



### Güneş'e Baktığımızda Neden Hapşırırız?

Tuba Sarıgül

İnsanların yaklaşık dörtte biri Güneş'e ya da parlak ışığa baktığında hapşırır ve bu olay genellikle karanlık bir ortamdan çıkıp yoğun ve parlak ışığa maruz kalındığında ortaya çıkar.

Hapşırma kaşıntı ve tahrişe neden olan yabancı maddelerin burundan uzaklaştırılmasını sağlar. Kaşınma ve tahriş hissi, yüzdeki duyuusal algılamadan ve kasların motor kontrolünden sorumlu olan trigeminal sinirler tarafından algılanır. Trigeminal sinirlerden gelen sinyaller beynin ilgili bölgesi tarafından algılandıktan sonra buruna, tahrişe neden olan yabancı maddeleri uzaklaştırılması için bir sıvı salgılanması, kaslara da derin bir nefes alınması ve alınan nefesin çok

hızlı bir şekilde dışarı verilmesi için talimat gönderilir.

Hapşırma bir reflekstir. Yani düşünmeksizin kendiliğinden gerçekleşen bir olaydır. Göze ne kadar ışık girdiğini kontrol eden gözbebeğinin büyüüp küçülmesi de bu şekilde gerçekleşir. Parlak bir ışık göze geldiğinde görme sinirleri tarafından algılanır ve oluşan sinyaller beyne taşınır. Beyin parlak ışığın göze zarar vermesini önlemek için, gözbebeğine küçülmesini söyleyen bir mesaj gönderir.

Güneş ışığının neden hapşırmaya yol açtığıyla ilgili farklı kuramlar öneriliyor. İnsanların görme sinirlerinde yoğun ışık nedeniyle ortaya çıkan uyarılmanın trigeminal sinirlerin de etkinleşmesine neden olduğu düşünülüyor. İkinci görüşe göre otonom sinir sistemindeki birbirlerine

yakın sinir liflerinden birinin uyarılması diğer sinir lifinin de uyarılmasına neden oluyor. Yani görme sinirlerinden alınan sinyallerin beyne taşınırken, hapşırmaya neden olan sinyalleri taşıyan sinir hücrelerinin de etkinleşmesine neden olabileceği düşünülüyor.

Güneş ışığının hapşırmaya neden olmasının genetik temeli aydınlatılmamış olsa da araştırmalar bu durumun ebeveynlerden birinde görülmesi durumunda çocukta da %50 ihtimalle görülebileceğini gösteriyor.

### Ana Renklerdeki Boyalar Karıştırıldığında Siyah Elde Edilirken Neden Ana Renklerdeki Işıklar Üst Üste Getirildiğinde Beyaz Görülür?

Tuba Sarıgül

Renkler bir cisim tarafından yansıtılan, yayılan ya da geçirilen ışığın dalga boyunun, gözdeki ışığı algılayabilen yapılar tarafından algılanmasıyla görülür. Gözde çubuk ve koni adı verilen ve

ışığı algılayabilen iki tür hücre grubu vardır. Çubuk hücreler ışığa karşı daha hassas olmalarına rağmen renkler koni hücreler sayesinde algılanır. Üç tür koni hücresi vardır ve bunların her biri ışığa



## Elektrikli Yılan Balığı Nasıl Elektrik Üretir?

Tuba Sarıgül

**E**lektrikli yılan balığı iletişim kurmak, yön bulmak, bazı durumlarda avlanmak ve kendini korumak için elektrik üretebilen organlara sahiptir. Elektrik organı adı verilen bu yapıların içinde elektrosit adı verilen ve elektrik üretebilen hücreler bulunur. Bu hücreler kas ve sinir hücrelerinin değişim geçirmesiyle oluşmuş hücrelerdir.

Elektrosit hücreleri uyarılmamış durumdayken, hücre içinde potasyum iyonu miktarı, hücre dışında ise sodyum iyonu miktarı yüksektir. Elektrosit hücrelerin zarı potasyum iyonlarını geçirebilirken sodyum iyonlarının geçişine izin vermez. Derişim farkından dolayı potasyum iyonları hücre içinden dışına taşınır.



Derişim ve elektriksel potansiyel farkının birbirini dengelediği durumda hücrenin içi elektriksel olarak eksi yüklüken dışı artı yüklüdür. Beyinden gelen sinyaller elektrosit hücreleri uyardığında, hücre zarının bir tarafındaki iyon kanallarının açılmasını sağlar ve sodyum iyonları bu kanallardan hücreye girebilir. Hücre içinde elektriksel yük değişimine neden olan bu

durum bir potansiyel farkının ortaya çıkmasına ve elektrik akımının oluşmasına neden olur. Beyinden gelen sinyal aracılığıyla uyarılan elektrosit hücrede oluşan elektrik akımı, komşu elektrosit hücrenin de uyarılmasını sağlar. El fenerinin içindeki pillerde olduğu gibi, binlerce elektrosit hücrede eş zamanlı olarak gerçekleşen bu olay sonucu 600 V'luk bir elektrik akımı oluşabilir. Elektrik

akımı yaklaşık 1-2 milisaniye süreyle ortaya çıkar. Elektrikli yılan balığının büyüklüğü yetişkin bir insanın kolu kadardır. Elektrikli yılan balığının ürettiği elektrik akımının kendine zarar vermemesinin nedeninin oluşan akımın 1-2 milisaniye gibi kısa bir süre etki etmesi ve hayati organların (örneğin kalp) etrafındaki yağ tabakasının yalıtkan görevi görmesi olduğu düşünülüyor.

karşı duyarlılığı farklı olan pigmentler içerir. Mavi koni hücrelerinin en yüksek hassasiyet gösterdiği ışığın dalga boyu yaklaşık 430 nanometreyken, yeşil koni hücrelerinin 530 nanometre, kırmızı koni hücrelerinin ise yaklaşık 560 nanometredir. Farklı dalga boylarındaki ışık koni hücrelerini farklı derecelerde uyarır. Örneğin dalga boyu 580 nanometre olan ışık göze ulaştığında hem kırmızı

hem de yeşil koni hücreleri uyarılır. Bazı dalga boylarında üç koni hücresi de uyarılabilir. Beyin bu hücrelerden gelen sinyalleri birleştirerek farklı dalga boylarındaki ışınların farklı şekilde algılanmasını sağlar.

Farklı renklerdeki ışıkların üst üste getirilmesiyle oluşan katmanlı renk karışımlarında kırmızı, mavi ve yeşil ışıklardan iki tanesi üst üste geldiğinde ara renkler oluşur.

Ara renklerin tonları kırmızı, mavi ve yeşil ışığın miktarları kontrol edilerek ayarlanabilir. Görünür bölge dalga boyundaki ışınların tamamı bir araya geldiğinde ise beyaz olarak algılanır.

Boylar içlerindeki, farklı dalga boylarındaki ışınları soğuran pigmentler nedeniyle farklı renklerdedir. Boylardaki standart ana renkler sarı, kırmızı-mor ve mavi-yeşildir. Sarı pigmentler

mavi ışığı, kırmızı-mor pigmentler yeşil ışığı, mavi-yeşil pigmentler kırmızı ışığı soğurur. Bu nedenle ana renklerdeki boyları karıştırdığımızda bütün renkler soğurulduğu için karışım siyah görünür.





### Yaşlılar Neden Daha Az Uyur?

Tuba Sarıgül

Fiziksel değişimlerin yanı sıra yaşlandıkça uyku düzenimiz de değişiklikler ortaya çıkar. İnsanlar yaşlandıkça uykuya dalma süreleri artar ve uyku süresince sık sık uyanırlar. Bilim insanları yaşlandıkça

daha az uykuya ihtiyaç duyulduğu düşüncesinin yanlış olduğunu, yetişkinlik dönemi boyunca uyku ihtiyacımızın değişmediğini söylüyor. Ancak araştırmalar yaşlıların gençlere göre günde ortalama 1,5 saat daha az uyuduğunu gösteriyor.

Uykunun, uyku ile uyanıklık arasında bulunulan, derin uykuya geçilen ve rüya görülen farklı aşamaları vardır. Yaşlıların çoğu derin uykuya geçme konusunda sorunlar yaşar. Bu nedenle geceleri daha az uyusalar da gün içinde uykuya ihtiyaç duyar ve dikkat problemleri yaşarlar. Ancak uyku düzeninde yaşa bağlı olarak ortaya çıkan değişikliklerin çevresel etkenlerden mi, günlük ritimdeki değişimlerden mi ya da vücuttaki iç mekanizmalardan mı kaynaklandığı henüz tam olarak anlaşılabilmiş değil.

Yaşlılar, gençlere göre akşamın erken saatlerinde uyumaya eğilimliyen

sabahları da erken saatlerde uyanır. Biyolojik saatte ortaya çıkan bu değişimin nedeninin genellikle günlük ritimdeki bozukluklar olduğu düşünülüyor. Melatonin hormonu günlük ritmin düzenlenmesinde önemli bir etkidir. Melatonin hormonunun miktarı yaş artışına bağlı olarak azalır. Bazı bilim insanları yaşlılardaki uyku bozukluklarının sebebi olarak görülen günlük ritimdeki değişikliklerin, melatonin hormonunun miktarıyla ilişkili olduğunu düşünüyor. Bazı bilim insanları ise 1-3 yaş arasında en yüksek seviyeye ulaşan melatonin miktarı çocukluk dönemi boyunca hızlı bir şekilde azaldığı ve yetişkinlik dönemi boyunca yaklaşık olarak sabit kaldığı için bu görüşe karşı çıkıyor.

Nefes problemlerinin ve kronik hastalıkların da yaşlılardaki uyku bozukluklarının nedenlerinden olduğu düşünülüyor.

### Kuantum Dolanıklık Nedir?

Mahir E. Ocak

Klasik mekanikte, bir sistemin özellikleri içerdiği parçacıkların konumları ve hızları ile tanımlanır. Konum ve hız, zaman içinde değişen dinamik değişkenlerdir. Kuantum mekaniğinde ise durum tamamen farklıdır. Konum ve hız herhangi bir anlam ifade etmez. Parçacıkların belirli bir konumları ya da hızları yoktur. Kuantum mekaniğinde sistemin durumu, dalga fonksiyonu olarak adlandırılan fonksiyonlar kullanılarak tanımlanır. Bu fonksiyon belirli bir anda sistemin belirli durumlarda bulunma ihtimalleri hakkında bilgi verir.

Kuantum mekaniğine göre bir sistemin dalga fonksiyonu,

o sistemi tanımlayan Schrödinger denkleminin herhangi bir çözümü olabilir. Ölçümler sonucunda elde edilebilecek sonuçların her biri Schrödinger denkleminin öz durumlarıdır ve denklemin birbirinden bağımsız çok sayıda öz durumunu vardır. Bir sistemin belirli bir andaki dalga fonksiyonu, sistemin ölçümler sonucunda bulunabileceği öz durumların herhangi bir lineer kombinasyonu olabilir. Çok sayıda özdeş sistem üzerinde aynı ölçüm yapıldığı zaman sonuçlar dalga fonksiyonu tarafından tahmin edilen olasılıklara uygun çıkar.

Kuantum dolanıklık, birden fazla parçacık içeren sistemlerde görülür. Örneğin iki elektrondan oluşan bir sistemi ve sadece bu elektronların bulunabileceği spin durumlarını ele

alalım. Bir elektronun spini iki öz durum ile ifade edilebilir. Bu durumları  $|\uparrow\rangle$  ve  $|\downarrow\rangle$  ile göstereyim. Bir elektronun spin durumu bu iki durumun herhangi bir lineer kombinasyonu olabilir. Örneğin sonsuz sayıdaki muhtemel durumdan bazıları şunlardır:  $(|\uparrow\rangle + |\downarrow\rangle)/\sqrt{2}$ ,  $(|\uparrow\rangle - |\downarrow\rangle)/\sqrt{2}$ ,  $(0.6*|\uparrow\rangle + 0.8*|\downarrow\rangle)$ .

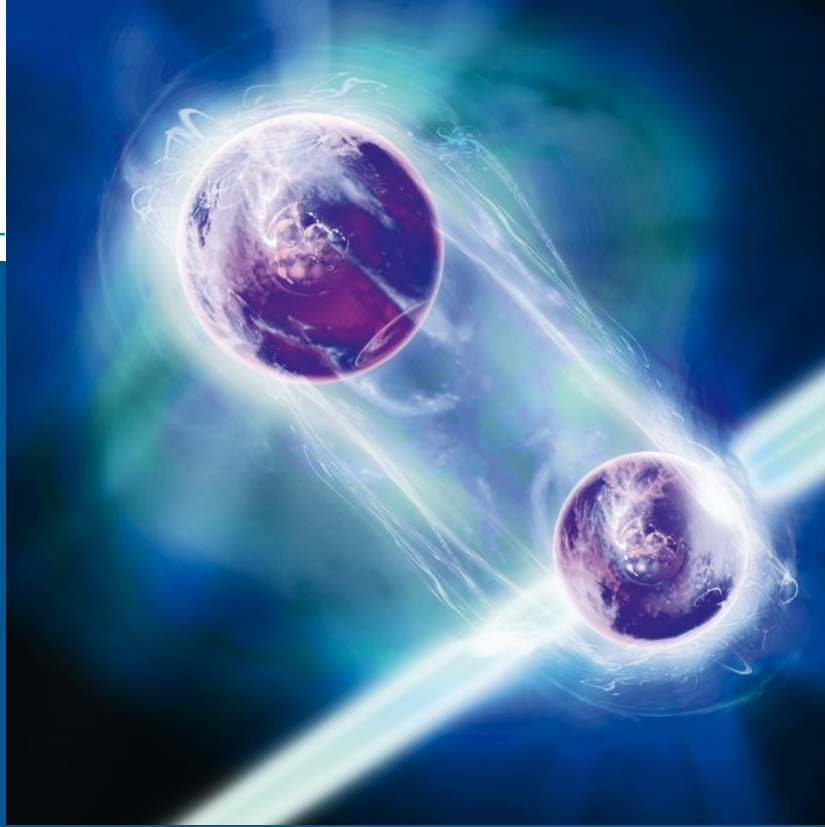
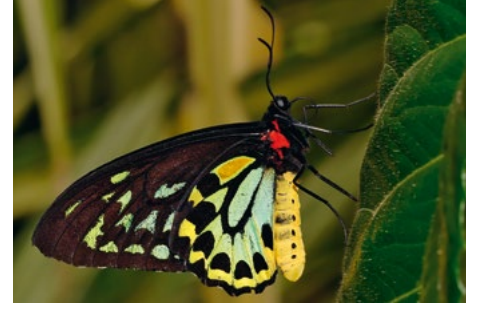
İki elektronun spin öz durumları da farklı elektronların spin öz durumları kullanılarak yazılabilir. Bir elektronun spininin iki öz durumu olduğu için iki elektronun spinlerinin farklı dört öz durumu olabilir:  $|\uparrow\rangle|\uparrow\rangle$ ,  $|\uparrow\rangle|\downarrow\rangle$ ,  $|\downarrow\rangle|\uparrow\rangle$ ,  $|\downarrow\rangle|\downarrow\rangle$ . Bu gösterimde ilk simge birinci elektrona, ikinci simge ise ikinci elektrona karşılık gelir. Örneğin  $|\uparrow\rangle|\downarrow\rangle$  durumundaki bir sistemde, birinci elektron

## Dünyanın En Büyük Kelebeği Hangisidir?

İbrahim Özyay Semerci

**K**rالیçe Aleksandra'nın Kuşkanadı isimli kelebek 31 cm'yi bulan kanat genişliği ile dünyanın en büyük kelebeğidir. Nesli tükenme tehlikesi altında olan bu kelebek türü Papua Yeni Gine'de ve Endonezya'da görülür. 1906 yılında İngiliz koleksiyoner Albert Stewart Meek tarafından keşfedilen bu kelebeğe 1907 yılında zoolog ve siyasetçi Walter Rothschild,

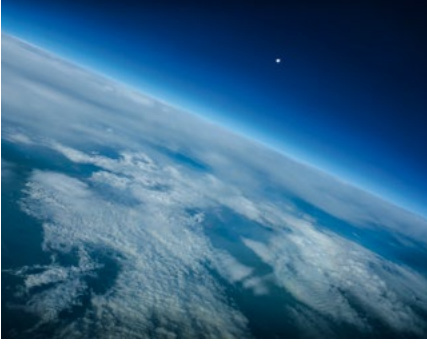
İngiltere kralı VII. Edward'ın Danimarkalı eşi Aleksandra'ya ithafen Kraliçe Aleksandra'nın Kuşkanadı ismini vermiştir. Ömrü yaklaşık 3 ay olan bu kelebek türünün erkeğinin kanat genişliği dışından daha kısadır (yaklaşık 20 cm). Zehirli bir kelebek olan Kraliçe Aleksandra'nın Kuşkanadı'nı yiyen hayvanlar rahatsızlanıp kusar ancak genellikle ölmezler.



$|\uparrow\rangle$  durumunda ikinci elektron ise  $|\downarrow\rangle$  durumundadır.  $|\downarrow\rangle|\uparrow\rangle$  durumundaki bir sistemde ise birinci elektron  $|\downarrow\rangle$  durumunda ikinci elektron ise  $|\uparrow\rangle$  durumundadır. Tek parçacıklı sistemlerde olduğu gibi, sistemin herhangi bir

andaki durumu bu dört öz durumun herhangi bir lineer kombinasyonu olabilir. Bu lineer kombinasyonların bazıları dolanık durumlar olarak adlandırılır. Örneğin  $(|\uparrow\rangle|\downarrow\rangle - |\downarrow\rangle|\uparrow\rangle)/\sqrt{2}$  dolanık bir durumdur.

Bu durumdaki bir sistemdeki elektronların spin durumları birbirinden bağımsız değildir. Ne birinci elektron  $|\uparrow\rangle$ , ikinci elektron  $|\downarrow\rangle$  durumunda ne de birinci elektron  $|\downarrow\rangle$ , ikinci elektron  $|\uparrow\rangle$  durumundadır. Parçacıkların spin durumu dolanık olduğu için biri üzerinde yapılan ölçüm diğerini de etkiler. Örneğin ölçüm sonucunda birinci parçacığın  $|\uparrow\rangle$  durumunda olduğu bulunursa ikinci parçacığın durumu  $|\downarrow\rangle$  durumuna "çöker". Aynı şey dolanık olmayan durumlar için doğru değildir. Örneğin  $(|\uparrow\rangle|\uparrow\rangle - |\downarrow\rangle|\downarrow\rangle)/\sqrt{2}$  durumu dolanık değildir. İkinci parçacık, birinci parçacığın durumundan bağımsız olarak  $|\uparrow\rangle$  durumundadır. Dolayısıyla birinci parçacık üzerinde yapılan bir ölçüm ikinci parçacığın durumunu etkilemez.



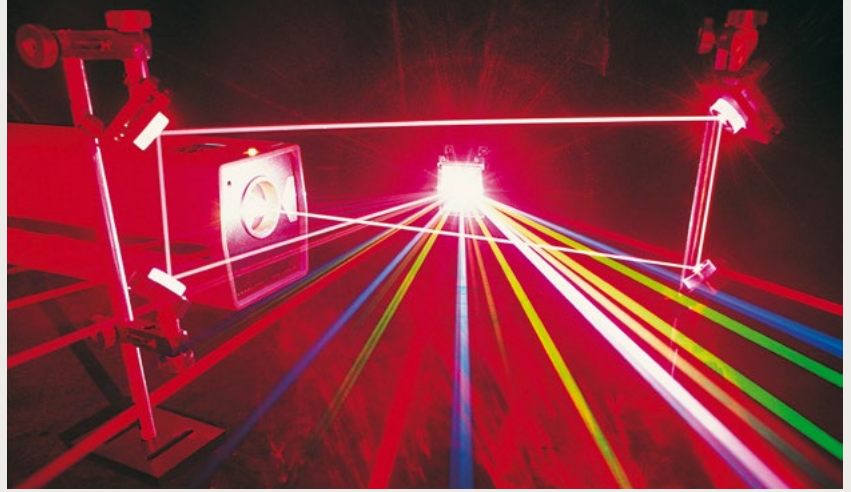
### Atmosferin Toplam Kütlesi Ne Kadardır?

Tuba Sarıgül

Atmosferle uzay arasındaki sınır tam olarak belirgin olmamasına rağmen atmosferin kalınlığı yaklaşık 100 kilometre olarak kabul ediliyor. Atmosfer, Dünya'nın kütleçekim etkisi ve güneş ışığı ile atmosferi oluşturan maddeler arasındaki fotokimyasal etkileşimler nedeniyle katmanlı bir yapıdadır. Örneğin Dünya'nın kütleçekim etkisi nedeniyle havadaki moleküllerin oranı düşük irtifalarda daha yüksektir. Atmosferin yoğunluğu her yerinde aynı değildir ve irtifa arttıkça yoğunluğu azalır. Atmosferin ağırlığının yarısını 5,6 kilometre irtifanın altındaki bölgeler oluştururken, %90'ı 16 kilometrenin, %99,99997'si 100 kilometrenin altında bulunan bölgelerden kaynaklanır.

Atmosfer basıncı birim alana etki eden havanın ağırlığıdır. Atmosferin yüzeydeki ortalama basıncı 98.550 pascal'dır. Yani 1 metrekare alana 98.550 Newton kuvvet etki eder. Bu değer Dünya'nın yüzey alanıyla çarpıldığında atmosferin toplam ağırlığı bulunabilir.

Atmosferin toplam kütlesi yaklaşık 5,1 katrilyon tondur ( $5,1 \times 10^{18}$  kilogram). Yıl içinde atmosferdeki miktarı değişen su buharı, atmosferin kütlesinde yaklaşık 0,01 katrilyon ton değişikliğe yol açar.



### Lazerler Nasıl Çalışır?

Mahir E. Ocak

Lazerlerin çalışma ilkesi uyarılmış emisyonla dayanır. Bu ilkeyi anlamak için atomlardaki elektronların farklı enerji seviyeleri arasındaki geçişlerine göz atabiliriz.

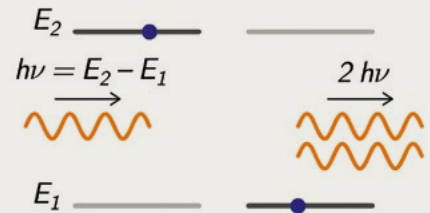
Elektronların atomlarda bulunabileceği belirli enerji seviyeleri vardır. Bu seviyelerin enerjileri herhangi bir değer alamaz. Elektronlar bir enerji seviyesinden başka birine geçebilir. Örneğin bir elektron dışarıdan enerji olarak düşük enerjili bir seviyeden yüksek enerjili bir seviyeye geçebilir ya da enerji yayarak yüksek enerjili seviyeden düşük enerjili bir seviyeye geçebilir.

Elektronlar atomlardaki enerji seviyelerini en düşük enerjili seviyelerden başlayarak doldurur. Ancak yeterli miktarda enerji olduğu zaman elektronlar uyarılarak yüksek enerjili seviyelere geçer ve daha düşük enerjili seviyelerde boşluklar oluşur. Atomlar genellikle düşük enerjiye sahip olma eğiliminde olduğu için uyarılmış elektronlar bir süre sonra kendiliğinden enerji yayarak daha düşük enerjili seviyelere geri döner. Bu sırada yayılan

fotonların (ışığın içerdiği en küçük enerji paketleri) dağılımı düzensizdir. Herhangi bir yönde ya da polarizasyonda olabilirler.

Uyarılmış emisyon, harici bir elektromanyetik alan varsa görülür. Elektronlar, bir fotonun uyarılmasıyla yüksek enerjili bir seviyeden düşük enerjili bir seviyeye geçer. Bu sırada yayılan foton ile uyarılan elektronun fazları, hareket yönleri ve polarizasyonları aynı olur. Uyarılmış emisyon sonucunda oluşan fotonlar daha sonra başka atomların da uyarılmış emisyon yapmasına sebep olur. Art arda çok sayıda uyarılmış emisyon sonucunda fazları, hareket yönleri ve polarizasyonları aynı olan çok sayıda foton oluşur. Bu durum büyük bir enerjinin belirli bir noktaya kolayca odaklanabilmesini sağlar.

Lazerler modern pek çok teknolojide kullanılır. Örneğin optik okuyucularda, barkod tarayıcılarda, yazıcılarda, fiber optik iletişimde lazerlerden yararlanılır.



[http://th.physik.uni-frankfurt.de/~scherer/Blogging/LaserMaser/induced\\_emission.png](http://th.physik.uni-frankfurt.de/~scherer/Blogging/LaserMaser/induced_emission.png)

## Paralaks Nedir?

Mahir E. Ocak

**P**aralaks, uzaydaki gök cisimlerinin Dünya'dan uzaklıklarını belirlemek için kullanılan matematiksel bir yöntemdir. Üçgenlerin düzlem geometride (Öklidyen geometride) bilinen bazı özelliklerinden yararlanır. Eğer bir üçgenin, bir kenarının uzunluğu ve herhangi iki açısı biliniyorsa, diğer kenarlarının uzunlukları da hesaplanabilir. Bu yöntem ile gök cisimlerinin uzaklıklarını hesaplamak için aralarındaki mesafe bilinen iki nokta belirlenir ve bu noktalardan uzaklığı hesaplanmaya çalışılan gök cisminin görülme açısı ölçülür. Daha sonra bu veriler kullanılarak mesafe hesaplanır. Örneğin paralaks yöntemi ile Ay'ın Dünya'ya olan uzaklığını hesaplamak için iki farklı şehirdeki teleskoplar kullanılabilir. Şehirlerin arasındaki mesafe biliniyorsa,

Ay'ın bu şehirlerden görülme açılarını ölçmek mesafeyi hesaplamak için yeterlidir.

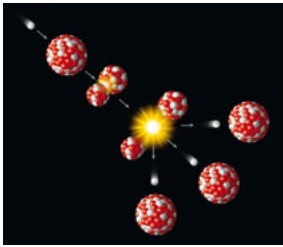
Bu yöntem ile anlamlı bir sonuç elde edilebilmesi için ölçülen açılar arasında bir fark olması gerekir. Gerçi fark her zaman vardır ancak gök cisimi çok uzaksa ölçüm aletleri ile belirlenemeyecek kadar küçük olabilir. Ölçülen açılar arasındaki farkın mümkün olduğu kadar büyük olması için ölçüm yapılan noktalar da birbirinden mümkün olduğu kadar uzak olmalıdır. Bazı durumlarda -örneğin Ay'ın Dünya'ya olan mesafesini ölçmek için- yer yüzeyinde birbirine zıt konumda bulunan iki şehirdeki teleskopları kullanarak eş zamanlı iki ölçüm yapmak yeterli olabilir. Ancak daha uzak gök cisimleri için böyle ölçümler yapmak yeterli değildir. Bu durumda ölçümleri eş zamanlı yapmak yerine, Dünya'nın hareketinden yararlanarak ölçüm yapılan noktalar arasındaki mesafe

artırılabilir. Örneğin açı ölçümleri Dünya, Güneş'in etrafındaki yörüngesinin iki zıt kutbundayken yapılabilir. Böylece ölçülen açılar arasında daha anlamlı bir fark olur ve hem yapılan uzaklık hesabının kesinliği artar hem de yöntem görece daha uzak gök cisimleri için de kullanılabilir. Fakat bazı gök cisimleri o kadar uzaktır ki açı ölçümleri nasıl yapılırsa yapılısın uzaklığı hesaplamakta kullanılabilecek anlamlı veriler elde etmek olanaksız olabilir. Böyle durumlarda gök cisimlerinin Dünya'dan olan uzaklıklarını ölçmek için başka yöntemler -örneğin Doppler kaymasını ölçmek- kullanılır.



## Uranyum-235 İzotopu Nükleer Fiyon Reaktörlerinde Yakıt Olarak Kullanılırken Uranyumun Doğada Bulunan Diğer İzotopları Neden Kullanılamaz?

Tuba Sarıgül



**U**ranyumun doğal olarak bulunan üç izotopu var (laboratuvarında yapılanlarla birlikte toplam 19 izotopu bulunuyor). Doğada bulunanlar uranyum-234, uranyum-235 ve uranyum-238. Aslında uranyumun bu üç izotopu da radyoaktiftir.

Uranyum-238'in yarılanma ömrü yaklaşık 4,5 milyar yılken, uranyum-235'inki yaklaşık 700 milyon yıldır.

Nükleer reaktörlerde bir nötron ağır bir çekirdeğe, örneğin uranyum-235'e çarptığında çekirdek tarafından yakalanır ve zincirleme fiyion tepkimelerinin başlamasını sağlar. Uranyum-235'te zincirleme tepkimelerin başlamasını sağlayan nötron düşük enerjilidir (saniyede bir kaç km hızla hareket eder). Uranyum-238'de ise zincirleme tepkimelerin başlaması için nötronun yüksek enerjili olması gerekir.

Çekirdek proton ve nötronlardan oluşur. Ancak çekirdeğin kütlesi daima protonların ve nötronların toplam kütesinden daha düşüktür. Aradaki bu kütle farkı çekirdeği bir arada tutan çekirdek bağlanma enerjisinin bir ölçüsüdür. Dolayısıyla bir çekirdeğin bölünebilmesi için çekirdek bağlanma

enerjisi kadar enerjiye ihtiyaç vardır. Bağlanma enerjisi, kütle numarası yani toplam proton ve nötron sayısı arttıkça belli bir atom numarasına kadar artar. Kütle numarası 60'ya yakın olan çekirdeklere, örneğin demir atomunda bağlanma enerjisi en yüksektir. Bundan sonra ise kütle numarası arttıkça bağlanma enerjisi azalır. Çekirdekteki proton ve nötron sayıları da çekirdeğin kararlılığını etkiler. Proton ve nötron sayısı çift olan çekirdeklere, çekirdekteki parçacıklar çiftler halinde (protonlar protonlarla, nötronlar nötronlarla) bulunur ve bu durum çekirdeğe kararlılık kazandırır. Proton ve nötron sayısı çift olan birçok çekirdek daha kararlıdır ve bu çekirdeklerin bağlanma enerjileri yüksektir. Uranyum-234 ve uranyum-238'de nötron sayısı ve kütle numarası çiftken, uranyum-235'te nötron sayısı ve kütle numarası tektir. Bu nedenle bağlanma enerjisi uranyum-234'ten ve uranyum-238'den daha küçük olan uranyum-235 daha kolay bölünebilir.