüntüleri bazı hayvan ve nesnelere benzetilmiştir. Bu benzetmeler, gökyüzü gözlemine kolaylaştırmaktadır.

Büyükayı, Küçükayı, Ejderha, Çoban, Kuzey tacı ve Orion (Avcı) en çok bilinen takımyıldızlarıdır.



Küçükayı ve Büyükayı Takımyıldızları



**Küçükayı** takımyıldızı kepeği andırır.

Kepeğin sapındaki son yıldız Kutup Yıldızı'dır.

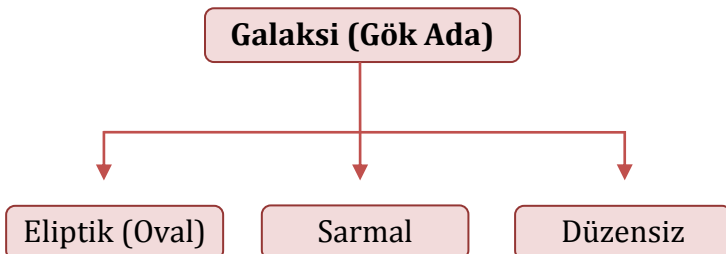
Kutup yıldızı daima kuzey yönünü gösterir.

Yıldızlar arası mesafe çok fazla olduğundan kilometre kavramı yerine **ışık yılı** kavramı kullanılır. Işık yılı bir uzunluk (mesafe) birimidir ve 1 ışık yılı, ışığın 1 yılda aldığı yol kadardır.

## GALAKSİLER (GÖK ADALAR)

Uzaydaki gök cisimlerinden biri de **gök ada** ya da **galaksi** olarak adlandırılan gök cisimleridir. Yıldızlar, gezegenler, uydular, aralarında gaz ve toz bulutundan oluşan büyük sistemlere **Galaksi** denir.

Uzayda çok sayıda galaksi bulunur. Galaksiler biçimlerine göre **eliptik (Oval)**, **sarmal** ve **düzensiz** olmak üzere üç çeşittir.



### \* Eliptik (Oval) Galaksiler

Eliptik galaksiler büyük oranda galaksi kümelerinde ve daha küçük gruplarda bulunan elipsoidal şeklindedir. Çoğu eliptik, daha yaşlı, düşük kütleli yıldızlar içerir. Yıldız oluşturan gaz ve toz bulutlarından büyük ölçüde yoksun oldukları için, içinde çok az yıldız oluşumu meydana gelir.

### \* Sarmal Galaksiler

Sarmak (Spiral) galaksiler evrende en yaygın olan türlerdir. Güneş Sistemi'nin de içinde bulunduğu kendi galaksimiz **Samanyolu Galaksisi** ve bize en yakın galaksi olan **Andromeda Galaksisi** bunlara örnektir.

### \* Düzensiz Galaksiler

Düzensiz galaksiler adından da anlaşılacağı gibi düzensiz şekildeki galaksilerin yer aldığı sınıftır. Düzensiz galaksiler genellikle belirli bir şekilleri olmadığı için spiral veya eliptik grubunu giremezler. Her bir düzensiz galaksinin kendine özgü karakteristik bir yapısı vardır.

## UZAY VE EVREN

Evrenin, Dünya dışında kalan kısmı **uzay** olarak tanımlanır. Uzay ile Dünya, Ay, Güneş, gezegenler, yıldızlar ve diğer gök cisimleri ise **evreni** oluşturur. Yani evren, görebildiğimiz ve görebildiğimiz dışındaki boşluklarla birlikte gök cisimlerinin tümüdür.

Evrenin oluşumuyla ilgili genel olarak iki görüş vardır.

### 1. Newton'un Hareketsiz ve Başlangıcı olmayan evren görüşü:

Newton'a göre evren sabittir. Önceden de bu şekildeydi sonsuza kadar da bu şekilde kalacaktır.

### 2. Evrenin bir başlangıcının olduğu görüş (Big Bang/Büyük Patlama Görüşü):

Evren 13,8 milyar yıl önce evren büyük patlama (Big Bang) ile meydana gelmiştir. Büyük patlama görüşü Georges Lemaitre (Jorc Lömetr) tarafından 1927 yılında ortaya atılmıştır. 1929 yılında Edwin Hubble'ın galaksilerin bir birinden uzaklaştığını bulması bu görüşü desteklemektedir.

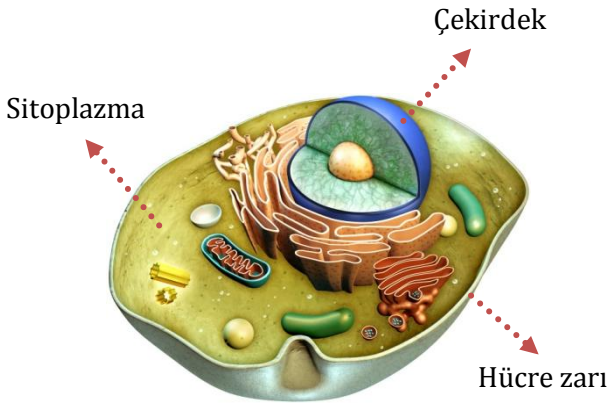


## HÜCRE

Bir binanın duvarlarını oluşturan tuğlalar, bir cümleyi oluşturan harfler gibi canlıları meydana getiren küçük yapılar vardır.

Canlıların, canlılık faaliyeti gösteren en küçük yapı birimine **hücre** adı verilir. Hücreler, çok küçük yapılar olduklarından onları ancak mikroskop ile büyüterek görebiliriz.

Mikroskop ile incelendiğinde hücrenin dıştan içe doğru; **hücre zarı**, **sitoplazma** ve **çekirdek** olmak üzere üç temel yapıdan oluştuğunu gözlemleriz.



Hücrenin Temel Kısımları

Girişte belirttiğimiz gibi tüm canlılar hücrelerden meydana gelmiştir. Hücre, bitki ve hayvan hücresi olmak üzere ikiye ayrılır. Temel özellikleri bakımından benzer olan bu iki hücre çeşidi arasında bazı farklılıklar da bulunmaktadır.

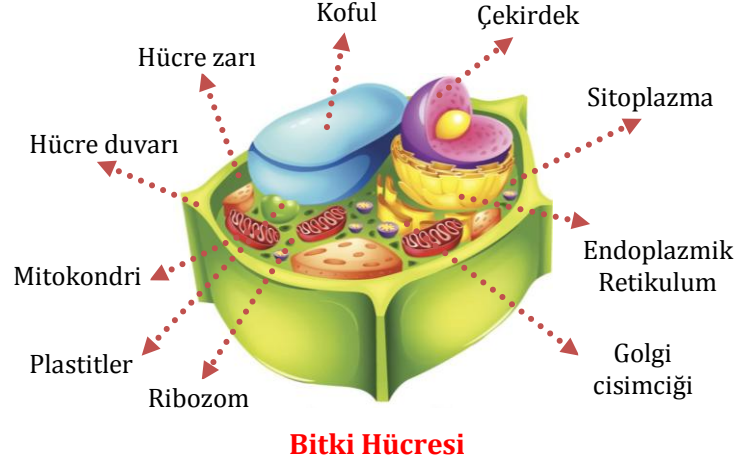
## HÜCRE

Hayvan Hücresi

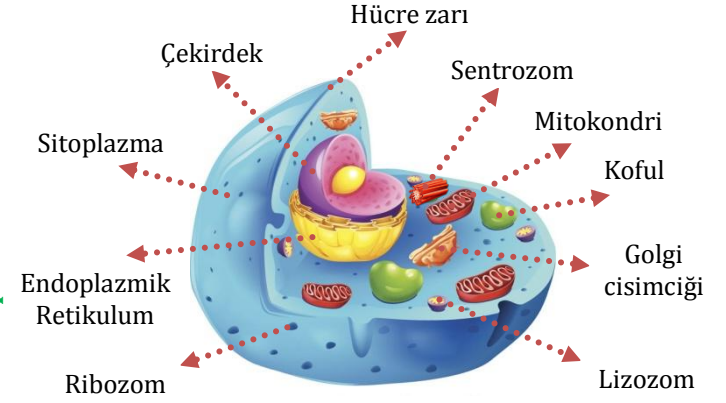
Bitki Hücresi

Bitki ve hayvan hücresini oluşturan yapılar aşağıda verilmiştir.

## BİTKİ VE HAYVAN HÜCRETİ



Bitki Hücresi



Hayvan Hücresi

## HÜCRENİN TEMEL KISIMLARI

Hücre, dıştan içe doğru hücre zarı, sitoplazma ve çekirdek olmak üzere üç temel kısımdan oluşur.

**Hücre zarı:** Hücreyi dış ortamdan ayıran, hücreye şekil veren ve madde giriş çıkışını kontrol eden yapıdır. Hücre zarı, canlı ve esnek bir yapıya sahiptir. Bu yüzden hücreye girecek maddeler bu zardan geçerken kontrol edilir. Yararlı maddeler içeri alınırken zararlı maddelerin geçişine izin verilmez. Bu durum hücre zarının seçici geçirgen bir yapıda olduğunu gösterir.

Hücre zarı, hem bitki hem hayvan hücrelerinde bulunur.



**Hücre duvarı (çeperi):** Sadece bitki hücrelerinde bulunan hücre duvarı, hücre zarının etrafında bulunan, bitki hücresinin köşeli şekle sahip olmasını sağlayan yapıdır. Ayrıca hücre duvarı cansız, esnek olmayan ve tam geçirgen bir yapıya sahiptir.

**Sitoplazma:** Çoğunluğu sudan oluşan, şeffaf ve akıcı bir sıvı olan sitoplazmada hücre içi yaşamsal faaliyetler gerçekleşir. Ayrıca sitoplazma, yapı itibarıyla yumurta akına benzer ve içerisinde organelleri bulundurmaktadır.

Sitoplazmada bulunan organeller ve görevleri aşağıda verilmiştir.

✓ **Mitokondri:** Hücrenin ihtiyacı olan enerjinin üretilmesini sağlar. Enerji gereksinimi fazla olan kas, sinir ve karaciğer hücrelerinde diğer hücrelere göre daha fazla sayıda bulunur.

✓ **Sentrozom:** Sadece hayvan hücresinde bulunur. Hücre bölünmesinde görevli, iki sentriyolden oluşan yapıdır.

✓ **Ribozom:** Tüm canlı hücrelerinde bulunan, protein sentezlenmesinden (üretiminden) sorumlu organeldir.

✓ **Lizozom:** Sadece hayvan hücrelerinde bulunan lizozom, hücre içi sindirimi gerçekleştirir. Ayrıca yaşlanmış ve yıpranmış hücrelerin kendi kendini yok etmesini sağlar.

✓ **Golgi cisimciği:** Ter, süt, gözyaşı gibi salgı maddelerini üretir ve kesecikler şeklinde paketler.

✓ **Koful:** Hücre içindeki atık maddelerin ve bazı sıvıların bir süre depolandığı yerdir. Bitki hücresinde büyük ve az sayıda, hayvan hücresinde küçük ve çok sayıda bulunur.

✓ **Endoplazmik retikulum:** Hücre içinde maddelerin taşınmasını sağlar. Hücre içini bir ağ gibi sararak yollar oluşturur.

✓ **Plastitler:** Sadece bitki hücrelerinde bulunur. Üç ayrıdır.

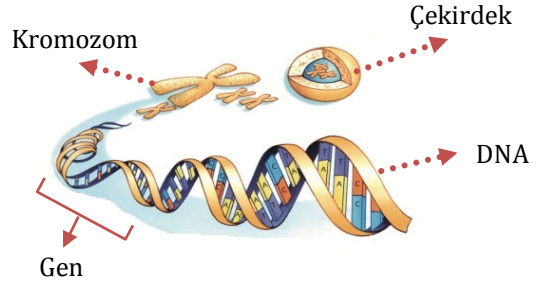
\*\* **Kloroplast:** Su, karbondioksit ve ışık kullanarak besin ve oksijen üretir. Bu duruma **fotosentez** denir.

\*\* **Kromoplast:** Bitkilere sarı, kırmızı ve turuncu gibi farklı renkler kazandıran plastit çeşididir.

\*\* **Lökoplast:** Renksiz bir yapıya sahip olmakla birlikte besin depolama ile görevli yapıdır.

**Çekirdek:** Hem bitki hem hayvan hücrelerinde bulunan çekirdek, hücrenin yönetim merkezidir. Çekirdek içerisinde kalıtım materyalimiz olan **DNA** bulur.

DNA, **gen** parçalarından meydana gelmiştir. DNA ve özel proteinler bir araya gelerek **kromozomları** oluşturur.



Hücre ilk defa 1665 yılında Robert Hooke tarafından keşfedilmiştir. Robert Hooke şişe mantarından aldığı kesiti mikroskopta incelemiş ve oda şeklinde yapılar görmüştür. Gördüğü bu yapılara "Hücre" adını vermiştir. Yaklaşık 200 yıl sonra Brawn (1831) bitki hücresinde çekirdeği buldu. Purkinje, Schwann ve Mohl gibi araştırmacılar hücre içindeki yapıya "Plazma" adını verdiler. Daha sonra hücreyi dış ortamdan ayıran bir zar bulundu. Böylece yavaş yavaş canlıların hücrelerden meydana geldiği fikri yayılmaya başladı. Bütün bu gelişmelere dayanarak 19. yüzyılın başında botanikçi Schleiden 1838 ve zoolog Schwann 1839'da "bütün canlıların hücrelerden meydana geldiğini" söyleyerek hücre teorisinin temelini attılar. Daha sonra hücre teorisi, 1858 yılında Rudolf Virchow'un eklediği yeni maddelerle son halini almıştır.

## HÜCRE DEN ORGANİZMAYA

Çevremizdeki canlılardan bazıları **tek hücreli** iken bazıları da **çok hücreli**dir. Tek hücreli canlılara amip, bakteri, öklena ve terliksi hayvan örnek verilebilirken çok hücreli canlılara insanlar, hayvanlar ve bitkiler örnek olarak verilebilir.

Çok hücreli canlılarda hücreler birbirleriyle uyumlu çalışır. Sinir hücresi, kas hücresi, üreme hücreleri gibi yapılar çok hücreli canlıları oluşturur.

Canlının en küçük birimi olan **hücreler** bir araya gelerek **dokuları**, dokular bir araya gelerek **organları** oluşturur. Benzer görevleri yapan organların bir araya gelmesiyle de **sistemler** oluşur. Sistemler de bir araya gelerek **organizmayı** yani **canlıyı** oluşturur.



## HÜCRE BÖLÜNMESİ

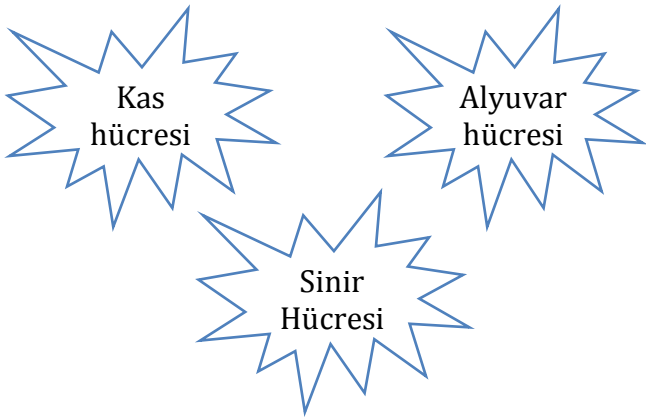
Hücre bölünmesi tüm canlılarda görülen ortak bir özelliktir.

- ✓ Hücre büyüyüp gelişirken madde ve enerji gereksinimleri artar.
- ✓ Sitoplazma hücre zarına oranla daha hızlı büyümesinden dolayı, hücre zarı sitoplazmayla çevre arasındaki madde alış verişi yetersiz kalır. Bu durumda hücre büyümeye devam edemez.
- ✓ Hücrenin yaşamını devam ettirebilmesi için bölünmesi gereklidir.
- ✓ Hücre bölünmesi; tek hücreli canlılarda üremeyi sağlarken, çok hücreli canlılarda üreme, büyüme, gelişme ve yaraların onarımını sağlar.

Bitki hücresi ile hayvan hücresinde, hücre bölünmesinde görevli yapılar farklılık gösterir.

**!** Hayvan hücresinde bölünmede görevli organel, **sentriyoller** iken bitki hücresinde sentriyoller bulunmaz. Bitki hücresinde sentriyollerin görevini **özel proteinler** yerine getirmektedir.

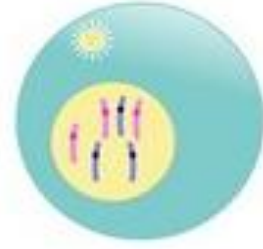
**Not:** Bazı hücreler, hücre bölünmesi geçirmezler. Bunlar; kas, alyuvar ve sinir hücreleridir.



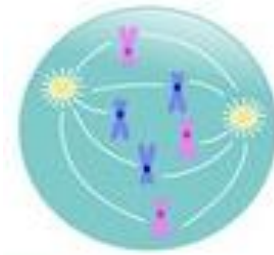
Hücre bölünmesi; vücut hücrelerinde mitoz bölünme ile gerçekleşirken üreme ana hücrelerinde mayoz bölünme ile gerçekleşir. Bu bölümde mitoz hücre bölünmesi ile ilgili bilgiler verilecektir.

## MİTOZ BÖLÜNME

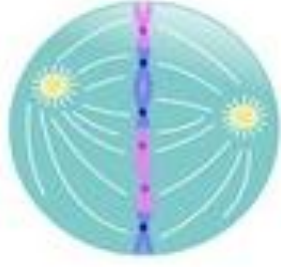
Mitoz bölünme tek hücreli canlılarda üremeyi sağlarken, çok hücreli canlılarda büyüme, gelişme, yenilenme ve yaraların onarılmasını sağlar. Mitoz hücre bölünmesi gerçekleşmeden önce hücre gerekli hazırlıkları yapar bu durum **İnterfaz (hazırlık evresi)** olarak adlandırılır. Daha sonra hazırlık evresini, çekirdek bölünmesi ve sitoplazma bölünmesi takip eder. Çekirdek bölünmesi ise 4 aşamada gerçekleşir.



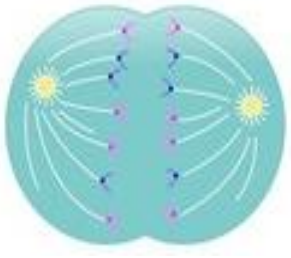
- \* Enerji üretim ve tüketimi artar.
- \* DNA kendini eşleyerek 2 katına çıkar.
- \* Organellerin etkinlikleri artar ve hücrede hacim artışı gerçekleşir.



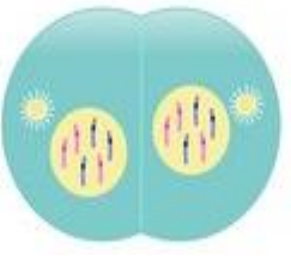
- \* Çekirdek zarı ve çekirdekçik eriyerek kaybolur.
- \* Kromozomlar hücrenin ekvatoruna (ortasına) doğru hareket etmeye başlar.
- \* Kromatin iplik şeklinde bulunan DNA, kısalıp kalınlaşarak kromozom halini alır.



- \* İğ iplikleri oluşumunu tamamlar.
- \* Kromozomların en belirgin olduğu evredir.
- \* Kromozomlar hücrenin ortasında (ekvator) dizilir.



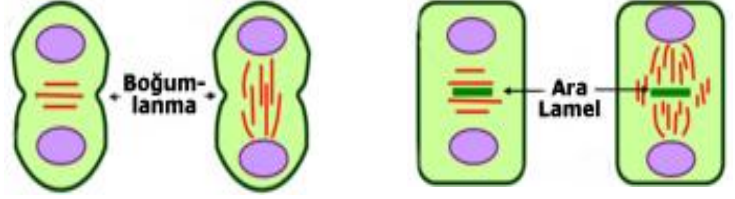
- \* İğ iplikleri kısalır.
- \* Birbirinden ayrılan kardeş kromatinler (Kromozomun iki parçasından her birine kromatin denir.) zıt kutuplara doğru hareket eder.



- \* İğ iplikleri kaybolur.
- \* Sitoplazma bölünmesi gerçekleşir.
- \* Çekirdek zarı ve çekirdekçik oluşur.
- \* Kromozomlar inceliyor ve kromatin iplik haline dönerler.

## SİTOPLAZMA BÖLÜNMESİ

Sitoplazma bölünmesi: **hayvan hücrelerinde boğumlanarak** gerçekleşirken **bitki hücrelerinde ara lamel** oluşumu ile gerçekleşir.



**Hayvan Hücresi**

**Bitki Hücresi**

## MİTOZ BÖLÜNME ÖZELLİKLERİ

- Tüm canlılarda görülür.
- Bölünme sonucu 2 yeni hücre oluşur.
- Kromozom sayısı sabit kalır/değişmez.
- Oluşan yeni hücrenin kalıtsal yapısı ana hücre ile aynı olur.
- Oluşan yeni hücrelerde ve ana canlıda aynı sayıda kromozom bulunur.
- Mitoz sonucu oluşan hücreler tekrar mitoz bölünme geçirebilir. Kalıtsal çeşitliliğe neden olmaz.
- Tek hücreli canlılarda üremeyi, çok hücreli canlılarda, büyüme, gelişme ve yaraların onarımını sağlar.

www.fensepetim.com

## ÖĞRENDİKLERİMİZİ DEĞERLENDİRELİM

Aşağıda yer alan cümlelerden doğru olanlarının başına "D", yanlış olanlarının başına "Y" harfi koyunuz.

- Tüm canlılarda mitoz bölünme görülür.
- Kas ve sinir hücreleri mitoz bölünme geçirebilir.
- Mitoz bölünme tek hücreli canlılarda üremeyi sağlar.
- Mitoz sonucu oluşan hücreler tekrar mitoz bölünme geçirebilir.
- Mitoz, çok hücreli canlılarda büyüme, gelişme, yenilenme ve yaraların onarımını sağlar.





## MAYOZ BÖLÜNME

Önceki bölümde canlılarda büyüme, gelişme ve onarımı sağlayan mitoz bölünmeyi işlemiştik. Bu bölümde ise üreme hücrelerinin oluşmasını sağlayan mayoz hücre bölünmesini işleyeceğiz.

**Mayoz bölünme:** Mayoz-I ve Mayoz-II olmak üzere iki aşamada gerçekleşir. Şimdi bu aşamaları sırası ile inceleyelim.

### MAYOZ - I

Mayoz-I evresinde, mayoz bölünmeyi mitoz bölünmeden ayıran olaylar gerçekleşmektedir. Mayoz-I evresinin başında mitoz bölünmedekine benzer şekilde üreme ana hücreleri bölünme için bir hazırlık evresi geçirirler. Bu evreleri isimleriyle birlikte inceleyelim.

#### İnterfaz Evresi



\* Hücre, bölünme için gerekli hazırlıkları yapar. Kromozomlar kısalıp kalınlaşmaya başlar.



*Biri anneden biri babadan gelen aynı büyüklük, şekil ve kalıtsal özelliklere sahip olan kromozom çiftine **homolog kromozomlar** adı verilir.*



\* Homolog kromozomlar yan yana gelerek birbirleri üzerinde kıvrılırlar.

\* Kromozomlar arasında parça değişimi olur. Parça değişimi, homolog kromozomlar arasındaki gen alışverişidir.

\* Parça değişimi sayesinde mayoz sonucunda oluşacak kromozomlar anne ve babanın kromozomlarından farklı özellikte olur.



\* Kromozomlar hücrenin ortasına dizilir.



\* Homolog kromozom çiftleri birbirinden ayrılarak kutuplara çekilir. Böylece bölünme sonucu oluşacak her bir hücrenin kromozom sayısının **yarıya inmesi** sağlanmış olur



**Kromozom sayısının yarıya inmesi mayoz 1 de olur.**



\* Çekirdek zarı oluşmaya başlar. Kromozomlar kromatit haline gelir.

## MAYOZ - II

Mayoz-I'in sonucunda kromozom sayısı  $2n$  olan ana hücreden kromozom sayısı  $n$  olan iki yavru hücre oluşur. Böylece Mayoz-II başlar.



Çekirdek zarı yok olur. Sentriyoller zıt kutuplara giderek iğ ipliklerini oluştururlar. Kromozomlar iğ ipliklerine tutunurlar.



Kromozomlar hücrenin ortasına dizilir.



Kardeş kromozomlar birbirinden ayrılarak zıt kutuplara doğru hareket eder.



\* Çekirdek zarı oluşmaya başlar. Kromozomlar kromatit halini alır.

\* Birinci mayoz sonucu  $2n$  kromozomlu hücreden  $n$  kromozomlu iki hücre oluşurken 2. Mayoz sonucunda  $n$  kromozomlu 2 hücreden  $n$  kromozomlu dört hücre oluşur.

## MAYOZ BÖLÜNME ÖZELLİKLERİ

- Üreme ana hücrelerinde görülür.
- Çok hücreli canlılarda üreme hücrelerinin oluşmasını sağlar.
- Başlangıçta  $2n$  kromozomlu bir hücreden  $n$  kromozomlu 4 yeni hücre oluşur.
- Mayoz bölünme sonunda kromozom sayısı yarıya iner.
- Oluşan hücreler ana hücreden farklı kalıtsal özelliklere sahiptir.
- Kromozomlarda parça değişimi (crossing over) görülür.
- Mayoz bölünme: mayoz-1 ve mayoz-2 olmak üzere iki aşamada gerçekleşir.

## ÖĞRENDİKLERİMİZİ DEĞERLENDİRELİM

Aşağıda bazı ifadeler verilmiştir. Verilen ifadelerden hangisi mitoz bölünmeye hangisi mayoz bölünmeye aittir? Belirleyerek işaretleyiniz.

İfadeler	Mitoz	Mayoz
1. Tek aşamada gerçekleşir.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
2. Kromozom sayısı değişmez.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
3. Vücut hücrelerinde görülür.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
4. $n$ kromozomlu hücreler oluşur.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
5. Üreme ana hücrelerinde görülür.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
6. Eşey hücrelerinin oluşumunu sağlar.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
7. Sonucunda 4 yeni hücre meydana gelir.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
8. Tek hücreli canlılarda çoğalmayı sağlar.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
9. Kromozomlar arası parça değişimi olur.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
10. Oluşan hücrelerin genetik yapısı farklıdır.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>



## AĞIRLIK

Uzayda yer alan gök cisimlerinin tümünde olduğu gibi Dünya da, üzerinde yer alan canlı ve cansız varlıkların hepsini merkezine çekmek ister. Yukarı attığımız bir top, dalından kopan bir elma ya da pencereden attığımız bir cisim bir süre sonra yere düşer. Bu durum yerkürenin cisimleri kendine doğru çektiğinin bir kanıtıdır.

Dünya'nın canlı ve cansız varlıkların tümüne uyguladığı kütle çekim kuvvetine **yer çekimi** adı verilir.



Yer çekiminin yönü yerin merkezine doğrudur. Dünya tüm cisimleri merkezine doğru çekmek ister. Bu nedenle yerküre üzerinde zıplayabilir, çeşmeden su içebilir ve bahçemize ağaç dikebiliriz.

Yerküre, üzerindeki cisimleri kendine doğru çekerken aynı zamanda üzerindeki cisimler de yerküreye bir çekim kuvveti uygular. Ancak yerkürenin kütesine oranla cisimlerin kütlesi çok küçük olduğundan, yerkürenin çekim etkisi daha fazla hissedilir.



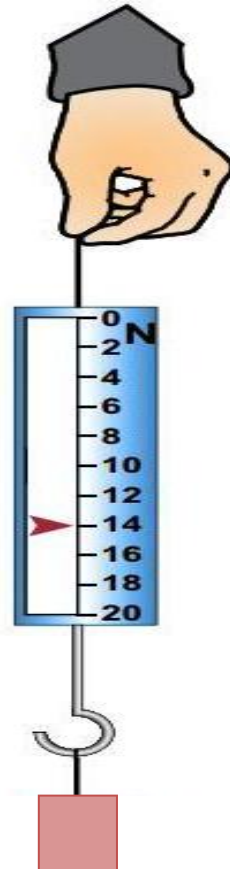
Cisimlerin kütleleri arasındaki karşılıklı çekim kuvvetine **kütle çekim kuvveti** adı verilir.

Güneş, Dünya ve Ay arasında kütle çekim kuvveti vardır. Kütleleri göz önüne alındığında Güneş Dünya'dan, Dünya da Ay'dan daha büyük bir kütleyle sahiptir. Bu sayede Dünya Güneş'in, Ay ise Dünya'nın yörüngesinde (etrafında) dolar.



Dünya'nın bizlere ve varlıklara uyguladığı kütle çekim kuvvetine **yer çekimi** denir. Bir cisme uygulanan yer çekimi kuvvetine ise **ağırlık** adı verilir.

Ağırlık bir kuvvet olduğu için dinamometre ile ölçülür. Ağırlık birimi Newton (Nivtın)'dır ve kısaca N harfi ile gösterilir.



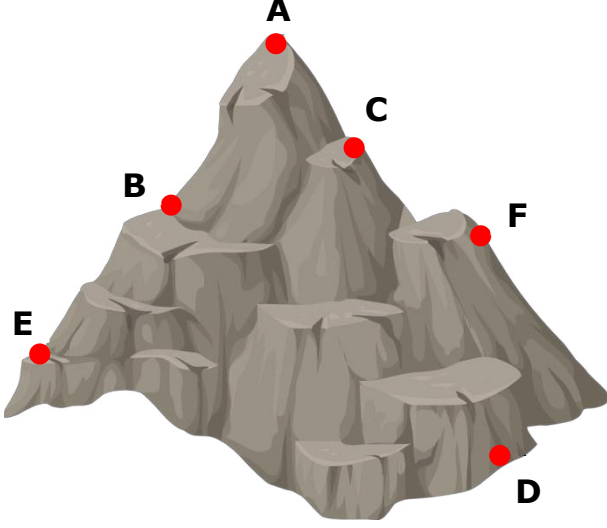
Bir kütleyi dinamometreye astığımızda yayda uzamaya sebep olan kuvvet, yer çekimi kuvvetidir. Ağırlık, cisimlerin kütlelerine etki eden yer çekimi kuvveti olduğu için cisimleri yerin merkezine doğru çekerek dinamometredeki yayın uzamasına sebep olur.

Yer çekimi kuvveti cismin kütesine bağlı olarak değişir. Cismin kütlesi arttıkça ona etki eden yer çekimi kuvveti, yani ağırlığı da artar.

Yeryüzünde 100 g kütleli bir cisme yaklaşık olarak 1 Newton yerçekimi kuvveti etki eder. Bu da 1 kg'lık cisme yaklaşık olarak 10 Newton'luk kuvvetin etki ettiği anlamına gelir.

## Ağırlığın özellikleri

- \* Ağırlık ekvatorдан kutuplara doğru gidildikçe artar.
- \* Yerçekimi kuvveti temas gerektirmeyen bir kuvvettir.
- \* Uzayda yerçekimi olmadığı için cisimlerin ağırlık değeri sıfırdır.
- \* Ağırlık deniz seviyesinden yukarı (yükseklere) doğru çıktıkça azalır.



D noktasında ağırlık en fazla, A noktasında ise ağırlık en azdır. Ağırlıkların büyükten küçüğe sıralaması da  $D > E > F > B > C > A$  şeklindedir.

- \* Ağırlığın oluşumuna neden olan yerçekimi kuvvetinin yönü dünyanın merkezine doğrudur.
- \* Aydaki ağırlık dünyadaki altıda biridir. Yani Dünya'da 60 N ağırlıklı bir cisim ayda 10 N ağırlığındadır.
- \* Kütle ile ağırlık doğru orantılıdır. Kütle arttıkça ağırlıkta artar.

## KÜTLE

Değişmeyen madde miktarına **kütle** adı verilir. Kütle her yerde aynıdır. Eşit kollu terazi ile ölçülür. Birimi gram (g), kilogram (kg) veya ton (t)'dur.



Eşit kollu terazi

Cisimlerin kütleleri arasındaki karşılıklı çekim kuvvetine **kütle çekim kuvveti** adı verildiğini görmüştük. Gök cisimlerinin kütleleri arttıkça birbirlerine uyguladıkları çekim kuvvetleri de artar.

Gök cisimlerinden biri olan gezegenlerin büyüklükleri arttıkça kütle çekim kuvvetleri de artmaktadır. Bu nedenle Dünya'dan büyük gezegenlerde cisimlerin ağırlıkları Dünya'daki ağırlıklarından fazla ölçülür. Ay, Dünya'dan küçük olduğu için kütle çekimi azdır. Bu nedenle Ay'da ölçülen cisimlerin ağırlıkları Dünya'daki ağırlıklarından daha az olur.

## KÜTLE VE AĞIRLIK ARASINDAKİ FARKLAR

Günlük yaşamda kütle ve ağırlık kavramları sıkça karıştırılmaktadır. Ağırlık, cisimlere uygulanan yerçekimi kuvvetine bağlı olduğundan gezegenden gezegene hatta Dünya'nın farklı yerlerinde, farklı ölçülebilmektedir. Ayrıca el kantarı, baskül, dijital terazi gibi araçlar ağırlık ölçmede kullanılır. Kütle ise değişmeyen madde miktarıdır, her yerde aynı değeri almakta ve sadece eşit kollu terazi ile ölçülmektedir.

Aşağıda kütle ve ağırlık kavramları arasındaki farklar yer almaktadır.

- ✓ Kütle madde miktarıdır. Ağırlık ise maddeye etki eden yerçekimi kuvvetidir.
- ✓ Kütlenin birimi gram, kilogram ya da ton'dur. Ağırlığın ise Newton'dur.
- ✓ Kütle 'm' simgesi ile gösterilir, ağırlık ise 'G' simgesi ile gösterilir.
- ✓ Kütle eşit kollu terazi ile ölçülürken Ağırlık dinamometre ile ölçülür.
- ✓ Kütle her yerde aynıdır, değişmez. Ağırlık ise bulunulan yere göre değişir.
- ✓ Bir maddenin kütlesi uzayda sıfır olmaz, ancak ağırlığı uzayda yerçekimi olmadığından sıfır olur.



Uzayda yerçekimsiz ortamda çekilmiş bir fotoğraf



## KUVVET

Duran bir cismi hareket ettiren, hareket halindeki bir cismin süratini arttırabilen, yavaşlatabilen ya da durdurabilen, cismin şeklini ve hareket yönünü değiştirebilen etkiye **kuvvet** denir.

Kuvvet, cisimlere uygulanan itme ve çekme olarak da tanımlanabilir.

## Kısaca kuvvet;

- ✓ Duran bir cismi harekete geçirebilir,
- ✓ Hareket eden bir cismi durdurabilir,
- ✓ Hareket eden cismin hızını arttırabilir.
- ✓ Cisimlerde şekil değişikliği oluşturabilir,
- ✓ Cisimlerin hareket yönünü değiştirebilir,
- ✓ Dinamometre ile ölçülür, birimi Newton (N)'dur.

## İŞ

Günlük yaşantımızda yaptığımız birçok aktiviteyi iş olarak tanımlarız. Fakat bu işlerin bazıları fiziksel anlamda iş sayılırken, bazıları sayılmaz.

Fiziksel anlamda iş yapılabilmesi için bir cisme kuvvet uygulanmalı ve cisim kuvvet ile aynı doğrultuda yol almalıdır. **Örneğin;** kitap okurken, sırtımızda çanta taşırken ya da soru çözerken fiziksel anlamda iş yapmış olmayız. Ancak sırayı ileri doğru sürüklerken, dağa tırmanırken ya da pazar arabasını çekerken fiziksel anlamda iş yapmış oluruz.

Fiziksel anlamda yapılan bir işin değeri, uygulanan kuvvetin şiddetine ve cismin aldığı yolun büyüklüğüne bağlıdır.

Uluslararası birim sistemine (SI) göre, işin birimi **Joule**'dür. Joule, kısaca 'J' harfi ile gösterilir.

**NOT:** İş biriminin 'Joule' olabilmesi için uygulanan kuvvetin birimi Newton (N), alınan yolun birimi ise metre (m) olmalıdır.

## Kısaca bir aktivitenin iş sayılabilmesi için,

## 1. Cisme kuvvet uygulanmalıdır.

Halteri yukarıya kaldıran halterci, cisme aşağıdan yukarıya doğru bir kuvvet uygulamış olur. Yine sırasını sürükleyerek ilerleten bir öğrenci sıraya ileri doğru bir kuvvet uygulamıştır.

## 2. Uygulanan kuvvet cisme yol aldırılmalıdır.

Bir cisme kuvvet uyguladığımızda, kuvvet uyguladığımız cismi hareket ettiremezsek iş yapmış olmayız.

## 3. Cismin hareket yönü ile uygulanan kuvvet aynı yönde olmalıdır.

Pazar arabasını çekerken, pazar arabasına uyguladığımız kuvvet ile arabanın gittiği yön aynı doğrultuda olduğundan iş yapmış oluruz.

## Fiziksel Anlamda İş Örnekleri:

- ✓ Kürek çeken Burak,
- ✓ Topa vuran Mehmet,
- ✓ Bisiklet süren Hakan,
- ✓ Kapıyı açan Abdullah,
- ✓ Tenis oynayan Merve,
- ✓ Dağa tırmanan Hatice,
- ✓ Bebek arabası iten Hülya,
- ✓ Kitapları rafa yerleştiren Hilal.



## Fiziksel Anlamda İş Olmayan Örnekler:

- ✓ Duvarı iten Halil,
- ✓ Ders çalışan Ayşe,
- ✓ Kitap okuyan Berke,
- ✓ Durakta bekleyen Ayhan,
- ✓ Çantayı kaldırıp yürüyen Aslı,
- ✓ Asansörün içerisinde yukarı çıkan Ali,
- ✓ Büyük bir yükü yerden kaldıramayan Hasan.



## ENERJİ

Bir işin yapılabilmesi için enerjiye ihtiyaç vardır. Dolayısıyla iş yapabilme yeteneğine **enerji** denir. Enerjinin birimi de tıpkı işte olduğu gibi Joule(J)'dür.

Enerjinin birçok çeşidi vardır. Şimdi sizlerle birlikte birkaç enerji türünü inceleyelim.

### 1. Kinetik Enerji

Hareket enerjisi olarak da bilinen **kinetik enerji**, cisimlerin süratlerinden dolayı sahip oldukları enerji türüdür.

Koşan bir insanın, hareket eden bir vapurun, süratli bir otomobilin, uçan bir kuşun ya da dalından düşmekte olan bir elmanın kinetik enerjisi vardır.



Bir cismin sahip olduğu kinetik enerji, o cismin **kütlesine** ve **süratine** bağlıdır.



120 km/h



120 km/h

Yukarıda verilen ve süratleri aynı olan uçak ve otomobilden, uçağın kinetik enerjisi otomobilin kinetik enerjisinden daha büyüktür. Bu durumda cisimlerin kütleleri ve süratleri arttıkça sahip oldukları kinetik enerjilerinin de arttığını söyleyebiliriz.

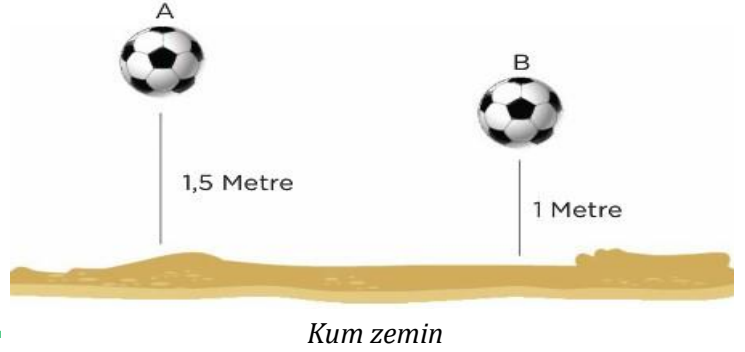
Kinetik enerjinin dışında bir de cisimlerin konumlarından ve esnekliklerinden dolayı sahip olduğu potansiyel enerjileri vardır.

### 2. Potansiyel Enerji

Bazı cisimlerin konumlarından ya da esnekliklerinden dolayı sahip oldukları enerjiye **potansiyel enerji** denir.

Potansiyel enerji, **çekim potansiyel enerjisi** ve **esneklik potansiyel enerjisi** olmak üzere iki grupta incelenir. Belirli bir yükseklikte olan cisimlerin çekim potansiyel enerjileri varken, esnek maddelerin esnekliklerinden dolayı sahip oldukları esneklik potansiyel enerjileri vardır.

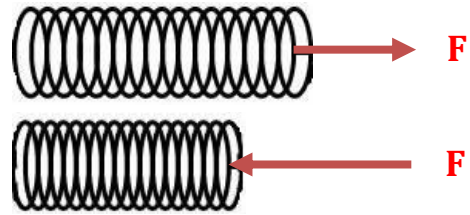
Bir cisim belirli bir yüksekliğe çıkardığımızda, yer çekimi kuvvetine karşı iş yapmış oluruz. Bu durumda cisim, çekim potansiyel enerjisi kazanmış olur. Çekim potansiyel enerjisi, cismin **ağırlığına** ve bulunduğu **yükseklığe** bağlıdır.



Ağırlıkları aynı fakat yükseklikleri farklı iki futbol topunun kum zeminde oluşturacakları çukur incelendiğinde, diğerine göre daha yüksekte bırakılan topun daha derin çukur açtığı görülmektedir.

Esnek cisimlerin de bir potansiyel enerjisi vardır. Esnek cisimlerin gerilmesi ya da sıkıştırılması sonucu sahip olduğu enerjiye **esneklik potansiyel enerjisi** denir.

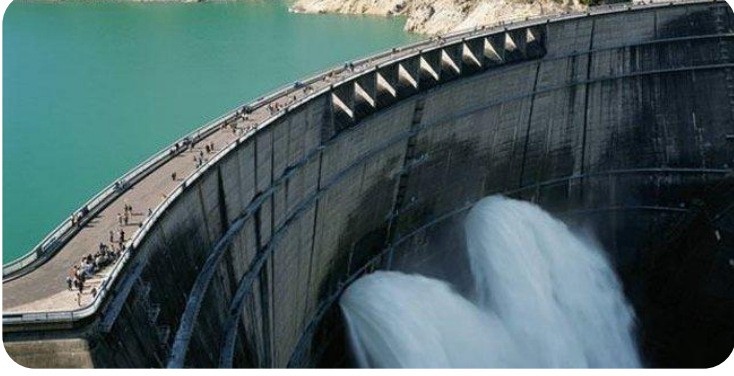
Bir yayı sıkıştırdığımızda elimize bir kuvvet uyguladığımızı hissederiz. Aynı şekilde yayı serbest bıraktığımızda da elimizi iten bir kuvvet hissederiz. Bu durum, sıkıştırılmış bir yayın esneklik potansiyel enerjisine sahip olduğunu gösterir.



Bir yayı daha çok sıkıştırdığımızda yayın sahip olduğu esneklik potansiyel enerjisi artar. Bunun yanında **yayın cinsi**, **kalınlığı**, **boyu** ve **gerilme miktarı** esneklik çekim potansiyel enerjisini etkiler.



## ENERJİ DÖNÜŞÜMLERİ

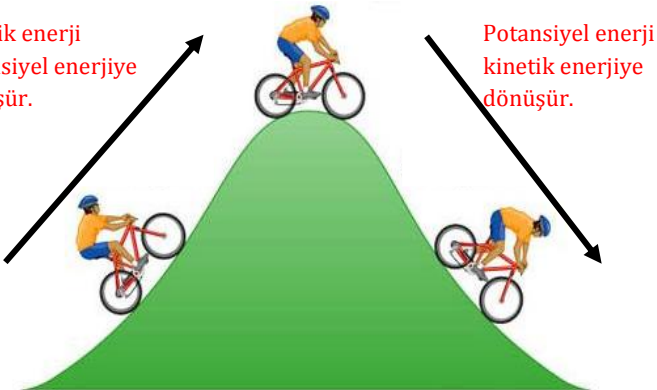


Barajlarda yer alan suyun sahip olduğu bir potansiyel enerjisi vardır. Bu potansiyel enerji, suyun yerden yüksekliğinden dolayı çekim potansiyel enerjisidir. Baraj kapakları açıldığında su aşağı doğru hızla hareket edeceğinden bu potansiyel enerji, kinetik enerjiye dönüşecektir.

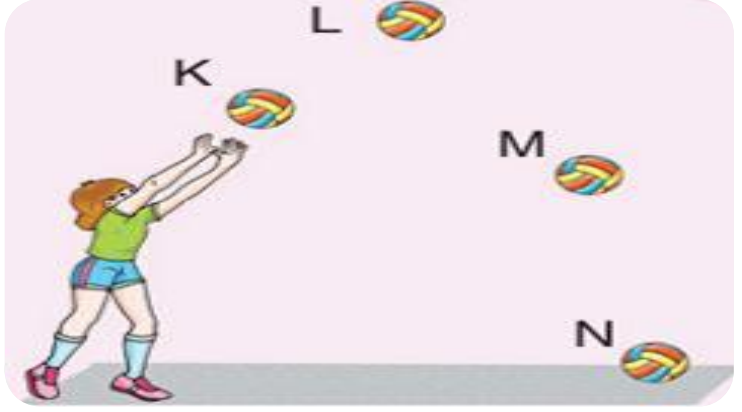


Bir elma bulunduğu ağacın dalından aşağı düştüğünde yerden yüksekliği azaldığından potansiyel enerjisi azalacak, sürati arttığı için ise kinetik enerjisi artacaktır.

Kinetik enerji potansiyel enerjiye dönüşür.



Şekilde bisiklet süren bir çocuğun süratinden dolayı kinetik enerjisi vardır. Tepeye bisikletle tırmanan çocuğun tepeye çıktıkça kinetik enerjisi azalırken potansiyel enerjisi artar. Tepeden inerken ise potansiyel enerjisi azalır, kinetik enerjisi artar.



Bir sporcu, voleybol topunu şekildeki gibi yukarı atınca top yükselirken topun potansiyel enerjisi artar, kinetik enerjisi ise azalır. Top yere düşerken de yüksekliği azaldığı için topun potansiyel enerjisi azalırken tam tersi bir durumda sürati arttığı için kinetik enerjisi artar.



Tramplenden atlayan yüzücü, trampelin esneklik enerjisinden yararlanarak hızla yukarıya doğru yükselmeye başlar. Yükselirken çekim potansiyel enerjisinin artmasına karşın, sürati azaldığı için kinetik enerjisi azalır. En tepeden aşağıya doğru düşerken de yüksekliği azalır sürati arttığı için çekim potansiyel enerjisi kinetik enerjiye dönüşmeye başlar.

Arka sayfada yer alan örneklerde de görüldüğü gibi, bir cismin sahip olduğu potansiyel enerji ya da kinetik enerji birbirine dönüşebilir. Enerji, yok olmadan bir türden başka bir enerji türüne dönüşerek korunur.

Cisimlerin sahip oldukları enerji türünün değişmesine **enerji dönüşümü** denir. Enerji türünün adı değişse de cismin sahip olduğu toplam enerji korunur. Buna **enerjinin korunumu** denir.



Bir topa vurduğumuzda, belirli bir süre sonra topun durma sebebinin sürtünme kuvveti olduğunu öğrenmiştik. Sürtünme kuvveti, hareketli cisimlerin süratini azaltarak cisimlerin yavaşlamasına ya da durmasına sebep olur. Topa vurduğumuzda top, süratle hareket eder ancak sürtünme kuvvetinin etkisiyle topun sürati azalır ve kinetik enerjisinin bir kısmı sürtünme kuvvetinden dolayı ısı enerjisine dönüşür.



Vapurların hareketini sağlamak amacıyla güçlü motorlar kullanılır. Vapurlar hareket halindeyken motorları kapatıldığında bir süre daha hareket eden vapur daha sonra durur. Bunun sebebi, suyun vapura uyguladığı sürtünme kuvveti (su direnci)'dir. Vapura uygulanan sürtünme kuvveti yani su direnci, suyun süratini azaltır ve bu sayede vapurun kinetik enerjisi azalır ve vapur durunca kinetik enerji sıfır olur.



Uçaktan atlayan birinin yere düşerken kinetik enerjisi sürekli artar. Bu durumda yere sert bir şekilde düşmemek için insanlar paraşüt kullanırlar. Bunun nedeni paraşüte çarpan havanın sürtünmesinden yararlanmaktır. Havanın sürtünme kuvveti olan hava direnci, paraşütlinün süratının artmasına engel olur. Böylece, paraşütlinün kinetik enerjisi artmaz ve bu kişi yere sert bir iniş yapmamış olur.

Cisimlerin hareketini engelleyen, hızını azaltabilen veya tamamen durdurabilen etkiye **sürtünme** denir. Verilen örneklerde görüldüğü gibi cisimlerin kinetik enerjilerini azaltan etki sürtünme kuvvetidir.

Sürtünme kuvveti ile hareketli cisimlerin kinetik enerjileri azalır ancak enerji yok olmaz. Sürtünme ile yüzeyler arasında genellikle ısı enerjisi açığa çıkar. Bu durumda, cismin kinetik enerjisi ısı enerjisine dönüşür.

## ÖĞRENDİKLERİMİZİ DEĞERLENDİRELİM

1. Aşağıda verilen ifadelerden doğru olanlarının başına "D", yanlış olanların başına "Y" harfi koyunuz.

- Sürtünme, cisim ile cismin temas ettiği yüzey arasında gerçekleşir.
- Sürtünme kuvvetinin etkileri, hayatımızı her zaman olumsuz etkiler.
- Sürtünme kuvveti, hareketli cisimlerin kinetik enerjisi zamanla arttırır.
- Yukarıya atılan bir topun kinetik enerjisi azalırken, potansiyel enerjisi artar.
- Ağaçtan düşen elmanın kinetik enerjisi azalır, çekim potansiyel enerjisi artar.