

2021 YILININ BAŞLICA UZAY GELİŞMELERİ

Dr. Selçuk Topal [*Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Fakültesi, Fizik Bölümü
Yüksek Enerji ve Plazma Fiziği Anabilim Dalı*

*Geride bıraktığımız
2021 yılında uzayda çok önemli
gelişmeler yaşandı. Bazı teorileri tekrar
sorgulamamıza neden olan önemli
keşiflerden evreni daha iyi anlamamızı
sağlayacak yeni projelere, resmen
başlayan uzay turizminden ülkemizdeki
önemli uzay gelişmelerine uzayla dolu bir
yıl oldu. Bu yazıda 2021 yılında yaşanan
başlıca uzay gelişmelerinden
bir derleme hazırladık.*

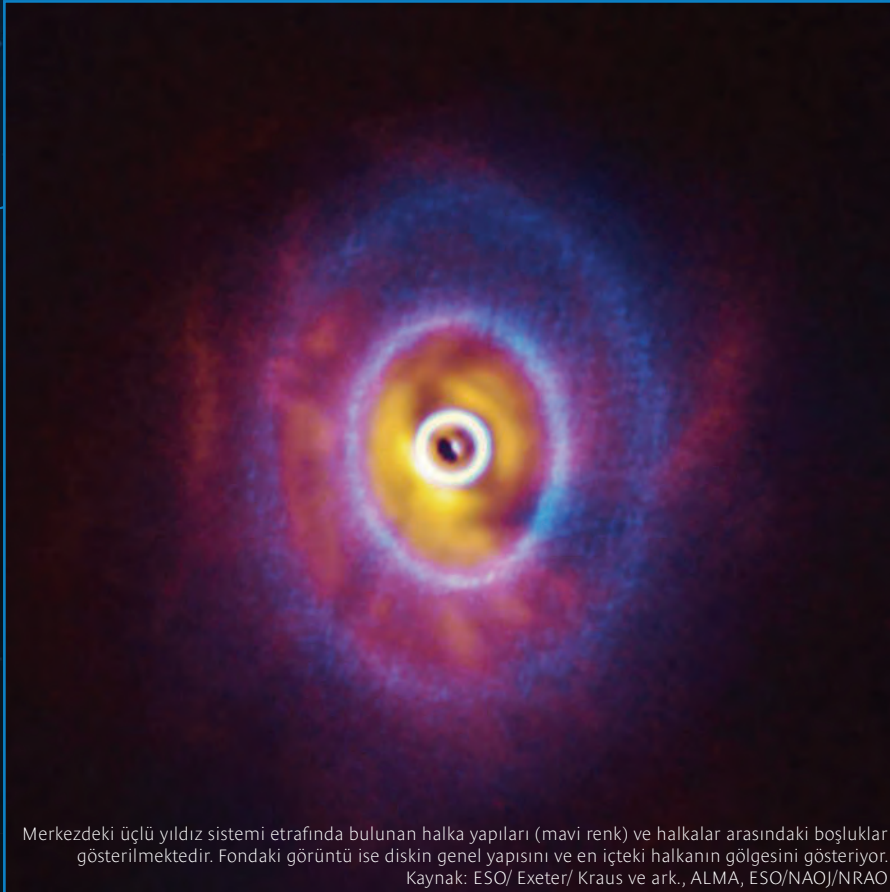
KEŞİFLER

Üçlü Yıldız Sistemi Etrafında Dolanan İlk Ötegezegen

Bizler tek bir yıldızla sahip bir sistemde bulunsak da galaksimizdeki yıldızların neredeyse yarısının bir çift yıldız sisteminin üyesi olduğu düşünülüyor. Bu da gezegenlerin her zaman tek bir yıldız etrafında değil, daha fazla sayıda yıldızdan oluşan bir sistem etrafında da tur atabileceğini gösteriyor.

Yeni bir çalışmaya göre, yaklaşık 1.300 ışık yılı uzaklıkta yer alan ve üç yıldızdan oluşan GW Ori isimli yıldız sisteminin etrafında dolanan bir ötegezegen keşfedilmiş olabilir. Daha önce üç yıldız etrafında bir yörüngeye sahip herhangi bir ötegezegen keşfedilmemişti. Çalışmanın gözlemleri Şili'de bulunan ve deniz seviyesinden 5.000 metre yükseklikte yer alan Atacama Çölü'ndeki Atacama Large Millimeter Array (ALMA) antenleri ile yapıldı. GW Ori sisteminin üyesi olan iki yıldız arasındaki mesafe yaklaşık 1 Astronomi Birimi (AB) iken (1 AB Dünya ile Güneş arasındaki mesafeye eşittir.) üçüncü yıldız

Başlıca ötegezegen belirleme yöntemleri şunlardır: Transit yöntemi, radyal hız yöntemi, astrometri, direkt görüntüleme ve mikromerceklenme. Ötegezegen belirleme yöntemleri arasında transit yöntemi şu prensibe dayanıyor: Gözlenen bir yıldızın önünden bir gezegen geçtiğinde yıldızın gözlenen ışığında bir düşüş meydana geliyor. Bu yöntemde bakış doğrultusu çok önemlidir. Yıldızın ışığındaki düşüşü belirleyebilmek için ötegezegen adayının yıldız etrafındaki yörünge düzlemi ile gözlemcinin bakış doğrultusu arasında uygun bir açı olmalıdır.



onlardan 8 AB ötede bulunuyor. GW Ori sisteminin etrafındaki toz halkalarını inceleyen astronomlar halkalar arasında belirgin bir boşluk keşfettiler. Yıldızlar etrafında görülen bu tarz toz halkalarında (veya yığılma disklerinde) gezegenlerin olduğu düşünüldüğünde, elde edilen bulgu, incelenen bölgede Jüpiter benzeri bir gaz devinin olduğu fikrini destekliyor. Üçlü yıldız sistemi arasındaki kütle çekimi etkilerinin de halkalar arasında gözlenen boşluğa neden olabileceği düşünülse de analiz sonuçları o bölgede bir gaz dev gezegenin (veya gezegenlerin) bulunması gerektiğine işaret ediyor.

Merkezdeki üçlü yıldız sistemi etrafında bulunan halka yapıları (mavi renk) ve halkalar arasındaki boşluklar gösterilmektedir. Fondaki görüntü ise disklin genel yapısını ve en içteki halkanın gölgesini gösteriyor. Kaynak: ESO/ Exeter/ Kraus ve ark., ALMA, ESO/NAOJ/NRAO



Girdap galaksisinin (M51) x-ışın ve optik bölgelerde elde edilmiş görüntüsü (solda). Keşfe konu olan bölge ise görsel üzerinde beyaz kare ile gösterilmiş. Bileşen yıldızından kara deliğe düşen materyali gösterir bir illüstrasyon (sağda). Kara deliğe düşen materyal bir yığılma diski oluşturuyor ve ötegezegen bakış doğrultusuna göre x-ışın bölgede parlak olan diskin önünden geçiyor.
Kaynak: X-ışın: NASA/CXC/SAO/R. DiStefano ve ark.; Görsel dalga boyu: NASA/ESA/STScI/Grendler; Illüstrasyon: NASA/CXC/M.Weiss

Başka Bir Galakside Ötegezegen Keşfedilmiş Olabilir!

1992 yılındaki ilk ötegezegen keşfinden bugüne galaksimizde yaklaşık 5.000 ötegezegen keşfedildi. Bazı teorik hesaplamalar, galaksimizde en az 1 trilyon daha ötegezegen olabileceğine işaret ediyor.

Ötegezegen keşifleri durmaksızın devam ederken yeni bir çalışma ile 23 milyon ışık yılı ötede bulunan M51 (Girdap galaksisi) galaksisinde bir ötegezegen adayı keşfedildi. Yani ilk kez kendi galaksimiz dışında bir galakside ötegezegen keşfetmiş olabiliriz! Bu ötegezegen adayı bir kara delik (veya bir nötron yıldızı) ve Güneş benzeri

bir yıldızdan oluşan ikili bir sistem etrafında dolanıyor. Keşif Chandra X ışını teleskobunun verileri kullanılarak transit yöntemi ile gerçekleştirildi. Çift sistemin üyesi olan Güneş benzeri yıldızdan kara deliğe düşen materyal, kara delik etrafında bir yığılma diski oluşturuyor. X ışını bölgesinde çok parlak olan bu diskin ışınımında ani bir düşüş gözleyen bilim insanları, en makul açıklama olarak şu sonuca ulaştılar: Jüpiter'den biraz daha küçük bir çapa sahip (Neptün boyutlarında) bir ötegezegen, yığılma diskinin önünden geçerken X ışını bölgesinde gözlenen bu ciddi düşüşe yol açmış olabilir. Bu gözlemi doğrulamak için yapılacak sıradaki gözlemlerin uzun bir süre beklemesi gerekecek. Çünkü ötegezegen adayının yıldız sisteminin önünden bir sonraki geçişi 70 yıl sonra gerçekleşecek.

Bu çalışma sayesinde, aradaki onca mesafeye rağmen başka galaksilerde de ötegezegen keşfedilebileceğini gösteren yeni bir yöntem literatüre kazandırıldı. Galaksimiz dışında yer alan ve en yakını milyonlarca ışık yılı ötede yer alan başka gök adalardaki X ışını kaynaklarını inceleyerek bir ötegezegen belirleyebilmek; hem X ışını dalga boyunda hem de çift yıldızlar ve ötegezegenler konusunda uzman bilim insanları, astronomlar ve astrofizikçilerin ortak çalışmasını gerektiriyor. Gelişen gözlem teknikleri ve yıldız oluşum-gelişim modelleri farklı alanlardaki uzmanların bilgileri ile birleşince yakın gelecekte bu tarz keşiflerle daha sık karşılaşmamız mümkün.

Yeni Bir Tür Süpernova Keşfedilmiş Olabilir

Yıldız oluşum-gelişim modellerine göre, Güneş'ten en az 10 kat daha büyük kütleli dev yıldızlar hayatlarına bir süpernova patlaması ile son verir. Patlama sonucunda geride bir nötron yıldızı kalabilir. Ancak eğer patlama sonunda geride kalan kalıntının kütlesi Güneş'in kütlesinden yaklaşık 3 veya 4 kat daha büyükse o kütle içe çökmeye devam ederek bir kara delik oluşturabilir. Süpernova patlamaları genel olarak iki gruba ayrılır: Tip I ve Tip II. Tip I türü süpernovalar, ikili bir yıldız sisteminde üyelerden biri beyaz cüce olduğunda gerçekleşir. Bileşen yıldızdan beyaz cüceye madde aktarımı olur ve bir süre sonra kütle kritik değeri aşınca beyaz cüce bir süpernova patlaması geçirir. Bu kritik kütle değerine "Chandrasekhar limiti" denir ve Güneş'in kütlesinin 1,4 katına eşittir. Tip II türü süpernovalar ise dev yıldızların merkezindeki yakıtı bitirmesi sonucunda demir çekirdeklerinin içe çökmesini takip eden bir patlama sonucu oluşur. Ancak yeni bir çalışma sonucunda uzun süredir tartışılan ve henüz gözlemsel olarak belirlenmemiş üçüncü bir süpernova türü keşfedilmiş olabileceği açıklandı. Bu keşfe konu olan süpernova

yukarıda bahsedilen iki ana tür arasında yer alan ve merkezinde demir üretebilecek kadar büyük kütleli olmayan yıldızları bekleyen bir sondur. Bu tür yıldızların merkezinde oksijen, neon veya magnezyum olabilir ve elektronlar atom çekirdeklerine çarparak elektron-yakalama olayı diye bilinen bir olguya yol açar. Bu durum yıldızın merkezindeki elektron kaynaklı basıncı düşürür ve merkezin kütle çekimi altında daha fazla sıkışmasına neden olur. Böylece farklı bir tür süpernova patlaması gerçekleşir.

Çalışmaya konu olan ve SN 2018zd koduyla isimlendirilmiş süpernova kalıntısı, yaklaşık 30 milyon ışık yılı ötedeki NGC 2146 galaksisinde bulunuyor. SN 2018zd'nin ait olduğu galaksinin patlama öncesindeki tüm tarihsel verileri çalışma kapsamında incelendi.

Yapılan analizler sonucunda bunun elektron-yakalama olayı sonucu gerçekleşen bir süpernova olabileceği anlaşıldı. Süpernova kalıntısının süper-AGB (Süper Asimptotik Dev Kolu) türü bir öncül yıldızla sahip olması, öncül yıldızın süpernova patlaması öncesi güçlü bir kütle kaybına uğradığını gösteren deliller bulunması, sıra dışı bir kimyasal kompozisyonun gözlenmesi, görel olarak zayıf şiddette bir patlama geçirdiğine dair delillerin tespit edilmesi, düşük radyoaktivite gözlenmesi ve nötron yönünden zengin bir çekirdeğe sahip olması gibi kanıtlar bu sonucu destekliyor. SN 2018zd üzerinde yapılan çalışmalar sonucunda uzun yıllardır incelenen Yengeç Bulutsusu'nun da aynı türden bir süpernova patlaması geçirmiş olabileceği düşünülüyor.



Bir süpernova olayı gerçekleştiğinde içinde bulunduğu galaksiden daha parlak olabilir.



Yeni doğmuş bir yıldız ve onun etrafında oluşan yığılma diskinin bir illüstrasyonu. Yığılma diskinde bir veya birden daha çok sayıda gezegen oluşabilir.

Yeni Doğmuş Bir Gezegen Keşfedildi

Yeni bir çalışmanın yayınlanması ile bilinen en genç ötegezegenin keşfi duyuruldu. 2M0437b isimli bu ötegezegen, Jüpiter'den birkaç kat daha büyük bir kütleyle sahip ve yıldızı ile birlikte birkaç milyon yıl önce oluştuğu düşünülüyor. 2M0427b kızılötesi dalga boyunda yapılan direkt görüntüleme yöntemi ile keşfedildi. Kırmızı cüce bir yıldız etrafında dolanan Jüpiter boyutlarında bir ötegezegen, kızılötesi bölgede yıldızına kıyasla daha parlak olacağı için böyle gezegenler doğrudan gözlenebiliyor. M ışınım sınıfından bir cüce yıldız (2M0437) etrafında dolanan 2M0437b, galaksimizde bulunan Taurus isimli yıldız oluşum

bölgesinde bulunuyor. Ötegezegen ile yıldız arasındaki mesafeyse Dünya ile Güneş arasındaki mesafenin yaklaşık 100 katı (100 AB). Bu da gezegenin yıldızından uzaklığının neredeyse Satürn ile Güneş arasındaki mesafenin 10 katına denk geldiğini gösteriyor.

Bununla birlikte, 2M0437 yıldızının bileşeni olduğu düşünülen ikinci bir yıldızın varlığı yönünde de bazı deliller bulundu. 2M0437 gibi genç ve düşük kütleli bir yıldız etrafında bu derece büyük boyutlarda bir ötegezegenin bulunması hâlihazırdaki gezegen oluşum teorileriyle uyum sağlamıyor. Sistemin yaşı beklenenden daha genç iken yıldızın kütlesi ise umulandan daha düşük olarak belirlendi. Dolayısıyla bu çalışma ile yıldız oluşum teorilerinin gelişmesini sağlayacak yeni bilgiler elde edildi.

25.000 Süper Kütleli Kara Delik Kataloglandı

Galaksiler, milyarlarca yıldız, gaz ve tozun birbirine kütle çekimi ile bağlı olduğu sistemlerdir. Galaksiler dış özelliklerine göre genel olarak dört gruba ayrılabilir (eliptik, sarmal, merceksi ve düzensiz galaksiler) diğer bazı fiziksel özelliklerine göre (yüzey parlaklığı, yıldız kütlesi, çevresel özellikler ve çekirdek aktivitesi gibi) çeşitli alt gruplara ayrılırlar. Örneğin galaksinin merkezindeki süper kütleli kara deliğin galaksinin toplam ışınımına ciddi etkisi varsa bunlara aktif galaksi çekirdeği (AGN) içeren galaksiler denir. Her galakside olmasa da

← Ay'ın boyutu



LOFAR LBA gökyüzü gözlem kampanyasında elde edilmiş ve 25.000'e yakın süper kütleli kara deliğin gökyüzündeki konumunu gösterir harita. Bu haritadaki her bir beyaz nokta bir süper kütleli kara deliği gösteriyor. Harita toplam gökyüzünün sadece %2'sini kapsıyor.



kütlesi nispeten büyük tüm galaksilerin merkezinde bir süper kütleli kara delik olduğu düşünülüyor. Süper kütleli kara delikler Güneş'in kütlesinden milyarlarca kat daha büyük kütlelere ulaşabilen en büyük kütleli kara deliklerdir. Astronomlardan oluşan uluslararası bir ekip AGN türü galaksileri hedef alarak gökyüzünün düşük radyo frekanslarındaki en büyük ve en detaylı haritasını elde etti. Bu çalışma için Düşük Frekans Radyo Anten Dizisi (LOFAR) anten istasyonlarından 52 tanesi kullanıldı ve evrenin uzak köşelerindeki galaksilerin merkezinde bulunan 25.000'den fazla süper kütleli kara delik kataloglandı. Elde edilen harita yaklaşık 50 MHz frekansa (veya 6 metre dalga boyuna) sahip aşırı düşük radyo frekans bölgeden gelen sinyallerle düzenlendi. Bu

frekansta yapılan gözlemler sayesinde geniş ölçekte evrene yayılmış düşük yoğunluklu maddeler, süper kütleli kara deliklerin kutup bölgelerinden uzaya yayılan plazma jetleri ve ötegezegenlerin manyetik alanları incelenebilir. Böyle bir çalışmanın en büyük zorluğu gözlem yapılan dalga boyunda Dünya'nın iyonosfer tabakasının iyi derecede geçirgen olmamasıydı. Bu nedenle 256 saatlik gözlem verisinden en iyi ve en doğru sonuçların elde edilebilmesi için süper bilgisayarlar ve yeni algoritmalar kullanıldı. Âdeta süper kütleli kara deliklere ait bir gökyüzü haritasının elde edildiği bu çalışma, kuzey küreden gözlenebilen gökyüzünün %4'ünü kapsıyor.

Evrendeki Kayıp Maddenin Bir Kısmı Bulunmuş Olabilir

Yeni bir çalışmada galaksilerdeki toplam yıldız kütlesi incelenerek galaksilerin yakın çevrelerinden madde toplamaları gerektiği anlaşıldı. Nitekim galaksilerin belirli bir zamanda sahip olduğu gaz miktarı, hesaplanan toplam yıldız kütlesini açıklayamıyordu. Her ne kadar galaksiler arasındaki uzay boş gibi görünse de galaksi rüzgârları denilen olgular aracılığıyla galaksiler arasında da madde iletimi mümkündür. Dev yıldızlar oluştuğundan sonra şiddetli bir süpernova patlaması geçirip materyallerinin bir kısmını galaksi dışındaki uzaya savrulabilir. Galaksiler arası uzaya savrulan bu materyal başka galaksilerin malzemesine karşıabilir. Böylece galaksi rüzgârları denilen yapılar ortaya çıkar.

Ganymede Uydusunda Su Buharı

Güneş sisteminin en büyük gezegeni Jüpiter'in dört büyük uydusundan biri olan Ganymede, aynı zamanda sistemimizdeki en büyük doğal uydudur. Hatta Merkür'den bile daha büyüktür. Ganymede'nin yüzeyi kaya gibi sert bir buz tabakası ile kaplıdır ve bu buz tabakasının yaklaşık 150 km altında okyanuslar olduğu düşünülüyor. Hubble Uzay Teleskobu'nun yeni ve eski gözlem verilerini inceleyen bilim insanları Ganymede'nin atmosferinde ilk kez su buharı belirledi. Güneş'ten ortalama 650 milyon km ötede bulunan bu soğuk gök cisminin yüzeyindeki buzun bir kısmının Güneş'ten gelen yüklü parçacıklar nedeniyle buharlaştığı ve bunu da süblimleşme denilen katı hâlden gaz hâline doğrudan geçiş yoluyla gerçekleştirdiği



Ganymede uydusunda su buharı

Uzay boşluğunda bulunan plazmanın bir illüstrasyonu.

Yeni bir çalışma sayesinde ilk kez bir galaksi rüzgârı belirlendi. Yaklaşık 4 milyar ışık yılı ötede bulunan bir galaksinin yakın çevresinin incelendiği bu çalışmada, galaksiden fıskıran iyonize olmuş magnezyum emisyonu (Mg II) belirlendi. Galaksilerin yakın çevresinde bulunan maddeyi belirlemenin en bilindik yolu alınan tayftaki soğurma çizgilerini incelemektir. Söz konusu çalışmada da bu teknik kullanıldı ve hedef alınan galaksiden çok daha uzakta, fonda bulunan bir kuazarın ışınımındaki soğurma çizgileri analiz edilerek bu sonuca ulaşıldı.

Galaksi diski üzerinde hareket eden gazın hız dağılımına bakılarak ilgili galaksinin kütle kaybedip kaybetmediği anlaşılabilir. Böyle bir durumda, gaz hareketinin bakış doğrultusu yönünde olan bileşeni tayfta maviye kaymaya neden olurken aksi yöndeki gaz hareketi tayfta kırmızıya kaymaya

neden olur. Temel atom altı parçacıklardan meydana gelen ve aşına olduğumuz madde formuna baryonik madde denir. Örneğin, elinizdeki bu dergi veya bu dergiyi okumak için kullandığınız herhangi bir araç baryonlardan oluşur. Büyük Patlama'dan hemen sonra belirlenen baryonik madde ile bugün hesaplanan baryonik madde arasında ciddi bir fark söz konusudur. Bugün biliyoruz ki baryonik madde evrenin enerji bütçesinin sadece %5'ini karşılıyor. Ayrıca tüm gezegenler, yıldızlar, gaz, toz ve galaksilerin toplam kütlesi de baryonik madde kütlesinin yarısından daha az bir miktara karşılık geliyor. Bu durumda "kayıp baryonik madde problemi" ortaya çıkıyor. Bu kayıp maddenin galaksiler arası uzayda olabileceği düşünülüyor. Dolayısıyla bu yeni çalışmanın kayıp baryonik madde problemine de bazı çözümler getirebileceği umuluyor.

düşünüyor. Hubble Uzay Teleskobu ile yapılan morötesi gözlemler Ganymede'nin incecik atmosferinde Dünya'daki kuzey ışıklarına benzer aurora yapılarının olduğunu göstermişti. Ancak 1998 ve 2010 yıllarında yapılan iki farklı gözlemler elde edilen veriler arasında bir farklılık olduğu ortaya çıktı. Bu durumun nedeninin öncelikle Ganymede'nin atmosferinde bulunan atomik oksijen miktarındaki değişim olduğu düşünüldü. Fakat daha sonra yapılan analizler su buharı miktarındaki değişimin buna neden olabileceğini gösterdi. Ganymede üzerinde yapılan çalışmalar gaz devri gezegenler etrafında dolanan bu tarz doğal uyduların yaşam bulundurma potansiyeli hakkında değerli bilgiler sunuyor.

Bize En Yakın ve En Küçük Kütleli Kara Delik Adayı Keşfedildi

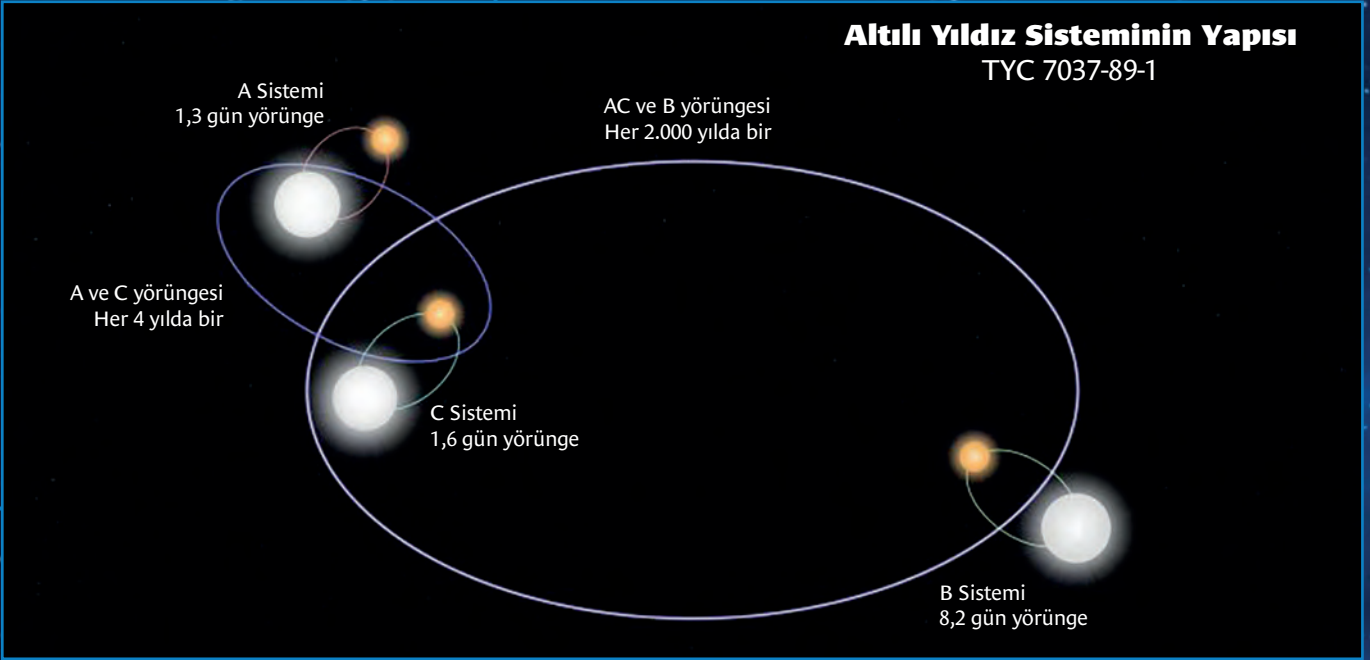
2019 yılında ilk kez yayınlanan ve bizden 55 milyon ışık yılı ötedeki M87 galaksisinin merkezinde bulunan süper kütleli kara deliğin "fotoğrafının" elde edildiği çalışma sonrasında kara delikler hiç olmadıkları kadar önemli olgular hâline geldi. 2020 Nobel Fizik Ödülü de galaksimizin merkezindeki 4 milyon Güneş kütleli kara deliği belirleyen ve kara deliklerin fiziği üzerine yıllarca çalışan üç bilim insanına verildi. İstatistiksel olarak, galaksimizin merkezindeki süper kütleli kara delikten daha düşük kütleli kara delikler her köşesine dağılmış milyonlarca kara delik olabileceği düşünülüyor.

Yeni bir çalışma sayesinde şimdiye kadar bilinen en yakın kara deliklerden biri keşfedildi. Kara delik bize yaklaşık 1.500 ışık yılı ötede bulunuyor ve bir ikili sistemin üyesi. Bu kara deliği ilginç yapan bir diğer özelliği ise nispeten küçük olan kütlesi. Bu kara delik Güneş'in yaklaşık 3 katı bir kütleyle sahip. Çalışmayı yapan bilim insanları yaklaşık 1.500 ışık yılı ötedeki V723 Mon isimli kırmızı dev türünden bir yıldızın ışığındaki Doppler kayması miktarını ve yıldızın elips şeklindeki bozulmaları incelediler. Yapılan analiz, yıldızın bir kara delik bileşenine sahip olabileceğini gösterdi. Kara delik ile yıldız ortak kütle merkezi etrafında hareket ederken yıldızın gözlenen ışığında dönemsel bir Doppler kayması gözlemlendi. Ayrıca kara deliğin güçlü kütle çekimi etkisi nedeniyle yıldızın şeklinde de dönemsel bir bozulma gerçekleştiği belirlendi.



Dünya, Ay ve bir kara delik illüstrasyonu.

Altılı Yıldız Sisteminin Yapısı TYC 7037-89-1



Bir kara deliği belirlemenin en bilindik ve kolay yolu onun X ışını bölgesindeki emisyonuna bakmaktır. Eğer bir kara delik yakın çevresinde bulunan bir yıldızın (veya yıldızların) malzemesini “yutuyorsa” X ışını bölgede güçlü emisyon yayar. Ancak yakın çevredeki maddenin kara delik tarafından çekilmediği durumlarda onu belirlemek oldukça zordur.

Yeni çalışmanın gösterdiği kadarıyla, yıldızların ışığındaki Doppler kaymasının ve yıldızın iki boyutlu düzlemdeki elips şeklinde meydana gelen bozulmaların incelenmesi yoluyla o yıldızın eşlik eden bir kara deliğin olup olmadığı anlaşılabilir. 2020 yılında da benzer bir çalışma gerçekleştirilmiş ve ilk kez çıplak gözle görülebilecek derecede yakın bir yıldızın bileşeni olduğu bir sistemde bir kara delik adayı

belirlenmişti. 1.120 ışık yılı ötedeki bu kara delik adayı henüz tam olarak doğrulanmadığı için en yakın kara delik unvanı şimdilik V723 Mon yıldızı ile bir ikili sistemin bileşeni olan bu kara deliğe ait.

Üç Çift Yıldız İçeren ve Tutulma Gösteren Altılı Yıldız Sistemi Keşfedildi

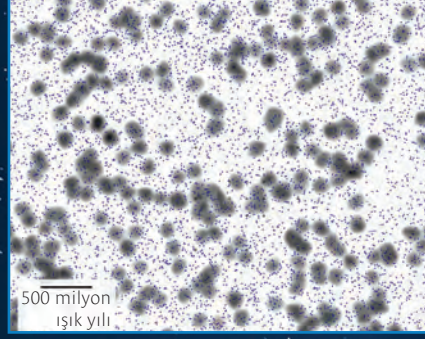
Dünya’dan yaklaşık 2.000 ışık yılı ötede bulunan ve üç çift yıldızdan oluşan bir altılı yıldız sistemi keşfedildi. Sistemin kod adı TYC 7037-89-1. Sistemin üyesi çift yıldızlar, bakış doğrultumuz dikkate alındığında, tutulmalar gerçekleştiriyorlar. Çalışmanın

verileri yakın bir tarihte faaliyete geçen ve ötegezegen keşiflerine imza atan The Transiting Exoplanet Survey Satellite (TESS) isimli uzay teleskobu ile birlikte başka birçok teleskobun verilerini içeriyor. Sistemi oluşturan üç çift yıldız sırasıyla 1,5 gün (A çifti), 8,2 gün (B çifti) ve 1,3 günlük (C çifti) tutulma dönemlerine sahipler. A ve C çiftleri altılı yıldız sisteminin merkezinde bulunuyor ve ortak kütle merkezi etrafında 4 yıllık bir dolanma dönemine sahipler. B çifti ise diğer iki çift yıldız sistemine göre daha dışarıda bulunuyor ve ortak kütle merkezi etrafında yaklaşık 2.000 yılda bir tur atıyor. Her bir çift sistemin daha büyük kütleli bileşen yıldızı Güneş kütlelerinin yaklaşık 1,3 katı kütleyle sahipken yarıçapı da Güneş’in 1,5 katı kadardır. Üç çift yıldız sisteminin düşük kütleli bileşenlerinin kütlesi ve yarıçapı ise Güneş’in kütle ve yarıçap değerinin yaklaşık olarak yarısına eşit.

3 Milyar Işık Yılı Genişliğinde Dev Bir Yay Yapısı Belirlendi

Bizden 9 milyar ışık yılı ötede; 3 milyar ışık yılı genişliğe ulaşabilen; ayrıca galaksiler, galaksi kümeleri, gaz ve toz içeren yay şekline benzer dev bir yapı keşfedildi. Mukayese yapmak gerekirse, dev yay yapısının büyüklüğü 46,5 milyar ışık yılı yarıçapa ve gözlenebilir evrenin 15'te 1'i büyüklüğe sahip. Bir başka ifadeyle, bu yapı Ay'ın görünen açısal büyüklüğünün yaklaşık 20 katı bir büyüklüğe sahip.

Evrenin derinliklerini gözlemek için kullanılan en önemli gök cisimlerinden biri de kuazarlardır. Kuazarlar süper kütleli kara deliklere ev sahipliği yapan ve AGN içeren dev galaksilerin parlak merkezlerine verilen isimdir. Tüm dalga boylarında çok şiddetli bir ışınım gücüne sahip oldukları için gözlenebilir evrenin en uzak köşelerinden bile gözlenebilirler. Söz konusu çalışmada 120.000 adet kuazarın bir haritası elde edildi. Sonra da kuazarların kullanıldığı bir görüntüleme tekniğinden faydalandı.



Görüntüdeki mavi noktalar Kuazarları gösteriyor ve gri bölgelerden çok daha uzakta bulunuyorlar. Gözlemciye daha yakın olan gri bölgeler ise Mg II soğurmasını, yani galaksiler, galaksi kümeleri, gaz ve tozun nerede olduğunu gösteriyor. Görüntünün merkezine yakın kısımda soldan sağa doğru uzanan yay yapısı kolaylıkla görülebiliyor.
Kaynak: A. Lopez.

Kuazar ile gözlemci arasındaki herhangi bir materyal gözlenen tayfta bir soğurmaya (gözlenen emisyonunda ani düşümlere) neden olacağı için gözlemci ile kaynak arasında bulunan ve boş gibi görünen uzayın aslında neler içerdiği daha iyi anlaşılabilir. Bu tekniğin kullanıldığı çalışma sonucunda umulmadık derecede büyük bir yay yapısı keşfedildi. Modern kozmolojiye göre evren çok geniş ölçeklerde (> 1,2 milyar ışık yılı), hangi yönde bakarsanız bakın, homojen bir madde dağılımına sahiptir. Bu keşfin en önemli sonucu, iddia edilen homojenliğin aksine homojen olmayan bir madde dağılımı olduğunu göstermesidir. Eğer bu keşif başka gözlemlerle de doğrulanırsa temel kozmoloji varsayımlarımızı güncellememiz gerekecek.

DÜNYA DIŞI YAŞAM

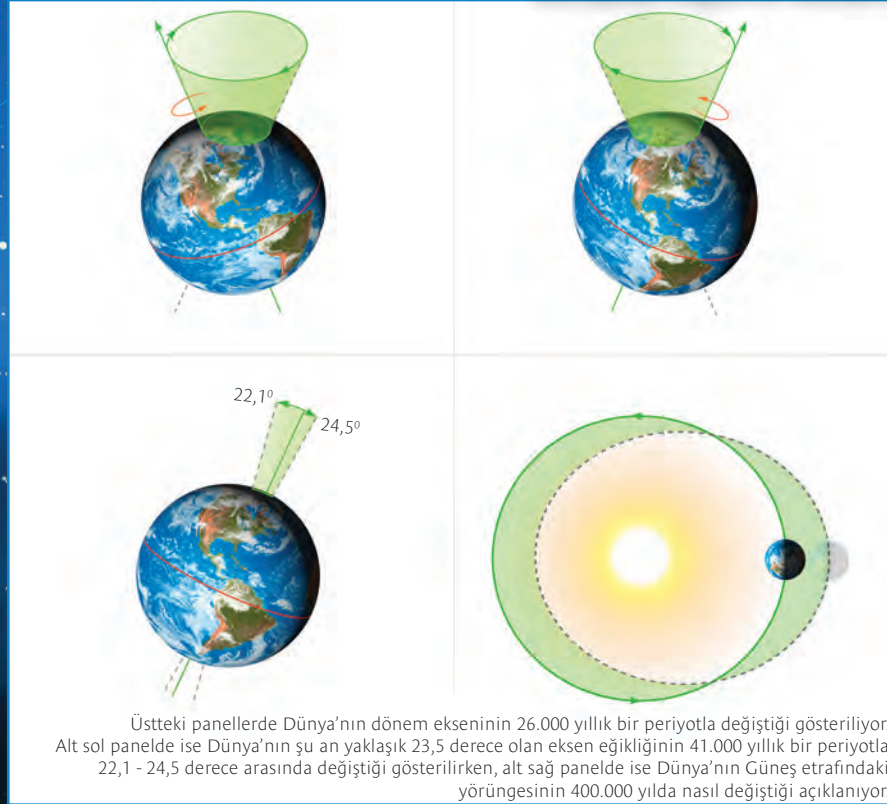
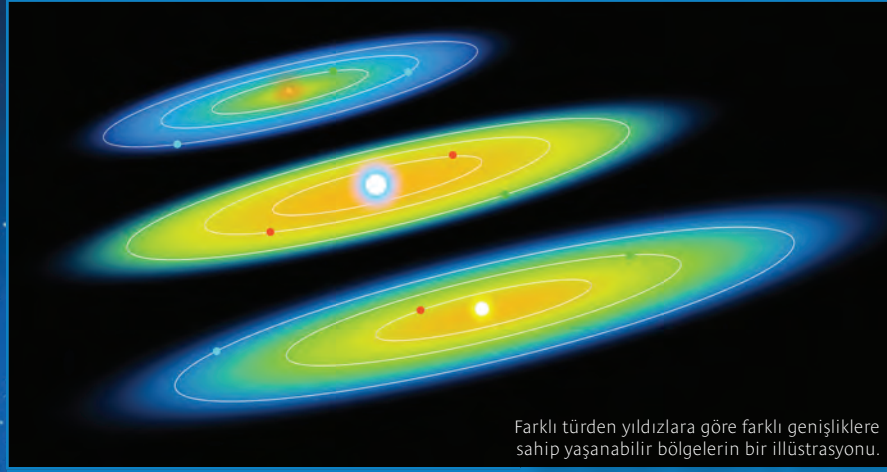
Gezegeğin Eksen Eğikliği ve Yaşam Arasındaki İlişki

Bir gezegenin yüzeyinde sıvı su barındırabilmesi ve dolayısıyla bildiğimiz anlamda basit yaşam formlarına ev sahipliği yapabilmesi için söz konusu gezegenin yıldızına uygun bir mesafede olması gerekir. Gezegende daha karmaşık canlı formlarının oluşabilmesi ise büyük ölçüde atmosferdeki oksijen miktarına bağlıdır. Oksijen, kompleks canlıların metabolizmalarında meydana gelen kimyasal süreçlerde önemli rol oynar. Yeni bir proje kapsamında geliştirilen model sayesinde bir gezegenin birçok parametresi değiştirilerek atmosferik oksijen düzeyindeki değişimler analiz edildi. Model içerisindeki parametrelerden biri de gezegenin eksen eğikliği, yani yıldız etrafındaki yörünge düzlemine kıyasla gezegenin ne kadar eğik durduğu oldu. Model sonuçlarına göre, eksen eğikliği atmosferdeki oksijen miktarını önemli ölçüde değiştirebiliyor: Eksen eğikliği arttıkça okyanuslarda fotosentez yoluyla

üretile oksijen miktarı da artış gösteriyor. Örnek vermek gerekirse, Dünya atmosferindeki oksijenin yaklaşık %50'si okyanuslarda bulunan ve fotosentez yapabilen bir çeşit plankton tarafından üretilir. Dolayısıyla bir gezegende oksijen miktarı sadece bitki örtüsüne değil aynı derecede okyanuslarına da bağlıdır.

Dünya Güneş etrafındaki yörüngesinde 23,4 derecelik bir eksen eğikliği ile hareket eder. Bu nedenle yıl boyunca farklı enlemlere farklı miktarlarda Güneş enerjisi ulaşır. Söz konusu proje tarafından geliştirilen model, aşırı derecede yüksek veya düşük eksen eğikliğinin yaşam olasılığını arttırmadığını ancak uygun

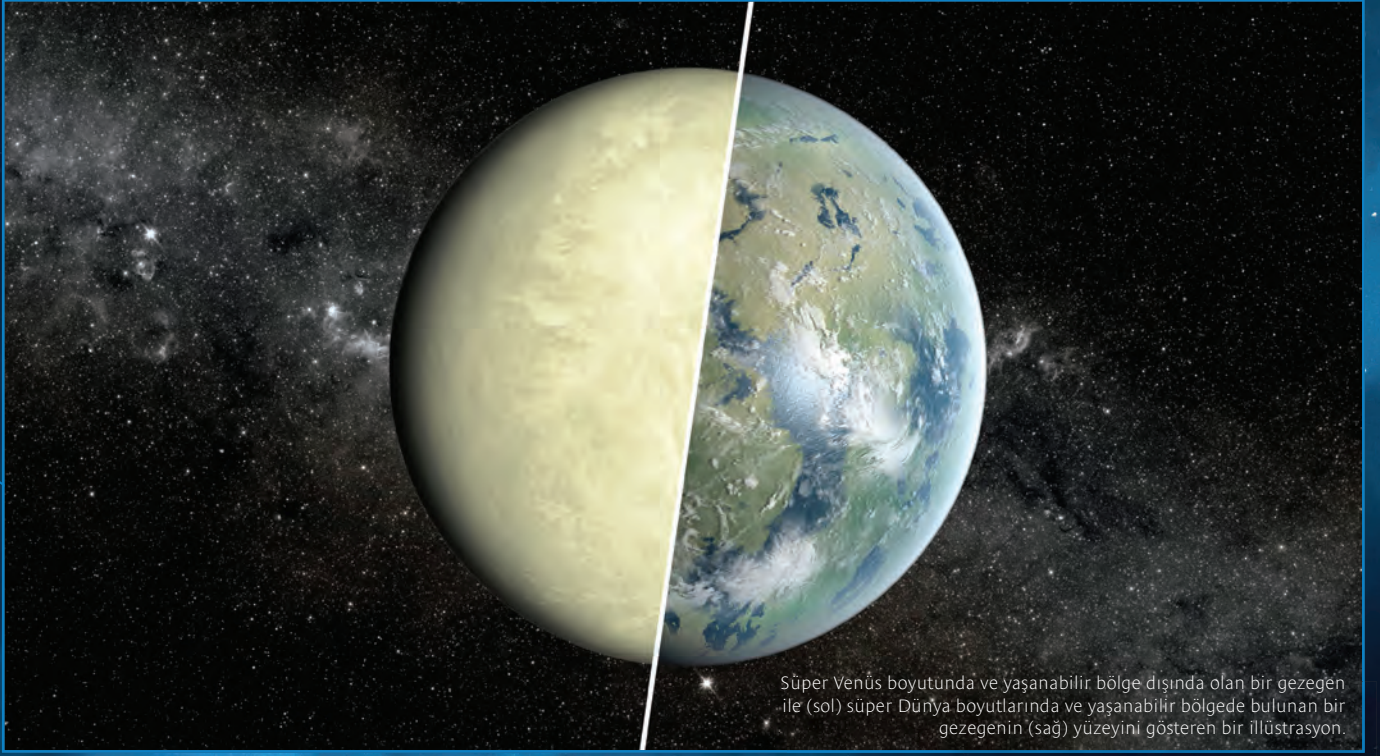
miktarda bir eksen eğikliğinin yaşam olasılığını önemli ölçüde arttırabileceğini gösterdi. Bu çalışma sayesinde hâlihazırda keşfedilmiş ve gelecekte keşfedilecek ötegezegenlerin eksen eğikliği parametresi de incelenebilir ve böylece o gezegende yaşam olup olmadığına dair daha net çıkarımlar yapılabilir.



Yeni Tip Ötegezegen: Hycean

Ötegezegenler incelenerek hem gezegen oluşumu hem de Dünya dışı yaşam hakkında çok değerli bilgilere ulaşılabilir. Bir ötegezegenin yıldızına göre konumu o ötegezegenin yüzeyinde yaşam formu olup olmayacağı hakkında bilgiler verir. Güncel bir çalışma ile alışık olmadığımız yüzey koşullarına sahip ancak yaşam barındırma potansiyeli bulunan yeni bir tür ötegezegen tanımlandı.

Hycean, sularla kaplı yüzeyi ve hidrojen yönünden zengin olan kalın atmosferiyle şu an hipotez aşamasında olan bir ötegezegen türü. Bu yeni türe, yüzeyinin okyanuslarla kaplı, atmosferinin hidrojen yönünden zengin olduğu düşünüldüğü için, Hycean (İngilizcede hidrojen ve okyanus sözcüklerinin



Süper Venüs boyutunda ve yaşanabilir bölge dışında olan bir gezegen ile (sol) süper Dünya boyutlarında ve yaşanabilir bölgede bulunan bir gezegenin (sağ) yüzeyini gösteren bir illüstrasyon.

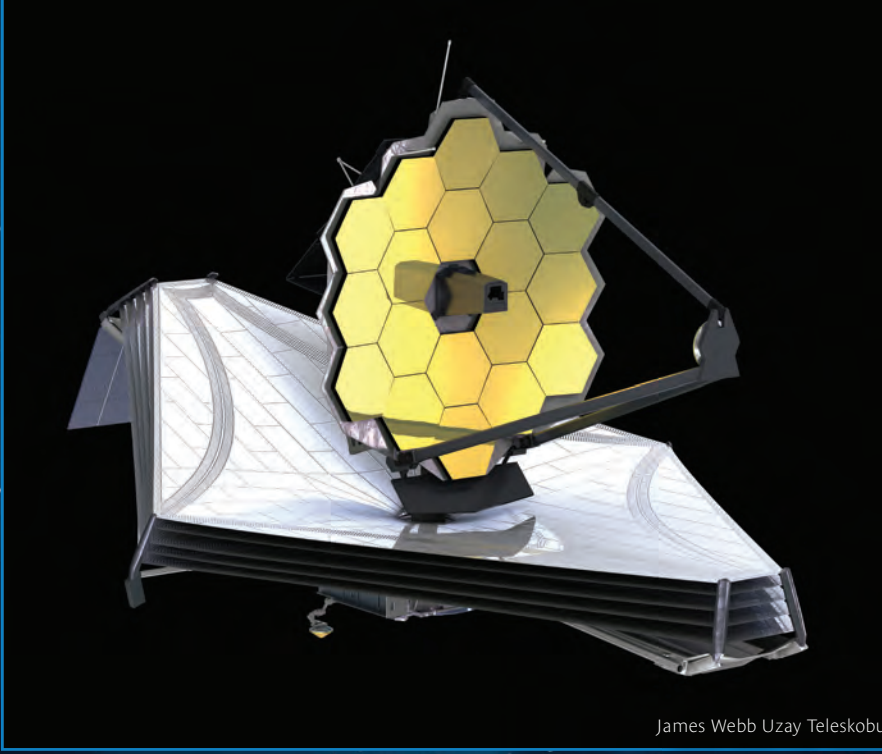
karşılığı olan “hydrogen” ve “ocean” kelimelerinin bir birleşimi) adı verildi. Kütle olarak süper-Dünya ve mini-Neptün boyutları arasında olan Hycean türü ötegezegenler, Dünya’dan 10 kat daha büyük kütleyle sahip olabilir. Hidrojen gazının atmosferde yoğun olması sera etkisini ve dolayısıyla atmosfer sıcaklığını arttırabilir. Bu türden ötegezegenlerde sıcaklık 200 dereceye ulaşabilir. Ancak eğer gezegenin sadece bir yüzü yıldızına bakıyorsa (dönme-dolanma kilitlenmesi denilen olay) gezegenin yıldız ışığı almayan bölgelerinde canlılık gelişebilir. Yapılan bazı çalışmalar bu tarz gezegenlere göre oluşturulan teorik yaşanabilir bölge sınırlarının

klasik Dünya-benzeri gezegenlere göre oluşturan yaşanabilir bölgeden daha geniş olabileceğini gösteriyor. Ancak henüz bu türden keşfedilmiş bir ötegezegen yok. Yine de bazı ciddi adaylar var. Bu adaylar içerisinde K2-18 b, K2-3 c ve K2-3 b isimli ötegezegenler sayılabilir. James Webb Uzay Teleskobu ile bu gezegenler daha detaylı incelenecek.

Önerilen bu yeni tür ötegezegen, Dünya dışı yaşam arayışında hedef sayısını genişletmesi ve yaşamın ilk bakışta akla gelmeyecek çok uç koşullara sahip gezegenlerde de filizlenebileceğini işaret etmesi açısından oldukça önemli.

James Webb Uzay Teleskobu Göreve Başlıyor

Yeni ve güçlü bir teleskop yakında yörüngede görevine başlıyor. Hubble Uzay Teleskobu’nun varisi olan James Webb Uzay Teleskobu (JWST) projesi, Amerika Ulusal Havacılık ve Uzay Dairesi (NASA), Avrupa Uzay Ajansı (ESA) ve Kanada Uzay Ajansı (CSA) ortaklığı ile gerçekleştiriliyor. Evren hakkında bilmediğimiz birçok şeyi öğrenmemizi ve birçok soruya yanıt bulmamızı sağlayacak olan JWST’nin dört ana bilimsel misyonu bulunuyor.



James Webb Uzay Teleskobu

1) Evrenin ilk yıldızlarının ve ilk galaksilerinin ışığını, yani günümüzden 13,4 milyar yıl öncesini inceleyecek. Bu sayede evrenin ilk zamanlarını daha iyi anlamamıza yardımcı olacak.

2) Sahip olduğu kızılötesi gözlem araçları sayesinde, geçmişten günümüze oluşmuş galaksilerin çok detaylı kızılötesi haritalarını elde edecek. Bu sayede dünden bugüne galaksilerin nasıl ortaya çıkıp geliştiğini daha iyi anlayabileceğiz. Özellikle galaksilerin renk-parlaklık diyagramı üzerinde mavi bölgeden (çoğunlukla geç tür ve yıldız oluşumu yüksek galaksiler) kırmızı bölgeye (çoğunlukla erken tür ve yaşlı yıldız içeren galaksiler) nasıl geçtiğini daha iyi anlamamızı sağlayacağı düşünülüyor.

3) Bir diğer ana hedefi ise yıldızların oluştuğu nispeten soğuk ve tozlarla kaplı gaz bulutlarını incelemek olacak. Yıldızlararası toz, yıldız oluşumunda kilit rol oynar ve JWST kızılötesine yani toz emisyonuna duyarlı alıcılara sahiptir. 1970’li yıllarda başlayan çalışmalar sayesinde, hidrojen molekülünün evrendeki bolluğuna bakılarak iki hidrojen atomunun boş uzayda birleşmediği ve ancak bir katalizör görevi gören toz yüzeylerinde birleşerek hidrojen molekülünü oluşturdukları anlaşılmıştı. Bu toz yapıları çevremizdeki tozlara benzemez; silikat yönünden zengin ve mikron boyutlarında yıldız oluşum artıklarıdır.

4) JWST’nin son görevi ise ötegezegen atmosferlerini incelemek. JWST sayesinde Dünya dışı yaşam hakkında daha fazla bilgiye sahip olunması ve yeni ötegezegenler keşfedilmesi planlanıyor.

Pentagon UFO Araştırma Birimi Kurdu

1947 yılında gerçekleşen ve tarihe “Roswell UFO olayı” diye geçen olaydan sonra gezegenimizin Dünya dışı zeki uygarlıklar tarafından ziyaret edildiğine olan inanç giderek arttı. Hâlbuki söz konusu olayda yere düşenin aslında gizli bir askerî projeye ait bir atmosfer balonu olduğu sonradan anlaşılmıştı. Bugün ise milyonlarca hatta bir milyarı aşkın sayıda insan, Dünya dışı zeki canlıların bizi ziyaret ettiğini düşünüyor. Ancak bilimsel olarak henüz Dünya dışı zeki bir canlı ne bulundu ne de o canlılarla bir iletişim sağlandı. Dünya dışında herhangi bir gök cisminde basit formda bir canlı da henüz bulunmuş değil.

Amerika Birleşik Devletleri (ABD) Savunma Bakanlığına bağlı askerî bir karargâh olan Pentagon’un ana amacı Amerika’nın ulusal güvenliğini sağlamak ve ulusal güvenlik kapsamında tanımlanamayan uçan cisim (unidentified flying object: UFO) vakaları da giriyor. Bu nedenle Pentagon rapor edilen 144 önemli UFO olayını ve onlara ilişkin



verileri detaylı bir şekilde inceledi. Tanımlanamayan hava olayları (unidentified aerial phenomena: UAF) adını verdikleri bu olaylar hakkında Pentagon'un geçen yıl haziran ayında yayınladığı raporda beş kategori yer alıyor. Bu kategoriler şunlardır:

- 1) ABD veya onun endüstriyel partnerleri tarafından geliştirilen teknolojiler,**
- 2) Diğer ülkeler tarafından (özellikle Rusya ve Çin) geliştirilen teknolojiler,**
- 3) Havadaki düzensizlikler (kuş, drone vb. nedeniyle gerçekleşen olaylar),**
- 4) Doğal atmosferik olaylar (buz kristalleri, nem, ısı düzensizlikleri vb.),**
- 5) Diğer (herhangi bir kategoriye koymak için yeterli bilgi olmayan olaylar).**

Raporun sonucuna göre bazı olayların ulusal güvenlik için daha detaylı araştırılması gerek denilse de Dünya dışı yaşama dair herhangi bir olaya rastlanmadığı da raporda açıkça belirtildi. Pentagon UAF olaylarını daha detaylı incelemek ve en kısa sürede bu olaylara açıklık getirebilmek için geçen yıl kasım ayında özel bir birim kurdu. Bu sayede, ciddi bir UAF vakası durumunda halka daha doğru bilgiler verilmesi ve medyada sıkça görülen yanlış haberlerin önüne geçilmesi hedefleniyor.

Uzayda Bitki Yetiştirmek

Uzay çalışmaları ile sadece Dünya dışı yaşam aramıyoruz, Dünya dışında yaşamın yollarını da arıyoruz. Eğer insanlık bir gün başka gök cisimlerine yerleşecekse yaşamı için gerekli olan her şeyi gittiği yerde üretebiliyor olmalı. Bu amaçla yapılan en önemli

çalışmalar, yerden 400 km yüksekte bulunan Uluslararası Uzay İstasyonu'nda (International Space Station: ISS) gerçekleştiriliyor. İlk kez 1982 yılında Sovyet Salyut 7 uzay istasyonunda yetiştirilen turpgiller familyasına ait bir bitki türünden (Arabidopsis thaliana) Ay yüzeyindeki bir konteynır içinde kısa süreliğine de olsa filizlenen pamuğa kadar bugüne kadar uzayda birçok bitki (marul, domates ve ayçiçeği gibi) yetiştirildi. Son birkaç yıldır uzayda yetiştirilen bitkilerin çoğu ISS'de bulunan özel bitki habitatlarında filizleniyor. Geçtiğimiz yıl ise ISS'de acı biber yetiştirildi. Bu tür çalışmalar ekstrem koşullarda bitki yetiştirilebildiğini göstermesi açısından son derece önemli. Dünya nüfusunun giderek arttığını ve ekilebilir alanların giderek azaldığı düşünülduğünde; minimum düzeyde yer, toprak ve su kullanılarak gerçekleştirilebilen topraksız ve dikine tarım uygulamaları insanlığın geleceği için hayati önem arz ediyor.

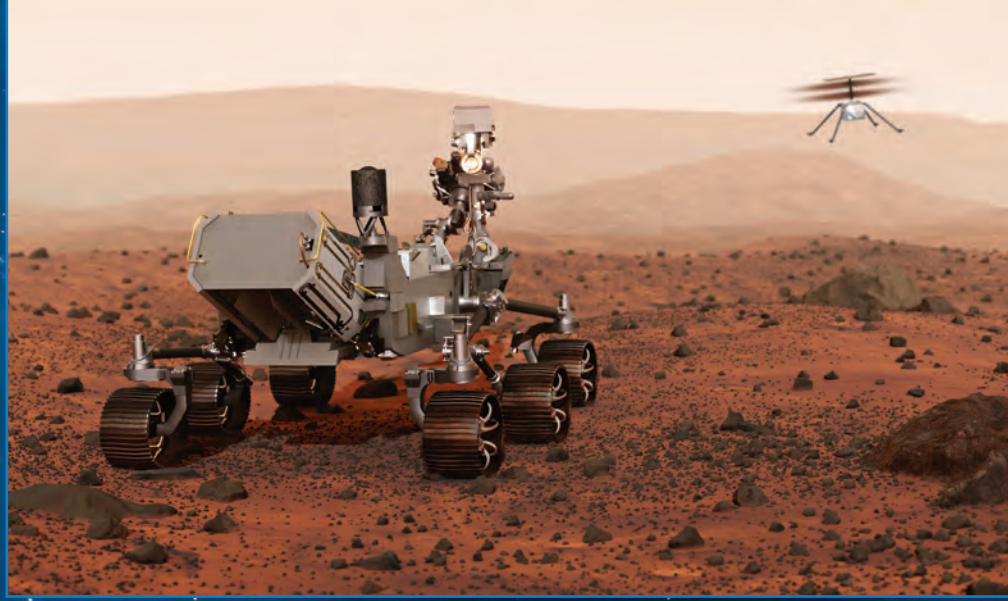


MARS

2021 yılında üç büyük Mars görevi gerçekleştirildi. Bize en yakın ve aynı zamanda en az ekstrem koşullara sahip (mesela Venüs'e kıyasla) kızıl gezegen Mars'a gitmemizin bazı önemli nedenleri var. Başlıcaları olarak şunlar verilebilir: Gezegen oluşumunu daha iyi anlayabilmek, Dünya dışı yaşam olasılığını araştırmak, Mars gibi ekstrem koşulları olan bir yerde yaşam alanları kurulup kurulamayacağını test etmek ve elbette tüm uzay keşiflerinin altında yatan en önemli nedenlerden biri olan salt merak. Mars'a gidişin amacı ne olursa olsun, her uzay çalışması gibi, Mars'a gitmek için harcanan çaba, uygulanan mühendislik ve geliştirilen teknolojiler bize günlük yaşantımızda yararı olacak ürünler olarak geri dönüyor. Geçen yıl gerçekleştirilen üç büyük görev ve amaçlarını aşağıda sizler için özetledik.

The Hope

Birleşik Arap Emirlikleri'nin uzay çalışmaları kapsamında, çok uluslu işbirlikleri sayesinde hayata geçirilen The Hope (Umut) adlı uzay aracı; Mars etrafında bir yörüngeye yerleştirilmek için tasarlandı. Mars yüzeyinden 20.000 km ila 43.000 km uzaklığa sahip yörüngelerinde dolanırken gezegeni izleyecek. The Hope



üzerinde, kızılötesi ve morötesi alıcılardan yüksek çözünürlüklü kameraya kadar birçok cihaz bulunuyor. The Hope uzay aracının başlıca görevleri şunlar:

- ▶ Mars atmosferini ve Mars hava durumunu hiç olmadığı kadar sıklıkla incelemek ve buna dair bir veri tabanı oluşturmak,
- ▶ Önceden üzerinde su bulunduğu düşünülen Mars'ın bugünkü hâline nasıl ulaştığını anlamak,
- ▶ Mars'ın atmosferindeki sürekli oksijen ve hidrojen kaybının nedenlerini araştırmak.

Tianwen-1

Çin Uzay Ajansının bir projesi olan Tianwen-1 hem yörünge aracı hem de iniş modülü içeriyor. İniş modülüne dâhil ayrıca Zhurong isimli bir de rover (yüzey aracı) bulunuyor. Tianwen-1 Mars'a geçen yıl şubat ayında ulaştı

ve kızıl gezegen etrafında bir yörüngeye oturdu. Yörüngedeki ana araçtan ayrılan iniş modülü ise 14 Mayıs 2021 tarihinde Mars yüzeyine başarılı bir şekilde indi. Yüzey aracı Zhurong da aynı tarihte Mars toprağına temas etti. Böylece Çin, Mars'a yumuşak iniş yapabilen (Rusya ve ABD'den sonra) üçüncü ülke oldu.

Tianwen-1 uzay aracında, altısı Zhurong üzerinde olmak üzere, toplamda 13 bilimsel ölçüm cihazı bulunuyor. Projenin başlıca amaçları ise şunlar:

- ▶ Mars'ın yüzey yapısını incelemek ve yüzeyden alınacak örnekleri analiz etmek,
- ▶ Mars yüzeyindeki su buzunun dağılımını haritalamak,
- ▶ Mars'ın iyonosfer tabakasını ve iklim özelliklerini incelemek,
- ▶ Gezegenin manyetik alanını analiz ederek iç yapısını araştırmak.

Perseverance ve Mini Helikopter Ingenuity

Amerika'nın Perseverance isimli yüzey aracı ve beraberindeki minik helikopter Ingenuity geçen yıl Şubat ayında Mars yüzeyine sorunsuz bir şekilde inebildi. 1 tonluk kütlesi ile bir araba boyutunda olan Perseverance, farklı amaçlara sahip birçok cihaz ile donatıldı. Bunlardan belki de en ilginç Mars atmosferinde bolca bulunan karbondioksitten oksijen üreten MOXIE isimli cihaz. Ana hedefi Mars'ın geçmişinde yaşam olup olmadığını araştırmak olan Perseverance, bu amaç için özellikle belirlenen 45 km genişliğindeki Jezero isimli kratere indirildi. Perseverance isimli yüzey aracının dört ana hedefi bulunuyor:

- ▶ Mars'ta geçmişte yaşam olup olmadığını belirlemek,
- ▶ Mars'ın iklim özelliklerini belirlemek,
- ▶ Mars'ın yüzey özelliklerini belirlemek,
- ▶ Üzerinde taşıdığı cihazlar sayesinde alacağı verilerle insanlık Mars görevleri için gerekli bilgileri toplamak.

Diğer yandan, MOXIE karbondioksitten oksijen üretmeyi başardı. Ingenuity ise defalarca başarılı uçuşlar yaparak bir başka ilki gerçekleştirdi. Saniyede 4,3 metre maksimum hıza ve yerden

maksimum 12 metre yüksekliğe ulaşan Ingenuity, geçen yıl Mars atmosferinde toplam 3,5 km yol katetti. 1,8 kg'lık bu minik helikopter tek seferde 625 metrelik en uzun uçuşunu ise geçen yıl Temmuz ayında gerçekleştirdi.

GEZEGENİMİZİ SAVUNMA ÇALIŞMALARI

Her gün, çoğunlukla toz ve kum boyutlarında olan ortalama 50 tonluk materyal uzaydan Dünya'ya düşüyor. Bu materyallerin çok büyük bir çoğunluğu Dünya atmosferi tarafından zararsız hâle getirilse de özellikle 140 metreden daha büyük çapa sahip cisimler "tehlikeli asteroitler" diye sınıflandırılıyor. Bugüne kadar Dünya için tehdit oluşturabilecek 30.000'e yakın cisim belirlendi. "Yakın dünya cisimleri" adı

verilen bu cisimlerin 10.000 tanesi 140 metreden daha büyüktür. Gezegenimize çarpması durumunda geniş ölçekte zarar verebilecek potansiyele sahip 1 km'den daha büyük asteroitlerin sayısı ise 1.000 civarındadır. Elde edilen verilere göre, önümüzdeki 100 yıl içinde gezegenimizi ciddi şekilde tehdit edebilecek 1 km'den büyük herhangi bir asteroit bulunmuyor. Ancak böyle bir tehlide karşı her ihtimale karşı hazırlıklı olunması gerektiği düşünülüyor. Bu amaçla yeni bir proje uzaya gönderildi. DART (Double Asteroid Redirection Test) isimli proje kapsamında, bir uzay aracı geçen yıl Kasım ayında hedefindeki asteroit çiftine doğru yola çıktı. Asteroit çifti Didymos (800 metre) ve ondan daha küçük olan Dimorphos (160 m) isimli iki asteroitten oluşuyor. Dimorphos, Didymos etrafında bir yörüngeye sahip ve bu asteroit çifti gezegenimiz için bir tehdit oluşturmuyor. Proje kapsamında gönderilen



DART projesinin hedeflerini özetleyen bir illüstrasyon.

uzay aracı bu yıl ekim ayında kasıtlı olarak Dimorphos asteroidine çarptırılacak, sonrasında asteroidin yörüngesindeki sapma miktarı hesaplanacak. Projede elde edilecek veriler sayesinde gelecekte gezegenimizi tehdit edecek tehlikeli bir asteroit olduğunda hazırlıklı olabileceğimiz düşünülüyor. Dolayısıyla bu çalışma sadece bir uzay ajansının yaptığı proje olarak değil, gezegenimizi savunma sisteminin ilk önemli testi olarak görülüyor.

UZAY TURİZMİ

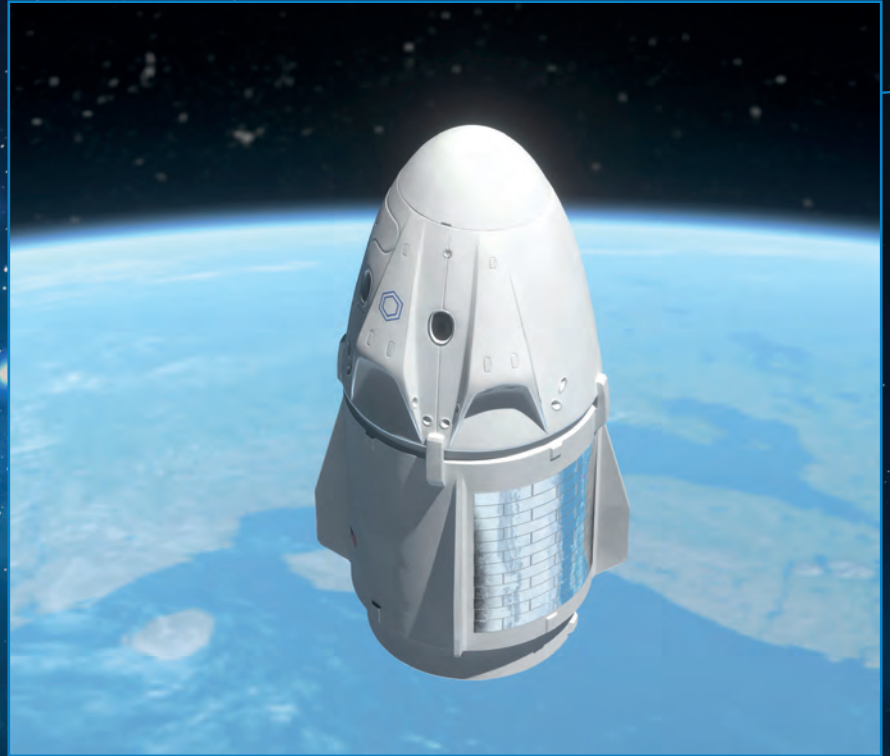
Uzay endüstrisinin en önemli kollarından biri olan uzay turizmi 2021 yılı boyunca büyümeye devam etti. 2021 yılının temmuz ayında önce Virgin Galactic firması dört kişilik sivil mürettebat ile yerden 82 km yüksekliğe ulaştı. Virgin Galactic firmasının uzay yolculuğu iki uçağın kullanıldığı bir yöntem ile gerçekleştiriliyor. Yolcuların bulunduğu VSS Unity isimli güçlü roketle sahip uçak, daha büyük olan VMS Eve isimli uçak ile taşınıyor ve 15 km yüksekliğe ulaştığında serbest düşmeye bırakılıyor. Kısa bir süre sonra roketlerini ateşleyen VSS Unity'nin irtifası saniyeler içinde 80 km'nin üzerine çıkıyor. Çıkış tamamlandıktan sonra yaklaşık 3 dk boyunca serbest düşmede olan uçağın içindeki mürettebat

o esnada ağırlıksızlık deneyimini yaşıyor. Bu yolculuk toplamda yaklaşık 1,5 saat sürüyor. Virgin Galactic en son sattığı 100 bilet ile birlikte şimdiye kadar 700 uzay bileti sattı. Bu biletlerin ücretini şimdilik 450.000 dolar olarak belirledi.

Öte yandan temmuz ayı içerisinde Blue Origin firması New Shepard adlı roketi ile 4 kişiyi 106 km'ye çıkarmayı başardı. 13 Ekim 2021 tarihinde ise ikinci insanlı uçuşunu da başarı ile gerçekleştirdi. Blue Origin uçuşu klasik bir roket uçuşu şeklinde gerçekleşiyor. Roket üzerinde bulunan ve otonom sisteme sahip kapsül, 80 km irtifaya yaklaştığında roketten ayrılıyor ve 106 km'ye ulaştıktan sonra serbest düşüşe geçiyor. Bu esnada yaklaşık 4 dakika boyunca

ağırlıksızlık deneyimi yaşıyor. Yere ulaşmadan önce açılan paraşütler sayesinde düşüş hızı yavaşlayan kapsül, yere bir metre kala ateşlediği küçük roketleriyle konforlu bir iniş sağlıyor. Blue Origin'in uzay yolculuğu toplamda 10 dakika sürüyor. Blue Origin ilk insanlı uçuşu için bir koltuğu açık arttırma ile satışa çıkarmış ve milyonlarca dolara satmıştı. Firma kişi başı bilet fiyatını henüz açıklamasa da şimdiye kadar toplamda 100 milyon dolarlık bilet sattığı biliniyor.

16 Eylül 2021 tarihinde bir ilk yaşandı ve dört kişilik sivil mürettebat yerden yaklaşık 580 km yüksekliğe ulaştı. Inspiration 4 isimli proje kapsamında SpaceX firması gerekli roket ve modül desteğini sağladı.



SpaceX firmasının Crew Dragon kapsülü içindeki 4 kişilik mürettebat, Dünya etrafında üç gün boyunca tur attı. Kapsül 19 Eylül'de sorunsuz bir şekilde gezegenimizin yüzeyine ulaştı. Bu seyahatin kişi başı bilet fiyatının ne kadar olduğu tam olarak bilinmese de 106 km ve altında uçuş gerçekleştiren diğer iki firmadan daha pahalı olduğu kesin.

SpaceX tarafından inşa edilen ve önce Ay'a sonra ise daha uzaklara gitmeyi hedefleyen Starship roketinin yapım aşaması sonlandı. 39 roketten oluşan bir itiş gücü ile havalanacak olan Starship bugüne kadar yapılmış en büyük roket unvanının sahibi olacak. Starship, insanları Ay'a taşıyan Satürn V roketinden yaklaşık 5 metre daha uzun. Tüm testleri başarılı bir şekilde devam eden roket, yüksek irtifalı ilk uçuş denemesi için gerekli resmi onayları bekliyor.

TAKIM UYDULAR VE UZAY ÇÖPLERİ

Küresel İnternet Ağı

SpaceX'in Starlink projesi kapsamında Dünya'nın her yerine yüksek hızlı internet sağlanması amaçlanıyor. 60 uyduluk ilk katile 2019 yılında Dünya etrafındaki yörüngesine yerleştirilmişti. Kasım 2021 itibarıyla bu sayı 1.850'ye ulaştı. Starlink uyduları 400 km ila 1.200 km yükseklikteki yörüngelerde faaliyet gösteriyor. Toplamda 42.000 uydu göndermeyi planlayan SpaceX, Şubat 2021 itibarıyla 10.000 kullanıcıya ulaştığını açıkladı.

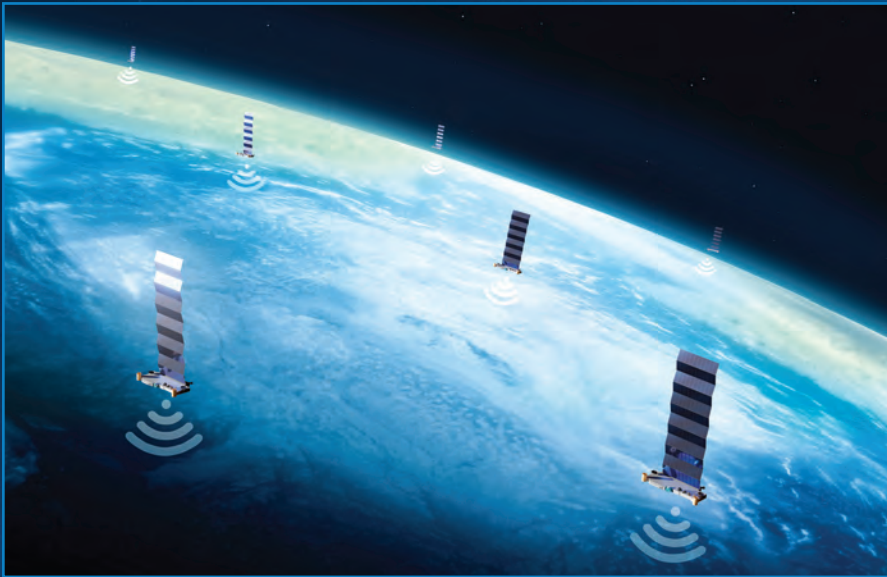
İlk Starlink uydularının Dünya etrafında yörüngeye oturmasından sonra tüm

astronomi dernekleri ortaya çıkan ciddi ışık kirliliği ve bunun astronomik gözlemlere etkisi hakkında raporlar yayınladı. Şimdiye sadece SpaceX değil, başka birçok küresel şirket de yörüngeye iletişim uyduları göndermeyi planlıyor. Şu an yörüngede bulunan aktif uydusu sayısı birkaç bin adet. Ancak SpaceX ve diğer firmaların göndereceği uyduları dikkate alırsak aktif uydu sayısı önümüzdeki birkaç yıl içinde 1 milyona ulaşabilir. Bu da her geçen gün büyüyen uzay çöpü sorununu daha da ciddi bir sorun hâline getirir.

Diğer yandan, SpaceX ışık kirliliği ve bunun astronomik gözlemleri olumsuz etkilemesi sorunlarına yönelik olarak Güneş ışığını daha az yansıtan bir çözüm üzerinde çalışıyor. Bu çözüm çıplak gözle yapılan gözlemlerde etkili olabilir ancak teleskoplarla yapılanlar için iyi bir sonuç vermeyebilir. Nitekim, derin uzay cisimleri açılal olarak daha küçük göründükleri için sadece birkaç yüz km yukarıdaki bir yapay uydu görüşü fiziksel olarak her şekilde engelleyecektir.

Uzay Çöpleri

21. yüzyılın başından bugüne, uzaydaki yapay uydu sayısı hiç olmadığı kadar hızlı bir şekilde artmaya devam ediyor. Dünya etrafındaki yörüngelerinde dolanan ve her geçen gün sayıları





artan yapay uydular nedeniyle uzay çöpü sorunu giderek büyüyor. ESA'nın verilerine göre, çevremizde 10 cm'den büyük 30.000'den fazla uzay çöpü bulunuyor. 1 mm'den büyük uzay çöpü sayısı ise 100 milyonu aşıyor.

Saatte 25.000 km hıza ulaşabilen uzay çöpleri birçok yönden tehdit oluşturuyor. Uzay çöpleri nedeniyle Dünya etrafındaki aktif uydular, sayısı giderek artan uzay istasyonları ve ayrıca uzay turizmi tehdit altında. Dünya'daki birçok uzay ajansının

ve bazı özel şirketlerin uzay çöpü sorununa bir çözüm bulmak için projeler geliştirdiği biliniyor. Bu noktada iki ana çözüm yolu üzerinde duruluyor. İlk çözüm yöntemi uzayda başıboş dolanan âtıl-durumdaki uydu ve onlara ait parçaları bir şekilde Dünya atmosferine yönlendirmek. Böylelikle atmosferimize giren uzay çöpleri yanıp kül olacak. İkinci çözüm yöntemi ise uzay çöplerini Dünya etrafında zararsız bir yörüngeye yönlendirmek, yani yörüngede bir çeşit çöplük alanı oluşturmak. Bunun için

geçen yıl uzaya gönderilen ve ilk testleri başarı ile tamamlanan ELSA-d projesi umut vaat ediyor. Manyetik bir yakalama mekanizması taşıyan sistem sayesinde, ana uzay aracından ayrılan bir cisim başarılı bir şekilde yakalandı. Aynı teknik uzay çöpleri için de uygulanacak ve yörüngeleri değiştirilen uzay çöpleri güvenli bir bölgeye veya yok olmak üzere Dünya atmosferine yönlendirilebilecek.

TÜRKİYE VE UZAY

Türksat 5A ve 5B

Türksat 5A haberleşme uydumuz, 8 Ocak 2021 tarihinde Cape Canaveral uzay üssünden Falcon 9 roketi ile fırlatıldı. Birkaç aylık yolculuktan sonra yaklaşık 35.800 km ötedeki yer-sabit yörüngesine ulaştı. Geçen yıl haziran ayında başarılı bir şekilde göreve başlayan uydunun tahmin edilen çalışma süresi 15 yıl olacak şekilde tasarlandı. Türksat 5B ise 2021 yılının son günlerinde Falcon 9 roketi ile başarılı bir şekilde fırlatılarak görev yeri olan yörüngeye doğru yola çıktı. Önceki modellere göre daha ileri bir kapasiteye sahip olan iletişim uydumuzun 35 yıldan daha fazla manevra kabiliyeti bulunuyor. Türksat 5B ile birlikte haberleşme uydusu sayımız 5'e yükselmiş oldu.



Doğu Anadolu Gözlemevi İlk Işığı Almak Üzere!

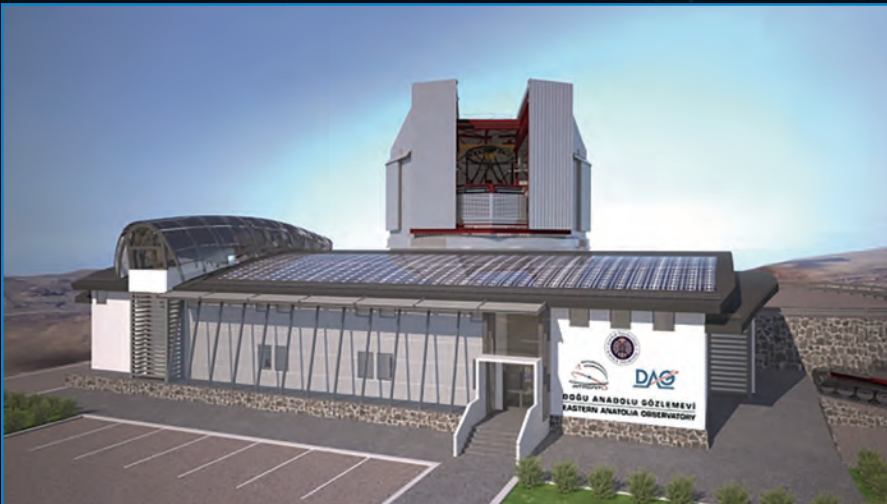
Türkiye'nin en büyük gözlemevi olan Doğu Anadolu Gözlemevi (DAG) Erzurum Karakaya Tepeleri'nde yaklaşık 3.200 metre yükseklikte faaliyete geçmek için gün sayıyor. Teleskobun aynası hariç tüm mekanik aksamı geçen yıl şubat ayında ülkemize gelmişti. Yüzey işlemleri Rusya'da tamamlanan 4 metrelik dev ayna ise Kasım ayında gözlemevine ulaştı. Yapılacak son işlemlerin ardından DAG teleskobunun ilk ışığını 2022 içinde alması planlanıyor.

DAG hem optik dalga boyunda hem de kızılötesi bölgede gözlem yapabilecek. Bu özellikleriyle ülkemizin en büyük optik ve aynı zamanda ilk kızılötesi teleskobu olacak.

Türkiye Uzay Ajansı

Türkiye Uzay Ajansı (TUA) 13 Aralık 2018 tarihinde kuruldu. Geçen yılın şubat ayında ise millî uzay programının gelecek 10 yıldaki 10 hedefi açıklandı. Bu hedefleri şöyle sıralayabiliriz:

1. Cumhuriyet'in 100. yılında, uluslararası iş birliği ile yakın Dünya yörüngesinde ateşlenecek millî ve özgün bir hibrit roketle Ay'a sert iniş gerçekleştirmek,
2. Yeni nesil uydu geliştirme alanında dünya ile rekabet edebilecek ticari bir marka ortaya çıkarmak,
3. Türkiye'ye ait bölgesel konumlama ve zamanlama sistemi geliştirmek,



4. Uzaya erişimi sağlamak amacıyla, ülkemizde veya yakın coğrafyada, bir uzay limanı işletmesi kurmak,

5. Uzay havası veya meteorolojisi olarak tabir edilen alana yatırım yapılarak uzaydaki yetkinliğimizi arttırmak,

6. Astronomik gözlemler ve uzay nesnelerinin yerden takibi konularında ülkemizi daha yetkin bir konuma getirmek,

7. Uzay alanında sanayi kümelenmesi ile entegre çalışmalar yürütmek,

8. Yerli ve yabancı yatırımcılara ev sahipliği yapacak bir uzay teknoloji geliştirme bölgesi kurmak,

9. Uzay alanında etkin ve yetkin insan kaynağını geliştirmek amacıyla uzay farkındalığı oluşturmak,

10. Bir Türk vatandaşını bilim misyonuyla uzaya göndermek. TUA'nın yetişmiş insan gücü ihtiyacını karşılamak amacıyla Millî Eğitim Bakanlığı (MEB) ile bir protokol imzalandı. 1416 sayılı yasa kapsamında, Millî Eğitim Bakanlığı TUA'nın belirlediği alanlarda 30 öğrenciyi yüksek lisans ve doktora öğrenimi için yurt dışına gönderecek. MEB YLSY burs başvuruları geçen yıl 21 Ekim - 1 Kasım tarihleri arasında yapıldı. TUA'da görevlendirilmek üzere MEB tarafından aşağıdaki alanlarda burslu kontenjanı açılmıştı:

- ▶ Hava ve Uzay Platformlarına Yönelik Teknolojiler – Optik,
- ▶ Elektro Optik ve Fotonik, Uydu Yer Kontrol Sistemleri,
- ▶ Uzay Hukuku,
- ▶ Radyo Navigasyon Sistemleri,
- ▶ Radyo Astronomi (Güneş Radyo Akısı, Ölçümleri ve Güneş

Aktivitelerinin İklim Değişikliğine Etkileri),

- ▶ Uzay Çöpleri, Asteroit ve Meteorların Takibi ve Gözlemlenmesi,
- ▶ Füze Sistemleri ve Uzay Teknolojileri,
- ▶ Enerji ve İtke Teknolojileri.

Geride bıraktığımız yıl boyunca uzayda yaşanan gelişmeler önümüzdeki yıllarda çok daha fazla sayıda gelişmenin olacağını âdeta bir habercisi niteliğindedi. Öyle görünüyordu ki tüm doğa bilimlerini ve üst düzey teknolojileri içinde barındıran uzay araştırmaları, insanlığın ilerleyişindeki önemli basamaklardan biri olmaya devam edecek. ■

Kaynaklar

- <https://arxiv.org/pdf/2109.09776.pdf>
- <https://www.nature.com/articles/s41550-021-01495-w>
- <https://www.nature.com/articles/s41550-021-01384-2>
- <https://arxiv.org/abs/2110.08655>
- <https://arxiv.org/pdf/2105.14090.pdf>
- <https://www.nature.com/articles/s41550-021-01426-9>
- <https://arxiv.org/abs/2102.09238>
- <https://arxiv.org/pdf/2101.02212.pdf>
- <https://arxiv.org/abs/2101.03433>
- <https://www.sciencenews.org/article/galaxy-giant-arc-3-billion-light-years-long-cosmology-space>
- <https://www.space.com/virgin-galactic-sells-100-space-tourist-tickets>
- <https://www.spacex.com/updates/starlink-update-04-28-2020/index.html>
- <https://scitechdaily.com/goldilocks-planets-with-a-tilt-like-earth-are-more-capable-of-evolving-complex-life/>
- <https://arxiv.org/abs/2108.10888>
- https://www.esa.int/Science_Exploration/Space_Science/Webb
- <https://phys.org/news/2020-08-pentagon-ufos.html>
- <https://www.smithsonianmag.com/smart-news/best-space-tacos-yet-astronauts-celebrate-after-growing-peppers-in-space-for-the-first-time-180978993/>
- <https://mars.nasa.gov/mars2020/>
- <https://www.nasa.gov/planetarydefense/dart>