

Dünya Dışında Yaşam:

MARS ve ÖTESİ

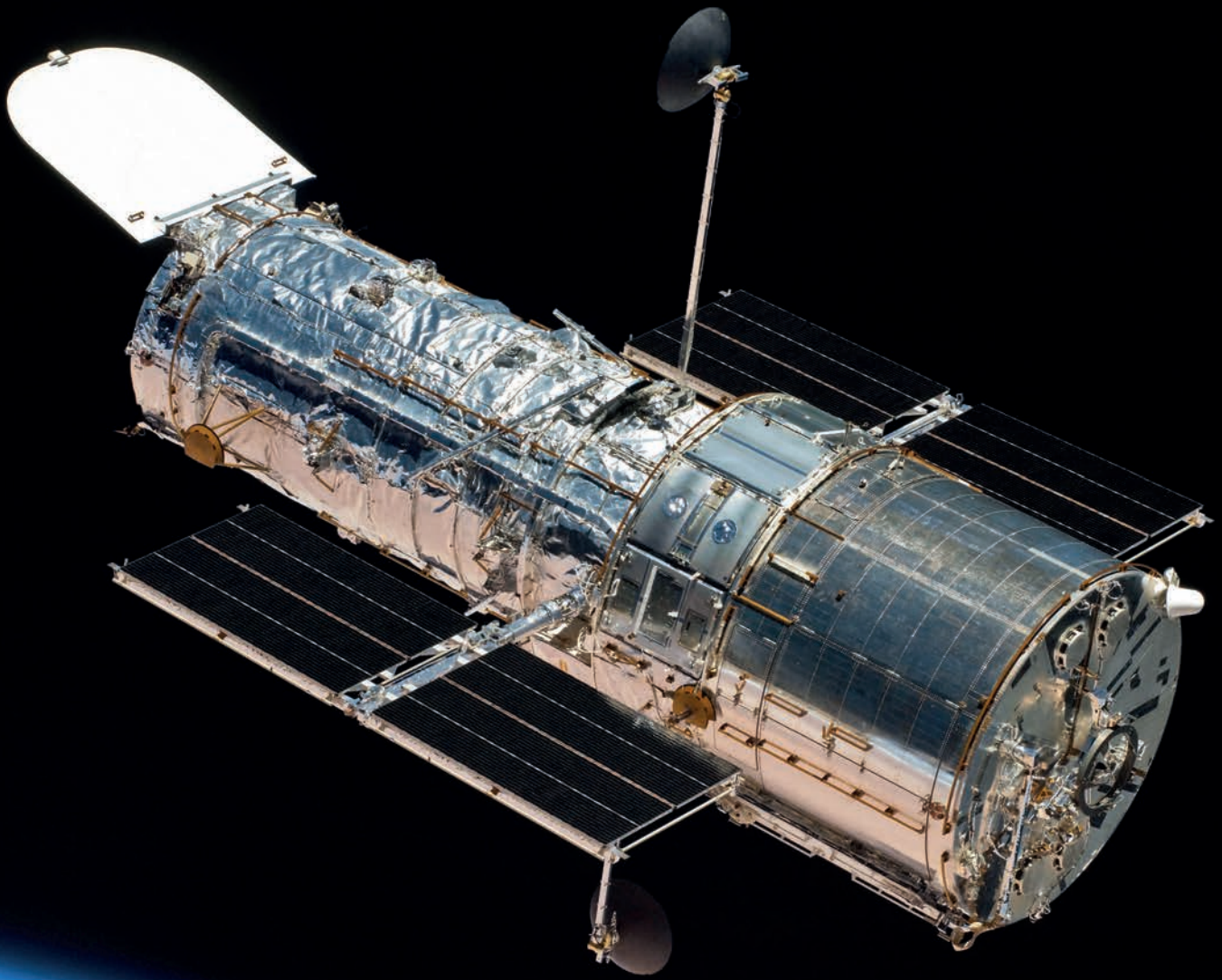
Prof. Dr. Ersin Göğüş [Sabancı Üniversitesi Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi

Yaşayan varlıklar olmamıza ve yaşamın milyarlarca yıldır sürdüğü bir gezegende bulunmamıza rağmen, yaşam hakkında bilmediklerimiz bildiklerimizin ötesinde. En önemli bilinmeyen ise yaşamın kökeni. Dünya çok sayıda yaşam formuna ev sahipliği yapıyor olsa da yaşamın kökenine dair izlerinin çoğu silindi.

Yaşamın izlerini Dünya dışında sürmek oldukça zor, ancak artık mümkün.

*“İki olasılık mevcut. Ya evrende yalnızız ya da değiliz.
İkisi de eşit derecede ürkütücü.”*

Arthur C. Clarke, bilim kurgu yazarı



Hubble Uzay Teleskobu

Üzerinde biraz kafa yorarsak evrende yalnız olma fikrinin neden ürkütücü olduğunu daha iyi özümseriz. Özellikle son 30 yıldır *Hubble* Uzay Teleskobu'nun gerçekleştirdiği gözlemler sayesinde görünen evrenin boyutları ve davranışı hakkında çok şey öğrendik. Bize en uzak gökcismi bizden 46,5 milyar ışık yılı mesafede. Bu uzaklığı kilometre birimiyle ifade etmek istesek 4.4 yazıp sonrasına 23 tane sıfır eklememiz gerekir. Düşünün, bu muazzam büyüklükteki uzayda adına Dünya dediğimiz bir gezegende yaşıyoruz. Acaba gerçekten yapayalnız mıyız?

Dünya dışı deyince akla astronomi ve uzay bilimleri, yaşam deyince ise biyoloji bilimi gelir. Dünya dışında yaşam ise doğal olarak astrobiyoloji bilimini önümüze çıkarıyor. Çok değil sadece 60 yıl kadar önce insanlık uzaya adımını attı. "Evrende yalnız mıyız?" sorusu binlerce yıl öncesine dayansa da bunu araştırmaya yönelik, deyim yerindeyse, somut adımlar sadece 50 yıllık geçmişe sahip.

Bu konuda epey yol almış olsak da hâlâ katedilecek çok yol var. Her ne kadar astrobiyoloji iki bilim dalının ortak çalışmaları yürüttüğü bir alan gibi algılansa da uzaklarda yaşamın izlerini aramak için çok daha fazla sayıda uzmanlık alanının katkısına ihtiyaç duyuluyor. Astronomi ve biyolojiye ek olarak, fizik, kimya, jeoloji ve mühendislik bilimleri akla ilk gelenler. Diğer bir deyişle, astrobiyoloji gerçek manada disiplinlerarası bir çalışma platformu.

Dünya dışında yaşamın izlerini sürebilmemiz için öncelikle yaşam için gerekli şartları doğru tanımlamalıyız. Nerede ne arayacağımızı ve gözlemlediklerimizin ne anlama geldiğini iyi bilmemiz lazım. İhtiyaç duyduğumuz bu bilgiyi uzaklarda aramamıza gerek yok. Basitten karmaşığa oldukça çok sayıda yaşam formunun belli bir ahenk içinde varlığını sürdürdüğü bir ortamda, yaşamın milyarlarca yıldır süregeldiği Dünya'da yaşıyoruz. Önce Dünya'yı ve Dünya'da yaşamı inceleyerek başlayalım.

Yaşamın Temel Taşları

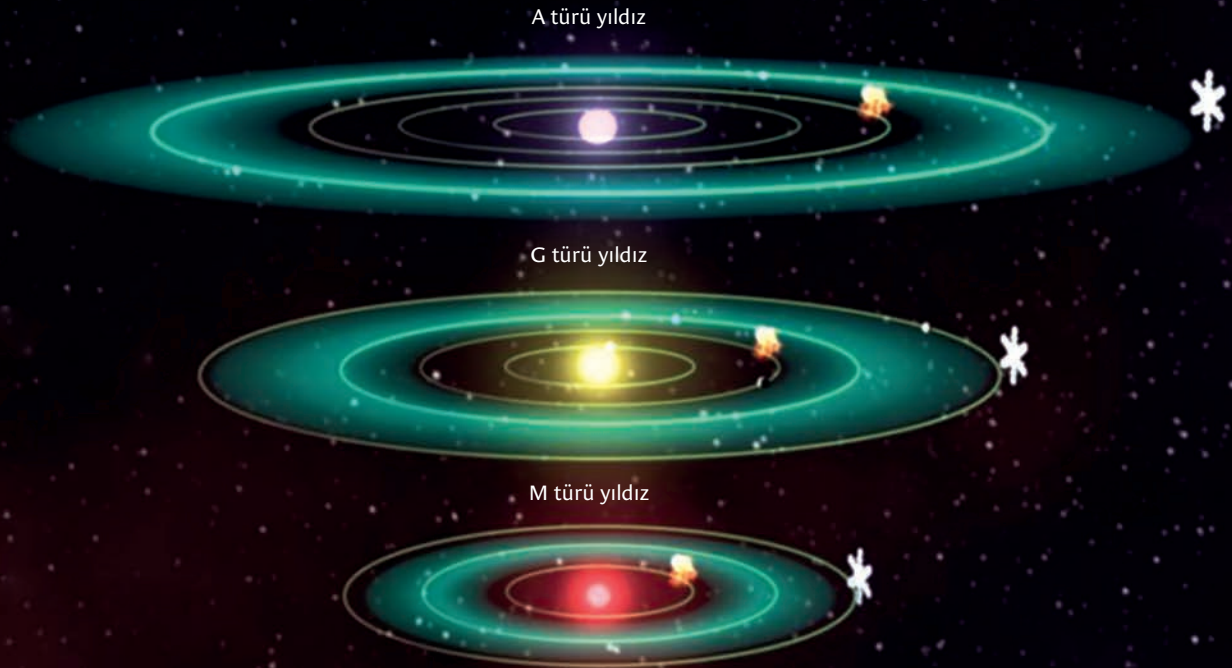
Yaşamın temelini oluşturan, olmazsa olmaz altı element vardır: Karbon, hidrojen, azot, oksijen, fosfor ve sülfür. Hidrojen dışındaki elementler büyük kütleli yıldızların merkezinde füzyon tepkimesi ile meydana gelir ve yıldız ömrünün sonunda süpernova patlaması yapınca yıldızlararası ortama saçılır. Evrende ağır elementleri meydana getirebilecek başka bir süreç mevcut değil. Dolayısıyla patlayan yıldızlar sayesinde, yıldızlararası ortamda yaşam için gerekli hammadde bol miktarda bulunur. Yaşamın oluşabilmesi için bu hammaddelerin Dünya gibi kayaç bir gezegende bir araya gelmesi gerekir.

Gezegenler yıldızların oluşum sürecinde yapılıyor. Bulutsu hipotezine göre Güneş Sistemimiz gibi yıldız ve gezegenler içeren yapılar, yıldızlararası bulutun gaz ve toz bulutsusunun içinde oluşan toprakların kütleçe-

kimsel etki ile çökmesi sonucu oluşuyor. Açışal momentum korunumu nedeni ile topraklar çökerken hızlanıyor ve yassı disk benzeri yapılar oluşuyor. Gezegenler de bu süreçteki daha küçük topraklanmalar sonucu meydana geliyor. Bir başka deyişle, gezegen oluşumu, yıldız oluşumunun yan ürünü. Merkezde bulunan yıldız sistemin olmazsa olmazlarından. Zira merkezdeki yıldız (bizim için Güneş) sistemin en önemli enerji kaynağı.

Güneş Sistemi'nin en büyük kütleli cismi Güneş, sistemin toplam kütlelerinin %99,9'una sahip. Diğer tüm gezegenlerin, göktaşlarının, kuyruklu yıldızların ve yapıların kütleleri toplamı ise Güneş'in yalnızca binde biri kadar. Konuyu fazla dağıtmadan ilginç bir sayısal benzerlikten bahsedelim: Dünyada tüm gereksinimler için kullandığımız enerjinin %99,9'u güneş enerjisi kaynaklı. En basitinden, güneş enerjisi olmasa fotosentez olmaz, soluduğumuz oksijen tükenir; güneş enerjisi olmasa tarım yapılamaz, açlıktan telef oluruz. Uğruna savaşlar yapılan yeryüzü kaynaklı enerji ise toplam ihtiyacın sadece binde birini karşılıyor.

Güneş G türü bir yıldız. Güneş'ten daha sıcak (A türü) bir yıldızın çevresindeki yaşama elverişli kuşak daha ilerde, Güneş'ten daha soğuk (M türü) bir yıldızın çevresindeki yaşama elverişli bölge ise yıldızın daha yakındır.





TESS Uzay Teleskobu

Yaşamın oluşması için enerji kaynağı olarak yıldızın yapılanması ve çevresinde Dünya gibi kayaç bir gezegenin meydana gelmesi gerekli ama yeterli değil. Bu noktada, gezegenin yıldız çevresindeki yörüngesinin nerede konumlandığı da büyük önem taşıyor. Oluşan kayaç gezegen yıldızına ne çok yakında bulunmalı ne de çok uzakta. Zira, yakın konumlar fazla miktarda yıldız ışıması nedeniyle çok sıcak olur, uzaklar ise çok soğuk. Peki, bir kayaç gezegenin yaşam barındırabilmesi için merkezdeki yıldızın ne kadar uzağında bulunması gerekir? Bu sorunun cevabı, yaşamın gerçek anlamda olmazsa olmazı, mucizevi bir madde olan suya bağlı. Bir yıldız çevresindeki yaşama elverişli kuşağı, kayaç gezegenin yüzeyinde, uygun basınç koşulları altında, suyun sıvı hâlde bulunabildiği sıcaklıkları sağlayabilecek bölge olarak tanımlıyoruz.



Susuz Yaşam Olmaz



Su, yaşam için gerçek anlamda olmazsa olmaz. Bir insanın yaşam gereksinimleri açısından, oksijen suyun bir adım önünde durabilir ama bildiğimiz yaşam formlarının istisnasız tamamının ortak gereksinimi su. Su yoksa hayat da yoktur. Bir kayaç gezegende sıvı hâlde su varsa orada mutlaka yaşam vardır denilemez ama söz konusu gezegenin yaşamın başlayıp gelişebilmesi için uygun ortama sahip olduğu söylenebilir.

Kepler Uzay Teleskobu



Bir gezegende yaşamın sağlıklı sürebilmesi için gezegenin koruyucu kalkanlara da sahip olması gerekir. Bu işlevi bizim gezegenimizde atmosfer ve onun da ötesinde yer alan manyetosfer üstleniyor. Güneş her ne kadar bizim en büyük enerji tedarikçimiz olsa da nihayetinde bir yıldız. Diğer bir deyişle, yüzeyinden sadece faydalı ışık ışınları yayan bir gökcisimi değil. Güneş rüzgârları ile çevresine sık sık yüksek enerji yüklü parçacıklar savuruyor. Zaman zaman güneş patlamaları oluyor. Güneş'in taç tabakası yoğun X ışını ve morötesi ışınları yapıyor. Yaşam için tehlike oluşturacak tüm bu parçacıklar ve ışınlar manyetosfer ve atmosferde tutuluyor. Bu sayede yüzünde yaşam için uygun bir ortam mümkün oluyor.

Dünya çok uzaklardan gözlenemez çünkü kendi ışığını üreten bir cisim değil. Dünya'nın ortalama yüzey sıcaklığı 10-15°C mertebesinde. Bu sıcaklığın ışıması sadece kızılötesi dalga boylarında olur ki bu da uzaklardan seçilemez. Güneş bir yıldız, nükleer füzyon ile kendi çekirdeğinde ürettiği enerjiyi yayıyor. Fotosfer olarak adlandırılan Güneş'in görünen yüzeyinin sıcaklığı 5500°C'nin üzerinde. Doğal olarak ışıması uzaklardan seçilebilecek bir cisim. Modern gözlem teknikleri sayesinde gezegenin yıldız önünden geçişi esnasında tayfını elde etmek, bu sayede de gezegenin öncelikle atmosferinin olup olmadığını, varsa atmosferin kimyasal içeriğini belirlemek mümkün.

Örneğin, Dünya atmosferine tayfsal gözlemlerle bakıldığında dört önemli molekülün oluşturduğu soğurma yapıları dikkat çeker: ozon (O_3), su molekülleri (H_2O), karbondioksit (CO_2) ve metan (CH_4). Ozon, Dünya atmosferinin en alttaki koruyucu kalkanı. Metan gazı çok büyük oranda canlılar, özellikle de büyükbaş hayvanlar ve insanlar tarafından üretiliyor. Ötegezegenlerin atmosferinde bu moleküllerin bulunması yaşamın da bulunma olasılığını güçlendiren etmenlerden. Karbondioksit ise sera gazlarının en önemlilerinden. Fazla miktarda CO_2 'nin birikmesi sonucu sera etkisinin yaratabileceği tehlikelerin başında gelen küresel ısınmayı günlük yaşamda çok sık duyuyoruz.

Ancak Dünya atmosferinde hiç CO₂ olmasa sera etkisi bu çapta gerçekleşmez, yeryüzü çok daha soğuk bir yer olurdu.

Aslında bir ötegezegenin atmosferinde belirlendiği zaman yaşamın bulunduğunu kesin olarak söyleyebileceğimiz bir molekül var: hepimizin her an ihtiyaç duyduğu oksijen (O₂)! Peki, nasıl oluyor da oksijen molekülü gözlemlendiğimiz gezegende yaşam vardır diyebiliyoruz? Oksijen çok reaktif bir element. Yani, birçok başka elementle çok kolay tepkimeye giriyor ve bağ yapıyor. Dünya atmosferindeki oksijen stoku fotosentez sayesinde sürekli besleniyor. Dünya’da fotosentez olmasaydı atmosferdeki oksijen sadece bir milyon yıl, yani Dünya’nın yaşının 4500’de 1’i gibi kısa bir sürede tükenirdi. Bir gezegende moleküler oksijenin bulunması orada fotosentezin, yani yaşam formlarının varlıklarını sürdürdüğü anlamına geliyor.

Bu noktaya kadar, yaşamın mümkün olabileceği gezegenler hakkında genel bir çerçeve oluşturmaya ve yaşamın izlerini uzaktan sürebilmek için gerekli bilgi donanımını ana hatları ile sağlamaya çalıştık. Gezegen kayaç bir yapı olmalı, merkezdeki yıldızdan öyle bir uzaklıkta olmalı ki yüzeyindeki su sıvı hâlde bulunabilmeli ve çevresinde atmosferi bulunmalı. Şimdi öğrendiklerimizi uzak yıldızların yörüngesinde bulunan ötegezegenlere uygulama zamanı!

Çeşitli gözlemsel tekniklerle 90’lı yılların ortalarında başlayan ötegezegen keşifleri sayesinde belirlenen ötegezegen sayısı 4000’e yaklaştı. Belirlenen ötegezegenlerin çoğu Jüpiter benzeri dev gaz gezegenler. Jüpiter’in kütlesi Dünya’nın 318 katı, yüzey alanı ise Dünya’nın 100 katından fazla. Doğal olarak, uzaklardan bir gezegen sistemine bakıldığında Jüpiter benzeri gezegenleri belirlemek daha kolay.

Dünya benzeri ötegezegen keşfi için tasarlanan *Kepler* uzay teleskobu, 2009 yılında başlayan gözlemlerini 30 Ekim 2018 tarihinde tamamlayıncaya kadar, ötegezegen biliminde devrim yaratan keşiflere yol açtı. Bilinen ötegezegenlerin yarısından fazlası Kepler gözlemleri ile keşfedildi. Daha da ilginç olan ise, farklı yıldız sistemlerinde, merkezdeki yıldızın çevresindeki yaşama elverişli kuşak içinde yer alan 15 kayaç gezegenin belirlenmesi. Bu ötegezegenlerden biri Güneş Sistemi’ne en yakın yıldız olan Proxima Centauri çevresinde, sadece 4 ışık yılı mesafede.

NASA’nın yeni ötegezegen avcısı *TESS* uzay teleskobu 18 Nisan 2018 tarihinde Dünya’nın çevresinde yörüngeye oturmak üzere fırlatıldı. *TESS* uzay teleskobu, Kepler teleskobunun açtığı yoldan ilerleyerek bayrağı çok daha ilerilere taşıyacak. *TESS*, *Kepler*’in incelediği gökküre alanının 400 katını tarayarak on binlerce ötegezegen keşfecek. Görev süresi olan iki yıllık gözlemler sonucunda Dünya benzeri ötegezegenlerin sayısını 300’ün üzerine çıkacağı öngörülüyor.

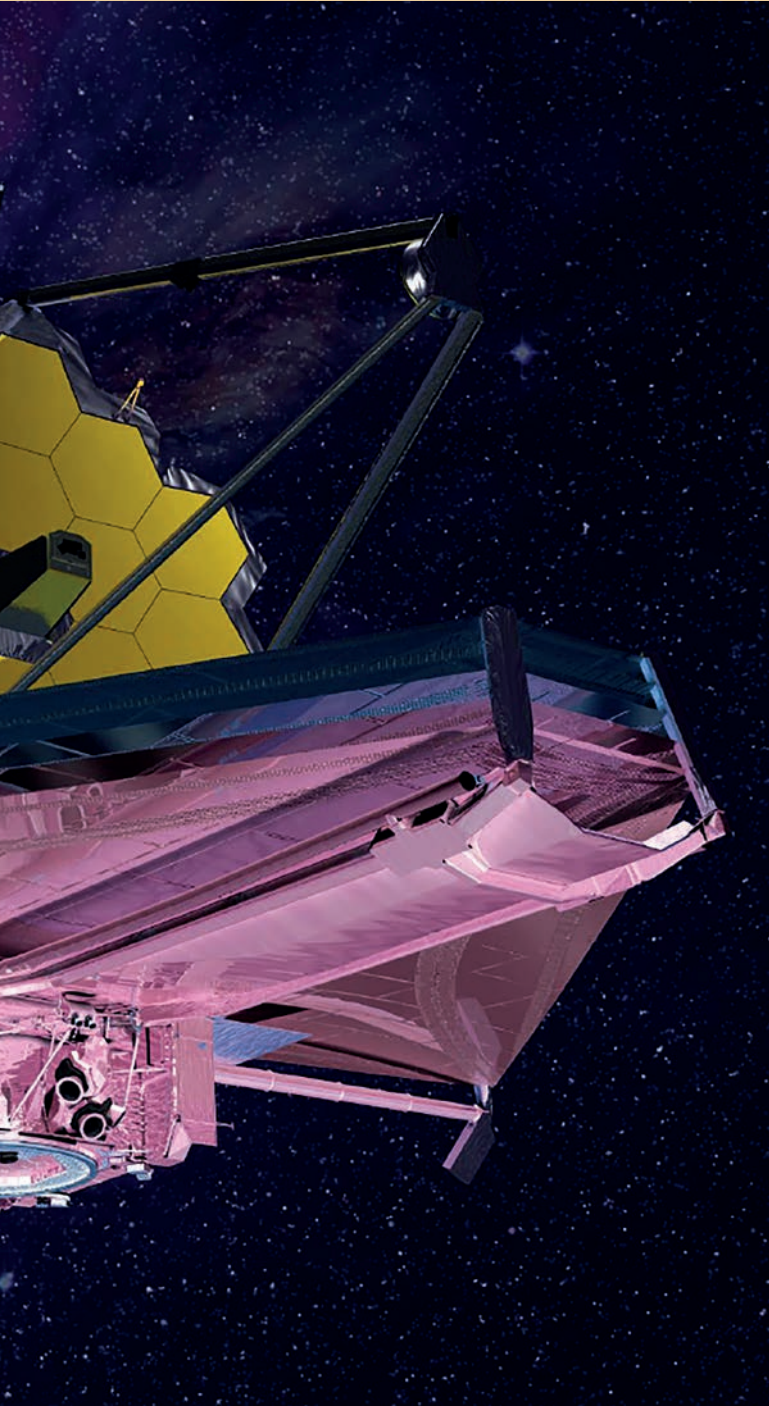


Dünya benzeri ötegezegenleri belirledikten sonraki adım, bu sistemleri tayfsal gözlemlerle incelemek, atmosfer karakteristiklerini belirlemek ve yaşama dair izler taşıyıp taşımadıklarını araştırmak. Bu araştırmaları gerçekleştirmek üzere uzay teleskopları ve yeryüzünde faaliyet gösterecek dev teleskoplar hummalı çalışmalarla inşa ediliyor. Dünyanın en büyük yer teleskobu Avrupalıların öncülüğünde Şili'nin Atacama Çölü'ne kuruluyor. Teleskobun bilimsel gözlemlere 2024'de başlaması planlanıyor.



Atacama Çölü

James Webb Uzay Teleskobu



Uydu gözlemleri açısından NASA'nın öncülüğünde inşa edilen *James Webb* uzay teleskobu da bugünlerde ön planda. Mart 2021 olarak öngörülen fırlatma tarihini takiben, *James Webb* uzay teleskobunun aynı yıl içinde bilimsel çalışmalara kaynaklık etmeye başlaması bekleniyor.

Önümüzdeki on yıl içinde ötegezegen araştırmalarında çığır açacak keşifler bizleri bekliyor. Bu çalışmaları sadece çok büyük teleskoplar yapmıyor. Küçük ve orta çaplı teleskoplarla da ötegezegen araştırmaları mümkün. Ülkemizde de kendi teleskoplarımızla veya uluslararası işbirlikleri çerçevesinde ötegezegen araştırmaları yapılıyor.

Dünya dışında yaşamın izleri sadece çok uzaklarda değil kendi Güneş Sistemimiz içinde de yoğun bir şekilde sürüyor. Dünya dışı yaşamın en önemli adresi Mars. Mars'ta hayat, neredeyse 150 yıl önce, Schiaparelli tarafından yüzeyinde dev kanallar gözlemlendiğinden beri, düşünülen bir durum. Bu kanallar yüksek olasılıkla akan su nedeniyle meydana geldi. Her ne kadar şu anda Mars yüzeyinde akarsu bulunmasa da yüzey altı su kaynaklarının bulunması muhtemel. Bununla birlikte, Mars'ta hayatı zor kılan bir başka etmen ise atmosferinin çok ince olması. Ancak bu durumda yüzeyin kendisi de koruyucu kalkan görevi görebilir, yüzeyin altında, suyun sıvı halde bulunduğu ortamlar yaşam formlarının gelişimi için elverişli olabilir. Bu nedenlerle Mars yaşam formu veya bir ekosistem bulunabilecek en yakın adres. ■