

MARS VE TİTAN'DA METANIN ESRARI

Güneş Sistemi'nde Dünya dışındaki tüm gezegenler arasında yok olmuş ya da süregelen yaşam potansiyeli en yüksek olanı Mars. Birçok bakımdan Dünya'yı andırıyor: Ortaya çıkış süreci, ilk ikliminin tarihi, su depoları, yanardağları ve öteki jeolojik süreçleri. Bu tabloya mikroorganizmalar rahatlıkla oturabilir. Güneş Sistemi'nin bir başka gezgin cismi, Satürn'ün en büyük ayı Titan, Dünya dışı yaşam tartışmalarının bir başka gediklisi. Uzak geçmişinde Titan, yaşamın moleküler öncüllerinin oluşmasına uygun koşullar taşıyordu. Bazı biliminsanları Titan'da eskiden, hatta belki şimdi bile yaşam bulunabileceği görüşünde.

Bu olasılıklara heyecan katacak bir gelişme de bu iki dünyayı yakından inceleyen biliminsanlarının, bunların atmosferlerinde genellikle yaşamla ilişkilendirilen bir gaz olan metanın varlığını belirlemiş olmaları. Bu gaz Mars'ta fazla küçük ama yine de ciddi sayılabi-

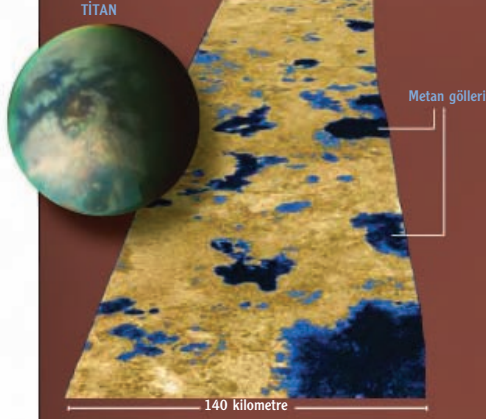
lecek miktarlarda bulunurken, Titan bu gaz içinde "yüzüyor". Titan için dergilse bile Mars'ta metan gazı için en az jeolojik olanlar kadar geçerli biyolojik bir kaynak da olabilir. Metan'ın varlığıyla ilgili olarak biyolojik açıklama da, jeolojik açıklama da heyecan verici sonuçlara götürüyor. Ya evrende yalnız değiliz ya da hem Mars hem Titan, beklenmeyen düzeylerde jeokimyasal etkinliklerin yanı sıra geniş toprakaltı su rezervlerine sahipler. Bu gök cisimleri üzerindeki metanın geçmişi ve geleceğinin anlaşılması, gerek bu Güneş Sistemi'nde, gerekse başkalarındaki kayasal gezegenlerin oluşumunu, evrimini ve yaşanabilirliğini belirleyen süreçler için önemli ipuçları sağlayacak.

Metan (CH₄) gaz dev gezegenler Jüpiter, Satürn, Uranüs ve Neptün'ün üzerinde, Güneş'in oluşum evresindeki gaz ve toz diski içindeki kimyasal süreçlerin bir ürünü olarak bol miktarda bulunuyor. Dünya'daysa metan farklı

bir özelliğe sahip. Gezegenimizin atmosferinde 1 milyar birim hacimde 1,750 molekül derişiminde bulunan metanın %90-95 kadarı, biyolojik kaynaklı. İnek, keçi, yak öküzü gibi otçul memeliler Dünya'daki yıllık toplam metan salımının beşte birinden sorumlu. Çıkan gaz, bağırsaklarındaki bakterilerin metabolik bir yan ürünü. Belli başlı öteki metan kaynakları arasında termitler, pirinç tarlaları, bataklıklar, (kendisi de geçmiş canlıların ürünü olan) doğal gaz sızıntıları ve fotosentez yapan bitkiler yer alıyor. Yanardağların dünyadaki toplam metan miktarına katkısı %0,2'den daha az ve aslında onlar da geçmişte organizmalarca üretilmiş olan metanı püskürtüyor olabilirler. Endüstriyel süreçler gibi biyolojik olmayan kaynakların katkısı oldukça küçük. Tüm bunlar gösteriyor ki, Dünya benzeri bir cismin üzerinde metan belirlenmesi, o cisim üzerinde canlı bulunması olasılığını ortaya çıkarıyor.

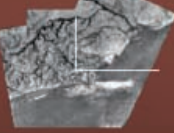
TİTAN VE MARS'TAN KESİTLER

Gökbilimcilerin Titan atmosferinde metanın varlığını 1940'larda keşfetmelerine karşın yoğun sis, uydunun yüzeyinin gözlemlenmesine engel olmaktadır. Şimdiki Cassini - Huygens Uzay Aracı sayesinde metanın yüzeyi nasıl biçimlendiği anlaşılabilir.



Cassini'nin Titan'ın kuzey yarımküresinin üst bölümlerinden aldığı bu radar görüntülerinde büyük olasılıkla metandan oluşan geniş sıvı kütleleri görülüyor. Nasıl ki gece araba kullanırken ıslak bir yol karanlık görünürse, bu sıvı kütleleri de (yapay olarak mavimsi renk verilmiş) karanlık görünüyor. Çünkü sisin düzgülü yüzeyi arabanın farlarını gözünüzün uzağına yansıtır. Tersine, kuru engelbeli arazi (yapay olarak açık kahverengi verilmiş), parlak görünür. Resmin çözünürlüğü 500 metre.

Görüntüdeki nehir yatakları yaklaşık 200 m yüksekliğinde bir sıra tepeden şimdiki kurumuş görünen bir göl tabanına akan sıvı metan tarafından kazılmış olabilir. Nehir kollarının görüntüsü, metanın yağmurlarla yüzeye indiğini gösteriyor. Huygens sondası atmosferden süzülürken inerken bu görüntüyü 6,5 kilometre yükseklikten almış.

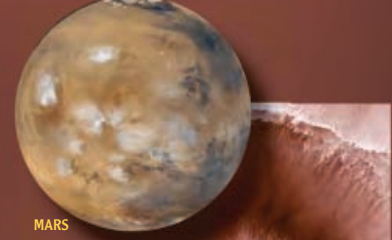


Titan'ın üst atmosferindeki sis, Güneş ışığı metana çarptığında ortaya çıkan hidrokarbonlardan oluşuyor.

Huygens sondasının 2005 Ocak ayında inmesinden önce Titan'ın yüzeyi hiç görülemediği. Sıkıcı bir taşlı tarla görünümünü alırdı. Çünkü, "kayalar" aslında yumruk büyüklüğünde buz parçaları. Daha yakından bakıldığında bunlar akan bir sıvıyla, büyük olasılıkla sıvı metanla erozyona uğramış. Sonda toprağı ısıtıldığında toprak içindeki donmuş metan dışarıya sızmış.



"Kızıl Gezegen"de metan yalnızca birim hacimde milyarda birkaç parça (ppbv) ölçeklerinde bulunduğundan Titan'daki gibi doğrudan görünemiyor. Varlığı gözlenen çeşitli süreçler Mars'taki metanı ortaya çıkarıyor ya da yok ediyor olabilir.



Sağdaki görüntüde izlenen gibi küçük hortumlar toz zerreciklerini birbirine sürterek güçlü statik elektrik alanları yaratabilir. Bu alanlar da su moleküllerini parçalayarak metanı yok eden peroksitlerin oluşumuna yol açabilir.

Bir krater duvarını tırmanan "toz şeytani" diye de adlandırılan küçük hortum

3.1 kilometre



Mars Yürüme Aracı tarafından kısa süre önce görüntülenen bu beyaz sırt yer altında akan suyun varlığıyla açıklanabilir. Toplu erozimedeki borularda akan sert (tıreçil) suyun boru çeperlerinde tortu oluşturması gibi, bir kaya çalığından akan su mineralleri çalılık boyunca biriktirmiş olabilir. Çalığın çevresindeki kaya erozyonla aşım göttiğinde, mineraller kalıp bir sırt meydana getirmiş. Yeraltı suyu aynı zamanda metan üretimini de kolaylaştırmış olabilir.

METAN VERİLERİ

	DÜNYA	MARS	TİTAN
Atmosferdeki derişim	1,750 ppbv	10 ppbv	% 5
Atmosferde moleküllerin yaşam süresi (yıl)	10	600	10 milyon
Metanın varlığını sürekli sabit tutmak için gereken üretim miktarı (ton/yıl)	515 milyon	125	25 milyon
Ana kaynaklar	Büyükbaş hayvanlar, termitler, bataklıklar, çeltik tarlaları, doğal gaz	Bakteriler? Yeraltı su kütlelerinde su ve kaya arasındaki tepkimeleri?	Yeraltı okyanusunda su-kaya tepkimeleri

Havada

Üç ayrı araştırmacı grubunun 2003 ve 2004 yıllarında atmosferinde metan bulunduğunu ilan ettikleri Mars'ta olan da bu. Hawaii adasındaki Kızılötesi Teleskop Tesisi ve Şili'deki Gemini South teleskoplarında yüksek çözünürlüklü tayfölçerlerle Mars'ı gözlemleyen NASA Goddard Uzay Merkezi gökbilimcilerinden Michael Mumma yönetiminde bir ekip, gezegen atmosferinde yere ve belki de zamana bağlı olarak değişen, ve bir milyarda 250 yoğunluklarda metan birimleri belirledi. Roma'daki Fizik ve Gezegen Bilimleri Enstitüsü'nden Vittorio Formisano ve (aralarında bu makalenin yazarı da bulunan) ekip arkadaşları da Mars Express adlı yörünge aracının derlemiş olduğu binlerce tayf ölçümünü inceledi. Ekip, Mars'taki metan derişiminin çok daha sınırlı olduğu, milyarda 0-35 arasında değiştiği ve tüm gezegen için ortalamasının milyarda 10'u geçmediği sonucuna vardı. ABD'deki Katolik Üniversitesi'nden Vladimir Krasnopolsky ve ekibi de Fransa-Kanada-Hawaii Teleskopu ile yaptıkları gözlemlerde Mars atmosferinde ortalama milyarda 10 metan varlığı saptadı. Bu son iki ekibin ölçümlerinin birbirini tutması üzerine Mumma ekibi şimdi kendi sonuçlarının niye bu kadar yüksek çıktığını araştırıyor.

Şimdilik milyar birim hacimde 10 molekül derişimi Mars geneli için geçerli kabul edilirse, bu değer Dünya atmosferindeki metan derişiminin 40 milyonda biri kadar oluyor. Yine de bu gazın en küçük ölçeklerde varlığı bile bir açıklama gerektiriyor.

Her ne kadar gökbilimciler Titan'da metanın varlığını daha 1944 yılında keşfettilerse de, bu soğuk ve uzak ay üzerinde ilginin böylesine yoğunlaşmasının nedeni 1980'de ayrıca azotunda keşfedilmesi, amino asitler ve çekirdek asitleri gibi biyolojik moleküllerin temel bir bileşeni. Atmosferi azot ve metandan oluşan ve yer seviyesindeki basıncın düzeyi Dünyamızdakinin 1,5 katı olan bir cisim, yaşamın moleküler öncülleri, hatta bazılarında göre yaşamın kendisi için gerekli malzemeye sahip olabilir.

Titan'ın kalın azot atmosferini tutabilmesinde metan kilit bir rol oynuyor. Güneş'in kızılötesi ışınımını emen ve atmosferindeki stratosfer tabakasını 100 derece kadar ısıtan kalın hidrokarbon sisinin ve molekülleri arasındaki çarpışmaların troposfere 20 derece sıcaklık aşısı yaptığı hidrojenin temel kaynağı metan. Eğer metan tükenecek olsa, Titan'ın sıcaklığı daha da düşer, azot gazı sıvı damlacıklara dönüşür ve

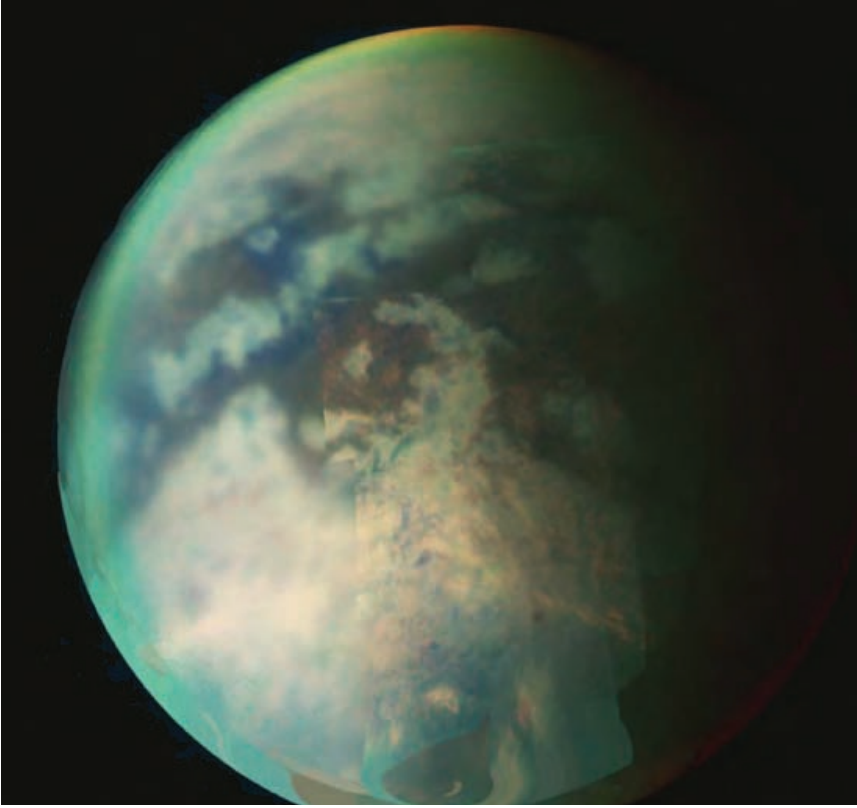
atmosfer çökerdi. Titan'ın temel özelliği de sonsuza kadar değişir, üzerini kaplayan sis ve bulutlar dağılırdı. Yüzeyindeki şekilleri oyduğunu düşünülen metan yağmuru dururdu. Göller, su birikintileri ve dereler kururdu. Ve yüzünü örten tül kalktığına göre Titan'ın çıplak yüzeyi Dünya'daki teleskopların kolayca gözlemleyebilecekleri bir hedef olurdu. Titan tüm gizemini yitirir ve seyrek atmosferli alelade bir uydu haline gelirdi.

Mars'taki ve Titan'daki metanın Dünya'daki gibi biyolojik bir kaynağı mı var, yoksa yanardağlar, kuyruklu yıldız ya da meteorit çarpmaları gibi başka bir açıklaması olabilir mi?

Gezegen üzerindeki jeofiziksel, kimyasal ve biyolojik süreçler konusundaki çıkarımlarımız Mars'taki olası metan kaynakları konusunda alanı oldukça daraltmış bulunuyor ve bu kaynaklar konusundaki önerilerin Titan için de geçerli olduğu düşünülüyor.

Güneş Işığıyla Parçalanma

Metanın kaynağı konusundaki sorunun yanıtlanması için gereken ilk adım, metanın üretilme ya da başka bir



kaynaktan edinilme hızının belirlenmesi. Buysa, gazın atmosferden kaybolma hızına bağlı. Mars yüzeyinin 60 kilometre üzeri ve ötesinde Güneş'ten gelen morötesi ışınım, metan moleküllerini parçalıyor. Atmosferin daha aşağılarındaysa morötesi ışınımın su moleküllerini parçalamasıyla ortaya çıkan oksijen atomları ve hidroksil radikaller (OH), metanı oksitlendiriyor. Yeniden beslenmediği için bu durumda atmosferdeki metanın giderek yok olması gerekiyor. Metanın, gaz derişiminin matematikteki e sabitiyle (yaklaşık 3) düşmesi olarak betimlenen "ömrü", atmosferde bulunan ve mevsimsel değişimler gösteren su buharına ve Güneş döngüsüne bağlı olarak değişen Güneş ışınımına bağlı olarak 300-600 yıl arasında değişiyor. Dünyada, benzer süreçler atmosferdeki metana ancak 10 yıl ömür sağlıyor. Güneş'ten gelen morötesi ışınımın çok daha zayıf ve oksijen taşıyan moleküllerin sayısının çok daha az olduğu Titan'daysa metan 10-100 milyon yıl kadar varlığını sürdürebilir (bu bile jeolojik zaman ölçeğinde kısa bir süre sayılır).

Metanın Mars'taki ömrü, rüzgarların ve yayılma süreçlerinin bu gazı atmosfere düzgün biçimde dağıtmasına yetecek kadar uzun. Bu nedenle, gezegen üzerindeki metan içinde gözlenen

yoğunluk farklarını açıklamak kolay değil. Bu farklar, metanın bölgesel kaynaklardan çıktığını ya da belli bölgelerde yoğunlaşmış yutaklarda kaybolduğuna işaret ediyor olabilir. Olası bir yutak, metan kaybını hızlandırabilecek olan kimyasal bakımından tepken mars toprağı. Bu türden ek yutakların varlığı durumunda, Mars atmosferinde gözlenen oranların korunabilmesi için çok daha büyük bir kaynağın varlığı gerekli.

Bir sonraki adım, metanın oluşması için potansiyel senaryoları elden geçirmek. Sahip olduğu metan miktarı oldukça düşük olduğu için Kızıl Gezegen, bu iş için iyi bir başlama noktası. Herhangi bir mekanizma bu küçücük oranı bile açıklayamıyorsa, Titan'daki çok daha büyük miktarı açıklaması zaten beklenemez. 600 yıllık bir ömürle atmosferdeki milyar birim hacimde 10 molekülük gezegen ortalamasını koruyabilmek için Mars'ın her yıl 100 tonun biraz üzerinde metan üretmesi gerekiyor. Bu miktar Dünya'daki üretim hızının 250.000'de biri.

Dünya'da olduğu gibi, yanardağlar Mars'ta da ciddi bir metan kaynağı değil. Mars'taki yanardağlar, yüz milyonlarca yıldır sönmüş durumda. Ayrıca metanın varlığından bir yanardağ sorumlu olsaydı, aynı yanardağın muaz-

zam miktarlarda sülfür dioksit de püskürtmesi gerekirdi; ki, Mars'ın atmosferinde sülfür bileşimlerine rastlanmıyor. Gezegen dışından gelen katkılar da minimal düzeyde. Her yıl Mars düzeyine 2000 ton kadar mikrometeor tozu düşüyor. Bu miktarın %1'den daha azı karbondan oluşuyor; ki, bu karbon da yüksek oranda oksitlenmiş olduğundan iyi bir metan kaynağı sayılmaz.

Kuyruklu yıldızların ağırlıklarının yaklaşık %1'ini metan oluşturuyor, ama Mars'a ortalama 60 milyon yılda bir kuyruklu yıldız çarpıyor. Dolayısıyla Mars'a gelecek dış kaynaklı metanın miktarı yılda yalnızca 1 ton ve bu da gereken oranın %1'inden daha az.

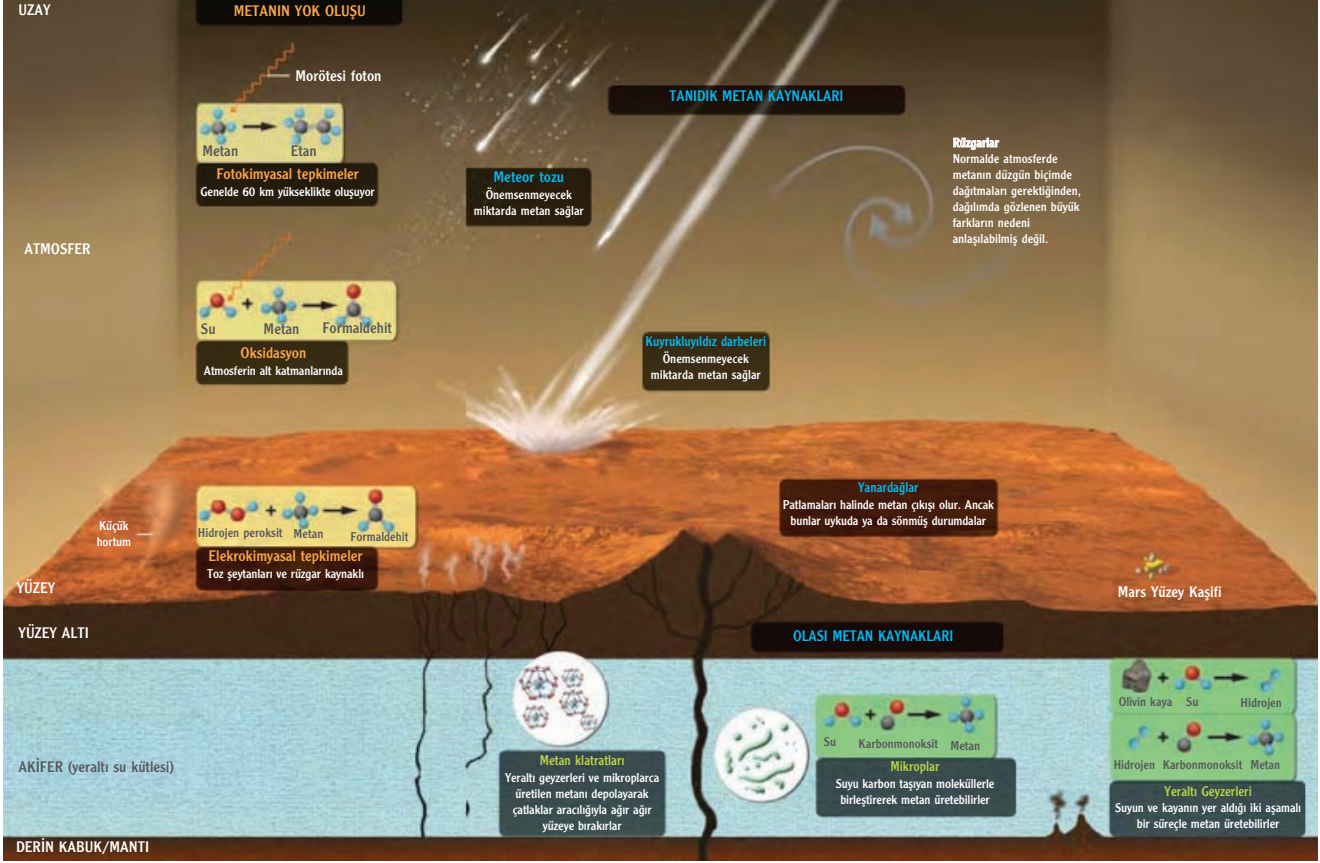
Peki Mars'a yakın geçmişte bir kuyruklu yıldız çarpmış olabilir mi? Böyle bir kuyruklu yıldız gezegen üzerine önemli miktarda metan bırakmış ve zamanla bu miktar günümüzde gözlenen değerlere düşmüş olabilir. Gezegene 100 yıl önce çarpan 200 metre çapında bir kuyruklu yıldız ya da 2000 yıl önce çarpan 500 metre çaplı bir başkası, günümüzde gözlenen milyar birim hacimde 10 molekül değerini sağlayacak yeterli metanı gezegene bırakmış olabilir. Ama bu senaryonun bir sorunu var: Mars'ta metanın dağılımı düzgün değil. Metanın gezegen üzerinde dikey ve yatay olarak düzgün biçimde dağılması için gereken süre en fazla bir iki ay. Dolayısıyla gözlenen metanın kaynağı bir kuyruklu yıldız olsaydı, dağılımın düzgün olması gerekirdi.

Sudaki Duman

Bu da bizi iki olası kaynaka baş başa bırakıyor: Hidrojeokimyasal ve bakteriyel. Her iki durum da heyecan verici. Dünya'da okyanus diplerinde bulunan ve "kara bacalar" denen hidrotermal sıcak su kaynaklarının ilki 1977 yılında Pasifik okyanusunun tabanındaki Galapagos Yarığı'nda bulunmuştu. O günden bu yana okyanusbilimciler bu kaynakların pek çoğunu daha, sıcak mağmanın yüzeye çıkarak yeni kaya oluşturmak üzere iki tarafa yayıldığı okyanus ortası sırtlarda keşfettiler. Laboratuvar deneyleri, bu kaynaklarda hüküm süren koşullarda ultrafamik silikat denen, olivin ve peroksin gibi demir ya da magnezium açısından zengin kayaların tepki-

MARS'TA METAN

Normalde Mars'ta hiç metan bulunmaması gerekir. Bu gaz Güneş ışığı ya da atmosfer dinamiklerinin yol açtığı kimyasal tepkimelerle hızla atmosferden yok edilir; ve bilinen jeolojik ve süreçler de yok edilen miktarı yeterince hızlı yenileyemez. Dolayısıyla gezegende izlenen metan, deniz altı geyzerleri ya da yeraltı su kütlelerinde yüzen mikroplar gibi görünmeyen kaynaklara işaret ediyor olabilir.



meye girerek, serpantinleşme denen bir süreçle hidrojen ürettiğini gösteriyor. Bu şekilde ortaya çıkan hidrojen de karbon tanecikleri, karbondioksit, karbonmonoksit ya da karbonlu minerallerle tepkimeye girerek metan üretebiliyor.

Bu süreçte anahtar rol oynayanlar, hidrojen, karbon, katalizör işlevi gören çeşitli metaller, ısı ve basınç. Bunların hepsi Mars'ta da var. Serpantinleşme süreci yüksek sıcaklıklarda da (350-400 derece), daha düşük sıcaklıklarda da (30-90 derece) gerçekleşebilir. Mars yüzeyinin altında var olabileceği düşünülen su havuzlarında (akifer) bu düşük sıcaklıklarda gerçekleşmesi olası.

Düşük sıcaklık serpantinleşmesi Mars'taki metanı üretebilecek olsa da, biyoloji de ciddi bir aday olarak sahne. Dünyamızda metanojen diye adlandırılan mikroorganizmalar, hidrojen, karbon dioksit ya da karbon monoksit tüketiminin bir yan ürünü olarak metan üretiyorlar. Bu organizmalar Mars'ta bulunacak olsalar, önlerinde

bol miktarda besin bulacaklardır: Hidrojenin (serpantinleşme süreciyle çıkmış ya da atmosferden toprağa karışmış olarak) yanı sıra karbon dioksit ve karbon monoksit (kayaların içinde ya da atmosferden toprağa karışmış durumda).

Serpantinleşme yoluyla ya da mikroplarca bir kez üretildikten sonra metan, moleküllerini bir kafes içinde hapseden bir kimyasal yapı olan klatrat hidrati biçiminde depo edilebilir. Depolanmış metan da daha sonra çatlak ve yarıklardan ağır ağır gaz halinde sızarak ya da volkan etkinlikleriyle tetiklenen ani patlamalarla atmosfere salınabilir. Ancak şimdilik bu klatratların ne kadar kolay oluşup kolay bozulabileceği konusunda fikir sahibi değiliz.

Mars Express gözlemleri, toprak altında su buzu bulunan yerlerde metan derişiminin daha yüksek olduğu yolunda ipuçları veriyor. Bu örtüşmeyle hem jeolojik, hem de biyolojik senaryoyla açıklanabiliyor. Buzun altındaki akiferler hem biyolojik organizmalar

için bir yaşam alanı, hem de metanın hidrojeokimyasal süreçle üretimi için uygun bir ortam olabilir. Daha ayrıntılı verilerin yokluğunda biyoloji ve jeoloji eşit şansa sahip görünüyor.

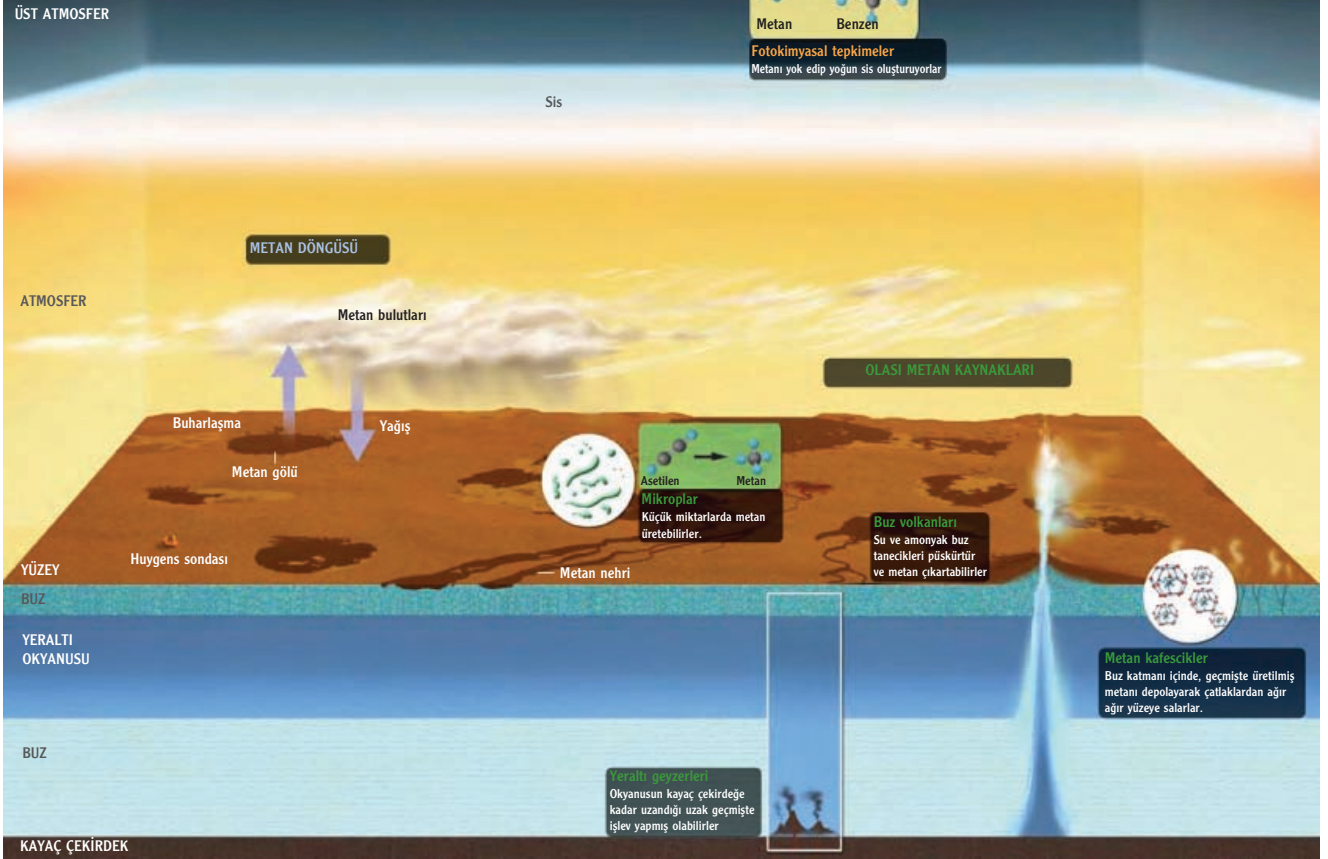
Bir Titanik Okyanus!

Titan, Yunan mitolojisindeki devlere verilen ad. İngilizce'de titanik sözcüğü de büyük ölçekli cisimlere yakıştırılan bir sıfat. Titan adı, Satürn'ün en büyük uydusuna bu nedenle verilmiş.

İlk bakışta Titan'ın metanı daha anlaşılır gibi görünüyor. Nihayet bu uydunun atmosferi muazzam miktarlarda metan içeren ve oluşum evresinde Güneş'i çevreleyen gaz ve toz diski içindeki kendi özel diskinde sahip olan Satürn'le birlikte doğdu. Gelgelelim veriler Titan'daki metanın dışarıdan gelmiş olmak yerine, uydunun kendisi tarafından üretildiği yolunda işaretler sunuyor. NASA ve Avrupa Uzay Ajansı ESA'nın dış gezegenleri inceleyen Cas-

TİTAN'DA METAN

Dünya için su neyse Titan için de metan o: Yüzeyde akarsu yatakları oluşturan yüzeyde büyük kütleler halinde biriken buharlaşıp havaya karışan ve yoğunlaşıp yeniden yüzeye yağın bir madde. Mars'taki gibi kimyasal tepkimeler, Titan'daki metanın azalmasına yol açtığından birtakım jeolojik ya da biyolojik etkinliklerin azalan stokları yenilemesi gerekiyor.



sini-Huygens uzay aracının Titan'ın yüzeyine indirdiği Huygens sondası, Ay'ın atmosferinde ksenon ve kripton gazlarına rastlamadı. Eğer çarpışıp birleşerek Titan'ı oluşturan gezegencikler metanı da beraberlerinde getirmiş olsalardı, bu ağır asal gazları da getirmeleri gerekirdi. Bu gazların eksikliği, metanın Titan'ın üzerinde sonradan oluştuğu görüşüne ağırlık kazandırıyor.

Böylece de, Titan üzerinde metan varlığı da Mars üzerindeki metan kadar esrarlı oluyor. Hatta miktarı da göz önünde tutulduğunda (hacim olarak %5) daha da esrarlı! Mars için olduğu gibi görece düşük sıcaklıklarda serpantinleşme, burada da geçerli bir açıklama olabilir. Fransa'daki Nantes Üniversitesi'nden Christophe Sotin ve ekibi, Titan'ın yüzeyinin altında bir sıvı su okyanusu barındırıyor olabileceğini öne sürdüler. Erimiş amonyak bir antifriz işlevi görerek suyun donmasını önleyebilir. Fransız ekibinin modelinde okyanus, yüzeyin 100 km altında

bulunuyor ve derinliği 300-400 km kadar. Geçmişte radyoaktif elementlerin bozunması ve Titan'ın oluşumundan artakalan ısı bu gök cismindeki tüm buz eritmiş ve okyanusun kayaç çekirdeğe kadar uzanmasına yol açmış olabilir.

Bu koşullar altında su ve kaya arasındaki tepkimeler hidrojen gazını serbest bırakmış, o da karbondioksit, karbon monoksit, karbon tanecikleri ve başka karbonlu maddelerle tepkimeye girerek metanı oluşturmuş olabilir. Bu süreç Titan'da gözlenen metan bolluğunun tümünü açıklayabilir. Bir kere ortaya çıktıktan sonra metan, kararlı klatrat hidratlar olarak depolanmış ve daha sonra volkanik etkinliklerle ağır ağır, ya da göktaş çarpmalarının tetiklediği patlamalar biçiminde yüzeye çıkmış olabilir.

Heyecan verici bir ipucu, Huygens'in Titan'ın atmosferi içinden yüzeye doğru süzülürken varlığını belirlediği argon 40 gazı. Bu izotop Titan'ın çekirdeğinin derinliklerinde de

polanmış radyoaktif potasyum 40'ın bozunmasıyla ortaya çıkar. Potasyum 40'ın radyoaktif yarılanma ömrü 1,3 milyar yıl olduğundan, atmosferdeki argon 40'ın sınırlı miktarı, Titan'ın iç kesimlerinden gazların yavaş yavaş atmosfere çıktığının kanıtı. Ayrıca yüzeyin optik teleskoplar ve radarla alınan görüntüleri, buz volkanizmi (amonyak ve suyun gayzer gibi püskürmesi) işaretlerini ortaya koyuyordu. Bu da uydunun içlerindeki maddelerin yüzeye yükseldiği anlamına geliyor. Titan'ın yüzeyi oldukça genç ve kraterlerden yoksun görünüyor. Bu da yine içlerdeki malzemenin yeniden yüzeye çıktığının göstergesi. Tahmini yüzeye çıkış süresi, metanın içlerden yüzeyde fotokimyasal kaybı (Güneş ışığının etkisiyle parçalanma) dengeleyecek kadar hızlı çıkmasına olanak sağlar. Titan'daki metan, sıvı yüzey rezervleriyle, bulutları ve yağmurlarıyla Dünya'da suyun oynadığı rolü oynuyor. Tüm bunlar, Mars'ta gördüğümüz kanıtlardan da daha ileri olarak Titan'ın

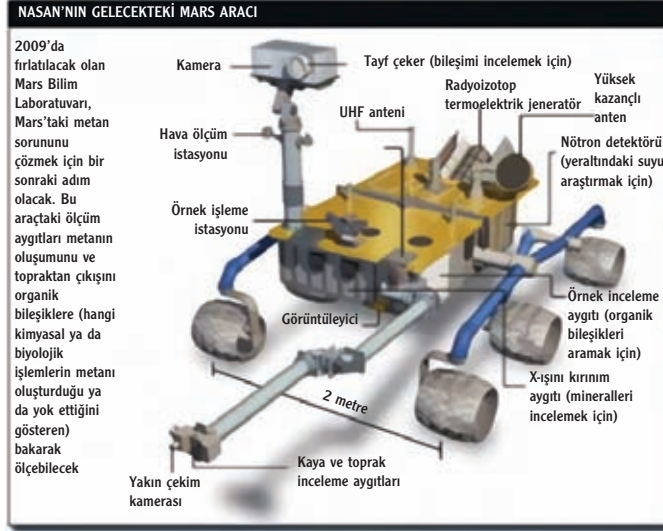
içinde depolanmış olan metanın yüzeye çıkmak ve oradan da buharlaşıp atmosfere karışmakta zorlanmadığının kanıtlarını sunuyor.

Peki Titan'ın metanın oluşmasında biyolojinin de bir rolü olabilir mi? NASA Ames Araştırma Merkezi'nden Christopher McKay ile, Strasbourg'daki (Fransa) Uluslararası Uzay Enstitüsü'nden Heather Smith, Washington Eyalet Üniversitesi'nden Dirk Schulze-Makuch ve Denver Doğa ve Bilim Müzesi'nden David Grinspoon, asetilen ve hidrojenin Titan yüzeyinin -179 derecelik aşırı soğuşunda bile metanojen organizmalar için besin görevi yapabileceğini önerdiler. Bu biyojenik süreç su gerektirmediğinden Dünya'daki metanojenler ve eğer varsa Mars'taki kuzenlerinin yararlandığı süreçten farklı. Su yerine Titan yüzeyindeki sıvı hidrokarbonlar gerekli ortamı sağlıyor.

Ama bu varsayımın bir sorunu var. Huygens'in sağladığı veriler, yeraltında bir asetilen kaynağını dışlıyor. Bu bileşik, atmosferdeki metandan kaynaklanıyor olmalı. Dolayısıyla argüman, kendi kuyruğunu kovalayan bir argüman haline geliyor: Metan üretilebilir için (mikroplar aracılığıyla) metana gereksinimimiz var. Ayrıca Titan üzerindeki metan miktarı öylesine büyük ki, mikropların bu miktarı üretilebilmesi için fazla mesai yapıp besin stoklarını hızla tüketmesi gerekir.

Bu engeller nedeniyle metanın varlığı için biyolojik bir açıklama, Titan için Mars'ta olduğundan daha az çekici. Yine de üzerinde yaşanabilirlik varsayımı araştırmaya değer görünüyor. Bazı biliminsanları bu ayın bir zamanlar yaşama evsahipliği yapmış ya da hâlâ yapabilecek olduğunu savunuyorlar; çünkü azot ve metanı biyolojinin öncülleri olacak moleküllere dönüştürebilecek kadar Güneş ışığı alıyor.

Yeraltında bir su-amonyak karışımı, bir miktar metan ve başka hidrokarbonların da varlığıyla karmaşık moleküller, hatta canlı organizmalar için dost bir ortam olabilir. Uzak geçmişte genç Titan hâlâ soğumaktayken üzerinde sıvı su bile akmış olabilir.



Organik Besin

Mars ve Titan'daki metan kaynaklarını belirlemeye yardımcı olacak önemli bir ölçüm, karbon izotoplarının oranı olacaktır. Dünya'daki yaşam, karbon 13'e kıyasla bağlanmak için daha az enerji isteyen karbon 12 tercihi göze evrimleşmiş. Amino asitler birleştiklerinde, ortaya çıkan proteinler daha ağır olan izotopun belirgin eksikliğini sergiliyorlar. Dünyada yaşayan canlılardaki karbon 12, karbon 13'ten 92-97 kat daha fazla. İnorganik maddelerdeyse standart oran 89,4.

Ancak, Titan'da Huygens sondası, metandaki oranı 82,3 olarak ölçtü; ki, bu inorganik maddeler için standart Dünya oranının altında. Bu durum bizim tanıdığımız biçimde bir yaşamın varlığını yadsıyor. Bazı biliminsanlarıysa Titan'da yaşamın Dünya'dakinden farklı evrimleşmiş olabileceğini ya da inorganik izotop oranının orada farklı olabileceğini öne sürüyorlar.

Henüz kimse Mars için karbon izotop oranını belirleyebilmiş değil. Bu ölçümü yapabilmek, Mars'taki metan gazı derişiminin Titan'dakinin milyarda biri olduğu göz önünde tutulduğunda hiç de kolay değil.

NASA'nın geliştirdiği ve 2010 yılında Mars yüzeyine indirilecek olan Mars Bilim Laboratuvarı adlı robot gezginin, metan ve belki de öteki organik maddeler içindeki karbon izotoplarının duyarlı ölçümlerini yapacağı umuluyor. Araç aynı zamanda katı ve gaz örneklerde, geçmiş ya da süren yaşamın başka kimyasal işaretlerini de araştırarak. Örneğin, metanın daha ağır hidrokarbonlar olan etan, propan

ve bütana kıyasla çok yüksek olan oranı. Ya da organik moleküllerin yapılanmalarında sağa ya da sola dönük olma eğilimi.

Bu konularla ilişkili bir soru da organik maddelerin Mars yüzeyindeki görünür eksikliği. Yaşam olmasa bile meteoritler, kuyruklu yıldızlar ve gezegenlerarası toz zerrecikleri geçmiş 4,5 milyar yıl boyunca yüzeye organik madde taşımış olmalıydı. Belki de yanıt, Mars'taki "toz şeytani" diye adlandırılan ve tozları statik elektrik

le yapıştırıp yüzeyde gezinmelerine yol açan yumaklar, toz fırtınaları gibi olaylarda yatıyordu. Bu süreçler güçlü statik elektrik alanları yaratarak hidrojen peroksitin kimyasal sentezine yol açabiliyor. Kuvvetli bir antiseptik olan hidrojen peroksit, yüzeyi hızla sterilize edip üzerinde bulunan organik molekülleri süpürebilir. Güçlü oksitleyici ayrıca bulunduğu yerlerde atmosferdeki metanın yıkımını da hızlandıracığından, Mars atmosferindeki oranların açıklanabilmesi için daha büyük bir metan kaynağının varlığını gerekli kılıyor.

Özetlenecek olursa metan, Titan'ı gizemli bazı yollarla bir arada tutan bir tutkal görevi yapıyor. Metanın Mars'taki varlığı da heyecan verici, çünkü gezegen üzerinde geçmiş ya da süren yaşam formlarının etkisini akla getiriyor. Gelecekte bu her iki gökçismi üzerinde yürütülecek araştırmalar, bir zamanlar yaşam barındırıp barındırmadıkları sorusuna yanıt arayacak. Tanıdığımız biçimde yaşamın metan üretilebilmesine karşılık, metanın varlığı zorunlu olarak yaşamın varlığının işareti değildir. Dolayısıyla gezegenbilimcilerin bu gazın kaynaklarını, yutaklarını ve izotop yapısını, ayrıca hem gaz halindeki hem de katı örneklerde öteki organik maddeleri iyice araştırmaları gerekiyor. Metanın varlığının yaşamla bir ilgisi olmadığı belirlense bile, incelenmesi Mars ve Titan'ın oluşumları, iklimsel geçmişleri, jeolojileri ve evrimleriyle ilgili bazı çok temel bilgileri ortaya koyacaktır.

Atreya, S.K.,
The Mystery of Methane on Mars & Titan,
Scientific American., May 2007
Çeviri: Raşit Gürdilek