from Istanbul with science...

Sayı: 6 - 2025/2
ISSN: 2980-2164

ASTRONOM



Türkiye Ulusal Gözlemevleri

X - Işını Astronomisinin Altın Çağı

Antarktik ve Arktik Araştırma İstasyonları

Gezegenlerarası Yaşanabilir Alanlar

Güneş'in Kayıp Kardeşleri

Büyük Dil Modellerinin Anatomisi

Ay'ın Jeolojik Haritası

ASTRONOM

Derginin Sahibi ve Genel Yayın Yönetmeni:
Özcan ÇALIŞKAN

Yayın Kurulu:
Özcan ÇALIŞKAN
Şafak ÇELİK
Gökhan KAĞNICI
Selçuk BİLİR
Serdar EVREN
Serap ÖZTOP KAPTANOĞLU

Kapak Tasarım:
Özcan ÇALIŞKAN

Kapak Görsel:
ESO/VISTA/J. Emerson

Dizgi - Mizanpaj:
Mert YAMAN
+90 534 015 2152

Matbaa:
Yenidoğan Mahallesi Abdi İpekçi Caddesi
No:87/74 Bayrampaşa
İstanbul / Türkiye

Yayın Türü:
Süreli bilimsel dergi, 6 ayda bir yayınlanır.

İletişim:
astronom.dergi@gmail.com
+90 536 430 9186
Telsizler Mahallesi Burhan Sokak
No: 12/2 , Gültepe
İstanbul / Türkiye

Sosyal Medya:
Astronom_Dergi
Astronom_Dergi

Dergide yer alan yazı ve reklamların sorumluluğu sahiplerine aittir. Yayın kurulu basımdan önce yazılarda gerekli düzenlemeleri yapma hakkına sahiptir. İçerikler kaynak gösterilmek şartıyla izin alınmadan yayınlanabilir.

ISSN: 2980-2164

Bu Sayıda

Herkese merhabalar,

İnsanlık, tarih boyunca gökyüzüne bakarak hem kendi varoluşunu anlamlandırmaya çalıştı hem de bilinmeyene dair sorular üretmekten hiç vazgeçmedi. Astronom dergisi, altıncı sayısıyla evreni anlamaya yönelik farklı ölçeklerdeki çabaların izini sürmeye devam ediyor. Kutup bölgelerindeki araştırma istasyonlarından başlayarak en uç ve zorlu coğrafyalarda yürütülen bilimsel faaliyetlerin astronomiyle nasıl kesiştiğini irdeliyor. Aynı zamanda Güneş'in olası kardeşleri üzerine yürütülen çalışmalarla, yıldız sistemlerinin oluşumuna dair yeni sorular soruyor; evrenin yalnızca gözlemlenen değil, henüz keşfedilmeyi bekleyen yönlerine de dikkat çekiyor.

Yaşam arayışı bu sayının önemli temalarından biri. Gezegenlerarası yaşanabilirlik kavramı artık yalnızca bilim kurgu metinlerinin değil, bilimsel araştırmaların da merkezinde yer alıyor. Öte gezegenlerin keşfi ve bu dünyalarda yaşamın mümkün olup olmadığı sorusu hem astrofizik hem de biyoloji gibi farklı alanların kesişiminde şekilleniyor. Bu bağlamda SETI çalışmaları, insanlığın evrendeki yerini sorgulayan en güçlü girişimlerden biri olarak öne çıkıyor.

Bu sayımızda ayrıca X-ışını astronomisinin altın çağına odaklanıyor, yüksek enerjili evreni anlamaya yönelik çalışmaların ulaştığı noktayı ele alıyoruz. X-ışını astronomisi; kara delikler, nötron yıldızları ve süpernova kalıntıları gibi aşırı fiziksel koşulları incelememize olanak tanırken, bu alandaki teknolojik gelişmelerin bilimsel keşiflere nasıl ivme kazandırdığını ortaya koyuyor.

Bununla birlikte Türkiye'deki gözlemevleri de sayımızın önemli başlıkları arasında yer alıyor. Farklı coğrafi konumlara sahip bu gözlemevleri, yürütülen çalışmalarla bilim dünyasına değerli veriler sağlıyor. Ülkemizdeki gözlemsel altyapının gelişimi, genç araştırmacılar için yeni fırsatlar yaratırken uluslararası iş birliklerinin de önünü açıyor.

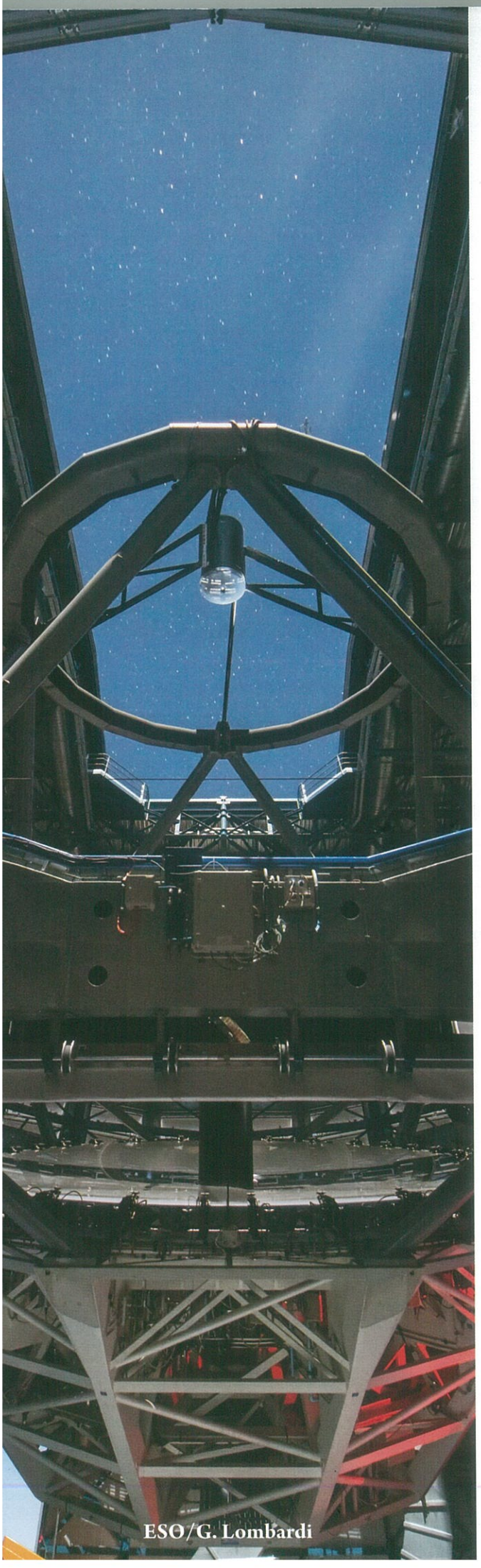
Evrenin dinamik yapısını anlamaya yönelik çalışmalar da sayımızda geniş yer buluyor. Yıldız oluşum bölgeleri, kozmik ölçekte üretimin ve dönüşümün nasıl gerçekleştiğini gözler önüne seriyor. Bunun karşısında ise kıyamet yıldızları gibi dramatik ve yıkıcı süreçler, evrenin yalnızca yaratıcı değil, aynı zamanda yok edici doğasını da hatırlatıyor.

Öte yandan, bu sayımızda modern bilimin yeni araçlarına da yer veriyoruz. Büyük dil modelleri gibi yapay zekâ sistemlerinin nasıl çalıştığını anlamak, yalnızca teknolojiye değil, bilginin üretim ve dolaşım süreçlerine dair de yeni perspektifler kazandırıyor. Bilim artık yalnızca teleskoplarla değil, aynı zamanda algoritmalarla da şekilleniyor.

Elinizdeki bu sayı, farklı disiplinleri bir araya getiren, merak duygusunu besleyen ve yeni sorular sormaya teşvik eden zengin bir içerikle karşınızda. Keyifli okumalar.

Gelecek sayılarda yeniden buluşmak temennisiyle.

Gökhan Kağnıcı
Aralık 2025



ESO/G. Lombardi

İçindekiler

6 Antarktik ve Arktik Araştırma İstasyonları

11 Gökyüzündeki İkizimizi Aramak: Güneş'in Kayıp Kardeşleri

14 Başka Dünyalarda Yaşam Kurmak: Gezegenlerarası Yaşanabilir Alanlar

17 Yıldız Fabrikaları: Evrenin En Aktif Bölgeleri

21 SETI – Uzaydaki Yaşam Arayışı

24 Türkiye Ulusal Gözlemevleri: Ülkemizin Uzay Bilimlerindeki İleri Araştırma Altyapısı

28 ChatGPT Arka Planda Ne Yapıyor? Büyük Dil Modellerinin Anatomisi

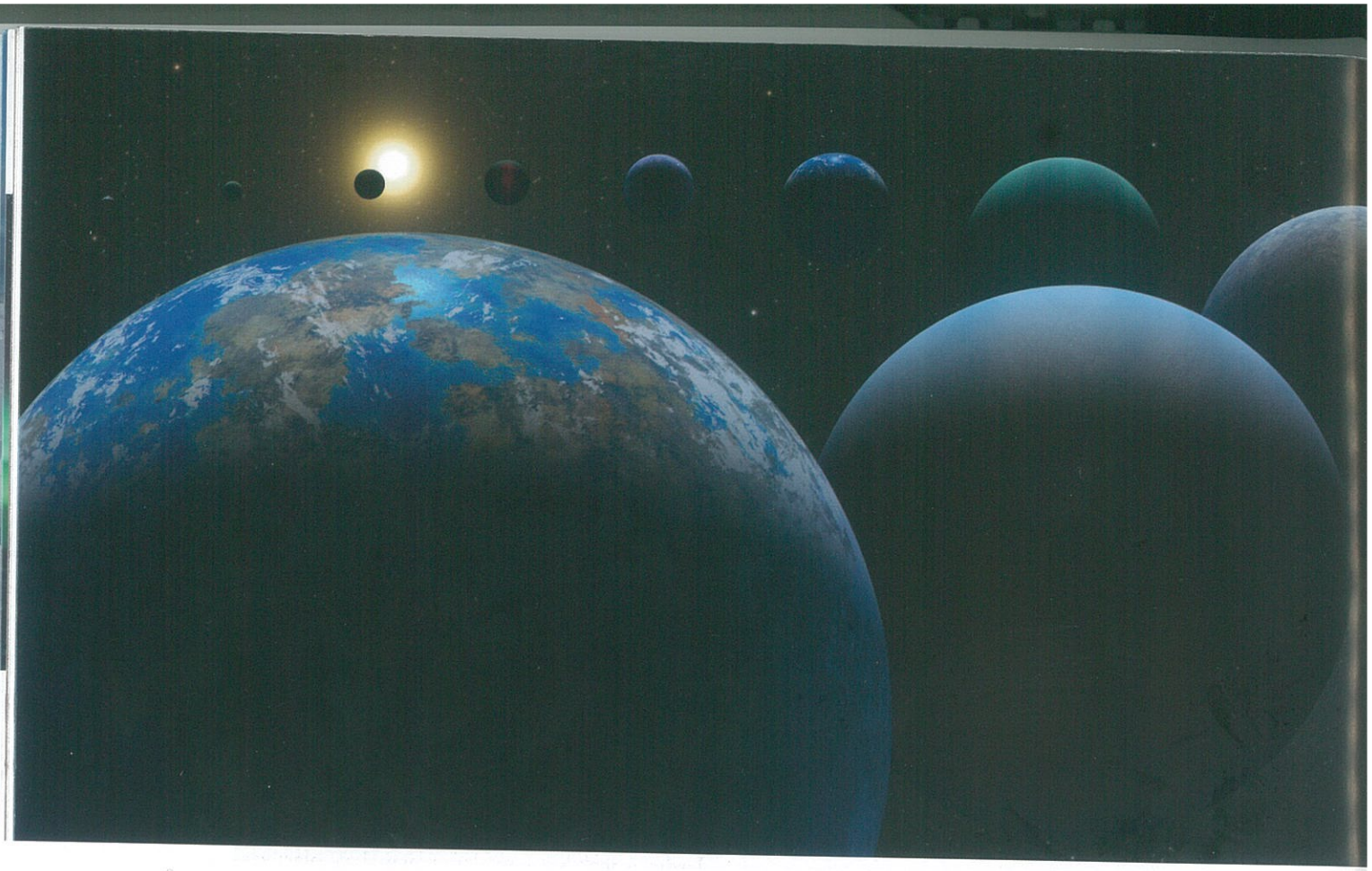
32 Evrenin Hırçın İkilileri: Sessizliğin Ardındaki Kaos ve Kozmik Vampirler

36 Güneş'in Ötesindeki Gezegenler: Öte Gezegenlerin Keşif Hikâyesi

39 Dünyanın Erken Geçmişine Açılan Pencere: Ay'ın Jeolojik Yapısı

44 X – Işını Astronomisinin Altın Çağı

ASTRONOM



Başka Dünyalarda Yaşam Kurmak: Gezegenlerarası Yaşanabilir Alanlar

Hasan Hüseyin ESENOĞLU

İstanbul Üniversitesi
Astronomi ve Uzay Bilimleri

Bugüne kadar yapılan hiçbir gözlem ya da laboratuvar deneyi, Dünya dışında yaşamın varlığını kesin olarak kanıtlamamıştır. Ancak bilim insanları, Güneş sisteminde ve ötesinde yaşam olasılığını son derece ciddiye almakta ve bu yönde yoğun araştırmalar yürütmektedir. Bu yaklaşım, 1982 yılında Uluslararası Astronomi Birliği tarafından da resmen kabul edilmiş ve astrobioloji adı verilen disiplinler arası bir alanın doğmasına öncülük etmiştir. Astrobiyoloji; yaşamın kökenini, evrimini, dağılımını ve geleceğini inceleyerek, Mars, Europa, Enceladus ve Titan gibi gökcisimlerinde mikrobiyal yaşamın izlerini araştırır.

Bu doğrultuda günümüzde spektroskopik ölçümler, robotik uzay araçları ve laboratuvar simülasyonları sayesinde gezegenlerin atmosferleri, yüzey yapıları ve kimyasal bileşimleri ayrıntılı biçimde analiz edilmektedir. Bunun yanı sıra, bazı gezegen ve uyduların uzun vadede yaşanabilir hâle getirilmesini amaçlayan terraforming yaklaşımları da tartışılmaktadır. Atmosferin düzenlenmesi, sıcaklığın dengelenmesi, su döngüsünün kurulması ve toprağın biyolojik olarak zenginleştirilmesi gibi aşamaları içeren bu süreç, büyük teknolojik, etik ve zamansal zorluklar barındırsa da insanlığın uzaydaki geleceğine yönelik en çarpıcı vizyonlardan birini oluşturmaktadır.

Güneş, Dünya'daki yaşamın temel enerji kaynağıdır. Yaydığı ışınım, atmosfer olaylarını ve biyolojik süreçleri sürdürür. Mars, düşük sıcaklığı (ortalama -60°C), ince atmosferi, yüksek radyasyon düzeyi ve sıvı suyun yokluğu nedeniyle günümüzde yaşam için elverişsizdir. Ancak geçmişte kalın bir atmosfere ve yüzeyde sıvı suya sahip olduğu bilinmektedir; bu da Mars'ta ilkel yaşamın ortaya çıkmış olabileceğini düşündürmektedir. Jüpiter'in güçlü kütleçekimi, iç gezegenleri yoğun göktaşı bombardımanından büyük ölçüde korur. Kuyrukluyıldızlar ve asteroitler, erken Dünya'ya su ve organik maddeler taşıyarak yaşamın ortaya çıkmasında önemli rol oynamış olabilir.

Fotosentezle üretilen oksijen, atmosferde birikerek ozon tabakasını oluşturmuş ve zararlı morötesi ışınlara karşı koruma sağlamıştır. Bu süreç, yaşamın denizlerden karalara yayılmasını mümkün kılmıştır. Atmosfer, sera etkisiyle Dünya'nın sıcaklığını dengede tutar.

Dünya'da yaşam en az 3,5 milyar yıldır vardır. İlk canlılar tek hücreliydi ve zamanla fotosentez yoluyla atmosferin bileşimini değiştirdiler. Uygun koşullar oluştuğunda yaşamın görece kısa sürede ortaya çıkabildiği anlaşılmaktadır. Ay, gelgit hareketleriyle erken yaşam ortamlarının besin döngüsünü desteklemiş ve Dünya'nın eksen eğikliğini dengede tutarak iklim kararlılığı sağlamıştır. Europa, Enceladus ve Titan gibi büyük uydular, buz tabakaları altında sıvı okyanuslar barındırıyor olabilir. Bu özellikleriyle, Dünya dışı yaşam arayışında en umut verici hedefler arasında yer alırlar.

Sıvı su, yaşamın temel molekülleri için ideal bir çözücü olup, kimyasal etkileşimlerin gerçekleşmesini sağlar. Ayrıca gezegen sıcaklığının dengelenmesinde kritik rol oynar. Yaşam, başta karbon, hidrojen, oksijen, azot, fosfor ve kükürt olmak üzere sınırlı sayıdaki elementin karmaşık moleküller oluşturmasına dayanır. Amino asitler ve nükleotidler, proteinleri ve DNA'yı meydana getirir. Tüm canlılarda ortak genetik yapı bulunması, yaşamın Dünya'da tek bir kökenden geliştiğini göstermektedir. Yaşamın ortaya çıkabilmesi için, uygun element bolluğu, etkili bir çözücü (tercihen sıvı su), ılımlı sıcaklık ve uzun süreli kararlı çevresel koşullar gereklidir. Bu şartların başka gezegen ve uydularda da sağlanması durumunda, evrende yaşamın yaygın olabileceği düşünülmektedir.

Yıldızlararası ortamda ve göktaşlarında karmaşık organik moleküllerin bulunması, yaşamın yapıtaşlarının evrende yaygın olabileceğini göstermektedir. Günümüzde yapılan gözlemler, 13 atoma kadar ulaşan moleküllerin uzayda doğal süreçlerle oluşabildiğini ortaya koymuştur. Dünya'ya düşen bazı göktaşlarında çok sayıda amino asit ve biyolojik açıdan önemli organik bileşikler tespit edilmiştir.

Türkiye'de 1964 yılında düşen Çanakkale göktaşı üzerinde yapılan incelemelerde, Dünya kaynaklı olmayan amino asitlere rastlanması, bu yapıtaşlarının uzaydan taşınmış olabileceğini düşündürmektedir. Bu bulgular, yaşamın temel bileşenlerinin gezegenler oluşmadan önce bile uzayda üretilebildiğini ve Dünya'ya taşınmış olabileceğini güçlü biçimde desteklemektedir.

Dünya üzerinde Antarktika, çöller, yüksek dağlar ve tuz gölleri gibi uç koşullara sahip bölgeler, uzay ortamlarının doğal benzetimleri olarak kullanılmaktadır. Bu alanlarda yürütülen çalışmalar, hem astronotların uzay koşullarına uyumunu test etmek hem de başka gezegenlerde yaşam arayışına yönelik araç ve teknikleri geliştirmek açısından büyük önem taşır. Ayrıca bu ortamlarda yaşayan ekstremofiller, yaşamın sınırlarını anlamamız için kritik veriler sunar.

Türkiye'de yer alan Pamukkale Travertenleri ve Salda Gölü, gezegen benzeri jeolojik yapılarıyla dikkat çeken iki önemli doğal laboratuvardır. Pamukkale, Ay ve Europa yüzeylerine benzer mineral oluşumları sergilerken, Salda Gölü Mars'taki Jezero Krateri ile jeokimyasal benzerlik göstermektedir. Bu özellikleriyle her iki bölge de Dünya dışı yaşam araştırmaları için önemli karşılaştırma alanları sunmaktadır.

Ay, Merkür ve Plüto; aşırı sıcaklık farkları, radyasyon, uygun çözücü ve atmosfer eksikliği gibi nedenlerle yaşam için elverişsizdir. Venüs'ün yüzeyi de yaşama uygun olmamakla birlikte, üst atmosferindeki daha ılıman katmanlarda yapay yaşanabilir alanlar oluşturulması teorik olarak mümkün görülmektedir.

Güneş sisteminde yaşam barındırma ihtimali en yüksek gökcisimleri Venüs, Mars ve bazı buzlu uydulardır. Ancak bu dünyalara ulaşmak ve olası yaşam izlerini tespit etmek son derece zordur. Venüs'ün yüzeyi yaklaşık 460°C sıcaklık ve aşırı basınç nedeniyle yaşam için elverişsizdir. Buna karşın, 50–60 km yükseklikteki atmosfer katmanlarında sıcaklık ve basınç Dünya'ya oldukça yakındır. Bu bölgede, sülfürik asit içeren bulutlarda mikroorganizma benzeri yaşam formlarının var olabileceği düşünülmektedir. Bilim insanları, bu atmosfer katmanında zeplin benzeri yüzen habitatlar kurarak uzun süreli araştırma üsleri oluşturmayı planlamaktadır. NASA'nın HAVOC projesi, Venüs'ün bulutlarında askıda duran şehirler fikrini araştırmaktadır.

Mars'ın geçmişte göller ve akarsulara sahip olduğu bilinmektedir. Bu durum, gezegenin bir zamanlar daha kalın bir atmosfere ve yaşama elverişli koşullara sahip olduğunu göstermektedir. Günümüzde ise Mars yüzeyi soğuk, kuru ve yoğun radyasyon altındadır. Buna rağmen, yeraltında su buzu ve kimyasal enerji kaynaklarının bulunması, mikroorganizma düzeyinde yaşamın halen var olabileceği ihtimalini güçlendirmektedir. Bugüne kadar Pathfinder, Spirit, Opportunity, Phoenix, Curiosity ve Perseverance gibi birçok uzay aracı Mars'ı ayrıntılı biçimde incelemiştir. Henüz doğrudan yaşam izine rastlanmamış olsa da bu yöndeki araştırmalar hız kesmeden sürmektedir. 2030'lu yıllarda gönderilecek yeni nesil robotlar ve ileride yapılması planlanan insanlı görevler, bu soruya daha net yanıtlar verebilir. Mars'ta insan yaşamı için gerekli koşulların sağlanabilmesi amacıyla bazı yöntemler önerilir. Buzdan su elde edilmesi ve arıtılması, sera gazlarıyla atmosferin kalınlaştırılması, yapay manyetik alan oluşturarak radyasyondan korunma ve kapalı sera



Salda Gölü'nün kıyısından çekilmiş bir fotoğrafı[1]

sistemlerinde tarım yapılması olarak sıralanabilir. Bu sistemlerde marul, patates, ıspanak ve arpa gibi dayanıklı bitkiler yetiştirilebilir. Toprak, Dünya'dan getirilen mikroorganizmalarla zenginleştirilebilir.

Jüpiter'in uydusu Europa ve Satürn'ün uydusu Enceladus, yüzeylerinin altında geniş tuzlu okyanuslar barındırmaktadır. Bu okyanusların tabanında, Dünya'daki hidrotermal bacalara benzer yapılar bulunabileceği düşünülmektedir. Özellikle Enceladus'ta yapılan gözlemler; su, organik moleküller ve enerji kaynaklarının varlığını ortaya koymuştur. Bu nedenle her iki uydu da Güneş sisteminde yaşam arayışının en umut verici hedefleri arasında yer almaktadır. Satürn'ün uydusu Titan'da metan yağmurları, göller ve nehirler bulunur. Sıvı metan ortamında, Dünya'dakinden tamamen farklı bir biyokimyaya sahip yaşam biçimleri gelişmiş olabilir. Callisto: Jüpiter'in bir diğer uydusu olan Callisto'da da manyetik alan ölçümleri, yüzeyin altında sıvı bir okyanus bulunabileceğine işaret etmektedir. Ancak kalın buz tabakası ve düşük iç ısısı nedeniyle, Europa'ya kıyasla yaşam potansiyelinin daha sınırlı olduğu düşünülmektedir.

Teknolojinin gelişmesiyle birlikte, Mars'ta tarım kolonileri ve Venüs'te yüzen şehirler kurmak bilim kurgu olmaktan çıkıp gerçekçi hedeflere dönüşmektedir. Bu projeler, insanlığın uzun vadede çok gezegenli bir tür olma yolundaki en önemli adımları arasında yer almaktadır.

İnsanlık, tarih boyunca bilinmeyene ulaşma arzusuyla sınırlarını zorlamış; okyanusları aşmış, kıtaları keşfetmiş ve sonunda uzaya adım atmıştır. Bugün Mars'ta yaşam izleri aramak, Venüs'ün bulutlarında yüzen şehirleri hayal etmek ya da buzlu uyduların karanlık okyanuslarına sondalar göndermek, bu bitmeyen keşif yolculuğunun doğal uzantılarıdır. Gezegenlerarası yaşanabilir alanlar oluşturma çabaları yalnızca teknik bir mühendislik problemi değil, aynı zamanda insanlığın evrendeki yerini sorgulayan derin bir düşünsel serüvendir. Önümüzdeki yüzyıllarda başka dünyalarda filizlenecek yaşam izleri, belki de insanlığın en büyük bilimsel ve kültürel devrimlerinden birine kapı aralayacaktır.

Dipnotlar:

Başlık görseli: https://assets.science.nasa.gov/dynamicimage/assets/science/astro/exo-explore/2023/09/5/5K_Exo_Beauty_LoRes_FINAL-1.png?w=1920&h=1080&fit=clip&crop=faces%2Cfocalpoint

[1] https://science.nasa.gov/wp-content/uploads/2021/02/earth-matters_Copy-of-IMG_8588-scaled.jpg

Kaynaklar:

Bless, R.C., 1996, Discovering Cosmos, University Science Books, California, 750 s.
Burton A.S. ve ark., 2016, Searching for Extraterrestrial Amino Acids in a Contaminated Meteorite: Amino Acid Analyses of the Canakkale L6 Chondrite, 47th Lunar and Planetary Science Conference, ABD.
Sunay, C., 2011, 50 Soruda Evren, Bilim ve Gelecek, İstanbul, 250 s.
Unsalan O. ve ark., 2012, Micro-Raman, FTIR, Sem-Edx and Structural Analysis of the Canakkale Meteorite, Spectrochimica Acta Part A, 92, 250-255.