

# Uzak Okyanuslarda Yaşam Europa

*Bilim adamlarının çoğu, yeryüzündeki yaşamın okyanuslarda başladığı düşüncesinde birleşiyor. Daha yeryüzündeki koşullar yaşamın oluşabilmesi ve sürmesi için uygun ortama sahip değilken, okyanuslar, yaşamın başlaması için uygun bir ortam oluşturuyordu. Burada yaşamaya başlayan canlılar, atmosferin zehirleyici etkisinden, mörtesi ışınının yoğunluğundan, yanardağların ateşinden etkilenmiyor; mineral bakımından zengin sulara yaşamlarını sürdürüyorlardı. Şimdi Europa'daki benzer koşullar tartışılıyor.*

**S**U, yaşamın varolabilmesi için gerekli temel madde olarak kabul ediliyor. Bu nedenle de dünya dışı yaşam olasılıkları değerlendirilirken, suyun bulunduğu ya da bulunabileceği yerler öncelikli olarak ele alınıyor. Örneğin, Mars'ta bir zamanlar sıvı halde suyun varlığına yönelik önemli kanıtların bulunması, onu Güneş Sistemi'nde yaşam bulma olasılığı en yüksek gezegen olarak ele almamıza neden oldu. Hatta, bilimkurgunun da etkisiyle konu biraz abartılarak, burada yaşayan gelişmiş uygarlıklar hayal edildi. Ne var ki, Mars'a gönderilen uzay araçları bugüne kadar gezegende yaşamın herhangi bir izine rastlamadı. Bu, Güneş Sistemi'nde Dünya dışında bir başka gezegende de yaşamın başlayabilmesi için uygun koşullara sahip yerler bulunabileceğini düşünenler için hayal kırıklığı yaratabilir. Hele, bu olasılığın en yüksek olduğu düşünülen Mars'ta herhangi bir yaşam izine rastlanmayınca...

Belki de dünya dışı yaşam için bakılacak daha iyi yerler vardır. NASA'nın Jüpiter ve Galileo Uyduları olarak da bilinen dört büyük uydusunu incelemek üzere gönderdiği Galileo uzay aracı, bize bunu söylüyor. Galileo, dikkatleri Güneş Sistemi'ndeki en düzgün yüzeyli gökcisminde, Eu-

ropa adlı uyduya çekiyor. Daha önceki uzay araçlarının gönderdiği fotoğraflar, Europa'nın yüzeyinin buzla kaplı olabileceğini gösteriyordu. Galileo'nun incelemeleri ise bu varsayımı destekliyor.

## Jüpiter'in Su Dünyası

Europa, 3138 km çapıyla, Güneş Sistemimizdeki altıncı büyük uydudur. Ay'dan biraz daha küçük olan bu uyduda, Jüpiter'in öteki uyduları gibi,

ilk Galileo tarafından 1610 yılında gözlenmiş. Bu nedenle, bu uydulara, yani Io, Europa, Ganymede ve Callisto'ya genellikle Galileo uyduları denmektedir. 1610 yılından 1979'un sonuna dek, Europa ve kardeşleri hakkında pek bir şey bilinmiyordu. 1979 yılında, Voyager uzay araçlarının gönderdiği binlerce görüntü, bir anda her şeyi değiştirdi.

Jüpiter'e en yakın uydusu olan Io, püsküren yanardağları ve çok volkanik yüzeyiyle şaşırtıcı bir uydudur. Jüpiter'e yakınlığı ve öteki uyduların kütleçekimsel etkisi, uydunun sürekli bir gel-git etkisi altında kalmasına; bu nedenle de ısınmasına neden oluyordu. Uydudaki volkanik etkinliğin çok yoğun olması da bununla açıklanıyor.

Jüpiter'in ikinci uydusu, konumuz olan Europa'dır. Bilim adamları genellikle, Europa'yı "buzdan bir küre" olarak tanımlıyorlar. Ancak, Hawaii Üniversitesi'nden gökbilimci F. Fanale, 1977 yılında bir varsayım öne sürdü. Fanale varsayımıyla, bu bölgenin -200°C'ye düşen sıcaklıklarında bile, Jüpiter'in etkisiyle uydunun iç katmanlarında nasıl okyanusların var olabileceğini açıklamaya çalıştı. Ona göre, gel-git olaylarının yol açtığı ısınma, buz tabakasının altında 30 kilometreyi aşan derinliklerde sıvı suyun bulunmasını sağlayabilir. İki yıl sonra, Voyagerlerin gön-





Voyager uzay araçlarının gönderdiği görüntülerden anlaşıldı ki Europa'nın buzlu yüzeyi, üzerinde bantlar bulunan düzgün bir yapıya sahipti. Şaşırtıcı olarak, yüzeyde hiç bir krater de yoktu. Yani, bir şekilde yüzey sürekli yenileniyordu. Bu görüntülerden anlaşıldı ki Europa ölü bir dünya değildi. Galileo uzay aracının daha ayrıntılı olarak incelediği yüzey şekilleri yüzeyi kaplayan buz tabakasının altında sıvı halde su bulunduğu düşüncesini destekliyor.

derdiği görüntülerden anlaşıldı ki Europa'nın buzlu yüzeyi, üzerinde bantlar bulunan düzgün bir yapıya sahipti. Üstelik, yüzeyde hiçbir krater de yoktu. Denilebilir ki, bir şekilde yüzey sürekli yenileniyordu. Bu görüntüler üzerine, Fanale'nin öngörüsü onaylanmaya başlandı. Europa ölü bir dünya değildi. Belki de Fanale'nin varsayımı doğruduydu; bu canlılığı sağlayan, buz tabakasının altındaki bir okyanustu.

Voyager uçuşlarından sonra, 1980'lerde başka fikirler de oluştu. Star & Sky dergisinin Ocak 1980 sayısında yayımlanan makalesinde, Richard J. Hoagland, Europa'nın Güneş Sistemi'nde yaşamı destekleyebilecek Dünya'dan sonra ilk aday olduğuna değiniyor. Hoagland, varsayımını şu gerçeklere dayandırıyor: Henüz Güneş ve gezegenler gençken, Jüpiter, Güneş Sistemi içinde neredeyse ikinci bir Güneş gibiydi. Çünkü, Jüpiter gazlardan oluşan çok büyük bir gezegendir ve oluşumu sırasında, kütleçekimi etkisiyle bu sıkışmasından dolayı çok ısınmıştır. O sıralar, bu sıcaklık belki de Europa'nın sahip olduğu suyun sıvı halde kalabilmesine ve uydunun bir de atmosfere sahip olabilmesine olanak tanıyordu. Ancak zamanla uydusu soğudu ve buzlarla kaplandı. Buna karşın, Europa belki de yaşamın başlaması ve bir miktar gelişmesi için yeterli zamana sahip olabildi. Şimdi ise, bir zamanlar başlamış olma olasılığı bulunan yaşamın, okyanusun tabanında sürüp sürmediği tartışılıyor.

## Okyanuslar, Volkanlar ve Yeryüzünde Yaşam

Birkaç yıl öncesine değin, biyologlar, yeryüzündeki yaşamın sadece Güneş enerjisine bağlı olduğuna inanıyorlardı. Karanlıkta yaşayabilen mantarlar bile Güneş enerjisiyle oluşmuş öteki canlıların artıklarından yararlanıyorlar; okyanusların hiç ışık almayan, binlerce metre derinlikte yaşayan canlılar da, yine ışık alan, yüze-yeye yakın derinliklerdeki canlıların artıklarıyla besleniyorlar. Ancak, araştırmacıların Orta Atlantik Sırtı olarak adlandırılan ve volkanik bakımdan aktif okyanus tabanında gördükleri canlılardan sonra, yeryüzündeki yaşamın sadece Güneş enerjisine dayandığı görüşü değişti. Araştırmacılar, bu bölgelerde volkanik ağızlardan suya mineral bakımından çok zengin maddenin karıştığına tanık oldular. Ayrıca, bu volkanik ağızların çevresinde yaşayan balıklar, albino yengeçler ve 3-4 metre uzunluktaki solucanlar gibi birtakım canlılara rastladılar. Başlangıçta, bu canlıların suyun içerisindeki

besinlerle, minerallerle beslendiği düşünüldü. Ancak, daha kapsamlı araştırmalar gösterdi ki bu sıcak sıvının içinde bir takım mikroorganizmalar yaşıyordu. Bunlar, termofilik bakterilerdi, yani 55°C civarı sıcaklıklarda yaşayabilen bakterilerdi. Bu bölgelerin çevresindeki su sıcaklığının 2-3°C civarında olduğunu göz önünde bulundurursak, bu bakteriler buraya daha uzaklardan gelmiş olamazlardı. Okyanus tabanını bir çöle benzetecek olursak, bu volkanik ağızları da vahalara benzetebiliriz.

Benzer biçimde, yerin 2,8 kilometre altında da yeryüzüyle hiçbir bağlantısı bulunmayan mikroplara rastlandı. Bu canlılar, tortul kayaların içindeki gözeneklerde, mineral parçacıklarının arasında, kendi ekosistemlerinde yaşıyorlar. Besinlerini çevrelerindeki inorganik kimyasallardan elde ediyorlar. Yine Antarktika'nın kuru vadilerinde benzer mikroplara rastlanıyor. Yeraltı ekosistemine ait yaklaşık 9000 tür kataloglanmış durumda bugün.

Bu araştırmaların tümü, Europa'da yaşamın bulunabileceği düşüncesini destekliyor. Eğer Dünya'daki yaşam gerçekten güneş ışığına bağımlı değilse ve hidrotermal kaynakların çevresinde sürebiliyorsa, Europa'da yaşam bulunma olasılığı oldukça yüksek demektir. Lowell Gözlemevi'nden gezegen jeoloğu Eugene M. Shoemaker, Europa'da yüzey altı okyanuslarının varlığı kanıtlanırsa, buranın yaşam için Mars'tan çok daha iyi bir aday olacağını belirtiyor.



Doğal olarak, Europadaki olası yaşam sadece okyanusların varlığına bağlı değil. Jüpiter gibi bir gezegenin uydusunda yaşamak okyanus altında bile olsa, pek kolay olmasa gerek. Buradaki yüzey sıcaklıkları, günün en sıcak saatinde bile ancak  $-130^{\circ}\text{C}$ 'ye ulaşabiliyor. Ayrıca, buradaki yoğun ışınım, bir insanı çok kısa bir sürede öldürebilecek dozdadır. Peki, böyle bir ortamda ne tür bir yaşamdan bahsediliyor?

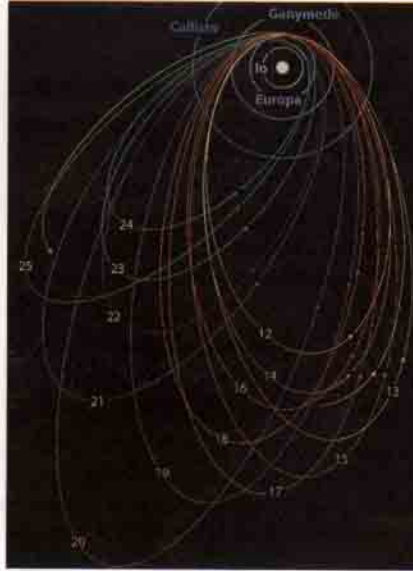
Bazı basit mikroorganizmalar, Dünya'da çok zorlu koşullarda yaşayabiliyorlar. Örneğin, nükleer jeneratörlerin radyasyonlu sularında üreyebilen bakteriler var. Bunun yanı sıra, volkanların çevresindeki yüksek sıcaklıklara ve buzullardaki düşük sıcaklıklara dayanabilen bakteriler bulunuyor.

Okyanusların karanlık sularında ve volkanlarda keşfedilen yaşam, Europa'daki olası okyanuslarda da benzer koşulların gerçekleşmiş olabileceğini gösteriyor. Bunun için, Europa'yla ilgili daha fazla veriye ihtiyacımız var. Ancak öncelikle hem okyanusların hem de Jüpiter sisteminin daha iyi araştırılması gerekiyor. Aslında 1980'lerden bu yana gündemde olan bu konuda pek fazla gelişme sağlanamadı; çünkü, Voyagerlerden sonra, Galileo'ya değin hiçbir uzay aracı buraya gönderilmedi.

## Europa'daki Okyanus

Bilim adamları, bir yandan Europa'daki olası yaşamı tartışırken, bir yandan da kabuğun altındaki okyanusların varlığından emin olmaya çalışıyorlar. Galileo'nun gönderdiği veriler, okyanusların varlığı yönündeki düşünceleri destekliyor.

Galileo uzay aracı, Aralık 1995'te başladığı görevi süresince bize pek çok görüntü ulaştırdı. Bu görüntüler, 17 yıl önce Voyager'lerin gönderdiklerinden çok daha ayrıntılı. Galileo'nun gönderdiği görüntüler, Europa'nın buzlu yüzeyinin henüz tam olarak anlaşılmayan birtakım kuvvetler nedeniyle çatlaklı bir yapıya sa-



*Galileo uzay aracı, iki yıl süren asıl görevini Aralık 1997'de tamamladıktan sonra, iki yıl daha sürecek yeni bir göreve başladı. Bu görev, Galileo Europa Görevi olarak adlandırılıyor ve Europa'ya sekiz yakın geçişi içeriyor.*

hip olduğunu gösteriyor. Çatlaklar koyu renkli ve bu bölgelerden yüzeye "taze" madde çıktığı anlaşılıyor. Çatlakların kenarları ise, yüzlerce kilometre uzunluklarda buzdan duvarlarla kaplı. Çatlaklar dışında, yüzey gözenekli bir yapısı var. Bu sanki toz halinde buza benziyor. Bu da yüzeyin çatlaklardan yükselen taze buza oranla daha beyaz görünmesine neden oluyor.

Şimdi, Galileo projesini yürüten bilim adamlarının kafalarındaki en büyük soru şu: Acaba Galileo Euro-



*Dünya'daki okyanusların binlerce kilometre derinliklerindeki volkanik ağızların çevresi yaşamı destekleyebilen ortam oluşturuyor. Bu bölgelere hiç ışık ulaşmıyor ancak buradaki sular mineral bakımından çok zengin. Bu volkanik ağızlardan ilki 1979 yılında keşfedildi ve yaşamın sadece Güneş ışığına bağlı olduğu düşüncesini değiştirdi.*

pa'da gerçekten gizli okyanus olup olmadığını bize söyleyebilecek mi? Sorunun yanıtı, pek çok değişkene bağlı. Bunlardan bazıları şöyle sıralanabilir: Yüzeydeki buzdan kabuğun ne kadar kalın olduğunun bulunabilmesi; su püskürten volkanların var olup olmadığı; Galileo'nun gözlemlerine ne kadar devam edebileceğidir. Arizona Eyalet Üniversitesinden Ronald Greeley'in belirttiğine göre, geçtiğimiz yılın başlarında Galileo'nun Europa'ya yaptığı altıncı yakın geçişte, yüzeyde ve yüzeye yakın derinliklerde yakın geçişe kadar sıvı halde suyun bulunduğu belirgin kanıtları var. Galileo'nun gönderdiği ayrıntılı görüntülerden, çatlakların içinden yüzeye çıkarak donan suyun, daha tam olarak sertleşmeden ve kalınlaşmadan sıkışıp çeşitli şekiller aldığı görülebiliyor. Bu olayın benzerlerine, Dünya'da kutup bölgelerinde de rastlanıyor. Bilim adamları, devam eden çalışmaların, Europa'nın jeolojik olarak daha iyi anlaşılabilmesini sağlayacağını umuyorlar.

## Galileo'nun Europa Görevi

Galileo Projesi, Aralık 1997'de Jüpiter'in çevresindeki 11 tur tamamlandıktan sonra sona erecek biçimde planlanmıştı. Ancak, daha sonra Galileo Europa Görevi (Galileo Europa Mission, GEM) olarak adlandırılan iki yıllık bir uzatmaya gidilmesi kararlaştırıldı. Bu görev, Europa'ya sekiz, Callisto'ya dört ve Io'ya bir yakın geçişi kapsıyor. Bu uzatılmış görev sırasında, daha önce hiç olmadığı kadar ayrıntılı görüntüler elde edilmesi amaçlanıyor. Bu ayrıntılı incelemeler sonucunda, belki de Europa'nın gizemi biraz da olsa ortaya çıkarılacak. Ayrıca, bu uzatılmış görevde, Kızılötesi Spektrometresi yardımıyla olası organik moleküller saptanmaya çalışılacak.

GEM sırasında yapılacak yakın geçişlerle, Europa'yı örten buz katmanının kalınlığının sadece yüzde 0,1 hata payıyla ölçülmesi bekleniyor. Bu, aynı



NASA'da Jet İtli Laboratuvarı'ndaki (JPL) bilim adamları, Galileo projesinin ardından gerçekleştirilebilecek projeler için çeşitli fikirler üretiyorlar. Bir düşünceye göre yaklaşık 50 km yüksekte yörüngeye yerleştirilen uzay aracı, taşıdığı bir küreyi yüzeye bırakacak ve çarpışmanın etkisiyle fıskıran maddenin bir kısmını yerinde ölçümler yaparak inceleyecek bir kısmını da Dünya'ya getirecek. Bir öteki fikir ise yüzeydeki buz delip alttaki su katmanına ulaşarak burada incelemeler yapacak denizaltılar gönderilmesi.

zamanda, buz katmanının altındaki olası su tabakasının kalınlığı hakkında ipuçları verecek.

Peki, Galileo'nun ömrü bu iki yıllık görevi tamamlayacak kadar sürecek mi? Açıkçası, bu konuda bilim adamları da pek güvence vermiyorlar. Her ne kadar uzay aracının elektronik devreleri güçlü ışımaya dayanacak şekilde korunuyor olsa da, Jüpiter'in manyeferinden her geçiş uzay aracı üzerinde gittikçe artan bir tehdit oluşturuyor. Bu risklere karşın, GEM, gizemlerle dolu Jüpiter sisteminin daha iyi anlaşılmasında çok etkin bir role sahip olduğundan, amaç, görev süresince olabildiği kadar çok veri elde etmek olacak.

## Geleceğe Yönelik Planlar

Uzunca bir aradan, yaklaşık yirmi yıl, sonra Jüpiter sistemine gönderilen ilk uzay aracı olan Galileo, bundan sonraki uçuşların da önünü açıyor. Bilim adamları, gelecekteki uçuşlar için çeşitli fikirler üretmeye başladılar bile. Araştırmacılar, bundan sonra gönderilecek uzay araçlarının tasarımı üzerinde de düşünüyorlar. Shoemaker, konuyu biraz da şakacı bir yaklaşımla ele alıyor: "Gelecekteki uçuşlarda ne tür araçlarla gideceğimize karar vermeliyiz; kar motorsikletiyle

mi? Buz patenleriyle mi? Yoksa bir denizaltıyla mı?"

NASA JPL'de üretilen bir düşünce de Europa'ya gönderilecek bir uzay aracıyla birlikte bir de yaklaşık 10 kilogramlık bir küre götürülmesi. Yaklaşık 50 km yüksekte yörüngeye yerleştirilen uzay aracı, taşıdığı bu küreyi yüzeye bırakacak ve çarpışmanın etkisiyle fıskıran maddenin bir kısmını yerinde ölçümler yaparak inceleyecek bir kısmını da Dünya'ya getirecek. Fikir aşamasında olan bu proje, hem yüzeye inme riskini göze alması, hem de ucuza mal olabilecek olmasıyla kabul görebilir.

Yüzeyi örten kabuğun altında neler olup bittiğini görmek için, daha karmaşık araştırmalar gerekecek. Bunun için belki de buz delip aşağıya inebilecek sondalar gönderilecek. Yörünge araçları yukarıdan çeşitli incelemeler yaparken sondanın gönderdiği verileri yeryüzüne iletmenin yanında, yüzeye küçük kütleler göndererek onların yüzeye çarpışmalarının yarattığı sismik olayları inceleyecek. Bu sayede, uydunun buzdan katmanının altında ne olduğu konusunda ayrıntılı bilgi elde edilebilecek.

Bir düşünce de Kanadalı okyanus bilimci Richard Thompson'dan geliyor. Ona göre, Eğer daha önceki projelerde Europa'da kabuğun altında su bulunduğu kanıtlanırsa, birtakım gelişmiş sondalar buz delip sıvı katma-

na ulaşacak, taşıdıkları küçük denizaltıları buraya bırakacaklar.

JPL'den Joan C. Horvath'ın da buna benzer bir fikri var. Üstelik Horvath bu araçları deneyeceği yeri de bulmuş. Bu yer Antarktika'daki Vostok Gölü. Bu çok derin gölün üzeri yaklaşık dört kilometre kalınlığında buzla kaplı. Bu "Dünya'daki Europa"da yapılacak denemeler, ileride belki de gerçek Europa'nın yolunu açacak.

Aslında, tüm bu ilginç fikirlerin gerçekleşmesi için daha çok yol kat edilmesi gerekiyor gibi görünüyor. Galileo'nun sağladığı tüm bilgilere karşın, görev sona erdiğinde yine de kafalarda pek çok soru işareti kalacak. Suyun varlığı kanıtlanırsa bile, aşağıda neler olup bittiği konusunda pek bir fikrimiz olamayacak. Bu nedenle, gelecekte gönderilecek araçların tasarımında bir takım güçlükler çekilebilir. Üstelik, henüz üzerinde yaşadığımız gezegendeki okyanusları bile tam olarak anlamaya şimdilik gücümüz yetmiyor. Bir de bunu yaklaşık 800 milyon kilometre uzaktaki bu gökceismi için yapmaya çalıştığımızı varsayarsak...

Alp Akoğlu

Kaynaklar  
Carroll, M., "Europa: Distant ocean, Hidden Life?", *Sky & Telescope*, Aralık 1997  
Farmer, J. D., Pendleton, Y. J., "Life: A Cosmic Imperative?", *Sky & Telescope*, Temmuz 1997  
<http://www.aciam.com/049/issue/0497/sci07.html>  
<http://www.galileo.jpl.nasa.gov/sep/education/europa/future-exp.html>  
<http://www.galileo.jpl.nasa.gov/mesa42/europa.html>