



Doğru Bilinen Yanlıřlar,

Birbirleriyle Karıştırılan Kavramlar

Dr. Mahir E. Ocak [TUBITAK Bilim ve Teknik Dergisi



Kilogram Bir Ağırlık Birimidir

Günlük hayatta kilogram ve ağırlık terimleri sıklıkla bir arada kullanılır. Ancak kilogram bir ağırlık birimi değil kütle birimidir. Öncelikle kütle ve ağırlık terimlerinin ne anlama geldiklerine bir bakalım.

Özel görelilik kuramının geliştirilmesinden beri bir cismin kütesinden bahsederken iki kavram arasında ayırım yapmak gerekiyor: durgun kütle ve eylemsizlik kütesi. Newton'un hareket ve kütle çekimi yasalarında karşımıza çıkan kütle, eylemsizlik kütesidir. Özel görelilik kuramı, eylemsizlik kütesinin hıza bağlı olarak değiştiğini söyler. Durgun kütle ise bir parçacığın eylemsizlik kütesinin alabileceği en düşük değerdir. Parçacığa göre hareket etmeyen bir gözlemci tarafından ölçülen eylemsizlik kütesine ve aynı zamanda cisimdeki değişmeyen madde miktarına karşılık gelir. Uluslararası Birim Sistemi'ndeki (SI) temel kütle birimi kilogramdır.

Bir cismin ağırlığı, o cisme etki eden kütle çekimi kuvvetidir. Newton'un kütle çekimi yasası, iki nesne arasındaki kütle çekimi kuvve-

tinin cisimlerin kütesi ile doğru orantılı, aralarındaki mesafenin karesi ile ters orantılı olduğunu söyler. Yeryüzündeki bir cismin ağırlığı, kütesi ile yer çekimi ivmesinin çarpımına eşittir. SI'daki ağırlık birimi Newton'dur.

Durgun kütle aksine, ağırlık içinde bulunan ortamdaki yer çekimi ivmesine bağlı olarak değişir. Örneğin deniz seviyesindeki bir cisim Everest'in zirvesine götürdüğünüz zaman durgun kütesi değişmez. Ağırlığı ise azalır. Çünkü Everest'in zirvesindeki yer çekimi ivmesi deniz seviyesindekinden daha küçüktür.

Isı ve Sıcaklık

Isı ve sıcaklık da sıklıkla birbiriyile karıştırılan kavramlar arasında yer alır. Bu kavramların ne anlama geldiklerine bir göz atalım.

Sabit hacimli, içi hava dolu, kapalı bir kap olduğunu varsayalım. Eğer bir bütün olarak hareket etmi-

yor ve başka bir sistem üzerinde iş yapmıyorsa, sistemin enerjiye sahip olmadığını düşünebiliriz. Ancak bizim çıplak gözle göremediğimiz atomlar ve moleküller kabın içinde sürekli hareket hâlinindedir. Kabın duvarlarıyla ve birbirleriyle çarpışmalar ve enerji alışverişi yaparlar. Bir sistemin sahip olduğu ısı enerjisinin kaynağı, o sistemi oluşturan parçacıkların sistem içindeki bu düzensiz hareketleridir.

Bir sistemdeki toplam ısı enerjisi miktarı, o sistemden iş yapmaksızın elde edilebilecek enerji miktarına karşılık gelir. Örneğin iki cismi birbirine temas ettirerek birinden diğerine iş yapmaksızın (bir sistem diğerine net bir kuvvet uygulamaksızın) enerji aktarabilirsiniz. Aktarılan enerji ısı enerjisidir.

Sıcaklık ise bir sistemdeki ortalama (parçacık başına düşen) ısı enerjisiyle orantılıdır. Bir sistemden diğerine enerji akışı olduğunda, ısı kaybeden sistemdeki ortalama ısı enerji-



si ve dolayısıyla sıcaklık düşer, ısı kazanan sistemdeki ortalama ısı enerjisi ve dolayısıyla sıcaklık da artar. Isı alışverişi yapan iki sistemin sıcaklıkları eşitlenene kadar sıcak olandan soğuk olana enerji akışı olur.

Güneş Sarı Renklidir

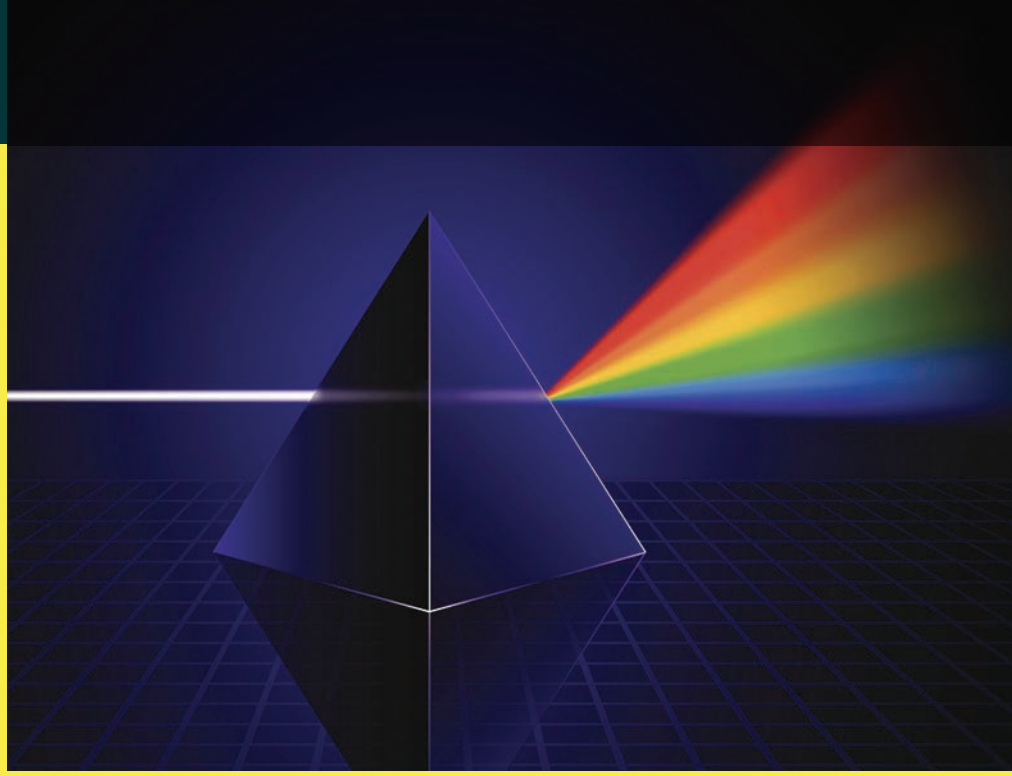
Pek çok kişi Güneş'in sarı, turuncu ya da kırmızı renkli olduğunu düşünür ancak bu doğru değildir.

Bazı cisimler -örneğin yıldızlar ya da evlerimizde kullandığımız lambalar- kendileri ışık yayarlar. Bazı cisimlerse -örneğin gezegenler ya da etrafımızdaki mobilyalar- üzerlerine düşen ışığın bir kısmını soğurur, geri kalanını yansıtır. İnsan gözünün bir cisim hangi renkte algılayacağı o cisimden yayılan ya da yansıyan ışıkta hangi renk ışınların olduğuna bağlıdır. Örneğin bir çiçeğin mavi görünmesinin nedeni üzerine düşen ışıktaki mavi renkli ışınları yansıtması, diğer renkteki ışınlarıysa soğurmasıdır.

Güneş'in hangi renk olduğunu tespit etmek için kafamızı kaldırıp gökyüzüne bakmak doğru sonuç vermez. Çünkü Güneş'ten yayılan ışınlar gözümüze girmeden önce atmosferin içinden geçer ve bu sırada atmosferdeki gazlarla etkileşirler. Güneş'in doğru rengini görmek için atmosferin dışına çıkmak gerekir.

Güneş ışığı içinde insan gözü tarafından algılanan renklerin tamamı bulunur. Bu durumu doğrulamanın bir yolu sadece etrafımıza bakmaktır. Bir denizin mavi görünmesinin nedeni üzerine düşen Güneş ışığında mavi ışınlar olmasıdır, bir yaprağın yeşil görünmesinin nedeni üzerine düşen Güneş ışığında yeşil ışınlar olmasıdır, bir gülün kırmızı görünmesinin nedeni üzerine düşen Güneş ışığında kırmızı ışınlar olmasıdır...

Güneş ışığında insan gözü tarafından algılanan tüm renkler hemen hemen eşit miktarda bulunur ve tüm bu renkler eşit miktarda bir araya geldiklerinde insan gözü tarafından beyaz olarak algılanırlar. Bu yüzden Güneş'in rengi sarı, turuncu ya da kırmızı değil beyazdır. Uluslararası Uzay İstasyonu (ISS)'dan çekilen fotoğraflarda da Güneş'in aslında beyaz renkli olduğu açıkça görülür.



Erime ve Çözünme

Erime ve çözünme sıklıkla birbirleriyle karıştırılan iki kavramdır. Örneğin günlük hayatta çaya atılan şekerin erimesinden bahsedilir, hâlbuki şeker aslında erimez, çayın içinde çözünür. Erime terimi bir malzemenin katı hâlden sıvı hâle geçmesini ifade etmek için kullanılır. Saf malzemeler sabit bir sıcaklıkta erir. Örneğin 1 atmosfer basınç altındaki bir parça buz yavaş yavaş ısıtırsanız sıcaklığı 0 °C'ye ulaştığında erimeye yani katı hâlden sıvı hâle geçmeye başlar. Bu sırada malzemenin simetrisinde önemli değişiklikler olur. Buzdaki atomlar periyodik olarak tekrar eden konumların etrafında titreşim hareketi yaparlar. Erime sırasında dışarıdan alınan enerjyise bu düzenli yapının bozulmasına, su moleküllerinin buldukları konumları değiştirmelerine neden olur.

Çözelti terimi ise homojen görü-
nümlü karışımları ifade eder. Örneğin
bir miktar suyun içine biraz şeker kat-
tığımızı düşünelim. Başlangıçta şe-
ker suyun dibine çöker. Ancak yete-
ri kadar uzun süre beklerseniz ya da
bir alet yardımıyla suyu karıştırırsanız
şeker molekülleri suyun içine dağılır.
Sonuçta ortaya çıkan homojen görü-
nümlü karışıma çözelti, bu çözeltinin
oluşma sürecine de çözünme denir.
Çözelti içerisindeki şeker molekülleri
su molekülleri tarafından çevrelenir-
ler. Şeker molekülleri çözünme sıra-
sında parçalanmazlar, ancak bazı mal-
zemeler çözünme sırasında iyonları-
na ayrılır. Örneğin sofr tuzu (NaCl)
suda çözüldüğünde Na^+ ve Cl^- iyon-
ları ortaya çıkar. Bir çözeltinin karar-
lılığını sağlayan çözücü ile çözünen
arasındaki etkileşimlerdir. Belirli bir
maddenin bir çözücü içinde ne kadar
çözünebileceği, çözücü ve çözünenin
bileşimlerine, yapısal özelliklerine ve
aralarındaki etkileşimlerin türüne ve
büyüklüğüne bağlı olarak değişir.

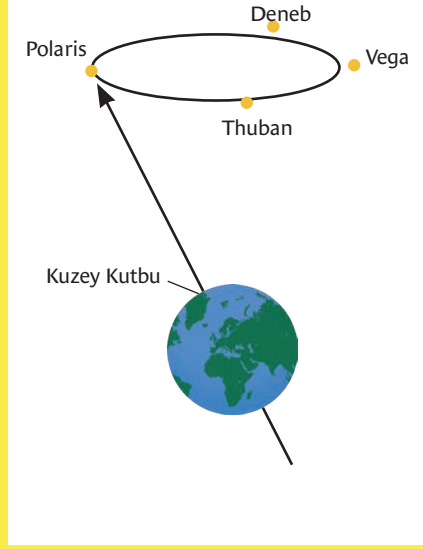
Kısacası erime ve çözünme bir-
birlerinden çok farklı süreçlerdir. Bir
içeceği soğuk tutmak için içine atıl-
an buzlar erir, bir çaya tat vermek
için içine katılan şekerse çözünür.



Kutup Yıldızı Hareket Etmez

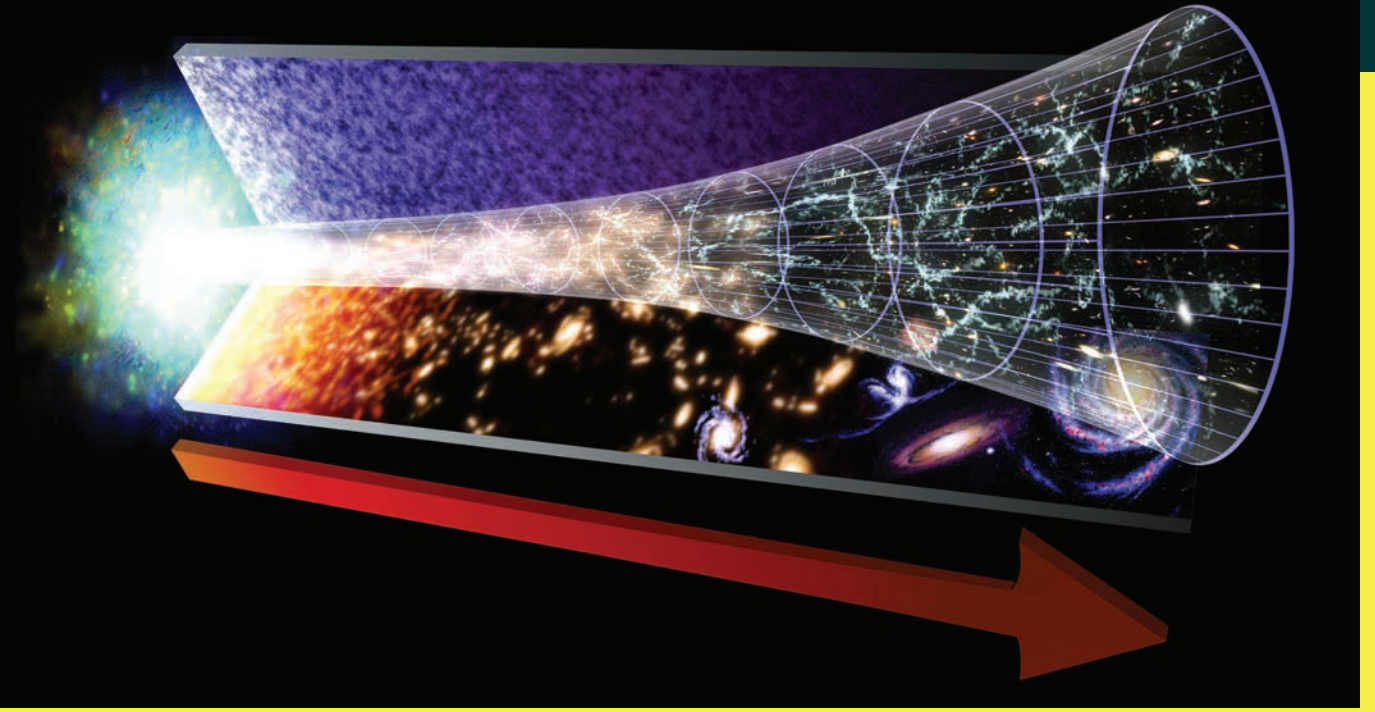
Bilimsel yazında Polaris olarak
adlandırılan yıldız, günlük hayatta
Kutup Yıldızı olarak anılır. Küçük
Ayı Takımyıldızı'nın en parlak üyesi
olan bu yıldız, Dünya'nın merkezi-
nden ve Kuzey Kutbu'ndan geçen
hayali doğrunun neredeyse üzeri-
nde yer alır. Kuzey Yarımküre'nin
neresinde olursanız olun gece vakti
Polaris'in yerini tespit ederek
hangi yönün kuzey olduğunu an-
layabilirsiniz. Polaris ile ilgili yan-
lış bir kanı ise, gök küresindeki ko-
numunun sabit olduğudur. Ancak
Polaris sadece içinde bulunduğu
muz çağına Kutup Yıldızı'dır, çünkü
gök küresindeki konumu zamanla
değişir.

Polaris de tüm yıldızlar gibi
Dünya'ya göre hareket eder. An-
cak Polaris'in gök küresindeki ko-
numunun değişmesinin ana ne-
deni Polaris'in uzaydaki hareket-
lerinden çok Dünya'nın presesyon
hareketidir. Presesyonun ne oldu-
ğunu anlamak için kendi kendine
şöyle bir gözlem yapabilirsiniz:
Bir topacı alıp düz bir zemin
üzerinde döndürün ve hareketle-
rini dikkatlice takip edin. Sadece
kendi simetri eksenini etrafında de-
ğil aynı zamanda zemine değdiği
noktadan geçen, zemine dik bir ek-
sen etrafında da döndüğünü gö-



receksiniz. Presesyon tam olarak
bu harekete verilen isimdir. Dün-
ya senede bir Güneş'in etrafında
ve günde bir kendi ekseninin etra-
fında dönerken aynı zamanda pre-
sesyon da yapar. Dünya'nın kendi
etrafında döndüğü, yörünge düz-
lemiyle 23 derecelik açı yapan ek-
sen her 25.800 yılda bir Dünya'nın
merkezinden geçen ve Dünya'nın
yörünge düzlemine dik bir eksen
etrafında bir tur atar. Bu yüzden
ne Polaris'in ne de gök küresinde-
ki başka bir yıldızın konumu sabit
değildir.

MÖ 4000-2000 dönemindeki ku-
tup yıldızı Ejderha Takımyıldı-
zı'ndaki Thuban'dı. Polaris günü-
müzde Kuzey Kutbu doğrultusu-
na yaklaşmaya devam ediyor. Tah-
minlere göre 24 Mart 2100'de en ya-
kın noktaya ulaştıktan sonra uzak-
laşmaya başlayacak. MS 14.000 ci-
varında ise kutup yıldızı unvanının
yeni sahibi gökyüzündeki en parlak
yıldızlardan biri olan Vega olacak.



Tüm Gök Adalar Birbirinden Uzaklaşır

Evrenin oluşumunu ve gelişimini açıklayan Büyük Patlama kuramı bugün gözlemlenen evrenin yaklaşık 13,78 milyar yıl önce meydana gelen bir patlamanın sonucu olduğunu söyler.

Büyük Patlama adı pek çok insanın zihninde, bir bomba patlamasındaki ya da bir gaz patlamasındaki gibi, bir merkezden dışa doğru bir yayılmayı çağırıştırır ve istisnasız tüm gök adaların birbirinden uzaklaşmakta olduğunu düşündürür. Ancak bu doğru değildir. Büyük Patlama aslında uzayın zamanla genişlemesini ifade eder. Evrenin büyük ölçekteki yapısı kütle çekimi tarafından belirlendiği ve kütle çekim kuvveti çekici bir kuvvet olduğu için, uzayın genişleme hızının zamanla azalması beklenir. Ancak göz-

lemler bugün uzayın genişleme hızının giderek arttığını gösteriyor ve bu durumun nedeni henüz tam olarak bilinmiyor.

Önce uzayın genişlemesinin ne anlama geldiğine bakalım. Eğer uzayı esnek, düz bir çarşafa benzetirsek, bu çarşaf dört bir tarafından dışa doğru çekiliyor gibidir. Bu genişleme, uzaydaki herhangi iki gök adanın birbirinden uzaklaşmasına sebep olur. Ancak iki gök adanın zamanla birbirlerine göre konumlarının nasıl değişeceği sadece uzayın genişlemesine değil gök adaların uzay içindeki hareketlerine de bağlıdır. İki gök ada birbirinden ne kadar uzaksa uzayın genişlemesi sebebiyle birbirlerinden uzaklaşma hızları da o kadar büyüktür. Hatta aralarındaki mesafe yeteri kadar büyükse bu hız ışık hızından bile büyük olabilir (Bu durum özel görelilik kuramına aykırı değildir). Ancak iki gök ada uzay içinde birbirlerine doğru hareket ediyorlarsa ve birbirlerine yaklaşma hızları aralarındaki uzayın ge-

nişleme hızından daha büyükse aralarındaki mesafe zamanla azalacaktır. Birbirlerine görece yakın konumlarında bulunan gök adalar uzayın genişlemesine rağmen birbirlerine yaklaşabilir, hatta çarpışarak kaynaşabilirler.

Ay'ın Dünya'dan Görünmeyen Yüzü Karanlıktır

Ay Dünya'nın etrafında dolanırken bir taraftan da kendi eksenini etrafında döner. Ancak bu dönüş bugün itibarıyla Dünya'nın kendi eksenini etrafındaki dönüşüyle o kadar uyumlu bir biçimde gerçekleşir ki Ay'ın bir tarafı her zaman Dünya'ya daha yakın diğer tarafı her zaman Dünya'dan daha uzaktır. Başka bir deyişle Dünya'dan Ay'a baktığımız zaman Ay yüzeyinin hep aynı bölgelerini



görürüz. Ay yüzeyinin Dünya'dan görülebilen kısmının Ay'ın toplam yüzey alanına oranı tam olarak %50 olmasa bile %50'ye çok yakındır.

Ay'ın Dünya'dan görünmeyen kısımlarından Ay'ın karanlık yüzü diye bahsedilmesi yaygındır. Ancak Ay'ın Güneş ışığı almayan bir bölgesi yoktur. Dünya'da olduğu gibi, Ay'da da Güneş doğar ve batar.

Dünya Yazın Güneş'e Daha Yakındır

Pek çok insan Dünya'nın yazın Güneş'e daha yakın kışın Güneş'e daha uzak olduğunu zanneder. Ancak bu düşüncenin yanlış olduğunu anlamak için tek bir şeyi akla getirmek yeterlidir: Kuzey ve Güney yarımkürelerde aynı anda farklı mevsimler görülür. Dünya Güneş'e en yakın konumdayken Kuzey Yarımkürede mevsim kış, Güney Yarımkürede ise mevsim yazdır.

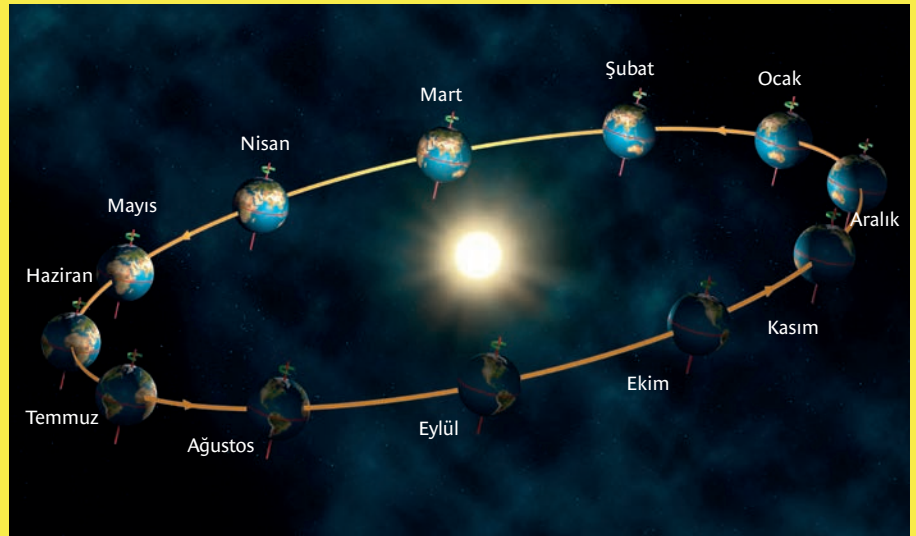
Dünya Güneş etrafında eliptik bir yörünge takip eder. Yaklaşık olarak 365 gün 6 saat süren bir tur sırasında Güneş'e yaklaşır ve uzaklaşır. Ancak Dünya'nın takip ettiği eliptik yörünge yayvanlığı mevsimlerin oluşmasına sebep olacak kadar büyük değildir.

Yılın farklı dönemlerinde farklı mevsimler görülmesinin nedeni Dünya'nın eksen eğikliğidir. Eğer Dünya yörünge düzlemine dik bir eksen etrafında dönüyor olsaydı, yer yüzünün herhangi bir bölgesi Güneş ışınlarını yıl boyunca hep aynı açı ile alırdı. Ancak Dünya'nın kendi etrafında döndüğü eksen ile Dünya'nın yörünge düzlemi arasında 23 derecelik bir açı vardır. Bu yüzden Dünya Güneş'in etrafında dolanırken yer yüzünün belirli bir bölgesine düşen Güneş ışınlarının geliş açısı devamlı değişir. Güneş ışınlarının daha dik açılarla geldiği dönemlerde yaz, daha eğik açılarla geldiği dönemlerdeyse kış yaşanır.

Yıldızların Işığı Titrektir

Bulutsuz bir günde, şehir ışıklarından uzak bir bölgede kafanızı gökyüzüne çevirdiğinizde binlerce yıldız görürsünüz. Çok uzak oldukları için gökyüzünde ufak bir nokta gibi görünen bu yıldızların parlaklıkları çok kısa aralıklarla artıp azalır. Bir yanıp bir sönüyormuş gibi görünürler. Ancak bu durumun sebebi yıldızların kendisi değildir. Bazı yıldızların parlaklığı zaman içinde değişebilir ancak bu kısa zamandaki değişim genellikle insan gözü ile algılanabilecek düzeyde gerçekleşmez.

Yıldızların gökyüzünde bir yanıp bir sönüyormuş gibi görünmesinin nedeni atmosferdir. Yıldız ışığı atmosfere girdikten sonra hava akımları nedeniyle kırılıp yön değiştirmeye başlar. Farklı katmanlardan geç-



rek gelen ışık ışınları zik-zak benzeri bir rota takip ederek gözümüze ulaşır. Bu durum yıldızların bir yanıp bir sönüyormuş gibi görünmesine neden olur. Eğer atmosfer olmasaydı yıldızlardan yayılan ışık yeryüzüne doğrusal bir yol takip ederek ulaşır, biz de yıldızları bir yanıp bir sönüyorlarmış gibi görmezdik.

Bir yıldızdan Dünya'ya ulaşan ışık atmosferde ne kadar çok yol alıyorsa yanıp sönme etkisi de o kadar büyür. Bu durumu bir gece vakti ufuktaki ve tepenizdeki yıldızlara bakarak kendiniz de test edebilirsiniz.

Uzayda Kütle Çekimi Yoktur

Pek çoğumuz Uluslararası Uzay İstasyonu'ndaki (ISS) astronotlar ile ilgili videolar görmüşüzdür. Astronotlar istasyonun içinde o kadar kolaylıkla hareket ederler ki uzayda hiç kütle çekimi yok gibidir. Ancak evrende küt-

le çekiminin olmadığı hiçbir yer yoktur. Uluslararası Uzay İstasyonu'nun uzaya kaçıp gitmek yerine Güneş etrafındaki yolculuğunda yerküreye eşlik etmesini sağlayan da Dünya'nın "güçlü" kütle çekimidir.

Kütle çekimi menzili sonsuz olan bir kuvvettir. Başka bir deyişle iki cisim aralarındaki mesafe ne olursa olsun kütle çekimi aracılığıyla etkileşirler. Ancak etkileşimin büyüklüğü aradaki mesafe arttıkça azalır. Örneğin yeryüzünün yakınlarında (yerkürenin merkezine yaklaşık 3670 kilometre mesafede) serbest düşmekte olan bir cisme etki eden yer çekimi kuvveti cismin yerkürenin merkezine doğru $9,8\text{m/s}^2$ lik ivmeyle hareket etmesine neden olur. Yaklaşık 420 kilometre irtifada (yerkürenin merkezine 4090 kilometre mesafede) dolanmakta olan Uluslararası Uzay İstasyonu içinse bu değer yaklaşık $7,9\text{m/s}^2$ dir. Her ne kadar ISS'deki yer çekimi ivmesi daha düşük olsa da yeryüzündekine kıyasla çok da küçük ol-

duğu söylenemez. Dolayısıyla ISS de yerkürenin güçlü çekiminin etkisi altındadır. Peki öyleyse nasıl oluyor da ISS'deki astronotlar o kadar kolay hareket edebiliyorlar.

Bir taşı yüksek bir yerden serbest bıraktığımızı düşünelim ve tartışmanın daha basit olması açısından hava sürtünmesi olmadığını varsayalım. Eğer taşa yatay yönde bir ilk hız vermezsek, taş bırakıldığı yerin tam altına düşecektir. Ancak bir miktar ilk hız vererek taşın 5 metre, 5 kilometre ya da 5000 kilometre öteye düşmesini de sağlayabiliriz. Sonuçta verdiğimiz ilk hız ne kadar büyükse taşın yere düşmeden önce katedeceği mesafe de o kadar büyük olacaktır. Eğer hızı yavaş yavaş artırmaya devam edersek bir noktada taş yere hiç düşmeden Dünya'nın etrafında dolanmaya başlar. Hızı daha fazla artırmaksa taşın Dünya'ya bir daha hiç dönmek üzere uzaya kaçmasına sebep olacaktır.

Dünya'nın etrafında dolanan uydular ve ISS, yukarıdaki düşünce deneyinde doğru hızla atıldığı için hiç yere düşmeden yerkürenin etrafında dolanan taş gibidir. Eğer yörünge de kalmalarını sağlayan yatay hızlara sahip olmasalardı bu cisimler kütle çekimi etkisiyle buldukları yerin tam altına düşerlerdi. ISS yörünge de kalabilmek için saniyede yaklaşık 7 kilometre hızla hareket ediyor.

ISS'deki bir astronotun kolaylıkla hareket edebilmesinin nedeni bulunduğu ortamdaki kütle çekiminin



zayıf olması değil bulunduğu ortamın da kendisi ile beraber yer çekimi etkisinde hareket etmesidir. Yeryüzünde bir baskülün üzerine çıkarırsanız, baskül size kütleinizin ne olduğunu söyleyecektir. Çünkü yerküre sizi kendi merkezine doğru çekmekte, baskül ise sizin bu merkeze daha fazla yaklaşmanızı engellemektedir. Siz basküle ağırlığınızı kadar bir kuvvet uygularsınız baskül de bu kuvvetin karşılığı olan kütle-yi size söyler. Aynı baskülü ISS'deki bir astronotun ayaklarının altına koyduğunuzda ise anlamlı bir değer okuyamazsınız. Çünkü baskül astronotun yerküreye doğru ivmelenmesine engel değildir. Astronot basküle bir kuvvet uygulamaz. Dolayısıyla baskül de astronotun kütle-sini ölçemez. Yeryüzündeyken bir metre yukarıya sıçramak için sizi $9,8 \text{ m/s}^2$ ile ivmelendirmeye çalışan yer çekimini yenmeniz gerekir. ISS'de ise buna gerek yoktur. Yer çekimi kuvveti sizi zaten ivmelendirmektedir. İhtiyacınız olan sadece kendi kütle-nizi hareket ettirmeye yetecek büyüklükte ufak bir kuvvettir.

Ay'ın Evrelerine Dünya'nın Gölgesi Sebep Olur

Ay Dünya'nın etrafında dolanırken gökyüzünde çeşitli biçimlerde görünür. İlk dördün, son dördün, dolunay, hilal, yeniay gibi isimlerle anılan bu evreler yaklaşık olarak her 29,5 günde bir tekrar eder.

Farklı evreler sırasında Ay'ın Dünya'ya bakan yüzünün bir kısmı ya da bazen tamamı karanlıktır. Bu durumun nedeninin sıklıkla Dünya'nın gölgesinin Ay'ın üzerine düşmesi olduğu zannedilir. Ancak Dünya'nın gölgesinin Ay'ın üzerine düştüğü tek gök olayı Ay tutulmasıdır.

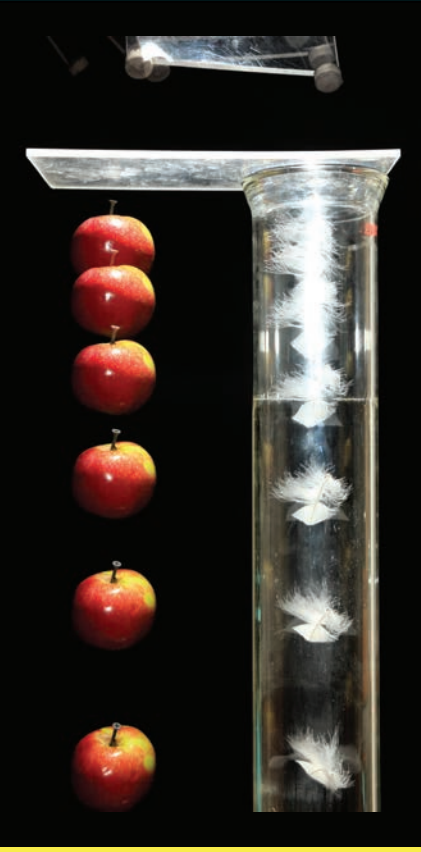
Ay Dünya'nın etrafında dolanırken doğal olarak Dünya ile birlikte Güneş'in de etrafında döner. Ay tutulmalarının gerçekleştiği kısa

zaman aralıkları dışındaki dönemlerde, tıpkı Dünya'da olduğu gibi, Ay'ın bir yüzü Güneş ışığı alır diğer yüzü ise almaz. Belirli bir zamanda Ay'ın Dünya'ya bakan yüzünün bir kısmının ya da tamamının karanlık görülmesinin nedeni bu kısımların o sırada Güneş ışığı almamasıdır.

Yer Çekimi Ağır Cisimleri Daha Çok İvmelendirir

Newton'un hareket yasalarının ikincisi m kütleli bir cisme etki eden F kuvvetinin cismi $F=ma$ eşitliği ile hesaplanan bir a ivmesiyle ivmelendireceğini söyler. Dolayısıyla aynı büyüklükte kuvvetlerin etki ettiği iki cisimden kütle-si büyük olan daha az ivmelenir. Ancak söz konusu olan yer çekimi etkisinde düşmekte olan bir cisim olduğunda cisme etki eden kuvvet de cismin küt-





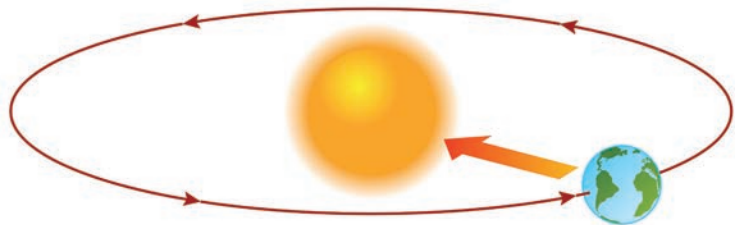
lesi ile orantılıdır. Bu kuvveti g yer çekimi ivmesi olmak üzere mg olarak ifade edebiliriz. Newton'un ikinci hareket yasasında F yerine mg yazıldığında denklemin iki tarafındaki m 'ler sadeleşir ve yer çekimi kuvvetinin düşmekte olan bir cisme sağladığı ivmenin kütesinden bağımsız olarak yer çekim ivmesine eşit olduğu görülür. Yer çekimi ivmesi, Dünya'nın kütesine bağlı olsa da düşmekte olan cismin kütesine bağlı değildir. Dolayısıyla yer çekimi daha ağır cisimleri daha çok, daha hafif cisimleri daha az ivmelen-dirmez. Peki öyleyse bir ağaçtan kopan elma neden aynı ağaçtan kopan yapraktan daha önce yere düşüyor?

Atmosfer içinde düşen bir cisme etki eden iki kuvvet vardır: yer çekimi ve hava sürtünmesi. Eğer ha-

va sürtünmesi olmasaydı aynı anda aynı yükseklikten düşen bir elma ve bir yaprak aynı biçimde hızlanır ve yere aynı anda düşerlerdi. Ancak işin içine hava sürtünmesi girdiğinde durum değişir. Bir cisme etki eden hava sürtünmesi cismin kesit alanıyla ve cismin hızının karesiyle doğru orantılıdır. Dolayısıyla düşen bir cisim hızlandıkça cisme etki eden sürtünme kuvveti de giderek artar. Ta ki havanın sürtünme kuvveti cismin ağırlığına (cisme etki eden kütle çekimi kuvvetine) eşit oluncaya kadar. Bu noktadan sonra cisme etki eden toplam kuvvet 0 olduğu için cisim daha fazla ivmelenmez ve sabit hızla düşmeye devam eder. Atmosfer içinde düşen bir cisim, ancak hava sürtünmesi tarafından belirlenen bir limit hıza ulaşıncaya kadar ivmelenebilir. Sürtünme kuvveti hızın karesi ile orantılı olduğu için, aynı kesit alanına sahip iki cisimden hafif olanı için limit hız daha düşük, ağır olanı içinse daha yüksektir. Bir ağaçtan kopan elmanın aynı ağaçtan kopan bir yaprağa göre daha hızlı yere düşmesinin nedeni de budur, ağır olan cismin yer çekimi etkisiyle daha çok ivmelenmesi değil.

Dairesel Hareketi Merkezkaç Kuvveti Sağlar

Dairesel hareket ile ilgili bir problem ele alalım. Örneğin Dünya'nın Güneş etrafındaki yörüngesinin dairesel olduğunu varsayalım ve temel fizik yasaları kullanarak sistemde zaman içinde meydana gelen değişiklikler ile ilgili hesap yapmak istediğimizi düşünelim. İddiaya göre yerküre üzerinde Güneş'in kütle çekimi kuvvetiyle aynı büyüklükte ancak zıt yönde bir merkezkaç kuvveti vardır. Öyle ki bu merkezkaç kuvveti cisme etki eden net kuvveti sıfır yaparak Dünya'nın düzgün dairesel hareket yapmasını sağlar. Bu iddianın doğru olamayacağını anlamak için Newton'un hareket yasalarının birincisini akla getirmek yeterlidir: Bir cisme etki eden net kuvvet sıfırsa cisim düzgün doğrusal hareket eder. Dolayısıyla, eğer iddia edildiği gibi bir merkezkaç kuvveti olsaydı problemdeki cismin dairesel değil doğrusal hare-



ket etmesi gerekirdi. Dairesel hareket eden bir cismin hızının büyüklüğü sabit kalsa da hızının yönü sürekli değişir. Dolayısıyla dairesel hareket ivmeli bir harekettir ve dairesel hareket eden bir cismin üzerinde her daim net bir kuvvet vardır. Merkezkaç kuvveti, hiçbir bilimsel temeli olmayan bir kavramdır.

Gökyüzündeki En Parlak Yıldız Kutup Yıldızdır

Kuzey Yarımküre’de yaşayan insanlar için en önemli yıldız hiç kuşkusuz Kutup Yıldızı’dır. Ancak eğer bir gün yönünüzü bulmak için Kutup Yıldızı’na bakmanız gerekirse sakın ola gökyüzündeki en parlak yıldız aramaya kalkmayın. Gök küresindeki yıldızlar parlaklıklarına göre sıralandığında Kutup Yıldızı ilk 40’a bile giremez. Geceleri gökyüzünde çıplak gözle görülebilen yıldızlar, görünen parlaklıklarına göre sıralandığında gökyüzündeki en parlak yıldız Sirius’tur.



Sirius

Bir yıldızın görünen parlaklığı yaydığı ışık miktarı ile doğru orantılı, yerküreye uzaklığının karesiyle ters orantılıdır. Kutup Yıldızı’nın yaydığı ışık miktarı Güneş’inin 4000 katı kadardır. Ancak bu kadar çok ışık yaymasına rağmen, yerküreye çok uzak olduğu için fazla parlak görünmez. Dünya ile Kutup Yıldızı arasındaki mesafe yaklaşık 434 ışık yıldızdır. Bu uzaklık saniyede 300.000 kilometre yol alan ışık ışınlarının 434 yılda katettiği mesafeye denk gelir.

Gökyüzündeki en parlak yıldız olan Sirius’un yaydığı ışık miktarı Güneş’inin yaklaşık 25 katıdır. Bu değer gökyüzünde görünen pek çok yıldızla kıyasla pek de büyük olduğu söylenemez. Ancak Sirius yerküreye görece yakın bir konumda yer alır. Dünya’ya en yakın beşinci yıldız olan Sirius, yaklaşık 8,6 ışık yılı mesafededir. Kendisinden çok daha fazla ışık yayan pek çok yıldızdan daha parlak görünmesinin nedeni de bu yakınlıktır.

Gezegenler Çıplak Gözle Görülemez

Pek bilinen bir şey değildir ama Güneş Sistemi’ndeki bazı gezegenleri geceleri gökyüzünde çıplak gözle görmek mümkündür. Yeryüzünden herhangi bir optik alete gerek duymadan görülebilecek bu gezegenler Merkür, Venüs, Mars, Jüpiter ve Satürn’dür. Bu gezegenler kendileri bir ışık kaynağı olmamalarına rağmen Güneş’ten gelen ışınları yansıtır ve yıldızlar gibi parlalar.

Gökyüzündeki gezegenleri yıldızlardan ayırt etmenin bir yolu şudur: yıldızlar bir yanıp bir sönüyormuş gibi görünürler, gezegenler ise sürekli parlak. Gezegenlerin de atmosferin etkisiyle yıldızlar gibi bir yanıp bir sönüyormuş görünmemelerinin nedeni, yıldızlara kıyasla gök küresinde çok daha büyük alanlar kaplamalarıdır. ■