

Donan Yağmur Nedir, Nasıl Oluşur?

Tuba Sarıgül



Donan yağmur çok tehlikeli sonuçları olabilen bir doğa olayıdır. Yerin yüzeyine temas ettiğinde donan yağmur yerin ıslak gibi görünmesine neden olur. Ancak aslında zemin buzla kaplıdır. Bu nedenle trafik kazalarına neden olabilir. Ayrıca oluşturduğu ağırlık nedeniyle enerji nakil hatlarının kopmasına ve ağaçların dallarının kırılmasına yol açabilir.

Yeryüzüne ulaşan yağışın hangi türde olacağı yağışın olduğu bulut katmanı ve yer arasındaki atmosferin sıcaklığına bağlıdır. Yerin yüzeye yakın bölgesinde sıcaklığı suyun donma sıcaklığının altında olan bir hava katmanı ve bu katmanın üzerinde de daha sıcak bir hava tabakası bulunduğu donan yağmur oluşur. Donan yağmur başlangıçta bulutların içinde kar şeklinde oluşur.

Kar kristalleri aşağı doğru düşerken sıcak hava katmanı ile karşılaşınca erir. Yerin yüzeyine yakın bölgede sıcaklığı suyun donma noktasının altında olan bir soğuk hava tabakasının bulunması ise yağmur damlalarının tekrar donmasına sebep olabilir. Ancak bu soğuk hava katmanının çok ince olması durumunda yağmur damlalarının yere düşmeden önce donması için yeterli zaman olmaz. Bu nedenle su damlacıkları yere temas ettiklerinde donar ve zeminin ince bir buz tabakası ile kaplanmasına sebep olur.

Sürüş sırasında fark edilmesi hayli zor olduğundan donan yağmur ağır hasarlı trafik kazalarına sebep olur. Ancak diğer yağış türlerine göre nadir görülen bir hava olayıdır.



Kafeinsiz Kahvelerde Kafein Kahve Çekirdeklerinden Nasıl Uzaklaştırılıyor?

Tuba Sarıgül

Kahve ve çay dünyanın en çok tüketilen içeceklerinden ikisi. Kahvenin sinir sistemi üzerindeki uyarıcı etkilerinin temel sebebi bileşimindeki kafein. Ancak kafein uykusuzluk, kalp ritminde düzensizlik gibi sorunlara neden olabiliyor.

Bir bardak kahve (yaklaşık 250 mililitre) 50-150 mg kafein içerebiliyor.



Bu miktar, kahve çekirdeğinin türüne ve işlenme yöntemine bağlı olarak değişiyor.

Olumsuz etkileri nedeniyle 1900'lü yılların başından beri kahve çekirdeklerinin içindeki kafein farklı yöntemler kullanılarak uzaklaştırılıyor.

Dev Bir Gezegenle Küçük Bir Yıldız Arasındaki Fark Nedir?

Tuba Sarıgül

Gök cisimlerinin çok belirgin farklara göre sınıflandırıldığına düşünebilirsiniz. Ancak bazen kullanılan kavramları sanıldığı kadar kesin çizgilerle ayırmak mümkün olmayabilir. Örneğin Dünya'dan hacimce 1321, kütlece 318 kat büyük olan ve büyük oranda hidrojen ve helyumdan oluşan Jüpiter neden bir yıldız değil de bir gezegen olarak tanımlanıyor?

Yıldızlararası ortamdaki yoğun toz ve gaz bulutu kendi kütleçekim etkisiyle içe doğru çökerken, merkezi yoğunlaşmaya ve ısınmaya başlar.

Ancak bu süreçte kahveye koku ve tat veren diğer kimyasal maddelere dokunmadan sadece kafeinin ayrılması gerekiyor. Örneğin kafein suda çözünüyor. Ancak kahvenin içinde suda çözünemeyen başka maddeler de bulunuyor. Bu nedenle su kafeini uzaklaştırmak için kullanılacak uygun bir çözücü değil.

Başlangıçta kahvenin içindeki kafeini ayırmak amacıyla çoğunlukla insan sağlığı üzerinde olumsuz etkileri olan farklı kimyasal maddeler

Bu yoğun ve sıcak merkez zamanla yıldızı oluşturur. Bir gök cisminin yıldız olarak sınıflandırılabilmesi için çekirdeğinde nükleer füzyon tepkimeleri gerçekleşebilmelidir. Bunun için bir yıldızın kütesinin Jüpiter'in kütesinden en az 80 kat büyük olması (Güneş'in kütesinin en az %8'i) gereklidir. Kütle Jüpiter'in kütesinin 13-80 katı olan gök cisimleri ise kahverengi cüce olarak isimlendirilir ("Kahverengi Cüce Nedir?" sorusunu geçen ay Merak Ettikleriniz köşesinde yanıtlamıştık).

Gezegenlerin oluşma süreçleri ise yıldızlardan farklıdır. Yıldızın oluşumundan sonra toz ve gaz bulutundan arta kalan parçacıklar zamanla genç yıldızın çevresinde disk şeklinde bir yapı oluşturur.

kullanılıyordu. Günümüzde ise bu amaçla çoğunlukla diklorometan ve etil asetat (farklı meyve ve sebzelerde, örneğin muzda, elmada doğal olarak bulunan bir maddedir) tercih ediliyor. Bu çözücüler buharda bekletilmiş kahve çekirdekleriyle karıştırıldığında kafeinin bir kısmı çözülüyor. Ancak kahvenin yapısındaki kafeinin büyük kısmının ayrılabilmesi için işlemin birkaç kez tekrarlanması gerekiyor.

Suyla özütleme yönteminde ise kahve çekirdekleri sıcak suyla karıştırılır.



Gezegenler bu yapının içindeki toz parçacıklarının çarpışarak bir araya gelmesi sonucu oluşur. Ancak kütle bir yıldız göre çok küçük, bir gezegene göre ise çok büyük olan gök cisimlerinin nasıl sınıflandırılacağı bilim insanları arasında tartışma konusu olmaya devam ediyor. Gezegenler çoğunlukla bir yıldızın etrafında hareket eder. Herhangi bir yıldız etrafında dönmeyen gök cisimlerinin yıldızlara benzer bir süreçle oluştuğu düşünülebilir. Ancak bir gezegenin diğer gök cisimleri ile arasındaki

kütleçekim etkileşimi, oluşumunun ilk aşamalarında gezegen sisteminin dışına itilmesine sebep olabilir.

Bir gök cisminin bir yıldız mı yoksa bir gezegene mi benzer bir süreçle oluştuğunu belirlemek için bilim insanları son yıllarda gök cisminin etrafında disk şeklinde bir yapı olup olmadığını inceliyor. Etrafında böyle bir yapı bulunmasının, o gök cisminin yıldızlara benzer bir süreç sonucu oluştuğunu gösteren önemli bir kanıt olduğu düşünülüyor.

Bu süreçte kafein ve suda çözünen diğer maddeler kahve çekirdeklerinden ayrılır. Bu çözelti daha sonra aktif karbonla karıştırılır. Aktif karbon kafein moleküllerini yüzeyde tutarak çözüldükten ayrılmalarını sağlar. Bu çözelti, kahvede bulunan kafein hariç başka suda çözünemeyen maddeler içerdiğinden, diğer kahve çekirdekleriyle karıştırıldığında sadece kafeini çözerek kahve çekirdeklerinden ayrılmasını sağlar.

Karbondioksitle özütleme yönteminde yüksek basınç

altında sıkıştırılarak sıvı hale getirilmiş karbondioksit kahve çekirdekleriyle karıştırılır. Bu karışım ısıtıldığında süperkritik akışkan hale geçen karbondioksit sadece kahvenin içinde bulunan kafein moleküllerini çözer. Bu yöntem sayesinde kahvenin içindeki kafeinin %97-99'u uzaklaştırılabilir.

Ayrıca genetik çalışmalar sayesinde kahve ve çay bitkilerinde kafein sentezini sağlayan biyokimyasal süreçler engellenerek, kafein içermeyen kahve çekirdekleri üretilebileceği düşünülüyor.



Neden Bir Günde 24 Saat Var?

Tuba Sarıgül

Bir gün Dünya'nın kendi etrafındaki dönüşünü tamamlaması için gerekli süre. Bir günün 24 saate bölünmesinin geçmişinin antik Mısır'a dayandığı tahmin ediliyor. Ancak günümüzde onluk sayı sistemi yaygın olarak kullanılmasına rağmen, neden bir günün 24 saate bölündüğü sorusu akla gelebilir.

Mısırlıların zamanı ölçmek için güneş saatlerini kullandığı biliniyor. Mısırlıların ayrıca bir günü daha küçük zaman dilimlerine ayıran ilk medeniyet oldukları tahmin ediliyor. Güneş saatleri düz bir yüzey üzerine yerleştirilen bir çubuğun gölgesinin uzunluğunda ve yönünde gün içinde ortaya çıkan değişimler takip edilerek zamanın ölçülmesine dayanıyordu. Ancak geceleri bu yöntem kullanılmadığından, günün karanlık bölümünde zamanı ölçebilmek için yıldızların gökyüzündeki hareketleri takip ediliyordu.

Mısırlılar gökyüzündeki 36 yıldızı ve yıldız kümesini gözlemleyerek bir yılı on günlük 36 parçaya ayırıyordu. Bu yıldızlardan 18'i gün batımı ile gün doğumu arasındaki zamanı ölçmek için kullanılıyordu. Alacakaranlık zamanlarını belirlemek için üçer yıldız kullanılırken, 12 yıldız gökyüzünün tam olarak karanlık olduğu dönemin daha küçük zaman aralıklarına bölünebilmesini sağlıyordu.

Bu yıldızlardan her birinin ortaya çıkışı bir saati gösteriyordu. Ancak Mısırlılar gündüzü ve geceyi bugünkü gibi 12'şer saatlik bölümlere ayırmışsa da saatlerin uzunluğu birbirine eşit değildi.

Gündüzü ve geceyi daha küçük zaman aralıklarına ayırmak için 12'li sayı sistemini kullanmalarının ise farklı sebepleri olduğu düşünülüyor. Bunlardan biri o dönemde sayı saymak için çoğunlukla parmaklardaki eklemlerin kullanılması (bu yöntemde her bir eldeki baş parmak kullanılarak diğer dört parmakta eklemler sayılıyordu). 12 aynı zamanda bir yıldaki Ay döngülerinin sayısını gösteriyor. 12'li sayı sisteminin tercih edilmesinin sebeplerinden birinin 12'nin tam sayı bölenlerinin sayısının fazla olması olduğu düşünülüyor.

Neden Bazen Gözümüzün Önünde Uçuşan Nesnelere Görürüz?

Tuba Sarıgül

Bazen gözümüzün önünde nokta, benek ya da solucan benzeri uçuşan cisimler görürüz. Yaşlandıkça daha sık karşılaşmaya başlanan bu durum özellikle düz bir zemine, örneğin boş bir duvara bakarken ortaya çıkar. Bu cisimler gözünüzün önünde uçuyormuş gibi görünmelerine rağmen aslında gözün içinde hareket ederler.

Gözün içinde, göz merceği ile retina arasındaki bölgede vitröz sıvısı olarak isimlendirilen bir sıvı bulunur. Şeffaf ve jel kıvamındaki bu sıvı gözün şeklini korumasına yardımcı olur.

Göze gelen ışık vitröz sıvısının içinden geçerek retinaya ulaşır. Göz merceği ışığın retina üzerine odaklanmasını sağlar. Retinadaki ışığa duyarlı hücreler ışığı algılayarak elektrik sinyallerine dönüştürür ve bu sinyaller optik sinirler aracılığıyla beyne iletilir. Işığın retinaya ulaşmadan önce içinden geçtiği vitröz sıvısının içinde doku parçacıkları, kırmızı kan hücreleri ve protein molekülleri bulunabilir. Bu küçük parçacıklar ışığın retinaya ulaşmasını kısmen engeller ve görüş alanı içinde uçuşan nesnelere şeklinde algılanır.

Bazen gözümüzün önünde gördüğümüz, hızla hareket eden ve kısa sürede kaybolan küçük parlak noktaların oluşma sebebi ise daha farklıdır. Bu durum çoğunlukla parlak mavi ışığa, örneğin gökyüzüne bakarken ortaya çıkar.

Retinadaki kılcal damarların içindeki kırmızı kan hücreleri yaklaşık 430 nm dalga boyundaki mavi ışığı soğururken, kırmızı kan hücrelerine göre sayıları daha az olan beyaz kan hücreleri mavi ışığı geçirir. Bu durum göze gelen ışığın, kılcal damarların gerisinde bulunan ışığa duyarlı sinir hücreleri tarafından farklı şekillerde algılanmasına ve retinadaki kılcal damarların içindeki beyaz kan hücrelerinin parlak beyaz noktalar şeklinde görülmesine neden olur.



Rüzgâr Türbinlerinde Neden Genellikle Üç Kanat Bulunuyor?

Tuba Sarıgül

Rüzgâr türbinlerinde kullanılan kanatlar rüzgârın etkisiyle hareket ederek jeneratörün milini döndürürken, milin hareketi sayesinde jeneratör mekanik enerjiyi elektrik enerjisine dönüştürür. Kanatların tasarımı rüzgâr türbinlerinin enerji verimliliğini önemli ölçüde etkiler. Rüzgâr türbinlerinde enerji verimliliğinin yanı sıra dayanıklılık, maliyet ve gürültü seviyesinin düşük olması da hayli önemlidir.

Günümüzde kullanılan rüzgâr türbinlerinin kanatlarının şekli uçaklarınkine hayli benzer. Yani kanadın bir tarafı düzken, diğer tarafı dışa doğru kavislidir. Rüzgârın hareketi sırasında havadaki moleküller kanadın kavisli tarafında -daha uzun mesafe katetmeleri gerektiğinden- daha hızlı hareket eder.

Bu nedenle kanadın kavisli tarafındaki basınç düz taraftakinden daha düşüktür. Bu, basıncın yüksek olduğu taraftan düşük olduğu tarafa doğru bir kuvvetin ortaya çıkmasına neden olur. Bu kuvvet de kanatları döndürür.



Günümüzde kullanılan rüzgâr türbinlerinde çoğunlukla üç kanat bulunur. Geçmişte ise farklı sayılarda kanadı olan rüzgâr türbinleri kullanılmıştı. Kanat sayısının fazla olması ortaya çıkan torkun artmasına neden olur. Ancak kanat sayısının fazla olması durumunda ağırlıktaki ve sürtünmedeki artış nedeniyle kanatların dönüş hızı azalır. Bu da rüzgâr türbinlerinin enerji verimini düşürür. Bu nedenle tek kanatlı rüzgâr türbinlerinin en verimli türbin tasarımı olduğu düşünülebilir.

Ancak tek kanatlı rüzgâr türbinlerinde kanatların dönüş hızının artması nedeniyle denge ve gürültü problemleri ortaya çıkabilir.

Rüzgâr türbinlerindeki kanatların genellikle çift yerine tek sayıda olması tercih edilir. Çift sayıda kanadı olan rüzgâr türbinlerinde dönüş esnasında kanatlardan biri en tepe noktadayken, biri en alt konumda -türbini ayakta tutan kuleyle aynı hizada- bulunur. Bu durumda rüzgâr tepedeki kanada alttaki kanada uyguladığından daha fazla güç uygular. Çünkü kulenin ayağı havanın alttaki kanat etrafındaki hareketini etkiler. Bu durum kanatların dikey konumda ileri-geri hareket etmesine, dolayısıyla türbinde denge ve dayanıklılık problemlerinin ortaya çıkmasına neden olur.

Tek sayıda kanadı olan rüzgâr türbinlerinin mekanik özellikleri ise dönen bir çarkta olduğu gibi dengelidir. Dolayısıyla üç kanatlı rüzgâr türbinleri enerji verimliliği, dayanıklılık ve denge yönünden avantajlıdır.

Günlük Yaşamımızda Maruz Kaldığımız Doğal Radyoaktivite Kaynakları Neler?

Tuba Sarıgül

Her insan günlük yaşamında bazıları doğal yollarla oluşan, bazıları insanlar tarafından üretilen radyoaktif maddelere maruz kalır. Örneğin toprak, su, yediğimiz yiyecekler, yaşadığımız binalarda kullanılan yapı malzemeleri radyoaktif parçacıklar içerebilir.

Doğal radyoaktivite kaynaklarından biri uzaydan gelen yüksek enerjili ışınlar ve parçacıklardır. Bu parçacıklar atmosferin üst katmanlarında bulunan moleküllerle etkileşerek radyoaktif çekirdeklerin (örneğin karbon-14, hidrojen-3 gibi) oluşmasına sebep olur.

Doğal radyasyon kaynaklarından biri de yer kabuğunda bulunan kayaçlardır. Yeryüzünde doğal olarak bulunan uzun ömürlü radyoaktif elementler uranyum-238, toryum-232, potasyum-40 ve bu elementlerin bozunma ürünleri olan radyum-226 ve radon-222'dir. Renksiz ve kokusuz bir gaz olan radon yer kabuğunda bulunan çatlaklar ve boşluklar boyunca yayılarak yeryüzüne ulaşabilir. Radon normal koşullarda gaz halinde bulunduğu için soluduğumuz hava yoluyla vücudumuza girebilir.

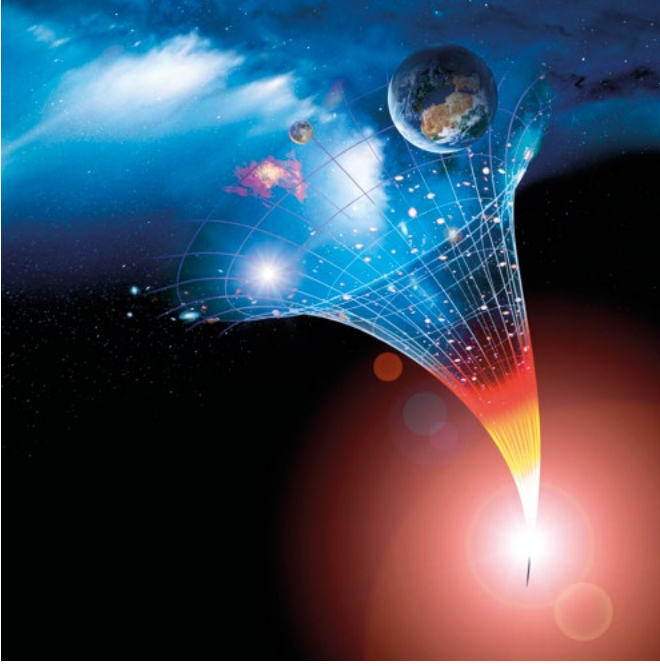
Yer kabuğunda bulunan radyoaktif elementler nedeniyle toprakta yetişen bitkiler de düşük miktarda radyasyon içerebilir. Örneğin muz, havuç, patates, kırmızı et gibi yiyeceklerin içindeki potasyum-40 oranı diğer yiyeceklerle göre daha yüksektir.

Yaşadığımız binaların yapımında kullanılan malzemeler, örneğin granit, kumtaşı, kireçtaşı ve alçıtaşı radyum, toryum, uranyum ve potasyum gibi radyoaktif izotoplar içerebilir.

Doğal kaynaklı radyoaktif maddeler nedeniyle maruz kalınan radyasyon miktarı yıllık ortalama 3,1 milisieverttir.

Günlük hayatımızda insan kaynaklı etkiler -tıbbi görüntüleme yöntemleri, bazı endüstriyel süreçler (örneğin kömür santralleri, petrol rafinerileri), duman algılayıcılar gibi- nedeniyle de radyasyona maruz kalıyoruz. Bu süreçler nedeniyle maruz kalınan radyasyon miktarı ise doğal kaynaklı olana benzer şekilde ortalama 3,1 milisieverttir.





Evren Sınırsızsa Nasıl Genişliyor?

Mahir E. Ocak

Yirminci yüzyıldan önce evrenin statik olduğu düşüncesi hâkimdi. Ancak 1920’lerde Edwin Hubble tarafından yapılan gözlemler, evrenin genişlemekte olduğunu gösterdi.

Evrenin genişlemesinin ne anlama geldiği kısaca şu şekilde özetlenebilir. Aralarında çok büyük mesafeler olan iki cisim olsun. Zaman içerisinde evrenin genişlemesi sonucunda cisimler arasındaki mesafe artacak ancak cisimlerin boyutları değişmeyecektir. Bu durumu daha iyi anlamak için Brian Greene’in *Evrenin Dokusu* isimli kitabında yer alan sağ sayfadaki betimlemeyi ele alalım. İki boyutlu bir uzay için çizilen bu grafiklerdeki içi dolu diskler makroskobik gök cisimlerini -örneğin gökadaları- kesikli çizgilerse iki nokta arasındaki mesafeyi ölçmek için kullanılacak ölçek çizgilerini gösteriyor. Başlangıçta (soldaki grafik) gökadalardaki mesafe daha kısa, ancak zaman ilerledikçe (sağdaki grafik) gökadalardaki mesafe artıyor. Ancak çizimde gösterildiği gibi evrenin genişlemesi gökadalardan boyutlarını (uzayda kapladıkları alanı) değiştirmiyor. Bu durumun nedeni gökadalara oluşturan gök cisimlerini bir arada tutan kuvvetlerdir.

Evrenin genişlemesiyle ilgili diğer bir önemli nokta bu genişlemenin herhangi bir merkezi olmamasıdır. Samanyolu’ndan baktığımız zaman her yöndeki uzak gök cisimlerinin zamanla daha çok uzaklaştığını görüyoruz. Ancak bu uzaklaşma belirli bir merkezden dışı doğru değildir. Örneğin Andromeda Gökadası’ndan baksaydık yine her yöndeki uzak gök cisimlerinin zamanla daha çok uzaklaştığını görürdük. Genişlemeyi açıklamak için verilen yukarıdaki çizimde de bu durum görülebilir. Betimlenen uzayın hangi noktasında olursanız olun tüm gökadalardan zamanla uzaklaşmaktadır, uzayın bir merkezi yoktur.

Evrenin genişlemesi akıllara şu soruyu getirir: Evren neyin içine genişliyor? Örneğin evren küre biçimli bir hacmi kaplıyorsa, bu hacmin dışında ne vardır? Bu ve benzeri soruları tartışmadan önce uzayın eğriliği konusunun ele alınması gerekir. Çünkü genel görelilik kuramı kütlelerin uzayı büktüğünü söyler. Dolayısıyla genişleyen uzayın büyük ölçekteki yapısı da evrendeki madde dağılımı tarafından belirlenir.

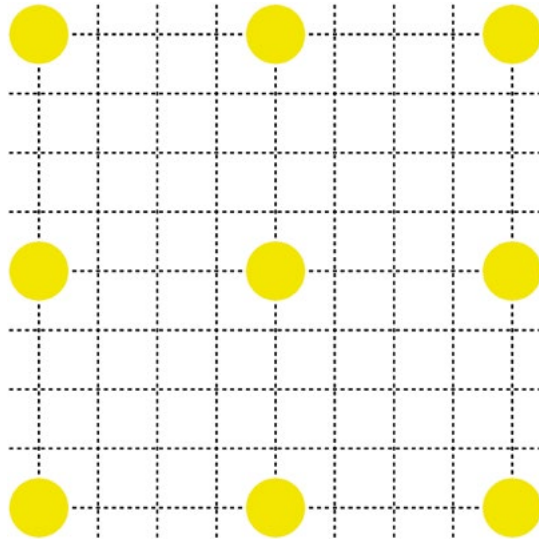
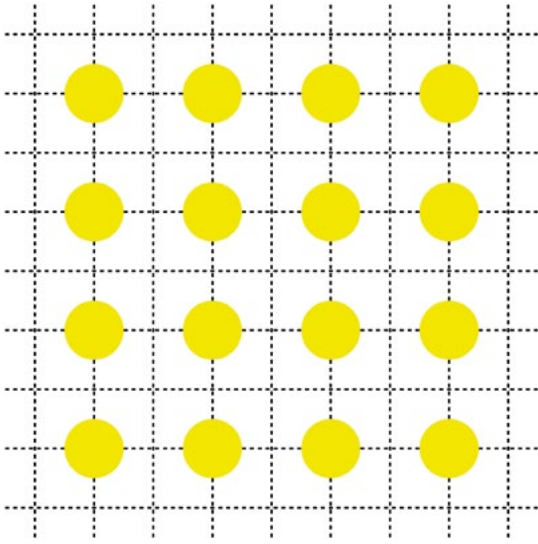
Evrenin büyük ölçekteki yapısını doğru olarak betimleyecek bir modelin gözlemlerle uyum içinde olması gerekir. Dolayısıyla öncelikle genişleyen evrenle ilgili önemli bir bilgiyi not edelim: Her ne kadar küçük ölçekteki madde dağılımı düzensiz olsa da büyük ölçekteki madde dağılımı homojendir. Yakın çevremize baktığımızda maddenin belirli bölgelerde yoğunlaşarak yıldızları, gezegenleri, gökadalara oluşturduğunu ve bu bölgeler arasındaki madde yoğunluğununsa çok daha düşük olduğunu görürüz. Ancak evren daha büyük ölçekte gözlemlendiğinde yıldızların, gezegenlerin ve gökadalardan uzaya homojen bir biçimde dağıldığı görülür. Bu durum uzayın büyük ölçekteki eğriliğinin belirli bir anda konumdan bağımsız olduğu anlamına gelir. Evrenin büyük ölçekteki yapısının nitel özelliklerini belirleyecek olursa eğriliğin pozitif mi, negatif mi yoksa sıfır mı olduğudur?

Öncelikle eğriliğin pozitif olduğu durumu ele alalım. İçinde bulunduğumuz üç boyutlu uzayın pozitif eğriliğe sahip olması durumunu betimlemek zordur. Ancak eğer iki boyutlu uzayda yaşıyor olsaydık, uzayın şekli küreye benzerdi (*bkz.* alttaki şekil).



Bu uzay sonlu olmasına rağmen sınırsızdır. Kürenin üzerindeki herhangi bir noktada olursanız olun herhangi bir yönde hareket edebilirsiniz. Dolayısıyla uzay sınırsızdır. Ancak buna rağmen uzayın sonlu bir alanı vardır.

Bu uzayın bir diğer önemli özelliği belirli bir merkezi olmamasıdır. Kürenin üzerindeki herhangi bir noktayı merkez olarak seçebilirsiniz, merkez ile merkeze en uzak nokta arasındaki mesafe değişmeyecektir. Kürenin yüzeyine benzeyen iki boyutlu bir uzay zamanla genişlerse, kürenin alanı (uzayın büyüklüğü) artacak ancak üzerindeki cisimlerin boyutları değişmeyecektir.



Örneğin kürenin birbirine zıt iki kutbu üzerinde iki cisim varsa kürenin alanı dört katına çıktığı zaman cisimler arasındaki mesafe iki katına çıkacaktır. Genişlemeyi kürenin üzerindeki hangi noktadan gözlemlerseniz gözlemleyin, her yöndeki uzak cisimlerin giderek daha da uzaklaştığını gözlemlersiniz. Bu durum evrenin istisnasız her yönde genişlediğini gösteren gözlemlerle uyumludur.

Zaman içinde genişleyen iki boyutlu küreye dışarıdan bakan bir gözlemci, bu durumu kürenin zamanla yarıçapının artarak giderek daha büyük hacimleri kapsamaları olarak yorumlayabilir. Ancak bu bakış açısı yanıltıcıdır. Çünkü iki boyutlu kürenin üzerinde yaşayan canlılar için kürenin içi ya da dışı diye bir şey yoktur. Küre, uzayın tamamıdır. Dolayısıyla bu uzayın herhangi bir şeyin içinde genişlediği söylenemez. Uzayın eğriliğinin negatif olduğu durumu betimlemek pozitif olduğu duruma göre çok daha zordur. Böyle bir uzay, küre örneğinde olduğu gibi, daha büyük boyutlu bir uzayın içinde kapalı bir yüzey oluşturamaz. Eğriliğin sıfır olmasıysa uzayın düz olması anlamına gelir.

Peki evrenin büyük ölçekteki eğriliği pozitif midir, negatif midir yoksa sıfır mıdır? Bu sorunun cevabı evrenin ortalama enerji yoğunluğunu ölçerek bulunabilir. Eğer evrenin ortalama enerji yoğunluğu, kritik enerji yoğunluğu olarak adlandırılan bir değerin üzerindeyse eğrilik pozitifdir, altındaysa eğrilik negatiftir. Ortalama enerji yoğunluğunun kritik enerji yoğunluğuna eşit olmasıysa evrenin büyük ölçekte düz olduğu anlamına gelir. Bugüne kadar yapılan ölçümler, evrenin enerji yoğunluğunun kritik yoğunluğa -deneysel hata oranları içerisinde- eşit olduğunu, yani evrenin düz olduğunu gösteriyor.

Sınırsız ve düz bir uzay deyince gözümüzde canlanan ilk şey, her yönde sonsuza kadar uzanan bir uzaydır. Ancak sonsuz büyüklükteki uzay, düz ve sınırsız uzayların tek örneği değildir. Bir uzayın sınırsız ve düz olmasına rağmen sonlu büyüklükte olması mümkündür. Örneğin konumların iki açıyla (iki periyodik koordinatla) tanımlandığı torus (bkz. aşağıdaki çizim) sonlu büyüklükte, sınırsızdır ve düzdür. Bu uzay esasen pürüzsüz, düz bir masanın yüzeyi gibidir. Ancak koordinatlar periyodik olduğu için uzayın bir sınırı yoktur. Sürekli aynı yönde hareket eden bir gözlemci, masanın bir tarafından çıkarken diğer tarafından geri girer.

