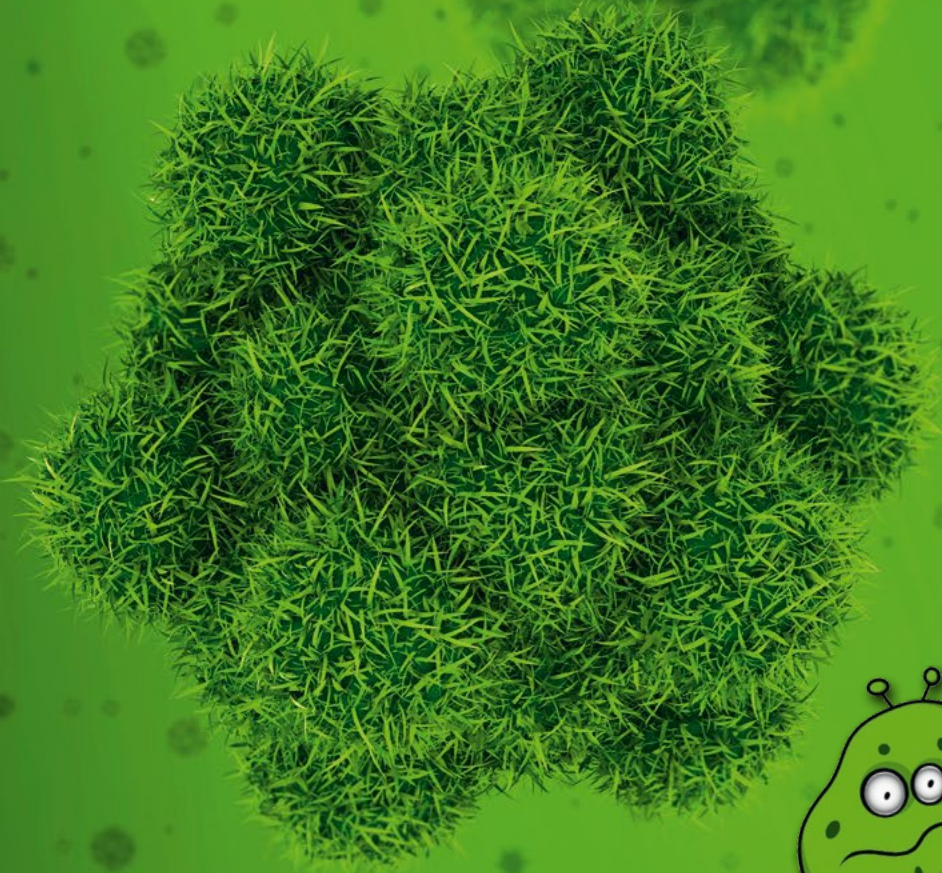
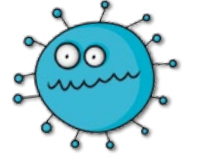


Mikroorganizmaların Varlığını Belirleyen Nanosensör

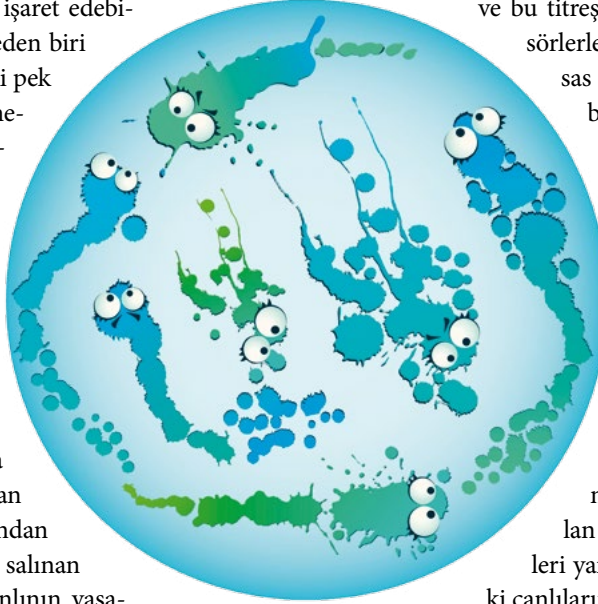
Günümüzde Dünya dışında da canlıların yaşayıp yaşamadığını belirlemek amacıyla pek çok araştırma yapılıyor.

Bu araştırmaların bazıları çok uzak gök cisimlerinden bize ulaşan ışığın incelenmesine bazıları ise robot araçlarla yerinde ölçüm yapılmasına dayanıyor.



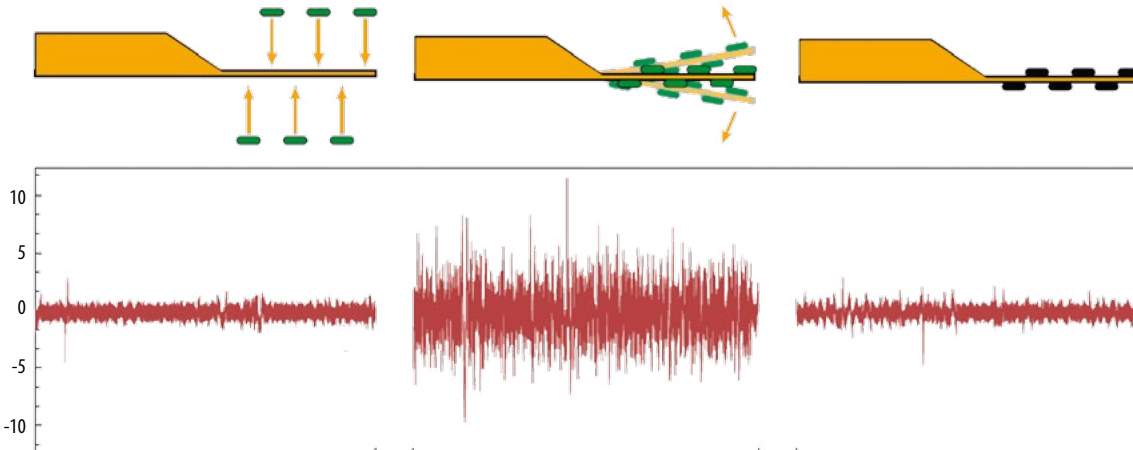


Bu araştırmalarda kullanılan yöntemlerin ortak özelliği, üzerine araştırma yapılan gök cisminde canlıların yaşadığına işaret eden kimyasal maddeler belirlemeye çalışmak. Örneğin Mars'a gönderilen son uzay aracı *Curiosity*, üzerindeki analiz cihazlarını kullanarak Mars topraklarını ve atmosferini inceliyor ve yaşam izleri bulmaya çalışıyor. Ancak sadece kimyasal analiz yaparak net sonuçlar elde etmek mümkün değil. Örneğin canlıların varlığına işaret edebilecek çok sayıda maddeden biri de metan. Yeryüzündeki pek çok canlı atmosfere metan saldığı için, bir gezegende metana rastlanması, o gezegende canlıların yaşadığına dair bir işaret olabilir. Ancak metanın varlığı belirlense bile, bu, o gezegende kesinlikle canlıların yaşadığı anlamına gelmiyor. Çünkü metan sadece canlılar tarafından üretilen ve atmosfere salınan bir gaz değil, hiçbir canlının yaşamadığı ortamlarda meydana gelen kimyasal tepkimeler sonucunda da metan ortaya çıkabiliyor. Canlıların varlığına işaret ettiği düşünülen diğer pek çok molekül için de aynı durum geçerli. Dolayısıyla kimyasal maddelerin varlığını belirlemeye dayalı yöntemlerin, Dünya dışındaki canlıların muhtemel varlığının keşfedilmeye çalışıldığı araştırmalar için tek başına yeterli olduğu söylenemez. İsviçre'deki ve Belçika'daki çeşitli üniversitelerde çalışan bir grup araştırmacının geliştirdi-



ği yeni bir yöntem ise mikroorganizmaların varlığını büyük bir kesinlikle belirlemeye imkân veriyor. Dr. S. Kasas ve arkadaşlarının geliştirdiği yeni yöntem, bir sensör yardımıyla mikroorganizmaların sebep olduğu titreşimlerin ölçülmesine dayanıyor. Canlıların hem ortam içindeki hareketleri hem de metabolik faaliyetler sebebiyle meydana gelen değişiklikler, nanometre (metrenin milyarda biri) ölçeğinde titreşimlere neden oluyor ve bu titreşimler nanomekanik sensörlerle ölçülebiliyor. Çok hassas bir biçimde ölçüm yapabilen bu cihazlar, sistemde zaman içinde meydana gelen değişikliklerin takip edilmesine de imkân veriyor. Bu cihazların diğer önemli özellikleri ise hafif olmaları ve çok az enerji ile çalışmaları. Geliştirilen yeni fiziksel ölçüm yöntemi ve günümüzde kullanılan kimyasal ölçüm yöntemleri yardımıyla, Dünya dışındaki canlıların varlığı ile ilgili daha kesin sonuçlara ulaşmak mümkün olabilir.

Geliştirilen yöntemin çalışma ilkesi şu şekilde özetlenebilir: Mikro boyutlardaki bir kaldırmaç, içerisinde analiz yapılacak göze yerleştiriliyor ve ölçüm yapılacak örnekler bu kaldırmaçın yüzeyine konuyor. Örneğin içindeki canlıların hareketleri, kaldırmaçın titreşmesine neden oluyor ve bu titreşimler ölçülerek kaydediliyor. Bu yöntemin zaman çözünürlüğünün ve duyarlılığının mikroorganizmalar ile ilgili araştırmalar için ideal olduğu belirtiliyor.



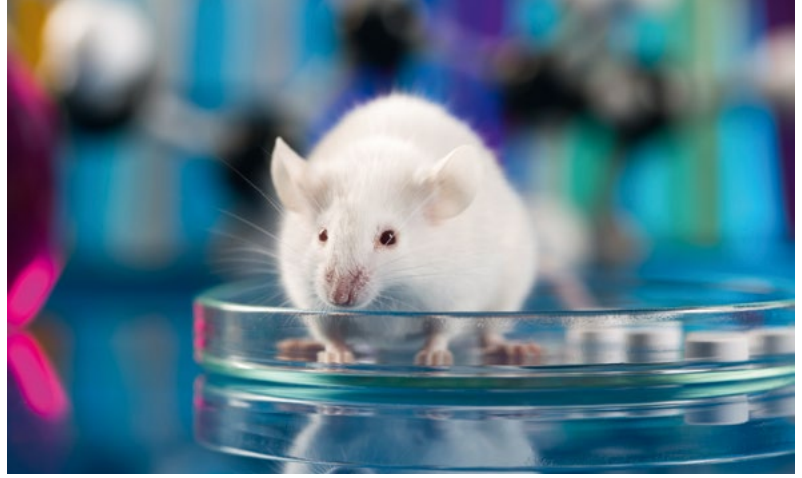
Geliştirilen cihaz, hava ya da sıvı içinde çalışabiliyor. Ancak ölçümler sıvılar içinde yapıldığında çok daha fazla bilgi edinilebiliyor. Çünkü bu durumda üzerinde ölçüm yapılan sıvının içine çeşitli kimyasal maddeler ekleyerek sistemde meydana gelen değişiklikleri incelemek de mümkün oluyor. Bu yöntemin geleneksel kimyasal ölçüm yöntemlerine göre en önemli avantajı, herhangi bir yaşam biçimini belirleyebilmesi. Çünkü kimyasal ölçüm yöntemlerinde canlıların ürettiği kimyasal maddelere odaklanıyor. Dolayısıyla bu yöntemlerle olumlu sonuç elde edebilmek için keşfedilmeye çalışılan canlıların me-

tabolik faaliyetler sonucunda hangi maddeleri ürettiğiyle ilgili önceden bir fikir sahibi olmak gerekiyor. Eğer başka gezegenlerdeki canlılar Dünyadakilerden farklı metabolizmalara sahipse, ürettikleri maddeler de yeryüzündeki canlıların ürettiklerinden çok farklı olabilir ki, bu durumda bu canlıların varlığını belirlemek imkânsızlaşır. Geliştirilen yeni yöntem ise sadece canlıların sebep olduğu hareketlerin belirlenmesine dayanıyor. Hareket etmek tüm canlıların ortak özelliği olduğu için, bu yöntemi kullanarak daha önce hiç bilinmeyen yaşam biçimlerinin varlığını bile belirlemek mümkün olabilir.

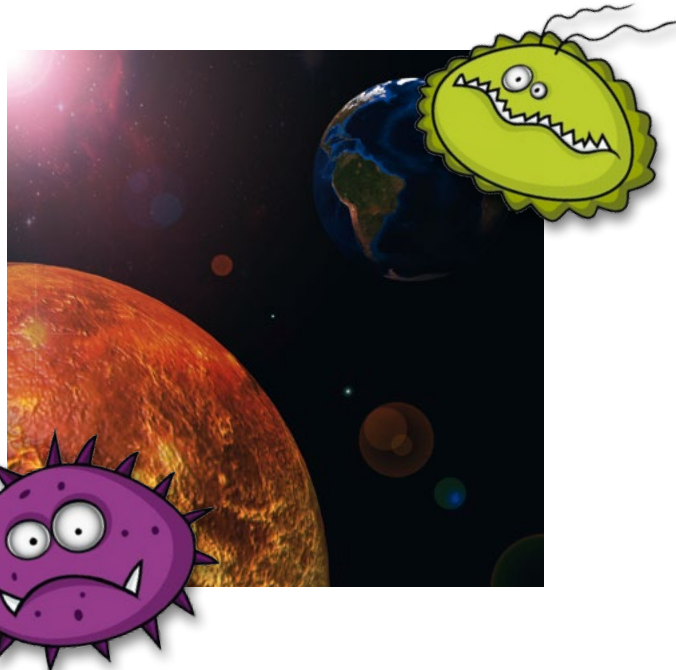


Araştırmacılar, geliştirdikleri yöntemi kullanarak çeşitli mikroorganizmaları incelemiş. Bu organizmalar arasında *Escherichia coli* ve *Staphylococcus aureus* bakterileri, *Candida albicans* maya hücreleri ile farelere, insanlara ve bitkilere ait çeşitli hücreler de var. İncelenen durumların tamamında, canlı hücreleri içeren sistemler kaldırıcın üzerine yerleştirildikten sonra titreşimlerin arttığı görülüyor ve deneysel veriler bu artışın hücrelerdeki metabolik faaliyetlerden kaynaklandığını gösteriyor. Sıvıların içine besin eklendiği zaman hücrelerdeki metabolik faaliyetler ve dolayısıyla da kaldırıcın titreşimi artıyor. Sıvıların içine hücrelerin metabolizmasını yavaşlatan kimyasal maddeler eklendiğindeyse titreşimler azalıyor.

Yapılan ölçümler sadece canlıların varlığı ile ilgili değil, aynı zamanda bu canlılarda hangi süreçlerin aktif olduğu ile ilgili de bilgi veriyor. Örneğin araştırmacılar, *E. coli* bakterileri ile yaptıkları deneylerde bakterilerin hareket etmesini sağlayan kamçıların sebep olduğu titreşimleri incelemiş. Bu bakterileri içeren sıvılara glikoz eklendiği zaman titreşimler önce artıyor, daha sonra azalıyor. Titreşimlerdeki artış glikoz moleküllerinin parçalanması sırasında yaşanan kimyasal süreçlerden kaynaklanıyor. Titreşimlerin daha sonra azalması ise glikoz çözeltisinin bakterilerin kamçılarının hareketlerini engellemesine bağlıyor. İnsan ve fare hücreleriyle de çeşitli metabolik faaliyetlerin sebep olduğu titreşimler üzerine deneyler yapılmış. Ancak bu yöntem ile elde edilen verileri kullanarak hücrelerde meydana gelen çok sayıda faaliyetin tamamını doğru bir biçimde belirleyebilmek için hâlâ çalışmalar yapılması gerekiyor.



Araştırmacılar geliştirdikleri yöntemi, içinde hangi canlıların olduğu bilinmeyen çeşitli toprak ve su örnekleri üzerinde de test etmiş ve yöntemin her durumda başarılı olduğu görülmüş. Bu durum, yeni yöntemin, haklarında hiçbir şey bilinmeyen canlıların varlığını belirlemek için bile kullanılabileceğini doğruluyor ve yeni yöntemi özellikle Dünya dışındaki canlıların varlığı ile ilgili araştırmalar için ideal yapıyor. Gelecekte Güneş Sistemi'ndeki diğer gök cisimlerinde, canlıların varlığı ile ilgili yapılacak araştırmalarda kullanılacak robot araçlara, kimyasal analiz cihazlarının yanı sıra nanomekanik hareket ölçüm cihazları da eklenebilir. Böylece elde edilen verilerden daha anlamlı sonuçlar çıkarmak mümkün olur.



Kaynak

- Kasas, S., ve ark., "Detecting nanoscale vibrations as signature of life", *Proceedings of the National Academy of Sciences*, Cilt 112, s. 378-381, 2014, <http://dx.doi.org/10.1073/pnas.1415348112>