



Bilim *ve* Teknik

Aylık Popüler Bilim Dergisi Ocak 2024 Yıl 57 Sayı 674 - 11 TL

KARANLIK **EVREN**
MADDE
YILDIZLAR

Ay'a Yolculuk

Sağlıklı Gezegen

2024 Gök Olayları Yıllığı



ÖZEL EK
3 Boyutlu
2024 Takvimi

“Benim mânevi mirasım ilim ve aklıdır.”
Mustafa Kemal Atatürk

Bilim ve Teknik

Aylık Popüler Bilim Dergisi
Yıl 57 Sayı 674
Ocak 2024

İmtiyaz Sahibi

TÜBİTAK Adına Başkan
Prof. Dr. Hasan Mandal

**Genel Yayın Yönetmeni ve
Sorumlu Yazı İşleri Müdürü**
Ömer Kökçam

Dergiler Müdürü

Kübra Bal Çetinkaya

Yayın Yönetmeni - Editör

Dr. Özlem Kılıç Ekici

Yayın Danışma Kurulu

Ömer Kökçam
Fatma Başar
Doç. Dr. Rukiye Dilli
Kübra Bal Çetinkaya
Prof. Dr. Emine Adadan
Prof. Dr. Elif Damla Arsan
Doç. Dr. Nuray Karapınar
Prof. Dr. Evren Mutlugün
Prof. Dr. Faruk Soyduğan

Araştırma ve Yazı Grubu

Dr. Özlem Ak
M. Furkan Aktaş
Dr. Tuncay Baydemir
Dr. Bülent Gözcelioğlu
Dr. Mahir E. Ocak
Dr. Tuba Sarıgül
İlay Çelik Sezer

Redaksiyon

Dr. Nurulhude Baykal

Grafik Tasarım-Web

Hüseyin Diker
Ayşe Dilara Cumhur

Mali Yönetmen

Adem Polat

Mali ve İdari Hizmetler

M. Furkan Aktaş

İletişim Bilgileri

TÜBİTAK Bilim ve Toplum Başkanlığı
Dergiler Müdürlüğü
Bilim ve Teknik Dergisi
Remzi Oğuz Arık Mah.
Tunus Cad. No:80
06540 Çankaya ANKARA
bteknik@tubitak.gov.tr
bilimteknik.tubitak.gov.tr

Abone İlişkileri

abone@tubitak.gov.tr
yayinlar.tubitak.gov.tr

Baskı

Başak Matbaacılık Tanıtım
Hizmetleri İth.İhr. A.Ş.
basakmatbaa.com

Baskı Tarihi

21.12.2023

Dağıtım

Turkuvaz Dağıtım Pazarlama A.Ş.
tdp.com.tr
Bilim ve Teknik Dergisi, Milli Eğitim Bakanlığı
[Tebliğler Dergisi, 30.11.1970, sayfa 407B, karar no: 10247]
tarafından lise ve dengi okullara; Genelkurmay Başkanlığı
[7 Şubat 1979, HRK: 4013-22-79 Eğt. Krs. Ş. sayı NŞR.83] tarafından
Silahlı Kuvvetler personeline tavsiye edilmiştir.

ISSN 977-1300-3380
Fiyatı 11 TL (KDV Dahil)

Her ayın 1'inde çıkar.



Dergimiz 57 yıldır her ay ülkemizdeki ve dünyadaki önemli bilimsel gelişmeleri, teknolojik yenilikleri, keşifleri; hayatın içindeki bilimi ve merak edilen ilginç bilgileri en doğru ve anlaşılır şekilde sizlere ulaştırarak, bilim okuryazarı olan bilinçli ve sorgulayan nesillerin yetişmesine katkı sağlıyor. Yeni yılda da dergimizin ufkunuzu aydınlatmaya ve başarılarınıza eşlik etmeye devam etmesi dileğiyle...

Karanlık evren, karanlık madde, karanlık yıldızlar... Evren hakkında bilinmeyen o kadar çok şey var ki bilim insanları bu gizemleri çözmek için yüzyıllardır çalışıyor. Evrenin bugünkü yapısını açıklamakta kullanılan ve tüm evrenin neredeyse %95'ini oluşturduğu öngörülen karanlık madde ve enerji, içerdiği büyük soru işaretleriyle hâlâ gizemini koruyor. Evrenin barındırdığı karanlık ve gizemli yapıların peşine düşmesi için uzaya gönderilen Euclid uzay teleskobunun verileriyle evrenin büyük resmini farklı bir kozmik bakış açısıyla görmek mümkün olabilecek. Faruk Soyduğan bu ayki yazısında karanlık evren dedektifi Euclid'in elde ettiği ilk görüntülerin ve verilerin ne anlama geldiğini bizler için yorumluyor. Mahir Ocak ise karanlık madde ve karanlık yıldızlar konusunu ele alıyor. Bir diğer yazısında da sağlıklı bir gezegen için aşılması gereken ama bazılarınun çoktan aşıldığı belirlenen gezegensel sınırları detaylı bir şekilde anlatıyor. Selçuk Topal da bugüne kadar doğal uydumuz Ay'a gerçekleştirilen insanlı ve insansız uzay görevlerini, ayrıca gelecekte yapılması planlanan Ay projelerini özetliyor.

Ülkemizdeki araştırma altyapı merkezlerini tanıtan yazı dizime bu ay Sabancı Üniversitesi Nanoteknoloji Araştırma ve Uygulama Merkezi (SUNUM) ile devam ediyoruz. Özlem Ak ise uzun COVID'in nedenlerine ilişkin yapılan araştırmaların sonuçlarını bizlere aktarıyor. Bir diğer yazısında da insan hücrelerinden yapılan minik robotların hasarlı dokuları nasıl iyileştirdiğinden bahsediyor.

Bu yıl da sizler için üç boyutlu çok özel bir takvim hazırladık. Takviminizi güzel günlerde kullanmanızı diliyoruz. TÜBİTAK Ulusal Gözlemevi astronomlarının hazırladığı “2024 Gök Olayları Yıllığı” da gökyüzü gözlemlerinizde yıl boyu size eşlik edecek.

Güncel bilimsel gelişmeleri özetlediğimiz Bilim Haberleri, ayrıca farklı ilgi alanlarına hitap eden Bilim Çizgi, Tekno-Yaşam, Merak Ettikleriniz, Bilim Tarihinden Notlar, Doğa, Gökyüzü, Düşünme Kulesi, Satranç, Ayın Matematik Sorusu, Zekâ Oyunları ve Yayın Dünyası başlıklı köşelerimizdeki içerikleri de beğenerek okuyacağımızı umuyoruz.

Dergimizin avantajlı abonelik fırsatından faydalanmak ayrıca hem yeni hem de eski sayılarımızı satın almak için yayinlar.tubitak.gov.tr adresini ziyaret edebilir, “TÜBİTAK Yayınlar” mobil uygulamasını da indirebilirsiniz. Dergimizin internet sayfasını (bilimteknik.tubitak.gov.tr) ve sosyal medya hesaplarını da takip edebilir, hayatınızdaki yerini ve size neler kattığını bizlerle paylaşabilirsiniz (bteknik@tubitak.gov.tr).

Nesiller büyüten dergimizin bu sayısını da ilgiyle okumanızı diliyoruz, sonraki sayılarımızı sabırsızlıkla bekleyeceğinizi umuyoruz.

Sağlıcakla ve bilimle kalın... Unutmayın #bilimokuyanbilir!

Saygılarımızla,
Özlem Kılıç Ekici

İçindekiler

14

Karanlık Evren Dedektifi Euclid ve İlk Görüntüleri

Faruk Soyduğan

Araştırmacılar çoğunluğu karanlık madde ve enerjiden oluşan evrenle ilgili kanıtları bulmakta zorlanıyor çünkü onların varlığı gözleyebildiğimiz nesnelerin görünümünde ve hareketlerinde çok küçük ve anlaşılması zor değişikliklere yol açıyor. Bu nedenle, Euclid'in evrenin derinliklerinde gözleyeceği gök cisimlerine ilişkin verilerden elde edilebilecek bilgiler oldukça değerli ve önemli.

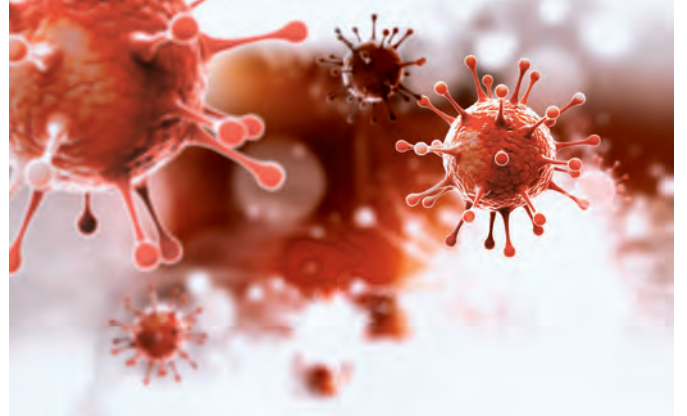


52

Uzun COVID Cephesi Karışık!

Özlem Ak

Bugün yaklaşık 65 milyon insanın uzun COVID'den muzdarip olduğu tahmin ediliyor. İlk vakaların ortaya çıkmasından yaklaşık dört yıl sonra uzun COVID'in nedenlerine ilişkin kanıtlar araştırmalar sonucunda hızla birikiyor ve tedavilere yönelik ipuçları tespit ediliyor. Bununla birlikte, çok sayıda tedavi denemesi devam ediyor ve şimdiden umut verici sonuçlara ulaşıyor.



60

Ay'a Yolculuk: İnsanlı ve İnsansız Ay Görevleri

Selçuk Topal

Dünya'ya en yakın gök cismi olan Ay, aynı zamanda, en fazla uzay aracı gönderilen ve insanların şu ana kadar Dünya dışında ayak bastığı tek gök cismi olma ünvanını da taşıyor. Bu yazıda, Ay'a gönderilen önemli uzay araçlarını, gelecek Ay projelerini ve doğal uydumuz ile ilgili bazı temel bilgilere yer veriyoruz.



4 Haberler

22
Bilim Çizgi
Semahat Geldiay
Sinancan Kara

24
Sağlıklı Bir Gezegen İçin
Aşılmanması Gereken
Sınırlar
Mahir E. Ocak

Yaklaşık on beş yıl önce, Dünya'nın Sanayi Devrimi öncesindeki benzer bir gezegen olmaya devam edebilmesi için aşılmanması gereken dokuz gezegensel sınır belirlenmişti. Son bilimsel çalışmalar bu dokuz sınırın altısının çoktan aşıldığını gösteriyor.

36
Tekno-Yaşam
Gürkan Caner Birer

40
Sabancı Üniversitesi
Nanoteknoloji Araştırma
ve Uygulama Merkezi
(SUNUM)
Fazilet Vardar Sukan

Kurguladığı rekabet öncesi araştırma programları ve uluslararası araştırmalar ile nanoteknoloji odaklı çalışmalara liderlik eden SUNUM, bilimsel ve yönetsel birikimlerini ulusal ve uluslararası stratejik ortaklarıyla paylaşmaya devam ediyor.

58
Merak Ettikleriniz
Mesut Erol

72
İnsan Hücrelerinden
Yapılan Minik Robotlar
Hasarlı Dokuları
İyileştiriyor
Özlem Ak

Bilim insanları, hasarlı sinir dokusunu onarabilen, insan hücrelerinden yapılmış küçük robotlar geliştirdi. İnsan soluk borusu hücreleri kullanılarak yapılan ve "Antrobot" ismi verilen bu küçük robotların gelecekte kişiselleştirilmiş tıpta kullanılabileceği düşünülüyor.

74
Karanlık Yıldızlar
Mahir E. Ocak

Üç gök bilimci, James Webb Uzay Teleskobu tarafından keşfedilmiş ve daha önceleri gök ada olarak sınıflandırılmış üç gök cisminin aslında karanlık yıldızlar olabileceğini öne sürdü.

78
Bilim Tarihinden Notlar:
Elektron ve Fotoelektrik
Hüseyin Gazi Topdemir

82
Doğa - Fauna:
Pabuç Gagalı "Leylek"
Bülent Gözcelioğlu

84
Gökyüzü:
Gök Bilimi ve
Sürdürülebilirlik
Faruk Soydugan

88
Düşünme Kulesi
Ferhat Çalapkulu

90
Satranç
Kıvanç Çefle

93
Ayın Sorusu
(Matematik)
Azer Kerimov

94
Zekâ Oyunları
Emrehan Halıcı

96
Yayın Dünyası
İlay Çelik Sezer

EKLER

2024 Takvimi
(Üç Boyutlu, On İki Yüzlü)
Hüseyin Diker



2024 Gök Olayları Yılığ
Oğuzhan Okuyan,
Doğan Tekay Köseoğlu,
Hüseyin Diker



Dergimize "Bilim ve Teknik ile Büyüdüm!", "Düşünme Kulesi" ve "Ayın Sorusu" köşeleri ile ilgili içerik gönderen okurlarımız, "Kişisel Verileri Koruma Kanunu" kapsamında, paylaştıkları verilerin ve bilgilerin dergimiz tarafından yayınlanmasına açık rıza göstermiş sayılacaktır.

Dergimizin elektronik dergi arşivi "services.tubitak.gov.tr/edergi" internet adresinde (son dört sayı hariç) ücretsiz olarak herkesin erişimine açıktır. Son dört aya ait sayılara ise sadece abonelerimiz erişim sağlayabilir.

yayinlar.tubitak.gov.tr

TÜBİTAK
Popüler Bilim
Kitaplarına ve Dergilerine
ulaşmak artık çok daha kolay.
Tıklayın ve keşfedin!

TÜBİTAK
BİLİM VE TEKNİK BAKANLIĞI
POPÜLER BİLİM YAYINLARI

TÜBİTAK
Popüler Bilim
Yayınları



<https://yayinlar.tubitak.gov.tr/> adresi üzerinden; dergilerimizin hem yeni hem de geçmiş sayılarını satın alabilir, ayrıca dergilerimize kolayca abone olabilirsiniz.

Haberler

İlk Türk Uzay Yolcusu İçin Geri Sayım Başladı

Tuba Sarıgül

İlk Türk uzay yolcusu olan Alper Gezeravcı'nın yer alacağı, Axiom Mission 3 (Ax-3) uzay görevinin Ocak ayı içinde gerçekleştirilmesi planlanıyor.

Axiom Space şirketi tarafından yürütülen Ax-3 uzay görevi sırasında uzay yolcularını Uluslararası Uzay İstasyonu'na (ISS) SpaceX'e ait Dragon uzay aracı uzaya taşıyacak. Dragon uzay aracının ABD'nin Florida eyaletinde yer alan Kennedy Uzay Üssü'nden Falcon 9 roketi ile uzaya gönderilmesi planlanıyor.

Ax-3 uzay görevi sırasında dört uzay yolcusu 14 gün boyunca ISS'te görev yapacak. Alper Gezeravcı ISS'deki ağırlıksız ortam koşullarında 13 bilimsel deney gerçekleştirecek. Uzaya çıkacak ilk Türk uzay



yolcusu adaylarının isimleri 29 Nisan 2023 tarihinde TEKNOFEST İstanbul'da açıklanmış, Alper Gezeravcı asil ve Tuva Cihangir Atasever yedek aday olarak belirlenmişti. İlk Türk uzay yolcusu adayları eğitimlerini ABD'de tamamladı.

Türkiye Uzay Ajansı, Türkiye'nin insanlı ilk uzay görevinin amblemi olarak hazırlanan armanın tasarımını da paylaştı. Alper Gezeravcı'nın üzerinde taşıyacağı armada, Selçuklu Dönemine ait kültürel eserlerde sıkça kullanılan 8 köşeli Selçuklu yıldızı

motifi yer alıyor. Motifin içinde 16 yıldız bulunuyor. Bu 16 yıldız tarihte kurulmuş 16 büyük Türk devletini temsil ediyor. Armanın üst kısmında Cumhuriyetimizin yüzüncü yılı anısına tasarlanan 100. Yıl Logosu, onun altında ise Türk bayrağı yer alıyor. 16 yıldızın alt kısmında ise Dünya haritası üzerinde Türkiye görülüyor. ■

Çok Sayıda Mantık Kübiti İçeren Kuantum İşlemci

Mahir E. Ocak

Kararlı, ölçeklendirilebilir kuantum hesaplamalara giden yolda çok önemli bir engel aşıldı. Harvard Üniversitesinden bir grup araştırmacı çok sayıda mantık kübiti içeren bir kuantum işlemci geliştirmeyi başardı.

Klasik bilgisayarlarda bilginin depolandığı ve işlendiği temel birimler bit olarak adlandırılır. Kuantum bilgisayarlarda ise bu görevleri kübitler üstlenir.

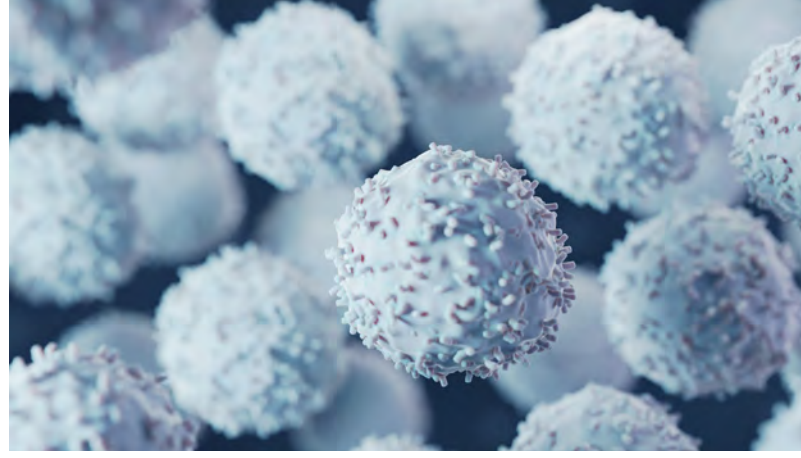
Kübitler, bitlerin aksine, çevresel etkenlere karşı aşırı duyarlıdır.

Bu durum, kuantum bilgisayarlar da hatasız işlemler gerçekleştirilmeyi zorlaştırır. Dolayısıyla büyük ölçekli kuantum bilgisayarlar geliştirilebilmesi için meydana gelen hataların düzeltilebildiği, güvenilir bir biçimde mantık işlemleri yapılabilen “mantık kubitleri”ne ihtiyaç vardır.

Yakın zamanlara kadar en fazla iki mantık kübüti içeren sistemler geliştirilebilmişti. Harvard Üniversitesinden Prof. Dr. Mikhail Lukin önderliğinde çalışmalar yapan bir grup araştırmacı ise *Nature*'da yayımladıkları bir makalede 48 mantık kübüti içeren bir kuantum işlemci geliştirmeyi başardıklarını açıkladı.

Yeni kuantum işlemci de daha önceleri Lukin ve arkadaşları tarafından geliştirilen ve “nötr atom dizisi” diye adlandırılan bir kuantum hesaplama mimarisi kullanılıyor. Sistemde bir araya gelerek mantık kubitlerini oluşturan “fiziksel kubitler”de aşırı düşük sıcaklıkta tutulan nötr rubidyum atomları kullanılıyor.

Büyük ölçekli algoritmaların hata düzeltmeli bir kuantum bilgisayarda uygulanması açısından bu yeni sistemin bir ilk olduğu belirtiliyor. Elde edilen başarının pratik amaçlar için yararlı olabilecek büyük ölçekli kuantum bilgisayarlar geliştirme çabalarını ivmelendirmesi bekleniyor. ■



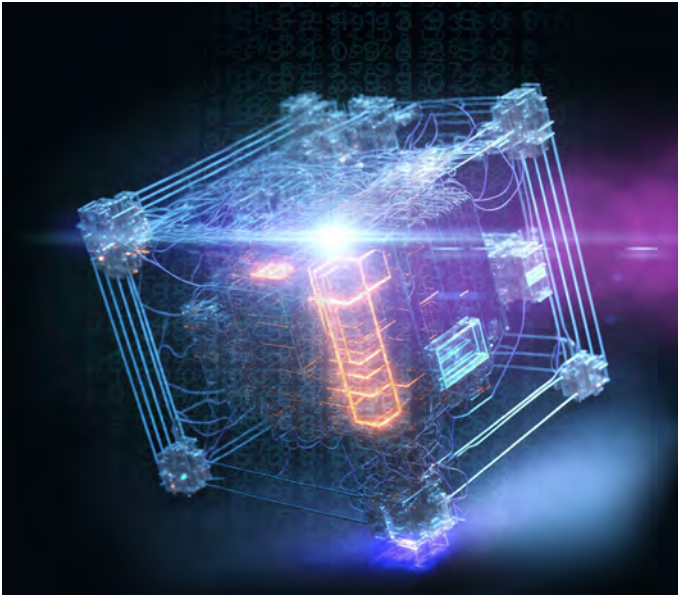
Bağışıklık Sisteminiz Kaç Kilo?

Özlem Ak

Bilim insanları, insanlarda bağışıklık sisteminin bileşenlerini daha iyi anlamak için bu hücrelerin sayımını yaptı. Araştırmacılar geçmiş araştırmalardan elde edilen ölçümleri kullanarak vücuttaki farklı doku tiplerinde kaç bağışıklık hücresi olduğunu tahmin ettiler. *PNAS*'da yayımlanan çalışmalarında benzer yaşlarda birkaç erkek ve kadının yanı sıra hepsi 10 yaşında olan çocuklardan topladıkları doku örneklerini laboratuvar analizleriyle birleştirdiler.

Katılımcıların hiçbirinde bilinen herhangi bir sağlık sorunu yoktu.

Ekip, yaşları 20 ila 30 arasında değişen 73 kilogramlık erkeklerin yaklaşık 1,8 trilyon bağışıklık hücresine sahip olduğunu ve bu hücrelerin toplam ağırlığının da 1,2 kg civarında olduğunu tespit etti. Aynı yaşta 60 kg'lık bir kadının ise 1 kg ağırlığında 1,5 trilyon bağışıklık hücresine sahip olduğunu buldular. Yaklaşık 1 milyon bağışıklık hücresine sahip 10 yaşındaki bir çocuğun ilgili hücrelerinin ağırlığı ise 0,6 kg olarak tespit edildi. Her iki cinsiyette de -bireyin çocuk ya da yetişkin olmasından bağımsız olarak- hem lenfositlerin hem de bir başka beyaz kan hücresi türü olan nötrofillerin



tüm bağışıklık hücrelerinin %40'unu ve bağışıklık sisteminin tüm kütesinin %15'ini oluşturduğunu gördüler. Milo, yaygın olarak beyaz kan hücreleri diye adlandırılmalarına rağmen, bu hücrelerin çoğunun öncelikle kemik iliğı ve lenfatik sistemde bulunduğunu ve herhangi bir anda sadece küçük bir kısmının kan dolaşımında yer aldığını belirtiyor. Patojenleri yutan makrofajlar bağışıklık sistemi hücrelerinin %10'unu, toplam hücre kütesinin ise neredeyse yarısını oluşturuyor.

Araştırmacılar, bağışıklık sisteminin haritasını çıkararak, vücudumuzun enfeksiyonlarla ve çeşitli sağlık sorunlarıyla nasıl başa çıkabildiğini daha iyi anlayabilmeyi, böylece nicel enfeksiyon modellerinin oluşturulmasının kolaylaşabileceğini ve etkili klinik tedavilerde ilerleme kaydedebileceğini umuyor. ■

Kumaşlara Sprey Biçiminde Uygulanabilen Hareket Algılayıcı

İlay Çelik Sezer

Yeni geliştirilen elastik ve iletken bir polimer, üzerine uygulandığı herhangi bir konfeksiyon ürününü vücut hareketlerinin izlenmesini sağlayan bir algılayıcıya dönüştürebiliyor. Purdue Üniversitesinden Chi Hwan Lee ve ekibi, geliştirdikleri iletken polimeri çeşitli kumaşlara spreyle uygulamayı sağlayan bir yöntem tasarladı.

Araştırmacıların spreyleme cihazı, her biri farklı bir maddeyle dolu iki hazneye sahip. Bu maddeler spreyleme sırasında

karışık kimyasal tepkimeye girerek bir polimer oluşturuyor. Bu tepkimede oluşan katı, elastik ve elektriksel iletkenliğe sahip polimer daha sonra kumaş yüzeyine yapışarak gerilmeyi algılaması hedeflenen sensörün en önemli parçasını oluşturuyor. Araştırmacılar polimeri kumaşa milimetre altı düzeyde bir hassasiyetle istedikleri desen biçiminde uygulayabiliyor.

Kumaş esnetildiğinde, örneğin dalga ya da spiral biçimindeki polimer motifi de kumaşla birlikte esniyor, bu da polimerin elektriksel direncinde farklılık oluşturuyor. Dolayısıyla araştırmacılar polimerle örneğin bir eldiven ya da dizlik üzerinde bir desen oluşturup, polimer

içinden ufak bir elektrik akımı geçirip elektriksel dirençteki değişimleri takip ederek eklem hareketlerini izleyebiliyor. Araştırmacılar geliştirdikleri yöntemin pamuk, yün ve likra gibi yaygın kumaşlar üzerinde uygulanabildiğini gösterdi. Polimerin üzerine ticari olarak kullanılan bir su geçirmez kumaş kaplayıcı uyguladıklarında ise polimer uygulanan kumaşın 30 yıkamadan sonra bile algılayıcı işlevini sürdürdüğünü tespit ettiler.

Yeni yöntemin fizik tedavi ve başka tıbbi uygulamalarda tedavinin ya da tedavi sonrası iyileşme sürecinin izlenmesi gibi amaçlarla kullanılabileceği düşünülüyor. Araştırma ekibi şimdi de polimeri oluşturan maddelerin farklı versiyonlarını kullanarak sadece gerilmeyi değil; basınç, sıcaklık ve terdeki kimyasal maddeler gibi özellikleri de algılayabilen sensörler geliştirmeyi hedefliyor. ■

Tae-Hoo Chang / Purdue Üniversitesi



Aile ve Arkadaşlarla Sık Görüşmek Erken Ölüm Riskini Azaltıyor

İlay Çelik Sezer

Yapılan bir araştırmada insanların arkadaşlarıyla ve ailesiyle düzenli olarak bir araya gelmesinin erken ölüm riskini azalttığı, başka bir deyişle sevdikleriyle düzenli olarak bir araya gelen kişilerin ortalama olarak daha uzun yaşadığı yönünde bulgular elde edildi. Diğer yandan arkadaşları ya da aile dostları tarafından hiç ziyaret edilmeyen kişilerin, aileleriyle yaşıyor olsalar bile, erken ölme risklerinin daha fazla olduğu görüldü. Elde edilen sonuçlar, bazı sosyal bağlantıların diğerlerine göre sağlık üzerinde daha büyük bir etkiye sahip olduğunu düşündürdü.

Daha önce sosyal izolasyonun sağlıklı olumsuz etkilediği yönünde bulguların elde edildiği ya da sosyal bağlantı durumunun ölüm riskiyle ilişkisinin incelendiği araştırmalar

yapılmıştı. Ancak farklı biçimlerdeki sosyal bağlantıların yaşam süresi üzerindeki etkisiyle ilgili pek fazla bilgi yoktu. Birleşik Krallık'taki Glasgow Üniversitesinden Hamish Foster ve ekibi, Birleşik Krallık'ta yaşayan 38-73 yaş arası 450.000'den fazla kişiden sosyalleşme ve yalnızlıkla ilgili veriler topladı. Bu kişiler, 2006-2010 aralığında tek seferlik bir fiziksel sağlık değerlendirme formu ile beş farklı çeşit sosyal bağlantıyı ölçümleyen bir anketi tamamladı. Ankette kişilerin hangi sıklıkta yalnız hissettiği, yakın birine içini döktüğü, arkadaşlar ya da aile tarafından ziyaret edildiği ve haftalık grup etkinliklerine katıldığı soruldu. Ayrıca katılımcıların yalnız yaşayıp yaşamadığı da soruldu. Daha sonra araştırmacılar katılımcıları takip ederek 2021 itibarıyla kaçının hayatını kaybettiğini belirledi.

Araştırmacılar istatistiksel analizler sırasında yaş, cinsiyet, fiziksel etkinlik



aidomurillo / istock

düzeyi, sosyoekonomik statü ve kronik sağlık sorunları gibi faktörler açısından ayarlamalar yaptıktan sonra beş sosyal bağlantı çeşidinin de ömür süresini etkilediğini belirledi. Kişinin arkadaşları ve ailesi tarafından ziyaret edilmesinin en büyük etkiye sahip olduğu görüldü. Ortalama olarak arkadaşları ya da ailesi tarafından hiç ziyaret edilmeyen insanların sevdikleri tarafından günlük olarak ziyaret edilenlere göre araştırmanın yapıldığı zaman aralığında %39 daha yüksek ölüm riskine sahip olduğu belirlendi. Bulgulara göre tek başına yaşamayanlar bile eğer aileleri ve arkadaşları tarafından ziyaret edilmiyorsa bu zaman aralığında %25 daha yüksek ölüm riskine

sahipti. Haftalık grup etkinliklerine katılmak bu etkiyi ortadan kaldırmadı.

Etkinin yalnız başına yaşamayanlar için bile geçerli olmasının ilişki kalitesiyle ilgili olabileceği düşünülüyor. Örneğin yalnız yaşamayan biri için, birlikte yaşadığı kişiyle ilişki kalitesi düşükse sevdikleri tarafından ziyaret edilmek daha da önem kazanabilir. Öte yandan sevdikleri tarafından aylık, haftalık ya da günlük olarak ziyaret edilmek arasında, araştırmanın yapıldığı zaman aralığındaki ölüm riski açısından fark görülmedi. Dolayısıyla araştırmacılara göre bu riski düşürmek için aylık ziyaretler bile yeterli olabilir. ■

Isı Olmadan Buharlaşıma Mümkün Olabilir mi?

Mahir E. Ocak

Bildiğimiz hâliyle buharlaşma ısı alışverişiyle gerçekleşir: Sıvı bir maddenin içindeki moleküller çevreleriyle etkileşerek yeteri kadar enerji kazandığında kendilerini malzemedan koparmayı başarabilir. Ancak son bilimsel çalışmalar, su moleküllerinin belirli koşullar altında çevrelerinden ısı almadan da buharlaşabileceğini gösteriyor.

Son yıllarda yapılan bilimsel çalışmalarda, hidrojeller içinde tutulan suyun, aldığı ısı miktarından beklenenden çok daha hızlı bir biçimde buharlaşabildiği fark edilmişti. Bu durumun nasıl ortaya çıktığına bir açıklama getirmeye çalışan bir grup araştırmacı, buharlaşmanın ışık etkisiyle gerçekleştiği sonucuna vardı.

Araştırmacılar hidrojellerdeki suyun buharlaşmasını çeşitli



Lena Adams / iStock

koşullar altında inceledi. Elde edilen sonuçların en önemlilerinden biri, üzerine ışık düşen hidrojellerdeki suyun buharlaşma hızının ışığın rengine bağlı olarak değişmesi oldu. Bu sonuç ısı etkisiyle açıklanamıyor. Ayrıca deneyler tüm değişkenler aynı tutularak ışıksız ortamda yapıldığında, elde edilen sonuçlar kuramsal tahminlerle uyumlu hâle gelmeye başlıyor. Bu durum da buharlaşma hızını artıran etkenin ışık olduğu düşüncesini doğruluyor.

Hidrojellerdeki suyun ışık etkisiyle buharlaşması şartı buluyor. Çünkü hem su hem de hidrojellerin ışığı soğurma oranı düşüktür. Bir göle yukarıdan baktığımızda suyun

derinlerini görebilirsiniz çünkü su ışığı çok az soğurur. Benzer biçimde hidrojellerin ışığı soğurma oranı da yüksek değildir. Ancak elde edilen sonuçlar, bu iki malzeme bir araya geldiğinde beklenenin aksine hidrojinin yüzeyindeki su moleküllerinin ışıktan aldıkları enerjiyle buharlaşabildiğini gösteriyor.

Fotonların atomlardan elektron koparması fotoelektrik olay olarak adlandırılır. Fotonların sıvılardan moleküller kopardığı, yeni keşfedilen olguya da “fotomoleküler olay” adı verildi.

Fotomoleküler olaydan pek çok alanda yararlanılabileceği düşünülüyor. Örneğin

tuzlu sulardan içme suyu elde etme süreci iki aşamalıdır: Önce tuzlu su ısıtılarak suyun buharlaşması sağlanır, daha sonra su buharı yoğunlaştırılarak tatlı su elde edilir. Fotomoleküler olaydan yararlanarak tuzlu sudan tatlı su elde etme süreci daha verimli hâle getirilebilir. Fotomoleküler olayın bir başka uygulama alanı da ortamdaki nemi almak için kurutucu malzemelerin kullanıldığı süreçler olabilir.

Massachusetts Teknoloji Enstitüsünden Dr. Yaodong Tu ve arkadaşlarının Prof. Dr. Gang Chen önderliğinde yaptığı araştırmanın sonuçları *Proceedings of The National Academy of Sciences (USA)*'da yayımlandı. ■

Yapay Zekâ Tarafından Keşfedilen Malzemeler

Mahir E. Ocak

Aralarında Muratahan Aykol ve Ekin Doğu Çubuk'un da yer aldığı bir grup Google DeepMind çalışanı, yakın zamanlarda arzu edilen özelliklere sahip kristaller keşfedilmesine yardımcı olan yeni bir yapay zekâ uygulaması geliştirdi. GNoME adı verilen uygulama 2,2 milyon yeni kristal yapı tahmin etti. Bu yapıların yaklaşık 380.000'inin görece daha kararlı olduğu ve gelecekte teknolojik cihazlarda kullanılma potansiyeli taşıdığı belirtiliyor. Bilgisayar çiplerinden

güneş panellerine pek çok teknolojik cihazda kristalli katılar kullanılıyor. Geçmişte yeni malzemeler geliştirmeye çalışan araştırmacılar, deneme-yenilme yoluyla çeşitli kombinasyonlar dener ancak bu çalışmalar çok uzun sürelere yayılırdı. Günümüzde yeni kristaller keşfetmeye çalışan pek çok araştırmacı ise önce kuramsal yöntemlere başvuruyor. Bilgisayarların hızından yararlanarak yapılan kuramsal tahminler, kesin sonuçlar vermese de hangi bileşenlerin ve hangi yapıların arzu edilen özelliklere sahip bir malzeme ortaya çıkaracağı hakkında fikir veriyor. Geçtiğimiz on yılda Uluslararası Inorganik Kristal Veri Tabanı'na kuramsal hesaplar

yardımıyla keşfedilen 28.000 yeni malzeme eklendi.

GNoME tarafından tahmin edilen yapıların 736'sı dünya genelindeki çeşitli araştırma grupları tarafından sentezlendi. Ayrıca Lawrence Berkeley Ulusal Laboratuvarında çalışan bir araştırma grubu da GNoME tarafından tahmin edilen malzemelerin robotik laboratuvarlarda otonom bir biçimde sentezlenebileceğini gösteren bir başka çalışmaya imza attı. Hem Google DeepMind hem de Lawrence Berkeley Ulusal Laboratuvarı araştırmacılarının yaptıkları çalışmaların sonuçları *Nature*'da yayımlandı.

Araştırmacılar geliştirdikleri yapay zekâ uygulamasını ilk olarak kristal yapılar ile ilgili bir veri tabanındaki bilgilerle eğitmiş. Veri tabanına *The Materials Project*'in internet sitesi üzerinden erişilebiliyor. GNoME, grafik sinir ağı (GNN) olarak sınıflandırılan uygulamaların bir örneği. Programa girdi olarak molekül yapılarını betimlemek için çizilenlere benzer grafikler veriliyor.

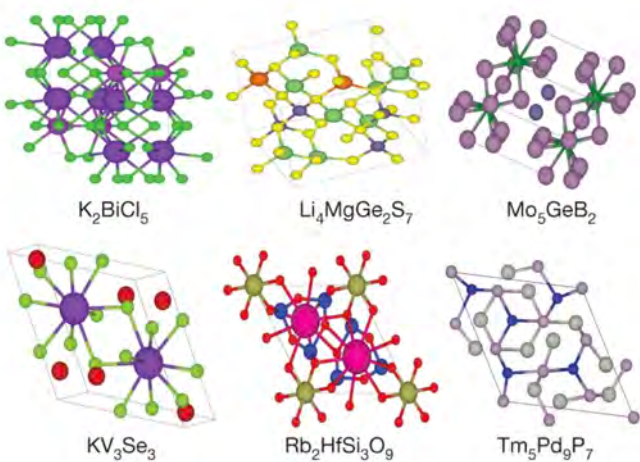
Eğitim sırasında programın yaptığı tahminler kısaca DFT olarak adlandırılan bir kuramsal yöntem aracılığıyla da test edilmiş.

GNoME tarafından keşfedilenler arasında türünün tek örneği kristaller, potansiyel süper iletken adayları, lityum iyon pillerin performansını artıracak iletkenler ve gelecekte teknolojik cihazlarda kullanılmaya aday daha pek çok malzeme var. ■

Zoonotik Hastalıklar İçin Acil Eylem Çağrısı

Özlem Ak

Araştırmacılar, hayvanlardan insanlara bulaşan bazı hastalıkların 2050 yılında 2020 yılına kıyasla 12 kat daha fazla insanı etkileyebileceğini iddia etti. ABD'li biyoteknoloji şirketi Ginkgo Bioworks'tan uzmanlar, küresel halk sağlığı riskinin ele alınması için "acil eylem" çağrısında bulundu. Araştırmacılar, zoonotik hastalıkların neden olduğu salgınların iklim değişikliği ve ormansızlaşma nedeniyle



GNoME tarafından keşfedilen bazı malzemeler görülüyor. Örnekler arasında türünün tek örneği olan, toprak alkali metal içeren, elmas benzeri yapıya sahip $Li_4MgGe_2S_7$ ve potansiyel bir süper iletken adayı olan Mo_5GeB_2 de var.



gelecekte daha sık görülebileceği uyarısında bulundu. Ekibin analizinde Ebola virüsü ve Marburg virüsünü içeren filovirüsler, SARS koronavirüs 1, Nipah virüsü ve Bolivya hemorajik ateşine neden olan Machupo virüsü olmak üzere dört özel viral patojenin tarihsel eğilimleri incelendi.

Çalışma, 2020'de küresel salgına neden olan ve yarasalardan kaynaklanmış olması muhtemel COVID-19'u kapsamıyor. *BMJ Global Health* dergisinde yayımlanan çalışmada 1963-2019 yılları arasındaki 3.150'den fazla salgın incelendi ve 24 ülkede 75 yayılma olayı tespit edildi. Veri tabanı, Dünya Sağlık Örgütü tarafından bildirilen salgınları, 1963'ten bu yana meydana gelen ve 50 veya daha fazla kişinin ölümüne neden olan salgınları, ayrıca 1918 ve 1957 grip pandemileri de dâhil

olmak üzere tarihsel olarak önemli olayları kapsıyor. 17.232 kişinin ölümüne neden olan bu salgınların, 15.771'i filovirüslerden kaynaklanmış ve çoğunlukla Afrika'da meydana gelmiş.

Araştırmacılar, salgın hastalıkların 1963 ile 2019 yılları arasında her yıl neredeyse %5, bunlardan kaynaklanan ölümlerin ise %9 oranında arttığını söylüyor. Ayrıca yıllık artış oranları bu şekilde artmaya devam ederse analiz edilen patojenlerin 2050 yılına gelindiğinde 2020 yılına göre dört kat daha fazla yayılma olayına ve 12 kat daha fazla ölüme neden olmasını beklediklerini de vurguladılar. Araştırmacılara göre rakamların düşük çıkmasının muhtemel nedeni, analize dâhil edilen patojenleri belirlerken katı kriterler uygulamaları ve COVID-19'u dâhil etmemeleri olabilir. ■

Uzayda Fare Embriyoları Büyütüldü

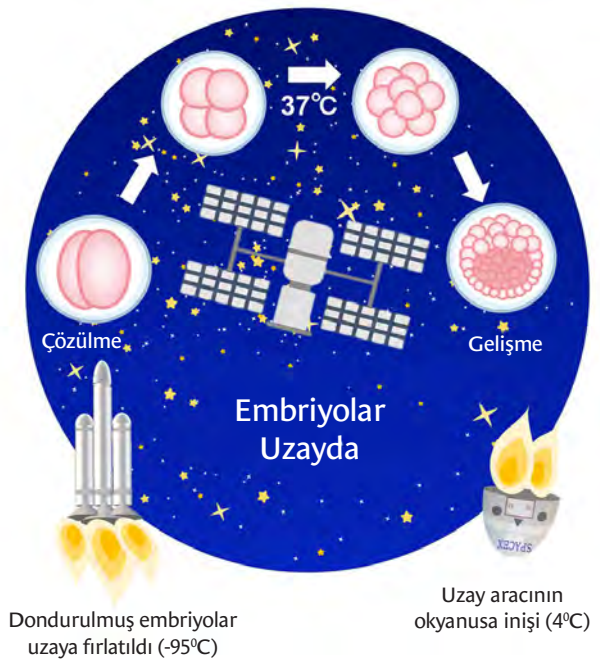
Mahir E. Ocak

Bir grup Japon araştırmacı, Ağustos 2021'de, Uluslararası Uzay İstasyonu'na (ISS) donmuş fare embriyoları göndermişti. Özel cihazlarla çözüldükten sonra mikro kütle çekimi altında dört gün boyunca 37°C'de büyütülen embriyoların normal bir biçimde gelişmeye devam ederek blastositlere (memeli embriyolarının erken gelişim aşaması) dönüştüğü görüldü. Dünya'ya gönderilen blastositler üzerinde yapılan incelemeler, embriyoların

DNA'larında ve genlerinde önemli bir değişiklik olmadığını gösterdi.

Elde edilen sonuçlar, memelilerin uzayda da soylarını devam ettirebileceğine işaret ediyor. Blastositlerin gelecekte farelere nakledilmesi planlanıyor. Blastosit nakledilen farelerin normal doğum yapması hâlinde uzayda büyütülmüş embriyoların gerçekten de sorunsuz olduğu doğrulanmış olacak.

Dr. Sayaka Wakayama ve arkadaşları tarafından yapılan çalışmanın sonuçları *iScience*'ta yayımlandı. ■



Dil Öğrenimi Doğumdan Önce Başlıyor Olabilir

Özlem Ak

Yenidoğan bebeklerle yapılan deneyler, bebeklerin ana dillerini anne karnundayken fark ettiklerini göstererek dil öğreniminin doğumdan önce başlayabileceğine dikkat çekiyor.

İtalya'daki Padua Üniversitesinden Judit Gervain, anne karnındaki bebeklerin hamileliğin sonuna doğru duyabildiğinin bir süredir bilindiğini belirtiyor. Aslında yenidoğan bebekler annelerinin sesini tanıyabiliyor. Bu

konuda daha fazla araştırma yapmak için Gervain ve meslektaşları, Fransızca konuşan annelere ait 49 bebeğin 1 ila 5 günlükken beyin aktivitesini inceledi. Her bir yenidoğana, beynin konuşma algısıyla bağlantılı bölgelerine yakın yerleştirilmiş 10 elektrot içeren küçük bir başlık takıldı. Ekip daha sonra 3 dakikalık sessizlikle başlayıp *Goldilocks ve Üç Ayt* hikâyesinden 7 dakikalık İngilizce, Fransızca ve İspanyolca parçalarla devam eden kayıtları bebeklere farklı sıralarla dinletti ve ardından bebekleri bir süre de sessizliğe maruz bıraktılar.

Bebekler Fransızca kaydı dinlerken, uzun mesafeli temporal bağlantılar adı

verilen ve konuşmanın algılanması ve işlenmesiyle bağlantılı olan bir tür beyin sinyalinde artış görüldü. Bebekler diğer dillere maruz bırakılırken ise bu sinyaller azaldı. Ekip, en son Fransızca'yı dinleyen 17 bebekten oluşan grupta, nöral aktivitedeki bu artışın ardından gelen sessizlik sırasında da devam ettiğini tespit etti.

Gervain'e göre, bu bulgular, bebeklerin annelerinin anadilini daha önemli bir dil olarak tanıdığının göstergesi olabilir. Ekip şimdi, sonuçların ne kadar genele yayılabileceğini görmek için farklı diller, özellikle de Asya veya Afrika dilleri konuşan annelerin bebeklerini kapsayan deneyler yapmayı planlıyor. Ayrıca anne karnındaki bebekte konuşma algısının gelişiminin prematüre bebekler gibi daha az doğum öncesi deneyimleri olan bebeklerde nasıl değişebileceğini de araştırmak istiyor. ■

Sağlıklı Bir Beyin İçin 8 Saat Uyku Şart mı?

Özlem Ak

Geniş çaptaki hayvan araştırmaları, geceleri beynin temizlik sisteminin hızlandığını ve bu sayede beta-amiloid gibi Alzheimer hastalığıyla bağlantılı toksik bileşiklerden arındığını gösteriyor. Büyük gruplar üzerinde yapılan çalışmalarda da uyku süreleri alışılmadık derecede kısa ya da uzun olan kişilerin sağlık durumlarının hafıza kaybı ve Alzheimer'ın ayırt edici özelliklerinden biri olan beyin küçülmesi de dâhil olmak üzere daha kötü olduğu tespit edilmiş. Yapılan çalışmalarla sadece uyku süresi ile sağlık arasındaki korelasyonlar tespit edilebiliyor ama yetersiz uykunun bir sağlık sorununa neden olup olmadığı söylenemiyor. Norveç Oslo Üniversitesinden Anders Fjell, böyle bir verinin randomize bir çalışmayla edinilebileceğini ancak bilim adına uyku alışkanlıklarını herhangi bir süre için değiştirmeyi kabul edecek fazla sayıda



insan olmadığı için bunu yapmanın neredeyse imkânsız olduğunu belirtiyor.

Fjell ve ekibi şimdi beyin hacmini beyin sağlığı için bir parametre olarak kullanan bir dizi çalışmayla daha derin bir inceleme yapmaya çalıştılar. İlk olarak, yaklaşık 47.000 kişiye ait mevcut verileri kullanarak zaman içinde uyku süresiyle ilişkili olarak beyin hacmine baktılar. Burada, en yüksek beyin hacmi 6,5 saatlik gece uykusuyla bağlantılıydı. Ekip daha sonra yaklaşık 4.000 kişiyi 11 yıla kadar takip eden bir analiz daha gerçekleştirdi. Bu durumda, çalışmanın başlangıcındaki uyku süresi ile bu süre zarfında beyin küçülmesi arasında bir bağlantı bulunamadı. Fjell ilk analizdeki sonucun beyin küçülmesinin uyku bozukluğuna neden olmasıyla açıklanabileceğini, alternatif olarak ise örneğin doğal olarak daha küçük veya daha büyük beyinlere sahip insanların bilinmeyen bir nedenden dolayı daha az uyuma eğiliminde olabileceklerini söylüyor.



Araştırmacılar ayrıca, çalışmalardan birinde toplanan genetik verileri kullanarak yaklaşık 30.000 kişi için üçüncü bir analiz yaptı. Bu analiz, genetik olarak kısa ya da uzun uyku sürelerine yatkın olanların daha normal süreli uyuyanlara kıyasla daha küçük beyin hacimlerine sahip olmadıklarını ortaya koydu. Fjell'e göre, bu sonuçlar bir araya getirildiğinde, yeterince uyumamanın beyni küçülttüğü fikrine meydan okuyor.

Fjell, bulguların bir sonucu olarak kimseye uyku alışkanlıklarını kasıtlı olarak değiştirmelerini tavsiye etmese de insanların doğuştan gelen uyku gereksinimlerinde çok fazla doğal varyasyon olduğuna ve- koşullar tarafından uygun olduğu sürece- beynin “yeterince

uyunduğundan” emin olacağına inanıyor. Yani ihtiyaç duyulan uykuyla ilgili homeostatik bir güdüye sahip olduğumuzu düşünüyor.

Ekibin vardığı sonuçların herkesi ikna etmesi pek olası değil. İnsanlara gecede 8 saat uyumalarını tavsiye eden Berkeley'deki California Üniversitesinden sinir bilimi ve psikoloji profesörü Matthew Walker, beyin sağlığının temel ölçütünün toplam beyin hacmi değil, nöron yoğunluğu olduğunu söylüyor. Walker ayrıca uyku kalitesinin en önemli ölçütünün, insanların toplam uyku miktarından ziyade, beyin dalgalarının yavaşladığı derin uykuda ne kadar zaman geçirdikleri olduğunu belirtiyor. Walker'ın bu görüşü, New York, Rochester

Üniversitesinden sinir bilimci Maiken Nedergaard'ın beynin glimfatik sistem adı verilen atık temizleme sistemi keşfini de destekliyor. Beyindeki amiloidlerin temizlenmesi derin uyku sırasında yoğunlaşıyor.

Ancak Fjell, derin uykunun genellikle gecenin ilk 4 saatinde gerçekleştiğine dikkat çekiyor. Bundan daha fazla uykunun bu temizlenmeyi daha da kolaylaştırıp kolaylaştırmayacağını da belli olmadığını vurguluyor. Nedergaard, daha büyük beyin hacminin gecede sadece 6,5 saat uykuyla bağlantılı olduğu bulgusu nedeniyle yapılan araştırmanın önemli bir çalışma olduğunu söylüyor. Şaşırtıcı olan ise optimum uyku süresinin şu anda tavsiye edilenden daha kısa olduğu. ■

Dünya'nın Derinlerinde Bir Başka Gezegenin Kalıntıları mı Var?

Mahir E. Ocak

Bir grup araştırmacı, yerkürenin derinlerinde bir zamanlar Dünya'ya

çarparak Ay'ın oluşmasına yol açan gezegenin kalıntılarının bulunduğunu öne sürdü. Dr. Quin Yuan ve arkadaşları tarafından yapılan araştırmanın sonuçları *Nature*'da yayımlandı.

Sismik dalgaların yerküre içindeki yayılma hızları, içinde buldukları ortamın yoğunluğuna göre değişir. Sismik dalgalar daha yoğun ortamlarda daha düşük hızlarla hareket eder. 1980'lerde yerkürenin derinlerinde sismik dalgaların görece yavaş hareket ettiği, ana karalar büyüklüğünde iki bölge tespit edilmişti. Biri Afrika'nın, diğeri Pasifik Okyanusu'nun altında kalan bu bölgelerin (LLVP'ler) demir bakımından daha zengin ve bu nedenle de çevresine kıyasla daha yoğun olduğu düşünülüyor.

California Teknoloji Enstitüsünden bir grup araştırmacı, uzak geçmişte Dünya'ya çarpan demir bakımından zengin bir



gezegenin LLVP'lerin oluşmasına yol açtığını öne sürdü. İddiaya göre çarpışmanın etkisiyle parçalanan gezegenden arta kalan parçaların bazılarının Dünya tarafından soğurulmasıyla LLVP'ler ortaya çıktı.

Öne sürülen düşünce bir başka soruya daha cevap veriyor. Ay'ın nasıl oluştuğu ile ilgili hipotezlerden biri, uzak geçmişte Dünya'ya Mars büyüklüğünde bir gezegenin çarptığını öne sürüyor. Bu hipoteze göre Theia adı verilen gezegen çarpmanın etkisiyle parçalandı. Gezegenden arta kalan parçalar Dünya'dan kopan parçalarla birlikte zaman içinde Ay'ı oluşturdu. Eğer bu hipotez doğruysa Theia'dan arta kalan parçaların izlerini Ay'dan

başka yerlerde de bulmayı beklersiniz. Ancak bugüne kadar Theia'nın kalıntıları olabilecek herhangi bir şey keşfedilememişti. Eğer LLVP'lerin kaynağı Dünya'ya çarpan bir gezegense bu gezegen Theia olabilir. Ay'ın da Dünya'ya kıyasla demir bakımından daha zengin olduğu biliniyor.

Araştırmacılar öne sürdükleri hipotezi bilgisayar benzetimleriyle test etti. Sonuçlar Dünya'ya çarpacak bir gezegenin kalıntılarının hem LLVP'leri oluşturmasının hem de Ay'ın oluşumuna katkı sağlamasının mümkün olduğunu gösteriyor.

Yeni hipotez ile ilgili akıllara gelen sorulardan biri, Theia'dan arta kalan parçaların neden o

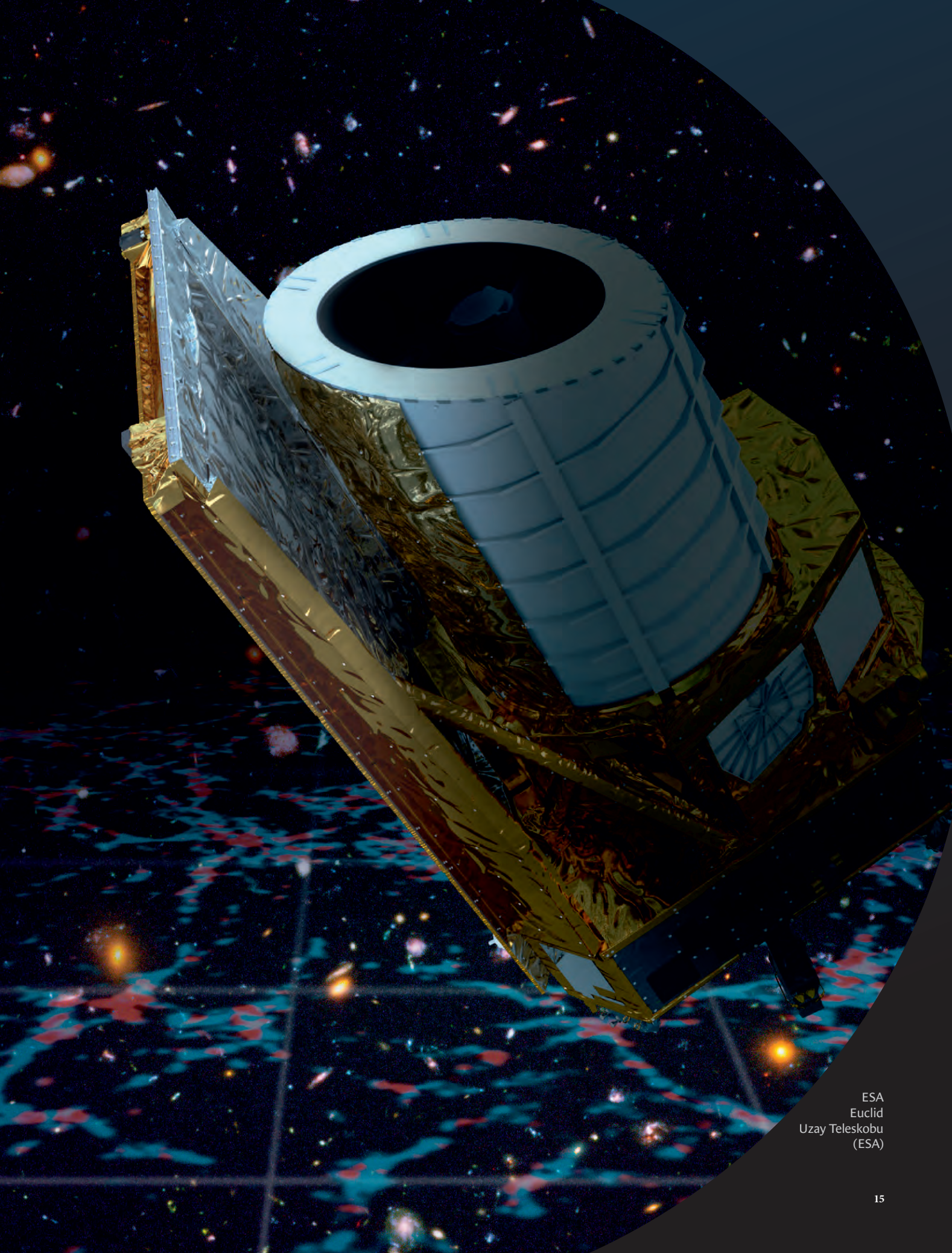
sıralar oluşum süreci devam eden Dünya'ya "karışmayıp" topraklar hâlinde kaldığı. Yapılan bilgisayar benzetimleri bu soruya da bir cevap veriyor. Hesaplara göre çarpışma sırasında Dünya'ya aktarılan enerjinin büyük kısmı mantonun üst yarısında kaldı. Bu durum mantonun alt kısımlarının, çarpışmanın etkisiyle tamamen sıvılaşmasını engelledi. Böylece Theia'nın kalıntılarının topraklar hâlinde yerkürenin içinde kalması mümkün oldu. ■

**Karanlık
Evren
Dedektifi**

Euclid ve ilk Görüntüleri

Prof. Dr. Faruk Soyduvan [Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Fizik Bölümü, Astrofizik Anabilim Dalı & Ulupınar Gözlemevi

Evrenin bugünkü yapısını açıklamakta kullandığımız ve tüm evrenin neredeyse %95'ini oluşturduğu öngörülen karanlık madde ve enerji, içerdği büyük soru işaretleriyle gizemini koruyor ve çok sayıda araştırmacıyı peşinde sürüklüyor. Araştırmacılar madde ve enerjinin bu olası karanlık yüzünün peşinde bir de uzay teleskobu inşa ettiler. Bu araştırma misyonuyla 1 Temmuz 2023 tarihinde uzaya fırlatılan Euclid'in ilk görüntüleri onun potansiyeli hakkında önemli ipuçları veriyor.



ESA
Euclid
Uzay Teleskobu
(ESA)

Evrenin karanlık ve gizemli yapılarının peşine düşmesi için uzaya gönderilen Euclid'in görevi hayli zor ve bir o kadar da önemli. Evrenin %95'inin karanlık madde ve enerjiden oluştuğu öngörülüyor. Araştırmacılar bu karanlık yapılarla ilgili kanıtları bulmakta zorlanıyor çünkü onların varlığı gözleyebildiğimiz nesnelere görünümünde ve hareketlerinde çok küçük ve anlaşılması zor değişikliklere yol açıyor. Bu nedenle, Euclid'in evrenin derinliklerinde gözleyeceği gök cisimlerine ilişkin verilerden elde edilebilecek bilgiler oldukça değerli ve önemli.

Euclid uzay misyonu Avrupa Uzay Ajansı (ESA: European Space Agency) tarafından organize edildi ve hazırlandı. Bu uzay teleskobunun, kameralarının ve diğer ekipmanlarının hazırlanmasına 15 ülke ve 2.000 bilim insanı katkı sundu. Euclid, 1,2 m çapında teleskop ile elektromanyetik tayfın görünür ve kızılötesi bölgelerinde kayıtlar yapacak iki bilimsel aygıt içeren bir uzay gözlemevidir. Hem görüntü hem de tayf alma özelliği bulunan bu gözlemevinin, 1,5 milyon km uzaklıktaki Güneş-Dünya Lagrange-2 noktasında, Gaia ve James Webb uydu teleskoplarının mahallesinde gözlemlerine en az altı yıl devam etmesi planlanıyor. Euclid, Dünya'daki gelişmiş teleskop görüntülerinden en az dört kat daha keskin fotoğraflar çekebilecek.

İlk görüntüler, Euclid Uzay Teleskobu'nun (EUT) ve kameralarının son derece iyi performansına sahip olduğunu ve gök bilimcilerin evrendeki madde dağılımını ve en büyük ölçeklerdeki değişimlerini incelemek için onu kullanabileceğini gösteriyor. Geniş gökyüzü alanını (dolunayın gökyüzünde kapladığı alandan daha büyük) kapsayan keskin görüntüler, karanlıkların ve gizli kalmışların izlerini gösterme potansiyeline sahip. Euclid, karanlık madde ve enerji araştırmaları yanında, yıldızların ve gök adaların fiziği hakkında da bilgiler almamızı sağlayacak. Euclid'in rutin bilimsel gözlemleri, son ince ayarların yapılmasını takiben, 2024 yılının ilk aylarında başlayacak.

EUT, gözlenen evrendeki karanlık etkileri veya izleri ortaya çıkarmak için önümüzdeki altı yıl süresince yaklaşık 10 milyar ışık yılı uzaklığa kadar milyarlarca gök adanın şekillerini, uzaklıklarını ve hareketlerini ortaya çıkarmak için gözlemler yapacak ve böylece şimdiye kadar yapılmış en büyük üç boyutlu kozmik haritayı oluşturmak için veriler üretecek. Görev devam ederken, Euclid'in verileri yılda bir kez yayınlanarak bilim insanlarının kullanımına sunulacak. EUT'u özel kılan, onun tek bir görüntüde oldukça geniş bir alanı çok keskin bir şekilde, görünür ve kızılötesi enerji bölgelerinde fotoğraflayabilmesidir. Euclid'in ilk görüntüleri bu önemli özelliklerini açıkça sergiliyor.

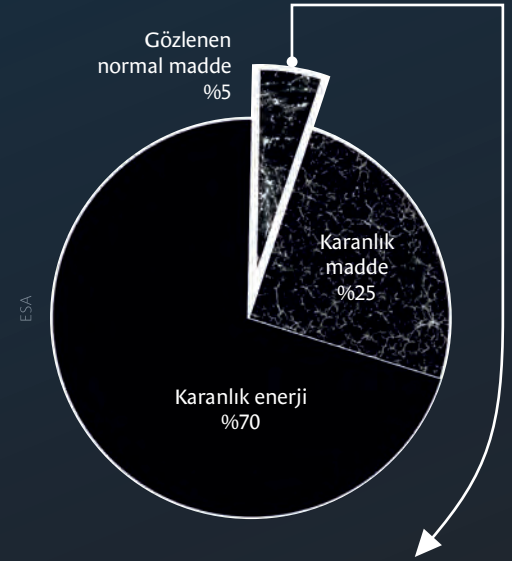
Evrenin Karanlık Yüzü

Karanlık madde gök adaları bir arada tutuyor ve içerdikleri görünür madde miktarına göre tahmin edilenden daha hızlı dönmelerine neden oluyor. Ayrıca, bilim insanları gök adalar arasında bilinmeyen veya gözlenemeyen bu maddenin varlığını olası buluyor çünkü söz konusu maddenin arkasındaki gök adalardan gelen ışığın bükülmesi (kütle çekimsel mercekleme) gözlemlerle tespit edilebiliyor. Kayıp kütle olarak da adlandırılan karanlık madde, yalnızca ışıkla ve normal maddeyle kütle çekim yoluyla etkileşime giriyor. Euclid, karanlık maddenin nasıl dağıldığını anlamak için gözlemler yapacak. Evrende maddenin yapısının nasıl değiştiğini ve kütleçekimsel merceklemenin etkilerini ölçecek.

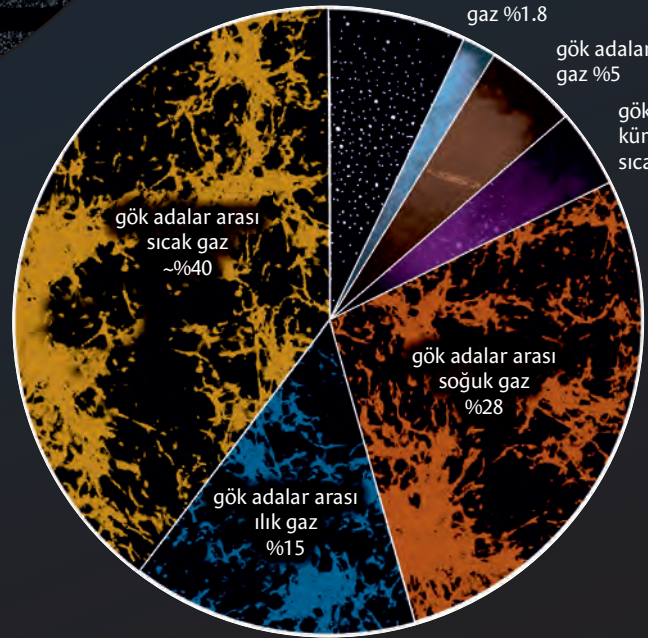
1990'lardaki astronomik ölçümlerle evrenin genişleme hızının arttığı gösterilmişti. Bu, beklenen bir durum değildi çünkü bu durumu o dönemlerdeki fizik bilgisi ile açıklamak imkânsızdı. Evren, Büyük Patlama'dan bu yana sürekli olarak genişledi ancak bu genişleme hızının evrendeki tüm maddenin çekim kuvveti nedeniyle zamanla yavaşlayacağı varsayıldı. Karanlık madde adından yola çıkılarak genişlemedeki bu hızlanmanın kaynağına "karanlık enerji" denildi.



Evrende gözlenen ve gözlenemeyenler (ESA)



gök adalardaki yıldızlar %7
gök adalardaki soğuk gaz %1.8
gök adalardaki sıcak gaz %5
gök ada kümelerindeki sıcak gaz %4



ESA'nın Planck görevinin verileri kullanılarak elde edilen güncel araştırma sonuçlarına göre, karanlık enerji evrenin madde-enerji bütçesine %68 oranında katkıda bulunuyor. Karanlık enerji, evrenin bugünkü genişleme hızını açıklamak için kuramsal modellere bir "kozmojik sabit" gibi ekleniyor. Ancak karanlık enerji sabit olmayabilir ve zamanla değişebilir. Belki de karanlık enerji, şu anda bildiğimiz dört kuvveti (elektromanyetik, zayıf ve güçlü etkileşimler ve çekim kuvveti) birleştiren yeni bir temel kuvvettir. Günümüzde, karanlık enerjinin doğasını anlamak, kozmolojinin ve fiziğin en zor araştırma konularından biri olmaya devam ediyor. Euclid, gökyüzünün üçte birinden daha büyük bir bölümünü son 10 milyar yıllık kozmolojik tarih boyunca gök adaların dağılımlarını kullanarak haritalandıracak. Zamanda geriye bakmak, karanlık enerjinin evrenin genişlemesini nasıl hızlandırdığını anlamak için önemli deliller bulunmasını sağlayabilir. Evrenin ivmesini çok daha duyarlı ölçmesi beklenen Euclid, kozmolojik

sabit olarak kullanılan karanlık enerjinin sabit olup olmadığını gösterebilir. Bunun yanında, genel görelilik kuramının ilk kez bu kadar geniş ölçekte ve büyük zaman aralığında testi de Euclid gözlemleri sayesinde yapılacak.

Euclid, kozmologların birbiriyle yarışan bu iki karanlık gizeminin (karanlık madde ve enerji) araştırılmasına olanak tanıyacak.

Euclid'in Gözlerinden Derin Uzay Nesneleri

Perseus
Gök Ada
Kümesi'nin
Euclid
görüntüsü
(ESA)

Perseus Gök Ada Kümesi

Euclid'in bu anlık görüntüsü, Perseus kümesindeki 100 gök adayı ve arka planda her birinde yüz milyarlarca yıldız bulunan 100.000'den fazla gök adayı gösteriyor. Bu sönük gök adaların çoğu daha önce görülmemişti. Bu görüntü alanındaki bazı gök adalar o kadar uzak ki ışıklarının bize ulaşması 10 milyar yıl sürdü. Kozmologlar bu gök adaların dağılımı ve şekillerini haritalayarak karanlık maddenin evreni nasıl şekillendirdiği hakkında daha fazla bilgi edinebilecek. İlk defa bu kadar geniş derin gökyüzü alanının görüntülenmesi sayesinde çok sayıda Perseus gök adası yakalanmış oldu. Perseus, Dünya'dan 240 milyon ışık yılı uzaklıkta evrende bilinen en büyük yapılardan biridir. Gök bilimciler, Perseus gibi gök ada kümelerinin ancak evrende karanlık madde varsa oluşabileceğini gösterdi.

Kütle çekimi, karanlık maddenin genellikle kozmik ağ diye adlandırılan filamanlı yapılar oluşturmaya neden olur. Karanlık madde filamanları arasındaki geçiş noktaları gök adaların birbirine yaklaşmasını ve küme oluşturmaya sağlar. Euclid özellikle yaşlı yıldızlardan oluşan cüce gök adaları ortaya çıkaracak görünüyor. Cüce gök adaların optik görüntülerde yakalanması çok zordur. Birkaç milyar yıldızdan oluşan bu sönük gök adaların EUT'un kızılötesi görüntülerinde keşfedilmesi bekleniyor. Perseus kümesinin görüntülerinde bu gök adalar belirlenmeye başlandı. Aynı zamanda, bu cüce gök adaların şekilleri incelenerek zayıf mercekleme etkisinin neden olduğu bozulmalar ve böylece karanlık maddenin gök ada kümesinde nasıl dağıldığı çözülmeye çalışılacak.

Spiral Gök Ada: IC 342

Euclid'in gözlediği ilk gök adalardan olan IC 342 veya Caldwell 5, "Gizli Gök Ada" adıyla da biliniyor. IC 342'yi gözlemek zordur çünkü Samanyolu Gök Adası'nın yoğun diskinin arkasında yer alması nedeniyle gaz ve toz görüşümüzü engeller. EUT'un yakın kızılötesi kamerası tozun içinden bakma olanağı sağlarken gök adanın kütesinin önemli bölümünü oluşturan soğuk ve küçük kütleli yıldızlardan gelen ışığı ölçmek için kullanılabilir. Bu görüntü büyük çaplı teleskoplarla da elde edilebilir diye düşünülebilir ancak bu doğru değildir. Euclid'in görüntüsünü özel kılan, tüm gök adayı kaplayacak geniş bir görüntünün alınabilmesi ve aynı zamanda görüntü içinde gezip yaklaştığımızda tek yıldızların ve yıldız kümelerinin ayıt edilebilmesidir. Bu avantajlar, yıldız oluşum tarihinin izlerini sürmeye ve gök adanın ömrü boyunca yıldızların nasıl oluştuğunu ve geliştiğini anlamamıza katkı sunabilir.

ESA

IC 342, Dünya'dan yaklaşık 11 milyon ışık yılı uzaklıktadır. Gökyüzünde yaklaşık dolunay kadar alan kaplayan bu gök ada, Gökadamız'a benzer ve sarmal yapıdadır. İçinde olduğumuzdan tamamıyla gözlenmesi zor olan kendi gök adamız ve benzer gök adalar hakkında daha fazla bilgi edinmek için IC 342 gibi gök adaları gözlemek önemlidir. Hubble Uzay Teleskobu ile de gözlenen bu gök adanın EUT tarafından alınan görüntüsünde, yıldız oluşum tarihine ilişkin bilgiler yanında, daha önce bilinmeyen çok sayıda küresel yıldız kümesi belirlendi.

IC 342 spiral gök adasının Euclid görüntüsü (ESA)



Düzensiz gök ada NGC 6822'nin Euclid görüntüsü (ESA)

Düzensiz Gök Ada NGC 6822

Evrenin üç boyutlu haritasını oluşturmak için Euclid, 10 milyar ışık yılı uzaklıktaki gök adalardan gelen ışığı gözleyecek. Erken evrendeki çoğu gök ada düzgün sarmal şekilde görünmüyor, aksine düzensiz ve küçük boyutta gözleniyor. Bu gök adalar, bizimki gibi daha büyük gök adaların yapı taşlarıdır.

EUT, bizden yaklaşık 1,6 milyon ışık yılı uzaklıktaki düzensiz cüce gök ada NGC 6822'yi gözledi. Bu yıldız, gaz ve toz yığını olan gök ada; Samanyolu ile aynı gök ada kümesinin (Yerel Grup) üyesidir. NGC 6822, keşfedildiği 1884 yılından bu yana çok kez gözlenmiş; hatta yakın zamanda James Webb Uzay Teleskobu tarafından gözlenmiş olsa

da Euclid, tüm gök adayı ve çevresini bir saat içinde ilk kez yüksek çözünürlükte (yer tabanlı teleskoplar ve diğer uzay teleskoplarının kabiliyetinden çok daha yüksek kalite ve detayda) görüntüleyebilmiştir.

NGC 6822, hidrojen ve helyumdan daha ağır elementlerin yoğunluğunun çok düşük olduğu bir gök adadır. Bu ağır elementler, erken evrende bol olması beklenmeyen ve ilk nesil yıldızların yaşamlarının sonlanması sonrasında bolluğu artan metallerdir. Euclid'in bilim komitesindeki araştırmacılar, kendi galaktik mahallemizdeki NGC 6822 gibi düşük metal yoğunluğuna sahip gök adalara dair Euclid verilerinin analiz edilmesi sayesinde erken evrende gök adaların nasıl geliştiğine dair bilgiler üretilebileceğini düşünüyor.

Euclid'in yakın kızılötesi kamerasıyla kaydedilen geniş alan görüntüsü ve renk bilgisi sayesinde, gök adanın oluşumu ve nasıl bir araya geldiği konusunda ipuçları veren çok sayıda küresel küme belirlenmiş oldu. Küresel kümeler, yüz binlerce yıldız kütle çekimiyle bir arada bulunduğu akraba yıldız topluluklarıdır. Bu gruplar, evrenin aynı buluttan oluşmuş yaşlı nesnelere aittir. Bu nedenle, küresel kümeler, buldukları gök adanın ilk yıldız oluşum dönemlerinin "fosil kayıtlarını tutar".

Küresel Yıldız Kümesi NGC 6397

Dünya'dan 7.800 ışık yılı uzaklıkta bulunan NGC 6397, bize en yakın ikinci küresel kümedir. Aynı yaş ve kimyasal bollukta çok sayıda yıldızın bulunduğu küresel kümeler, evrenin en yaşlı nesnelere aittir ve bu nedenle buldukları gök adanın tarihi ve gelişimi konusunda önemli kanıtlar içerirler. Bu nesnelere zor incelenir çünkü kümenin tamamını tek görüntüde almak kolay değildir, aynı zamanda küme merkezlerinde çok sayıda yıldız olduğundan çok parlak olanlar sönük olanları baskılar ve gözlenmelerini güçleştirir. Küresel kümelerin dış bölgeleri büyük mesafelere kadar yayılır ve bu alanlarda önceki etkileşimler konusunda bilgi verebilecek, çoğunlukla küçük kütleli ve sönük yıldızlar bulunur. Euclid dışında hiçbir teleskop küresel kümenin tamamını gözleyemez ve küresel

kümenin dış bölgelerindeki sönük yıldız üyelerini diğer kozmik kaynaklardan ayırt edemez. Örneğin, Hubble Uzay Teleskobu NGC 6397'nin çekirdeğini ayrıntılı gözlemiş ancak kümenin eteklerini tek görüntüde fotoğraflayamamıştı. Hubble Uzay Teleskobu ve gelişmiş Yer tabanlı büyük teleskoplarla bu tür kümelerin dış bölgelerini detaylı şekilde çalışmak için çok sayıda görüntü alıp incelemek gerekir. Buna karşın Euclid bunu sadece bir saatte gerçekleştirebilir. Gaia uydusu küresel kümelerin uzay hareketlerini ölçebilir ancak küçük kütleli yıldızlarını inceleyebilecek verileri üretmez.

Euclid, küresel kümelerin gök adayıyla önceki etkileşimlerinin etkisiyle oluşan ve kümeden çok uzakta bulunan "gelgit kuyrukları" adlı yapıları araştırmak için de kullanılacak. Gelgit kuyrukları yoksa küresel kümenin etrafında bir karanlık madde halosu olabilir ve kümenin dış bölgesindeki yıldızların kaçmasını önleyebilir. Ancak kozmik olarak küçük denebilecek küresel kümeler gibi küçük ölçekli grupların etrafında karanlık madde halosu beklenmez. Bu nedenle, küresel kümelerde gelgit kuyruklarının keşfedilmesi hem kümelerin gök ada kütle merkezi etrafındaki yörüngelerinin hassas belirlenmesini sağlayacak hem de Samanyolu'nda karanlık madde dağılımı konusunda bilgi sunacak.



Küresel küme NGC 6397'nin Euclid görüntüsü (ESA)

At Başı Bulutsusu

Euclid, Orion Takımyıldızı'nın bir parçası olarak da bilinen At Başı Bulutsusu'nun panoramik ve ayrıntılı görüntülerini elde etti. Yaklaşık 1.375 ışık yılı uzaklıkta bulunan bu bulutsu, dev yıldız oluşturan bölgeler arasında Dünya'ya en yakındır. Bugüne kadar çok sayıda teleskopla At Başı Bulutsusu görüntüsü alınsa da hiçbiri Euclid kadar keskin olmadı ve tek bir fotoğrafla hiç bu kadar geniş alanlı bir görüntü alınamadı. Bilim insanları, Euclid'in bu yıldız oluşum alanı fotoğrafı ve benzeri gözlem verileriyle, gök adamızdaki genç kahverengi cüceleri ve daha önce keşfedilmemiş Jüpiter kütleli gezegenleri araştırmayı hedefliyor.

At Başı Bulutsusu bölgesi yakınında bulunan sigma Orionis parlak yıldızından yayılan morötesi ışınım, At Başı'nın arkasındaki bulutların parlamasına neden olurken At Başı'nın kalın bulutları arkadan gelen ışığın tam olarak geçmesini engelliyor. Bu nedenle, at başı karanlık görünüyor. Bu bulutsu, büyük ölçüde çok az ısı yayan ve neredeyse ışık yaymayan moleküler hidrojen oluşuyor. Bilim insanları, Euclid'in geniş alandaki detaylı görüntüleri sayesinde, karanlık ve parlak bulutlar arasındaki yıldız oluşum koşullarındaki farklılıkları incelemeyi hedefliyor.

Euclid misyonu tarafından yakalanan ilk görüntüler, ulaşılan teknolojiyle birlikte bilimsel araştırmalar için uzaya neden çıkmamız gerektiğini ortaya koyuyor. İlk görüntüler, gök bilimcilere EUT'un göreve hazır olduğuna dair güvence veriyor. Euclid, tek seferde James Webb Uzay Teleskobu'na göre 100 kat daha büyük alan gözleyebiliyor. Bunun yanında, EUT'un yüksek çözünürlüklü görüntülerinin her biri aynı zamanda 600 milyondan fazla piksel içeriyor



ve böylece çok büyük uzaklıklardaki gök adaların daha belirgin görüntüleri alınabiliyor. Evrenin geniş ölçekli kozmik ağının yapısı, karanlık madde ve enerjinin izleri, gök adalar ve gök ada kümelerinin belirlenememiş gizemli yönleri ve derin uzaydaki nesnelere detayları ve daha niceisi Euclid'in araştırma hedeflerini oluşturuyor. Euclid verileriyle evrenin büyük resmini farklı bir kozmik bakış açısıyla görmek mümkün olabilir.

Evrenin gizemini çözmeye çalışan ve farklı alanlarda araştırmalar sürdüren bilim insanları, karanlık dedektifi Euclid'in bilimsel verilerini heyecanla bekliyor. ■

Kaynaklar

https://www.esa.int/Science_Exploration/Space_Science/Euclid/The_dark_Universe

https://www.esa.int/Science_Exploration/Space_Science/Euclid/overview

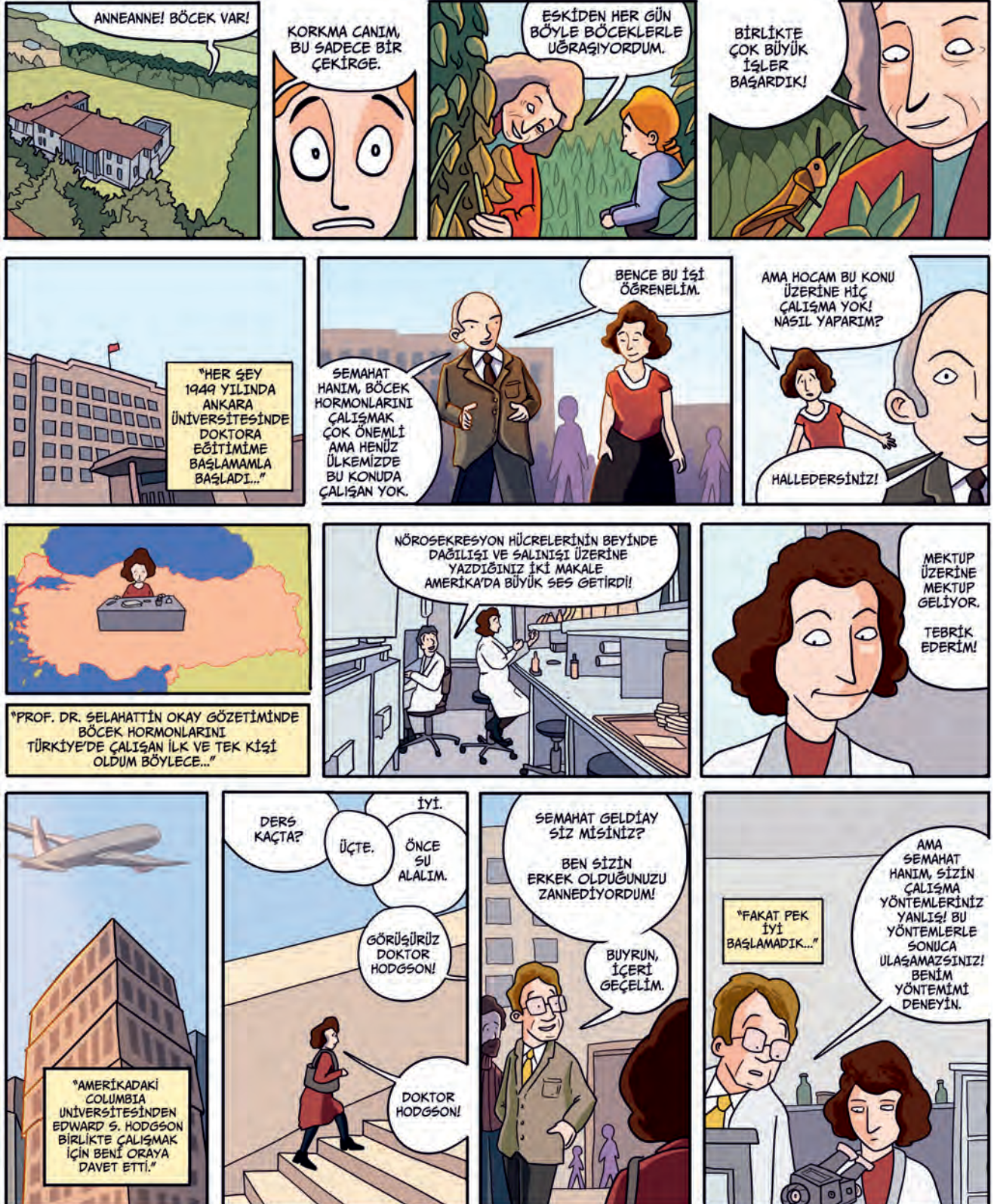
https://www.esa.int/Science_Exploration/Space_Science/Euclid/Euclid_s_first_images_the_dazzling_edge_of_darkness

<https://www.space.com/dark-matter-euclid-mission-first-breathtaking-images>

SEMAHAT GELDİAY

Bilim Çizgi

Sinancan Kara [btciizgiroman@tubitak.gov.tr]

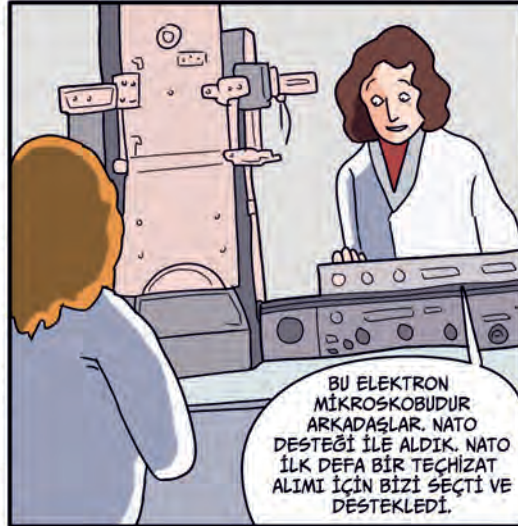




"BUNUN ÜZERİNE HODGSON BURSUNUN ARTTIRILMASI İÇİN BAŞVURDU. BÖCEK HORMONLARI ÜZERİNE ARTIK AMERİKA'DAKİ ÖNCÜ ÇALIŞMALARI YÜRÜTÜYORDUM."



"1961 YILINDA, EGE ÜNİVERSİTESİ ZOOLOJİ KÜRSÜSÜNE DOÇENT OLARAK ATANDIM..."



"BU MİKROSKOP İLE YAPTIĞIMIZ ÇALIŞMALAR ULUSLARARASI KONFERANSLARDA AYAKTA ALKIŞLANIYORDU. DÜNYADAKİ ÖNCÜ ÇALIŞMALARINI BİZ YAPIYORDUK."



SEMAHAT GELDİAY
(1923 - 2002)

TÜRK ZOOLOG,
BÖCEK ENDOKRİNOLOJİSİ KONUSUNDA
DÜNYA ÇAPINDA BÜYÜK ÜN VE
SAYGINLIK KAZANMIŞ, BÖCEK
FİZYOLOJİSİ ALANINDA ÖNCÜ
BİR BİLİM İNSANIDIR.

BÖCEK HORMONLARININ TARIMDA
BÖCEK KONTROLÜ İÇİN KULLANILMASINI
SAĞLAMIŞTIR.

1975 YILINDA TÜBİTAK BİLİM ÖDÜLÜ'NE
LAYIK GÖRÜLMÜŞTÜR.

Sağlıklı Bir Gezegen İçin Aşılmaması Gereken Sınırlar

Dr. Mahir E. Ocak [TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi

Yaklaşık on beş yıl önce, Dünya'nın Sanayi Devrimi öncesindeki benzer bir gezegen olmaya devam edebilmesi için aşılmaması gereken dokuz gezegensel sınır belirlenmişti. Son bilimsel çalışmalar bu dokuz sınırın altısının çoktan aşıldığını gösteriyor.



remi/istock

Peru'daki Machu Picchu İnkâ antik şehri

Son buzul çağının günümüzden yaklaşık 11.000 yıl önce sonlanmasından beri çevre ve iklim koşullarında çok uzun bir süre önemli bir değişim yaşanmadı. Ta ki insan etkinlikleri yavaş yavaş doğayı bozmaya başlayınca kadar... Günümüzde; son buzul çağından sonra başlayan Holosen devresinin bittiği, Dünya'nın jeolojisinde ve ekosistemlerde insan etkisinin belirgin bir biçimde görüldüğü, Antroposen olarak adlandırılan yeni bir jeolojik devrenin başladığı öne sürülüyor. Hatta Antroposen'in başlangıcının nasıl tanımlanabileceğine dair bilimsel çalışmalar yapılıyor.

Günümüzden yaklaşık 200 yıl öncesine kadar insanlar görece boş bir Dünya'nın içinde yaşıyorlardı. Nüfus azdı, doğal kaynaklara çoktu. Yerel koşullar kötüleştiğinde yaşamaya daha uygun başka yerlere kolaylıkla göç edilebiliyordu. Son iki yüzyılda yaşanan bilimsel ve teknolojik gelişmelerden sonra ise halk sağlığı önemli derecede iyileşti. Dünya'daki toplam insan nüfusu hızla artmaya başladı. Artık dolu bir Dünya'da yaşıyoruz. Sebep olduğumuz çevre ve iklim sorunlarından kaçınmak eskisi kadar kolay değil. Üstelik insan etkinliklerinin sebep olduğu değişimlerin varacağı son noktayı bugünden kestirmek de zor. Doğal koşulların güvenli sınırlar içinde kalmasını sağlamak için gerekli adımların atılması gerekiyor. Aksi takdirde insan toplulukları açısından yıkıcı sonuçlar ortaya çıkabilir.

Bir grup araştırmacı 2009 yılında yayımladıkları bir makalede Dünya'nın insan topluluklarını uzak geçmişte olduğu gibi desteklemeye devam edebilmesi için aşılmaması gereken dokuz gezegensel sınır belirlemişti. Bu sınırlar şu başlıklar altında yer alıyordu: iklim değişikliği, biyoküre bütünlüğü, ozon incelmeleri, okyanusların asitliği, azot ve fosfor kirliliği, ormansızlaşma, tatlı sular, atmosferdeki aerosoller ve sentetik kimyasallar. İlk makale yayımlandığında hem eldeki veri miktarı azdı hem de tüm başlıklardaki sınırlar için nicel değerler belirlenememişti. Ancak aradan geçen zamanda pek çok çalışma yapıldı. Yakın zamanlarda yayımlanan bir makalede ilk kez tüm başlıklar için nicel kriterler belirlendi. Sonuçlar biri hariç tüm başlıklarda gidişatın kötüye doğru olduğunu gösteriyor.

Biyoküre Bütünlüğü

Biyoküre terimi, içinde canlıların yaşadığı Dünya parçasını ifade etmek için kullanılır. Dünya'daki koşulların düzenlenmesinde yerküre ile biyoküre arasındaki etkileşimler önemli rol oynar. Biyokürenin bu işlevini yerine getirmesini sağlayan temel etkense genetik çeşitliliğidir. Dolayısıyla biyokürenin bütünlüğünü ölçmek için gezegensel işlevinin yanı sıra genetik çeşitliliğini de göz önünde bulundurmak gerekiyor.

Geçmişte biyoçeşitlilikle ilgili gezegensel sınır, türlerin yok olma oranı ile ilişkilendirilmişti. Uzak





geçmişte türlerin hangi hızla yok olduğu hakkında net sayılar elde etmek kolay olmasa da günümüzde türlerin yok olma oranının son on milyon yıldaki ortalamanın onlarca hatta belki de yüzlerce katı olduğu tahmin ediliyor.

Günümüzde biyokürenin yaklaşık 8 milyon bitki ve hayvan türüne ev sahipliği yaptığı düşünülüyor. Bu türlerin yaklaşık bir milyonu, soyunun tükenmesi tehlikesiyle karşı karşıya. Son 150 yıl içinde bitki ve hayvan türlerinin genetik çeşitliliği %10'dan fazla azalmış olabilir.

Genetik çeşitlilik konusunda aşılması gereken sınır, milyon tür başına yılda 10 yok olma olarak

tanımlanıyor. Başka bir deyişle her yıl yok olan türlerin sayısının toplam türlerin sayısına oranının milyonda 10'u geçmemesi gerekiyor. Bu oranın günümüzdeki değerininse en iyimser tahminlere göre bile milyonda 100'ün üzerinde olduğu belirtiliyor.

Biyokürenin işlevselliği ise net birincil üretimle (fotosentezin biyoküreye sağladığı madde ve enerji akışıyla) ilişkilendiriliyor. İşlevselliği korumak için göz önünde bulundurulması gereken ölçüt ise insanların birincil üretimden aldığı pay.

Söz konusu karasal birincil üretim olduğunda, bilimsel çalışmalar Holosen ortalamasının $55,9 \times 10^9$ ton karbon/yıl civarında

olduğunu gösteriyor. Üstelik bu değerdeki salınımlar çok az. Yıllık değişimler $1,1 \times 10^9$ karbon/yıl'ı geçmiyor. Analizler 1700 civarındaki birincil üretimin de Holosen değerlerine yakın olduğu sonucunu veriyor. 1700 yılı civarında "potansiyel doğal" net birincil üretim $56,2 \times 10^9$ karbon/yıl civarındaydı. Arazi kullanımı göz önünde bulundurulduğunda ise bu değer $54,7 \times 10^9$ karbon/yıl'a düşüyor. 2020'ye gelindiğinde, atmosferdeki karbondioksit miktarının aşırı artmasının fotosentezi de artırması nedeniyle, potansiyel doğal net birincil üretim $71,4 \times 10^9$ karbon/yıl'a kadar çıkabilirdi. Ancak küresel arazi kullanımındaki artış nedeniyle net birincil üretim $65,8 \times 10^9$ karbon/yıl'da kaldı.



Utopia_88 / iStock

İklim Değişikliği

Çağımızın en büyük çevre sorunlarından biri olan iklim değişikliği atmosferdeki sera gazları miktarının aşırı yükselmesinden kaynaklanıyor. Sera gazları kızılötesi ışığı (ısıyı) soğurabilen ve yayabilen gazlardır. Atmosferdeki sera gazları yerküreden yayılan ısıyı önce soğurup daha sonra tekrar yayar. Bu şekilde yeryüzünden yayılan ısının bir kısmının geri yansımaya neden olur. Eğer atmosferde sera gazları olmasaydı yeryüzü, üzerinde sıvı suyun bulunmasına imkân vermeyecek kadar soğuk olurdu. Dolayısıyla sera gazları Dünya'daki canlılar için hayati önem taşır. Ancak atmosferdeki sera gazlarının



İnsanların birincil üretimden aldığı pay; hem hasat edilen ziraî üretimi hem de tarım, ağaçlandırma, hayvan otlatma gibi nedenlerle net birincil üretimin insan eliyle değiştirilmesini (daha çok azaltılmasını) kapsıyor. İnsanların birincil üretimden aldığı pay, Sanayi Devrimi öncesindeki Holosen ortalamalarına ya da günümüzdeki potansiyel birincil üretim değerlerine göre hesaplanabilir. Ancak günümüzdeki potansiyel birincil üretim artışı büyük oranda atmosferdeki aşırı karbondioksit birikiminden kaynaklanıyor ve küresel ısınmanın etkilerini azaltabilmek için güncel fazladan üretimin hasat edilmemesi ve korunması gerekiyor. Bu yüzden insanların net birincil üretimden aldığı payın sanayi öncesi Holosen ortalamalarına

göre hesaplanması daha doğru bulunuyor. Araştırmacılara göre, insanların net birincil üretimden aldığı pay için güvenli bir değer %10 olabilir. Bu değer %20'yi aşması ise tehlikeli bulunuyor. Holosen'in erken dönemlerinde insanların birincil üretimden aldığı pay %2 civarındaydı. Bugünse bu oran %30'lara kadar çıktı. Tehlike sınırının 1800'lerin sonlarında aşılmaya başlandığı belirtiliyor.

İnsanlar yiyecek, giyecek, hayvan yemi gibi ihtiyaçlarını birincil üretimden aldıkları payla karşılıyor ve karşılamaya da devam edecek. Daha sürdürülebilir bir gelecek için net birincil üretimin artması gerekiyor. Dünya'nın on milyar insanı güvenli bir biçimde beslemesinin mümkün olduğu tahmin ediliyor. Ancak bunun gerçekleşebilmesi için bilimsel ve teknolojik gelişmelere ihtiyaç var.

miktarının aşırı artması yeryüzünün ortalama sıcaklığının yükselmesine ve iklim değişikliklerine sebep oluyor. Bugün Dünya'nın ortalama yüzey sıcaklığı Sanayi Devrimi öncesindeki kıyasla yaklaşık 1,2 °C daha yüksek.

Küresel iklim değişikliğinin canlılar için pek çok olumsuz sonuçları var: aşırı hava olayları, buzul erimeleri, deniz seviyelerinin yükselmesi... 2015 yılında Paris'te düzenlenen İklim Değişikliği Konferansı'nda, tüm bu olumsuz sonuçların en aza indirgenebilmesi için küresel ısınmayı 1,5 °C ile sınırlandıracak önlemlerin alınması kararlaştırılmıştı. Ancak son bilimsel çalışmalar 1,5 °C'lık ısınmanın da Dünya açısından çok olumsuz sonuçları olabileceğini gösteriyor.

Araştırmacılar iklim değişikliği ile ilgili iki ölçüt öne sürüyor. Birincisi atmosferdeki karbondioksit derişimi ile ilgili. Fosil yakıt kullanımı gibi insan etkinlikleri bir sera gazı olan karbondioksitin atmosferde birikmesine neden oluyor. Holosen'in ilk dönemlerinde atmosferdeki karbondioksit derişimi 280 mg/L civarındaydı. Bugün ise bu değer 417 mg/L'ye yükseldi. Araştırmacılara göre atmosferdeki karbon dioksit derişimi için güvenli bir sınır 350 mg/L olabilir. Bu sınır değer, Paris İklim Konferansı'nda konulan 1,5 °C derecelik hedeften daha düşük bir küresel ısınmaya karşılık geliyor.

İkinci ölçüt ise ışımsal zorlamayla ilgili. Dünya Güneş'ten enerji alır ve kendisi de uzaya

enerji yayar. İklim değişikliğine sebep olan doğal ve insan kaynaklı etkenlerin Dünya'nın enerji dengesinde sebep olduğu değişim ise ışımsal zorlama olarak adlandırılır. Atmosfere salınan sera gazları ve aerosoller ile yeryüzünün ışığı yansıtma özelliğinde yaşanan değişimler ışımsal zorlamaya sebep olan etkenlerin en önemlileridir. Günümüzde yeryüzünün her bir metrekaresi sanayi devrimi öncesine kıyasla her saniye 2,91 joule (J) daha fazla enerji alıyor. Bu değer 1 J'ü aşmaması gerektiği belirtiliyor.

Sonuç olarak hem karbondioksit derişimi hem de ışımsal zorlama değerleri günümüzde sınır değerlerin üzerinde yer alıyor.





Ozon İncelmesi

Atmosferdeki ozon (O₃) tabakası Güneş'ten gelen zararlı ışıklardan yeryüzünü korur. 1980'lerde ozon tabakasının Antarktika üzerinde kalan kısımlarında inceleme tespit edilmişti. Bilimsel çalışmalar bu incelenin bilinçsizce atmosfere salınan CFC'ler ve başka çeşitli kimyasallardan kaynaklandığını gösterdi. 1987 yılında Montreal Protokolü ile ozon inceltici malzemelerin üretimine sınırlamalar getirildikten sonra ozon tabakası iyileşmeye başladı.

Andrii Yalanskyi / iStock

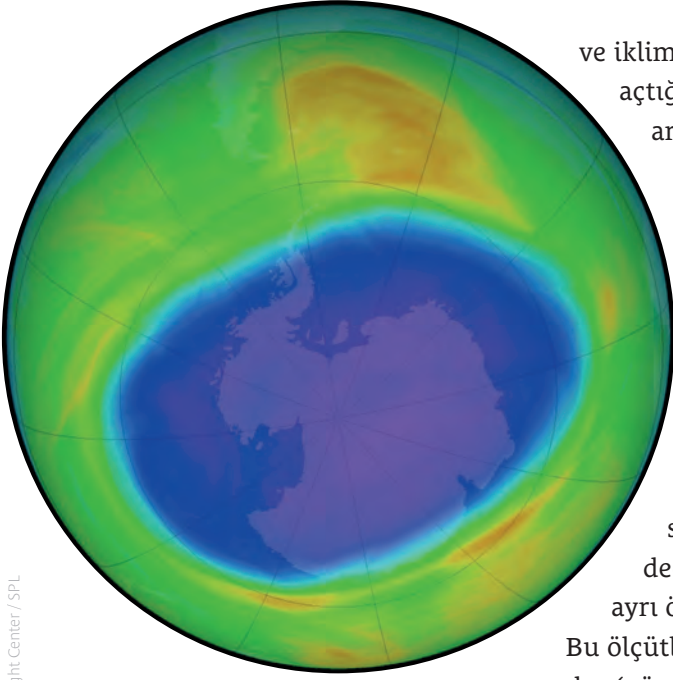
Yeni Geliştirilen Malzemeler

Sentetik kimyasallar, nükleer atıklar, genetiği değiştirilmiş organizmalar ve insan eliyle üretilmiş daha pek çok malzeme çevreye saçılıyor. Bu malzemelerin pek çoğunun dünya sistemine etkileri ise iyi bilinmiyor. Geçmişte bilinçsizce kullanılan sentetik malzemelerin zararlarının sonradan farkına varılması ile ilgili pek çok örnek var. Örneğin böcek öldürücü olarak kullanılan DDT'lerin çevreye zararları ya da geçmişte çok çeşitli teknolojilerde kullanılan kloroflorokarbonların (CFC'lerin) ozon tabakasına etkileri çok sonradan fark edildi.

İdeal olarak dünya sistemine etkilerinin ne olacağı bilinmeyen malzemelerin çevreye salınmaması gerekir. Dolayısıyla yeni geliştirilen malzemelerin doğaya salınmaması için aşılması gereken sınır değer de "0" olmalıdır.

Dünya genelinde güvenli olduğu test edilmeden çevreye salınan malzemelerin miktarı hakkında bir veri yok. Ancak Avrupa Birliği Kimyasalların Kayıt, Değerlendirme, Yetkilendirme ve Sınırlandırma (REACH) düzenlemeleri ile kayıt altında tutulan kimyasalların %80'inin hiçbir güvenlik testinden geçmeden on yıldan uzun süre kullanımda kaldığı biliniyor. Dünya genelinde üretilen sentetik kimyasalların sadece ufak bir kısmının kayıt altında bulunduğu REACH verilerine bakarak sorunun büyüklüğü hakkında bir fikir edinilebilir.

Atmosferdeki ozon miktarını ifade etmek için, yeryüzündeki bir noktadan yükselen hayali bir sütunun içinde kalan madde miktarını ifade eden Dobson birimi (DU) kullanılıyor. Sanayi Devrimi öncesinde atmosferdeki ozon miktarı 290 DU'ydu. Ozon miktarı için aşılmaması (altına düşülmemesi) gereken sınır değer ise 276 DU kabul ediliyor. Günümüzde atmosferdeki ozon miktarı yaklaşık 284 DU. Dolayısıyla atmosferdeki ozon miktarı Sanayi Devrimi öncesindeki kadar yüksek olmasa da güvenli bölgenin içinde yer alıyor. Sınır değerler artık sadece Güney Yarım Küre'de bahar mevsiminin yaşandığı 3 aylık dönemlerde ve sadece Antarktika'nın üzerinde kalan bölgelerde aşıyor. Ozon tabakasındaki iyileşmenin gelecekte de devam etmesi bekleniyor.



2020 yılında Antarktika üzerindeki ozon incelmesini gösteren uydu görüntüsü

Tatlı Sular

İnsan etkinlikleri tatlı su döngüsünde de değişimlere sebep oluyor. Belirli bölgelerdeki tatlı su miktarı artıyor ya da azalıyor. Örneğin Batı Amerika'nın en büyük nehirlerden Colorado Nehri, sularının aşırı tüketilmesi

ve iklim değişikliğinin yol açtığı kuraklık nedeniyle artık denize ulaşamıyor.

Bir zamanlar dünyanın en büyük göllerinden olan Orta Asya'daki Aral Gölü de büyük oranda çöle dönüştü.

Son yapılan çalışmada tatlı su döngüsündeki değişimler ile ilgili iki ayrı ölçüt öne sürülüyor.

Bu ölçütlerden biri "mavi" sular (yüzeydeki ve yer altındaki su birikintileri), diğeri ise "yeşil" sular (bitkiler tarafından kullanılabilen toprak nemi) ile ilgili. Sanayi Devrimi öncesinde mavi ve yeşil sulardaki değişkenlikler %3 civarındaydı. Karasal alanların sadece %10,2'sindeki mavi su miktarlarında ve sadece %11,2'sindeki yeşil su miktarlarında bu değerlerin üzerinde sapmalar yaşanıyordu. Günümüzde bu oranlar sırasıyla %18,2'ye ve %15,8'e çıktı. Tatlı sulardaki

değişimler ile ilgili güvenli bir sınırın Sanayi Devrimi öncesindeki değerlerin %95'i olabileceği belirtiliyor. Dolayısıyla hem mavi sularda hem de yeşil sularda güvenli bölgenin dışına çıkmış durumda.

Aerosoller

Aerosoller atmosferde asılı kalan katı parçacıklar ya da sıvı damlacıklardır. Çöl tozları, yangın dumanları, volkanik patlamalar sırasında atmosfere karışan tozlar aerosol kaynaklarından bazılarıdır. Sanayi Devrimi sonrasındaki dönemde atmosferdeki aerosol miktarının ne kadar değiştiği hakkında hassas tahminler yapmak zor. Ancak çeşitli gözlemsel verilere dayanarak 1750'lerdekine kıyasla atmosferdeki aerosol miktarının kabaca iki katına çıktığı tahmin ediliyor. Günümüzde atmosferdeki tozların en büyük kaynağı Sahra Çölü. Ancak 5.000-15.000 yıl önceki dönemde bu bölge göllerle, sulak alanlara ve bitki örtüsüyle doluydu.

Atmosferdeki aerosol yüklenmesini değerlendirmek için aerosol optik derinliği (AOD) diye adlandırılan bir ölçüt kullanılıyor. AOD, aerosoller nedeniyle yeryüzüne ulaşan Güneş ışığı



Bir zamanlar dünyanın en büyük göllerinden biri olan Aral Gölü, bugün büyük oranda çölleşti.

miktarındaki toplam azalmaya karşılık gelir. Geçmişte Güney Asya'da yüksek AOD değerlerinden kaynaklanan yağış azalmaları ile ilgili gözlemlerden yola çıkılarak Güney Asya için bir bölgesel sınır değeri belirlenmiş, muson bölgelerinde AOD değerinin 0,25'in üzerine çıkmasının yağış miktarında belirgin bir azalmaya sebep olarak biyoküre bütünlüğünü bozacağı öne sürülmüştü. Günümüzde Güney Asya'daki AOD değeri yaklaşık 0,3 ve dolayısıyla sınır değerin üzerinde yer alıyor. Verilerdeki eksiklikler nedeniyle aynı sınır değerinin tüm Dünya genelinde de uygulanabilir olup olmadığı bilinmiyor. Dünya'nın bütünündeki ortalama AOD değeri günümüzde yaklaşık 0,14.

Sadece yüksek AOD değerleri değil, Kuzey ve Güney yarım küreler arasındaki AOD farkları da, Batı Afrika ve Hindistan musonlarında görüldüğü gibi, muson sistemlerini etkileyebiliyor. Doğal ve insan kaynaklı aerosollerin de aralarında bulunduğu çeşitli etkenler Kuzey ve Güney yarım küreler arasında belirgin sıcaklık farkları oluşmasına neden oluyor. Aerosollerin neden olduğu ışınimsal zorlama farkları da Kuzey Yarım Küre'nin görece soğumasına ve tropik yağmurların güneye kaymasına yol açıyor. Volkan patlamalarını takip eden aerosol-iklim etkileşimleri ile ilgili çalışmalar;

son bin yılda Kuzey Yarım Küre'nin AOD'sinin yüksek ve yarım küreler arasındaki AOD farkının büyük olduğu zamanlarda, Kuzey Yarım Küre'nin daha az yağış aldığını, Güney Yarım Küre'de daha fazla aerosollerin salındığı dönemlerdeyse Kuzey Yarım Küre'nin daha fazla yağış aldığını gösteriyor. Bu sonuçlar, büyük volkanik patlamalardan sonra tropik bölgelerde ortalama yağışın azaldığını gösteren gözlemlerle ve küresel iklim modelleriyle de uyumlu. 1988 yılında Birleşmiş Milletler bünyesinde kurulan Devletlerarası İklim



NASA/SPL



NASA/SPL

Değişikliği Paneli'nin (IPCC) 2021 yılında yayımlanan 6. Değerlendirme Raporu'nda da 1950-1980 döneminde muson yağmurlarında yaşanan azalma kısmen Kuzey Yarım Küre'deki insan kaynaklı aerosol salımlarıyla ilişkilendirildi. Son yayımlanan çalışmada bu bulgulardan yola çıkılarak aerosol yüklenmesini ölçmek için yarım kürelerin yıllık ortalama AOD değerleri arasındaki farkın kullanılması öneriliyor.

Günümüzde yarım küreler arasındaki yıllık ortalama AOD farkı yaklaşık 0,076. Kuzey Yarım Küre'de bahar ve yaz dönemlerinde toz fırtınalarında yaşanan mevsimsel artış nedeniyle bu değer 0,1'e kadar çıkıyor. Sanayi Devrimi öncesinde ise yıllık ortalamalar arasındaki farkın 0,03 olduğu tahmin ediliyor. Aerosol yüklemesi için aşılmaması gereken sınır değer ise 0,1 olarak belirlendi. Ancak AOD farklarının etkilerinin tam olarak anlaşılması için bilimsel çalışmalara ihtiyaç duyulduğu ve sınır değerlerin güncellenmesi gerekebileceği belirtiliyor. Şu an için güncel değer belirlenen sınırın altında kalıyor.

Okyanusların Asitliği

İnsan etkinlikleri nedeniyle atmosferdeki karbondioksitin artmasının sonuçlarından biri de okyanus sularının asitliğinin artmasıdır. Atmosferde daha fazla karbondioksit olduğunda sulara çözünen karbondioksit miktarı da doğal olarak yükselir. Bu durum okyanus sularında çözünen karbonik asit miktarının artmasına ve okyanus sularının daha asidik olmasına yol açar.

Okyanuslarda yaşayan mercanlar, fitoplanktonlar ve daha pek çok canlı kabuklarını ve iskeletlerini oluşturmak için aragonit kullanır. Okyanus sularının asitliğinin artması ise bir tür kalsiyum karbonat kristali olan aragonitin daha fazla çözünmesi anlamına gelir. Dolayısıyla okyanus sularının asitliğinin artması hem kabuklarında ve iskeletlerinde aragonit kullanan canlıların hem de bu canlılarla beslenen diğer canlıların varlığı için bir tehdittir.

Okyanusların asitliği ile ilgili bir gezegensel sınır tanımlamak için yüzey sularının aragonit doygunluk durumu (Ω) bir ölçüt olarak kullanılıyor. Aragonit doygunluk durumunun 1'den küçük olması aragonitin kolaylıkla çözüneceği anlamına gelir. Aragonite bağımlı canlılar Ω değeri 1'in üzerinde olan sulara yaşar.

Sanayi Devrimi öncesinde okyanusların yüzey sularının Ω değerinin yaklaşık 3,44 olduğu tahmin ediliyor. Aşılmaması gereken sınır değer ise bu değer %80'i olarak kabul ediliyor. Günümüzde okyanusların yüzey sularının Ω değeri Sanayi Devrimi öncesindeki yaklaşık %81'i. Dolayısıyla her ne kadar Ω değeri güvenli bölgenin içinde yer alsın da sınıra çok yakın. Gelecekte atmosferdeki karbondioksit miktarı artmaya devam ederse Ω değerinin düşmesi ve sınırın aşılması kaçınılmaz.





Amazon Yağmur Ormanları

luoman / iStock

Azot ve Fosfor Kirliliği

Azot ve fosfor yaşamın yapı taşlarından. Günümüzde ziraatta kullanılmak için üretilen gübrelere de azot ve fosfor yer alıyor. Ziraai üretimi artırmak açısından yararlı olsalar da yapay gübrelere aynı zamanda çevreye zarar veriyor. İnsan etkinlikleri nedeniyle etrafa saçılan gübrelere hem azot ve fosfor döngüsünü etkiliyor hem de karalarda ve sularda kirliliğe sebep oluyor.

Okyanuslardaki aşırı oksijen azalmasını engelleyebilmek için tatlı suların okyanuslara taşıdığı fosfor miktarının yıllık 11 milyon tonun üzerine çıkmaması gerektiği belirtiliyor. Günümüzde tatlı suların okyanuslara taşıdığı fosfor miktarı ise yaklaşık 22,6 milyon ton civarında. Gübrelere aşırı fosfor topraklara karşı fosfor miktarı için aşılmaması gereken üst sınır ise

Ormansızlaşma

Ormanlar iklimin düzenlenmesinde önemli bir rol oynuyor. Ancak dünya genelindeki toplam orman alanları arazi açma ve yangınlar gibi nedenlerle giderek azalıyor. Bu gezegensel sınırdaki dünya sisteminde önemli rol oynayan tropik ve ılıman bölgelerdeki ormanlar ile Kuzey Kutbu'na yakın bölgelerdeki kuzey ormanlarına odaklanılıyor. Aşılmaması gereken sınır değerler ise erken Holosen dönemindeki ormanların kapladığı potansiyel alanlarla kıyaslanarak belirleniyor. Tropik, ılıman ve kuzey ormanları için bu değerler sırasıyla %85, %50 ve %85.

Söz konusu tropik ormanlar olduğunda Kuzey ve Güney Amerika'daki orman alanları, Sanayi Devrimi öncesindeki %83,9'una; Afrika'daki orman alanları, Sanayi Devrimi öncesindeki %54,3'üne; Asya'daki orman alanları ise Sanayi Devrimi öncesindeki %37,5'ine düştü. İliman iklimlerdeki ormanların değerleri ise şunlar: Kuzey ve Güney

Amerika'da %51,2, Avrupa'da %34,2, Asya'da %37,9. Kuzey ormanlarının değerleri de şunlar: Amerika'da %56,6, Avrasya'da %70,3. Bu değerler yerkürenin ormanlarla kaplı üç ana bölgesindeki ormansızlaşmanın boyutlarını gözler önüne seriyor. Dünya genelindeki toplam orman alanlarına bakıldığında da aynı durum söz konusu. Günümüzde yerküredeki toplam orman alanı Sanayi Devrimi öncesindeki %60'ına düştü. Söz konusu toplam orman alanları olduğunda aşılmaması gereken sınırsa %75 olarak belirtiliyor.



Jim West / SPL

yıllık 11,2 milyon ton fosfor olarak belirlendi. Güncel değer ise yaklaşık 17,5 milyon ton. Dolayısıyla her iki kriterde de sınır aşılmış durumda.

Azotlu gübreler açısından aşılmaması gereken sınır ise yıllık 62 milyon ton. Günümüzde kullanılan azotlu gübreler ile ilgili verilerdeki belirsizlik çok yüksek. Ancak Gıda ve Tarım Örgütü'nün verilerine göre bir yılda ziraatta kullanılan insan üretimi gübrelerdeki azot miktarı 190 milyon ton civarında. Bu değer, sınırın çok üzerinde yer alıyor.

Sonuç

Özellikle sanayinin gelişmeye ve dünya nüfusun hızla artmaya başlamasından sonra insan etkinlikleri doğada önemli tahribata yol açtı. İklim hızla değişiyor, orman alanları giderek azalıyor, türlerin yok olma hızı aşırı derecede yükseldi, okyanusların asitliği artıyor, tatlı sulara erişim zorlaşıyor, sentetik kimyasallar bilinçsizce çevreye salınıyor. Tüm bunlar insanların çok uzun zamandır içinde yaşadığı koşulların değişmesi anlamına geliyor. Gezegenel sınırlar hakkında yapılan bilimsel çalışmalar, bu sorunların günümüzde ulaştığı seviyenin belirlenmesi ve Dünya'nın

insan topluluklarını geçmişte olduğu gibi beslemeye devam edebilmesi için atılması gereken adımlar konusunda insanları bilinçlendirmeyi amaçlıyor.

Gezegensel sınırlar hakkında ilk çalışma 2009'da yayımlanmıştı. Aradan geçen zamanda başlıklar aynı kalsa da yeni bulgular ışığında, değerlendirmelerde kullanılan ölçütler ve sınır değerler güncellendi. Yakın zamanlarda yayımlanan bir makalede, gezegenel sınırların tamamı için ilk kez nicel kriterler belirlendi. Sonuçlar, biyoküre bütünlüğü, iklim değişikliği, sentetik kimyasallar, azot ve fosfor kirliliği, ormansızlaşma ve tatlı sular açısından sınırların çoktan aşıldığını gösteriyor. Okyanusların asitliği ve atmosferdeki aerosoller açısından sınırlar henüz aşılmamış olsa da gidişat kötüye

doğru. Sınırın aşılmadığı ve gidişatın iyiye doğru olduğu tek başlıksa ozon incelmeleri.

Günümüzde insan etkinliklerinin sebep olduğu sorunları aşmak için çeşitli çabalar gösteriliyor. Ancak bu çabalar genellikle tek bir sorunu çözmeye odaklanıyor. Oysa sorunların pek çoğu birbirleriyle bağlantılı. Örneğin iklim değişikliği, türlerin yok olma hızını artırarak biyoküre bütünlüğünü de etkiliyor. Benzer biçimde azot ve fosfor kirliliği de türlerin yok olma hızını artıran bir başka etken. Dolayısıyla insan etkinliklerinin sebep olduğu sorunlara bir bütün olarak yaklaşmak gerekiyor. Bu sorunların büyük bir kısmının altında yatan ana etken insan yerleşimlerinin giderek büyümesi. Gelecekte karbon salımının azaltılmasına, ormansızlaşmanın önüne geçilmesine ve yeni tarım uygulamalarına ihtiyaç duyuluyor. ■

RomoloTavani / iStock



Kaynaklar

- Richardson, K., ve ark., "Earth beyond six of nine planetary boundaries", *Science Advances*, Cilt 9, Makale: eadh2458, 2023.
- Foley, J., ve ark., "Boundaries for a Healthy Planet", *Scientific American*, <https://www.scientificamerican.com/article/boundaries-for-a-healthy-planet/>, 1 Nisan 2010.
- Bartels, M., "Humans have crossed 6 of 9 'Planetary Boundaries'", *Scientific American*, <https://www.scientificamerican.com/article/humans-have-crossed-6-of-9-planetary-boundaries/>, 13 Eylül 2023.



Kablosuz Ağı Zayıflatan Nesnelere

Evimizdeki bazı nesnelere kablosuz Wi-Fi sinyalini zayıflatıp bağlantı sorunları yaşamamıza neden olabiliyor. Bu konuda en çok sorun çıkaran nesnelere ve yapabileceklerinizi sizler için derledik.

1. Aynalar: Aynalar Wi-Fi sinyallerini yansıtabilir ve yönlendirebilir. Aynaları kablosuz modeminizden uzak tutun.

2. Akvaryumlar: Su Wi-Fi sinyallerini emer ve zayıflatır, üstelik akvaryum pompaları ve filtreleri de elektromanyetik parazite neden olabilir. Hatta yağmur yağdığında telefonların iyi çekmemesi de su damlalarının radyo dalgalarını emmesinden kaynaklanır. Dolayısıyla modeminizin yakınına akvaryum koymayın.

3. Mikrodalga fırınlar: Mikrodalga fırınlar, Wi-Fi sinyalleriyle aynı frekansta çalışır. Mikrodalga fırınınızı kullanırken internet hızınızda bir düşüş fark ederseniz, bunun nedeni kablosuz ağ sinyallerini bozmasıdır.

4. Kablosuz telefonlar: Artık pek kalmamış olsa da evlerimizdeki kablosuz telefonlar da Wi-Fi sinyalleriyle aynı frekansta çalışabilir ve onları karıştırabilir. Kablosuz telefonunuzu modeminizden uzak bir yere koymuyorsanız farklı frekansta çalışan bir cihaz kullanmayı deneyebilirsiniz.

5. Metal eşyalar: Metal eşyalar, Wi-Fi sinyallerini yansıtabilir, bloke edebilir veya dağıtabilir, bu da kör noktalar oluşturabilir. Bu nedenle modeminizin etrafına büyük metal süs eşyaları koymamaya özen gösterin.

6. Beton duvarlar: Beton duvarlar, Wi-Fi sinyallerini geçirmekte zorlanır, bu da evinizin bazı bölgelerinde zayıf bir bağlantıya neden olabilir. Modemi merkezi bir konuma yerleştirin ve mümkün olduğunca açık alanda kalmasını sağlayın.

<https://bit.ly/kablosuz-sinyal>



DNA Disk

Veri depolamada plakla başlayan süreç; disket, CD, sabit disk, flaş disk, bulut depolama derken artık verilerin DNA'da saklanmasına kadar geldi. Fransız Biomemory adlı girişim, dijital verileri DNA dizilerinde saklamayı sağlayan pratik bir sistem geliştirdi. Bu sistemde, öncelikli olarak dijitalde (0 ve 1 olarak) tutulan veriler, DNA koduna (A, C, G ve T'ler) dönüştürülüyor. Daha sonra özel bir dizi kullanılarak DNA zinciri oluşturuluyor. Zincir çözeltide sentezlenip raf ömrünü artırmak için kurutulduktan sonra gümüş bir kartın içindeki bir çipte mühürleniyor. Kullanıcılar verilere ulaşmak isteyince kartlar rehidrasyona tabi tutuluyor ve DNA dizileme makinesince okunarak dijitalle çevriliyor.

Sistemin olumsuz tarafı 1 kartta yalnızca 1 kilobayt veri tutulabilmesi ve bunun da 1.000 dolara mal olması. Olumlu tarafı ise verilerin 150 yıl

korunabilmesi. Sabit disklerin ortalama 5-10 yıl gibi bir ömürlerinin olduğu düşünüldüğünde bu hayli etkileyici bir süre. Ayrıca DNA'nın toplam veri depolama kapasitesi çok yüksek. 1 gram DNA'da 215 petabayt, yani 36 milyon film saklanabilir. Bir başka deyişle dünyadaki tüm verileri saklamak için 81 kg DNA yeterli olur.

Microsoft ve Twist Bioscience gibi firmalar da benzer çözümler üzerine çalışıyor. Her ne kadar mevcut ürünler çok pratik ve ekonomik olmasa da ilerleyen aşamalarda biyolojik diskler hayatımızın bir parçası olabilecek gibi görünüyor.

Kaynak: <https://www.biomemory.com/>
Kaynak2: <https://bit.ly/dna-disk>

Müziği Hisset!

“Müziği hisset!” sloganında söylendiği gibi müziği hissetmek acaba gerçekten mümkün mü? Music: Not Impossible adlı firma vücuda titreşimler vererek müziği hissettirmeyi hedefliyor. Dokunsal geri bildirim (haptic feedback) son yıllarda çeşitli teknoloji ürünlerinden aşına olduğumuz bir teknoloji. Video oyun kontrol cihazının karakteriniz vurulduğunda titreşmesi ya da telefonunuzun ekranına dokunduğunuzda titreterek tepki vermesi dokunsal geri bildirim örnekleridir.

Music: Not Impossible, müziği senkronize bir şekilde alabilen bir sırt çantası ile ayak bileği ve bilek bantları kullanıyor. Vücudun farklı yerlerinde hissedilen titreşimler, müziğin ritmiyle eşleşerek 5 oktav boyunca 3.900 farklı frekansta 24 farklı sesi hissettiren bir deneyim sunuyor. İşitme engellilerle birlikte çalışılarak geliştirilen sistem, duyma sorunu yaşayanların da “müzik dinlemesini”



sağlamayı hedefliyor. Üstelik firma bu teknolojinin kullanıldığı konserlerde işitme engellilere ücretsiz bilet verilmesini de şart koşuyor. Eğer yaygınlaşırsa bu deneyimin herkes için keyifli olacağını düşünüyoruz.

<https://bit.ly/muzigi-hisset>

Elektronik Hap

Akıllı saatler ve yüzükler sağlığımızı yakından takip etmemizi sağlayacak bilgiler sunuyor. Ancak bu cihazların vücudumuzda erişebileceği yerler sınırlı olduğu için henüz tam potansiyellerini sergileyebilmiş değiller. Uzunca bir süredir, yutulabilen elektronik cihazlar geliştirilmesine yönelik çalışmalar yürütülüyor. Celero Systems tarafından geliştirilen elektronik bir hapin içerisinde çok sayıda sensör, kablosuz bağlantı cihazı, pil ve mini bir bilgisayar bulunuyor. Bir vitamin ilacı görünümündeki elektronik hapı yuttuğunuzda, sindirim sistemindeki yolculuğu boyunca elde ettiği tüm verileri kablosuz ağ üzerinden merkezî uygulamaya aktarıyor. Bu sayede vücudumuzla ilgili normalde elde etmesi çok zor

birçok bilgiye ulaşılabiliyor. Vücuda herhangi bir zararı olmayan ve birkaç gün içerisinde kendiliğinden vücuttan atılan elektronik hap özellikle vücudun kalp atışı, kan akışı ve solunum gibi işlemlerde çıkardığı ve bizim pek farkında olmadığımız sesleri ayırt edebilmesiyle piyasadaki benzerlerinden ayrışıyor. Klinik çalışmalarda hayli başarılı sonuçlar veren ürün, acil durumlarda yetkililere çağrı yapabiliyor. Ürünü geliştiren araştırmacılar, ileride ölçümün ötesine geçip bazı durumlarda hayat kurtarabilecek müdahalelerin yapılmasını sağlamayı hedefliyor.

<https://bit.ly/e-hap>

Teknoloji Devlerinin Patent Savaşları

Masimo adındaki firma ışık kullanarak kandaki oksijen seviyelerini ölçebilen bir teknolojinin patentine sahip. Apple, akıllı saatine benzer bir yetenek kazandırabilmek için bu teknolojiye başvurdu. Hatta firmanın 20 civarında önemli çalışanını bünyesine kattı. Bunun sonucunda Masimo Apple'a patent ihlal davası açtı. Dava henüz sonuçlanmasa da Uluslararası Ticaret Komisyonu (ITC) bu patenti ihlal eden Apple'ın ABD'de akıllı saat satmasını yasaklayan bir karar aldı.

Büyük teknoloji firmalarının patent konusunda hassas olduğu bilinen bir durum. Apple'ın 95.000, Google'un 100.000, Samsung'un 350.000 civarında patenti var. Hatta bir akıllı telefonda kullanılan teknolojilerin 250.000 civarında patente ilişkin olduğu tahmin ediliyor. Genellikle büyük teknoloji firmaları ellerinde tuttukları patentlerle birbirlerine karşı dava açmaktansa anlaşma yoluna gidiyor. Ancak Masimo ile Apple henüz anlaşmamış görünüyor. Eğer kısa sürede bu anlaşma sağlanamazsa Apple tasarım değişikliğine gidinceye kadar Apple Watch almak mümkün olmayabilir.

Öte yandan büyük teknoloji firmaları, müşterileriyle sürekli etkileşim hâlinde kalmanın kolay bir yolu olarak gördükleri giyilebilir yapay zekâ teknolojilerine yatırım yapmaya devam ediyor. Son dönemde farklı şekillerde etkileşime geçilebilen sistemler öne çıkmaya başladı. Örneğin metin ve konuşmaya ek olarak çizdiğiniz bir resmi veya bir grafiği anlayabilen, hatta yorumlayabilen cihazlar geliştirilmeye çalışılıyor.

Apple akıllı telefonların yanı sıra geçtiğimiz aylarda tanıttığı ama üretim sorunları nedeniyle satışını ertelediği Vision Pro modeliyle akıllı gözlük pazarını da hedeflemiş durumda. ChatGPT'nin geliştiricisi OpenAI, "CepGPT" olabilecek ve insanların her an yanında taşıyabileceği telefondan farklı bir cihaz geliştiriyor. Hatta bu konuda



Apple'ın eski baş tasarımcısıyla birlikte çalıştıklarını açıkladılar. Microsoft, HoloLens adını verdiği artırılmış gerçeklik gözlüklerine OpenAI destekli bir sohbet botu ekleyerek hafif cihazlarda çok yönlü çalışan yapay zekâ konseptini patentlemeye çalışıyor. Google Pixel telefonlarda internete bağlanmadan çalışabilecek Gemini Nano adında ChatGPT benzeri bir yapay zekâ sistemi geliştirdi. Meta ise Ray-Ban ile iş birliği yaparak geliştirdikleri gözlüklerin daha fazla kişiye hitap etmesi için çalışıyor. Her ne kadar her anımız teknolojik ürünleri kullanarak geçiyor gibi görünse de bu çalışmalara bakınca yeni teknolojilerin günlük yaşamımızla daha fazla bütünleşebileceği görülüyor.

bit.ly/patent-savasi
<https://bit.ly/473bY1i>

Sabancı Üniversitesi Nanoteknoloji Araştırma ve Uygulama Merkezi (SUNUM)

Prof. Dr. Fazilet Vardar Sukan [*SUNUM-Sabancı Üniversitesi Nanoteknoloji Araştırma ve Uygulama Merkezi Direktörü*]



Jian Fan / iStock

Sabancı Üniversitesi Nanoteknoloji Araştırma ve Uygulama Merkezi (SUNUM), 2010 yılında Sabancı Vakfı ve Devlet Planlama Teşkilatı (DPT) desteği ile kurulmuş olup 2017 yılından bu yana 6550 sayılı kanun kapsamındaki faaliyetlerini sürdürmekte olan bir ulusal araştırma altyapısıdır.

“Nanoteknolojide örnek referans merkezi olmak” vizyonu ile çalışan SUNUM’da 400’ün üzerinde tamamlanmış proje, 200’e yakın devam eden proje, 100 kadar tam zamanlı ve yarı zamanlı araştırmacı bulunuyor.

Aralık 2022’de ikinci kez 5 yıllık yeterlilik almaya hak kazanan SUNUM; araştırma stratejisini, yerel, bölgesel ve ulusal kalkınma hedefleri kapsamında kurgulamış olup ülkemizin ve yerel sanayinin ihtiyaçlarına ve önceliklerine yönelik, uluslararası yetkinlikte ve öncü nitelikte çalışmalara ev sahipliği yapıyor.

Kurguladığı rekabet öncesi araştırma programları ve uluslararası araştırmalar ile nanoteknoloji odaklı çalışmalara liderlik eden SUNUM, bilimsel ve yönetsel birikimlerini ulusal ve uluslararası stratejik ortaklarıyla paylaşmaya devam ediyor.

Yenilikçi ve Öncül Araştırmalara Katma Değer Kazandıran Bir Mükemmeliyet Merkezi

SUNUM nanoteknoloji alanında, evrensel geçerliliği ve sosyoekonomik katma değeri bulunan ürünler ve hizmetler oluşturmak için çok disiplinli/ disiplinler arası verimli ve etkin araştırma ve geliştirme çalışmaları yürüterek yetkin insan kaynağının yanı sıra bilgi, teknoloji, fikri mülkiyet, ayrı ya da ortak yeni altyapılar oluşturarak gerektiğinde bunların yaygınlaştırılması için girişimci firmalar ile ortak çalışmalar gerçekleştirir. Uzun vadeli iş birlikleri ile paydaş sanayi ve akademik araştırma kuruluşlarının öz yetkinliklerini öne çıkartan ve gelişmelerine katkıda bulunan SUNUM; tüm paydaşlara açık, sürekli gelişen, sürdürülebilir, küresel anlamda da örnek ve lider bir mükemmeliyet merkezi olma hedefi ile çalışmaları yürütür.

SUNUM'un üç ana araştırma teması bulunur (nanomalzeme sentez ve karakterizasyonu, nanoyapıların



tasarımı ve sentezi, mikro/nano sistem tasarımı ve entegrasyonu) ve SUNUM'da bu temalar çerçevesinde çeşitli sektörel uygulamalar için teknolojiler geliştirilir.

“Nanomalzemeler ve nanoyapılar”, SUNUM araştırmacılarının çeşitli endüstriyel sektörler için yeni ve yüksek verimli sürdürülebilir malzemeler geliştirmeye odaklandığı yatay temasıdır. SUNUM; ileri malzemeler, nano-biyoteknoloji, nano-ilaç, nano-elektronik, nano-optik, mikro/nano fabrikasyon ve yenilenebilir enerji sistemleri üzerine çok disiplinli araştırma programları yürütür. Sektörel uygulama alanlarına yönelik geliştirilmekte olan giyilebilir sensörler, lab-on-a-chip teknolojisi, mikroakışkan çipler, yarı iletken baskı konuları “mikro/nano sistemler”e örnek sayılabilir.

Sağlık ve Yaşam Bilimleri Alanı:

SUNUM’da hastalıkların tanı ve tedavisi ile hastalıklara karşı önleyici çözümlerin geliştirilmesine odaklanılır. SUNUM’un tıp alanındaki uzun vadeli hedefi, nanoteknolojik biyosensörlerin ev veya hastanelerde kullanıma uygun şekilde basit tıbbi cihazlara entegre edilmesidir. Ayrıca, spesifik molekülleri hedef alan akıllı nano-ilaçlar üzerine araştırmalar da yürütülür.

Gıda ve Tarım Alanı:

SUNUM, gıda güvenliğini artırmaya yönelik projelere öncülük ederek küresel sürdürülebilirliğe ve Yeşil Mutabakat’a katkıda bulunan teknolojiler geliştirilmesi hedefiyle çalışmalar yapar. Tarımda moleküler ıslah çalışmalarını, gübre ve pestisit kullanımıyla ilgili tanı ve takip sistemleri, gıdaların raf ömrünü ve güvenliğini artıran ambalajların geliştirilmesi gibi konularda aktif projeler yürütülür.

Enerji Alanı:

SUNUM’da, enerjiyi verimli bir şekilde üretmek veya depolamak için prototipler geliştirilir. Başlıca uzmanlık alanları arasında lityum-iyon piller, süper kapasitörler, hidrojen depolama sistemleri ve yakıt hücrelerinin geliştirilmesi yer alır.

Uzay ve Havacılık Alanı:

SUNUM, uzay ve havacılık alanında soğuk katot tabanlı teknolojilere odaklanır. Özellikle, nanofabrikasyon tekniklerine dayalı soğuk katot yapılarının üretimi konusunda mevcut altyapısı sayesinde mükemmel çözümler sunar. Soğuk katot teknolojisi, uzay ve uydu sistemleri ile havacılık alanında (iyon iticiler, elektron tabancaları, uzay araçlarının şarj sistemleri ve aviyonik sistemler) yaygın olarak kullanılır.





İleri Teknolojik Altyapı

Üç kata yayılan toplam 7.368 m²lik bir alana sahip olan SUNUM, LEED (Leadership in Energy and Environmental Design) ve BREEAM (British Research Establishment Environmental Assessment Method) yeşil bina sertifika sistemlerinde belirtilen gereksinimlere uygun olarak “çevre dostu” bir bina olarak tasarlanmış ve inşa edilmiştir.

Türkiye’de ve dünyada ender teknolojiye sahip pek çok gelişmiş ekipmanı bünyesinde bulunduran 26 SUNUM Laboratuvarı; atomik çözünürlükte görüntüleme, farklı hücreler için hızlı gen dizilimi, yalnızca birkaç atom kalınlığındaki metallerin çok katmanlı olarak biriktirilmesi ve dielektrik uygulamalar gibi farklı konularda araştırma olanağı sunar.

Ayrıca, 2.400 m² alanda 7/24 kullanıma açık ofisler, toplantı odaları, öğrencilerin kullanımına tahsis edilmiş ortak çalışma alanları ve genel hizmet alanları yer alır.

SUNUM, laboratuvar testlerinden teknik eğitim ve ekipman kullanım eğitimlerinin verilmesine kadar geniş bir kapsamda laboratuvar hizmeti sunar. 850 m²si Temiz Oda olmak üzere farklı laboratuvarlardan oluşan 1500 m²lik araştırma alanı yer alır. Bazı laboratuvarlarda kullanıcıların veya hizmet alan araştırmacıların uzaktan bağlanmasına imkân verecek düzenekler bulunur. SUNUM’un uzaktan erişim sistemi sayesinde araştırmacılar; numunelerinin analizleri yapılırken fiziksel olarak cihazın yanında

bulunmak zorunda kalmadan, buldukları konumdan canlı olarak operatör ekranını görebilir, operatörü yönlendirebilir, doğru sonuçları en hızlı şekilde alırken tekrarlanan analizlerin ve zaman kaybının önüne geçebilir.

SUNUM Laboratuvarları

- ▶ Sınıf 100-10.000 (ISO 5-7) Temiz Oda
- ▶ Hücre Kültürü Laboratuvarı
- ▶ Ölçme Görüntüleme Laboratuvarı (HRTEM, SEM, FIB)
- ▶ Mikroskopi Laboratuvarı
- ▶ Mikroakışkanlar Laboratuvarı
- ▶ Biyoloji / Biyokimya Laboratuvarları
- ▶ Üç Boyutlu Sistem Tasarım Laboratuvarı
- ▶ Üç Boyutlu Biyo-Sistem Tasarım Laboratuvarı
- ▶ Polimer Kaplama Laboratuvarı
- ▶ Moleküler Biyoloji ve Genetik Laboratuvarları
- ▶ Enerji ve Yüzey Kimyası Laboratuvarı
- ▶ Yankısız Oda

Laboratuvarlardaki tüm cihazlar birçoğu doktora derecesine sahip teknik uzmanların sorumluluğunda profesyonel hizmetler verir. Cihazların bakım, onarım ve kalibrasyonları özel yazılım ve uyarı sistemleri ile izlenerek verimli ve etkin çalışmalarına özen gösterilir.



SUNUM laboratuvarlarını çevrim içi ziyaret etmek için <https://sunum360.sabanciuniv.edu> adresini ziyaret edebilirsiniz.

Temiz Oda

SUNUM'un en geniş alana sahip laboratuvarı olan Temiz Oda, nanofabrikasyon da dâhil olmak üzere çeşitli nanoteknolojik işlemlere yönelik bir laboratuvar kompleksi olarak tasarlandı. Bu laboratuvar sistemi içerisinde; iletişim, savunma sanayi, sağlık gibi farklı alanlarda kullanılmak üzere nanoboyuttan mikrometre büyüklüğüne kadar çok çeşitli yapılar üretiliyor.

Temiz Oda Laboratuvarları, 1 m³lük hacimlerde bulunan toz ve diğer parçacık sayılarına (1.000, 10.000, 100.000 mertebelerinde) göre sınıflandırılır ve çalışmalar gereken hassasiyet düzeyine göre ilgili bölmelere yönlendirilir. Bu



sayede nanometre ve/veya mikrometre büyüklükte (insan saç telinden oldukça küçük boyutlarda) üretilen yapıların havada bulunan 0,5 mikron büyüklükteki tozlardan mümkün merteye etkilenmemesi sağlanır.

Uluslararası ve Ulusal Çapta Öncü Bir Araştırma Altyapısı

SUNUM, 2023 yılında Avrupa Komisyonu resmî verilerine dayanılarak hazırlanan “En Başarılı Türk Araştırma Kuruluşları” arasında ilk 10’da yer alan bir merkezdir.

Avrupa Birliği 9. Çerçeve Programı olan Ufuk Avrupa ile 2021-2027 yılları arasında 95,5 milyar avroluk bütçeyle bilim ve yenilik faaliyetlerinin desteklenmesi hedefleniyor. SUNUM’un Ufuk Avrupa Programı’nın Bilimsel Mükemmeliyet bileşeni altında yer alan Marie Skłodowska-Curie – COFUND çağrısına yaptığı proje başvurusu 97/100 puan ile Avrupa Komisyonu tarafından toplam 3,8 Milyon avro ile desteklenmeye hak kazandı (<https://ufukavrupa.org.tr/tr/en-basarili-turk-arastirma-kuruluslari>).

Ufuk Avrupa Programı’nın Bilimsel Mükemmeliyet bileşeni altında yer alan Marie Skłodowska-Curie – COFUND kapsamında doktora sonrası araştırmacılara yönelik bir hareketlilik burs programı olan 3,8 milyon avro destekli NANOBI04CAN Projesi, “Kanserde Yenilikçi Terapötik Yaklaşımlar için Nano-Biyoteknolojiler” geliştirilmesini amaçlıyor.

SUNUM 6550 Araştırma Altyapısı olarak projenin koordinatörlüğünü yürütürken, İzmir Biyotıp ve Genom Merkezi (İBG), Koç Üniversitesi Translasyonel Tıp Uygulama ve Araştırma Merkezi (KUTTAM) ve TÜBİTAK-MAM uygulayıcı kuruluş olarak yer alıyor. Türkiye’den ATABAY, ILKO, GEN-ERA, TRUSTLIFE Ventures ve ORGANO ID ile Üniversite Sanayi İş birliği Platformu ÜSİMP, Ege Teknopark, Atatürk Üniversitesi ile Almanya, Amerika,

Hollanda, İtalya, Polonya, Slovakya ve Yunanistan'dan nano-biyoteknoloji alanında önde gelen toplam 20 üniversite, teknopark, araştırma merkezi ve sanayi kuruluşu da partner olarak projeye dâhildir.

İlaç ile birlikte ilaç taşıma ve hedef sistemleri geliştirilmesinin yanı sıra test ve validasyon (geçerlilik onayı) sistemleri konularında doktora sonrası araştırmaların yürütülmesini hedefleyen NANOBIO4CAN Projesi, kanser araştırmaları odaklı akademik çalışmalara ek olarak, erken aşama araştırmacılar için girişimci zihniyeti geliştirmek için özel olarak tasarlanmış bir hızlandırıcı programdır. SUNUM'un stratejik hedefleri paralelinde, araştırma çıktılarının ürünleşmesine giden süreçte önemli bir etki değeri katması bekleniyor.

Ulusal düzlemde SUNUM iki farklı TÜBİTAK 1004 platformunda (NANOSİS- Tümüleşik, Ölçeklenebilir, İşlevsel Nanoyapılar ve Sistemler, LignoNANO - Sürdürülebilir Döngüsel Ekonomi için Katma Değerli İleri Nanoteknolojik Malzemeler ve Sistemler) platform yöneticisi kuruluş, başka bir platformda araştırma programı yöneticisi, ayrıca iki farklı platformda da ortak olarak yer alıyor.

NANOSİS Platformu

(Sağlık için takip ve tanıya yönelik hızlı, ekonomik ve özgün nanoteknolojik çözümler geliştirilmesi)

NANOSİS'te ikisi danışman/hizmet tedarikçisi olmak üzere 9 üniversite, beşi danışman/hizmet tedarikçisi olmak üzere 12 özel sektör kuruluşu, üçü kamu araştırma merkezi ve ikisi AB üniversitesi olmak üzere 24 kurum/kuruluş ile 158 araştırmacı yer alıyor. Ülkemizin önde gelen rekabet öncesi platformlarından biri olan NANOSİS Platformu 6 Araştırma Programı

altında yürütülen 15 teknik ve bir toplumsal etki değerlendirmesi projesinden oluşuyor. Dört yılda toplamda 23 son ürün, 33 yan ürün ve çeşitli ara ürünlerin çıkması bekleniyor.

Platformdaki araştırmacılar, NANOSİS'in "sağlık için takip ve tanıya yönelik hızlı, ekonomik ve özgün nanoteknolojik bileşen, ürün ve sistemlerin geliştirilmesi" vizyonuyla altı araştırma programı altında çalışmalarını yürütüyorlar:

Araştırma Programı 1 Yeditepe

Üniversitesi: Enfeksiyona Neden Olan Ajanların Sıvı Fazda Belirlenmesine Yönelik Nanoteknolojik Sensörlerin Geliştirilmesi

Araştırma Programı 2 Arçelik:

Aerosol ve Gaz Fazında Kontaminasyon Uyarısı Verebilen Nanoteknolojik Sensörlerin Geliştirilmesi

Araştırma Programı 3 Kordsa:

Giyilebilir Teknolojiler ile Sağlık Verilerinin Takibine Yönelik Nanoteknolojik Sensörlerin Geliştirilmesi

Araştırma Programı 4 SUNUM:

Düşük Derişimlerdeki Özel Ajanların Belirlenmesi İçin Özgün Malzemelerin ve Fonksiyonel Yüzeylerin Geliştirilmesi

Araştırma Programı 5 Sabancı Üniversitesi:

Protein Bazlı ve Tanıya Yönelik Mikroakışkan Biyoçipler Geliştirilmesi

Araştırma Programı 6 Eskişehir Teknik

Üniversitesi: Takip ve Tedavide Kullanılabilecek Çevre ve İnsana Dost Biyoyumlu Aktif ve Entegre Sistemler



NANOSİS araştırmacılarının çalışmalarını anlattıkları videolara SUNUM YouTube hesabından ulaşabilirsiniz.

LignoNANO Platformu

(Sürdürülebilir döngüsel ekonomi için katma değerli ileri nanoteknolojik malzemeler ve sistemler geliştirilmesi)

LignoNANO’da ikisi danışman/hizmet tedarikçisi olan 4 kamu araştırma merkezi, dördü danışman/hizmet tedarikçisi olan 20 özel sektör kuruluşu ve 5 üniversite ile toplam 29 kurum/kuruluş ve 150 kadar araştırmacı yer alıyor.

TÜBİTAK 1004 2. çağrısı kapsamında desteklenen ve SUNUM tarafından Yönetilen ikinci rekabet öncesi araştırma platformu olan LignoNANO Platformu, 6 tema altındaki 10 teknik proje ile 4 yılda 29 son ürün, 28 yan ürün ve 29 ara ürün geliştirmeyi hedefliyor.

Platformdaki araştırmacılar, LignoNANO’nun “Sürdürülebilir döngüsel ekonomi için farklı sektörlerle yönelik pivot sentez ve üretim platformu olma” vizyonuyla altı araştırma programı altında çalışmalarını yürütüyorlar:

Araştırma Programı 1 Koruma Grubu:

Lignoselülozik biyokütleden katma değerli işlevsel malzemelerin geliştirilmesi

Araştırma Programı 2 Karel Kalıp:

Sürdürülebilir hammaddelerden yüksek katma değerli iletken ve kalkanlayıcı malzemeler geliştirilmesi

Araştırma Programı 3 TÜBİTAK MAM:

Sürdürülebilir tarıma yönelik sensör ve kontrollü salım sistemleri

Araştırma Programı 4 SUNUM:

Sürdürülebilir tarıma yönelik akıllı karar destek ve takip sistemleri

Araştırma Programı 5 Sabancı Üniversitesi:

Lignin bazlı tıbbi etken maddeler ve formülasyonlar geliştirilmesi

Araştırma Programı 6 Marmara Üniversitesi:

Lignoselülozik atıklardan etkinliği artırılmış sürdürülebilir malzemelerin geliştirilmesi



SUNUM ve Sanayi İş Birliği

Sanayi iş birliklerinde kurumsal yaklaşım benimsenmiş olup sektörel taleplerin kurumsal olarak değerlendirilmesi, çözüm için doğru yetkinliklere sahip araştırma ekibinin oluşturulması, gerçekçi projelendirmeler ve uygun destek araçlarının belirlenmesi ön plana çıkıyor.

SUNUM, nanoteknoloji alanında ulusal ve uluslararası düzeylerde farklı sektörlerde faaliyet gösteren paydaşlar tarafından tanınan ve tercih edilen bir merkezdir. Konum olarak önemli sanayi kuruluşlarına, teknoloji ve organize sanayi bölgelerine yakın olan SUNUM’un yönetim vizyonu ise strateji ve iş geliştirme bakış açısı ile pazar ihtiyaçlarına dönük projeler üzerinden kaynak yönetimine odaklıdır.

Araştırma çıktılarından katma değer yaratılması ve ticarileştirme yaklaşımına özel önem veren SUNUM, akademik bir araştırma merkezinden katma değer yaratan bir merkeze dönüşüm sürecinde özel kurgulanmış araçlardan yararlanır.

SUNUM'un Girişimcilik ve Ticarileştirme Faaliyetleri

SUNUM Araştırmacılarına Ticarileştirme Farkındalığı- ArTiS Programı

Araştırma Ticarileştirme Stratejileri (ArTiS) Atölyesi ile SUNUM araştırma sonuçlarının ticarileştirme potansiyellerinin belirlenmesi, araştırmacılarla katılımcıların ticarileştirme süreçleri hakkında bilgilendirilmeleri ve geliştirilen teknolojilerin ticarileşmesine yönelik "Teknoloji Yol Haritası" ile "İş Planı" oluşturma desteği sağlandı. 2021'de, farklı üniversitelerden 29 lisans / lisansüstü öğrenci ve doktora sonrası araştırmacı 15 haftalık programı başarı ile tamamladı.



SUNUM Stratejik Ürün/Prototip Portföyü (SÜPP)

SUNUM'da geliştirilen yeni teknolojiler potansiyel ürün-prototip adayları olarak değerlendirilir. Araştırma çıktılarının ürünleşme potansiyelleri periyodik olarak araştırmacıların da katıldığı toplantılarla değerlendirilir ve ümit vadeden araştırma çıktılarına yoğunlaşılır, gerektiğinde iç fonlarla desteklenir, müşteri görüşmeleri ile farklı yöntemler kullanılarak ticarileştirme yol haritaları oluşturulur. Bu dinamik yapı içinde, ilgili portföyde yer alan fakat farklı nedenlerle güncelliğini veya ticarileştirme potansiyelini kaybeden ürünler listeden çıkartılarak zaman ve kaynak israfı engellenir.

Yeni Fikirler İçin Hızlandırma Desteği (seed.SUNUM Programı)

Öz kaynaklar ve iç projeler şeklinde desteklenen prototipleme çalışmaları ile hızlı ürünleşme desteğidir. Pazar taleplerinin irdelenmesi ile ürünleşme potansiyeli yüksek görülen araştırma çıktılarına ürünleşme süreçleri için öz kaynaklardan kanıtlanma ve validasyon amaçlı kısıtlı bir bütçe ayrılarak işin tanımı bir "iç proje" formatına sokulur. Prototip geliştirme kapsamında yürütülen çalışmalar ile olgunlaştırılan çıktılar e-Store sanal kuluçkalıkta pazara sunulur ve/veya sanayi paydaşları ile devam niteliğinde projelerle ticarileştirilmeye çalışılır.



Yeni Fikirler İçin Kuluçkalık- SUNUM e-Store

SUNUM desteği ile yürütülen ve/veya tamamlanmış araştırmaların yanı sıra oluşan yetkinliklerin çıktıları olan prototip, ürün ve hizmetlerin kullanıcılara sunulduğu bir sanal şirkettir. Ayrıca araştırma çıktılarının ticarileştirilmesi süreçlerinde kullanıcı ve pazar deneyimlerinin irdelenerek ürün ve hizmetlerin geliştirilebilmesine imkân verecek bir sanal kuluçkalık olarak da işlev görür.

Dünyada örnek bir uygulama olan SUNUM e-Store'da altıgen bor nitrid, karbon kuantum noktaları, biyoseramik ve altın nanoparçacıklar gibi 60'tan fazla ürün sunulur.



Akademik Girişimcilere Destek – BİGG – LABSOUT

SUNUM, TÜBİTAK 1512 Girişimcilik Destek Programı (BİGG) kapsamında ODTÜ GÜNAM, ODTÜ MEMS, ODTÜ TEKNOKENT, ODTÜ TTO ve TÜBİTAK MAM

ortaklığında akademik girişimciliğe odaklanan “BİGG – LABSOUT” programının ortağıdır. Program yenilikçi fikirlerin doğuşundan ticari başarıya ulaşılmasına kadar uzanan süreçte her aşamada akademisyenleri destekler. Oxford University – OXENTIA iş birliği ile düzenlenen eğitime girişimcilerin yanı sıra SUNUM’dan bir iş geliştirme uzmanı da katılmıştır. İlk elemeleri geçen 19 akademik girişimci, mentorluk ve iş planı değerlendirme süreçlerinde elenmiş ve 1. dönem desteklenen girişimci sayısı 9 olmuştur. Desteklenmeye hak kazanan girişimcilerin şirket kurulum ve sözleşme süreçlerinin tamamlanmasından ardından 2024’ün ilk aylarında kendileri için 900.000 TL TÜBİTAK desteği başlatılacaktır.



Nanoteknoloji İlintili Start-Up'lara Destek- spinsUNUM Programı

Derin Teknoloji Odaklı Start-up Geliştirme Programı; nanoteknoloji veya ileri malzemeler üzerine odaklanan ve son 5 yıl içerisinde kurulmuş olan erken aşama start up'ların kendi Ar-Ge altyapılarını oluşturmak için zaman ve kaynak harcamadan, ürünleşme süreçlerinin SUNUM'un mevcut imkânlarının desteği ile hızlandırılmasına ve daha hızlı pazara ulaşmasına yardımcı olan bir

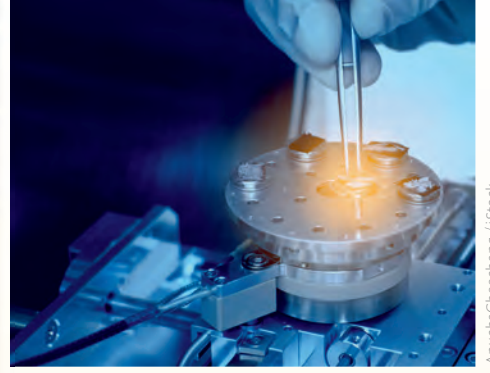
programdır. Ağustos 2021 ve Nisan 2023'te açılan 2 çağrıda toplam 70 başvurudan 10 Start-up'ın başvurusu kabul edildi.



Yeni Girişim Fikirleri Çağrısı – NORMDEA Çağrısı

Üniversitelerin biyoloji, kimya, kimya mühendisliği, eczacılık ve biyomühendislik gibi alanlarındaki öğrenci ve akademisyenlere ait, ticarileştirilebilecek yenilikçi fikirlere yönelik bir çağrıdır. Bugüne kadar toplam 29 katılımdan ilaç endüstrisi, fonksiyonel gıda ve kozmetik alanındaki 12 fikir üzerinde görüşmeler devam ediyor.





AnuchaCheechang / iStock

2023 ve Ötesi

SUNUM, 2023 yılı sonunda, 6550 gereksinimleri doğrultusunda tüm idari ve yönetsel süreçlerini ağırlıklı olarak dijital bazlı kurumsallaştırmış, yetkinlik ve sayıca insan kaynaklarını çeşitlendirerek güçlendirmiş, ek yatırımlarla 1.200'e yakın cihazı 7/24 çalışır durumda tüm ekosistem paydaşlarının hizmetine sunmuş, hizmet çeşitliliğini artırarak yeni oluşturduğu "Araştırma Hizmetleri Birimi" üzerinden analiz ve danışmanlık hizmetlerini tek noktadan vermeye başlamış, özgün olarak geliştirdiği sanal kuluçkalık olarak da işlerliği olan "SUNUM e-Store" satış pazarlama platformu üzerinden 60 özgün ürünü kullanıcılara açmış, ürünleşme aşamasına gelen 25 teknolojinin "Teknoloji Ürün Yol Haritaları" nı oluşturmuş ve misyonu doğrultusunda nano-bilim ve nanoteknolojinin bütünleşmesini kolaylaştırarak değer ortaya koyan küresel bir platform hâline gelmiştir.

SUNUM, 2017-2023 yılları arasında, akademik bir araştırma merkezi vizyonundan, sosyo-ekonomik katma değer üreten bir ulusal araştırma altyapısına dönüşüm için gerekli paradigma değişikliğini başarı ile gerçekleştirmiştir. SUNUM'un gelecek hedefleri, yerli ve millî çözümler üretebilen, dışa bağımlılığı azaltan ihracat odaklı şirketlere sahip olma ulusal

politikası doğrultusunda kurgulanmıştır. Bu kapsamda, nanoteknolojideki birikimin kısa ve orta vadede ulusal değer zincirindeki kullanımının çeşitlendirilmesi için fikri mülkiyetin lisanslanması veya bilgi tabanlı filiz şirketlerin desteklenmesi, büyütülmesi ile araştırma sonuçlarının yerel ve uluslararası pazarlarda doğru değerlerle ticarileştirilmesi hedefleniyor.

SUNUM'un geliştireceği yeni araçların da desteği ile ulusal ve uluslararası bir "NANO-Hub" olarak 2024'ten itibaren yürütmeyi planladığı faaliyetler:

► Sanayi kuruluşları ile iş birliği içinde yürütülecek projelerle mevcut araştırma çıktılarının Teknoloji Hazırlık Seviyeleri'nin (TRL) artırılmasına yönelik devam niteliğindeki projeler kurgulanarak, orta-uzun vadede, TRL seviyesi yükseltilmiş teknolojilerin, sosyo-ekonomik

katkılarına dönüştürülmesinde aktif rol oynaması, ürünleşmeye dönük yol haritalarının oluşturulması.

► Nanoteknolojideki birikimin kısa ve orta vadede ulusal değer zincirindeki kullanımının çeşitlendirilmesi, yurt dışına bağımlı olan ürünlerin ikamelerinin geliştirilmesi, ekosisteme hızlı entegrasyonları ve yeni ihracat kalemleri oluşturulması için filiz şirketlerin gelişmesine liderlik edilmesi.

► Ürün, prototip ve hizmet üretimi (danışmanlık, eğitim ve altyapı kullanımı gibi) ile başlayan iş birlikleri sonucu ekosistem paydaşlarıyla oluşturulan “birlikte öğrenme – birlikte üretme ortamı” içinde katma değer üretecek uzun soluklu çalışmaların hayata geçirilmesi ve gelecek dönemlerdeki finansal ve kurumsal sürdürülebilirliğin sağlanması.

Bu doğrultuda SUNUM, yürüteceği yeni çalışmalarla güçlü yönlerini kullanarak tehditleri fırsatlara dönüştürme ve fırsatları kullanarak zayıf yönlerini güçlendirme politikası çerçevesinde, performansında daha iyiyi aramaya devam edecek. ■



Ayrıntılı bilgi için
sunum.sabanciuniv.edu
adresi ziyaret
edebilirsiniz.



University College London'dan Biyokimya Mühendisliği alanında doktora derecesini alan Prof. Dr. Fazilet Vardar Sukan, 2017 yılından bu yana 6550 Ulusal Araştırma Altyapısı olan SUNUM Sabancı Üniversitesi Nanoteknoloji Araştırma ve Uygulama Merkezi Direktörü olarak görev yapıyor.

Ege Üniversitesi Biyomühendislik Bölümü'nün 2017 yılına kadar kurucu başkanlığını yapan Fazilet Vardar Sukan, 18 yıl yürüttüğü Ege Üniversitesi TTO'nun direktörlüğü ile hem akademisyen hem de Bilgi ve Teknoloji Transfer uzmanı deneyimlerine sahip bir kimya mühendisidir.

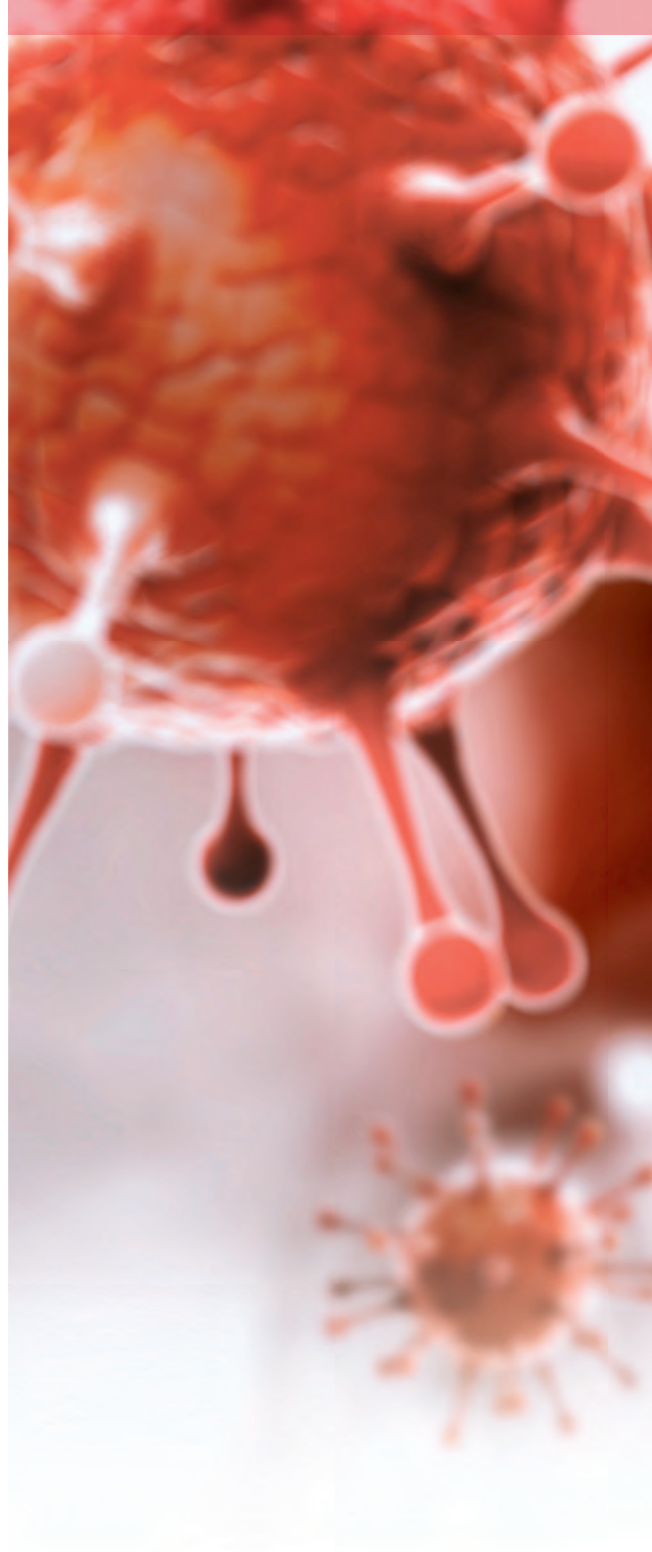
Türkiye Üniversite-Sanayi İş Birliği Merkezleri Platformu'nun (ÜSİMP) başkan yardımcılığı görevi ile ilintili olarak, ATTP Yönetim Kurulu ve Konseyi ve ASTP-NAAC'de Türkiye'yi temsil etmekte ve AUTM Uluslararası Strateji Komitesi Batı Asya- MENA Bölümü başkanı görevlerini yürütmektedir.

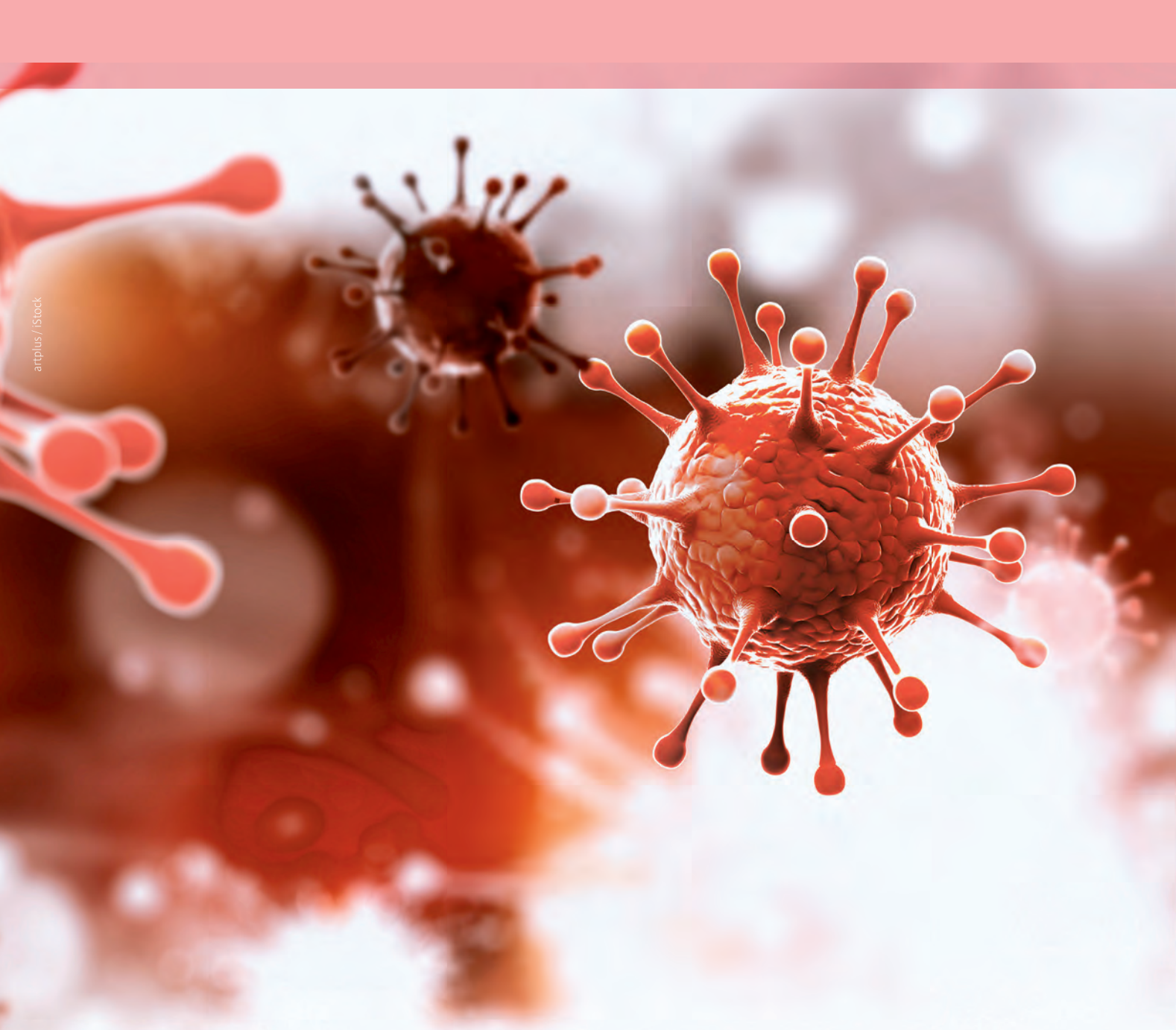
2004-2017 yılları arasında IRC-EGE ve Avrupa İşletmeler Ağı EBIC-Ege projelerinin koordinatörlüğünü yapmıştır. Akademik araştırma çıktılarından sosyo-ekonomik değer yaratılması ve araştırma yönetimi alanlarındaki uzun yıllara dayanan deneyimiyle, aynı zamanda AB Araştırma Yönetimi Yol Haritası Türkiye Elçilerinden biridir.

Akademisyen olarak bugüne kadar 75'in üzerinde projede görev alarak 200'ün üzerinde yayın üretmiş ve üç patent almıştır. Ayrıca, biyomühendislik alanındaki başarılı çalışmaları nedeniyle 1989 yılında TÜBİTAK Teşvik Ödülü'ne layık görülmüştür.

Uzun COVID Cephesi Karışık!

Dr. Özlem Ak [TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi





Pandemi hafızalarımızdan siliniyor gibi görünse de aslında milyonlarca kişi hâlâ COVID-19'un etkisinde! Bugün yaklaşık 65 milyon insanın uzun COVID'den muzdarip olduğu tahmin ediliyor. İlk vakaların ortaya çıkmasından yaklaşık dört yıl sonra uzun COVID'in nedenlerine ilişkin kanıtlar araştırmalar sonucunda hızla birikiyor ve tedavilere yönelik ipuçları tespit ediliyor. Bununla birlikte, çok sayıda tedavi denemesi devam ediyor ve şimdiden umut verici sonuçlara ulaşıyor.

Başka bir gerçek ise kişilerin farklı uzun COVID semptomları yaşaması. Dolayısıyla tedavilerde tek bir yaklaşımın herkes için işe yaramayacağı tahmin ediliyor. Buna çözüm belki de kişiselleştirilmiş tıp... Hâlihazırda yanıtlanmayı bekleyen pek çok soru bulunuyor: Bazı hormonların seviyesinin düşmesi, yorgunluk ve beyin sisini açıklayabilir mi? Virüsün kalıcılığı gerçekten neler olup bittiğini anlamaya yardımcı olabilir mi? Uzun COVID'den korunmanın bir yolu var mı?

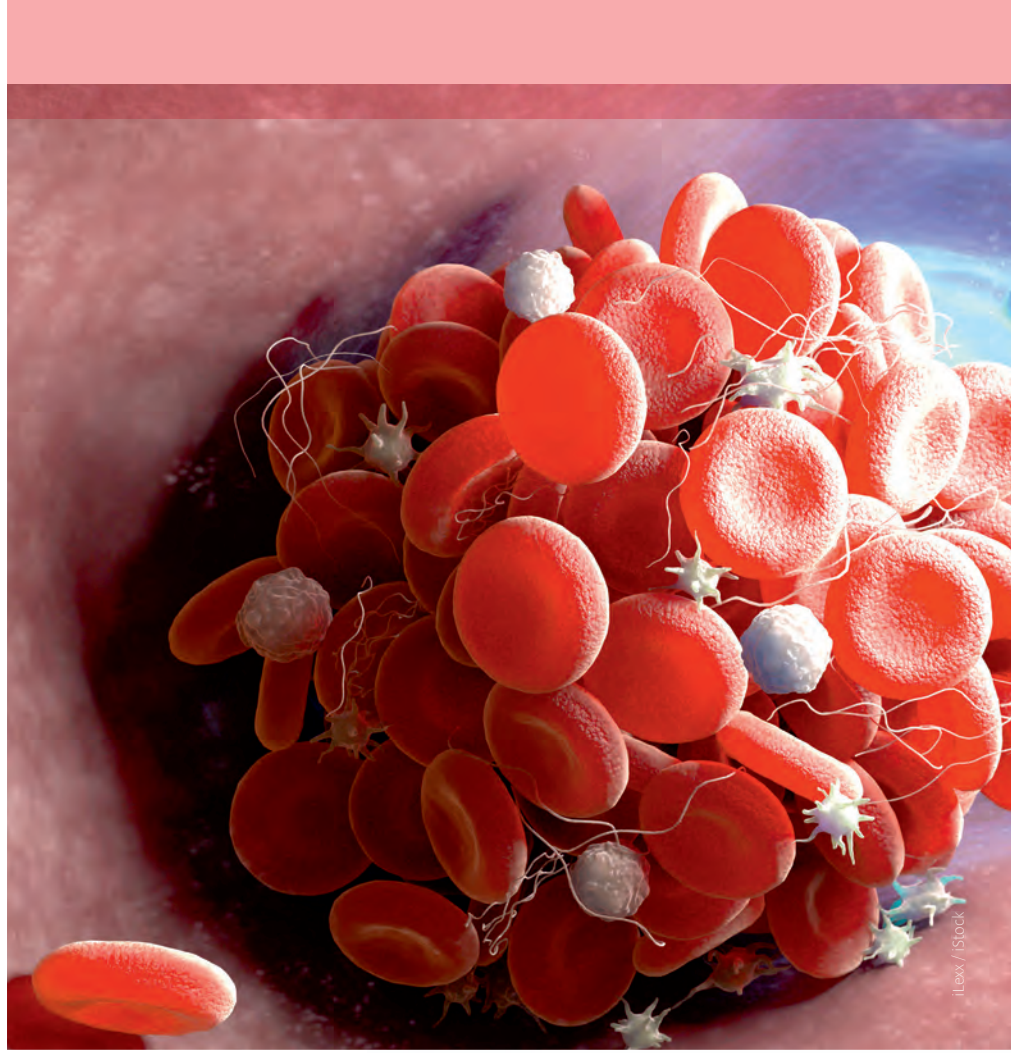
SARS-CoV-2, 2020 yılının başlarında dünya çapında yayılmaya başladıktan birkaç ay sonra bazı insanların kalıcı semptomlar yaşadığına dair raporlar ortaya çıkmaya başlamıştı. “Uzun COVID” terimi ilk defa Mayıs 2020’de ortaya atıldı. Baş ağrısı, beyin sisi, yorgunluk veya az miktarda aktivite sonrasında bile görülen bitkinlik ve hâlsizlik başta olmak üzere; depresyondan gastrointestinal sorunlara kadar 200’den fazla şikâyet uzun COVID semptomları arasında yer alıyor.

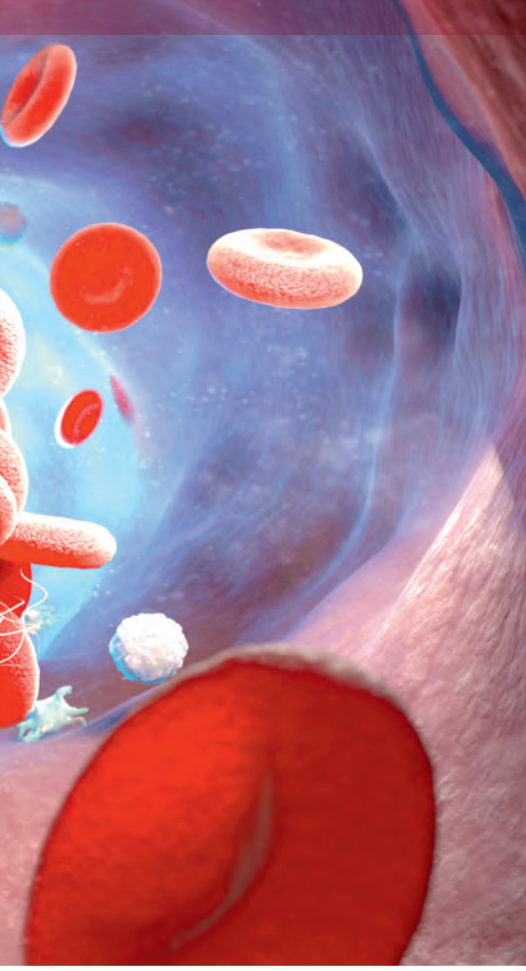
O günlerden bu yana, bir zamanlar gizemli olan bu durumla ilgili pek çok şey netleşti ancak hâlâ araştırmacıların önünde alınması gereken uzun bir yol var. Geçtiğimiz yılın ekim ayında Londra Imperial College’den Paul Elliott tarafından yürütülen ve 242.000’den fazla yetişkini takip eden bir çalışmada, COVID-19 enfeksiyonu semptomlarının ortalama süresi 1,3 hafta olarak tespit edildi. Bu süre, çoğu insanın birkaç hafta içinde iyileştiğini gösteren önceki birçok analizle uyumlu görünüyor. Bununla birlikte, hastaların %7,5’inde 12 hafta sonra, %5,2’sinde ise bir yıl sonra bile semptomların devam ettiği saptandı. Öte yandan, İsviçre’de yapılan bir çalışmada SARS-CoV-2’ye yakalanan aşılanmamış 1.106 yetişkin takip edildi ve 6 ay sonra katılımcıların %22,9’unun, 2 yıl sonra ise %17,2’sinin hâlâ uzun COVID semptomları yaşadığı gözlemlendi.

Önümüzdeki on yıl içinde yaklaşık 200 milyon kişinin uzun COVID sorunu yaşayacağı tahmin ediliyor ve bu rakam şu anda neredeyse kalp hastası olanların sayısına eşit. Bununla birlikte, uzun COVID riskinin virüs varyantıyla ilişkili olduğu da biliniyor. Örneğin eski delta varyantı ile enfekte olan kişilerin yaklaşık %11’i, 2021’in sonlarında yayılmaya başlayan omicron varyantına yakalananların ise %4,5’i uzun COVID problemi yaşıyor.

Ayrıca, aşılanmamış kişiler ile astım ve romatoid artrit gibi önceden mevcut rahatsızlıkları bulunan kişilerde olduğu gibi, erkeklere kıyasla kadınlarda uzun COVID gelişme riski

daha yüksek. Bu konuda bilim insanları genetiği de bir etken olarak göz önünde bulunduruyor. Bu durumu incelemek için araştırmacılar uzun COVID teşhisi konan yaklaşık 6.500 kişinin yanı sıra kontrol grubu olarak bir milyondan fazla katılımcının yer aldığı toplam 24 çalışmadan elde edilen verileri derledi. Bu çalışmaların 11’inden elde edilen verileri birleştiren bir analizde, araştırmacılar, uzun COVID geliştirme olasılığının yaklaşık 1,6 kat daha yüksek olmasıyla ilişkili olduğunu düşündükleri belirli bir genom bölgesi tespit etti. Bu DNA segmenti, akciğerlerde ve diğer organlarda aktif olan FOXP4 adlı bir genin yakınında yer alıyor.





Pıhtı... Hormonlar... Bağışıklık Sistemi...

Aslında uzun COVID ile ilgili bilim insanlarının karşısındaki resim hâlâ çok karmaşık. Bu probleme sebep olan etkenler konusunda sağlanmış tam bir fikir birliği bulunmuyor. En önde gelen ve tartışmalı fikirlerden biri, uzun COVID'in kanda "mikro pıhtı" diye adlandırılan anormal partiküllerin bir sonucu olduğu. Bu hipotez, Güney Afrika'daki Stellenbosch Üniversitesinden Resia Pretorius ve meslektaşları tarafından ortaya atıldı. Araştırmacılar uzun

COVID'li kişilerin kanında bu parçacıkları tespit ettiklerini ve biyokimyasal yapılarını karakterize ettiklerini açıkladı. Ayrıca, 2021'de çevrim içi olarak yayınladıkları bir makalede, aynı ekip parçacıkları yok etmek için üç ilaç seti kullandıklarını ve semptomların azalmasını sağladıklarını duyurdu. Bazı hastalarda ise kanı filtrelemek için damarlara büyük iğneler yerleştirilerek uygulanan aferez yöntemini kullandıklarını açıkladılar.

Bu durum İngiltere'deki Liverpool Tropikal Tıp Okulundan Tilly Fox ve meslektaşlarının dikkatini çekti. Fox, öncelikle bu tedavinin etkinliği ve güvenliğine ilişkin herhangi bir kanıt olup olmadığını görmek için örnek çalışma aradıklarını, uzun COVID için kontrollü bir aferez çalışması bulamadıklarını ve bu tedaviyi haklı çıkaracak kanıtların nereden geldiğini gerçekten anlayamadıklarını bildirdi.

Söz konusu çalışmaya dair ikinci bir sorun ise mikro pıhtıların kendisiyle ilgili. Liverpool Tropikal Tıp Okulundan Rebecca Kuehn, mikro pıhtıların gerçek pıhtılar olmadığını, tıp dilinde pıhtının kandaki herhangi bir parçacık değil, trombosit adı verilen hücreler ile fibrin ya da fibrinojen adı verilen proteinleri içeren özel bir türü olduğunu belirtiyor. Ayrıca mikro pıhtılarda bu proteinlerin olduğundan ama trombositlerin bulunmadığından,

trombosit yerine ise amiloid adı verilen başka bir proteinin varlığından söz ediliyor. Bu durum klasik pıhtıları hedef alan tedavilerin bunlarda işe yaramayacağı anlamına geliyor. Öte yandan, uzun COVID'i araştıran başka bilim insanları da Güney Afrika'daki Pretorius'un çalışmasını takip ediyor. Sonuç olarak, mikro pıhtılara ilişkin kesin bir yanıt ancak çalışmalar tekrarlanıp doğrulandığında alınabilecek.

Bilim insanlarına göre bu noktadaki zorluk; söz konusu bağışıklık bozukluklarından hangilerinin uzun COVID'e özgü olduğunu, bunların mekanizmasının nasıl işlediğini ve çeşitli semptomlarla nasıl bağlantılı olduğunu bulmakta yattığını düşünüyor. New York Mount Sinai'deki Icahn Tıp Fakültesinden David Putrino ve meslektaşları geçtiğimiz yılın eylül ayında yayınlanan bir çalışmada uzun COVID sorunu yaşayan ve yaşamayan 275 kişinin bağışıklık sistemlerinin profilini çıkardıktan





by muratdeniz / iStock

Ya Virüs Hâlâ Vücuttaysa!

Bağışıklık sistemiyle ilgili bu çalışmaların birçoğu, uzun COVID'li insanların bağışıklık sisteminde hâlâ bir enfeksiyonla savaşıyor gibi, kronik aşırı aktivasyon belirtilerinin bulunduğu sonucuna vardı. Ancak birçok araştırmacı bu sonucu basit bulduğu için yeterince ikna olmadı ve şüphelerini gündeme getirdi: "SARS-CoV-2 virüsü hâlâ bu insanların vücudunda mı?"

Pandeminin başlarında, virüs ilk birkaç haftadan sonra kan örneklerinde görülmediği için bu fikir yaygın olarak reddedilmişti. Ancak şimdi pek çok kişi bunun bir hata olduğunu düşünüyor. Eylül ayında yayınlanan bir derleme çalışmasında, Massachusetts'teki PolyBio Araştırma Vakfından Amy Proal ve meslektaşları, biyopsilerden ve otopsilerden elde edilen verileri derleyerek virüsün bağırsak astarı, deri ve akciğerler de dâhil olmak üzere birçok doku ve organda varlığını sürdürebildiğine dair kanıtları özetledi. "Ebola sonrası sendrom" gibi enfeksiyon sonrası diğer durumlarda da benzer bir viral kalıcılığın görüldüğü söyleniyor. Konuya dair ek bir istenmeyen durum da özellikle vücudumuzda saklanma konusunda son derece başarılı

sonra uzun COVID'e özgü bir işaret aramak için bir makine öğrenme algoritması kullandılar. Ekip, beyaz kan hücreleri popülasyonlarındaki değişikliklerden antikor tepkilerindeki değişikliklere kadar bir dizi farklılık tespit etti.

Bununla birlikte, uzun COVID olanlarda en büyük değişiklik hormonlarda gerçekleşti. Bu kişilerde, özellikle bağışıklık tepkisinin bir düzenleyicisi olarak bazı bağışıklık işlevlerini bastırmak, diğerlerini güçlendirmek gibi birçok işlevi olan kortizol hormonunun seviyeleri düştü. Normal koşullarda sabahları kortizol seviyelerinin zirve yapması beklenirken katılımcılarda düşük olduğu tespit edildi. Putrino bu sonucun uzun COVID ile ilişkili olduğunu düşünüyor.

Bu çalışmadan kısa bir süre sonra, geçen ekim ayında, benzer immünolojik değişiklikler

Hollanda'daki Rotterdam Üniversitesi Tıp Merkezinde Julia Berentschot liderliğindeki bir ekip tarafından da rapor edildi. Araştırmacılar, yorgunluk problemi yaşayan uzun COVID hastası 37 kişi ile yorgunluk sorunu olmayan 36 kişinin yanı sıra hiç COVID-19 geçirmemiş 42 kişinin bağışıklık sistemlerini inceledi. Uzun COVID hastalarında daha fazla yangı belirtisi ve bazı beyaz kan hücrelerinin düzgün çalışmadığına dair kanıtlar vardı. Buna ek olarak, daha şiddetli yorgunluğu olanlarda beyaz kan hücrelerinde kronik aktivasyon belirtileri görüldü.

Rotterdam Üniversitesi Tıp Merkezinden yardımcı yazar Hemmo Drexhage, bağışıklık sistemi bozukluklarının hormonlar ve beyin de dâhil olmak üzere diğer vücut sistemlerini bozabileceğine ve bazen depresyon gibi durumlara dahi neden olabileceğine dair kanıtların arttığını söylüyor.

olan herpes virüslerinde olduğu gibi pek çok insanın vücudunda gizli virüsler bulunması. Bu gizli virüslerin yeniden aktif hâle gelmesinin, kronik yorgunluk sendromu olarak da bilinen miyaljik ensefalomyelit gibi diğer kronik durumların yanı sıra uzun COVID'de de rol oynayabileceğine dair kanıtlar var.

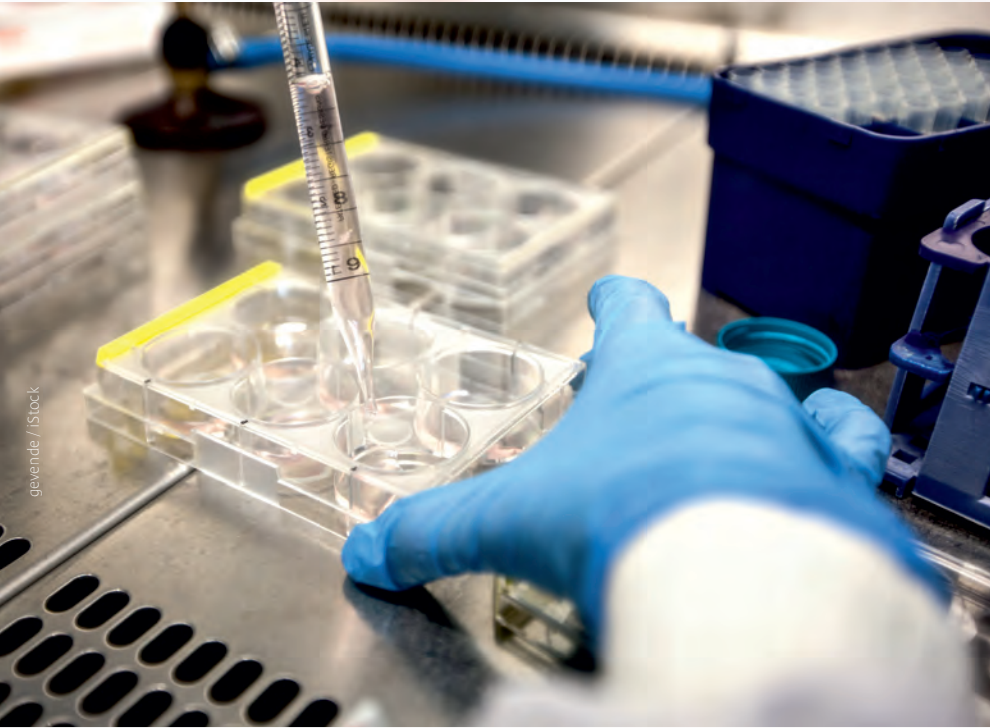
Proal'a göre, virüsün vücuttaki kalıcılığı bazı insanlarda görülen kronik bağışıklık aktivasyonunu açıklayabilir. Ayrıca, daha önce yapılan çalışmalarla virüste bulunan diken proteininin

pıhtılaşmaya sebep olduğu gösterilmişti, bu nedenle virüsün kana geçme olasılığı da mikro pıhtıları açıklayabilir. Proal, uzun COVID hastalarının %30 ila %60'ının kanında diken veya diğer SARS-CoV-2 proteinlerinin görüldüğünü belirtiyor.

Virüsün kalıcılığı, Pennsylvania Üniversitesinden Maayan Levy'nin ekim ayında yürüttüğü ve uzun COVID hastalarının serotonin seviyelerinin düşük olma eğiliminde seyrettiğini gösteren bir çalışmada da vurgulandı. Araştırmacılar daha sonra

bunun arkasında karmaşık bir olaylar zinciri tespit etti. Kalıcı virüs kronik yangıya yol açmış, bu da bağırsakların gıdalarda bulunan önemli bir öncülü alma yeteneğini bozarak serotonin seviyelerini düşürmüştü ve dolayısıyla serotonin depolanmasını azaltmıştı. İşte bu düşük serotonin seviyelerinin de merkezî sinir sistemini etkileyerek uzun COVID'de gözlenen bazı bilişsel semptomların altında yatan neden olabileceği düşünülüyor.

Kalıcı semptomlar, 1918 Grip Pandemisi ve birçok Ebola salgını da dâhil olmak üzere başka bazı hastalıkların ardından da görülmüştü. Geçtiğimiz yılın ekim ayında yapılan bir araştırmaya göre, yaygın solunum yolu enfeksiyonları bile uzun süreli semptomlara yol açabiliyor. Elde edilen tüm bu veriler, viral enfeksiyonların uzun vadeli etkilerini anlama konusunda bilim dünyasının ne kadar ilerlediğini de gösteriyor. ■



Kaynaklar

Atchison, C.J. ve ark., "Long-term health impacts of COVID-19 among 242,712 adults in England", Nature Communications, cilt 14, sayı 6588, 2023. <https://www.nature.com/articles/d41586-023-02269-2>

Ballouz, T. ve ark., "Recovery and symptom trajectories up to two years after SARS-CoV-2 infection: population based, longitudinal cohort study", BMJ, cilt 381, 2023. <https://www.newscientist.com/article/mg26034670-800-long-covid-what-we-now-know-about-its-causes-and-possible-treatments/>

Merak Ettikleriniz

Mesut Erol [merak.ettikleriniz@tubitak.gov.tr]

Metaller Neden Parlaktır?

Çevremizi görmemizi sağlayan fotonlar doğrudan bir ışık kaynağından çıkarak ya da yüzeylerden yansarak gözümüze ulaşır. Görünür ışığı yansıtmak dendiğinde akla gelen ilk örnekler genellikle metaller sınıfındaki maddelerin yüzeyleridir. Metaller göz alıcı parlaklık özelliğini kazandıran atom çekirdeklerinden uzakta dolanan temel parçacıklar yani elektronlardır.

Bir metal atomunda en dış katmandaki elektronlar, atom çekirdeğine zayıf bir şekilde bağlıdır. Değerlik elektronu da denilen bu temel parçacıklar, metal atomları bir yığın hâlinde bir araya geldiğinde, atomların arasında ve yığının çevresinde serbestçe hareket edebilir. Bu serbest elektronlar, pozitif yüklü çekirdeklerin çevresinde akan negatif yüklü, "elektron denizi" adı verilen hareketli yapıyı oluşturur.

Elektron denizi, metallerde temel bazı özelliklerini kazandırır. Örneğin, alınan bir darbe sırasında bu elektronlar hareket ederek atom çekirdeklerinin yer değiştirmesini telafi eder ve metallerin kırılmadan ya da çatlatılmadan biçimlerinin değiştirilebilmesini sağlar. Metaller üstün elektriksel iletkenliklerini de elektron denizine borçludur.

Elektron denizi metallerin parlak görünmesinin de nedenidir. Bir ışık dalgası elektron denizine çarptığında, elektronlar dalga enerjisini emdiği için enerjileri artar. Elektronlar kazandıkları bu fazladan enerjiyi yeni bir ışık dalgası üretmek için ortama geri salar. Bu durumun toplu biçimde gerçekleşmesini metallerin parlaması olarak algılarız.

Metallerin farklı biçimde parlamasının nedeniyse, metallerin türüne göre serbest elektron sayısının ve elektron denizi özelliklerinin değişkenlik göstermesidir. Çoğu metal, görünür ışığın önemli bir bölümünü yansıtılabildiği için metalik gri renkte görünür.

Bakır ve altın gibi bazı metaller, görünür ışığın mavi tonlarına karşılık gelen dalga boylarını yansıtamaz. Bu nedenle kırmızı ya da sarının tonlarında parlamlar. Bazı metallerde görünür ışığı çok iyi yansıtırsa bile morötesi ve X ışını gibi daha yüksek enerjili dalgaları yansıtamayabilir. Bu metallerde nüfuz eden yüksek enerjili dalgalar, metallerin türüne ve kalınlığına bağlı olarak soğurulabilir ya da metallerin içinden geçebilir. Görünür ışığı kusursuzca yakın derecede yansıtabildiği için ayna yapımında kullanılan gümüş bu metallerden örnek gösterebilir.

Kalay ve alüminyum gibi bazı metaller ise morötesi ışınları yüksek oranda yansıtabildikleri için çatı kaplamalarında kullanılır. Diğer yandan kurşun, çoğu metalden geçebilen yüksek enerjili X ışınlarını dahi yansıtabilir. Bu özelliği nedeniyle, tıpta röntgen ışınlarından korunmak amacıyla kullanılır.

Kaynaklar

scienceline.ucsb.edu/getkey.php?key=3903
van.physics.illinois.edu/ask/listing/1973
virtuallaboratory.colorado.edu/CLUE-Chemistry/chapters/chapter3txt-4.html

Yiyecekleri Alüminyum Folyo ile Pişirmek Sakıncalı mı?

Sebze kızartırken, balık pişirirken ya da pişirdiğiniz eti fırında sulu tutabilmek için alüminyum folyodan yararlanmış ve bu metalin yiyeceklerinize sızabileceğini düşünerek endişe duymuş olabilirsiniz. Ancak bunu yapmadan önce, alüminyumun folyolar haricinde nerelerde bulunduğunu, ne ölçüde vücuda alındığını, ne kadarının vücutta emildiğini ve sağlığa ne gibi etkileri olabileceğini de dikkate almanızda yarar var.

Alüminyum yer kabuğunda en bol bulunan üçüncü elementtir. Bu metalin atomları, fosfat ve sülfat gibi iyonlarla ve çok sayıda diğer elementle bağ kurarak çeşitli bileşikler hâlinde doğada sıkça karşımıza çıkar. Bu nedenle toprakta, su kaynaklarında ve tükettiğimiz pek çok doğal besinde alüminyum doğal olarak bulunur. Besin endüstrisinde kullanılan renklendirici, kıvam arttırıcı ve koruyucu gibi gıda katkı maddeleri de alüminyum içerir. Bol bulunduğu için ucuz olan ve kolayca işlenebilen bu metal ayrıca tencere, tava ve bazı servis gereçlerinin üretiminde de kullanılır.

Alüminyum içeren pişirme gereçleri kullanıldıkça kolayca oksitlenir. Bu da pişirme yüzeyinde kimyasal etkinliği düşük (inert) bir katman oluşturur. Bu katman, alüminyumun besinlere sızmasını önler. Ancak pişirme sonrasında bu gereçler sert bir biçimde temizlenirse inert katman aşınabilir ve sonraki kullanımlarda alüminyumun yemeklere sızmasına yol açabilir. Bu gereçlerde su kaynatılarak yüzeyin matlaştırılmasıyla inert katman tazelenabilir.

Alüminyum folyolar ise tek kullanımlık oldukları için yüzeylerinde inert bir tabaka oluşturmak mümkün değildir. Bu durum yiyecekleri alüminyum geçişine karşı savunmasız bırakır. Özellikle limon ve domates suyu

gibi asit içeren yiyecekler folyoda pişirilirken, yüzeydeki alüminyumun asitlerle etkileşerek serbest kalma ve yiyeceğe sızma ihtimali artar. Yiyeceğe eklenen baharat yoğunluğunun artması alüminyum sızıntı ihtimalini daha da yükseltir.

Bu konuda yapılan bir araştırmaya göre, asit içeren ve baharat eklenen yemeklerin alüminyum folyoda pişirilmesi, Dünya Sağlık Örgütü'nün belirlediği güvenli limitten daha yüksek miktarda alüminyumun yiyeceğe geçmesini tetikliyor. Diğer bir çalışmaysa, folyoda pişmiş kırmızı etteki alüminyum miktarının %89 ila %378 oranında artabildiğini ortaya çıkardı.

Uzmanlar soğuk yiyeceklerin folyoya sarılmasının güvenli olduğunu belirtse de yiyecekteki baharat ya da asit içeriği yoğunluğuna göre alüminyum temasının uzun tutulmaması gerektiğini de ekliyor.

Diğer yandan, bazı araştırmacılar, vücuda alınan alüminyumun yalnızca bir bölümünün vücutta kaldığını, kalanın boşaltım atıklarıyla vücuttan atıldığını ve vücutta kalan alüminyumu sağlık sorunlarıyla doğrudan ilişkilendirmek için henüz yeterli kanıt bulunmadığını söylüyor.

Kaynaklar

Bassioni, G., Mohammed, F. S., Al Zubaidy, E., & Kobrsi, I. (2012). Risk assessment of using aluminum foil in food preparation. *International Journal of Electrochemical Science*, 7(5), 4498–4509.
healthline.com/nutrition/aluminum-foil-cooking
iflscience.com/is-aluminum-foil-bad-for-you-68792

AY'A YOLCULUK

İnsanlı ve İnsansız Ay Görevleri

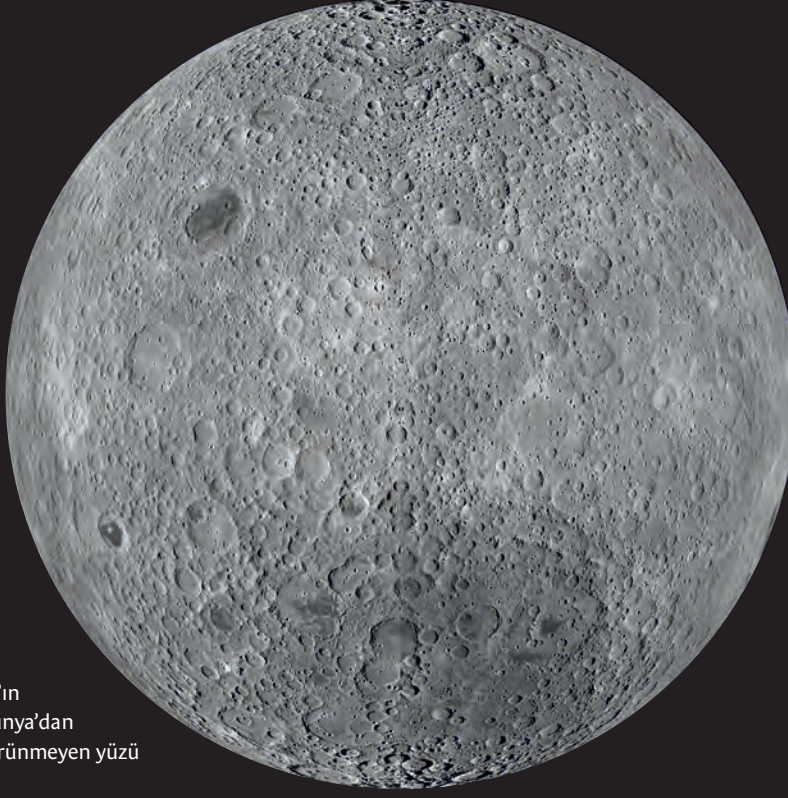
Doç. Dr. Selçuk Topal [Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fizik Bölümü, Yüksek Enerji ve Plazma Fiziği Anabilim Dalı

Dünya'nın tek doğal uydusu olan Ay, genel kabul gören teoriye göre, yaklaşık 4,5 milyar yıl önce Mars büyüklüğündeki bir gök cisminin Dünya'ya çarpması sonucu açığa çıkan parçacıkların bir araya gelmesiyle oluştu.

Geceleri gökyüzünde gördüğümüz en büyük ve en parlak gök cismi olan Ay ile Dünya arasındaki mesafe ortalama 384.400 km'dir. Bu da yaklaşık olarak ışığın bir saniyede aldığı yola eşittir. Dünya'ya en yakın gök cismi olan Ay, aynı zamanda, en fazla uzay aracı gönderilen ve insanların Dünya dışında ayak bastığı tek gök cismi olma unvanını da taşır.

Uzay yarışının başladığı 1950'li yıllardan itibaren Ay'a ulaşmak amacıyla çok sayıda uzay aracı geliştirildi. Ancak 1980'li ve 1990'lı yıllarda Ay görevlerine duyulan ilgi azaldı. Son yıllarda ise Ay, uzay araştırmaları için tekrar popüler hedeflerden biri hâline geldi. Yakın bir gelecekte Ay'ın yüzeyinde kalıcı yaşam alanları inşa edildiğine tanık olabiliriz. Bu yazıda bugüne kadar Ay'a gönderilen önemli uzay araçlarını tanıtacak ve gelecek Ay projelerini anlatacağız. Ayrıca, doğal uydumuz Ay ile ilgili bazı temel bilgilere de yer vereceğiz.





NASA / SPL

Ay'ın
Dünya'dan
görünmeyen yüzü

Ay'ın Karanlık Yüzü ve Gelgit Etkisi

Ay'ın Dünya'dan görülemeyen yüzüne "Ay'ın karanlık yüzü" de denir. Ancak bu yanlış bir isimlendirmedir. Çünkü Ay'ın arka yüzü de güneş ışığı alır. Örneğin Ay dolunay evresindeyken Dünya'ya bakan yüzü tamamen güneş ışığı alırken, yeni ay evresindeyken bu kez Ay'ın Dünya'dan görünmeyen arka yüzü güneş ışığı alır.

Ay, Dünya'nın etrafında dolanıyor denir. Ancak aslında her iki gök cismi de ortak kütle merkezlerinin etrafında tur atar. Dünya'nın kütlesi Ay'inkinden

Ruslara ait Luna 2 uzay aracı Ay'ın yüzeyine temas eden ilk uzay aracı oldu. Bir itki sistemine sahip olmayan uzay aracı, 13 Eylül 1959 tarihinde kasıtlı olarak Ay yüzeyine çarptırıldı. Üzerinde manyetometre ve mikrometeor dedektörü bulunan Luna 2'nin elde ettiği ölçümler sayesinde, Ay'ın kayda değer bir manyetik alanının ve Dünya'daki Van Allen Radyasyon Kuşakları'na benzer bir radyasyon kuşağının olmadığı anlaşıldı.

Yine Ruslara ait olan Luna 3, Ay'ın Dünya'dan görünmeyen yüzünün fotoğrafını çekmek için tasarlanan bir uzay aracıydı. Luna 3, Ay'ın arka yüzünün ilk fotoğraflarını 7 Ekim 1959 tarihinde Ay'dan 63.500 km uzaktayken çekti.

Luna 9, Ay'a yumuşak iniş yapan ve Dünya dışında bir gök cismine inmeyi başaran ilk uzay aracı oldu. Luna 9, 3 Şubat 1966 tarihinde Ay yüzeyine başarılı bir iniş gerçekleştirdi ve üç gün boyunca Ay'dan Dünya'ya veri gönderdi. Luna 9, Ay'ın yüzeyinden fotoğraflar gönderen ilk uzay aracı oldu.



Ay'ın yüzeyindeki Luna 9 uzay aracı

çok daha büyük olduğu için ortak kütle merkezi Dünya'nın merkezine daha yakındır ve yerin yüzeyinin 1.700 km altında bulunur.

Aralarındaki kütle çekim etkileşimi nedeniyle Ay ile Dünya arasında gelgit etkisi ortaya çıkar. Gelgit etkisiyle okyanuslar ve hatta yer kabuğu bir miktar yer değiştirir. Gelgit etkisi okyanus gibi büyük su kütlelerinde daha fazla hissedilir.

Ay'ın Dünya üzerinde oluşturduğu gelgit etkisi, Güneş'in oluşturduğu gelgit etkisinden 2,2 kat daha fazladır.

Dünya, Ay ve Güneş neredeyse aynı hizada olduğunda yani Ay yeni ay veya dolunay evresindeyken, Ay'ın sebep olduğu gelgit etkisi maksimum seviyeye ulaşır.

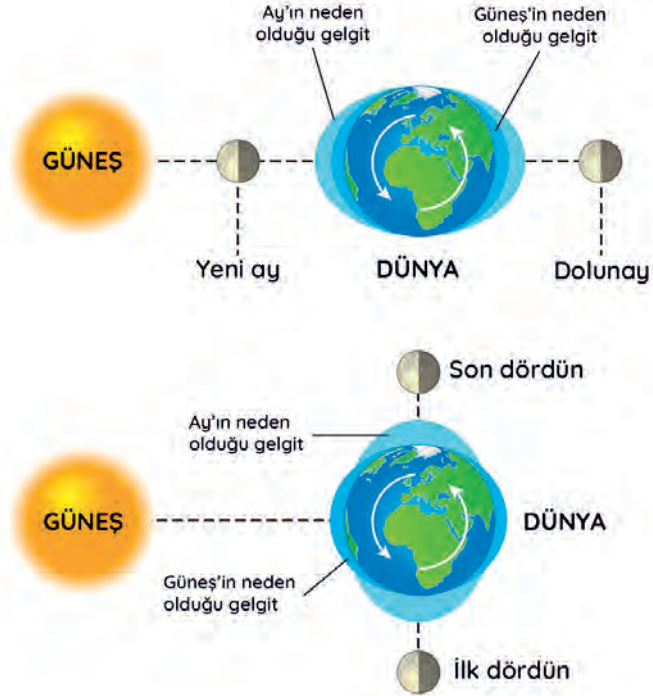
Ay ile Dünya'yı ve Dünya ile Güneş'i birleştiren doğrular arasındaki açı doksan derece olduğunda, yani Ay ilk dördün veya son dördün evresindeyken, gelgit etkisi minimum seviyede gerçekleşir. Gelgit etkisi nedeniyle Dünya'nın kendi eksenini etrafındaki dönüşü yüz yılda ortalama 2 milisaniye yavaşlıyor. Bu nedenle Dünya'nın gün süresi giderek uzuyor. Ancak bu olay çok yavaş gerçekleşiyor. Örneğin bugün 24 saat olan gün süresi 180 milyon yıl sonra 25 saate ulaşabilecek.

Dünya'nın dönüşü sürekli yavaşladığı için uzun zaman sonra bir Dünya günü 27,3 güne eşit olacaktır. Bu durumda Dünya'nın bir yüzü sürekli olarak Ay'a bakacak. Ancak Ay ile Dünya arasındaki mesafe de sabit değil.

Ay, Dünya'dan yılda ortalama 4 cm uzaklaşıyor. Bu nedenle Ay'ın Dünya etrafında bir tam turunu tamamlaması için geçen süre giderek artıyor. Ay ile Dünya arasındaki mesafe arttıkça Ay'ın Dünya'nın üzerindeki gelgit etkisi azalacağı için Dünya'nın dönüş hızı üzerindeki yavaşlatıcı etkisi de azalacaktır. Ancak Dünya'nın bir gün süresi bu derece uzamadan çok önce Güneş bir kırmızı deve dönüşmüş olacak.

Ay, Dünya'yı sadece gelgit kuvveti yoluyla etkilemez. Dünya'nın kendi eksenini etrafındaki dönüşü sırasında oluşan salınım hareketi Ay nedeniyle daha düzenli hâle gelir. Bu durum ise Dünya'daki iklimin daha kararlı olmasını sağlar.

Güneş'in ve Ay'ın kütleçekimi sebebiyle Dünya'da meydana gelen gelgit sadece okyanusları değil tüm gezegeni etkiler. Fakat karaların akışkanlığı okyanuslardan çok daha az olduğu için gelgitin karalarda neden olduğu deformasyon okyanuslarda olduğundan çok azdır. Üzerinde hiçbir kuvvet olmadığı zaman mükemmel bir küre şeklinde olan bir uydunun kesit alanı, gezegeninin kütleçekiminin etkisiyle zaman içinde ovalleşir (Dünya'nın gelgitler sırasında aldığı şekil). Şişkin kısımlardan birinin her zaman gezegene dönük olduğu durum ise sistemin en kararlı olduğu haldir.



Amerika Birleşik Devletleri (ABD)

ABD'nin Ay'a yumuşak iniş amacıyla geliştirilen ilk projesi Surveyor programıydı. Surveyor 1 uzay aracı, Luna 9'un başarısından dört ay sonra, 2 Haziran 1966 tarihinde Ay'a yumuşak iniş yapmayı başardı. 1966-1968 yılları arasında gerçekleştirilen yedi görevden beşi başarılı bir şekilde Ay'ın yüzeyine ulaştı.



Ay'a İlk İnsanlı Yolculuk: Apollo Projesi

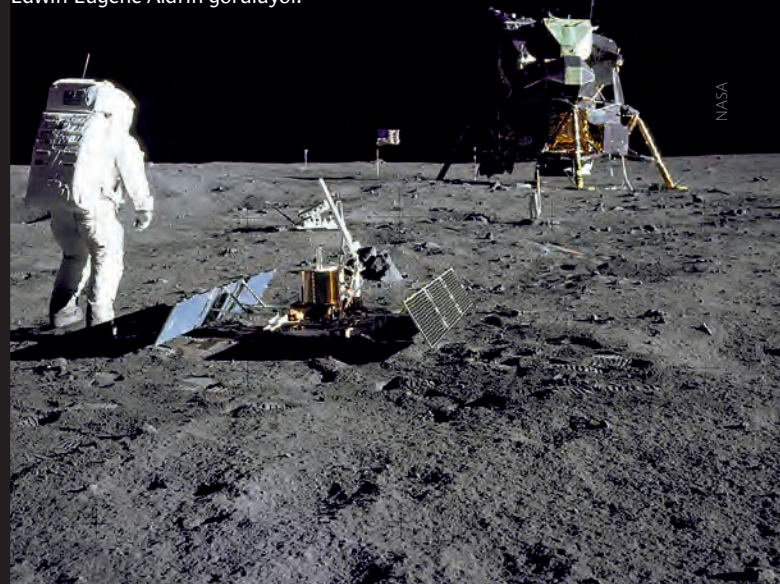
Apollo projesinin amacı Ay'a insan göndermekti. 1961 yılında başlayıp 1972 yılında sonlanan projenin toplam maliyeti 28 milyar dolardı. Bu tutar günümüzde 280 milyar dolara karşılık geliyor. Proje kapsamında toplam 11 görev gerçekleştirildi.

İlk dört uçuş gerekli ekipman ve sistemlerin testi için yapıldı. Kalan yedi görevin altısında -Apollo 11, 12, 14, 15, 16 ve 17- Ay'a ulaşılabilirdi. Ay'a ulaşan toplam insan sayısı 24 iken, bunlardan 12'si Ay'ın yüzeyine indi.

İlk insanlı Ay görevi olan Apollo 7 uçuşu 1968 yılında yapıldı. Ay'a insanlı ilk iniş ise Apollo 11 göreviyle 1969'da gerçekleştirildi. Ay'a ulaşan son insanlı uzay görevi ise 1972 yılında gerçekleştirilen Apollo 17 oldu.

Apollo 11, Ay yüzeyine başarılı bir şekilde insan taşıyan ilk uzay görevi oldu. 20 Temmuz 1969 tarihinde iki astronot ilk kez Ay'ın yüzeyine ulaştı. Neil Armstrong Ay'ın yüzeyine ayak basan ilk insan oldu. Görev sırasında Ay'ın yüzeyinden toplanan toz ve kayaç örnekleri Dünya'ya getirildi. Görev sonucunda Ay yüzeyinde üç yeni mineral keşfedildi. Bu minerallerden birine Apollo 11 astronotlarının isimlerinden esinlenerek Armalcolite adı verildi. Ayrıca görev sırasında Ay'ın yüzeyine yerleştirilen sismograf cihazı ile Ay'ın tektonik olarak aktif bir gök cismi olup olmadığı incelendi.

Fotoğrafta, Apollo 11 görevi sırasında, Ay'ın yüzeyindeki deney düzeneklerinin kurulumunu gerçekleştiren Edwin Eugene Aldrin görülüyor.



Çin

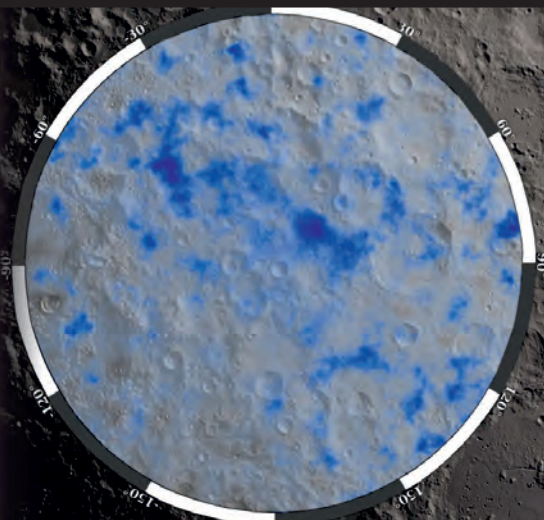
Çin, 14 Aralık 2013 tarihinde Ay'a inen Chang'e 3 uzay aracıyla Ay'a yumuşak iniş yapabilen üçüncü ülke oldu. Görev sırasında Chang'e 3, Yutu isimli keşif aracını taşıyordu. Yutu, Ay'ın yüzeyinde hâlâ aktif olarak görev yapmaya devam ediyor. Projenin hedefi ise Ay'ın yüzey özelliklerini, Ay'ın yüzeyindeki toz parçacıklarının ve kayaların bileşimini ve Ay'ın kabuk katmanının yapısını birkaç yüz metre derinliğe kadar incelemek.

Çin'e ait Chang'e 4 ise 3 Ocak 2019 tarihinde Ay'ın arka yüzüne başarılı bir şekilde inen ilk uzay aracı oldu. Chang'e 4, Yutu-2 isimli bir de keşif aracı taşıyordu. Projenin temel hedefleri Ay'ın yüzeyindeki toz parçacıklarının ve kayaların kimyasal bileşimini incelemek, Ay'ın yüzey sıcaklığındaki değişimleri ölçmek; ayrıca taşıdığı radyo teleskop ile Ay'ın yüzeyinden astronomik gözlemler yapmak, kozmik ışınımı ve Güneş etkinliğini incelemek.

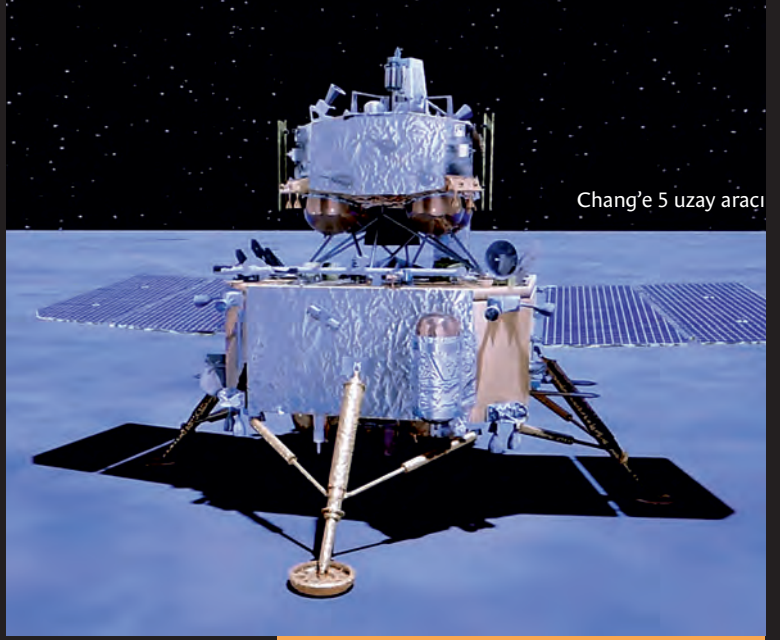
Çin'in Ay'dan örnek getirme projesi olan Chang'e 5 uzay aracı, 1 Aralık 2020 tarihinde Ay yüzeyine indi ve 1,7 kg Ay toprağını 16 Aralık 2020 tarihinde Dünya'ya getirmeyi başardı. Böylece Çin, Ay'dan örnek getirebilen üçüncü ülke oldu. Diğer iki ülke ise ABD ve Rusya.

Ay'da Su Var mı?

Geçmişte Ay yüzeyinden alınan örneklerde yapılan incelemeler Ay yüzeyinin su içermediğini gösteriyordu. Ay yüzeyinde suyun varlığına ilişkin ilk kanıt 2008 yılında Ay'ın yüzeyine inen Hindistan'a ait Chandrayaan-1 isimli yüzey aracı tarafından elde edildi ve hidroksil (OH) molekülü bulundu.



NASA'nın Lunar Reconnaissance Orbiter uzay aracından elde edilen verilerden Ay'ın güney kutbunda su buzu bulunabilecek bölgelerin haritası çıkarıldı.



Chang'e 5 uzay aracı

Ay'ın Atmosferi

Ay'ın, ekzosfer olarak isimlendirilen çok ince atmosferinin özellikle yüzeye yakın bölgelerinde argon, neon, hidrojen ve helyum gazları bulunur. Ay'ın yüzeyine çarpan gök taşları, güneş rüzgârları ile taşınan yüksek enerjili parçacıklar ve morötesi dalga boyundaki ışınlar Ay'ın atmosferinin yapısını etkiler.

Ay'ın gündüzleri ve geceleri yaklaşık iki hafta sürer. Gündüz vakti Ay'ın yüzeyindeki atom ve moleküller güneş rüzgârları nedeniyle iyonlaşır yani elektron alışverişi sonucu elektriksel olarak yüklü hâle gelir.

Ay'ın yüzeyine çarpan mikro ölçekteki gök taşları çok yüksek hızlarda hareket ederler ve yüzeye çarptıklarında büyük miktarda ısının açığa çıkmasına yol açarlar. Bu da Ay'ın yüzeyindeki toz parçacıklarının buharlaşmasına neden olur. Açığa çıkan gazlar ise atmosfere karışır.

Atmosferin çok ince olmasından dolayı Ay'ın güneş ışığı alan ve almayan kısımları arasında belirgin bir sıcaklık farkı olur. Örneğin gündüzleri sıcaklık 121 °C'ye çıkabilirken, geceleri -133 °C'ye kadar düşebilir. Ayrıca Ay'ın yüzeyindeki kraterlerin hiç güneş ışığı almayan bölgelerinde sıcaklık çok daha düşüktür. Bu bölgelerde bulunan atomlar veya moleküller aşırı soğuk nedeniyle neredeyse hiç hareket edemez ve adeta hapsolür.

Daha sonra yapılan gözlemler ve ölçümler sayesinde Ay'ın kutup bölgelerindeki kraterlerin hiç güneş ışığı almayan iç bölgelerinde su buzu olduğu keşfedildi.

Ay'ın yüzeyi birkaç santimetre kalınlığında bir toz katmanı ile kaplıdır. Ay'ın yüzeyine çarpan mikro ölçekteki gök taşları sayesinde yüzeyin altında bulunan ve toz tanecikleri tarafından üzeri

kaplanan su moleküllerinin yüzeye yayıldığı anlaşıldı. 2020 yılında ise Ay'ın sadece kutuplarına yakın bölgelerinde değil, aynı zamanda güneş ışığı alan bölgelerinde de su molekülleri bulundu.



Ay'ın Yörünge Özellikleri

Ay, Dünya etrafındaki yörüngesinde hareket ettikçe Güneş'ten aldığı ışık nedeniyle dönemsel olarak yüzeyinin bir kısmı veya tamamı aydınlanır veya kararır. Bunun sonucunda sırasıyla yeni ay, hilal, ilk dördün (yarım ay), şişkin ay (dolunay öncesi), dolunay, şişkin ay (dolunay sonrası), son dördün (yarım ay) ve hilal şeklinde isimlendirilen evrelere sahip olur.

Ay'ın Dünya etrafındaki yörüngesini tamamlama süresi iki şekilde tanımlanabilir. Dünya'dan Ay'a bakan bir gözlemci için uzaktaki bir yıldız referans alalım. Ay, Dünya etrafındaki yörünge hareketi sırasında o yıldızla tekrar aynı doğrultuya geldiğinde Dünya etrafındaki bir turunu tamamlamış olur. Ay'ın Dünya etrafındaki bir tam turunu tamamlama süresi 27,3 gündür. Buna "yıldız dönemi" denir.

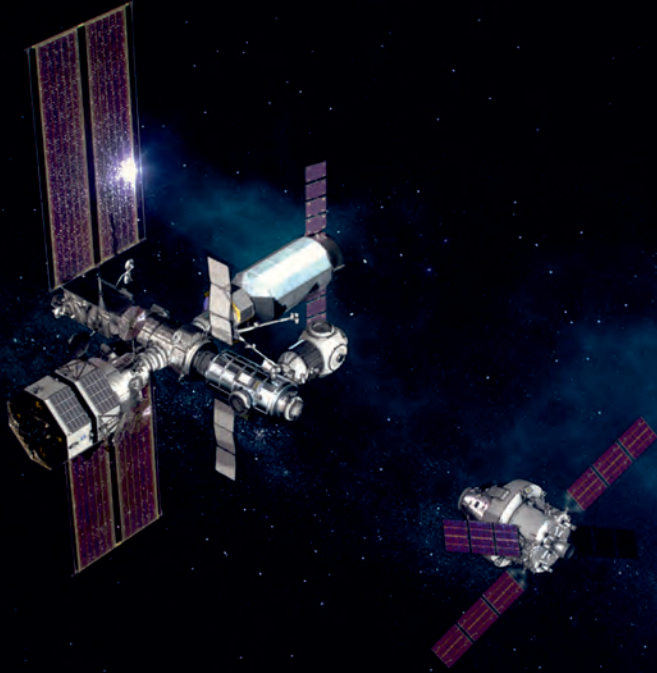
Ay bir evreden (mesela hilal) tekrar aynı evreye gelene kadar geçen süreye ise "kavuşum dönemi" denir ve 29,5 gün sürer. Yıldız döneminin kavuşum döneminden daha kısa sürmesinin nedeni, Dünya'nın da Güneş etrafında hareket ediyor olmasıdır. Ay'ın evreleri, güneş ışığının Ay'a geliş açısına bağlı olarak değişir. Bunun sonucu olarak Dünya-Ay doğrultusu, Ay'ın kavuşum dönemi sonlanmadan, uzaktaki referans yıldızıyla aynı hizaya gelir ve bir yıldız dönemi tamamlanmış olur.

Neden Ay'ın Hep Aynı Yüzünü Görürüz ?

Bir gezegene ait uydunun yüzeyi, gezegenden bakan gözlemcinin gözlem zamanına ve bakış açısına bağlı olarak gerçek veya görünen bir salınım hareketi yapabilir. Buna astronomide librasyon denir.

Ay'ın kendi eksenini etrafındaki dönme süresi ile Dünya etrafındaki dolanma süresi neredeyse birbirine eşittir. Buna dönme-dolanma kilitlenmesi veya senkronize dönme denir. Bu nedenle Ay bize her zaman aynı yüzünü gösterir. Ancak Ay'ın dönme ekseninin salınım hareketi yapması nedeniyle Ay'ın yüzeyinin %50'lik kısmını değil biraz daha fazlasını görürüz.

Ay'ın kendi eksenini etrafındaki dönme düzlemi ile Dünya etrafındaki yörünge düzlemi arasında 1,5 derecelik bir açı vardır. Bu nedenle Ay'ın Dünya etrafındaki bir turu boyunca Dünya'dan bakan bir gözlemci Ay'ın kutup bölgelerinin bir kısmını da gözleyebilir. Buna enlemsel librasyon denir. Ay'ın Dünya etrafındaki yörüngesi elips şeklinde olduğu için yörüngesinde farklı noktalarda farklı hızlarla hareket eder. Kendi eksenini etrafındaki dönme hareketi ise daha düzenlidir. Bunun sonucu olarak Ay, bir tam yörünge hareketi boyunca doğu ve batı yönünde bir miktar salınım yapar. Buna boylamsal librasyon denir. Bu iki etkinin birleşmesi sonucu Ay yüzeyinin %50'sini değil, %59'unu görürüz.



Hindistan

Hindistan'a ait Chandrayaan-1 yörünge aracı 8 Kasım 2008 tarihinde Ay etrafında bir yörüngeye yerleştirildi ve 10 ay boyunca görev yaptı. 14 Kasım 2008 tarihinde taşıdığı sonda kasıtlı olarak Ay yüzeyine çarptırıldı. Projenin amaçları Ay'ın yüzeyinin 3 boyutlu ve yüksek çözünürlüklü haritalarını elde etmek, Ay yüzeyindeki kimyasal elementlerin dağılımını haritalandırmak ve yüzeyin altında katı hâlde su bulunup bulunmadığını araştırmak.

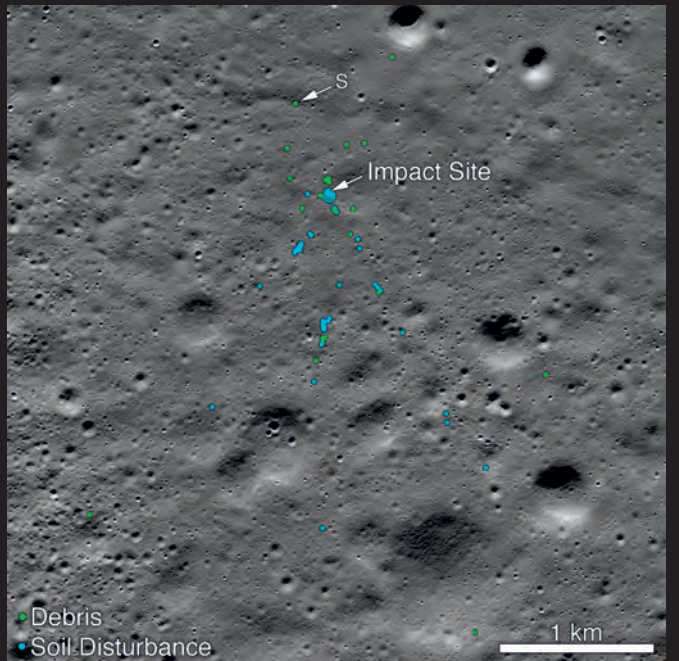
Chandrayaan-1'in üzerinde bulunan ve NASA tarafından geliştirilen Ay Mineraloji Haritalayıcısı isimli cihaz sayesinde, 2008 yılında, Ay'da ilk kez su keşfedildi. Minerallerin içinde kristalleşerek hapsedilmiş hâlde bulunan su, Ay'ın kutup bölgelerindeki kraterlerin güneş ışığı almayan kısımlarında yer alıyor. Sonraki yıllarda yapılan gözlem ve ölçümlerle de bu keşif doğrulandı.

Chandrayaan-2 uzay aracında bulunan Vikram isimli iniş modülü 6 Eylül 2019 tarihinde Ay'a yumuşak iniş denemesi gerçekleştirdi ancak başarısız oldu.

Chandrayaan-3, 23 Ağustos 2023 tarihinde Ay'ın güney kutbuna yakın bir bölgeye yumuşak iniş gerçekleştirdi. Böylece Chandrayaan-3, Ay'ın güney kutbuna inen ilk uzay aracı, Hindistan ise Ay'a yumuşak iniş yapabilen



Hindistan'a ait Chandrayaan-3 uzay aracı



Vikram iniş modülünün Ay'ın yüzeyin çarpışma bölgesinin (impact site) görüntüleri NASA'ya ait LRO yörünge aracı tarafından çekildi.

dördüncü ülke oldu. Chandrayaan-3 uzay aracı, Vikram isimli bir iniş modülü ve Pragyan isimli minik bir yüzey aracı taşıyor. Ay'ın yüzeyine başarıyla yumuşak iniş yapılmasıyla yüzey aracının test edilmesi ve Ay yüzeyinde bilimsel deney yapılması hedefleri de gerçekleştirilmeye çalışılacak.

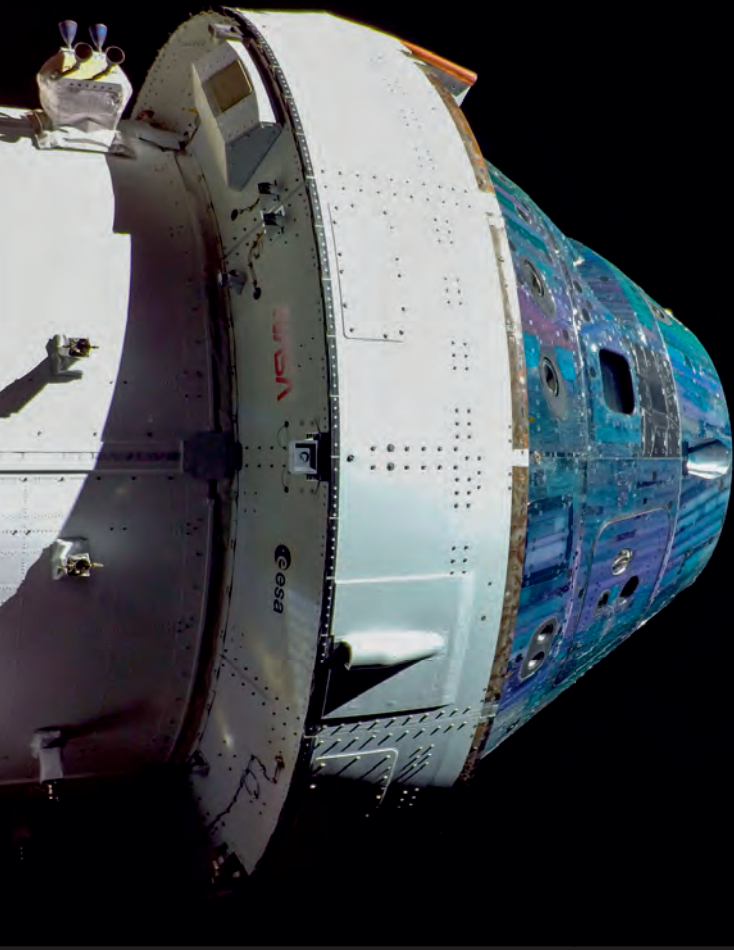
Gelecek Ay Görevleri Artemis Projesi

NASA'nın Artemis projesinde insanların tekrar Ay'a dönüşü ve Ay'ın yüzeyinde kalıcı yaşam alanları kurulması amaçlanıyor. Bu sayede gelecekte Güneş sisteminin derinliklerine yapılması planlanan insanlı yolculuklar için deneyim kazanılabilecek.

Ay Hakkında Bilmeniz Gereken 10 Şey

- ▶ Ay'ın çapı, Dünya'nın çapının yaklaşık dörtte biri kadardır. Yani Dünya orta boy bir karpuz olsaydı Ay bir elma olurdu.
- ▶ Ay'ın Dünya'ya uyguladığı gelgit kuvveti, Güneş'in uyguladığından 2,2 kat fazladır.
- ▶ Güneş sistemindeki tüm gezegenlerin Dünya'ya uyguladığı kütle çekim kuvveti Ay'ın uyguladığının sadece %2'si kadardır.
- ▶ Ay, Dünya'nın tek doğal uydusudur.
- ▶ Ay ile Dünya arasında dönme-dolanma kilitlemesi olduğu için Dünya'dan bakınca Ay'ın hep aynı yüzünü görürüz.
- ▶ Bugüne kadar 100'ün üzerinde robotik uzay aracı Ay'ı incelemek için gönderildi.
- ▶ Apollo görevleri sonunda Ay'dan Dünya'ya 382 kg Ay kayası getirildi.
- ▶ Dünya dışında insanların üzerinde yürüdüğü ilk ve tek gök cismi Ay'dır.
- ▶ Ay, Güneş sistemindeki 200'den fazla doğal uydu arasında en büyük 5. Uydudur.
- ▶ Ay, Dünya'dan her yıl yaklaşık 4 cm uzaklaşır.





Artemis projesinin ilk aşaması olan Artemis I görevi 16 Kasım 2022 ve 11 Aralık 2022 tarihleri arasında başarıyla gerçekleştirildi. Görev sırasında astronotları Ay'a taşıyacak Orion kapsülü ve SLS roketi başarıyla test edildi. Orion kapsülü Ay etrafında iki tur atarak 11 Aralık 2022 tarihinde Dünya'ya başarılı bir şekilde geri döndü.

Artemis II, III ve Sonrası

Projenin ikinci aşaması olan Artemis II görevi sırasında dört kişiden oluşan mürettebat, Ay etrafındaki yörüngede tur attıktan sonra Dünya'ya geri dönecek. Artemis II görevinin 2025 yılında tamamlanması hedefleniyor.

Ay'ın İç Yapısı

Ay'ın iç yapısı çekirdek, manto tabakası ve yüzey kabuğundan oluşur. Ay'ın demir yönünden zengin yaklaşık 250 km'lik bir yarıçapa sahip katı hâlde bir iç çekirdeği olduğu düşünülüyor. İç çekirdeğin üzerinde 90 km kalınlığa sahip sıvı demirden oluşan bir dış çekirdek bulunuyor. Çekirdek ve onun dışındaki sıvı demir katmanını erimiş maddelerden oluşan 150 km kalınlıktaki başka bir katman çevreliyor.

Bu katmandan sonra Ay'ın yüzeyini saran kabuk katmanına kadar bir manto tabakası yer alıyor. Ay'ın manto tabakasının magnezyum, demir, silisyum ve oksijen atomlarından meydana gelen minerallerden oluştuğu düşünülüyor.

Ay kabuğunun kalınlığı Dünya'ya bakan yüzünde 70 km iken, Ay'ın Dünya'dan görülemeyen yüzünde 150 km'ye ulaşabiliyor. Yani Ay'ın bazı bölgelerindeki kabuk katmanının kalınlığı Dünya'nın yer kabuğundan daha kalındır.

Ay'ın geçmişte güçlü bir manyetik alana sahip olduğu düşünülüyor. Bugün ise Ay'ın manyetik alan şiddeti, Dünya'nın manyetik alanından binlerce kez daha zayıf.

Artemis III göreviyle ise 1972'den sonra ilk kez Ay yüzeyine insan gönderilmesi ve ilk kez bir kadının Ay yüzeyine ayak basması planlanıyor. Görev sırasında astronotlar Ay'ın güney kutbuna inecek. Geçmişte yapılan araştırmalarda Ay'ın güney kutbunda bulunan kraterlerin hiç güneş ışığı almayan bölgelerinde katı hâlde su olduğu belirlenmişti. Artemis projesi kapsamında Ay'da kurulması planlanan kalıcı üslerin Ay'ın güney kutup bölgesine inşa edilmesinin nedeni de su ve yakıt ihtiyacını buradan karşılamak.

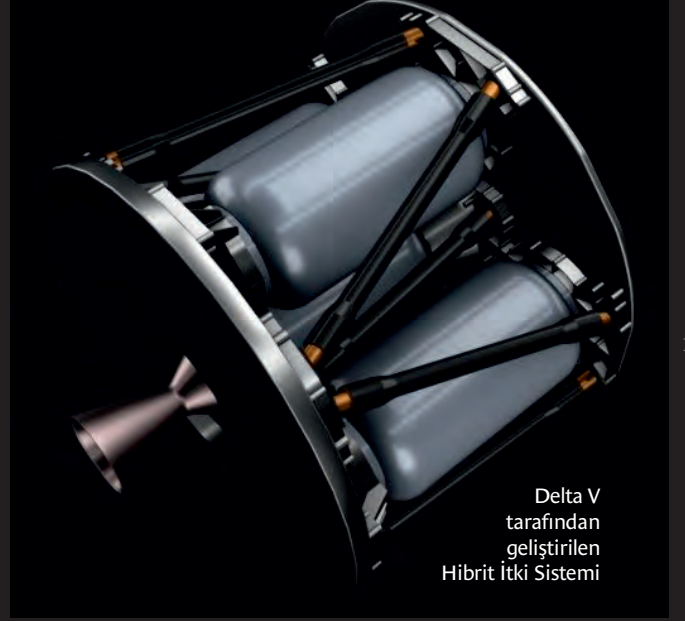
Daha sonraki Artemis görevleriyle Ay etrafında bir uzay istasyonu kurulması ve Ay'ın yüzeyinde kalıcı yaşam alanlarının inşa edilmesi planlanıyor.

Ay'ın Kütlesi ve Büyüklüğü

Ay, Güneş sistemindeki beşinci en büyük uydudur. Ancak uyduların gezegenin kütle oranı dikkate alındığında, Ay ile Dünya arasındaki kütle oranı diğer uydular ve gezegen çiftlerine kıyasla en yüksektir. Dünya'nın çapı, Ay'ın çapının dört katı iken kütlesi Ay'ınkinin 81 katıdır. Kütle ve yarıçapa bağlı olarak Ay'ın yer çekimi ivmesi Dünya'nınkinin altıda biridir. Ay yüzeyinde bir cisim belirli bir yükseklikten serbest düşmeye bırakılırsa cisim Dünya yüzeyine kıyasla altıda biri daha düşük bir hızla düşer. Başka bir deyişle, Ay yüzeyinde kütleniz değişmez ancak ağırlığınız Dünya'dakinin altıda biri olacaktır.



Jalphet Seehawong / iStock



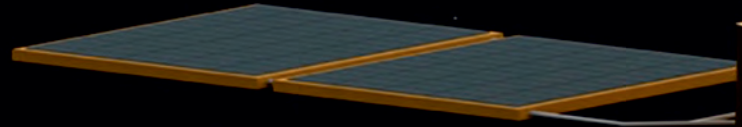
Delta V tarafından geliştirilen Hibrit İtki Sistemi

deltav.com

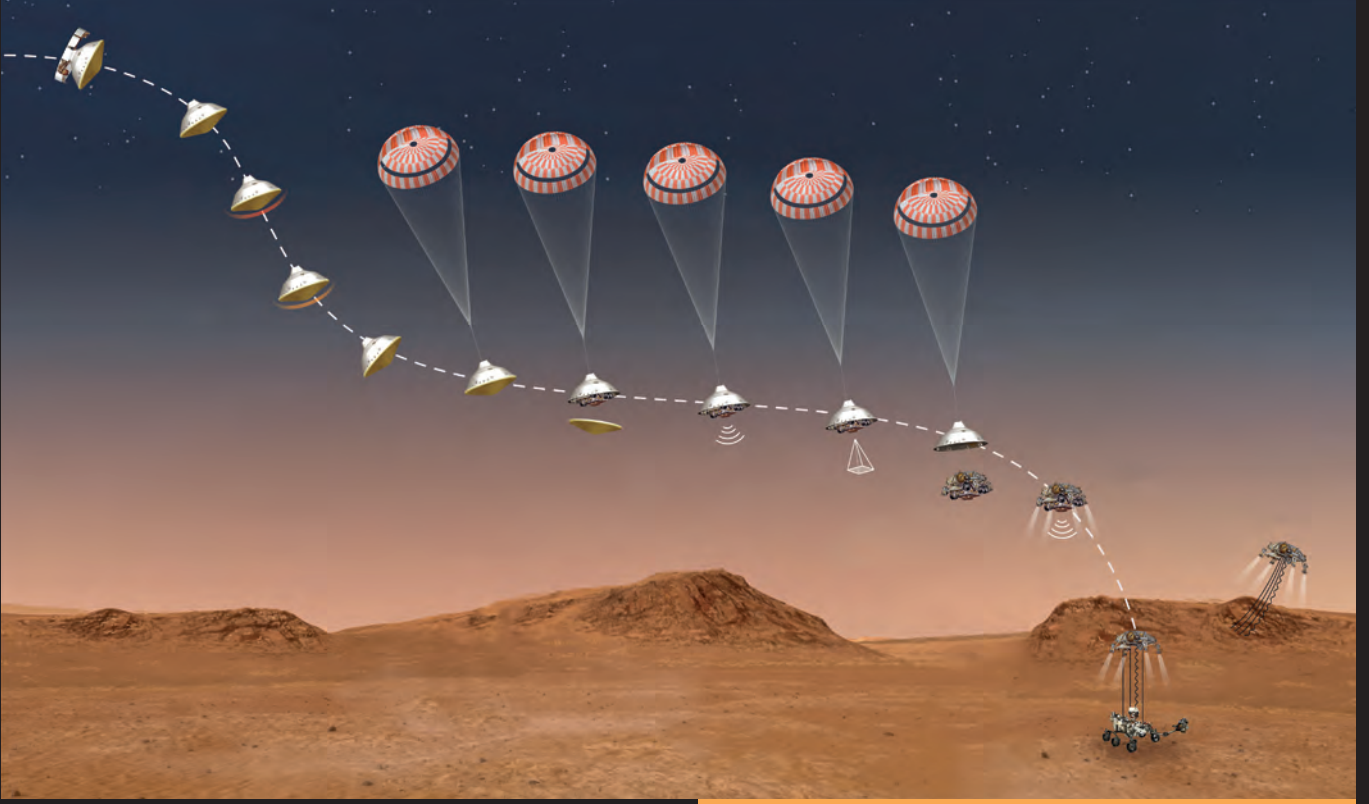
Türkiye'nin Ay Araştırma Programı

Milli Uzay Programı'nda yer alan Ay Araştırma Programı ile ülkemiz de Ay'da uzay araştırmaları gerçekleştiren az sayıdaki ülke arasında yer alabilecek.

Ay Araştırma Programı'nın ilk aşaması olan Ay'a Sert İniş Projesi'nde Ay'ın yörüngesine ulaşılması ve Ay'ın yüzeyi ile ilk temasın gerçekleştirilmesi hedefleniyor. Ay'a sert iniş yapacak uzay aracımızın 2024'te fırlatılması planlanıyor. TÜBİTAK UZAY; uzay aracının tasarlanması, geliştirilmesi, test edilmesi,



Ay'a Sert İniş Projesi'nde kullanılacak uzay aracı



NASA

fırlatılması ve diğer operasyonlarından sorumlu. Ay'a sert iniş görevinde Delta V Uzay Teknolojileri A.Ş. tarafından geliştirilen hibrit itki teknolojisi kullanılacak.

Programın ikinci aşaması olan Ay'a Yumuşak İniş Projesi'nde ise amaç yumuşak iniş yöntemi ile Ay yüzeyine ulaşılması. Bu aracın 2028 yılında Ay'a gönderilmesi planlanıyor.

Bu yazı TÜBİTAK'ın dijital popüler bilim yayını olan Bilim Genç'te yayınlanmıştır. ■

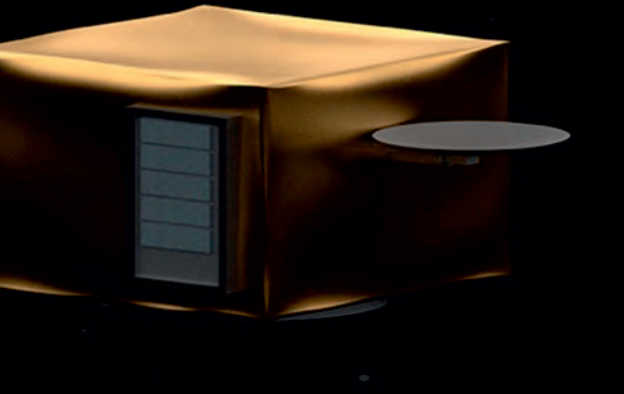


Yumuşak ve Sert İniş Ne Demek?

Bir uzay aracının veya roketin bir gök cisminin yüzeyine zarar görmeden inmesine yumuşak iniş denir. Temel olarak gök cismine temas etmek için planlanan ve muhtemelen uzay aracının ciddi hasar alacağı inişler ise sert iniş olarak isimlendirilir.

Kaynaklar

- <https://nssdc.gsfc.nasa.gov/nmc/spacecraft/display.action?id=1966-006A>
- https://www.nasa.gov/mission_pages/apollo/missions/index.html
- <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0265964622000029>
- <https://www.planetary.org/space-policy/cost-of-apollo>
- <https://www.nasa.gov/audience/forstudents/5-8/features/nasa-knows/what-was-apollo-program-58.html>
- <https://curator.jsc.nasa.gov/lunar/>
- <https://www.isro.gov.in>
- <https://www.nasa.gov/specials/artemis/>
- <https://www.planetary.org/articles/water-on-the-moon-guide>
- <https://moon.nasa.gov/exploration/moon-missions/>
- <https://solarsystem.nasa.gov/moons/earths-moon/in-depth/>
- <https://moon.nasa.gov/inside-and-out/formation/>
- <https://www.nasa.gov/specials/artemis/>
- <https://www.britannica.com/place/Moon/Distinctive-features>



İnsan Hücrelerinden Yapılan Minik Robotlar Hasarlı Dokularını İyileştiriyor

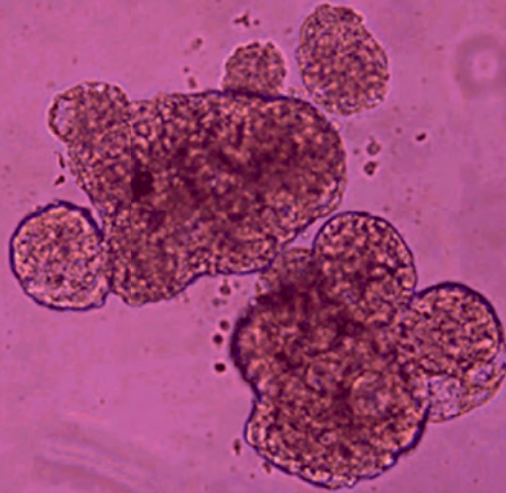
Dr. Özlem Ak [TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi

Bilim insanları, hasarlı sinir dokusunu onarabilen, insan hücrelerinden yapılmış küçük robotlar geliştirdi. İnsan soluk borusu hücreleri kullanılarak yapılan ve "Antrobot" ismi verilen bu küçük robotların gelecekte kişiselleştirilmiş tıpta kullanılabilecekleri düşünülüyor.

Tufts Üniversitesinde gelişim biyoloğu olan, çalışmanın lideri Michael Levin, ilk canlı robotlarını 4 yıl önce yapmıştı. O ve meslektaşları, Afrika pençeli kurbağasının (*Xenopus laevis*) embriyonik kalp ve deri hücrelerini bir araya getirerek sürünmesini ve hatta yüzmesini sağlayan küçük kirpiklere sahip olup ileri geri hareket edebilen küçük robotlar geliştirmişti. Ancak ksenobot (xenobot) denilen bu robotların tıpta uygulamaları sınırlıydı, çünkü insan hücrelerinden türetilmemişlerdi ve dolayısıyla insan bağışıklık sistemi bu tür amfibi temelli biyorobotları reddedecekti. Bu

Her bir antrobot birkaç yüz hücreden oluşuyor

Gizem Çumüşkaya



Antrobotlar, süper robot olarak bilinen daha büyük bir yapı oluşturmak için kendi başlarına bir araya gelme yeteneğine sahipler.

nedenle, Levin'in doktora öğrencisi Gizem Gümüşkaya, yeni çalışmaya farklı yaş ve cinsiyetteki isimsiz donörlerden temin edilen soluk borusunu kaplayan hücrelerle başladı.

Araştırmacılar, COVID-19 ve akciğer hastalığı üzerindeki çalışmalar nedeniyle erişimleri nispeten kolay olduğu ve daha da önemlisi, hareket kabiliyetine sahip hâle getirebileceklerine inandıkları bu tür hücrelere odaklandılar. Soluk borusu hücreleri, ileri geri sallanan silia adı verilen tüy benzeri çıkıntılarla kaplıdır. Bu çıkıntılar, genellikle akciğerlerin hava yollarına giren küçük parçacıkların hücreler tarafından dışarı itilmesine yardımcı olur. Araştırmacılar bu hücrelerin ilgili yapılarını da organoide güç vermek ve onu hareket ettirmek için küçük küreler olarak kullanmayı planladı.

Gümüşkaya, soluk borusu hücrelerini, vücuttaki mikroçevre ve hücre-hücre etkileşiminin gerçekleştiği bir ortama benzeyen ve sıçan dokusundan yapılmış

üç boyutlu bir "iskele"ye tek tek yerleştirdi. İki hafta sonra hücreler çoğaldı ve küçük küreler oluştu, ancak kirpikler de bu kürelerin içindeydi ve bu nedenle hareket için kullanılamazlardı. Bunun üzerine araştırmacılar hücreleri daha az akışkan bir çözelti içinde bir hafta boyunca çoğalttılar. Bu çözelti, belirli özellikleri sayesinde kirpiklerin dışarıya doğru yönelmesini sağladı. Bu kirpikler minik kürecikler için âdeta teknelerdeki küreler gibi işlev gördü. Araştırmacılar her biri birkaç yüz hücre içeren antrobotların bazılarının düz çizgi, bazılarının daire veya yay şeklinde yüzdüğünü, bazılarının ise düzensiz hareket ettiğini tespit ettiler.

Levin ve meslektaşları, antrobotların tedavi edici potansiyelini test etmek için birkaç tanesini küçük bir petri kabına koydu. Burada, antrobotlar bir araya gelerek bir "süper robot" oluşturdu. Araştırmacılar bu süper

robotu hasarlı bir sinir dokusu tabakasının üzerine yerleştirdi. Süper robotun altındaki nöron tabakası üç gün içinde tamamen iyileşti. Gizem Gümüşkaya, bunun şartı olduğunu çünkü antrobot hücrelerin herhangi bir genetik modifikasyon gerektirmeden bu onarım işlevini yerine getirdiğini söylüyor.

Çalışmalarını 30 Kasım'da *Advanced Science* dergisinde yayımlayan Levin, Gümüşkaya ve meslektaşları, gelecekte kişinin kendi dokusundan yapılan antrobotların, genetik mühendisliği olsun ya da olmasın, damarları açmak, mukusu parçalamak ya da ilaç salımı için kullanılabileceğini düşünüyor. Çeşitli hücre türlerini birleştirerek ve diğer uyaranları keşfederek, sürdürülebilir inşaat ve uzay keşiflerinde dahi potansiyel uygulamaları olan biyolojik malzemeden yapılmış robotlar geliştirmek de mümkün olacak. ■

Kaynaklar

<https://www.nature.com/articles/d41586-023-03777-x>

<https://www.science.org/content/article/tiny-anthrobots-built-human-cells-could-help-heal-body>

Karanlık Yıldızlar

Dr. Mahir E. Ocak [TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi

Üç gök bilimci, James Webb Uzay Teleskobu (JWST) tarafından keşfedilmiş ve daha önceleri gök ada olarak sınıflandırılmış üç gök cisminin aslında karanlık yıldızlar olabileceğini öne sürdü.

Karanlık Madde

Evrenin büyük ölçekteki yapısı ile ilgili çeşitli veriler, bugün doğru olarak kabul edilen fiziksel kuramlarla açıklanamıyor. Bu soruna bir çözüm olarak öne sürülmüş hipotezlerden biri, evrenin ışıkla (elektromanyetik kuvvet aracılığıyla) etkileşmediği için görülemeyen bir tür karanlık madde ile dolu olduğu. Bugün karanlık maddenin gerçekten de var olup olmadığı, eğer varsa doğasının ne olduğu tartışma konusu.

Karanlık madde ile ilgili öne çıkan düşüncelerden biri; karanlık maddenin henüz keşfedilememiş, zayıf kuvvet aracılığıyla etkileşen, kütleli temel parçacıklardan (WIMP) oluştuğu.

Karanlık madde, kozmoloji ve astronomi ile ilgili gözlemleri açıklamak için öne sürülen bir madde türüdür. Karanlık madde parçacıkları, ışıkla etkileşmediği için doğrudan gözlemlenemez, ancak çevrelerinde sebep oldukları etkiler sayesinde varlıkları anlaşılabilir. Evrendeki toplam madde miktarının yaklaşık %84'ünün karanlık

madde olduğu düşünülüyor. Karanlık maddeyi oluşturan parçacıkların niteliği, günümüzde hâlâ tartışma konusudur. Pek çok araştırma grubu, doğrudan ya da dolaylı yöntemlerle, karanlık madde parçacıklarını belirlemek için çalışıyor.

Karanlık maddenin varlığına işaret eden pek çok gözlemsel veri var. Birincisi gök cisimlerinin içinde buldukları gökadalardan merkezleri etrafındaki dönme hızlarının gökadalardan merkezine olan mesafeye bağlı olarak değişiminin açıklanabilmesi için sadece ışıkla etkileşen madde

miktarı yeterli olmuyor. Kayıp kütle problemi olarak adlandırılan bu durumun sebebinin ışıkla etkileşmediği için doğrudan gözlemlenemeyen karanlık madde parçacıkları olduğu düşünülüyor.

Karanlık maddenin varlığına işaret eden bir diğer gözlemsel olgu, ışığın uzayda bükülmesi ile ilgili. Genel görelilik kuramı kütleli uzayı eğdiğini söyler. Işık ışınlarının uzayın eğriliğinden etkilenmesi, bazı gök cisimlerinin olduğundan daha büyük görünmesine neden olur. Merceklerin nesnelere olduğundan daha büyük göstermesine benzediği için

kütleçekimsel mercekleme olarak adlandırılan bu olgu sayesinde, bir sistemin sadece geometrisini inceleyerek içerdiği kütle miktarı hesaplanabilir. Gökada kümeleri ile ilgili gözlemler de karanlık maddenin varlığına işaret ediyor. Örneğin Abell 2009 gökada kümesindeki karanlık madde miktarının Güneş'in kütlelerinin 1014 katından daha fazla olduğu hesaplanıyor.

Karanlık maddenin niteliği hakkındaki tartışmalar ve araştırmalar hâlâ devam ediyor. Gözlemler ile sadece sıradan maddenin varlığına dayalı

kuramsal hesaplar arasındaki uyumsuzluğun bir kısmı, çok az ışık yaydığı için gözlemlenmesi çok zor olan sıradan maddelerden kaynaklanıyor olabilir. Ancak Büyük Patlama ile üretilebilecek sıradan madde miktarının bir üst sınırı var ve bu miktar gözlemleri açıklamak için yeterli değil. Newton'un ve Einstein'ın kütleçekim yasalarını değiştirerek verileri açıklamaya çalışan kuramlar olsa da karanlık madde hipotezinin fizikçiler arasında yaygın olarak kabul gördüğü söylenebilir. Var oldukları öne sürülen karanlık madde parçacıkları arasında diğer parçacıklarla sadece kütleçekimi

ve zayıf kuvvet (dört temel kuvvetten biri) aracılığıyla etkileşen parçacıklar ve aksionlar sayılabilir.

Karanlık madde parçacıklarını gözlemek ve niteliklerini belirlemek için pek çok araştırma yapılıyor. Bu çalışmalar, doğrudan gözlemler ve dolaylı gözlemler olarak ikiye ayrılabilir. Genellikle yeraltına inşa edilen laboratuvarlarda yapılan doğrudan gözlem araştırmalarında karanlık madde parçacıklarının detektörler içindeki atomlardan saçılmaları belirlenmeye çalışılır. Dolaylı gözlemlerde ise karanlık madde parçacıklarının bozunması ya da yok olması sırasında oluşabilecek ürünler araştırılır.

Karanlık Yıldızlar

Sıradan yıldızların yaydığı enerjinin kaynağı füzyon tepkimeleridir. Güneş ve benzeri yıldızların çekirdeklerinde meydana gelen çekirdek tepkimeleri sırasında protonlar kaynaşarak alfa parçacıklarını (helyum atomu çekirdeklerini) oluştururken yüksek miktarda enerji açığa çıkar.

Douglas Spolyar, Katherine Freese ve Paolo Gondolo 2008 yılında Physical Review Letters'ta yayımladıkları bir makalede, evrende ortaya çıkan ilk yıldızlar arasında, birbirini yok ederek enerjiye dönüşen WIMP türü karanlık madde parçacıklarından

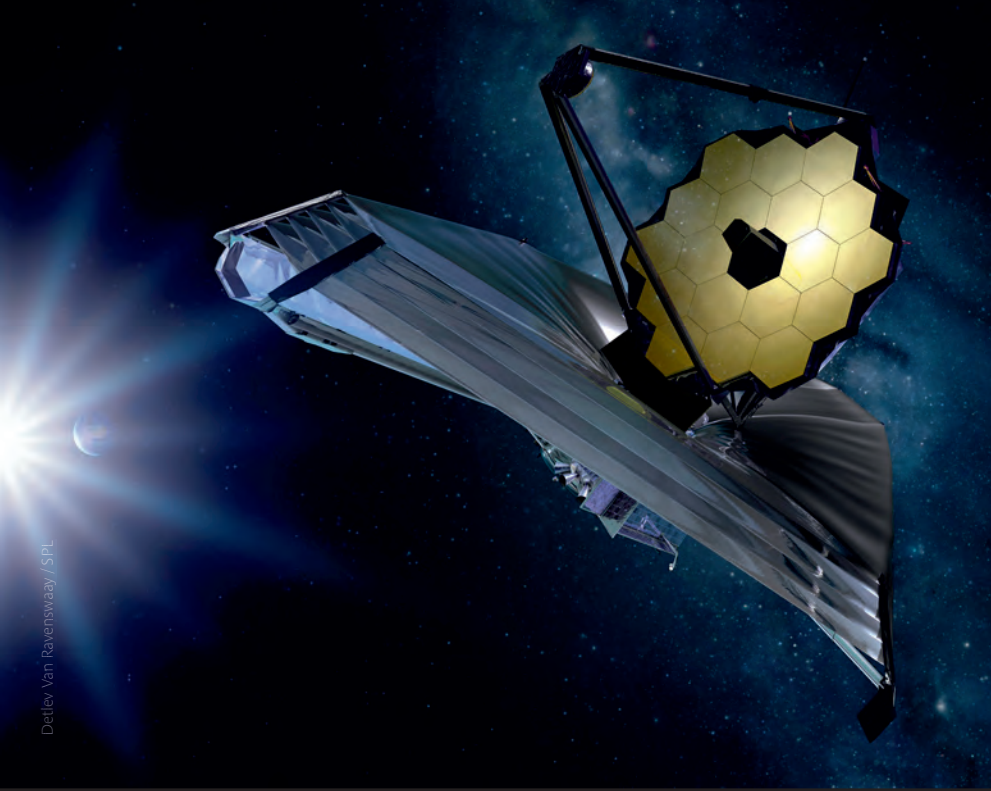
güç alan yıldızların da olabileceğini iddia ettiler. Araştırmacılar, makalelerinde bu yıldızların nasıl oluştuğu ile ilgili bir mekanizma da öne sürdüler. Özetle karanlık yıldızların oluşum süreci şöyle ilerliyor: Oluşmakta olan ilk gök adalarda hidrojen ve helyumun yanı sıra yüksek yoğunluklu karanlık madde topakları da vardı. Hidrojen ve helyum gazları soğuyarak küçük bir hacmin içine sıkışırken karanlık maddeyi de kendilerine doğru çekiyordu. Yoğunluk arttıkça karanlık madde parçacıkları daha sık bir biçimde birbirlerini yok ederek enerjiye dönüşmeye başladı. Ortaya çıkan yüksek ısı, gaz bulutunun füzyon

Füzyon Tepkimesi Nedir?

Füzyon tepkimelerinde iki atom çekirdeği kaynaşarak daha büyük bir atom çekirdeği oluşturur. Füzyon tepkimelerinin tetiklenebilmesi için çok yüksek sıcaklıklar gerekir. Füzyon tepkimeleri, tepkimeye giren ve tepkimeden çıkan atom çekirdeklerinin enerjisine bağlı olarak enerji üretebilir ya da tüketebilir. Demir-56 izotoplarından daha hafif atom çekirdeklerinin oluştuğu füzyon tepkimeleri genellikle enerji yayar. Güneş enerjisinin kaynağı da füzyon tepkimeleridir. Güneş'in merkezinde meydana gelen füzyon tepkimeleri sırasında hidrojen çekirdekleri kaynaşarak helyum çekirdeklerini oluşturur.



Mark Garlick / SPL



Delley Van Ravenswaay / SPL

verilen bu gök cisimleri 2022 yılında keşfedilmiş ve gök ada olarak sınıflandırılmıştı. Bilimsel çalışmalar, bu gök cisimlerinin Büyük Patlama'dan 320-400 milyon yıl sonraki döneme ait olduğunu gösteriyor.

Gelecekte karanlık yıldızlar olduğu öne sürülen gök cisimlerinin özelliklerinin JWST ile detaylı bir biçimde incelenmesi planlanıyor. Elde edilecek sonuçların iddiayı doğrulaması, karanlık madde araştırmaları açısından çok önemli bir gelişme olacak. Ayrıca karanlık yıldızların varlığı bir başka sorunun çözümüne de yardımcı olabilir. JWST görev yapmaya başladıktan sonra elde edilen veriler, evrenin ilk dönemlerindeki büyük gök ada sayısının “kozmojinin standart modeli” kullanılarak yapılan tahminlerdekenden daha yüksek olduğunu gösterdi. Eğer daha önceleri gök ada olarak sınıflandırılan bu gök cisimlerinin bir kısmı karanlık yıldızlarsa, gözlemsel veriler kozmojinin standart modeli ile daha uyumlu hâle gelecektir.

Bu yazı TÜBİTAK'ın dijital popüler bilim yayını olan Bilim Genç'te yayınlanmıştır. ■



tepkimelerinin başlamasını sağlayacak kadar yoğunlaşmasını engelledi. Ancak gaz bulutu etraftan hidrojen, helyum ve karanlık madde yakalayarak büyümeye devam etti. Böylece karanlık madde parçacıklarının yok olarak enerjiye dönüşmesinden güç alan, sıradan yıldızlara kıyasla çok daha düşük yoğunluklu ancak çok daha parlak karanlık yıldızlar ortaya çıktı. Araştırmacıların tahminlerine göre karanlık yıldızların kütesinin Güneş'inin milyonlarca katına, parlaklıklarınınmsa Güneş'inin yaklaşık on milyar katına çıkması mümkün.

Karanlık Yıldız Adayları

Cosmin Ilie, Jillian Paulin ve Katherine Freese yakın zamanlarda *Proceedings of the National Academy of Sciences (USA)*'da yayımladıkları bir makalede, daha önceleri JWST ile yapılan gözlemlerle keşfedilen üç gök cisminin aslında karanlık yıldızlar olabileceğini öne sürdüler. JADES-GS-z13-0, JADES-GS-z12-0 ve JADES-GS-z11-0 adı

Kaynaklar

<https://www.pnas.org/doi/10.1073/pnas.2305762120>
<https://journals.aps.org/prl/abstract/10.1103/PhysRevLett.100.051101>

BİLİM TARİHİNDEN NOTLAR

Prof. Dr. Hüseyin Gazi Topdemir

[Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Edebiyat Fakültesi,
Felsefe Bölümü, Bilim Tarihi Anabilim Dalı



Fotoelektrik

Kara Cisim

Geçen sayımızda, üzerine düşen ışığı bütünüyle soğuran ve aynı zamanda eşit sıcaklık seviyesinde bulunduğu diğer bütün cisimlerden daha fazla enerji salan cisimlere kara cisim, bu türden cisimlerin yaydığı ısı enerjisi de kara cisim ışıması denildiğinden söz etmiştik. Sözü edilen bu fenomen, ortaya çıktığı dönemde öylesine ilgi çekti ki âdeta on dokuzuncu yüzyılda gerçekleştirilen bilimsel çalışmalarının başat araştırma konularından biri oldu. Cisimlerin üzerlerine düşürülen ışık nedeniyle belirli bir dereceye kadar ısındıkları ve ısınmalarına koşut olarak da ısı enerjisi salımı gerçekleştirdikleri bilinmesine karşın, konuyla ilgili yürütülen deneylerden edinilen veriler enerjinin sürekliliği kabulünü doğrulamadı. Bununla

birlikte kendini gösteren belirsizlik süreci, ısı ışımaya bağlı olarak ortaya çıkan renk dağılımı ile ışımının şiddeti arasındaki bağıntının nicel olarak gösterilmesiyle önemli ölçüde ortadan kalktı. Birçok bilim insanının katkısıyla ulaşılan bu evrenin başat temsilcisi ise Max Planck (1858-1947) oldu. Kuantum kuramının doğuşuna da kaynaklık edecek bir çözüm önerisinde bulunan Planck, süreklilik yerine enerji yüklü parçacıklar yani kuantalar şeklinde bir enerji dağılımı öngördü ve bunu matematiksel olarak şöyle ifade etti: $E=h \cdot \nu$. Bilim insanlarının buna itiraz etmeleri söz konusu olmadı, çünkü formül ortaya çıkan sorunu matematiksel olarak çözüyordu. Bu durum ışık, ısı ışımaya vb. konularda daha fazla araştırma yapılmasını cazip hâle getirdi. Her şeyden önemlisi ışığın dalga modeli hâlâ etkin bir açıklama modeli olarak ortadaydı. Aslında merak edilen husus, kara cisim ışıması deneylerinden edinilen sonuçları daha ileri düzey araştırmalara taşımak suretiyle,

örneğin üzerine ışık düşürülen metallere de herhangi bir değişime uğrayıp uğramadığını öğrenmekti. Kısacası ışık ve madde etkileşimi yoğun merak duyulan bir fenomen hâline gelmişti. Bu durumun oluşmasında elbette o sıralarda yeni geliştirilen atom modelleri üzerindeki araştırmaların rolü de unutulmamalıdır.



Max Planck (1858-1947)

yapısını anlama çalışmaları; William Prout (1785-1850), John Newlands (1837-1898) ve Dmitri Ivanovich Mendeleev (1834-1907) gibi bilim insanlarının elementlerin atom ağırlıklarının ölçülmesi, sınıflandırılması ve periyodik tablolarının hazırlanması konularında yaptıkları etkili çalışmalarıyla önemli gelişmeler kaydetti.



Joseph John Thomson (1856-1940)

Bununla birlikte atom hakkındaki ilk esaslı gelişme ise elektronun keşfiyle başladı.

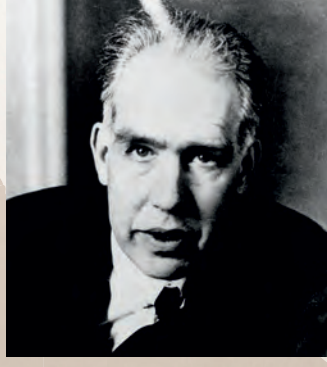
İlk Atom Modeli

Atom hakkındaki söylemlerin başlangıcı çok eskilere kadar gider. Demokritos'un (MÖ 460-370) ve hocası Leukippos'un (5. yüzyıl) maddenin temel yapı taşları olarak gördükleri ve bölünemez anlamına gelen atomlardan söz ettikleri biliniyor. Buna karşın atomun mahiyetine ilişkin, yani ne olduğunu açığa çıkarmak amacıyla yapılan araştırmalar, aynı zamanda kimya biliminin gelişmesine de koşut olarak on dokuzuncu yüzyılda gerçekleşti. Başka bir deyişle, bu yüzyılda kimya, ilkeleri, kuralları, yöntem ve yasaları olan bir bilim hâline geldi. Bu süreçte John Dalton'un (1766-1794) katkısı çok önemli oldu. Sözü edilen Antik Yunan filozofları gibi Dalton'a göre de maddeler atomlardan oluşuyordu. Dalton'un görüşleriyle ivme kazanan maddenin





Ernest Rutherford (1871-1937)



Niels Bohr (1885-1962)

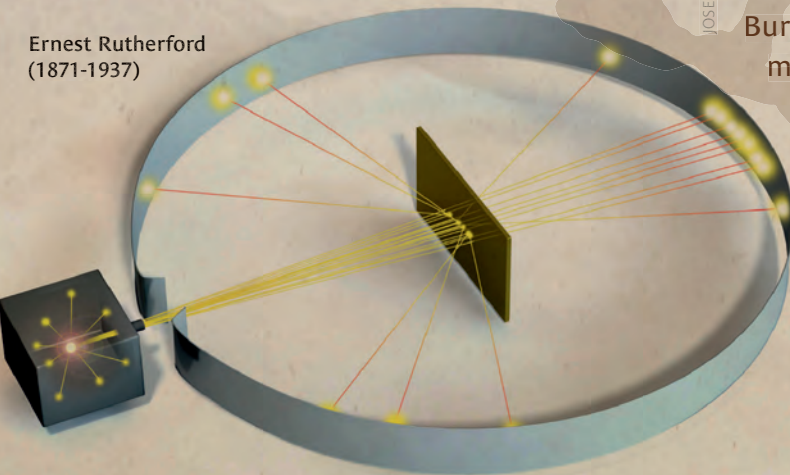
Elektronun keşfinde gazlar üzerinde yapılan araştırmalar etkili oldu. Özellikle havası alınmış cam borulara elektrik akımı verildiğinde ışık şeklinde bir sıçramanın oluştuğunun gözlemlenmesi bilim insanlarının dikkatini çekti. Araştırmalar sonucunda, sıçrama şeklinde oluşan ışımaların aslında negatif yüklü bir parçacığın kopmasıyla ortaya çıktığı anlaşıldı ve buna daha sonra elektron adı verildi. Ardından Sör Joseph John Thomson'un (1856-1940) bu parçacığın ağırlığını ölçmesi atomun yapısının anlaşılmasında bir dönüm noktası oldu. Yirminci yüzyılın başlarında Ernest Rutherford (1871-1937) atomun çekirdek parçacığı olan protonu buldu ve bir atom modeli geliştirdi. Bu en basit atom modelinde, bir çekirdek ve onun etrafında dolanan bir elektron yer alıyordu. Rutherford, bu basit modeli, Yer'in etrafında dolanan Ay'ı andıran bir yapı olarak düşünmüştü. Ondan kısa bir süre sonra Niels Bohr (1885-1962) başka bir model öne sürdü. Rutherford bütün

elektronların aynı yörüngeyi izlediklerini düşünmüştü. Bohr ise her bir elektronun farklı bir yörüngede dolandığını, yörünge değiştirdiğinde ise enerji yaydığını, yani tam da Planck'ın dediği gibi kuantaya (enerji paketi) fırlattığını ileri sürdü.

Elektron ve Fotoelektrik

Peki, elektronun yörünge değiştirmesinin anlamı nedir? Bu soruyu cevaplayabilmek için yukarıda dile getirdiğimiz ışık madde etkileşimi bağlamına yeniden dönmemiz gerekiyor. Bir metal levhaya belirli bir süre ışık gönderildiğini düşünelim. Acaba sonuçta ne gözlemleriz? Bilim tarihi araştırmalarının ortaya koyduğu, "bir fenomenin araştırılması daima yerleşik bir kuram çerçevesinde yapılır" bilgisi göz önüne alındığında konuyu şu şekilde betimlemek mümkündür. Yerleşik kuram, ışığın dalga biçiminde yayıldığını savunan ve epeyce bir süredir sorunsuz olarak olguların açıklanabilmesine imkân tanıyan dalga modelidir. Öyleyse bir metal yüzeye ışık göndermek demek ona bir ışık dalgası göndermek demektir. Bu bakış açısına dayanarak ışığın metal yüzeylerde nasıl bir etki bıraktığı konusunu aydınlatmak üzere deneysel çalışmalar yoğunlaştırıldı. Bunun sonucunda ilk tespit edilen husus, ışımaya maruz bırakılan metal levhalarda ışığa bağlı olarak değişimin meydana geldiği ve enerji düzeyi artan elektronların enerji paketi şeklinde levhadan fırladıkları oldu.

Buraya kadar anlatılanlardan hareketle, dalga modelinin gözlemlenen olguyu açıklama işlevini sorunsuz olarak yerine getirdiği söylenebilir. Modelin başarısından kaynaklanan güven duygusuna bağlı olarak bilim insanları birtakım varsayımlar ürettiler. Örneğin ışık gönderildiğinde enerji düzeyi artan elektronlar kıvılcım şeklinde levhadan koptuğuna göre, metal levha üzerine yüksek şiddette ışık dalgası

Ernest Rutherford
(1871-1937)

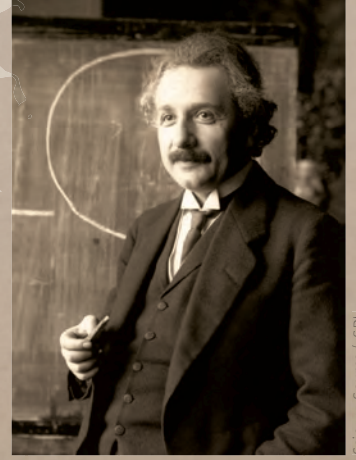


gönderildiğinde, elektronların enerji düzeylerinin artması hızlı gerçekleşecek, dolayısıyla kopmaları için daha kısa süre gerekecek ve daha fazla elektron kopacaktır. Buna karşın, düşük şiddette ışık dalgasına maruz bırakılan metal levhada ise elektronların enerji düzeylerinin artması daha yavaş olacağından, tepkime için daha uzun süre gerekecek ve daha az elektronun kopması söz konusu olacaktır. Eğer ışık dalga formunda ise bilim insanlarının bunu dikkate alarak oluşturdukları varsayımların deney sonucunda doğrulanmaması için hiçbir neden yoktur. Ancak yapılan deneylerle sınınan bu varsayım, her sınamada doğrulanamadı. Bununla birlikte, ortaya çıkan sonuçlar, öngörülemez bir şekilde, modele güvenen bilim insanlarını açmaza düşürdü. Çünkü ışık düşürülen levhada bazen zayıf ışıkta hızla ve çok sayıda elektron koptuğu, bazen güçlü ışık altında uzun süre sonra ve daha az elektron koptuğu, kimi zamanlarda ise tersi durumların olduğu tereddüde yer vermeyecek şekilde gözlemlendi. Kısacası elektronların levhadan koparak fırlamalarının deneyde kullanılan ışığın şiddetine bağlı olmadığı kesin şekilde açığa çıkmıştı.

Bu yeniden kriz demektir. Deneyler çoğaldıkça bilim insanları arasında ışığın dalga modelinin ışık-madde etkileşimi konusundaki öngörülere

uygun sonuçlar veremediği ve veremeyeceği yönünde kaygılar artmaya başladı. Yapılan deneylerde gözlemlenen durum, ışığın dalga şeklinde yayılma özelliği göstermesinden ziyade, sanki metal levhaya nişan almaksızın bir dizi enerji paketi (kuanta) sıkıldığı izlenimi veriyordu. Kısacası enerji paketinin denk geldiği elektron, enerji düzeyi yükseldiği için başka bir enerji düzeyine sıçırıyordu. Konuyu tam anlamıyla çözen enerji paketlerini foton diye adlandıran Albert Einstein (1879-1955) oldu. Enerji yüklü paketlerin, yani fotonların enerjilerinin Planck formülündeki v değerine göre değişiklik gösterdiğini, dolayısıyla elektronun metal levhadan kopma süresinin çarpan fotonun enerji yüküyle bağlantılı olduğunu açıkladı.

Gelecek sayıda fotoelektrik konusuna devam edeceğiz. ■



Albert Einstein (1879-1955)

Kaynaklar

Topdemir, H. G. & Unat, Y., *Bilim Tarihi ve Felsefesi*, Ankara: Pegem Akademi, 2019.

Topdemir, H. G., *Işığın Öyküsü Mitolojiden Kuantum Elektrodinamiğine Işık Kuramlarının Tarihsel Gelişimi*, (4. Baskı), Ankara: TÜBİTAK Popüler Bilim Kitapları, 2019.

Wheaton, B. R., "Phillip Lenard and the Photoelectric Effect, 1889-1911", *Historical Studies in the Physical Sciences*, (pp. 299-322), Vol. 9 (1978), University of California Press, 1978.

Yalçın, C. & Büğet, N., *Modern Fizik ve Atom Fiziği*, İstanbul: Milli Eğitim Basımevi, 1981.

Doğa Fauna

Dr. Bülent Gözcelioğlu
turkiye.dogasi@tubitak.gov.tr

Pabuç Gagalı “Leylek”

Afrika'nın orta ve doğu kısmına yakın tropik bölgelerde, gagaları büyük bir ayakkabıya benzeyen devasa bir kuş yaşar. İsmi halk arasında pabuç gagalı leylek olsa da zoologlar kafasının balenli balina kafasına benzediğini de düşünerek bu kuş türüne Latincede “balina kafalı kral” anlamına gelen *Balaeniceps rex* adını verdiler. Ayrıca bataklık kuşu ve bataklık kralı gibi isimleri de halk arasında bilinir.

Pabuç gagalı leylek ile ilgili en ilginç bilgilerden birisi, adında leylek ifadesi geçmesine rağmen bilimsel olarak aslında bir leylek türü olmaması. Bu devasa kuş, pelikan ve balıkçılların akrabası olarak sınıflandırılır.

Pabuç gagalı leylekler 110 cm ila 140 cm boyundadır. Geniş kanatları vardır ve ortalama kanat açıklığı 220 cm - 260 cm arasındadır. Erkekler dişilerden daha büyüktür ve gagaları daha uzundur. Tüyleri genel olarak grimsi mavi renkte olup kafası daha koyu gridir.

Bir Afrika endemiği olan bu tür; genel olarak Güney Sudan, Kuzey Uganda ve Batı Tanzanya'nın sulak alanlarında ve bataklıklarda yaşar. Ana besinleri balıktır. Uzun ve geniş gagası sayesinde büyük balıkları dahi kolayca avlayabilir ve tüketebilirler.





Ondrej Prosky / iStock

Gökyüzü

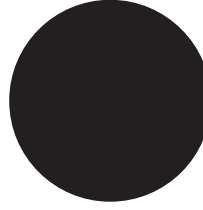
Prof. Dr. Faruk Soyduğan

[fsoydugan@comu.edu.tr

04 Ocak
Son dördün



11 Ocak
Yeni ay



18 Ocak
İlk dördün



25 Ocak
Dolunay



Gök Bilimi ve Sürdürülebilirlik

İnsanlığın evreni anlama çabalarında önemli yer tutan gök bilimi, gökyüzü gözlemleriyle filizlendi. Yaklaşık 400 yıldır evren araştırmalarının gözlemsel ayağında aktif kullanılan teleskoplar ve bağlı teknolojiler, özellikle son yüzyılda sayıları artan gözlem evlerinde ve ek olarak son 50 yıldır da uzay gözlem evlerinde çok daha etkin laboratuvar araçları olarak yerini alıyor. Bir taraftan tüm bilimsel ve teknolojik gelişmelerin gözlemsel astronominin gelişimine pozitif ivmeli katkıları her geçen gün daha fazla örnekle izlenirken, diğer taraftan evren meraklılarının hâlâ gök biliminin erken dönemi uygulamalarına benzer tekniklerle gözlemler yaptığına şahit oluyoruz. İleri seviye araştırma merkezleri veya laboratuvarların tümünde olduğu gibi profesyonel araştırma yapılan gözlemleri de çok büyük miktarda maddi kaynak ayrılarak kurulan yüksek teknoloji ekipmanları içeriyor. Başka bir deyişle, bu disiplin de farklı endüstrilerin devasa bütçelerle ürettiği ekipmanları etkin ve limit değerlerde kullanıyor ve dikkate değer bir karbon izinin oluşmasına yol açıyor. Bir yandan çıplak gözle

yapılan amatör gözlemler ve gökyüzünü tanıma çabası, diğer yandan ileri seviye araştırmalar, yüksek teknoloji kullanımı ve gerçekleştirilen çok önemli gök bilimi keşifleri. Sürdürülebilirlik üzerindeki negatif alana her disiplin gibi gök bilimi de ekleme yapıyor. Buna karşın, sürdürülebilirlik yolunda hedeflere ilerlemek için önemli fırsatlar da sunuyor.

İhtiyaçlarımızı gelecek nesillerden ödün vermeden karşılayabilmek sürdürülebilirliğin tanımlarından biri olarak karşımıza çıkıyor. Sürdürülebilirlik, birbirine sıkıca bağlı ekonomi, toplum ve çevre

boyutlarıyla farklı disiplinlerde çeşitli değişkenlerle birlikte değerlendiriliyor ve yaşam kalitemizi tüm ekosistemlerin sınırlarını aşmadan geliştirmemiz için farkındalık oluşmasında tek kelimeyle akılda kalıcı bir vizyon sunuyor. Gök biliminde sürdürülebilirlik kavramı, son yıllarda diğer disiplinlerde olduğu gibi farklı yönleriyle ele alınıyor. Gök bilimcilerin yer aldığı farklı derneklerde ve sivil toplum oluşumlarında sürdürülebilirlik komiteleri kurularak bu alana katkı sunmanın yolları aranıyor.

2015 yılında Birleşmiş Milletler Genel Kurulu, 2030 yılını hedef göstererek insanlık için sürdürülebilir bir gelecek oluşturmak amacıyla "17 Sürdürülebilir Kalkınma Hedefi (SKH)" belirledi. Bu kapsamda, çevrenin korunması, iklim krizine karşı önlemler alınması, refahın

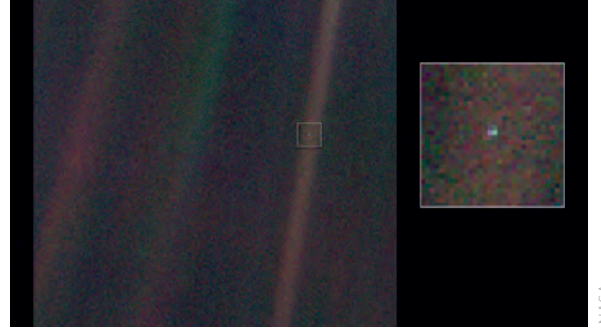


paylaşımı gibi önemli hedefler yer alıyor. Peki, gök bilimi bu hedeflere ulaşmak için nasıl katkı sunabilir?

Gök bilimi, bir bilimsel araştırma disiplini olarak, sürdürülebilirlik açısından çok özel konuma sahiptir. Tüm toplumların ve kültürlerin içinde yer bulmuş, nüfusların önemli bölümünde hayranlık uyandıran ve amatör sevdalısının en fazla olduğu araştırma alanlarından biridir. Gök biliminin ilham verici ve ufuk açıcı yönleri, sürdürülebilirliği teşvik etmek ve hedeflere ulaşmak için onu kullanışlı seçeneklerden biri kılıyor. Bunun yanında, SKH'ye ulaşmak için bilimin farklı disiplinlerinin devrede olması gerekiyor. STEM (Science, Technology, Engineering, Mathematics: Bilim, Teknoloji, Mühendislik, Matematik) alanlarında girdisi düşünülmeden bir SKH olmadığı söylenebilir. Örneğin "nitelikli eğitim" başlığında bilim okuryazarlığını, bilime erişimi ve çeşitliliği teşvik etme amacı bulunmaktadır. Genel olarak SKH, sürdürülebilir bir dünya için bilimi herkesin kullanımında ana enstrümanlardan biri olarak görüyor. Bu ilerleyişte, temel bilimler, inovasyon için temel bir gereklilik olarak kendine yer buluyor. Ayrıca, çok disiplinli araştırmanın ve bilimde çeşitliliğin sürdürülebilir kalkınma için kritik olduğu vurgulanıyor. SKH için çözüm arayışlarında, her alanda bilim okuryazarlığını ve bilimde kapasite geliştirmeyi arttırmak için fen eğitiminin güçlendirilmesi ihtiyacı vurgulanıyor. Bu faktörler, bilime yatırımların arttırılmasını ve sürdürülebilir kalkınmanın sosyal, ekonomik ve çevresel boyutlarını ele alan ve bilgi çeşitliliğine önem veren entegre bir bilimsel yaklaşımın teşvik

edilmesinin neden önemli olduğunu gösteriyor. Peki, sürdürülebilirliğin büyük resminde bilimin önemi açıkken gök bilimi burada kendine nasıl yer bulur?

Gök bilimi, bizleri uzayda ve zamanda yolculuğa çıkarırken aynı zamanda gezegenimize farklı bir açıdan bakmamızı sağlar. Yer'i uzayın karanlığında kaybolan soluk mavi bir nokta olarak görmek bizi gezegenimize nasıl bakmamız konusunda düşünmeye zorluyor. İnsan ölçeğinde büyük görünen Yer gezegeni, sınırlı kaynaklara sahip olduğu gerçeğiyle beraber evrende son derece küçük görünüyor. 1968'de Apollo 8 ekibi tarafından çekilen, Dünya'nın Ay manzarası üzerinden yükselişini gösteren fotoğraf hâlâ hayranlıkla seyrediliyor. Bunu takip eden yıllarda uzaydan çekilen Dünya fotoğrafları, gezegenimizin güzelliği yanında kırılğanlığını da ortaya çıkarmaya başladı ve bu görüntüler çevre bilincinin arttırılması için de sembol fotoğraflar oldu. 1990 yılında Voyager uzay aracının yaklaşık 40 Astronomik Birim mesafeden (1 Astronomik Birim: Yer-Güneş uzaklığına karşılık gelir ve yaklaşık 150 milyon kilometredir) çektiği fotoğraf ve Dünya için "soluk mavi nokta" tanımlaması, gök bilimci ve eğitimci Carl Sagan'ın cümleleriyle beraber hâlâ çok etkin olarak kullanılıyor. Güneş sistemi dışında keşfedilen gezegen (ötegezegen) sayısı 5.500'ü aşmış durumda ancak araştırmaların sonuçları dikkate alındığında hâlâ Dünya'nın benzersiz veya eşine az rastlanacak özelliklere sahip bir gezegen olduğu yönündeki görüşler azımsanmayacak derecede güçlü.



Voyager uzay aracının 1990 yılında yaklaşık 6 milyar km uzaktan çektiği Dünya fotoğrafı: soluk mavi nokta (NASA)

Diğer bilim dallarıyla karşılaştırıldığında gök biliminin, ilham verici ve hayal gücünü geliştiren taraflarıyla insanlarla bağlantı kurmada ve bilimi toplumla buluşturmada öne çıkan alanlardan biri olduğu söylenebilir. Burada evrenin gizemi, gece gökyüzünde gözlenen binlerce yıldız ve evrendeki yerimizin farkına varmaya çalışmak etkili oluyor. Bunların hepsi gök bilimini insanlara ulaştırabilmenin ve günlük yaşamın akışında onların farklı şeyler deneyimleyip farklı düşüncelerinin sağlaması için kullanılan yollardandır.



Apollo 8 ekibi tarafından 1968'de Ay manzarasıyla birlikte çekilen Dünya fotoğrafı (NASA)

Gök bilimi alanında araştırma yapanlar, SKH'ye ulaşmaya yardımcı olabilecek becerilere sahiptir. Fizik ve gök bilimi gibi alanlar, bugün gezegenimizi araştırmak için kullanılan önemli teknolojilerin gelişmesini

ve uzmanlıkların ortaya çıkmasını sağlamıştır. Farklı dalga boylarında gözlem yapabilen uydular sayesinde, artık Dünya çok farklı şekillerde gözleniyor ve takip ediliyor. Ayrıca gök bilimciler, Güneş sistemi ve ötesindeki diğer nesnelere inceleyerek bu verilere sıra dışı bir bakış açısı getiriyorlar. Gök bilimciler, evrensel araştırma hedefleri nedeniyle yüzyıllardır birlikte çalışma deneyimini etkin şekilde kullanıyorlar. Bu disiplinlerdeki araştırmacılar, farklı düşünme ve karmaşık sorunlara yenilikçi çözümler üretme konusundaki güçlü yetenekleriyle tanınırlar. Bu yetenekler, SKH'ne ulaşma yolunda etkin şekilde kullanılabilir.

Sürdürülebilirlik hedefleri için gök bilimi ve gök bilimcilerin katkısının iki ana kategoride gerçekleşeceği öngörülmüyor: eğitim ve araştırma. Astronomi eğitimi herkese Dünya'yı ve üzerinde yaşayanları farklı şekilde görme konusunda katkı sunma potansiyeline sahiptir. Kökenine bakılmaksızın tüm insanların eşit olduğu fikri, Dünya'ya uzaydan baktığımızda açıkça ortaya çıkıyor. Bu bakış açısını yakalamak, insanların birbirine karşı daha fazla empati kurmasına yardımcı olabilir ve herkes için daha yaşanabilir koşullara sahip olunmasına yol açabilir. Hepimiz Dünya gezegeninin vatandaşlarız anlayışı (veya küresel vatandaşlık), tüm insanların koşullarını iyileştirmeyi amaçlayan herhangi bir SKH ile ilişkilendirilebilir (örneğin; kaliteli eğitim).

Dünya, sonsuz büyümeyi sürdüremeyecek, sınırlı kaynaklara sahip bir gezegen. Geçtiğimiz yüzyılda hem nüfusumuz hem de teknolojik etkiler büyük oranda arttı. Bu durum kaynakların sınırlı olduğu konusunda

Quadrantid (Dörtlük) Gök Taşı Yağmuru

Quadrantidler Ocak ayının başlarında kuzey kürede gözlenen meteor yağmurlarından biridir. Yağmurun kaynağının Güneş'in çevresindeki turunu yaklaşık 5,5 yılda tamamlayan ve 3 km çapa sahip olan Asteroid 2003 EH1 olduğu biliniyor. Bu gök taşı yağmurunun 3-4 Ocak gecesinde maksimum etkinliğine ulaşması bekleniyor. Çoğu gök taşı yağmurlarının aksine, Quadrantidler'in yoğun dönemi sadece birkaç saat sürüyor. Gün doğumundan önce, yağmurun çıkış noktası kuzeydoğu ufkunun üzerinde 60 derece yüksekliği geçmiş olacak. Meteor yağmurları genellikle yayıldıkları bölgede yer alan takımyıldızın adıyla anılmasına karşın Quadrantidler'in çıkış noktası Bootes Takımyıldızı'nda bulunur. Quadrantid yağmuru için saat başı görülebilecek meteor sayısı yaklaşık 100 mertebesinde iken hem Ay ışığı hem de yapay ışık kaynaklarının neden olduğu ışık kirliliği nedeniyle, gözlem yapılan yere bağlı olarak bu sayıların büyük oranda değişebileceği unutulmamalıdır. 4 Ocak gününün ilk saatlerinde, ilkdördün evresindeki Ay'ın ışığı, parlak meteorlar dışındakilerin gözlenmesini zorlaştıracaktır.

hatırlatmalar yapılmasına ve insan yaşamının sürdürülebilirliği konusunda endişeler oluşturmaya başladı. SKH'lerden biri olan iklim aksiyonu (beraberinde temiz su, temiz enerji ve diğer bağlantılı hedeflerle beraber), gök bilimcilerin katkı sunabilecekleri bir alan. Bu alandaki araştırmacılar; iklim değişikliği, nedenleri, Dünya'nın kaynakları ve bunların yaşamın devamlılığı için önemi konusunda kozmik ölçekte sahip oldukları kazanımlarını kullanarak eğitimlere destek olabilirler.

Gök bilimciler, Dünya'nın yanı sıra Güneş sistemindeki ve diğer yıldızlar etrafındaki gezegenler üzerine yaptıkları araştırmalarla onlarca yıldır insanların gezegenimizi ve önemini anlamalarına yardımcı oldular. Örneğin, Venüs'teki sera etkisinin anlaşılması veya Dünya'ya benzer boyut ve kütleyle sahip gezegenlerin modellenmesi, Dünya gezegeninin kırılgan dengesinin farkına

varmamıza büyük katkı sundu. Bunun yanında, gök bilimciler, neden oldukları karbon ayak izinin azaltılması için farklı girişimlerde bulunmaya başladılar. İnşa edecekleri yeni gözlemlerinde ve araştırma merkezlerinde SKH'yi dikkate alarak önemli etki oluşturabilirler.

Sonuç olarak, gök bilimciler SKH'ye uyumlu olarak daha sağlıklı ve daha refah bir Dünya için katkı sağlama potansiyeline sahiptir. Gök bilimcilerin araştırmalarında, yeni proje planlarında, gözlemleri projelerinde, verdikleri astronomi eğitimlerinde ve uzay farkındalığı çalışmalarında "sürdürülebilirlik" bağlantılarını kurmak için çaba göstermeleri (tüm disiplinler için geçerli olmak üzere) artık geldiğimiz noktada elzem görünüyor. "Önce Dünya, sonra Ay, Mars, Titan ve ötesi" diyerek sürdürülebilirlik konusunda gök bilimcileri ve tüm insanları etkili iş birlikleri yapmaya davet ediyoruz.

- Sarah M. Wagner, Beatriz Mingo, Fatemeh Z. Majidi vd., "A more sustainable future for astronomy", Nature Astronomy, 7, 244-246, 2023
- Canadian Long-Range Plan for Astronomy and Astrophysics White Papers, LRP2020.
- (Online at <https://www.zenodo.org/communities/lrp2020>, id.27)
- <https://ras.ac.uk/poster-contest/maria-alejandra-diaz-teodori>
- <https://turkiye.un.org/tr/sdgs>
- <https://scientiamag.org/sustainability-in-astronomy-a-conversation-with-dr-leonard-burtscher-from-astronomers-for-planet-earth/>

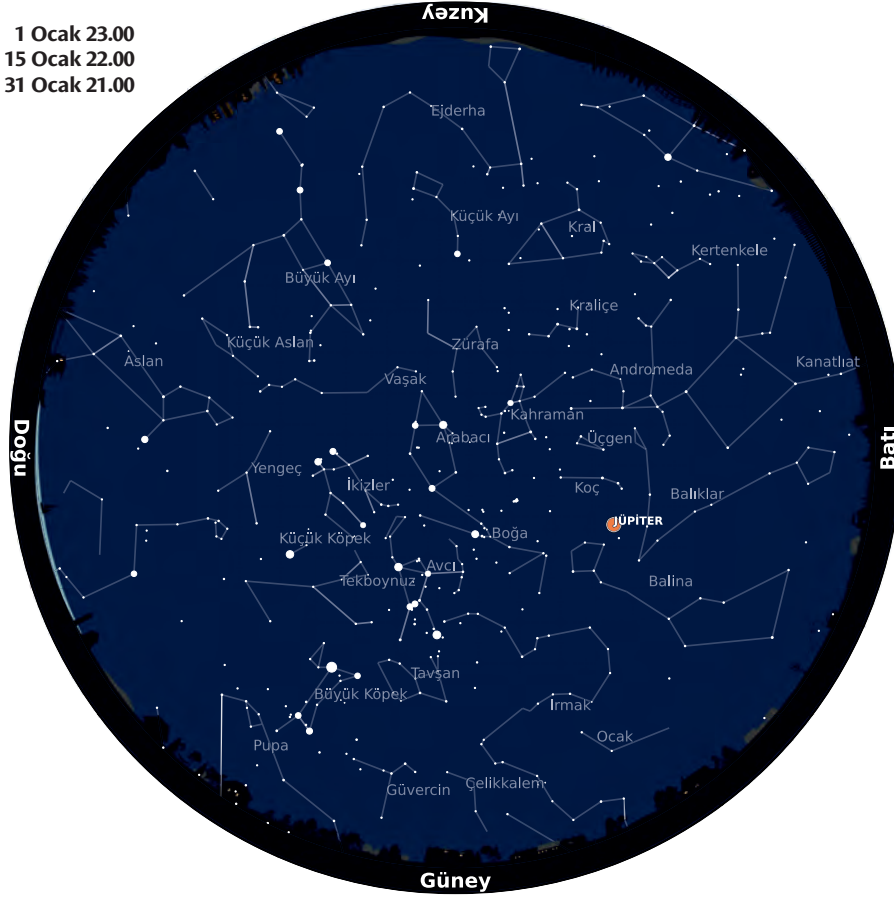
Ayın Önemli Gök Olayları

- 01 Ocak** Ay, Yer'e en uzak konumunda (404.911 km)
- 03 Ocak** Yer, Güneş'e en yakın konumda (147,1 milyon km)
- 03 Ocak** Quadrantid (Dörtlük) gök taşı yağmuru maksimum etkinlikte
- 09 Ocak** Merkür, Antares ve Ay birbirlerine yakın görünümde
- 10 Ocak** Ay ve Mars gün doğumunda birbirlerine yakın konumda
- 13 Ocak** Ay, Yer'e en yakın konumunda (362.264 km)
- 14 Ocak** Ay ve Satürn gün batımından sonra batıda birbirlerine yakın görünümde
- 18 Ocak** Ay ve Jüpiter birbirlerine yakın görünümde
- 27 Ocak** Merkür ve Mars gün doğumunda birbirine yakın görünümde
- 29 Ocak** Ay, Yer'e en uzak konumunda (405.781 km)



09 Ocak gün doğumunda doğu gökyüzü

1 Ocak 23.00
15 Ocak 22.00
31 Ocak 21.00



Gezegenler

Merkür: Yılın ilk günlerinde Güneş'e yakın bir görünümde olmasından dolayı gözlenmesi zor olacak Merkür, ay boyunca Güneş'in batısında yer alacak. Özellikle 7 Ocak sonrası gezegen gökyüzünde ufku üzerinde nispeten yüksek bir konumda. Gezegen, Güneş doğmadan hemen önce doğu gökyüzünde gözlenebilir. 15 Ocak'tan sonra gün geçtikçe gökyüzünde Güneş ile daha yakın görünümde olsa da hâlen gözleme uygun olacak. Ay sonuna doğru gün doğumundan hemen önce Mars ve Venüs ile beraber gözlenebilecek.

Venüs: Yıla sabah gökyüzünde parlak olarak gözlenecek şekilde giren Venüs, Güneş'ten yaklaşık üç saat önce doğuyor ve doğu ufkunda yükseliyor. Gökyüzünde Güneş'e bir hayli yakın konumda olan Merkür ve Mars'ın batısında yer alıyor. Gezegen, 9 Ocak'ta sabaha karşı, Merkür, kırmızı dev Antares ve son hilal evresindeki Ay ile yakın görünümde olacak. Ay sonuna doğru gökyüzünde Güneş'e hafifçe yaklaşmasına rağmen

rahat bir şekilde gözlenebilecek fakat gün doğumu ile gezegenin doğuşu arasındaki zaman farkı iki saatin altına inmiş olacak. Teleskopla gözlem yapmak isteyen bir gözlemci, ay boyunca Venüs'ü şişkin evrede rahatlıkla görebilir.

Mars: Yılın ilk günlerinde, gökyüzünde Güneş'e olan yakınlığı sebebiyle çıplak gözle gözlenemeyecek olan kızıl gezegen, doğu ufkunu gören yüksek bir yerden dürbün veya teleskop aracılığıyla çok kısa bir süre gözlenebilir. Gezegen, gün geçtikçe batı uzanımı artan gezegen, Güneş'ten uzaklaşmaya devam ediyor. Mars, 10 Ocak'ta son hilal evresindeki Ay'a yakın bir konumda, gün doğumundan önce doğu ufkunda bulursa da ufuk yükseklikleri az olduğu için ikilili şehir içinden görmek zor olabilir. Gezegen, 27 Ocak'ta sabaha karşı doğu ufkunda Merkür ile yakın görünümde olacak.

Jüpiter: Jüpiter, yılın ilk günlerinde 2024 yılı boyunca erişeceği en parlak hâline yakın bir parlaklıkla akşamın ilk

saatlerinde güneydoğu gökyüzünde gözlenebilecek. Güneş battıktan yaklaşık 2,5 saat sonra meridyene (güney noktasına) ulaşacak olan gezegen, ocak ayı boyunca gözlem için çok uygun durumda. 18 Ocak akşamı ilk dördün evresindeki Ay ile yakın görünümde olan gezegen, astrofotoğrafçıların ilgisini çekebilir. Gün geçtikçe Jüpiter Güneş'e yaklaşmaya devam edecek.

Satürn: Halkalı dev gezegen yılın ilk günlerinde Güneş battıktan sonra, 4 saat daha gökyüzünde görülebilecek. Gün batımının ardından batı ufkunun yaklaşık 30 derece üzerinde kolayca bulunabilir. 14 Ocak'ta hilal evresindeki Ay'a yakın bir konumda görünüyor. Ayın son günlerinde görünür konumu itibarıyla Güneş'e yaklaştığı için gözlenebilme süresi ayın ilk günlerine göre daha az olacak. 31 Ocak'ta Güneş battıktan yaklaşık 2 saat sonra Satürn de batacak.

Düşünme Kulesi

Ferhat Çalapkulu [dusunme.kulesi@tubitak.gov.tr]

Ayın Oyunu: Kropki

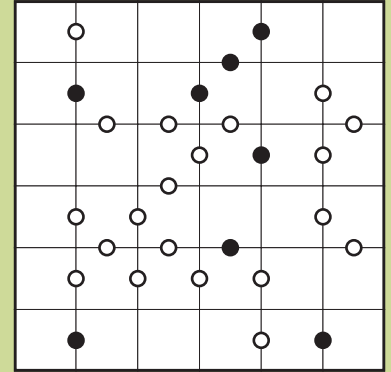
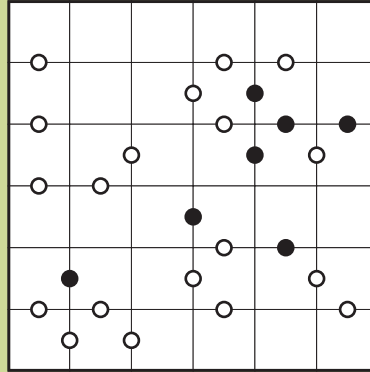
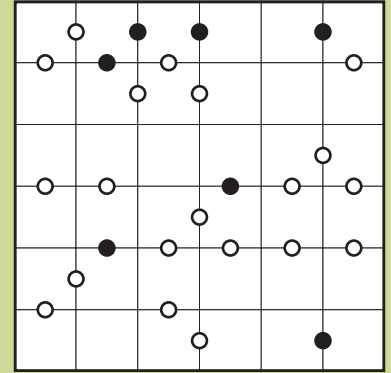
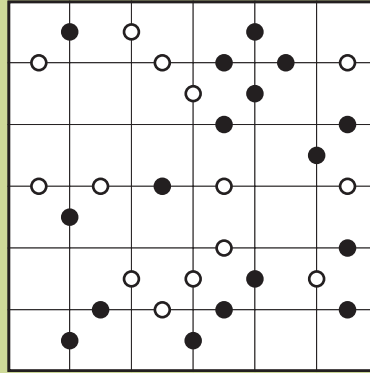
Kropki Oyununun Kuralları

Diyagramları 1'den 6'ya (örnekte 1'den 5'e) kadar her rakam, her satır ve sütunda birer hücrede bulunacak şekilde doldurunuz.

Eğer komşu iki rakam arasındaki farkın mutlak değeri 1 ise bu hücreler beyaz noktalarla ayrılırlar.

Eğer iki komşu hücreden biri diğerinin yarısına eşitse bu hücreler siyah nokta ile ayrılırlar. 1 ve 2 sayıları arasındaki nokta iki renkte de olabilir.

Bütün siyah ve beyaz noktalar verilmiştir.

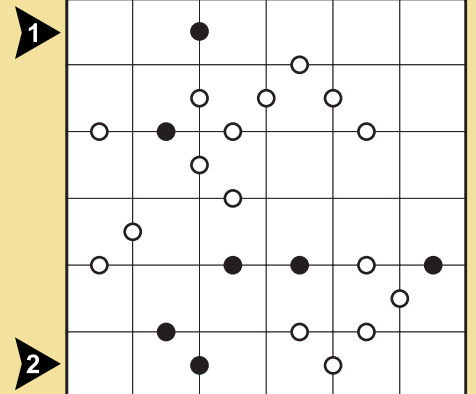


Kropki - Örnek Çözüm

1	2	5	3	4
2	4	1	5	3
5	3	2	4	1
4	1	3	2	5
3	5	4	1	2

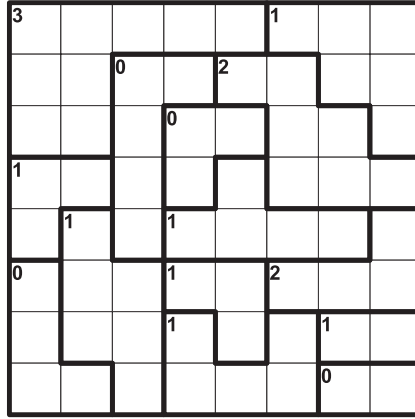
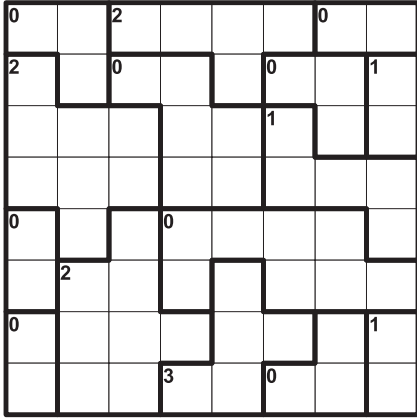
Ödüllü soru

▼ Kropki sorusunu çözüp ok doğrultusundaki içeriği yazarak ad, soyad, adres ve telefon bilgileri ile birlikte dusunme.kulesi@tubitak.gov.tr adresine gönderenler arasında çekilişle belirlenecek 10 kişiye TÜBİTAK Popüler Bilim Kitapları tarafından yayımlanmış *Gök Atlası* başlıklı kitap hediye edilecek. Çekiliş sonuçları dergimizin Facebook ve Twitter hesaplarından önümüzdeki ayın ilk haftasında duyurulacak. Geçen ayın ödüllü Toplamlı Sudoku sorusunu doğru yanıtlayan ve kitap ödülü kazanan okurlarımızın listesi Facebook ve Twitter hesaplarımız üzerinden duyuruldu.



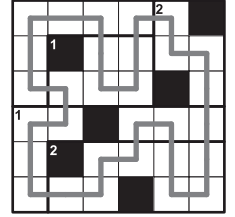
Ok doğrultusundaki içeriği yazın. Örnek çözümün ilk satırı 12534 şeklinde yazılmalıdır.

Bölgesel Yajilin: Bazı hücreler karalanacak ve kalan tüm hücrelerden kendisini kesmeyen kapalı tek bir yol geçilecektir. Diyagramdaki sayılar buldukları bölgede kaç hücre karalanacağını göstermektedir. Sayı olmayan bölgelerde istendiği kadar hücre karalanabilir ancak karalanmış hücreler birbirine kenardan komşu olmamalıdır. Sayı olan hücreler karalanabilir veya yolun bir parçası olabilir.

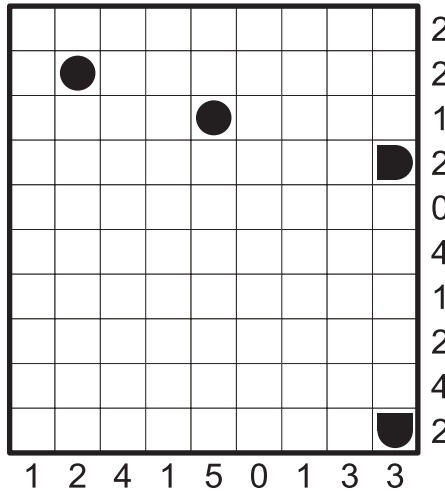
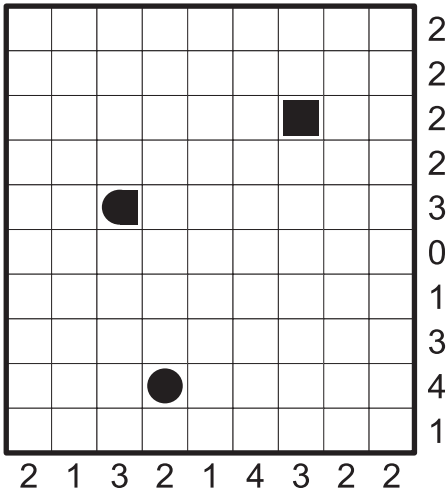


Bölgesel Yajilin

Örnek Çözüm

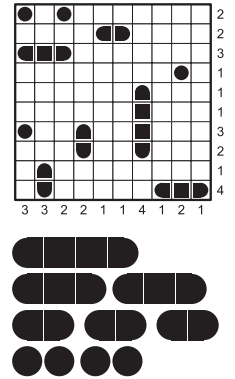


Amiral Battı Her diyagrama 4 denizaltı, 3 destroyer, 2 kruvazör ve 1 savaş gemisini yatay ya da dikey öyle yerleştirin ki hiçbiri birbirine çaprazdan da olsa değmesin. Diyagramın dışındaki sayılar, o satır ya da sütunda bulunan gemi parçalarının sayısıdır. Bazı gemi ve deniz parçaları verilmiştir.

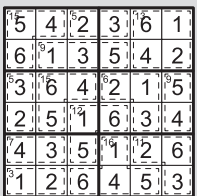
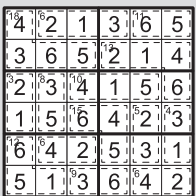
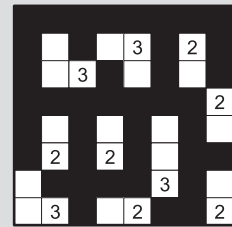
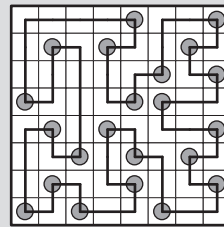
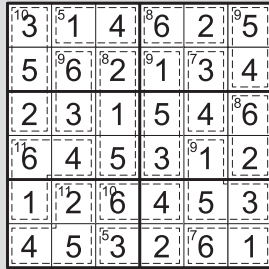
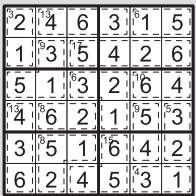


Amiral Battı

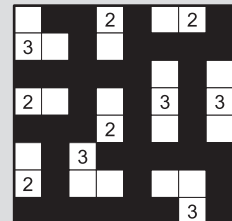
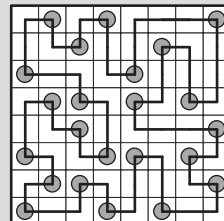
Örnek Çözüm



Geçen Sayının Çözümleri



Ödüllü Soru:
Toplamlı Sudoku



Toplamlı Sudoku

Köşe Kapmaca

Adalar

Satranç

Kivanç Çefle [btsatranc@tubitak.gov.tr]

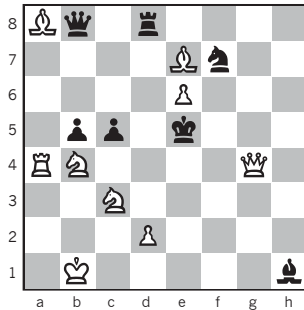
46. Dünya Satranç Kompozisyonu Çözme Yarışması

46. Dünya Satranç Kompozisyonu Çözme Yarışması, 5-9 Eylül 2023 tarihleri arasında Gürcistan'ın Batum şehrinde yapıldı. Bu önemli satranç etkinliği, 2-9 Eylül tarihleri arasında toplanan 65. Dünya Satranç Kompozisyonu Kongresi sırasında gerçekleştirildi. Takım sıralamasında Polonya birinci, Litvanya ikinci, Büyük Britanya da üçüncü oldu. Bireysel sıralamada Danila Pavlov (Rusya), Kacper Piorun (Polonya) ve Piotr Murdzia (Polonya) ilk üç sıraya yerleşti. Bu sayıda, size bu yarışmada katılımcıları özellikle

zorlayan problemlerden örnekler sunacağız. Önce iki hamlelik problemler arasında en zor olan kurguyla başlayalım:

Diyagram 1

Rainer Paslack,
Orijinal



Beyaz oynar ve iki hamlede mat eder.

Çözüm:

Pozisyona baktığımızda
1. Fd5 hamlesi son

derece cazip görünüyor, çünkü bu hamleyle beyaz bir Novotny kesişimi oluşturarak iki farklı hamleyle (2. Ac6# ve 2. Ad3#) mat tehdidinde bulunuyor. Şimdi, siyah d5'teki at fil ile alırsa (1... Fxd5) beyaz 2.Abd3#, veya kale ile alırsa (1... Kxd5) 2. Abc6# ile mat eder. Ama ne yazık ki 1...bxa4 hamlesi b4'teki atın açmazda kalmasına yol açarak bu tehdidi önlüyor. Doğru anahtar hamle **1. Vg6!** (tehdit 2. Vf6#). Beyaz, siyaha iki kaçış karesi veriyor:

a) 1...Şd4 2. Ac6#;
b) 1...Şf4 2. Ad3#;
c) 1...Fe4+ 2. Vxe4#.

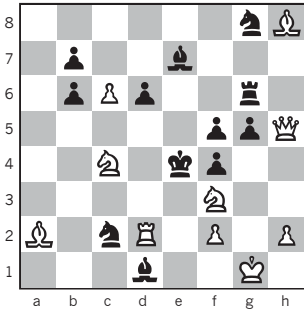
1. Fd5? Deneme hamlesi ile yapılan tehditlerin (2. Ac6# ve 2. Ad3#) gerçek oyunda siyah şahın kaçışlarından sonra yeniden ortaya çıkması hoş bir sürpriz.

Yarışma için özel olarak kurulan bu problemi (diyagramın üstündeki "orijinal" yazısı bunun için konmuş) 75 katılımcıdan 48'i doğru çözdü. Diyagram 2'de üç hamlelik problemler arasında zorluk sıralamasında ikinci olanı görüyoruz:



Diyagram 2

Aleksandr Kuzovkov,
Mihail Kuznetsov
Şahmati ve SSSR, 1985
Birincilik Ödülü



Beyaz oynar ve üç
hamlede mat eder.

Çözüm: **1. Vh3!** (tehdit 2.
Fb1 ve 3. Kd4#; 2...Ff6 3.
Axd6#)

a) 1...Fe2 2. Kd3
(3. Afd2#)...Şxd3 3.
Vxf5#;

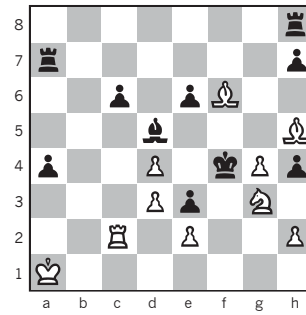
- b) 1...g4 2. Ag5+Kxg5**
3. Vd3;
c) 1...d5 2. Kd4+ Axd4
3. Afd2#;
d) 1...Ke6 2. Ah4
(3. Vxf5#/Vd3#)...Ae3
3. Kd4#;
e) 1...bxc6 2. Kd5
(3. Acd2#)...Şxd5
3. Vxf5#; 2...cxd5
3. Afd2#;
f) 1...Ff8 2. Ad6+ Kxd6
3. Axc5#; 2...Fxd6
3. Fd5#.

Bu problemi 75 kişiden
yalnızca 7'si "tam" olarak
doğru çözmüş. Yani anahtar
hamleden sonra siyahın
bütün savunmalarına karşı
beyazın ne şekilde karşılık
vereceğini eksiksiz olarak
çözüm kağıdına yazmış.

Üç hamleden daha uzun
olan problemler arasında
yarışmacılara en zor gelen
kurguyu da Diyagram
3'te görebilirsiniz.
Katılımcıların 24'ü bu
problemi tam olarak
doğru çözmüş, 45 kişi
yanlış çözüm vermiş, 6
kişi ise hiçbir çözüme
ulaşamamış.

Diyagram 3

Uwe Karbowiak
Rochade
2011
Üçüncülük Ödülü



Beyaz oynar ve
7 hamlede mat eder.

Çözüm:

1. Kc1!

Tehdit 2. Kf1+ Ff3 3. Kxf3#

1...Fg2 2. Kc5

Tehdit 3. Fg5#; 2. Kf1+?
Fxf1 3. Fe5+ Şg5 Ae4+ Şh6!

2...h6

2...Fd5? 3. Ae4 ve 4. Fe5/
g5#; 2...Kg7/Kg8 3. Fe5+
Şg5 4. F(x)g7+ Fd5 5. Ae4+
Şf4 6. Fe5/h6#.

3. Kc4

Tehdit 4. d5+ Fe4 5. Kxe4#

3...Fd5 4. Kc1! Fg2 5.

Kf1+ Fxf1 6. Fe5+ Şg5 7.

Ae4#.

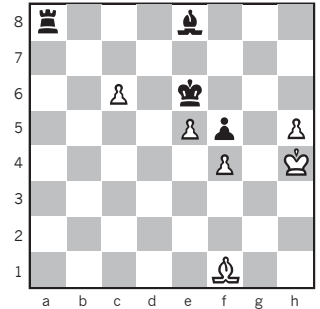
Mantıksal okul ilkelerine
göre kurulmuş olan
bu problemde, beyaz,
yaptığı ön manevra ile
siyahı 2...h6 oynamaya
zorluyor, böylece siyah
şahın kaçış karesinin
bloke edilmesini
sağlıyor. Sonra da e4
karesi koruyan fili bir
kale fedasıyla saptırarak
(5. Kf1+) mata ulaşıyor.

Ayın Soruları

Sizlere yine bu yarışmada
sorulmuş en zor etüdü
ve bir başka üç hamlelik
problemi çözmeniz için
sunuyoruz.

Diyagram 4

Volker Hergelt
Orijinal



Beyaz oynar ve
berabere kalır.

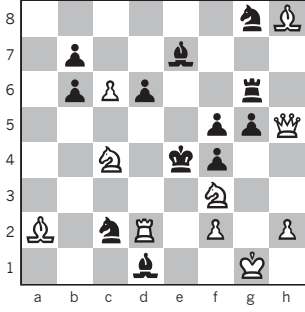
Yarışma için özel olarak
kurulmuş, yani daha
önce başka hiçbir yerde
yayınlanmamış bu
etüdü 75 yarışmacıdan
yalnızca biri doğru
olarak çözmüş!

Diyagram 5

Ferdinand Möller

Kagans Neuste

Schachnachrichten, 1921



Beyaz oynar ve
üç hamlede mat eder.

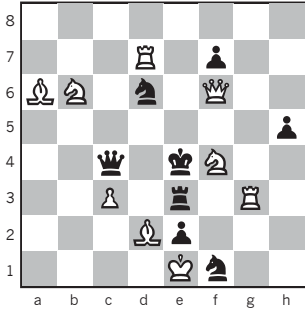
Geçen Ay Sorulan Problemlerin Çözümleri

Diyagram 6

Andrii Sergiienko

7. YCCC, 2023

On üçüncülük
(Serbest kategori)



Beyaz oynar ve
iki hamlede mat eder.

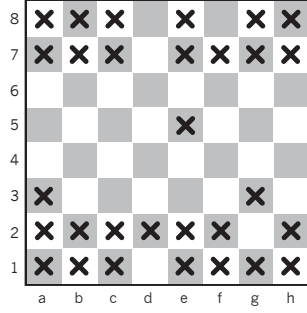
Çözüm:

1. Ad3! (tehdit 2. Af2#)
- a) 1...Kxd3 2. Vf4#;
- b) 1...Kf3 2. Vxf3#;
- c) 1...Vxd3 2. Ke7#;
- d) 1...Şxd3 2. Vf5#;
- e) 1...Af5 2. Ve5#.

Diyagram 7

Anirudh Daga

7. YCCC, 2023



Beyaz oynar ve kazanır.

İki kısımdan oluşan sorunun örnek olarak çözdüğümüz ilk kısmını hatırlatalım: Diyagramdaki pozisyon bir oyunda beyazın altıncı hamlesinden sonra ortaya çıkmış. Bu pozisyonda siyah bir hamlede mat etmiş. Diyagramdaki her "x" bir taşa karşılık geldiğine göre oyunun hamlelerini bulunuz. Bu kısmın çözümünü geçen yazıda vermiştik:

1. g3 e5 2. Fh3 Fa3 3. Fxd7+ Şe7 4. Fe8 Vd5 5. Şf1 Vxh1 6. Ve1 (Diyagram 5) ve 6... Fh3#!

Çözümünü sizden istediğimiz ikinci kısımda e5'teki "x" f8'e, f1'deki "x" ise e4'e konuyordu.

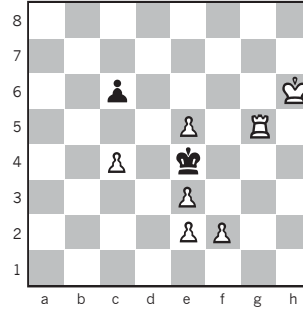
Soru gene aynı: Bir oyunda beyazın altıncı hamlesinden sonra böyle bir pozisyon ortaya çıkmış ve siyah bu pozisyonda bir hamlede mat etmiş.

Bu oyunun hamlelerini bulun! Şimdi de bu ikinci kısmın çözümünü veriyoruz: 1. g3 d5 2. Fg2 d4 3. Fe4 d3 4. cxd3 Vxd3 6. Vb3 Vc2 6 Va3 Vxc1#.

Diyagram 8

İlnur Mahmudov

7. YCCC, 2023



Beyaz oynar ve dört hamlede mat eder.

Çözüm:

1. Kh5! c5 2. Şg5 Kxe5 3. Kh6 Şe4 4. Ke6#.

Bu problemde "Hint Teması" gösterilmiş. Hint teması hakkında etraflı bilgi için Bilim ve Teknik dergisinin Temmuz 2022 sayısında çıkan "Tarihi Değiştiren Problem" başlıklı yazımıza göz atabilirsiniz. Ayrıca farklı bir örnek ve temanın tanımı için TÜBİTAK Bilim Genç'in Mayıs 2023 tarihli satranç köşesine bakabilirsiniz.



Ayın Sorusu

Prof. Dr. Azer Kerimov [bteknik@tubitak.gov.tr]

Bilkent Üniversitesi Fen Fakültesi
Matematik Bölümü

Soruyu çözüp cevabı ad, soyad, adres ve telefon bilgileri ile birlikte bteknik@tubitak.gov.tr adresine gönderenler arasından çekilişle belirlenecek beş kişiye TÜBİTAK Popüler Bilim Kitapları Yayınları'ndan bir kitap hediye edeceğiz:

Bu ay:

**Aziz Sancar'ın Kaleminden
Hayatı ve Bilimi**



**Çözümü ile birlikte
gönderilmeyen cevaplar
değerlendirmeye alınmayacaktır.**

Doğru çözüm ve çekiliş sonuçları dergimizin sosyal medya hesaplarından (facebook ve twitter) önümüzdeki ayın ilk haftasında duyurulacak (bilimteknik.tubitak.gov.tr).

Cücelerin Çiftlikteki Avluyu Temizlemesi



Keloğlan N sayıda cücenin yaşadığı bir çiftliği ziyaret eder ve bayram öncesi cücelerden çiftliğin büyük avlusunu temizlemelerini rica eder. Bunun için Keloğlan çiftlikteki her cücenin isminin tam olarak bir kez bulunduğu bir liste hazırlar ve avluyu çeşitli büyüklükte alanlara böler. Bundan sonra cüceler listedeki sıraya göre teker teker avluyu temizlemeye başlarlar. Avludaki her bir alan sadece bir cüce tarafından temizlenir. Cüceleri izleyen Keloğlan da her cücenin hangi büyüklükte alanı temizlediğini not eder.

Avlunun tamamı temizlendikten sonra Keloğlan cücelerin temizlediği alanların büyüklükleri ile ilgili çok ilginç bir özellik fark eder. Buna göre, listede birinci sırada bulunan cücenin temizlediği toplam alan listede bu cüceden daha sonra gelen cücelerin temizledikleri alanların aritmetik ortalamasından tam olarak 3 kat daha büyüktür. Listedeki ikinci sırada bulunan cücenin süpürdüğü toplam alan listede bu cüceden daha sonra gelen cücelerin temizledikleri alanların aritmetik ortalamasından tam olarak 3 kat daha büyüktür.

Benzer şekilde her $1 \leq k \leq N - 1$ sayısı için listede k. sırada bulunan bir cücenin temizlediği toplam alan, listede bu cüceden daha sonra gelen cücelerin temizledikleri alanların aritmetik ortalamasından tam olarak 3 kat daha büyüktür. Buna göre listede N-1. sırada bulunan cücenin temizlediği toplam alan listede son sırada bulunan cücenin temizlediği alandan tam olarak 3 kat daha büyüktür.

Bu özelliğe ek olarak Keloğlan listedeki birinci cücenin süpürdüğü toplam alanın listede son sırada bulunan cücenin süpürdüğü toplam alandan tam olarak 595 kat daha büyük olduğunu da fark eder.

Buna göre, çiftlikte bulunan toplam cüce sayısının alabileceği tüm değerleri bulunuz.

Zekâ Oyunları

Emrehan Halıcı [zeka.oyunlari@tubitak.gov.tr

2024 SORULARI

2024 yılının sağlıklı ve mutlu bir yıl olmasını diliyoruz.

Aşağıdaki sorularda verilen rakamların hepsini birer kez kullanarak ve sadece toplama, çıkarma, çarpma, bölme işlemleri uygulayarak 2024 sayısını elde ediniz.

- ▶ Rakamlar, verildikleri sıraları bozulmadan kullanılacaktır.
- ▶ Rakamlar yan yana getirilebilir.
- ▶ Parantez kullanılamaz.

SORU 1

1,2,3,4,5,6,7,8,9
(İki çözüm var.)

SORU 2

9,8,7,6,5,4,3,2,1
(Üç çözüm var.)

SORU 3

1,3,5,7,9,7,5,3,1
(Beş çözüm var.)

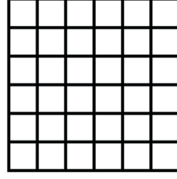
SORU 4

9,7,5,3,1,3,5,7,9
(Beş çözüm var.)

SORU 5

2, 4, 6, 8, 6, 4, 2

BOYANAN KARELER

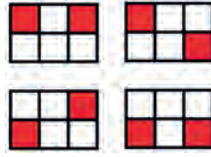


6X6 karelik bir tablonun 2 karesi kırmızıya boyanacaktır.

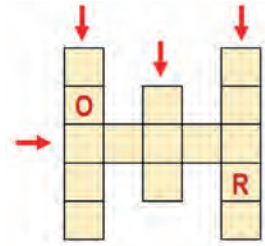
- ▶ Bir kare boyanmışsa ona yatay, düşey ya da çaprazdan komşu olan kareler boyanamaz.

Bu işlem kaç farklı biçimde yapılabilir?

Örnek: Soru 3x2 karelik bir tablo için sorulsaydı cevap 4 olurdu.



HARF YERLEŞTİR



A E E E F I İ R Ş T Ü Y Z

Tabloda verilen harfler boş karelere yerleştirerek okların gösterdiği yönde dört adet sözcük elde ediniz.

DÖRT PAZARTESİ

29 gün çeken bir şubat ayında dört pazartesi günü bulunma olasılığı kaçtır?

ÜÇ RAKAM

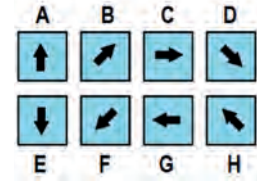
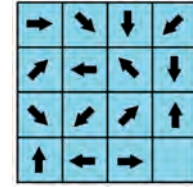
Matematik seven iki arkadaş arasında şu konuşma geçer:

- ▶ "Üç basamaklı bir sayı tuttum. Soldaki iki rakamın toplamı sağdaki iki rakamın çarpımına eşittir. Bu sayıyı bulabilir misin?"
- ▶ "Bu bilgiler yeterli değil."
- ▶ "Ortadaki rakam soldakinden küçük, sağdakinden büyüktür."
- ▶ "Şimdi buldum."

Bu sayıyı siz de bulunuz.

OKLAR

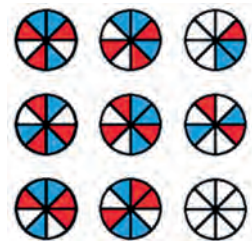
Boş kutuya aşağıdaki oklardan hangisi gelecek?



BÖL VE EKLE

Bir sayıyı 100'e bölüp 101 eklemekle 101'e bölüp 100 eklemek aynı sonucu veriyor. Bu sayı kaçtır?

RENKLİ DAİRELER



Son daireyi uygun biçimde boyayınız.

SORU İŞARETİ

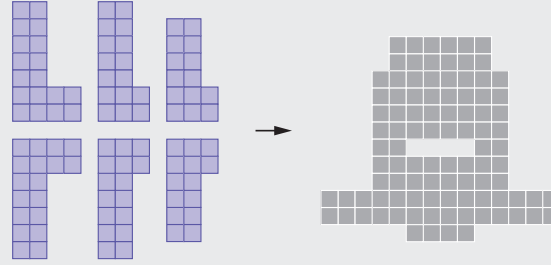
Soru işaretinin yerine aşağıdaki sayılardan hangisi gelecek?

4	3	8
10	2	9
6	11	25
18	5	19
2	13	?

- A. 23
B. 24
C. 26
D. 27
E. 28

ALTI "L"

Altı "L" parçasını bir araya getirerek sağdaki şekli elde ediniz.
Parçalar döndürülebilir ve ters çevrilebilir.



GEÇEN SAYININ ÇÖZÜMLERİ

RAKAMLAR

35397

$$(6)(2)(1) \times ((5)(4) + (3)) = 35397$$

BALIKÇILAR

C)20

En çok yakalayanın balık sayısı=E

Diğerlerinin balık sayısı=D

Toplam balıkçı sayısı=S

Herkese düşen balık sayısı=H

$$H = (D+E)/S$$

$$(D+E/2)/S = H-1$$

$$(D+4E)/S = 2H$$

Bu denklemlerden $D=2E$ ve $E=2S$ bulunur.

$D=4S$ ve S tam sayı olduğu için D sayısı

4'ün katı olan bir sayı olmalıdır.

OKUL NUMARASI

361

100'den büyük 1000'den küçük kare sayılar listelendiğinde rakamların toplamının bir kez yer aldığı tek sayı 361'dir.

Sayı	Karesi	Toplam
11	121	4
20	400	4
12	144	9
15	225	9
18	324	9
21	441	9
30	900	9
19	361	10
16	256	13
25	625	13
29	841	13

SAYI KUTULARI

6	14	16	2	3
4	9	15	7	
8	12	42	2	
9	3	28	1	5

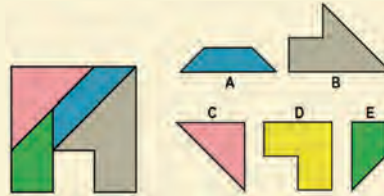
$$2 \times 8 = 16$$

$$1 \times 9 = 9$$

$$5 \times 3 = 15$$

PARÇALAR

Kullanılmayan parça D'dir.



DÖRT RAKAMLI SAYI

9856

$$9856 / (9+8+5+6) = 352$$

SAYI PİRAMİDİ

6 gelecek. Her satırda oluşan sayı bir üst satırdaki sayının 8 katı.

6				
4	8			
3	8	4		
3	0	7	2	
2	4	5	7	6

SORU İŞARETİ

D gelecek.



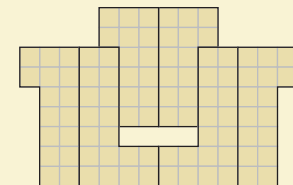
PLAKA NUMARALARI

A şıkkı.

$$A) C(7,3)/2^7 = 35/128$$

$$B) C(7,5)/2^7 + C(7,6)/2^7 + C(7,7)/2^7 = 29/128$$

ALTI "L"



Yayın Dünyası

İlay Çelik Sezer [TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi

Yağmur Suyu Hasadı Yağmuru Hayatınıza ve Bahçenize Davet Etme Yöntemleri

Brad Lancaster
Çeviri: Emre Rona

TÜBİTAK Popüler Bilim Kitapları,
Yetişkin Kitaplığı, 2023 (1. Basım)



Su kıtlığını su bolluğuna dönüştürün! Evinizde, bahçenizde ve yaşadığınız yerde sürdürülebilir su hasadı sistemlerini nasıl düşünmeli, tasarlamalı ve uygulamalısınız? Bu kitap, arazinizin kaynaklarını (yağmur suyu, güneş, bitkiler, toprak gibi) daha iyi değerlendirmenizi sağlıyor, potansiyel faydalarını en üst düzeye çıkarmanız için size çeşitli yaklaşımlar sunuyor ve sunduğu yöntemler sayesinde kendi arazinize ve ihtiyaçlarınıza uygun bütüncül, çok işlevli bir su hasadı planı oluşturmanıza destek oluyor. Bu kitapla, yağmuru hayatına ve bahçesine davet eden insanların başarı öyküleri, sizi de aynı şeyi yapmaya çağırıyor!

Yakın Uzay

Emre Sermutlu

TÜBİTAK Popüler Bilim Kitapları,
Başvuru Kitaplığı, 2023 (1. Basım)

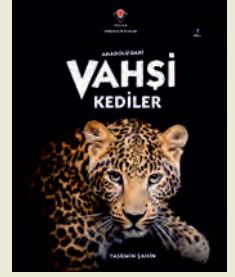


Binlerce yıldır devam eden gözlem, deney ve hesaplar sonucu birçok sırrı çözülmüş olsa da Güneş sisteminde hâlâ keşfedilecek çok şey var. Üstelik uzayda olup bitenler gündelik yaşantımızı yakından ilgilendiriyor. *Yakın Uzay* ile ilgi çekici sorular eşliğinde, Güneş sisteminde heyecan verici bir yolculuğa çıkıyoruz. Kendinizi büyük buluşları, çığır açan tasarımları gerçekleştiren bilim insanlarının ve mühendislerin yerine koyarak bu keşfe katılmak ister misiniz? Yolculuğumuz boyunca, bilimsel yasaların o kadar da karmaşık olmadığını, tam tersine bizi o yasalara ulaştıran düşünce şeklinin ne kadar doğal, açık ve keyif verici olduğunu göreceksiniz.

Anadolu'daki Vahşi Kediler

Yasemin Şahin

TÜBİTAK Popüler Bilim Kitapları,
Başvuru Kitaplığı, 2023 (1. Basım)



Anadolu'nun gizemli kedisi Anadolu parsı ile tanışmak ister misiniz? Vaşak, karakulak ve saz kedisi gibi Anadolu'da görülebilen vahşi kedi türlerinin yer aldığı bu kitapta; kedilerin yaşamları, beslenmeleri ve davranışları hakkında bilgiler bulabilirsiniz. Kusursuz güzellikleri ve üstün yetenekleriyle dikkat çeken bu vahşi kedileri gelin yakından tanıyalım.

İlk Okuma – Zürafalar

Lizzie Cope
Çeviri: Dr. Zeynep Çanakçı
Çizer: Francesca Rosa

TÜBİTAK Popüler Bilim Kitapları,
7 yaş +, 2023 (1. Basım)



Zürafalar nasıl sesler çıkarır? Nasıl su içerler? Yavru zürafalar ne zaman yürümeye başlar? Bu soruların cevaplarını ve zürafaların şaşırtıcı yaşamları hakkında daha pek çok ilginç bilgiyi bu kitapta bulacaksınız.

İlk Okuma – Tembel Hayvanlar

James Maclaine
Çeviri: Meryem Tuğba Pekşen
Çizer: Maribel Lechuga

TÜBİTAK Popüler Bilim Kitapları,
7 yaş +, 2023 (1. Basım)



Tembel hayvanlar ne yer? Kürkleri neden yeşerir? Yüzebilirler mi? Bu kitapla bu soruların cevaplarını ve tembel hayvanlarla ilgili daha pek çok ilginç bilgiyi öğreneceksiniz.