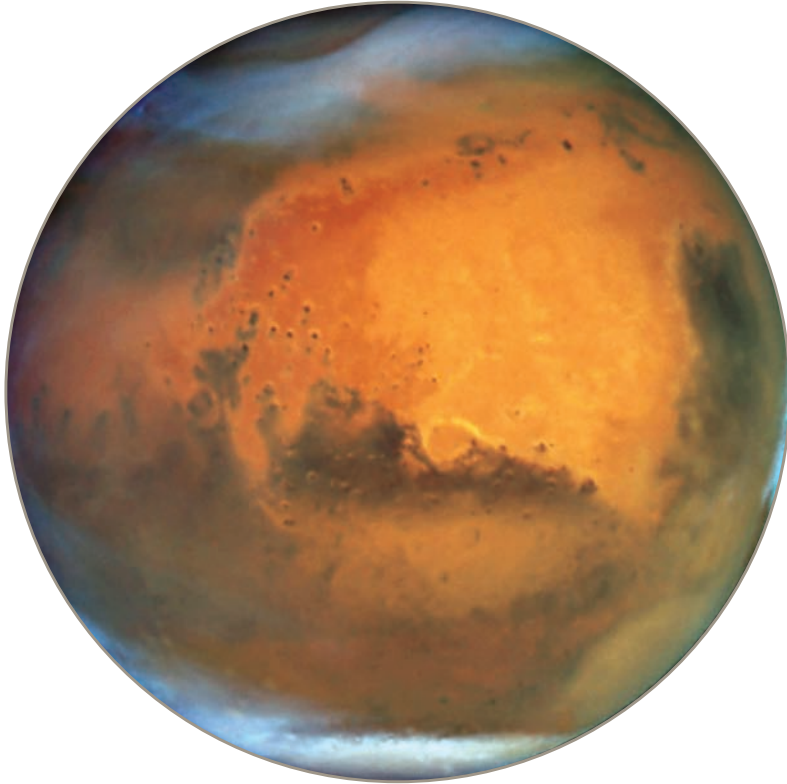


Mars + H₂O + CH₄ = Yaşam?

Mars'ta yaşam olup olmadığı konusundaki tartışmalar yüz yılı aşkın bir süredir gündemde. Her ne kadar Mars'ta bize benzer zeki yaşam olmadığı artık bilinse de, tek hücreli bir organizma bulma umuduyla araştırmalar devam ediyor. Özellikle son beş yıl içinde gezegenin çevresinde dolanan uydularla yapılan gözlemlerde Mars'ta metan gazı bulununca tartışmalar bir kez daha canlandı.



Ne olduysa 1877 yılında İtalyan gökbilimci Giovanni Schiaparelli'nin o yıl Dünya'ya görece yakın konumda bulunan Mars'ı gözlemesiyle başladı. Schiaparelli uzun uzun Mars'a baktı ve gezegenin yüzeyinde kanallar olduğunu ileri sürdü. Sonra da ilk Mars haritasını yayımladı.

Haritada İtalyancada hem yapay hem de doğal su yollarını tanımlamak için kullanılan "canalı" sözcüğü geçiyordu, ama haritanın İngilizce çevirisinde bu sözcük yerine sadece yapay su yolu anlamına gelen "canal" sözcüğü kullanılınca yer yerinden oynadı. O yıllarda hizmete açılan Süveyş ve Panama kanalları da olayın üstüne tuz biber ekti. Amerikalı zengin bir matematikçi olan Percival Lowell, Arizona'da bir gözlemevi kurarak Mars'ı gözledi ve Schiaparelli'nin en büyük destekçilerinden biri oldu. 1900'lü yılların başında yapılan ayrıntılı gözlemlerle, "kanalların" bir yanılsamadan başka bir şey olmadığı ortaya konmuş olsa da insanlar Mars'ta yaşayan canlılar olduğuna inanmaktan vazgeçmedi.

Doğal uydumuz Ay'dan sonra bize en yakın iki gökcismi Venüs ve Mars'tır. Yörüngeye yerleştirilen uzay araçlarıyla yapılan gözlemler sonucu Venüs'ün yaşanacak bir yer olmadığını, gezegende cehennemi bir sıcaklığın hüküm sürdüğünü ve aralıksız sülfürik asit yağmurlarının olduğunu öğrendik. O zaman geriye insanoğlunun yarın başına bir iş gelince hemen kaçabileceği tek gök cismi olarak Mars kalıyordu. Bugün Mars'a insan gönderecek ilk ülkenin büyük bir itibar kazanacağı da göz önüne alınırsa Mars'a insan gönderme çalışmalarının neden iyice hız kazandığı anlaşılır. Şu anda Mars'ın yüzeyinde üç NASA aracı ve yörüngesinde dolanan en az üç yapay uydu var. Tüm bu çalışmalarla Mars'ta yaşayabilir miyiz sorusunun yanıtları

araştırılıyor. En önemli gelişmelerden biri, Mars'ta kutup bölgelerinde yüzeyde, orta enlemlerde ise hemen yüzeyin altında su bulunduğunun gözlemlerle anlaşılmasıydı. Son çalışmalar sonucu atmosferdeki varlığı keşfedilen metan gazı eski tartışmaları yeniden gündeme taşıdı.

Mars atmosferindeki metan, geçmişte gezegende yaşam olduğuna ve hatta günümüzde de olabileceğine mi işaret ediyor yoksa jeolojik bir süreç sonucu mu oluşmuş? Aslında her iki durum da Mars'ın bilinmeyen bir yüzüne ışık tutuyor. Nedir bu kadar büyük bir heyecan yaratan metan? Hangi gezegenlerde, hangi süreçlerle oluşuyor ve önemi nedir?

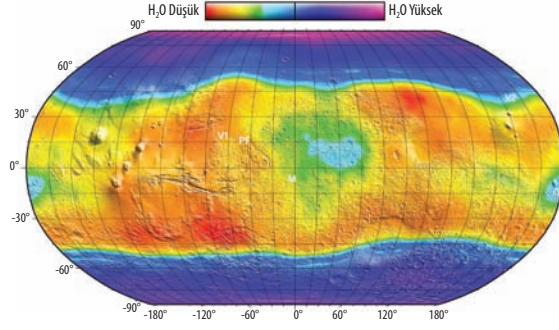
Metan (CH₄), bir karbon (C) ve dört hidrojen (H) atomundan oluşan kimyasal bir bileşik. 1778 yılında İtalyan fizikçi Alessandro Volta (1745-1827) tarafından bulunmuş ve çöplerden, hayvan dışkılarından, bataklıklardan çürüme gazı olarak çıktığı saptanmış.

Dünya'da Metanın Kaynağı

Önce Mars atmosferindeki varlığıyla büyük bir heyecan yaratan metanın Dünya'da biyolojik süreçlerle nasıl ortaya çıktığını ele alalım. Dünya'da metanojen adı verilen, tek hücreli, anaerobik (oksijensiz) koşullarda hidrojen molekülü (H) ve karbondioksitten (CO₂) metan üreten bakteriler vardır. İnek ve diğer geviş getiren hayvanların ve termitlerin sindirim sistemlerinde bulunurlar ve selüloz sindiren enzimleriyle bu canlılara sindirim sürecinde yardımcı olurlar. Bir ineğin bağırsaklarında bulunan metanojen bakteriler günde 200 litreye kadar metan gazı üretebilirler.

Metanojenler birçok farklı tepkimeyle metan üretebilirler. Anaerobik koşullarda organik maddenin parçalanmasıyla ya da inorganik maddenin (CO₂, H₂) sentezlenmesiyle metan açığa çıkarabilirler. Örneğin oksijenin az olduğu göllerde ve bataklıklarda bitkilerin parçalanması sonucu bozulma ürünü olarak ve küresel ısınma sonucu Sibiryada eriyen buzun altındaki topraklardaki donmuş bitki kalıntılarının da erimesi ve çürümeye başlaması sonucu bir sera gazı olarak metan açığa çıkar. Sualtında da bitki kalıntılarının bakterilerce bozulmasıyla ve kömür, petrol yataklarından yan ürün olarak açığa çıkmaktadır.

Ayrıca, okyanus tabanlarındaki tortullarda, metanojen bakterilerin üretmesiyle açığa çıkararak jeolojik yapılar arasında hapsolmuş metanın bir kısmı, doğal gazın en önemli bileşenlerinden biri olarak karşımıza çıkar.



Mars yüzeyindeki suyun dağılımı. Görüldüğü gibi kutup bölgelerinde su miktarı daha fazla, ekvator bölgesinde ise daha azdır.

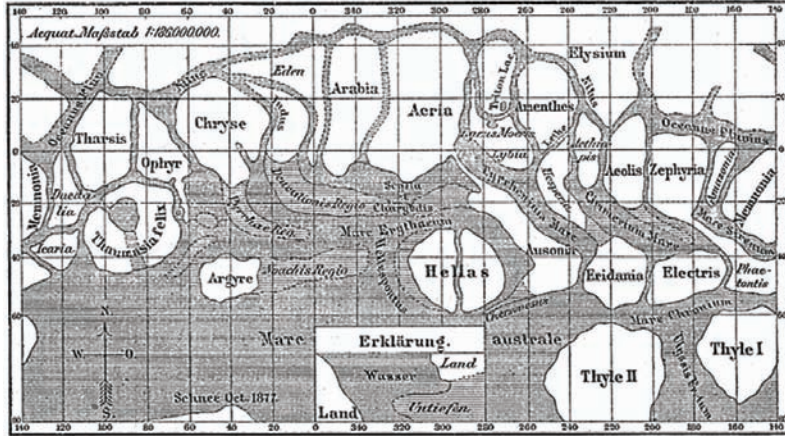
Jeolojik Süreçlerle Metan Oluşumu

Yeryüzünde metan çeşitli jeokimyasal süreçlerle de salınmaktadır. Dış etkenlerin aşındırmasıyla ortaya çıkan yüzey unsurları, erozyon, taşınma, birikme ve sıkışma gibi süreçler sonucu tortul kayalar oluşturur. Tortul kayalar sıcaklığın da etkisiyle su ve atmosfer gibi etkenlerle fiziksel veya kimyasal değişikliklere uğrarlar ve tortulların termal (ısı) olgunlaşması dediğimiz bu süreçle bünyelerindeki metanı açığa çıkarırlar. Yine, volkanik kayalar türlerinden biri olan bazaltlar da atmosfer ve suyla tepkimeye girerek (bazaltların serpantinleşmesi) metan ortaya çıkarırlar. Yağışların sıcak bölgelere inerken ya da soğuyan kayalardan çıkan sıcak suların yüzeye çıkarken bünyelerine aldıkları metanı fay hatları boyunca salmaları da hidrotermal süreçler olarak bilinir.

Güneş Sistemi'nde Metan

Tüm organik moleküller arasında en basit olan ve Güneş Sistemi'nde en bol bulunan organik molekül metandır. Karasal gezegen atmosferlerindeki karbon, hidrojen, helyum ve oksijenden sonra evrende en bol bulunan elementtir ve karbondioksit ya da karbonmonoksit oluşturmak üzere oksijenle birleşir. Bu atmosferlerde Dünya'da olduğu gibi biyolojik ve insan kökenli bir kaynak olmadığı sürece metan ve diğer organik moleküller devamlılıklarını sürdürmez.

Satürn'ün uydusu Titan'ın atmosferi Dünya atmosferine atmosfer kütlesi, yüzey basıncı ve temel bileşeninin azot olması açısından benzer. Titan aynı zamanda diğer organik moleküller açısından Güneş Sistemi'nin en karmaşık atmosferine sahiptir. Titan'da azottan sonra ikinci bol bulunan molekül olan metan, güneş ışığının ve Satürn'ün manyetosferinden gelen elektron bombardımanının etkisiyle çeşitli tepkimelere girer ve sonuçta pek çok karmaşık organik molekül açığa çıkar. Plüton'un atmosferinde temel bileşen azottan sonra metan ve karbonmonoksitten Neptün'ün uydusu Triton'un atmosferinde temel bileşen olarak metan ve ardından azot bulunur.



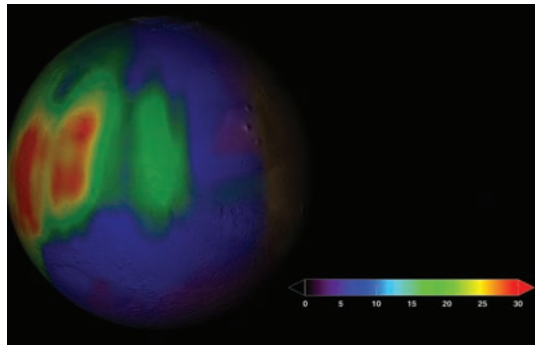
Giovanni Schiaparelli'nin Mars gözlemleri sonucu çıkardığı yüzey haritası. Bu haritada yer alan bazı çizimlerin, teleskopun büyütme gücünün yetersizliğinden kaynaklanan bir yanılsama olduğu 1900'lerin başında kanıtlanmıştı.

Dev gezegenlerin atmosferlerinde düşük sıcaklıklarda karbonmonoksit ve hidrojen gazı birleşir, bu tepkimenin sonucunda metan ve su ortaya çıkar. Bu durum atmosferde en bol bulunan organik molekülün metan olmasına yol açar. Bu nedenle benzer iki dev olan Uranüs ve Neptün metan bakımından en zengin gezegenler.

Görüldüğü gibi metanın karasal bir gezegen olan Mars atmosferinde devamlılığını sağlayabilmesi için bazı özel koşullar gerekiyor.

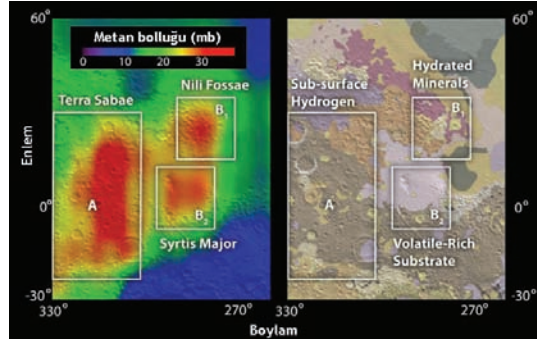
Mars'ta Metanın Keşfi

Mars'ta metanın varlığı 2003 Eylül'ünde NASA'nın Goddard Uzay Uçuş Merkezi'nden Michael Mumma ve ekibi tarafından keşfedildi. Gözlemler Hawaii'deki kızılötesi teleskoplar ve Şili'deki



Kırmızı bölgeler 2003 yılında dünyadaki büyük teleskoplarla yapılan gözlemlerle Mars atmosferinde metan saptanan bölgeleri gösteriyor.

Mars'ın kuzey yarıkürsünde yaz mevsiminde gözlenen metan bulutları. Burada eşel olarak yoğunluğun ne kadar olduğu gösteriliyor. En yüksek yoğunluğun milyarda 30 oranında olduğu görülmektedir.



8,1 metre çaplı Gemini Güney Teleskopu kullanılarak gerçekleştirildi. 2004 Mart'ında Mars Express yörünge aracı tarafından da Mars atmosferinde metan olduğu saptandı. Üçüncü bir ekip 3,6 metrelik Kanada-Fransa Hawaii Teleskopu'nu kullanarak yaptıkları gözlemler sonucunda metan gazını saptadıklarını açıkladı.

Yapılan gözlemlerde "kızılötesi tayfölcümü" denilen bir yöntem kullanıldı. Atmosferde bulunan moleküller, kızılötesi ışınımın değişik dalga boylarındaki bileşenlerini soğururlar. Tayftaki bu soğurma çizgileri o ışığı soğuran element ve moleküllerin parmak izleri gibidir. Tayfta hangi dalga boylarında soğurma çizgileri olduğuna bakılarak gezegenin atmosferinde hangi moleküller bulunduğu belirlenir. Mars atmosferinde metan olduğu da bu yöntemle saptandı.

Michael Mumma ve ekibi yedi yıldır (üç Mars yılı) yaptıkları gözlemler sonucu metanın atmosferde düzgün bir dağılım göstermediğini, aksine bazı bölgelerde daha yoğun olduğunu buldu. Ayrıca metan gazı dağılımı mevsimlere göre değişiyordu; bu değişimin bir haritası Ocak 2009'da yayımlandı.

Metan yoğunluğunun boylama göre değişiminin Mars Express ile yapılan ölçümü, en yüksek değerlerin Arabia Terra, Elysium Planum ve Arcadia Memnonia bölgeleri üzerinde olduğunu gösterdi. Bu durum metan salımının belirli bölgelerde gerçekleştiğine işaret ediyor.

Mars'ta Metanın Kaynağı

Dünyada biyolojik süreçlerle metanojen bakteriler tarafından, bataklıklar, göller ve çöplüklerden açığa çıkan ya da bazı jeokimyasal süreçlerle oluşup yanardağ patlamalarıyla, jeotermal kaynaklarla ve fay hatları boyunca süzülme yoluyla salınan metanı Mars'ta oluşturan ve sürekli üretimini sağlayan süreç ne olabilir?

Mars atmosferindeki metan (CH₄), güneşin morötesi ışığının etkisiyle hidroksil iyonlarıyla (OH) tepkimeye girerek su (H₂O) ve karbondioksit (CO₂) oluşturuyor. Bu nedenle atmosferdeki oranı değişken ve Güneş ışınları tarafından ortalama parçalanma süresi 300 yıl kadar. Eğer atmosferdeki metan Mars'ta geçmişte var olmuş bir yaşam biçimi tarafından üretilmiş olsaydı çoktan kaybolmuş olurdu. Ayrıca bilim insanlarına göre metan Mars atmosferinde birkaç yüzyıldır bulunuyor. Aynı zamanda Michael Mumma ve ekibi, metan bulutlarının tahmin edilenden daha kısa sürede, bir yıl içinde dağılabildiğini gördüler. Bu durum bizi metanın düzenli olarak biyolojik veya kimyasal süreç-

lerle Mars'ta üretildiği gerçeğine götürüyor.

Peki, Mars'ta metan açığa çıkaran jeokimyasal süreçler ne olabilir? Bugün Mars'ta etkin yanardağlar olduğuna dair bir kanıt yok. Ancak geçmişte volkanik etkinliklerle oluşmuş metan, suyla bir tür hidrat (kristal yapısında belli miktarlarda su bulunduran mineraller) oluşturup katlaşılarak metan klatrat oluşturmuş, bu şekilde buz içinde hap solmuş ve yeni yeni salınıyor olabilir.

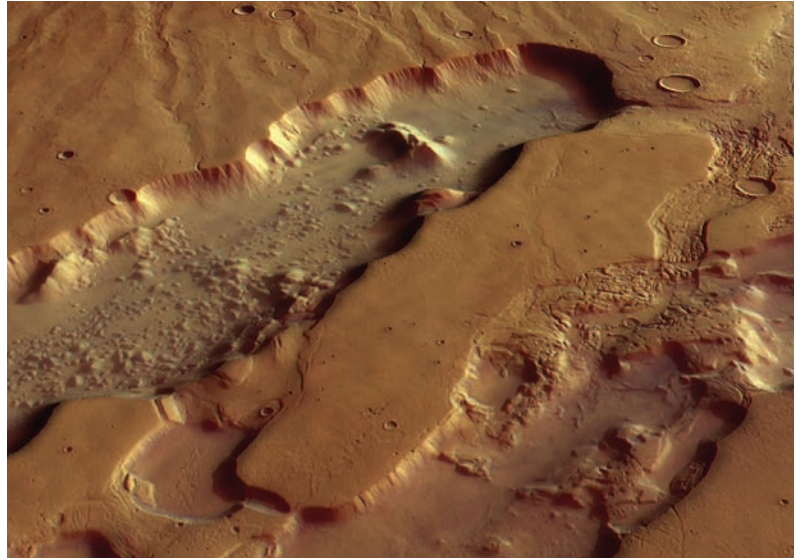
Dünyada metan oluşum süreçlerinden biri olan tortulların termal olgunlaşmasına benzer bir süreçle de metan açığa çıkmış olabilir. Hatta bu süreç biyolojik bir süreçle birlikte işlemiş de olabilir. Şöyle ki daha önce Dünya'nın geçmişindeki iklim koşullarına benzer koşullara sahip olmuş olabileceği düşünülen Mars'ta, o zamanlarda oluşmuş olabilecek biyolojik materyal daha sonraki jeolojik devirlerde havzalarda korunmuş, güçlü göktaşı çarpmalarının olduğu 4,6 ila 3,5 milyar yıl önce (Noach döneminde) de şiddetli gömülme ve ısınma sonucu termal olgunlaşma süreciyle metan oluşmuş olabilir.

Yaz mevsimi ve bahar mevsimleri gibi ılık dönemlerde gözlenen metan bulutları, metanın derin kanyon ve kraterlerin kenarlarındaki çatlaklardaki buzun erimesi sonucu, yüzey altından açığa çıkıyor olması olasılığını akıllara getiriyor. Dünyadakine benzer şekilde bir serpantinleşme süreciyle metan açığa çıkıyor da olabilir. Donmuş toprak altında, suyun sıvı halde bulunabileceği sıcaklıklara sahip derinliklerde, metanojen bakterilerin hayatta kalmış olması da bir olasılık.

Michael Mumma ve ekibi, metan bulutlarının eski yüzey buzlarının veya akan suyun bulunduğu belli olan bazı alanlar üzerinde görüldüğünü belirtiyor. Bu alanlar kuzey yarıkürede Arabia Terra'nın doğusu, Nili Fossae Bölgesi ve Syrtis Major. Yaklaşık Avustralya büyüklüğündeki Arabia Terra geçmiş izlerini taşıyan bazı yüzey şekillerinin bulunduğu tortul bir havza. Yüksek çözünürlüklü Mars Yörünge Kamerası (MOC) tarafından çekilen görüntülerde saptanan birtakım yüzey şekillerinin tortul birikimlerin kalıntıları olduğu düşünülüyor. Tayfsal inceleme çalışmaları da yüzeye yakın bölgelerin su buzunda bulunan hidrojen ve hidrat minerallerince zengin olduğuna işaret ediyor.

Yanıtlar İzotop Oranlarında

Metanın jeolojik bir süreçle mi yoksa biyolojik bir süreçle mi açığa çıktığını saptamanın bir yolu var: İzotop oranlarının ölçümü. Bir elementin izotopları farklı bazı kimyasal özelliklere sahiptir ve



hafif bileşiklerle enzimatik tepkimeler daha hızlı ilerlediğinden yaşam, hafif olan bu izotopları kullanmayı tercih eder. Örneğin döteryum, hidrojenin daha ağır bir izotopudur. Ayrıca yaşam, karbon-14 izotopu yerine daha hafif olan karbon-13 izotopunu tercih edecektir. Bu durumda metan üretiminden sorumlu olabilecek bir yaşam var ise salınan metan ve su, hidrojen ve karbon izotopları için belirgin oranlar göstermelidir.

Bu gözlemleri bilimle örtüşmeyen birtakım varsayımlar öne sürerek kendi amaçları için kullananlar olduğunu hiç unutmayalım. Geçen yıl Mars yüzeyinde bir kayanın üzerine oturmuş bir Marslı görenler metanın bulunmasından sonra daha da iddialı saptamalarda bulunmaya başladılar. Onlara göre Mars'ta yüzeyin hemen altında yaşayan canlılar var ve metanın ortaya çıkmasının nedeni onlar. Yani metanın kökeni olarak biyolojik süreci ileri sürüyorlar. Burada hemen bir espri yapmak mümkün: Demek ki Mars'ta inekler yaşıyor ve kendi enerji kaynaklarını kendileri üretiyorlar!

Metanın kaynağı jeolojik mi biyolojik mi sorusunun yanıtı ne olursa olsun bize Mars'ın bilmediğimiz bir yüzünü gösterecek. Bilim insanları, bu soruyu yanıtlayabilmek için şimdilik yeterli ipucuna sahip olmadığımızı söylüyor. NASA'nın 2009 veya 2010'da Mars'a göndereceği uzay aracı Mars Bilim Laboratuvarı (Mars Science Laboratory) ile izotop oranları ölçülerek bu soruya yanıt verilmeye çalışılacak. Anlaşılan Mars'ın bu sırrının ortaya çıkmasını bir süre daha merakla beklememiz gerekiyor.

Kaynaklar

<http://atlas.cc.itu.edu.tr/~demirvol/metanojenler.html>
<http://www.aof.anadolu.edu.tr/kitap/IOLTP/2281/unite02.pdf>
http://science.nasa.gov/headlines/y2009/15jan_marsmethane.htm?list1010846

<http://www.universetoday.com/2008/11/03/mars-methane-mystery-still-beckons/>
<http://news.bbc.co.uk/2/hi/science/nature/7829315.stm>

Arabia Terra bölgesi, Avrupa Uzay Ajansı ESA'nın Mars Express'le su buharı ve metan saptadığı üç ekvator bölgesinden biridir. Diğer ikisiyse Elysium Planum ve Arcadia Memnonia bölgeleridir.