



**MADEN TETKİK VE ARAMA
GENEL MÜDÜRLÜĞÜ**

**MTA
DOĞAL KAYNAKLAR
VE
EKONOMİ BÜLTENİ**

YIL : 2012

SAYI : 14

SUYU TAKİP ET

Mustafa Yamaç*

Oscar, Nobel ödülleri ve olimpiyatlar gibi uluslararası etkinlikler ne alanda olursa olsun tüm dünyanın ilgisini üzerine çekmeye aday durumdadır. Londra Olimpiyatları ve 5 Ağustos 2012 günü dünya spor tarihine, 400 metre yarı finalinde elense de Oscar Pistorius'un olimpiyatlarda koşan ilk ampute atlet olması ile geçti. Aynı akşam koşulan 100 metre erkekler finalinde ise günlerce tartışılan "Usain Bolt mu yoksa Johan Blake mi kazanacak?" sorusunun cevabı bulundu. Usain Bolt'un 9.63 ile olimpiyat rekoru kırarak altın madalyaya uzandığı anlarda dünyanın diğer tarafındaki NASA Mars Araştırma Laboratuvarı'nda, uluslararası diğer bir konunun heyecanı hüküm sürmekteydi. NASA'nın Spirit ve Opportunity'den sonra Mars'a gönderdiği üçüncü ve en gelişmiş araç olan Curiosity (Merak), 567.000.000 kilometrelik yolculuğunu tamamlamış ve Mars atmosferine girmişti. Curiosity 6 Ağustos sabahı 07.31 de kızıl gezegenin yüzeyine indikten kısa süre sonra yüksek çözünürlüklü ilk renkli fotoğraflarını da dünyaya göndermeye başladı (Şekil 1).



Şekil 1- Navigasyon kamerasından Curiosity'nin bir kısmı ve Mars yüzeyi (<http://mars.jpl.nasa.gov/msl/>).

*Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Böl., 26480, Eskişehir.
Eskişehir Mağara Araştırma Derneği, Üniversite Evleri Sosyal Tesisleri No: 5, Eskişehir

Amerika, Rusya, İspanya ve Kanada destekli gerçekleştirilen ve en az bir Mars yılı (687 Dünya günü) sürmesi beklenen "Curiosity" projesinin, Mars'ta yaşam izlerinin belirlenmesi, iklimsel özelliklerin saptanması, jeolojik özelliklerin karakterize edilmesi ve sonraki insanlı keşiflere hazırlık yapılması gibi amaçları var. (Şekil 2) Curiosity, geçmişte veya günümüzde mikroorganizmaların (ve dolayısı ile yaşamın) Mars'ta bulunup bulunmadığı sorusuna cevap vermeye ve dolayısı ile Mars gezegeninin yaşanabilirliği ile ilgili veri toplamaya çalışıyor. Kimyasal bileşimini belirlemek için yüzeydeki bir kaya parçasını lazer ile parçalayan Curiosity, robotik kolları ile içerdikleri organik maddeler ve çevresel koşullarda mikrobiyal bir yaşamın mümkün olup olmayacağını belirlemek için toprak ve kaya örnekleri topluyor.



Şekil 2- Dünya ve Mars gezegenleri.

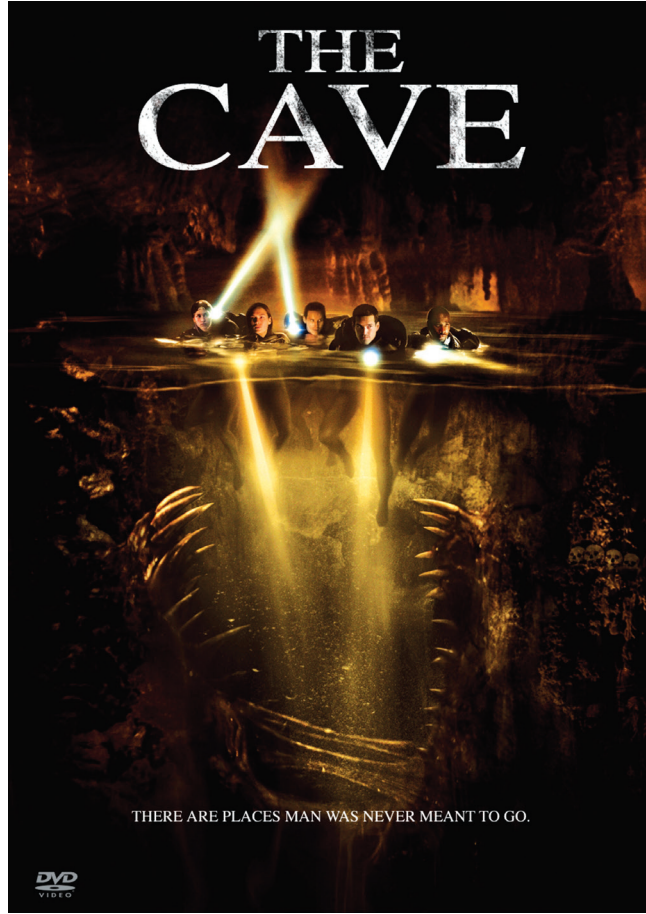
Canlılık ile ilgili araştırmalarda ana hedef canlılığın kendisi bulunamıyor ise izlerinin bulunması yönündedir. Bu kapsamda, Mars araştırmalarının özel hedeflerinden birisi de eskiden ve günümüzde sıvı ya da katı formda suyun varlığının belirlenmesidir. Bu durum dünyada suyun bulunduğu her ortamda canlıların da bulunması ve suyun yaşam için vazgeçilmez bir bileşen olmasından kaynaklanmaktadır. Mars'ta günümüzde suyun bulunması, bu su yüzeyinde mikroskobik yaşam formlarının bulunması olasılığı nedeni ile önemlidir. Geçmiş zamanlardaki suyun varlığının belirlenmesi ise, o zaman var olması muhtemel canlıların ya da benzerlerinin günümüzde de olabileceği ihtimalini içermektedir. Bu nedenlerle NASA tarafından gerçekleştirilen Mars araştırmalarının en temel ilkesi "suyu takip et" olmuştur. Buna karşın suyu gezegenimizde takip ederek de Dünya dışı yaşamın izlerine ulaşabileceğimizi ileri süren araştırmacılar vardır. Karbonatlı kayaların yer altı suları tarafından eritilmesi ve aşındırılması ile oluşan mağaralar, hem mağaracılık disiplini ile ilgilenen sporcular hem de yaşamın izlerini kovalayan bilim insanları için cazibesini artarak sürdüren bir habitat gibi görünüyor (Şekil 3).



Şekil 3- Oylat Mağarası (Yahya Karataş).

Uzay ortamında mikroorganizmaların varlığını değerlendirebilmek için en genel olarak iki yaklaşım düşünülebilir. İlk olarak, yaşamın uzay koşullarında oluşabilirliğini, ikinci olarak, dünyasal bir organizmanın uzay koşullarında hayatta kalabilirliğini sorgulamak gerekir. İlk yaklaşım için ilkin Dünya koşulları ile Mars koşullarını karşılaştırmak bir alternatif olabilir. İlkin Dünya, oksijen yokluğu, şiddetli sıcaklık değişimleri, filtelenmemiş güneş radyasyonu gibi koşulları ile günümüzde var olan biyolojik sistemler için yaşamsal koşullarının oldukça zor olduğu bir ortamdır. Bu nedenle olası yaşam formlarının hayatta kalabilmeleri yer altına çekilmeleri ile daha mümkün olabilmelidir. Nitekim geçmişteki mikrobiyal yaşamı öğrenmeye yönelik araştırmalar da daha çok yüzey altı ortamların ve özellikle mağaraların mikrobiyal yaşamı üzerine odaklanmıştır (Boston, 2001). Curtin Teknoloji Üniversitesinden Birger Rasmussen ve diğerleri (2009), modern bazaltik mağaralarda yaptıkları çalışma ile ilkin Dünya koşullarında, yüzey altındaki boşlukların yaşanabilir çevreler olduğunu ve bu ortamların mikrobiyal biyofilm oluşumunu desteklediğini ileri sürmüşlerdir. Rasmussen, “yüzeydeki yüksek ve tehlikeli radyasyondan kaçmak için boşluklara sığınmanın iyi bir seçenek olduğunu” ifade etmektedir. Rasmussen ve arkadaşlarının “Geology” dergisinde yayınlanan bu makalesi, benzer durumun Dünya’ya benzer koşullara sahip olan Mars’ ta da geçerli olabileceği savını güçlendirmektedir. Mars koşullarının ilkin Dünya’dan çok da farklı olmadığı ve bu nedenle yaşamın Mars’ ta da yer altına sığınmış olabileceği düşünülmektedir. Bu nedenle Mağara mikrobiyolojisinden Dünya’ nın tarih öncesi zamanlarına ilişkin elde edilen ve edilecek olan verilerin, Mars gibi gezegenlerde bulunması olası mikroorganizmaların özellikleri konusunda veri sağlayabileceği öngörülebilir (Boston, 2001).

Meşhur “The Cave” (Şekil 4) filmine esin kaynağı olan Romanya’daki Movile mağarası, otokton (dış ortamdan besin maddesi almayan ve besinini kendisi üreten) ekosistem olarak kendine yeten bir sistemdir.



Şekil 4- “The Cave” filminin afişi.

Benzer özellikteki Cueva de las Sardinias mağarası da Meksika’dan rapor edilmiştir (Langecker ve diğerleri, 1996). Movile mağarasında bulunan canlıların 5.5 milyon yıl önce yüzey ile bağlantısını kapattığı ve sahip olduğu besin zinciri ile özelleşerek günümüze dek kendi kendine evrimleştiği düşünülmektedir. Mağarada bulunan 48 hayvan türünden 33 tanesinin dünyanın hiç tanımadığı yeni türler olması mağaranın “biyolojik bir zaman kapsülü” olma özelliğini vurgulamaktadır (Skindrud 1996; Rohwerder ve diğerleri, 2003). Böyle geniş bir komünitenin, kemolitotrofik mekanizma ile kendisini beslemesi ve devam ettirmesi ile Movile mağarası, Larry Lemke (NASA) tarafından “Mars analogu mükemmel bir bölge” olarak tanımlanmıştır. Bu nedenle Movile ve benzer mağaralardan elde edilecek verilerin gelecekte Mars’ ta bulunması olası yaşam araştırmaları için önemli ipuçları sağladığı/ sağlayacağı açıktır. Sonuç olarak, Dünya dışı yaşam konusunda ipuçları bulabilmek için mağara oluşumunda birinci derece önemi olan suyu takip etmeye devam edebiliriz.

Dünya’dan elde edilen mikrobiyolojik verilerin Dünya dışı ortamlara taşınmasını öngören çalışmaların diğer bir örneğinde, bazalt-buz ara yüzeyinden elde edilen nötrofilik demir oksitleyen mikroorganizmalar incelenmiştir. (Popa ve diğerleri, 2012). Dünya koşullarında buz ve bazalt arasındaki sınırın Mars’ın bazı yüzey altı çevreleri ile çok benzer olduğu vurgulanmaktadır. Bu bakış açısı ile bu araştırmada elde edilen *Pseudomonas* cinsinden bir bakteri, Fe (II) oksidasyonu, bikarbonatı karbon kaynağı olarak kullanabilme, 5 °C gibi donma sıcaklığına yakın bir koşulda büyümeye devam etme, düşük oksijen koşullarında yaşayabilme gibi özellikleri ile dikkat çekmektedir. Bu organizmanın ‘Olivine’ olarak isimlendirilen ve Mars’ ta da bulunan demir açısından zengin bir mineralde büyüebilmesi,

mağarasından (New Mexico) izole edilen çok sayıda mikroorganizmanın hayatta kalabilmesi, Mars' ta da yer altına sığınan yaşam formları olma olasılığını güçlendirmektedir. Ancak denemeler, Mars'ın koşullarından farklı olarak suya doymuş bir ortamda gerçekleştirilmişti. Bu nedenle, Boston ve diğerleri (2009) tarafından yapılan çalışmalar Mars' ta suyun bulunması ile aynı zamanda yaşamın da bulunabileceği savını desteklemekteydi. Sonuç olarak, kızıl gezegende yaşama ulaşmak için suyu takip etmeye devam etmek gerekecek gibi görünüyor.

Sırada ne mi var? NASA, Mars' ın üst atmosferinden uzaya kaçan gazların ne olduğunu ve zaman boyunca iklim değişiminde rollerini öğrenmek için 2013 yılının sonbaharında tasarlanan "The Mars Atmosphere and Volatile Evolution (MAVEN)" projesinde gazların ve suyun izini sürmeye hazırlanıyor. Oscar Pistorius ve Usain Bolt, 2016 Rio olimpiyatları'na hazırlanmaya başladı bile. Mikrobiyologlar yeni deneylerini tasarlarlarken mağaralar, suyu takip edecek olan sporcular ve bilim insanlarını bekliyor.

DEĞİNİLEN BELGELER

Boston PJ., Ivanov MV. ve Mc Kay CP, 1992, On the possibility of chemosynthetic ecosystemin subsur face habitats on Mars, *Icarus*, 95, 300-308.

_____, Spilde MN, Northup DE., Melim LA., Soroka DS., Kleina LG., Lavoie KH., Hose LD., Mallory LM., Dahm CN., Crossey LJ. ve Schelbe RT. 2001, Cave Biosignature Suite: Microbes, Minerals and Mars, *Arstrobiology*, 1, 25-55.

_____, Todd P., van de Camp J., Northup D. ve Spilde M. 2009, Mars Simulation Challenge Experiments: Microorganisms from natural rock and cave communities, *Gravitational and Space Biology* 22, 2, 39-43.

Ege, B., Curiosity Mars' ta , TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi, 4, Eylül 2012.

Friedmann, E.I. ve Koriem, A.M., 1989, Life on Mars: how it disappeared (if it was ever there), *Adv. Space Res.*, 9, 167–172.

Gómez F., Mateo-Martí E., Prieto-Ballesteros O., Martín-Gago J. ve Amils R. 2010, Protection of chemolithoautotrophic bacteria exposed to simulated Mars environmental conditions, *Icarus*, 209, 482–487.

<http://mars.jpl.nasa.gov/msl/>

Langecker TG, Wilkins H. ve Parzefall J. 1996. Studies on the trophic structure of an energy-rich Mexican cave (Cueva de las Sardinias) containing sulfurous water. *Memoires de Biospeol* 23: 121-5.

Popa, R., Smith, A., Rodica, P., Boone, J., ve Fisk, M. 2012. Olivine-Respiring Bacteria Isolated from the Rock-Ice Interface in a Lava-Tube Cave, a Mars Analogue Environment. *Astrobiology*, 12, 1, 9-18.

Rasmussen, B., Blake, T.S., Fletcher, I.R. ve Kilburn, M.R., 2009, Evidence for microbial life in sedimentary cavities from 2.75 Ga terrestrial environments, *Geology*, 37, 5, 423-426.

Rohwerder, T., Sand, W. ve Lasca, C., 2003, Preliminary Evidence for a Sulphur Cycle in Movile Cave, Romania, *Acta Biotechnol.*, 23, 1, 101–107.

Skindrud, E., 1996, Romanian cave contains novel ecosystem, *Science News*, 149, 29, 405.