

SAMANYOLU'NDA YAŞAM BÖLGESİ

Bilim kurgu romanlarında, yıldızlararası yolculuk yapan gezginler gökada içinde birçok yere giderler. Gittikleri yerlerde yaşamı destekleyen gezegenler bulurlar, “uzaylılarla” tanışırlar. Ne var ki, araştırmalar bunun fazlaca iyimser bir yaklaşım olduğunu gösteriyor. Belki bilim adamları biraz işin eğlencesini kaçırıyorlar; ancak, gerçekte gökadamızda yaşamı destekleyen yerler son derece sınırlı. Gökbilimciler, “gökada yaşam bölgesi” dedikleri bu bölgenin sınırlarını belli ölçülerde çizebiliyorlar.

Bilim ve teknolojinin gelişmesine bağlı olarak, Güneş Sistemi'ndeki gezegenlerin bir bölümünü Dünya'dan bile daha iyi tanıyoruz. Bir zamanlar, bu gezegenlerin bizimki gibi yaşam dolu yerler olduğunu hayal ederken, sadece birkaç onyılda bunların bir bakteriyeye bile ev sahipliği yapacak kadar konuksever olmadıklarını öğrendik. Bir anda, kutuplardaki buzulları eriterek elde ettikleri suyu inşa ettikleri dev kanallarla taşıyan Marslılar tarihi karıştı. Şimdi gökbilimciler çok daha uzaklara bakıyorlar. Samanyolu'nun çok uzak köşelerini bir yaşam izi bulmak için tarıyorlar.

Gökbilimciler, bir yandan uzayı “dinlerken”, bir yandan da yaşanabilecek yerleri bulmak için çalışıyorlar. Güneş Sistemi'ndeki dokuz gezegen

arasında, sadece Dünya'nın yaşamı desteklemesi bir rastlantı değil. Bir gezegenin yaşanabilir olması, yaşamın ortaya çıkıp gelişebilmesi için, en temel gerekliliği olan suyun gezegenin yüzeyinde, milyarlarca yıl süresince bulunabilmesi gerekir. Bu koşul gezegenin, çevresinde dolandığı yıldızla belirli bir uzaklık aralığında bulunmasıyla sağlanabilir. Yani, Güneş'in çevresinde, bir gezegenin yaşamı barındırmasına olanak sağlayacak, halka biçimli bir bölge olduğunu düşünebiliriz. Bu bölgede bulunan bir gezegen, iç sınırda okyanuslarının buharlaşmayacağı kadar serin; dış sınırındaysa, okyanusları tamamen donmayacak kadar sıcak olmalı. Tabii, Venüs örneğinde olduğu gibi, aşırı bir sera etkisinin altında bulunan bir gezegen, bu bölge

içinde olsa da yaşanacak bir yer olmayabilir. Sera etkisi yanında, gezegenin yörüngesinin ne derece elips olduğu, büyük bir uydusunun bulunup bulunmadığı, sistemde dev gezegenlerin var olup olmadığı ve gezegenin biyolojisi, hep buradaki bir gezegende yaşam bulunup bulunmayacağını belirleyen önemli etkenler. Bu bakımlardan, en uygun koşullara sahip olan bir gezegenin bile, ancak yıldızından belli bir uzaklık aralığında yaşamı destekleyebileceği ortaya çıkıyor. İşte, bu aralığa, “yıldız çevresindeki yaşam bölgesi” adı veriliyor. Güneş Sistemi'ndeki yıldız çevresindeki yaşam bölgesi, Venüs'ün yörüngesinden Mars'ın yörüngesinin biraz dışına kadar genişliyor.

İçinde yaşadığımız dev bir gökada olan Samanyolu hakkında bilgimiz art-

tıkça, onun da aslında yaşam için pek konuksever bir yer olmadığını anlıyoruz. 1999 yılında, bir grup gökbilimci, gökadamızda Güneş Sistemi'ndekine benzer bir yaşam bölgesi bulunabileceğini öne sürdü. Daha önce de Samanyolu'nda yaşamın oluşmasına ve gelişmesine olanak tanıyabilecek yerlerin sınırlı olduğuna dair görüşler vardı. Ancak, son yıllarda, bazı Güneş benzeri yıldızların çevresinde dolanan Jüpiter gibi gezegenler keşfedildiğinde, bu görüşler ağırlık kazandı.

Samanyolu yaşam bölgesinin sınırlarını belirleyen iki faktör var. Bunlar, yaşanabilecek bir gezegenin oluşumu için gerekli maddenin bulunabilir olması ve bu bölgenin evrensel tehlikelerden yeterince uzak olması. Güneş Sistemi'nin oluşumu sırasında, kimyasal elementlerin nasıl bir araya gelerek gezegenimizi oluşturduğunun öyküsü biraz varsayımlara dayanıyor olsa da, biliniyor. Buna göre, büyük patlamayla evren ortaya çıktığında bolca hidrojen, az miktarda helyum ve çok az miktarda bir iki başka element bulunuyordu. 13 milyar yıl önce meydana gelen büyük patlamadan sonra ilk oluşan yıldızlarda, bu maddenin bir bölümü nükleer tepkimeler yoluyla işlenerek daha ağır elementlere dönüştü. Yani, evren giderek helyumdan daha ağır elementlerce (gökbilimciler bunlara "metal" diyorlar) zenginleşti. Metal oranı, demirin hidrojene oranı olarak verilir. Güneş'teki demir, hidrojenin atom sayısı bakımından % 0.003'ü, kütlesi bakımından %0.06'sı kadardır.

İşte bu elementler, Dünya gibi gezegenlerin hammaddesini oluşturdu. Bu maddenin miktarı da gezegenlerin büyüklüğü ve sayısı üzerinde önemli role sahip oldu. Gezegenin büyüklüğü aslında yaşam desteği açısından çok önemli. Çünkü, bir gezegenin atmosferi tutup tutamayacağı kütlesine, dolayısıyla da büyüklüğüne bağlı. Çevresinde gezegen olduğu saptanan yıldızlardaki metal oranı en az Güneş'inkinin %40'ı kadar. Bunun yanında, geçen yıl Hubble Uzay Teleskopu kullanılarak yapılan bir çalışmada, 47 Tucanae adlı küresel yıldız kümesinde hiçbir gezegene rastlanmadı. Bu kümede yer alan yıldızların tümü, yaklaşık Güneş'in %25'i kadar metal içeriyor.

Bunun tersine, metal oranının yüksek oluşu da sorun yaratabilir. Bu du-

rumda, karasal gezegenlerin daha büyük kütleli olması, dolayısıyla kütleçekimi kuvvetlerinin de büyük olması beklenir. Yüksek kütleli bir gezegen, daha kalın bir atmosfere sahip olabilir; ancak, kütleçekimi nedeniyle yüzeyinin, bizim gezegenle karşılaştırıldığında oldukça düz bir yapıda olması beklenir. Yükseltelerin çok az olduğu böyle bir gezegende eğer su varsa, yüzeyin tümünü kaplayacaktır. Dünya'da, karaların okyanuslara oranı, atmosferin sıcaklık kontrolü gibi birçok işlev için önem taşıyor. Yüksek metal oranı, aynı zamanda, sistemin oluşum aşamasında gezegen oluşturan diskin yoğunluğunun artmasına, böylece dev gezegenlerin yerlerinin kaymasına yol açabilir. Bu yörünge kayması, Dünya gibi daha küçük gezegenlerin sistemden dışarı ya da yıldızla doğru fırlamasına yol açabilir.

Avustralyalı gökbilimci Charles Lineweaver, yaptığı bir çalışmayla metal zenginliğiyle gezegen oluşumu arasındaki ilişkiyi ortaya koydu. Lineweaver, yaptığı çalışmanın sonucuna dayanarak, karasal bir gezegenin oluşumunun, sistemin yıldızının metal oranına bağlı olduğunu öne sürdü. Ne de olsa, yıldız ve çevresinde dolanan gezegenler aynı bulutsudan oluşuyordu. Güneş Sistemi dışı gezegenler arasında yapılan bir istatistik, dev gezegenlerin göç etme olasılığının artan metal oranıyla birlikte önemli ölçüde yükseldiğini gösterdi. Araştırma sonucu, Güneş'inkine yakın metal oranına sahip



Dünya bu görünümünü, hem gökadamızdaki, hem de Güneş Sistemi'ndeki konumuna borçlu.

bir yıldızın, Dünya benzeri gezegenlere ev sahipliği yapması en yüksek olasılık olarak ortaya çıkıyor. Bunun için üst sınırsa, Güneş'in üç katı oranda metal gibi görünüyor.

Samanyolu'nda, bu gereksinimleri karşılayan bölge oldukça sınırlı. Gökbilimciler, gökadamızı genellikle dört ana bölgeye ayırırlar. Bunlar hâle, merkezi topak, kalın disk ve ince disk'tir. Hâle ve kalın disk, yoğunlukla yaşlı ve metalce fakir yıldızlardan oluşur. Burada, herhangi bir Dünya benzeri gezegenin ortaya çıkmış olması zor. Merkezi topaktaki yıldızlar, metal içeriği bakımından geniş bir yelpazeye sahip; ancak buradaki kozmik ışınım son derece yoğun olduğu için burası tehlikeli.

Geriye, Güneş'e de ev sahipliği yapan ince disk kalıyor. İnce diskin içindeki yıldızların metal oranı, gökada merkezinden uzaklaştıkça azalıyor. Öteki gökadalarda yapılan araştırmalar, onların da Samanyolu'na benzer bir metal oranına ve değişimine sahip olduklarını gösteriyor. Gökada merkezinden uzaklaştıkça, doğal olarak gaz yoğunluğu azalıyor. Bu da, dış bölgelerdeki yıldız oluşum hızının iç bölgelere göre daha yavaş gerçekleşmesine yol açıyor. Dış bölgelerin iç bölgelere göre neden daha düşük metal oranına sahip olduğunun açıklaması bu olabilir.

Tüm gökadayı ele alırsak, yıldız oluşumu günümüzden 10 ila 8 milyar yıl önce en yüksek hızına ulaştı ve o zamandan bu yana giderek yavaşladı. Günümüzde, Güneş'in bulunduğu uzaklıkta (merkezden 28.000 ışık yılı) metal oranı her milyar yılda %8 artıyor. Ancak, gaz yoğunluğu azaldıkça yıldız oluşum hızı da azalıyor ve metal oranının artış hızı giderek düşüyor. Yıldızlara baktığımızda, bunların Güneş'in %60 ila %40'ı kadar metal oranına sahip olanlarının gökada merkezinden 15.000 ila 40.000 ışık yılı uzaklık aralığında bulunduğunu görüyoruz. Bu bölge, Samanyolu'ndaki yıldızların yalnızca %20'sini içeriyor.

Sadece metalliğine bakarak bir yıldızın yaşanabilecek bir gezegene sahip olduğunu söyleyemeyiz. Başka elementlerin varlığı da yaşamın ortaya çıkabilmesi için çok önemli. Dünya'yı oluşturan vazgeçilemez elementlerin çoğu süpernova patlamalarının ürünü.

Güneş benzeri bir yıldızın ölüm kalıntısı olan bir beyaz cücenin patlamasıyla oluşan Tip I süpernovalarda, ağırlıklı olarak demir ve onun yanında nikel ve kobalt açığa çıkar. Çok büyük yıldızların patlamasıyla oluşan Tip II süpernovadaysa, çoğunlukla oksijen, silisyum, magnezyum, kalsiyum ve titanyum gibi elementler ortaya çıkar. Tip II süpernovalar aynı zamanda, uranyum ve toryum gibi çok ağır elementlerin de sorumlusudur.

Yıldız oluşumundaki azalmaya bağlı olarak, gökadamızdaki süpernova patlamalarının da sayısı giderek azalıyor. Tip II süpernovaları oluşturan dev yıldızlar çok kısa süre yaşadıklarından, yıldız oluşum hızı bu süpernovaların oluşumunu çok çabuk etkiliyor. Buna karşılık, tip I süpernovaları oluşturan yıldızlar daha uzun yaşayan yıldızlar olduklarından, yıldız oluşum hızının azalmasına daha geç tepki veriyorlar.

Süpernova oluşum hızındaki değişimlere ve yıldızlararası ortamın giderek daha da zenginleşmesine bağlı olarak, yeni doğmuş Güneş benzeri yıldızların özellikle demir oranlarının daha yüksek olması beklenir. Yani, kısa bir süre önce oluşmuş bir karasal gezegen Dünya'ninkinden daha büyük bir demir çekirdeğe sahip olmalı. Ayrıca, günümüzde oluşan gezegenler, Dünya'nın olduğu 4,5 milyar yıl öncesine göre potasyum, uranyum ve toryum gibi radyoaktif elementlerin yol açtığı ısınmadan %40 daha az etkileniyor olmalı. Bu radyoaktif elementler, açığa çıkardıkları ısı nedeniyle yerkabuğunun tektonik olarak etkinliğinin azalmasını önemli ölçüde yavaşlattı. Bunun, özellikle atmosfere karbondioksit salımını ayarlamada önemli etkilerinin olduğu düşünülüyor. Yerkabuğu hareketleri, karbon döngüsünü ayarlayan önemli etkenlerden biridir. Bunun etkilerini yaklaşık olarak Venüs ve Mars'ta görüyoruz. Bu gezegenler de tektonik olarak pek etkin değiller. Venüs'teki cehennem koşullarının nedenlerinden biri de büyük olasılıkla bu gibi görünüyor. Gezegendeki yüksek karbondioksit, kayalarla bileşik oluşturamadığı için yüksek oranda kalıyor. Günümüzde oluşan gezegenler büyük olasılıkla tektonik bakımdan pek etkin olmayacaklar.

Doğru yerde ve doğru zamanda, her şeyi yerli yerine koyarak yeni bir



Yıldızlardaki metal oranı, onların gezegenlere sahip olup olamayacağının bir göstergesidir. 47 Tucanae adlı bu küresel kümedeki binlerce yıldızın hiçbirinde gezegene rastlanmadı. Buradaki yıldızlar aynı zamanda oluştuklarından metal oranları birbirine çok yakın ve bu oran, bir gezegen oluşturamayacak kadar düşük.

dünya yaratabilseniz bile, bu onun üzerine "yaşanabilir" etiketini koymak için yeterli değil. Bu gezegeni, başına gelebilecek tehlikelerden de korumanız gerekiyor. Bu tehlikelerin başlıcalarını göktaşları (kuyrukluysıldızlar ve asteroidler) ve ısıtım rüzgarları oluşturuyor.

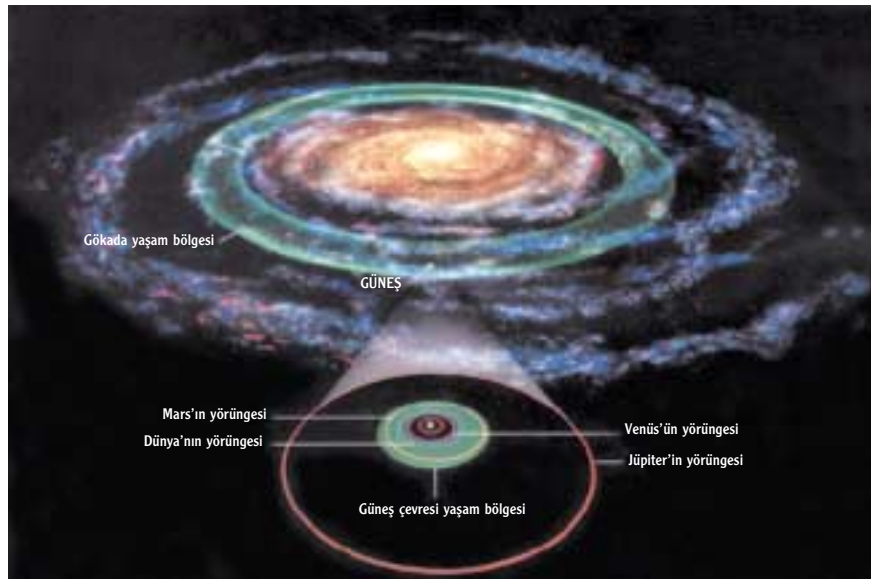
Güneş Sistemi'nde, asteroidler ve kuyrukluysıldızlar belli bölgelerde yoğunlaşıyor. Asteroidler, Mars ile Jüpiter arasındaki yörüngelerde bir kuşak olarak dolanıyorlar. Kuyrukluysıldızlar, Neptün'ün yörüngesinin biraz ötesinde olan Kuiper Kuşağı ve çok daha uzakta (en yakın yıldız yarı yola kadar uzanan), Güneş Sistemi'nin çevresini küre şeklinde saran ve Oort Bulutu olarak adlandırılan bölgelerde yoğunlaşıyorlar. Bu bölgelerde, çok sayı-

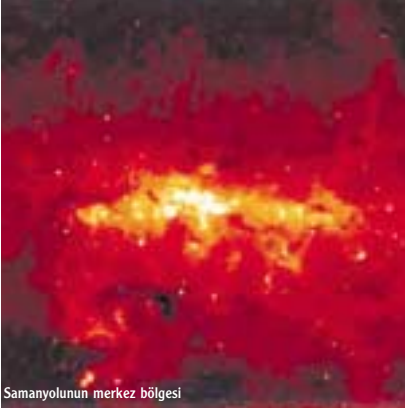
da gökcsimi birer potansiyel tehlike olarak dolanıyor. Öteki yıldız sistemlerinde de benzer kuşakların bulunması çok büyük bir olasılık. Çünkü bu göktaşları, sistemin oluşumu sırasında birer "yan ürün" olarak ortaya çıkıyorlar.

Oort Bulutu'nda bulunan kuyrukluysıldızlar, Güneş'e çok uzak olduklarından, onunla olan kütleçekimi bağları çok zayıf. Bu yüzden, gökadanın dönüşüne bağlı olarak, molekül bulutlarının ve yakındaki yıldızların etkisiyle bile yörüngelerinden çıkarak sistemin içlerine yönelebiliyorlar. Neyse ki Jüpiter gibi bir dev gezegenimiz var. Jüpiter gibi dev gezegenler, kuvvetli kütleçekimleri sayesinde bu cisimlerin sistemin içlerine girmesini büyük oranda engelliyor. Bunu, ya onları yörüngelelerinden saptırarak, ya da tümünden yutarak yapıyorlar.

Gökadanın içlerine doğru ilerledikçe yıldız yoğunluğu arttığı için, Oort bulutu gibi bir bölgeye sahip olan sistemin çevredeki yıldızların hareketinden daha fazla etkilenmesi, ayrıca, burada yıldızlararası madde yoğunluğu da yükseldiğinden, kuyrukluysıldızlar gibi yan ürünlerin artması da beklenir.

Göktaşları yanında, yüksek enerjili ısıtım da önemli bir sorun. Dünya gibi bir gezegenin manyetik alanı ve atmosferinde bulunan ozon katmanı gibi katmanlar, zararlı ısıtımı önemli ölçüde süzebilir. Ancak fazla miktarda ısıtım, atmosferin iyonlaşmasına yol açarak azot oksitlerin oluşumuna yol açar ve bu da ozon katmanının ortadan kalkmasına neden olur.





Samanyolunun merkez bölgesi



Üçboğumlu Bulutsu



Kartal Bulutsusu

“Renkli olan tehlikelidir” sözü, gök cisimleri için de geçerli. Samanyolu merkezi, herhangi bir gezegene şans tanımayacak kadar sıcak ve yoğun. Üç Boğumlu Bulutsu gibi bir bulutsu, yıldızların doğduğu bir yer olsa da, burada oluşmuş parlak yıldızların iyonlaştırdığı gaz ve yaydığı güçlü ışınım, burada gezegenlerin oluşması için hiç de uygun bir ortam yaratmıyor. Kartal Bulutsusu da yeni doğan yıldızlarıyla ünlü bir bulutsu olsa da orada da durum farklı değil.

Gökadadaki en güçlü ışınım kaynakları, süpernovalar, gama patlamaları ve aktif gökada çekirdeği ışınımıdır. Samanyolu’nun çekirdeğinin görece sakin olduğunu söyleyebiliriz. Buradaki karadelik şimdilik uykuda gibi görünüyor. Ancak, öteki birçok gökadanın merkezindeki dev kütleli karadelik, zaman zaman canına susamış yıldızların ve yıldız kümelerinin bu karadeliğe yaklaşıp onun tarafından yutulmasıyla etkinleşiyor. Bu sırada enerji çok güçlü elektromanyetik ışınım olarak ortaya çıkıyor. Bu enerjinin büyük bir bölümü, gökadanın dönüşünün etkisiyle dönme eksenine doğrultusunda uzaya fışkırıyor. Ancak, yüklü parçacıklar, gökadanın manyetik alanı boyunca her yana yayılıp gökadayı dolduruyor.

Bir süpernova ya da gama patlamasının 100 ışık yılı kadar yakınındaki bir gezegende bulunmak, burada yaşayanların başına gelebilecek en kötü olaylardan biri olurdu. Bu patlamalar daha çok, yıldızların yoğun olarak bulunduğu, merkeze yakın bölgelerde meydana geliyor. Süpernova kalıntısı gözlemleri, bu patlamaların merkezden Güneş’e olan uzaklığın %60’ı kadar olan uzaklıkta en yüksek sayıya ulaştığını gösteriyor. Bu bölgede bir süpernova patlaması meydana gelme olasılığı, bizim bulunduğumuz yerdeki 1,6 katı. Bir başka tehlike kaynağı olan gama patlamalarının tehlikesiyse tam olarak bilinmiyor; çünkü bu patlamaların nedeni pek açık değil. Ancak yine de çok güçlü ve yüksek enerjili ışınım yaydıkları için pek yakınında bulunmamakta yarar var.

Bu tehditleri çıkardığımızda, yine de Samanyolu’nda yaşanabilecek epey-

ce yer kalıyor. Ancak buna bir de birlikte dönme yörüngesini eklersek, bu geniş aralık epeyce daralıyor. “Birlikte dönme yörüngesi”, bir yıldızın, gökadanın sarmal kol yapısıyla birlikte dönmesi anlamına geliyor. Eğer yıldız bunu sağlayamazsa, bu onun sarmal kollar arasında yer değiştireceği anlamına geliyor. Sarmal kolların içi, dev moleküler hidrojen bulutlarıyla dolu olduğundan, yoğun bir yıldız oluşumu trafiği var ve buradan geçen yıldızların karmaşık bir yaşam formunu barındıran bir gezegene sahip olması zor. Güneş Sistemi, içinde bulunduğu Orion kolunun kenarında bir yerlerde yer aldığı ve birlikte dönme yörüngesine çok yakın olduğu için şanslı bir durumda.

Gökada yaşam bölgesi tanımlanırken, bir yanda da gökada merkezi, kuyruklu yıldızlar, süpernovalar, gama ışını patlamaları ve yıldız dinamiği gibi konulardaki araştırmalar tüm hızıyla sürüyor. Günümüze değin yapılan araştırmalarda, bu konularda çok önemli yollar katedilmiş olmakla birlikte, gökada yaşam bölgesinin sınırlarını kesin olarak belirlemek zor. Yapılan tahminler, daha çok olasılık hesaplarına dayanıyor. “Gökada yaşam bölgesi” deyince, “bu bölgenin içinde, yıldız çevresindeki yaşam bölgesinde bulunan ve Dünya büyüklüğünde olan tüm gezegenlerde yaşam vardır” gibi bir tez öne sürmek mümkün değil. Ayrıca, “bu bölgenin dışında yaşam olanaksızdır” demek de pek doğru değil. Doğrusu, bu bölgede yaşanabilir bir gezegen bulunması olasılığı, bölgenin dışına oranla daha fazla. Burası, gökada merkezine yakın ya da Samanyolu’nun öteki bölgelerine göre çok daha yüksek oranda yaşamı

destekleyen bir bölge.

Gökada yaşam bölgesi kavramı, Dünya dışı yaşam araştırmaları yapanlar için ayrı bir önem taşıyor. Çünkü, gökadamızdaki milyarlarca yıldızın her birini tek tek dinlemek samanlıkta iğne aramaya benziyor. Bu nedenle, araştırmalara yaşamı destekleme olasılığının en yüksek olduğu bölgelerden başlamak gerekiyor.

Tüm evrene, en azından yakınıımızdaki gökadalara baktığımızda, Samanyolu’nun görece yaşama daha elverişli bir yer olduğu söylenebilir. Ancak, yapılan hesaplamalar, Samanyolu’nun yaklaşık 3 milyar yıl sonra Andromeda gökadasıyla bir tür çarpışma yaşayacağını gösteriyor. Bu çarpışmada, yıldızların aralarındaki uzaklıklar nedeniyle birbirleriyle çarpışması çok düşük olasılık; ancak bu etkileşim, yıldızların birçoğunu yörüngesinden çıkaracak güçte olacak. Ayrıca, Samanyolu’nun merkezindeki dev kara deliğin böyle bir durumda uyanması yüksek olasılık.

Güneş Sistemimizin Samanyolu’ndaki konumundan, genelde sanki “kenar mahalle”de yaşıyormuşuz gibi söz edilir. Oysa, gökadanın en güvenli yerlerinden birinde yaşıyoruz. Zaten, en başından beri olayı ele alırsak, neredeyse sonsuz türde canlıya ev sahipliği yapan Dünya gibi bir gezegenin bulunduğu bir sistemin oluşup gelişmesi, ancak koşullar çok uygun olduğunda gerçekleşebilir.

Alp Akoğlu

Kaynaklar
Gonzalez, G., Brownlee, D., Ward, P.D., Refuges for Life in a Hostile Universe, Scientific American, Ekim 2001
Nadis, S., Searching for the Molecules of Life in Space, Sky and Telescope, Ocak 2002
Hubble Uzay Teleskopu İnternet Sayfaları (<http://www.stsci.edu>)
<http://www.habitablezone.com/>