

Bilim ve Teknik

Aylık Popüler Bilim Dergisi Mart 2026 Yıl 59 Sayı 700 - 39 TL

Bilim ve Teknik
700.
sayı

AY'A YOLCULUK

İnsanlar 54 yıl
aradan sonra
neden Ay'a
geri dönüyor?

Yapay Halüsinasyonlar
Gezegimizin Su Alarmı
Gripte Zor Bir Yıl
Değişen Virüs, Değişen Bağışıklık

Yeni Nesil Siber Zorbalık ile
Nasıl Mücadele Edilir?

BİLİMİN
GÖRSEL DÜNYASI
POSTERİ



Nesiller Büyüten Dergi ile
Keşfetmenin Sonu Yok!



Yıllık Abonelik
468 TL
yerine
390 TL

#BilimOkuyanBilir



Abonelik avantajları için:
yayinlar.tubitak.gov.tr

Ön Kapak Görseli: Just_Super / iStock



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

Bilim ve Teknik

Aylık Popüler Bilim Dergisi
Yıl 59 Sayı 700
Mart 2026

İmtiyaz Sahibi
TÜBİTAK Adına Başkan
Prof. Dr. Orhan Aydın

Genel Yayın Yönetmeni ve Sorumlu Yazı İşleri Müdürü
Ömer Kökçam

Dergiler Müdürü
Kübra Bal Çetinkaya

Yayın Yönetmeni
Dr. Özlem Kılıç Ekici

Editör
Dr. Tuba Sarıgül

Yayın Danışma Kurulu
Ömer Kökçam
Fatma Başar
Kübra Bal Çetinkaya
Dr. E. Sümeyra Turalı Emre
Prof. Dr. Ersin GÖĞÜŞ
Dr. Yeşim İmamoğlu
Prof. Dr. Y. Eren Kalay
Prof. Dr. Raif Kandemir

Araştırma ve Yazı Grubu
Dr. Özlem Ak
Dr. Mahir E. Ocak
Dr. Tuba Sarıgül
İlay Çelik Sezer
Hayriye Yetiş Avcı

Redaksiyon
Berranur Beşir
Mehmet Sığırıcı

Grafik Tasarım
Hüseyin Diker

Web-Mobil Uygulama-Sosyal Medya
Dr. Tuba Sarıgül
Rıza Berkay Ayçeşlebi
İlkin Eda Şahin
Ebru Kars

Mali Yönetmen
Adem Polat

Mali ve İdari Hizmetler
Pınar Kaya

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
Özgün Matbaacılık Sanayi ve Ticaret A.Ş.
Mega Basım Yayın Sanayi ve Ticaret A.Ş.

Baskı Tarihi 20.02.2026

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 39 TL (KDV Dahil)

Her ayın 1'inde çıkar.



Kendi teknolojisini üreten, buluşlarıyla bilimsel çalışmalara yön veren ve doğal kaynaklarını verimli bir şekilde kullanarak her sektörde dışa bağımlılığı azaltacak şekilde çevreye duyarlı üretim süreçlerini yöneten ülkeler geleceğe daha emin adımlarla ilerler. Bilimsel bilgi ve teknoloji üretmenin bir ülke için ne kadar değerli olduğunu toplumun her kesimine anlatmak amacıyla her yıl 8-14 Mart arası “Bilim ve Teknoloji Haftası” olarak kutlanıyor. Bu kapsamda TÜBİTAK da yoğun bir etkinlik programı düzenleyerek bilimi toplumun her kesimiyle buluşturmaya devam ediyor.

Bu ay dergimizin 700. sayısını siz değerli okurlarımızla buluşturuyoruz. “700”, yarım asrı aşan bir emeğin, kuşaklar boyunca süren bir merak kültürünün ve bilimi toplumla buluşturma çabasının önemli bir kilometre taşı. Özlem Ak, işte bu 700 sayılık, nesiller boyu süren bilim yolculuğunun hikâyesini anlatıyor.

20 Temmuz 1969’da Apollo 11 uzay aracının kumandanı Neil Armstrong’un Ay yüzeyine adumun atarken söylediği söz tarihe geçmişti: “Bu, bir insan için küçük, insanlık için dev bir adım.” Bu adım yeryüzünden yaklaşık 390 bin kilometre uzakta atılmıştı. Ardından gerçekleştirilen diğer Apollo görevleriyle kısa süre içinde toplam 12 insan Ay’a ayak bastı. Ancak insanlı son Ay yolculuğunun gerçekleştirildiği 1972 yılından bu yana Ay’a bir daha insan gönderilmedi. Elli yılı aşkın bir aradan sonra insanlar yeniden Ay’a ayak basmaya hazırlanıyor. NASA’nın yürüttüğü Artemis projesi adım adım hayata geçiriliyor. Mahir Ocak bu ayki yazısında, insanların tekrar Ay’a yolculuk yapmasının arkasında yatan bilimsel nedenleri ve buna olanak sağlayacak Artemis projesini tüm adımlarıyla detaylıca ele alıyor. Bir diğer yazısında ise yapay zekâ uygulamalarının neden olduğu yapay halüsinasyonlardan bahsediyor.

İlay Çelik Sezer, gezegenimizin karşı karşıya kaldığı küresel su krizinin kapsamından ve boyutlarından bahsediyor. Mikroevrenden makroevrene uzanan çok sayıda bilimsel çalışma, elde edilen yeni bilgilerin yanı sıra birbirinden ilginç fotoğraflarla da âdetâ görsel bir şölen sunuyor. Hayriye Yetiş Avcı hem yazısında hem de bu ayki poster ekimizde bilimin güzelliğini yansıtan bu eşsiz karelerden bir seçkiye yer veriyor. “Yeni Nesil Siber Zorbalık ile Nasıl Mücadele Edilir?” ve “Gripte Zor Bir Yıl: Değişen Virüs, Değişen Bağışıklık” yazılarımız ile farklı ilgi alanlarına hitap eden *Bilim ve Teknik* ile Büyüdüm, Büyüyorum, Bilim Haberleri, Bilim Çizgi, Tekno-Yaşam, Merak Ettikleriniz, Bilim Tarihinden Notlar, Doğa, Gökyüzü, Düşünme Kulesi, Satranç, Ayın Sorusu, Zekâ Oyunları ve Yayın Dünyası başlıklı köşelerimizi de beğenerek okuyacağınızı umuyoruz.

Bilim ve Teknik elektronik dergi arşivi (son dört sayı hariç) ücretsiz olarak herkesin erişimine açıktır (services.tubitak.gov.tr/edergi). Dergimizin daha düşük fiyata ve ücretsiz kargoyla sizlere ulaşacağı abonelik fırsatından faydalanmak, ayrıca hem yeni hem de eski sayılarımızı satın almak için yayinlar.tubitak.gov.tr web adresini ziyaret edebilirsiniz. Dergimizin yenilenen web adresini (bilimteknik.tubitak.gov.tr), podcast kanallarını 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 diliyor, sonraki sayılarımızı sabırsızlıkla bekleyeceğinizi umuyoruz.

Sağlıcakla ve bilimle kalın... Unutmayın #bilimokuyanbilir!

Saygılarımızla,
Özlem Kılıç Ekici

İçindekiler

4

**Bilim ve Teknik ile
Büyüdüm, Büyüyorum...**

Özlem Ak

6

Haberler

14

Bilim ve Teknik

700 Sayılı Yolculuk

Özlem Ak

20

Bilim Çizgi

Tycho Brahe ve

Johannes Kepler

1. Bölüm

Sinançan Kara

32

Küresel Su İflası

Raporu Çerçevesinde

Gezegemizin Su Alarmı

İlay Çelik Sezer

44

Tekno-Yaşam

Gürkan Caner Birer

48

Tek Karedede Bilim

Bilimin Güzelliğini

Yansıtan Fotoğraflar

Hayriye Yetiş Avcı

56

Gripte Zor Bir Yıl

Değişen Virüs,

Değişen Bağışıklık

Özlem Ak

22

İnsanlar Ay'a Geri Dönüyor Artemis Görevi

Mahir E. Ocak

Elli yılı aşkın bir aradan sonra insanlar yeniden Ay'a ayak basmaya hazırlanıyor. NASA önderliğinde gerçekleştirilen Artemis projesi adım adım hayata geçiriliyor.

62

Merak Ettikleriniz

İlay Çelik Sezer

72

**Yeni Nesil Siber Zorbalık
ile Nasıl Mücadele Edilir?**

Bahar Kayıhan

76

Bilim Tarihinden Notlar

Orta Çağlarda Hareket II

Hüseyin Gazi Topdemir

80

Doğa - Fauna

Saliha

Kertenkelesi

Mehmet Kürşat Şahin

82

Gökyüzü

Tuba Sarıgül

86

Düşünme Kulesi

Ferhat Çalapkulu

88

Satranç

Kıvanç Çefle

93

Ayın Sorusu

Azer Kerimov

94

Zekâ Oyunları

Emrehan Halıcı

96

Yayın Dünyası

Özlem Kılıç Ekici

Büyüdüm, Büyüyorum...

Dr. Özlem Ak [TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi



Okurlarımızın *Bilim ve Teknik* dergisinin hayatlarındaki yerini, onlara neler kattığını, geleceklerine yön verirken nasıl bir rol oynadığını bizimle paylaştıkları mektuplarını yayımlamaya devam ediyoruz. *Bilim ve Teknik* ile ilgili anılarını, duygu ve düşüncelerini bizimle paylaşan okurlarımıza çok teşekkür ediyor, “*Bilim ve Teknik* bilimi sevmemde ve kariyerimi seçmemde rol oynadı” diyen okurlarımız için mektuplarını gönderebilecekleri adresimizi hatırlatıyoruz: bteknik@tubitak.gov.tr

***Bilim ve Teknik*'in hayatınızdaki yerini**



paylaşın, *Bilim ve Teknik* ile büyüyecek yeni kuşaklara ilham verin!



“Babamla aramızda kurulan bilim köprüsü”

Merhaba,

Ortaokul ve lise yıllarımda her ay kapımıza gelen en heyecan verici şeylerden biri *Bilim ve Teknik* dergisiydi. Yıllık abone olduğum için, her yeni ay gelince apartmandan aşağı inip posta kutusunu düzenli kontrol ederdim. Posta kutusunda dergiyi görüp elime aldığım an, sanki yepyeni bir dünyaya pencereler açılırdı. Önce uzay ve bilgisayar temalı yazıları okur, sonrasında da biyoloji ve diğer konulardaki yazıları bitirirdim. Hatta 146 ile internete bağlanılan dönemlerde bir sayfanın açılması o kadar çok zaman alırdı ki, bilgisayar başında oturup internette sayfa değiştirirken bile ben dergiden birkaç yazı daha okumaya devam ederdim. Evet, o dönemlerden geçtik!

Evimizde *Bilim ve Teknik* ile ilgili bir gelenek vardı. Babam, yıl sonunda yeniden abone olabilmemiz için beni küçük bir sınava alırdı. Önceki 12 sayıdan rastgele bir dergi ve konu seçer ve “bunu bana anlat” derdi. Ben de yeni yılın aboneliği bu küçük sınava tabi olduğu için mutlaka her yazıyı okurdum. Bu yüzden dergiyi sadece karıştırmaz, yazıları anlamaya çalışırdım. Babamın bu yöntemi, farkında olmadan bana öğrenmenin değerini öğretti. Bir konuyu anlatabilmek için gerçekten iyi anlamak gerektiğini o yaşlarda keşfettim. Bilim iletişiminin daha da önemli olduğunu anladığımız bugün, bilimi farklı bilgi ve kültür düzeylerindeki kişilere farklı yöntemlerle anlatmam gerektiğini ta o zamanlar anlamıştım.

Bugün geriye baktığımda, o dergi sayfalarının bana sadece bilgi değil, merak ve disiplin de kazandırdığını görüyorum. Babamla aramızda kurulan o küçük “bilim köprüsü”, öğrenmeye olan sevgimi derinleştirdi. Oradan aldığım güncel bir haberin detaylarını anlayabilmek için kitaplara ve ansiklopedilere başvururdum. Hâlâ yepyeni bir şey öğrenirken içimde aynı çocukluk heyecanı uyaniyorsa, bunun temelinde *Bilim ve Teknik*'le geçirdiğim o güzel yıllarım var.

Emeği geçen herkese çok teşekkür ediyorum.

Dr. Umut Yıldız

“Hep öğrenci olduğumuzu hatırlatıyor”

Merhaba,

Bilim ve Teknik denilince akluma önce ilk öğretmenim gelir. Ardından 30 sene önceki köy okulunun kütüphanesi, dergi kokusu, güzel astronomi görselleri... Evrende her an her şey değişirken *Bilim ve Teknik* dergisinin bende uyandırdığı his hâlâ aynı. Bir öğretmen olarak 30 sene sonra da öğrencilerimle birlikte *Bilim ve Teknik* okuyarak gündelik yaşantının baş döndürücü hızında dinginlikle merak ettiklerimizi öğreniyoruz. *Bilim ve Teknik* dergisi bize hep öğrenci olduğumuzu hatırlatıyor.

Özgür Türk

“Zevkle okuyorum”

Merhaba,

Bilim ve Teknik dergisini okumaya daha geçen yıl başladım ve hemen bir yıllık abonelik yaptırđım. O zamandan bu yana hep çantamda bulunduruyorum. Bu dergiyi severek okuyorum ve merakla makalelerini takip ediyorum. Herkese abone olmasını tavsiye ediyorum. Özellikle de bilime ve uzaya meraklı olanlara. Mars'ta yaşam, atom altı parçacıklar ve kuantum fiziği ile ilgili içerikleri çok beğeniyorum. Dahası derginin Zekâ Oyunları, Düşünme Kulesi, Ayın Sorusu, Satranç başlıklı köşelerindeki sorular ve problemler de biz gençlerin rahatlayıp kafasını dağıtması için çok uygun. Aynı zamanda zekâ oyunları yarışmalarına ve matematik olimpiyatlarına hazırlanmak için de harika birer fırsat. *Bilim ve Teknik* dergisini okumaktan zevk alıyorum ve emeği geçen herkese çok teşekkür ediyorum.

Umut Gündoğan

“Güven duyduğum dergi”

Merhaba,

Küçüklüğümde beri güven duyduğum, bir sonraki sayısında hangi konulara yer verileceğini merak ettiğim, ülkemizin gururu olan *Bilim ve Teknik* ailesine şükranlarımı sunmak isterim. Saygılarımla

Doç. Dr. Cem Erdoğan

“Hayatımın her köşesinde bilimle ilerlemek istiyorum”

Merhaba,

Çocukluğumdan beri bilime büyük ilgi ve merak duyuyorum. Çocukken çok meraklıymışım ve hep soru sormışım. Sayısı her geçen gün artan sorularıma cevap ararken ortaokulda *Bilim ve Teknik* dergisi ile tanıştım. Sonunda merak ettiğim tüm sorularım yanıtlarına kavuştum. *Bilim ve Teknik* sayesinde ufku mu açan yeni bilgiler öğrenip bilim dünyasında neler olup bittiğini takip edebiliyorum. Dergime ek olarak bana bilimi sevdiren öğretmenimden de bahsetmezsem olmaz. Yavuz Sultan Selim Anadolu Lisesindeki biyoloji öğretmenim sayesinde bilimin sadece bir ilgi alanı değil bir yaşam biçimi olduğunu anladım. Gelecekte hayatımın her köşesinde bilimle ilerlemek istiyorum ve bana bu kıvılcımı veren *Bilim ve Teknik*'e çok teşekkür ederim.

Gökçenaz Alkan

Haberler

10. Ulusal Antarktika Bilim Seferi

Hayriye Yetiş Avcı

Bu yıl onuncusu düzenlenen Ulusal Antarktika Bilim Seferi (TAE X), 1 Mart 2026 tarihinde tamamlandı. 16'sı Türk 17 araştırmacı 26 Ocak'ta İstanbul Havalimanından Beyaz Kıta'ya doğru bilimsel çalışmalarını yürütmek üzere yola çıktı. Sefer boyunca araştırmacılar, yeni projelerle birlikte önceki yıllarda başlanan projelerin devamı niteliğinde çalışmalar da gerçekleştirdi.

Farklı alanlardan birçok projenin hayata geçirildiği kutup bilim seferleri kapsamında 2017 yılından bu yana toplamda on Antarktika, beş Arktik seferi düzenlendi. Bu seferlere katılan 200'den fazla Türk bilim insanı, 150'den fazla bilimsel araştırma projesi gerçekleştirdi. Antarktika'da bulunan Türk Bilimsel Araştırma Kampı'nda bugüne kadar biyoçeşitlilikten iklim değişikliğine, yer bilimlerinden sismik gözlemlere kadar geniş bir yelpazede bilimsel araştırmalar yürütüldü. Elde edilen veriler ışığında Türk bilim insanları, küresel ölçekte önem taşıyan kutup araştırmalarına katkı sağlamaya devam ediyor.

10. Ulusal Antarktika Bilim Seferi kapsamında TÜBİTAK Kutup 1001 programı tarafından desteklenen, başta iklim değişikliği olmak üzere çeşitli alanlardan projelerin

saha çalışmaları gerçekleştirildi. TEKNOFEST Lise Öğrencileri Kutup Araştırma Projeleri Yarışması'nda şampiyon olan üç lise öğrencisi de projelerini sahada hayata geçirmek üzere sefere katıldı. Ayrıca 2020 yılından beri Antarktika'da veri toplamaya devam eden Küresel Konumlama Uydu Sistemi (GNSS) istasyonunun ve Türk Bilimsel Araştırma Kampı'nun işler durumda kalmasına yönelik bakım ve onarım çalışmaları yapıldı.

Türk Bilimsel Araştırma Üssü'nün kurulmasının planlandığı Horseshoe Adası'nın deniz tabanı haritası geçtiğimiz yıl çıkarılmıştı. Bu yılki seferde önceki yıl başlatılan çalışmalar devam ettirildi. Diğer yandan Türkiye ve ABD'nin iş birliğiyle geçen sene kıtaya kurulan düşük frekans ölçüm istasyonundan



güncel meteorolojik veriler alındı. Bu veriler Türk bilim insanlarının iklim değişikliği sorununa bilimsel düzeyde sağlayacağı katkılar açısından büyük önem taşıyor.

2030 Sanayi ve Teknoloji Stratejisi'nde yer verilen öncelikli program ve projeler kapsamında Antarktika'da kalıcı bir Türk Bilimsel Araştırma Üssü kurulmasına yönelik hedef doğrultusunda çalışmalar hızla devam ediyor. Antarktika'da kurulacak Türk Bilimsel Araştırma Üssü, Türk bilim insanlarının kutup araştırmaları yürütmesine katkı sağlamanın yanı sıra Türkiye'nin kutup bölgelerindeki bilimsel varlığını da kalıcı hâle getirecek. Bir diğer hedef ise ülkemizin 1995 yılında taraf olduğu Antarktika Antlaşması doğrultusunda Danışman Ülke statüsü kazanarak Antarktika'da yürütülecek bilimsel çalışmalarda, karar alma süreçlerinde ve bilgi paylaşımında söz sahibi olması.

T.C. Cumhurbaşkanlığı himayelerinde, T.C. Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı uhdesinde, TÜBİTAK Kutup Araştırmaları Enstitüsü (KARE) tarafından yürütülen Ulusal Antarktika Bilim Seferleri, ülkemizdeki genç bilim insanlarına kazandıracığı uluslararası tecrübeler bakımından büyük önem taşıyor. ■

<https://tubitak.gov.tr/tr/haber/onuncu-ulusal-antarktika-bilim-seferi-basladi>

Verimli Camlar İçin Aerojel

Mahir E. Ocak

University of Colorado Boulder'da Ivan Smalyukh önderliğinde çalışmalar yapan bir grup araştırmacı, ışık geçirgenliği %99'un üzerinde olan ve mükemmel derecede ısı yalıtımı sağlayan bir malzeme geliştirdi. MOCHI adı verilen aerojel yapısındaki malzeme, büyük levhalar hâlinde üretilebiliyor. Malzemenin, enerji verimliliği yüksek camların üretiminde yararlı olacağı belirtiliyor.

Yapı malzemelerinin ısı yalıtımlığı onlarca yıldır geliştirilmeye devam ediyor. Bu konuda en geriden gelen malzeme ise pencerelerde kullanılan camlar. Bu durumun temel nedeni hem yüksek ışık geçirgenliğine hem de iyi ısı yalıtım özelliklerine sahip cam malzemeler üretmenin zorluğu. İki ya da üç cam levha içeren çoklu camlar bu soruna bir dereceye kadar çare olsa da pencereler günümüzde binalardaki ısı kaybının en önemli kaynağı olmaya devam ediyor.

Pencerelerin sebep olduğu ısı kaybını azaltmak için öne çıkan malzemelerden biri aerojeller. Gözenekli yapıdaki bu katı malzemelerde sıradan jellerdeki sıvı bileşenlerin yerini hava alır. Aerojeller çok iyi derecede ısı



Glenn Asakawa / UC Boulder

Araştırma ekibinin üyelerinden Abram Fluckiger, beş katmanlı MOCHI malzemesi ve iki cam levhanın ardından bakıyor.

yalıtımı sağlayabilir. Bu malzemelerle ilgili bir sorunsal malzemelerin yapısında bulunan, büyüklüğü nanometre ve mikrometre ölçeğinde değişen gözeneklerin ışığı saçması ve malzemenin ışık geçirgenliğini düşürmesidir. Her ne kadar gözeneklerin büyüklüğünü ayarlayarak ışık geçirgenliğini artırmak mümkün olsa da yakın zamanlara kadar bu ancak ince filmler için başarılabilmiş, pencere camı ölçeğindeki malzemelerde ise mümkün olmamıştı.

Smalyukh ve öğrencileri yeni bir aerojel üretim tekniği geliştirdi. Araştırmacıların polisiloksandan ürettiği aerojellerdeki gözeneklerin büyüklüğü 2-50 nanometre arasında değişiyor.

Bu gözenek boyutu, görünür ışığı saçmak için çok küçük, ısı transferini engellemek içinse yeteri kadar büyük.

Malzeme kalınlığı 3 santimetrenin üzerine çıktığında bile ışık geçirgenliğini korumayı başarıyor. Ölçümler, araştırmacıların MOCHI adını verdiği malzemenin ışık geçirgenliğinin %99'un üzerinde olduğunu gösteriyor. Malzemenin ısı iletkenliği ise durgun havadan daha düşük. Araştırmacıların hesaplarına göre bir binanın pencerelerindeki sıradan camları MOCHI ile değiştirerek ısı akışını %50 oranında azaltmak mümkün.

Detaylı bilgiye Dr. Amit Bhardwaj ve arkadaşlarının *Science*'ta yayımladıkları makaleden ulaşabilirsiniz. ■

<https://www.science.org/doi/10.1126/science.adx5568>

Sivrisinek Hortumu Üç Boyutlu Baskıya Yeni Bir Boyut Katıyor

Özlem Ak

McGill ve Drexel üniversitelerinden araştırmacılar, dişi sivrisineklerin hortumlarını yani beslenme tüplerini yüksek çözünürlüklü 3D baskı nozüllerine dönüştüren yenilikçi bir üretim tekniği geliştirdi. Benzersiz geometrisi, yapısı ve mekanik

özellikleri sayesinde bu hortumlar, yaklaşık 20 mikron genişliğinde (beyaz kan hücresinden biraz daha küçük) baskı çizgileri üretebiliyor. Bu değer, günümüzde ticari olarak kullanılan 3D baskı nozüllerinin sağlayabildiği baskı genişliğinin yaklaşık yarısı kadar ince.

Araştırmacılar bu sürece "3D nekrobaskı" adını verdi, çünkü burada canlı olmayan biyolojik bir mikroyapı doğrudan ileri üretim aracı olarak kullanılıyor. Yöntemin potansiyel uygulamaları arasında hücre büyümesi veya doku mühendisliği için minik destek yapıları üretmek, canlı hücre içeren jelleri basmak ve yarı iletken çipler gibi mikroskobik nesnelere hassas bir şekilde taşımak yer alıyor. McGill Üniversitesi Makine Mühendisliği Bölümünden Doç. Dr. Jianyu Li, yüksek çözünürlüklü 3D baskı ve mikro ölçekteki dağıtım işlemleri için genellikle özelleştirilmiş metal veya camdan üretilen ultra ince nozüller kullanıldığını, bu

nozüllerin üretimlerinin zor ve maliyetli olduğunu, ayrıca çevre ve insan sağlığı açısından risk oluşturduklarını belirtiyor.

Nozülleri geliştirmek için araştırmacılar böceklerden elde edilen mikronozülleri inceledi ve kalınlığı insan saçının yaklaşık yarısı kadar olan ve minik bir mikroigne işlevi gören sivrisinek hortumunu en uygun aday olarak belirledi. Araştırmacılar, Drexel Üniversitesinde biyolojik araştırmalarda kullanılan sivrisineklerin beslenme tüplerini mikroskop altında dikkatlice çıkardı. Ardından biyolojik kökenli bu mikroigneyi 3D yazıcı sistemiyle entegre etmek için çok az miktarda reçine kullanarak standart bir plastik dağıtıcı uca sabitlediler. Daha sonra uçların geometrisini ve mekanik dayanımını analiz ettiler, basınca dayanıklılığını ölçtüler ve bu ucu özel bir 3D



baskı düzenine entegre ettiler. Hortum sisteme bağlandığında 3D yazıcının malzeme püskürttüğü son çıkış noktası hâline geldi. Araştırmacılar bu sistemi kullanarak bal peteği, akçaağaç yaprağı, kanser hücreleri ve kırmızı kan hücrelerini kapsülleyebilen biyolojik destek yapılar gibi karmaşık yapıları yüksek çözünürlükle basmayı başardı. Ayrıca baskı basıncı güvenli seviyelerde kaldığı sürece sivrisinek hortumunun tekrar tekrar uygulanan baskı döngülerine dayanabildiğini, doğru kullanım ve temizleme ile bir nozülün birçok kez kullanılabilirliğini tespit ettiler.

Biyobaskıdaki gelişmeler tıp alanında çalışan araştırmacılara benzersiz tedavi yaklaşımları geliştirme imkânı sağlıyor. Bu nedenle araştırmacılar bir teknoloji geliştirirken aynı zamanda yenilikçi yaklaşımlar ortaya koymaya da çalışıyor. Araştırma ekibi bu çalışmalar sayesinde biyolojik kökenli malzemelerin, karmaşık mühendislik yöntemleriyle üretilen bileşenlere uygun bir alternatif oluşturabileceğini, böylece ileri üretim ve mikro ölçekteki mühendislikte sürdürülebilir ve yenilikçi çözümlere giden yolu açtıklarını düşünüyor. ■

<https://doi.org/10.1126/sciadv.adw9953>

Çekirdekte 45 Okyanus Dolusu Sudaki Kadar Hidrojen Olabilir

Mahir E. Ocak

Dünya'nın çekirdeğindeki hidrojen miktarını tahmin etmek için yapılan deneyler çekirdekte 45 okyanus dolusu sudaki kadar hidrojen olabileceğini gösteriyor. Bu sonuçlar aynı zamanda Dünya'daki suyun büyük kısmının gezegenin ilk oluşum aşamalarından beri var olduğuna işaret ediyor.

Dünya'nın çekirdeği büyük oranda demirden oluşsa da hidrojen, oksijen, silisyum gibi elementleri de barındırır. Çekirdekte hangi elementlerin hangi oranlarda

bulduğunu tespit etmek Dünya'nın oluşumunun daha iyi anlaşılmasını sağlayacak önemli bilgiler verebilir. Çekirdekten örnekler alıp doğrudan ölçümler yapmak mümkün olmadığından çekirdeğin yapısını anlamaya çalışan araştırmacılar, bilgisayar benzetimleri ile çekirdekteki sıcaklık ve basınç koşulları oluşturularak yapılan deneylerden yararlanır.

Nature Communications'ta yayımlanan bir çalışmada Peking Üniversitesinden Dongyang Huang önderliğindeki bir grup araştırmacı çekirdekteki hidrojen miktarını tahmin etti. Araştırmacılar, ilk olarak elmas örs gözeler kullanarak deneyler yaptı. Deneylerde



Rost-9D / iStock

gözelerin içerisine çekirdeği temsil eden demir ve magma okyanusunu temsil eden sulu silikat camlar konuldu. Daha sonra gözelerin içindeki sıcaklık 4.827 °C'ye basınç ise 111 gigapaskala (GPa) çıkarıldı. Araştırmacılar daha sonra gözelerin içinde ortaya çıkan malzemeden ufak örnekler aldı ve analiz etti. Elde edilen sonuçlar Dünya gibi bir gezegen oluşurken silisyum, hidrojen ve oksijenin demir içerisinde nasıl bir araya geldiği hakkında bilgi verdi. Araştırmacılar son olarak elde edilen bilgileri kullanarak çekirdekteki hidrojen miktarını tahmin etti. Sonuçlar çekirdekte kütlece %0,07-0,36 oranında hidrojen olduğunu gösterdi. Bu hidrojen kütlesi 9-45 okyanus dolusu sudaki hidrojen kütlesine denk.

Elde edilen sonuçlar, Dünya'daki suyun büyük kısmının erken dönemlerden beri var olduğuna, daha sonraları yerküreye çarpan kuyruklu yıldızlar ya da başka gök cisimleriyle gelmediğine işaret ediyor. Araştırmacılar çekirdekte bu kadar yüksek miktarda hidrojenin ancak Dünya'nın oluşumunun ilk aşamalarında ortaya çıkmış olabileceğini söylüyor. ■

<https://www.nature.com/articles/d41586-025-04105-1>
<https://yildiz.edu.tr/universite/haberler/arastirmacimiz-dr-tugba-zaman-9-antarktika-bilim-seferinde>

Atlar İnsanların Korktuğunu Kokusundan Algılayabiliyor

Hayriye Yetiş Avcı

Daha önce yapılan araştırmalarda atların insanların yüz ifadelerindeki değişimi ayırt edebildikleri anlaşılmıştı. Geçtiğimiz yıllarda sonuçları *Nature* dergisinde yayımlanan bir çalışmada atların insan seslerindeki olumlu ve olumsuz duyguları ayırt edebildiği, örneğin öfke içeren sesleri gülme seslerine göre daha tehditkâr algıladığı tespit edilmişti. Yeni bir araştırmaya göre ise atlar, insanlardaki korku duygusunu görsel ya da sesli ipuçları olmadan koku yoluyla algılayabiliyor.

Koku duygusu, iletişim kurmak için en yaygın kullanılan duyulardan biri. İletilen koku sinyallerinin aynı

türün üyeleri arasındaki iletişimde nasıl bir rol oynadığı daha önce araştırılmış olsa da farklı canlı türleri arası iletişimdeki etkisine dair yapılmış kapsamlı bir çalışma henüz bulunmuyor. Fransa'daki Tours Üniversitesinden Dr. Léa Lansade ve ekibi, sonuçları *PLOS One* dergisinde yayımlanan bir çalışmada insan terinde bulunan molekülleri kullanarak atların koku duygusuna nasıl tepki verdiğini inceledi. Deneyde ilk olarak bir grup katılımcının koltuk altlarına pamuk pedler yerleştirildi. Daha sonra katılımcılara eğlenceli ve korkutucu videoların 20 dakikalık kesitleri iki farklı günde izletildi.

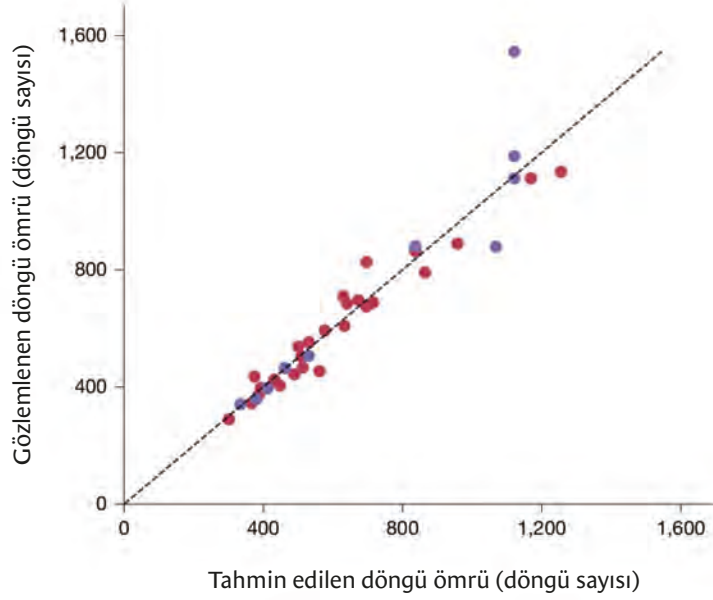
Üzerinde ter örneklerinin bulunduğu pedler, deneye katılan atların takması için özel olarak tasarlanmış bir ağızlığa yerleştirildi. Kontrol grubundaki atların ağızlığına ise kullanılmamış pedler koyuldu. Daha sonra atların kokladıkları koku türüne bağlı



olarak eğitimleriyle ne sıklıkla etkileşime girdikleri gözlemlendi. Korku filmi izleyen kişilerden alınan pedleri koklayan atlar, kontrol grubuna ve eğlenceli videolar izleyen kişilerden alınan pedleri koklayan atlara göre eğitimleriyle daha az sayıda etkileşimde bulundu. Daha sonra ise atların yemek yerken aniden açılan bir şemsiyeye verdiği tepkiler izlendi. Korku filmi izleyen kişilerin ter kokusuna maruz kalan atların tepkileri diğerlerinden farklıydı: Daha kolay ürktüler ve kalp atışları daha hızlıydı. Stres hormonu olan kortizol seviyelerinde ise herhangi bir fark bulunmadı. Son olarak ise araştırmacılar atlara ilk defa deney esnasında karşılaştıkları bir nesne gösterdi. Atların bu nesneye ne sıklıkla baktığı ve dokunduğu kaydedildi. Sonuçta korku filmi izleyen kişilerden alınan pedleri koklayan atların, nesneyle daha az etkileşim kurduğunu anlaşıldı.

Tüm deney sürecinde meydana gelen davranış değişiklikleri bir arada değerlendirildiğinde elde edilen bulgular, atların korku duygusunu koku yoluyla algılayabildiklerini gösteriyor. Ayrıca sonuçlar, duygusal sinyallerin türler arasında iletebileceğine dair kanıtları destekliyor. Ancak bu mekanizmanın nasıl işlediği henüz tam olarak anlaşılmış değil. ■

<https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0337948>



Makine Öğrenmesiyle Batarya Ömrü Tahmini

Mahir E. Ocak

Michigan Üniversitesinden Jiawei Zhang ve arkadaşları, makine öğrenmesiyle bataryaların ömrünü tahmin edebilmek için bir yöntem geliştirdi. Araştırmanın sonuçları *Nature*'da yayımlandı.

Batarya geliştirme çalışmalarındaki en zaman alıcı aşamalardan biri yeni tasarımların ömrünü tahmin etmektir. Geleneksel yöntem, bataryaların enerji depolama kapasitesi başlangıçtaki %90'una düşene kadar tekrar tekrar şarj edilip boşaltılmasına dayanır. Bu yöntemle batarya ömrünü tespit etmek aylar hatta bazen yıllar sürer. Zhang ve arkadaşları bu zamanı

sadece bir hafta ölçeğine indiren yeni bir yöntem geliştirdi. Makine öğrenmesine dayalı yöntem, yeni batarya tasarımlarının ömrünü ortalama %7,2 hata payıyla tahmin etmeyi başarıyor.

Geliştirilen modelin en önemli özelliği batarya ömrü boyunca yapılan ölçümlere ihtiyaç duyulmaması. Modelin hassas tahminler yapması için bataryanın ilk 50 şarj-deşarj döngüsü sırasında toplanan veriler yeterli oluyor.

Yeni yöntem batarya ömrü tahmini için gerekli test süresini yaklaşık %98 oranında kısaltıyor. Bu durum aynı zamanda batarya ömrü ölçümleri için harcanan enerjide %95'lik tasarruf yapılması anlamına geliyor.

Detaylı bilgiye *Nature*'da yayımlanan makaleden ulaşabilirsiniz. ■

<https://www.nature.com/articles/s41586-025-09951-7>

Solunabilen İlk Kanser Gen Tedavisi İçin Onay Süreci Hızlandırıldı

İlay Çelik Sezer

Akcığer kanserine yönelik solunabilir bir gen tedavisi, klinik deneme sonuçlarının umut verici olması nedeniyle ABD Gıda ve İlaç Dairesi (FDA) tarafından hızlı değerlendirme sürecine alındı. Türünün ilk örneği niteliğindeki tedavide, bağışıklığı güçlendiren genler akciğer hücrelerine bir virüs aracılığıyla aktarılıyor. Aktarılan genler hücrelerin tümörlerle daha iyi savaşmasını sağlıyor. Tedavinin bir diğer yenilikçi özelliği ise ağızdan ya da enjeksiyon yoluyla değil de soluma yoluyla alınması. Bu yöntemin avantajı tedavinin doğrudan akciğerlere

ulaştırılabilmesi. Nitekim akciğer kanserinin dünya genelinde kanser kaynaklı ölümlerde ilk sırada olmasının nedenlerinden biri, ağız ya da damar yoluyla uygulanan ilaçların ya da terapötik (tedavi edici) ajanların tümör hücrelerine ulaştırılmasındaki zorluklar.

Tedavide zararsız hâle getirilmiş bir herpes virüsü, interlökin-2 ve interlökin-12 proteinlerini kodlayan genleri akciğer hücrelerine taşıyor. Bu proteinler normalde vücutta üretilerek tümör büyümesini baskılıyor ancak tümörler bazen geliştirdikleri mekanizmalar yoluyla bunların etkisini zayıflatabiliyor. Geliştirilen gen tedavisi bu proteinlerin üretimini artırmayı hedefliyor. Klinik denemede ileri evre 11 hastanın üçünde tümörler küçülürken beşinde tümörlerin büyümesi durdu. Bazı hastalarda titreme ya da kusma gibi yan etkiler görülse de ciddi bir güvenlik sorunu saptanmadı. Yöntemin dezavantajı ise sadece akciğerle sınırlı kalmış ve başka organlara yayılmamış tümörlerde etkili olması. Bu nedenle araştırmacılar şimdi geliştirdikleri yeni tedavi yaklaşımı ile immünoterapi ve kemoterapi yöntemlerinin bir arada kullanıldığı daha geniş katılımlı bir klinik deneme yürütüyor.

Tedaviyi geliştiren şirket daha önce de ilk kez cilde sürülerek uygulanan bir gen tedavisi için onay almıştı. Nadir görülen çekinik distrofik epidermolizis bülloza adlı cilt hastalığına yönelik geliştirilen tedavide de zararsız hâle getirilmiş herpes virüsü kullanılmıştı. Bu çalışmada kolajen üretiminden sorumlu genler deri hücrelerine aktarılarak cilt dokusunun onarılması amaçlandı. Şirket ayrıca halihazırda kistik fibrozis ve alfa-1 antitripsin eksikliği adlı akciğer hastalığına yönelik gen tedavileri üzerine de çalışıyor. ■

<https://www.newscientist.com/article/2515185-first-ever-inhalable-gene-therapy-for-cancer-gets-fast-tracked-by-fda/>

Antarktika Penguenlerinin Üreme Takvimi Hızla Değişiyor

Özlem Ak

Oxford Üniversitesi ve Oxford Brookes Üniversitesi tarafından yürütülen Penguin Watch, bilim insanları ile gönüllüleri bir araya getirerek Antarktika penguenlerinin uzun vadeli olarak izlendiği uluslararası bir araştırma projesi. Proje kapsamında elde edilen yeni bulgular, penguenlerin üreme mevsiminde rekor düzeyde bir erkene kayma meydana geldiğini





AscentXmedia / iStock

ortaya koyuyor. Büyük olasılıkla iklim değişikliğiyle bağlantılı olan bu kayma nedeniyle penguenlerin besine erişiminin zorlaşabileceği ve türler arası rekabetin artabileceği belirtiliyor. Çalışmanın sonuçları, Dünya Penguen Farkındalık Günü olan 20 Ocak'ta *Journal of Animal Ecology* dergisinde yayımlandı.

Araştırmacılar, 2012–2022 yılları arasında penguenlerin üreme zamanlamasındaki değişimleri inceledi. Çalışmada, bir kolonideki penguenlerin bir yuvalama alanını sürekli olarak kullanmaya başladığı ilk tarihe odaklanıldı. Adélie, Chinstrap ve Gentoo olmak üzere üç penguen türünün ele alındığı çalışmada, yuva sayısı birkaç düzine ile yüz binler arasında değişen koloniler incelendi. Antarktika ve Antarktika'ya komşu adalardaki

37 koloninin 77 zaman atlamalı kamera ile izlendiği çalışmada elde edilen verilerin yalnızca belirli penguen kolonilerine özgü olmadığı, türlerin genel davranışlarına da ışık tuttuğu belirtildi.

Sonuçlar, üç penguen türünde de üreme mevsiminin rekor hızlarda erkene kaydığını gösteriyor. En büyük değişim, üreme zamanları her 10 yılda ortalama 13 gün (bazı kolonilerde 24 güne kadar) erkene kayan Gentoo penguenlerinde gerçekleşti, Adélie ve Chinstrap türlerinde ise kaymanın ortalama 10 gün olduğu belirlendi.

Araştırma ekibinden Dr. Ignacio Juarez Martínez, iklim değişikliğinin penguen türleri üzerinde farklı etkiler yaratacağını, bazı türleri avantajlı bazılarını ise dezavantajlı

konuma getireceğini vurguluyor. Antarktika Yarımadası'nda iklimin giderek daha ılıman hâle gelmesi, farklı çevre koşullarına daha kolay uyum sağlayabilen Gentoo penguenleri için avantaj sağlarken büyük ölçüde krillerle beslenen Chinstrap penguenleri ile üreme zamanlaması deniz buzuna bağlı olan Adélie penguenlerini olumsuz etkiliyor. Penguenlerin Antarktika besin ağlarındaki kilit rolü göz önüne alındığında tür çeşitliliğindeki azalma, ekosistem genelinde zincirleme ve uzun vadeli etkiler yaratma riski taşıyor.

Üreme zamanındaki rekor kaymalar deniz buzundaki değişimler, biyolojik üretkenlik ve artan sıcaklıklarla bağlantılı olarak ortaya çıkıyor. İzleme kameralarına yerleştirilen termometreler sayesinde penguen kolonilerinin bulunduğu alanların sıcaklığının yılda ortalama 0,3 °C arttığı, bunun Antarktika genelindeki ortalama sıcaklık artış hızının (0,07 °C/yıl) yaklaşık dört katı olduğu belirlendi. Söz konusu bölgeler Dünya üzerindeki en hızlı ısınan alanlar arasında yer alıyor. Araştırma ekibinden Dr. Fiona Jones, penguenleri iklim değişikliğinin “erken uyarı göstergeleri” olarak tanımlarken bu bulguların dünya genelindeki birçok türün iklim değişikliğinden nasıl etkilendiğine ilişkin önemli bilgiler sunduğunu vurguluyor. ■

<https://doi.org/10.1111/1365-2656.70201>



Bilim ve Teknik

700 Sayılıık Yolculuk

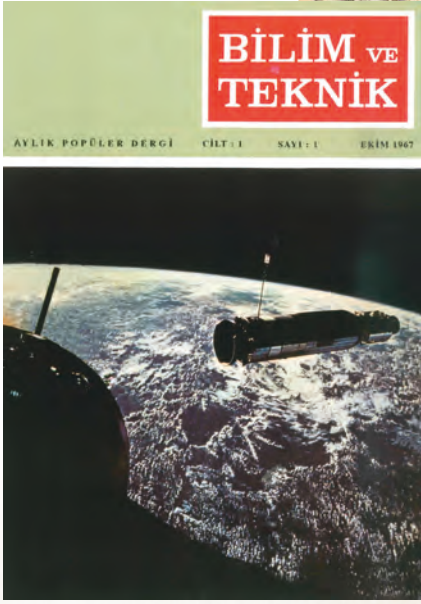
Dr. Özlem Ak [TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi



*Bilimle toplumu, toplumla bilimi
buluşturuyoruz...*



Bir derginin hikâyesi bazen bir masa etrafında ortaya çıkan bir fikirle başlar. TÜBİTAK Bilim Kurulu'nun 24 Ekim 1966 tarihli toplantı tutanakları, bugün Türkiye'nin ilk ve en köklü popüler bilim dergisinin temellerinin bu toplantıyla atıldığını ortaya koyuyor. O toplantının gündeminde lise öğrencilerine ve toplumun geneline hitap edecek, bilimsel ve teknolojik gelişmeleri herkesin anlayabileceği bir dille aktaracak bir dergi çıkarılması vardı. Kurul üyeleri derginin biçimi, içeriği ve hatta adı üzerine fikir yürüttü: "Herkes İçin Bilim" ve "Bilim Dünyası" gibi öneriler gündeme geldi. Bu isimler kullanılsa da toplantı gündeminin ardındaki hedef netti: Bilimi yalnızca toplumun belli bir kesiminin ilgi alanı olmaktan çıkarıp toplumun gündelik hayatının bir parçası hâline getirmek.



1 Ekim 1967'de TÜBİTAK *Bilim ve Teknik* dergisinin ilk sayısı okurlarla buluştu. Beş bin adet basılan ilk sayı kısa sürede tükendi ve ikinci 5 binlik baskı yapıldı. O günlerin sınırlı teknik imkânlarına, dağıtım güçlüklerine ve popüler bilim yazısı hazırlayacak yeterli sayıda uzman bulmanın zorluğuna rağmen dergi yayımlanmaya devam etti. Zamanla bilimi herkesin anlayabileceği bir dille anlatma hedefi, *Bilim ve Teknik*'in en ayırt edici özelliği hâline geldi. Popüler bilim dergilerinin ülkemizdeki ilk örneği ve bilim iletişiminin öncüsü olan *Bilim ve Teknik* aynı zamanda aralıksız olarak yayın hayatına devam eden dünyadaki en eski 13. dergi olma özelliğine sahip.

Derginin ilk editörü olan ve bu görevi 11 yıl sürdüren Nüvit Osmay, 1970'li yıllarda kaleme aldığı bir yazıda derginin geldiği noktayı şöyle özetliyordu: "Tiraj 20 binlere ulaştı, abone sayısı 3 bin 500'ü geçti. Ufak tefek kusurlarımıza rağmen *Bilim ve Teknik*, Türkiye yayın dünyasında yerini almış, genç ve yaşlıların severek okuduğu bir dergi hâline gelmiştir." Dergi artık yalnızca büyük şehirlerde değil, Türkiye'nin dört bir yanında okurlara ulaşıyordu.

Bilim ve Teknik, yıllar içinde yalnızca bilim ve teknolojideki gelişmeleri aktarmakla kalmadı, kendisi de değişti, dönüştü. 1980'li yılların sonlarına gelindiğinde dergi ekibi, okur geri bildirimlerini daha sistemli biçimde toplamak için anketler

düzenledi. Amaç, okurun beklentilerini doğrudan öğrenmek ve dergiyi bu doğrultuda geliştirmektir. Bu anketlerin ardından içerik ve tasarımda çeşitli yeniliklere gidildi, başlıkların dili sadeleşti, görsel kullanımı artırıldı.

1990'lı yıllar, *Bilim ve Teknik* için yalnızca içerikte değil, basılı yayıncılığın yanı sıra dijital ortamlarda da varlık göstermeye başladığı bir dönem oldu. İnternetin yaygınlaşmasıyla birlikte bilgiye erişim alışkanlıkları hızla değişirken dergi de bu dönüşümün dışında kalmadı. Ocak 1991'de Türkiye'de basılı yayıncılıktaki ilk web sayfası *Bilim ve Teknik* için hazırlandı.

1998’de derginin internet sitesi yenilendi, Türkçe popüler bilim içeriği arayan okurlar için çevrim içi ortamda da bir buluşma noktası oluşturuldu. Böylece dergi, basılı sayfaların ötesine geçerek ve erişim alanını genişleterek özellikle yeni kuşaklara da ulaşmaya başladı.

1994 yılı, *Bilim ve Teknik* için bir dönüm noktası oldu. Derginin tasarımı ve boyutu yayınlandığından beri ilk kez değiştirildi. Tel dikişten Amerikan cilt baskıya, soğuk dizgiden bilgisayarlı tasarıma geçildi. Dergi, biçimsel olarak önemli bir değişim geçirdi: Boyutu büyüdü, sayfa sayısı arttı ve daha çağdaş

bir tasarım anlayışı benimsendi. Başlangıçta bazı okurlar bu değişime mesafeli yaklaşırsa da dergi zamanla bu dönüşümü kimliğinin doğal bir parçası hâline getirdi. Bu süreç, *Bilim ve Teknik*’in yalnızca köklü geçmişine dayanan değil, değişen okur alışkanlıklarına uyum sağlamaya çalışan “canlı” bir yayın olduğunu da gösterdi.

Eylül 1998’de Türkiye’deki ilk amatör gökbilim faaliyetleri ve “Gökyüzü Gözlem Şenliği” *Bilim ve Teknik*’in çalışmaları ile başladı. Mayıs 2001’de Türkiye’de ilk buluş şenliği etkinliklerini başlatan yine *Bilim ve Teknik* dergisi oldu.

Kasım 2003’te Formula-G Güneş Arabaları Yarışları sayısı yayımlandı ve Türkiye’de ilk alternatif enerjili araç yarışları çalışmaları başladı. Haziran 2006 sayısı ile birlikte 39 yıllık dergi arşivi DVD’si verildi. Okurların yoğun talebi üzerine aynı sayının arka arkaya üç defa baskısı yapıldı ve tüm baskılar iki hafta içinde tükendi. Bu da derginin yayın hayatındaki bir rekor olarak tarihe geçti. Ocak 2007’de dergi ekibi tarafından hazırlanan *Meraklı Minik* dergisi yayın hayatına başladı.



Çocuklara Açılan Kapı

Derginin hikâyesi yetişkin okurlarla sınırlı değildi. 1995’te *Bilim ve Teknik* içinde yer alan “Küçük Eller Bilimde” köşesi, çocuklara ayrılan iki sayfalık bir alan olarak başladı. Beklenenden büyük ilgi gören bu köşe, 1996’da “*Bilim ve Teknik Çocuk Eki*”ne dönüştürüldü. On altı sayfalık bu ek zamanla içerik ve biçim olarak gelişti. 1998’de bağımsız bir çocuk dergisine dönüşerek *Bilim Çocuk* adıyla yeni bir kimlik kazandı. Böylece *Bilim ve Teknik*’ten bilimi çocuklara sevdirmeyi hedefleyen yeni bir yayın doğmuş oldu. Bu süreç, derginin yalnızca bugünün değil, geleceğin okurlarını da düşünerek hareket ettiğinin güçlü bir göstergesi.



Derginin tasarımında son köklü değişim 2017 yılında gerçekleştirildi, bu süreçte derginin logosu da yenilendi. 2025 yılında ise sayfa tasarımlarında çeşitli güncellemeler yapıldı. *Bilim ve Teknik* için içerik zenginliği kadar görünürlük ve okurun gözüne hitap eden bir görsel dil de her zaman önemsendi, bu anlayış doğrultusunda tasarım, yıllar içinde düzenli olarak güncellendi.



30. Yıla Girerken...

**Bilim
ve
Teknik**



çevre sorunlarına dair erken uyarılar... Hepsi bu sayfalarda, dönemlerinin ruhunu yansıtan izler olarak duruyor.

16 Mart 2020'de dergi arşivi ücretsiz olarak herkesin erişimine açıldı. Bugüne kadar 100 milyona yakın içerik dosyası indirildi. Bugün geriye dönüp baktığımızda *Bilim ve Teknik* arşivi yalnızca eski dergilerden oluşan bir koleksiyon değil, Türkiye'nin bilim ve teknolojiyle kurduğu ilişkinin de uzun soluklu bir kaydı. Eski sayıları karıştırmak, bir zamanlar "geleceğin teknolojisi" olarak sunulan bazı fikirlerin çoktan

hayatımıza girdiğini, bazılarının ise aradan geçen on yıllara rağmen hâlâ gerçekleşmediğini görmek açısından çarpıcı bir zaman yolculuğu etkisi oluşturuyor.

Uzay yarışının heyecanı, bilgisayarların gündelik hayata giriş serüveni, robotlar, yapay zekâ, genetik alanındaki atılımlar,

1966'da bir toplantı masasının etrafında dile getirilen "herkes için bilim" fikri, bugün 700. sayısına ulaşan köklü bir yayın geleneğine dönüşmüş durumda. Yıllar içinde yayın yönetmenleri, editörler ve yazarlar değişti, farklı kuşaklardan okurlar dergiyle buluştu, bilim ve teknoloji baş döndürücü bir hızla ilerledi. Ancak değişmeyen bir şey var: *Bilim ve Teknik*'in bilimi günlük hayatın parçası hâline getirme çabası.





Derginin her sayısının hazırlanış süreci başlı başına bir serüven. Konu seçimi, yazarların metinleri, çizerlerin ve tasarımcıların görsel kimliği şekillendirme çabası; işte tüm bunlar, derginin her ay sanki ilk kez çıkıyormuş gibi yeniden inşa edilmesi anlamına geliyor.

Zaman içinde bu sürecin içinde yer alan kişiler değişmiş olsa da ortak bir motivasyon varlığını sürdürüyor: Bilimi anlaşılır kılmak ve merakı canlı tutmak.

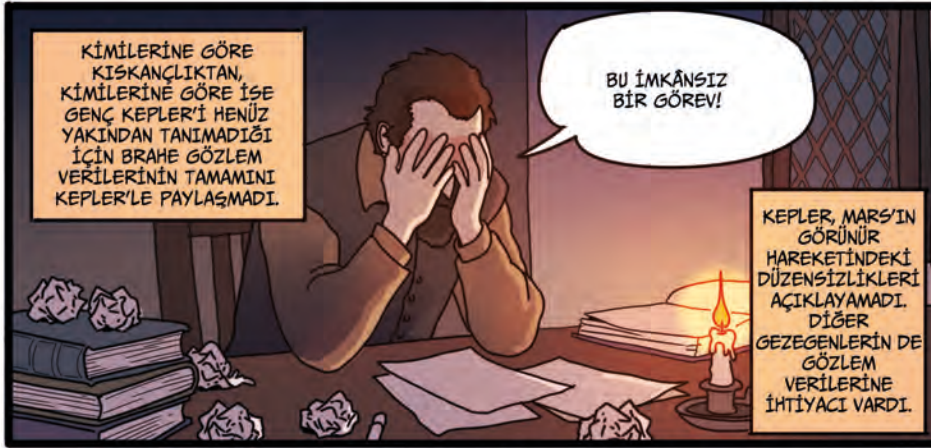
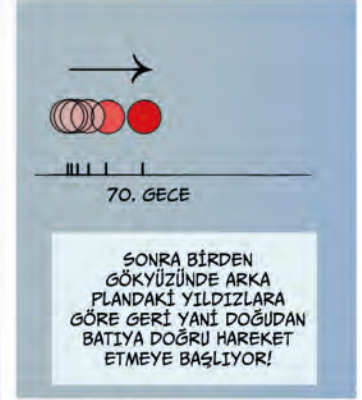
Yedi yüzüncü sayısını yayımladığımız bugün *Bilim ve Teknik*; 96 sayfalık içeriği, 12 sabit köşesi, poster ve özel kitap gibi ilgi çekici ekleriyle okurlarıyla buluşuyor. Yenilenen web sitesi, geniş konu yelpazesi, güncel bilimsel ve teknolojik gelişmeleri ele alan haber ve yazılarıyla her ay zengin bir içerik sunuyor. Dergi yalnızca basılı sayfalarla sınırlı kalmıyor, 2025 yılından bu yana bilim insanlarıyla yapılan ve dört farklı platformda yayımlanan podcast yayınları 30 bini aşkın dinlenme sayısına ulaşmış durumda.

Bilim ve Teknik Türkiye'nin en çok okunan dergileri arasında yer almaya devam ediyor.

“700”, yarım asrı aşan bir emeğin, kuşaklar boyunca süren bir merak kültürünün ve bilimi toplumla buluşturma çabasının önemli bir kilometre taşı. Bugün dergiye bakan bir okur yalnızca güncel bilim haberlerini değil aynı zamanda geçmişten bugüne uzanan bir yayıncılık geleneğinin izlerine de tanık oluyor. *Bilim ve Teknik* dün olduğu gibi bugün de bilimi anlaşılır kılarak toplumla buluşturan bir köprü olmayı sürdürüyor.

Bu izler, *Bilim ve Teknik*'in hikâyesinin nesiller boyu sürecek bir bilim yolculuğu olduğunu gösteriyor, bilime duyulan ilgi sürdükçe bu yolculuk da sürecek. ■

Nesiller büyüten dergi *Bilim ve Teknik* ile nice 700. sayılara!

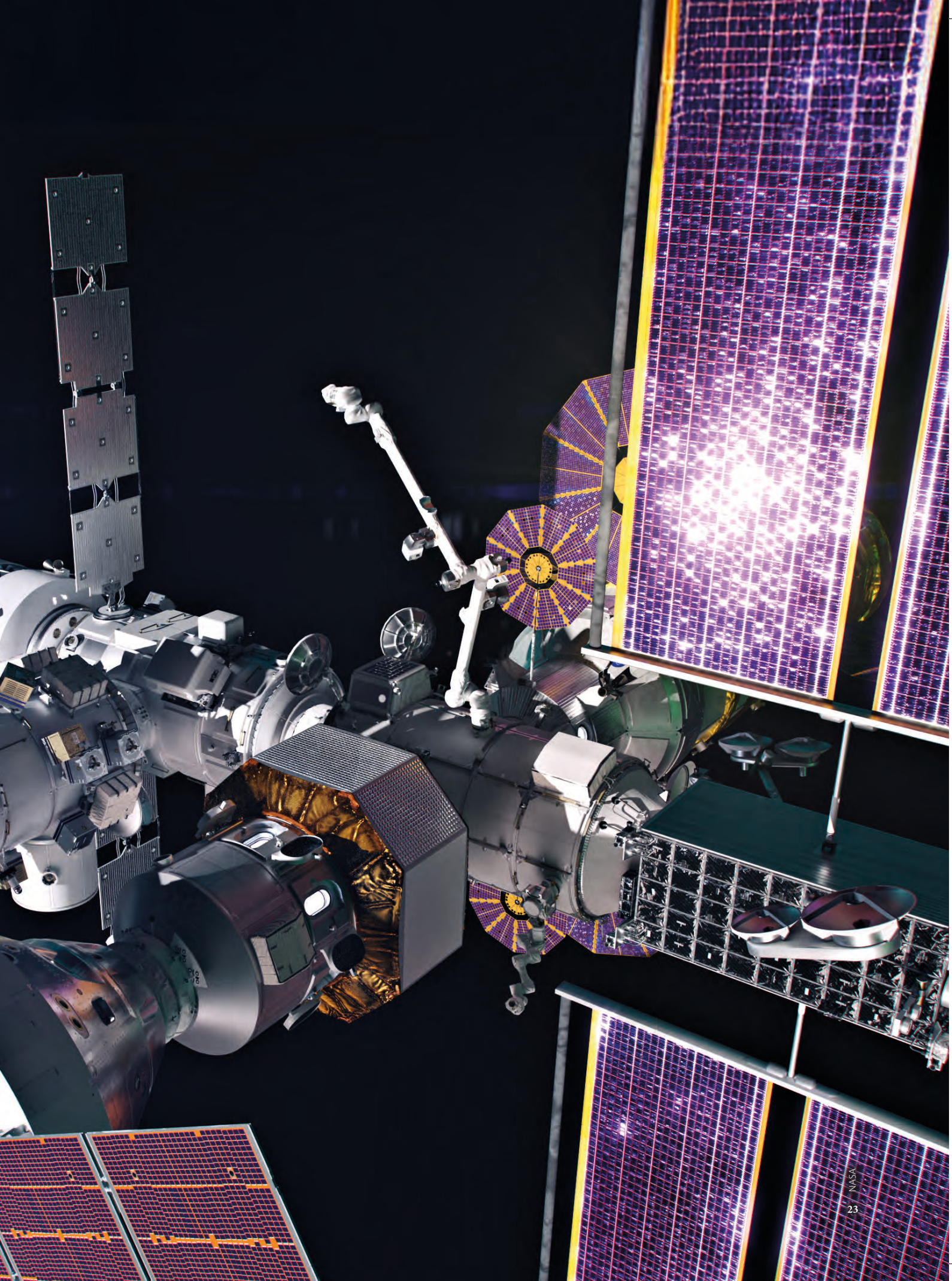


İnsanlar Ay'a Geri Dönüyor

Artemis Görevi

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

Elli yılı aşkın bir aradan sonra insanlar yeniden Ay'a ayak basmaya hazırlanıyor. NASA önderliğinde gerçekleştirilen, onlarca ülkenin ve çeşitli özel şirketlerin katkıda bulunduğu Artemis projesi adım adım hayata geçiriliyor.



Artemis Projesi

İnsanların 1969'da Ay'a ayak basması, uzay araştırmaları açısından, hiç kuşkusuz yirminci yüzyıldaki en önemli başarılarından biri olmuştu. Takip eden yıllarda Ay, bilimsel çalışmalara konu olmaya devam etse de bu çalışmaların büyük çoğunluğu uzaktan ya da Ay'ın yüzeyine indirilen teknolojik cihazlarla gerçekleştirildi. İnsanların Ay'a ayak bastığı son görev 1972'deki Apollo 17'di.

Yaklaşık elli yıl aradan sonra insanlar yeniden Ay'a ayak basmanın planlarını yapmaya başladı. NASA, onlarca ülkenin katılımıyla Artemis olarak adlandırılan bir proje yürütüyor. Artemis I olarak adlandırılan ilk aşama 2022 yılında tamamlanmış, insanları Ay'a taşımak için geliştirilen Orion uzay aracı Ay'ın etrafında dolandıktan sonra Dünya'ya geri dönmüştü. Projenin ikinci aşamasının yakın gelecekte hayata geçirilmesi planlanıyor. Orion bu kez de dört astronotla birlikte yola çıkacak, Ay'ın etrafında dolandıktan sonra yeryüzüne geri dönecek. Birkaç yıl sonra hayata geçirilmesi düşünülen bir sonraki aşamada Ay'ın güney kutbu



Orion uzay aracı

civarına astronotların indirilmesi planlanıyor. Artemis IV olarak adlandırılan aşamanın amacı ise Ay'ın etrafında dolanan Uluslararası Uzay İstasyonu (ISS) benzeri bir uzay laboratuvarı kurmak. Projenin farklı amaçlar taşıyan başka aşamalarla devam etmesi de hayli muhtemel.

Artemis projesinin başarıya ulaşmasında rol alacak çeşitli temel bileşenler var. Bu bileşenlerden biri astronotları Ay'a taşıyacak Orion uzay aracı. Bir diğeri, Orion'u uzaya fırlatmak için kullanılacak kısaca SLS olarak adlandırılan fırlatma sistemi. Ay'ın etrafında dolanacak uzay istasyonuna Gateway (geçit) adı veriliyor. Gateway bilimsel

çalışmalara ev sahipliği yapmanın yanı sıra astronotların Ay yüzeyi ve Dünya yüzeyi arasındaki yolculukları arasında bir geçit görevi görecek. Ay'da yapılacak bilimsel çalışmalar için doğal olarak astronotları uzay istasyonu ile Ay yüzeyi arasında taşıyacak araçlara ve uzay kıyafetlerine de ihtiyaç olacak. Planlanan bilimsel çalışmaların başarıyla gerçekleştirilmesi için gerekli tüm bu bileşenlerin üretilebilmesi için teknolojik yeniliklere de ihtiyaç var. Projenin adım adım hayata geçirilmesi de bu yeniliklerin güvenli bir biçimde test edilmesi amacını taşıyor.

Artemis I görevinin temel amacı, SLS fırlatma sisteminin ve Orion uzay aracının test edilmesiydi. Çeşitli teknik aksaklıklar nedeniyle başlangıçta planlandıktan daha geç bir tarihte hayata geçirilmiş olsa da testler başarılı oldu. Böylece ilk insanlı testlerin yapılacağı Artemis II görevinin yolu açıldı. Artemis II'nin başarılı olması hâlinde astronotların Ay yüzeyine indirileceği Artemis III görevi için gerekli ön hazırlıkların büyük bir kısmı tamamlanmış olacak. Gateway'in kurulacağı Artemis IV görevi için ise hem SLS roketinin daha büyük ve daha güçlü versiyonuna hem de daha büyük ve daha güçlü bir roket fırlatıcıya ihtiyaç olacak.

Neden Ay'a Dönülüyor?

Ay'a geri dönüş çabalarının bilimsel, ekonomik ve teknolojik amaçları ve hedefleri var. Yapılacak çalışmalarda insanların başka gök cisimlerinde nasıl yaşayabileceği ve çalışabileceği incelenecek. Elde edilecek bilgilerin özellikle Mars'a yapılması planlanan insanlı görevlerde yararlı olması bekleniyor.

Ay'ın yaklaşık 4,5 milyar yaşında bir zaman kapsülü olduğu söylenebilir. Milyarlarca yıldır soğuk, boş uzayda neredeyse hiç değişmeden var olmaya devam ediyor. Apollo görevleri sırasında Dünya'ya getirilen örnekler çok önemli bilgiler sağlamıştı. Bilim insanları hâlâ bu örneklerden yeni şeyler öğrenmeye devam ediyor.

Artemis projesi kapsamında Ay topraklarından toplanacak yeni örnekler de Güneş sisteminin oluşumu ve gelişimi hakkında önemli bilgiler sağlayacaktır.

Ay ile ilgili önemli bir soru da Ay topraklarının ne kadar su barındırđı. Ay'da ne kadar su olduğu özellikle uzun süreye yayılan görevler açısından önemli. Güney kutbu civarındaki kraterler gibi Ay'ın Güneş ışığı alamayan kısımlarının donmuş su açısından zengin olduğu biliniyor. Ay'daki su kaynaklarını tespit etmek, Ay topraklarındaki suyu çıkarmak ve işlemek çeşitli bakımlardan büyük kolaylık sağlayacaktır. İlk olarak elde edilecek su ile astronotların içme suyu ihtiyacı



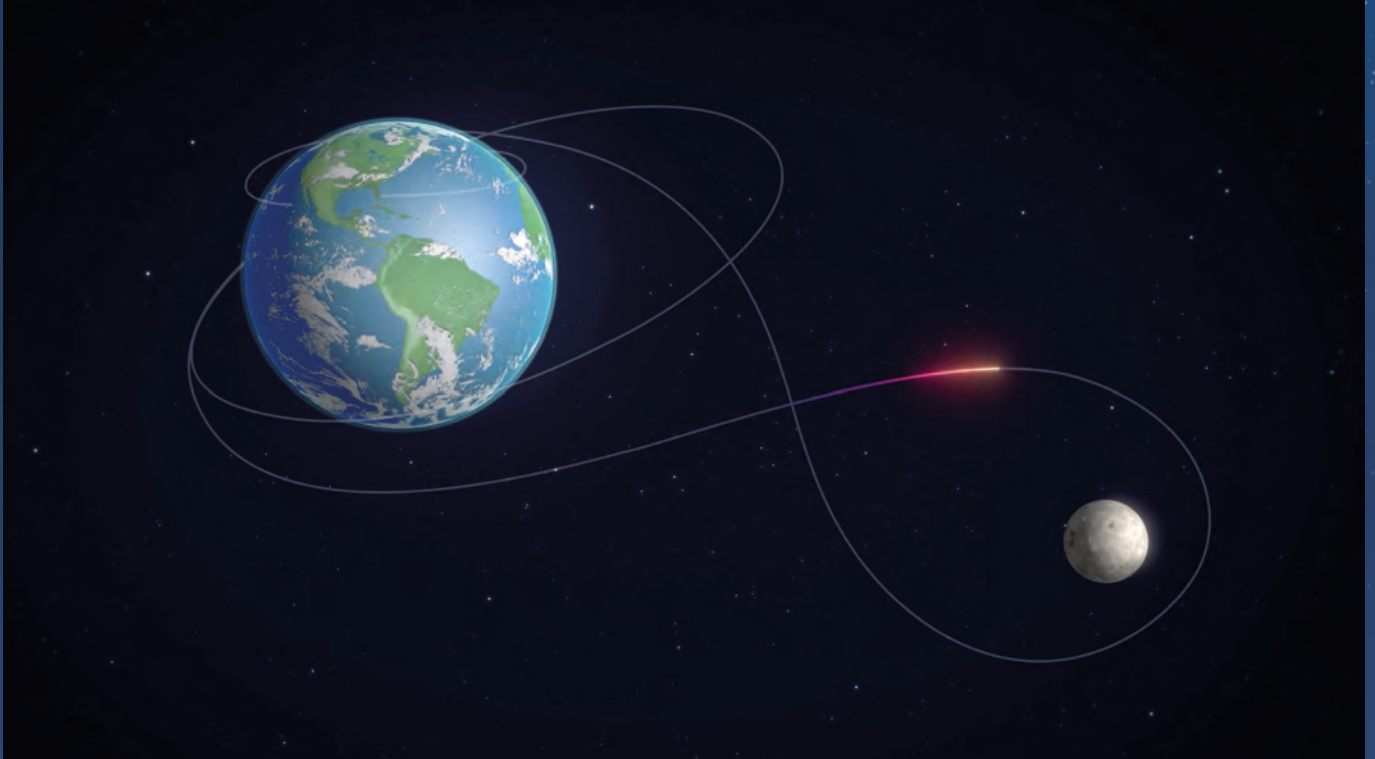
karşılanabilir. Ayrıca suyu bileşenlerine ayırıştırarak oksijen ve hidrojen gazları elde edilebilir. Oksijen gazı solunabilir hava, hidrojen gazı ise Güneş sisteminin ötelere yapılacak görevler için roket yakıtı sağlayabilir. Ay'daki kaynakların bulunup kullanılması, bilimsel çalışmaların maliyetini de düşürecektir. İnsanların uzayda yaşamak ve çalışmak için ihtiyaç duyduğu her şeyi Dünya'dan taşımak hayli masraflı. Yerel kaynakları bulup kullanmak ise hiç kuşkusuz çok daha ucuza mal olacaktır. Bu durum, insanlı Ay görevlerinden sonraki aşama olarak görülen insanlı Mars görevleri açısından da çok önemli. Ay'da yapılacak bilimsel çalışmalar uzak gelecekteki daha uzak hedeflere ulaşmak için bir hazırlık olacaktır.

Artemis II Görevi

Artemis II görevinde yeryüzünden uzaya fırlatılacak Orion aracı bir süre Dünya'nın etrafında dolandıktan sonra Ay'a yönelecek ve uydunun etrafında "8 figürü" benzeri bir rota takip ettikten sonra geri dönecek. Yaklaşık 10 gün sürecek görev sırasında astronotlar, son elli dört yılda hiçbir insanın yaklaşmadığı kadar Ay'a yaklaşacak. Görev sırasında astronotlar yeryüzündeki bilim insanlarıyla iş birliği hâlinde hem uzayda insan sağlığı hakkında hem de Ay ile ilgili bilimsel çalışmalar yapacak. Elde edilecek bilgiler gelecekte yapılacak insanlı uzay görevleri için yol gösterecek.

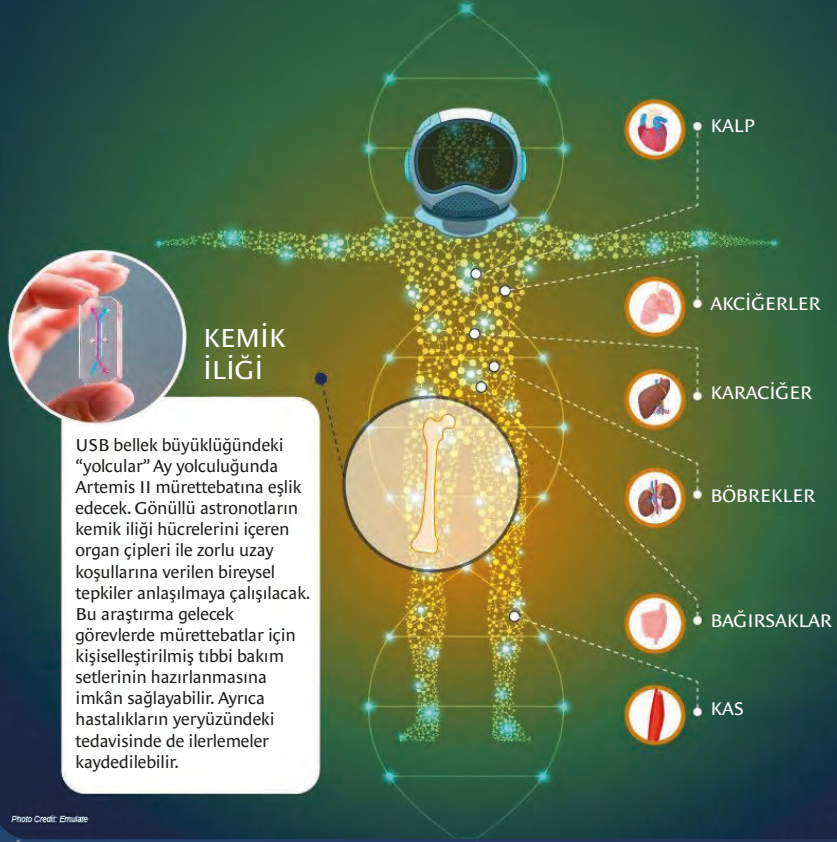
Uzayda İnsan Sağlığı

Görev sırasında astronotların sağlığıyla ilgili çeşitli çalışmalar yapılacak. Bu çalışmalardan biri bağışıklık sistemiyle ilgili. Geçmişte yapılan bilimsel çalışmalar, uzay koşullarının astronotların bağışıklık sistemini zayıflattığını, bu durumun uyku hâlindeki virüslerin yeniden aktifleşmesine yol açtığını ve astronotların sağlığını tehlikeye attığını göstermişti. Artemis II görevinde bu konuyu derinlemesine incelemek için astronotlardan tükürük örnekleri alınacak. Astronotlar hem yola çıkmadan önce hem yolculuk sırasında hem de yeryüzüne döndükten sonra çok



ORGAN ÇİPLERİ İNSAN SAĞLIĞI İÇİN AVATARLAR

BIOLOGICAL AND
PHYSICAL SCIENCES



sayıda tükürük örneği verecek. Aralıklarla toplanan bu örnekler proteinler ve hormonlarla ilgili ölçümlerde kullanılacak ve bağışıklık sisteminde zaman içinde meydana gelen değişimler incelenecek.

Astronotlar yolculukları sırasında hareketlerini ve uyku durumlarını takip eden cihazlar giyecek. Bu cihazlar sayesinde astronotların sağlığı yeryüzündeki kontrol birimi tarafından gerçek zamanlı olarak takip edilebilecek. Astronotların uyku-uyanıklık düzenlerinin sağlıklarını ve performanslarını nasıl etkilediği araştırılacak. Hem görev öncesinde hem de görev sonrasında astronotların bilişsel durumları, davranışları ve ekip içindeki tutumları ile ilgili veriler de toplanacak.

Astronotların sağlığı ile ilgili bir diğer önemli konu da uzaydaki radyasyon. Dünya'yı çevreleyen koruyucu manyetik kalkanın olmadığı uzay ortamındaki radyasyon, astronotların sağlığı açısından önemli bir endişe kaynağı. Görev sırasında ayakkabı kutusu büyüklüğünde birkaç küp uydunun yüksek Dünya yörüngesine bırakılması planlanıyor. Bu uydular hem Dünya'nın yakınındaki hem de derin uzaydaki radyasyon miktarı hakkında veri toplayacak. Küp uyduların sağladığı bilgiler astronotların ve teknolojik cihazların Dünya'ya çeşitli uzaklıklarda radyasyondan nasıl korunması gerektiği hakkında

bilgi verecek. Astronotlar, görev sırasında ceplerinde maruz kaldıkları radyasyonun gerçek zamanlı olarak takip edilmesini sağlayacak dozimetreler de taşıyacak. İki ayrı radyasyon sistemi de Orion uzay aracının iç kısmına sabitlendi. Sistemlerden biri çeşitli korunma bölgelerindeki radyasyon miktarını takip edecek ve gerekli durumlarda -örneğin bir Güneş fırtınası hâlinde- astronotları uyararak kendilerini korumaya almalarını sağlayacak. Dört ayrı radyasyon monitöründen oluşan diğer sistem ise ortam radyasyonu hakkında ek bilgi toplaması için uçuş kabininin çeşitli noktalarına sabitlendi.

Astronotların sağlığı ile ilgili bir diğer çalışmada "organ çipleri" kullanılacak. USB bellek biçimindeki bu cihazlar astronotların kanından türetilmiş hücreler içeriyor. Astronotlar Dünya'ya geri döndükten sonra organ çiplerindeki hücrelerin derin uzaydaki radyasyona ve mikro yerçekimine nasıl tepki verdiği incelenecek.

Görev öncesinde ve sonrasında doğal olarak kan örnekleri almak gibi çeşitli standart sağlık prosedürleri de uygulanacak. Astronotların sağlığı, uçuşun

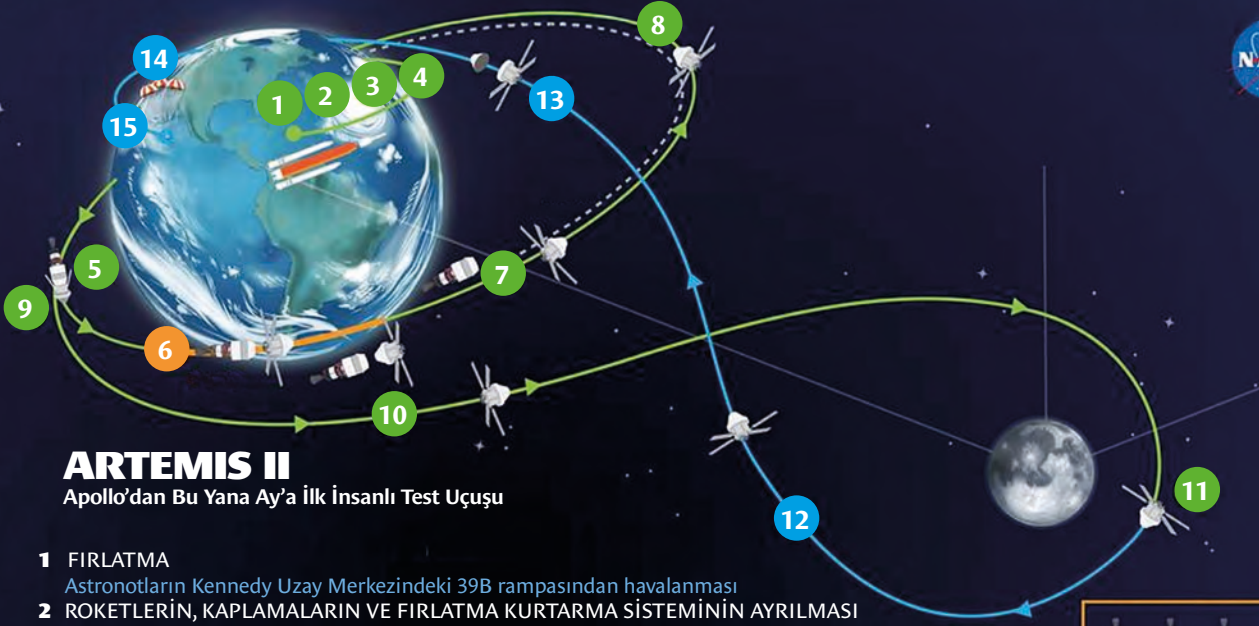
altı ay öncesinden başlanarak yeryüzüne dönüşün bir ay sonrasına kadar takip edilecek.

Astronotların sağlığı ile ilgili tüm bu çalışmalar, gelecekte yapılacak Ay ve Mars görevlerinde alınması gereken önlemlerin ve uygulanması gereken protokollerin iyileştirilmesinde kullanılacak.

Ay Araştırmaları

Artemis II görevi Ay ile ilgili de önemli bilgiler sağlayacak. Toplamda on gün sürecek görev sırasında Orion, Ay'ın 6.000-10.000 kilometre yakınından geçecek. Bu sırada Ay, insan gözüne kol uzunluğu mesafede tutulan bir basketbol topu büyüklüğünde görülecek.

Orion kapsülü yolculuğu sırasında Ay'ın yeryüzünden görülemeyen öte yüzünün arkasına da geçecek. Yaklaşık 3 saat sürecek dönemde astronotlar çarpma kraterleri ve eski lav akıntılarının yol açtığı jeolojik yapıları fotoğraflayacak ve analiz edecek. Göreve katılacak astronotlar, bu kısa



ARTEMIS II

Apollo'dan Bu Yana Ay'a İlk İnsanlı Test Uçuşu

1 FIRLATMA

Astronotların Kennedy Uzay Merkezindeki 39B rampasından havalanması

2 ROKETLERİN, KAPLAMALARIN VE FIRLATMA KURTARMA SİSTEMİNİN AYRILMASI

3 ANA MOTORUN KAPANMASI VE AYRILMASI

4 YERBERİ YÜKSELME MANEVRASI

5 YÜKSEK DÜNYA YÖRÜNGESİNE GEÇMEK İÇİN YERÖTE YÜKSELME ATEŞLEMESİ

Uzay aracının 24 saatlik kontrol süreci başlar.

6 YANAŞMA OPERASYONLARI TATBİKATI

Yanaşma operasyonları tatbikati ve manuel yönlendirme kabiliyetinin değerlendirilmesi (Yaklaşık 2 saat)

7 GEÇİCİ KRİYOJENİK İTKİ AŞAMASI (ICPS)

8 YÜKSEK DÜNYA YÖRÜNGESİ KONTROLLERİ

Yaşam destek, egzersiz ve barınma ekipmanlarının değerlendirilmesi

9 ANA MOTORUN ORION'U AYA DOĞRU YÖNLENDİRMESİ

European servis modülüyle serbest dönüş güzergâhına girilmesi

10 AYA GİDİŞ

Serbest dönüş güzergâhında 4 günlük yolculuk

11 AYA YAKIN GEÇİŞ

Ay'ın öte tarafında ortalama 7.500 kilometre irtifa

12 DÜNYAYA DÖNÜŞ

Dünya'nın atmosferine ulaşmak için gereklikçe gerçekleştirilen dönüş güzergâhı düzeltme (RTC) ateşlemeleri (Yolculuk süresi yaklaşık 4 gün)

13 MÜRETTEBAT MODÜLÜNÜN SERVİS MODÜLÜNDEN AYRILMASI

14 GİRİŞ ARAYÜZÜ (EI)

Dünya'nın atmosferine giriş

15 SUYA İNİŞ



YANAŞMA OPERASYONLARI TATBİKAT SIRASININ BETİMLEMESİ

sürede doğru ve yararlı bilgi sağlayabilmeleri için yoğun bir jeoloji eğitiminden geçti. Sadece sınıf ortamında değil, yeryüzündeki Ay benzeri ortamlarda verilen eğitimler sayesinde astronotların jeolojik oluşumların şekilleri, dokuları ve renkleri ile ilgili ufak nüansları yakalamaları ve raporlamaları bekleniyor. Bu yetenekler gelecekte Ay'ın güney kutbu bölgesinde yapılması planlanan keşiflerde de yararlı olacak.

Orion'daki astronotlar Ay'ın yüzeyini gözlemlerken yeryüzündeki kontrol merkezinden de yardım alacak. Çarpışma kraterleri, volkanizma, tektonizma ve Ay buzları hakkında uzman bilim insanları hem astronotların sağladığı verilerin gerçek zamanlı analizini yapacak hem de astronotları yönlendirecek.

Orion kapsülüyle yolculuk edecek astronotlar -Reid Wiseman, Victor Glover, Christina Koch ve Jeremy Hanse- Ay'ın belirli bölgelerini çıplak gözle görme fırsatı yakalayacak ilk insanlar olabilir. Her ne kadar insanlar Apollo görevleri sırasında Ay'ın öte yüzünü çıplak gözle yakından görme fırsatı yakalamış olsa da görebildikleri bölgeler, doğal olarak, o sıralarda Güneş ışığı ile aydınlanan bölgelerle sınırlıydı. Bugüne kadar Ay'ın öte yüzünün tamamı çıplak



vovan13 / Stock

gözle gözlemlenebilmiş değil. Artemis II görevinin başlangıç aşamasında belirlenecek kesin rotaya bağlı olarak astronotların görmesi muhtemel bölgelerden biri Orientale Havzası. Ay'ın Dünya'ya yakın ve uzak bölgeleri arasındaki geçiş noktasında yer alan havza 1.000 kilometre genişliğinde. Orientale Havzası'nın bazı kısımları yeryüzünden bakıldığında bazen Ay'ın batısında görülebiliyor.

Görev sırasında astronotların şahit olması muhtemel olaylardan biri de Ay yüzeyine çarpan gök taşlarının sebep olduğu parlamalar. Bu gözlemler Ay'ın ne sıklıkla gök taşı çarpmasına maruz kaldığı hakkında bir fikir verebilir.

Artemis II'den Sonrası

Artemis projesinin temel amacı insanların Ay'a yeniden ayak basması olsa da Artemis II sırasında Ay yüzeyine iniş yapılmayacak. Artemis II bu amaca giden yolda bir hazırlık görevi. İnsanlar Apollo 11 görevinde Ay'a ilk kez ayak basmadan önce de benzer hazırlıklar yapılmıştı. Artemis II'nin bu bakımdan Apollo 8 görevine benzediği söylenebilir.

Eğer Artemis II başarılı olursa birkaç yıl sonra gerçekleşmesi planlanan bir sonraki aşamada Ay'ın güney kutbu civarına yumuşak iniş yapılması planlanıyor.



ARTEMIS III

Ay'a iniş

- 1 FIRLATMA**
Orion'un Kennedy Uzay Merkezinden fırlatılması
- 2 ROKETLERİN, KAPLAMALARIN VE FIRLATMA KURTARMA SİSTEMİNİN AYRILMASI**
- 3 ANA MOTORUN KAPANMASI VE AYRILMASI**
- 4 DÜNYA YÖRÜNGESİNE GİRİŞ**
Yerberi yükselme manevrası, sistem kontrolü, güneş paneli ayarları
- 5 AY GÜZERĞÂHINA GİRİŞ ATEŞLEMESİ**
Astronotların yolculuk güzergâhına girmesi ve ardından ICPS'nin ayrılması
- 6 ORION'UN AY'A YOLCULUĞU**
Yolculuk boyunca birkaç ateşleme
- 7 ORION'UN AY ETRAFINDA UÇUŞU**
110 kilometre irtifa
- 8 NRHO'YA GİRİŞ ATEŞLEMESİ**
Uzay aracının planlanan yörüngeye girmesi için gerekli ateşlemeler
- 9 AY'A İNİŞ HAZIRLIKLARI**
Mürettebat iniş sistemini aktifleştirir ve yolculuğa hazırlanır.
- 10 İNİŞ ARACININ AYRILMASI**
- 11 İNİŞ ARACI ALÇAK AY YÖRÜNGESİNE GİRER.**
Ay'a yumuşak iniş için alçalma
- 12 AY YÜZEYİNİN KEŞFİ**
Astronotların bir hafta süresince uzay aracının dışında ve Ay yüzeyinde çalışması
- 13 ORION NRHO YÖRÜNGESİNDE KALIR.**
Ay yüzeyindeki görevler sırasında
- 14 İNİŞ ARACI ALÇAK AY YÖRÜNGESİNE YÜKSELİR.**
- 15 İNİŞ ARACI ORION'A KENETLENİR.**
- 16 MÜRETTEBAT ORION'A DÖNER.**
Orion iniş aracını bırakır ve geri dönüş yolculuğu için ateşleme yapar.
- 17 ORION AY'IN YAKININDAN GEÇER.**
110 kilometre irtifa
- 18 GERİ DÖNÜŞ GÜZERĞÂHI DÜZETLME (RTC) ATEŞLEMESİ**
Dünya'ya dönüş için hassas ayar
- 19 MÜRETTEBAT MODÜLÜNÜN SERVİS MODÜLÜNDEN AYRILMASI**
- 20 GİRİŞ ARAYÜZÜ (EI)**
Dünya'nın atmosferine giriş
- 21 SUYA İNİŞ**
Astronotların ve kapsülün gemiye alınması

Göreve katılacak astronotlar iniş bölgesi civarında keşif yapacak ve jeolojik yapıları inceleyecek. Astronotlar, Dünya'ya geri getirmek üzere örnek toplamanın yanı sıra Ay'ın özelliklerinin ve Ay'daki kaynakların incelenmesine imkân verecek çeşitli ekipmanların

kurulumunu da yapacak. Yapılacak bilimsel çalışmalar hem Ay yüzeyinin hem de Ay'ın iç yapısının daha iyi anlaşılmasını sağlayacak. Ay'da uzun vadeli, sürdürülebilir bir insan yerleşimi kurulması için önemli bilgiler verecek.

Otuz gün sürmesi planlanan Artemis III görevinde astronotlar ilk olarak Ay'ın etrafında yörüngeye girecek. Daha sonra mürettebat üyelerinden ikisi, bir hafta sürecek çalışmalar için Ay yüzeyine inecek. Bilimsel çalışmalar bitirilip Ay'a ayak basan astronotların yörüngedeki arkadaşlarına geri katılmasının ardından Dünya'ya dönüş yolculuğu başlayacak. Şu an için yumuşak inişin güney kutbunun hangi bölgesine yapılacağı kesin değil. Muhtemel iniş noktası olarak tespit edilmiş dokuz ayrı konum var.



Gateway Derin Uzay Lojistiği

NASA'nın Artemis görevleri uzun vadeli araştırmalar ve keşifler için insanları Ay'a döndürecek.

Gateway araştırma geliştirme faaliyetleri için Ay yüzeyine ulaşılmasında hayati ve çok yönlü bir liman olacak.

Derin Uzay Lojistik kargo modülü kenetlenme için Gateway'e yanaşiyor.

Kennedy Uzay Merkezi, NASA'nın Derin Uzay Lojistiği projesine ev sahipliği yapıyor.

Misyon: Keşifler için derin uzaya kargo dağıtımını başlatmak.

İnsan varlığını Ay ve ötesine ulaştırabilmek için sağlam bir tedarik zincirine ihtiyaç var.

Dünya -> ISS
20 saatlik yolculuk
400 kilometre mesafe

Dünya -> Ay
1 hafta yolculuk
400.000 kilometre mesafe

Infografik ölçeksizdir. Kesin yolculuk süreleri ve mesafeleri tarihe bağlı olarak değişir.

Ay'da uzun vadeli insan varlığı için doğal olarak çeşitli teknolojilere ve altyapı hizmetlerine de ihtiyaç var. Örneğin astronotların Ay yüzeyinde yol almasını sağlayacak araçlar, iletişim kurmaya yardımcı olacak bir internet ağı, enerji ihtiyacını karşılayacak bir santral, astronotların rahatça hareket etmesini sağlayacak kıyafetler gibi. Bu teknolojilerin ve altyapıların geliştirilmesi için de çalışmalar devam ediyor.

Artemis görevinin bir sonraki aşaması Ay'ın etrafında dolanan bir uzay istasyonu kurulması

olacak. Gateway adı verilen istasyonun kurulmasına pek çok ülkenin yanı sıra ticari firmalar da katkıda bulunacak. Çeşitli tipte uzay araçlarının kenetlenmesine imkân verecek biçimde tasarlanan istasyon, astronotlar için yaşama ve çalışma alanı sağlayacak. Gateway'de astronotların Ay yüzeyinde yapacağı bilimsel çalışmalar için hazırlıklar yapılacak. Ayrıca istasyonun kendisi de yerkürenin etrafında dolanan ISS gibi bilimsel çalışmalara ev sahipliği yapacak. Gateway'de fizikten

yaşam bilimlerine kadar pek çok alanda bilimsel çalışma yapılması planlanıyor.

Artemis projesi kapsamında yapılacak çalışmalar aynı zamanda gelecekte Mars'a yapılması planlanan insanlı görevler için bir hazırlık olacak. Ay'ın ötesine uzanan insanlı görevler için Gateway bir durak ve kontrol merkezi olacak. ■

Kaynak

<https://www.nasa.gov>

Küresel Su İflası Raporu Çerçevesinde Gezegeneimizin

İlay Çelik Sezer [TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi

Su Alarmı

İnsanlık olarak yaşamımızın ve kurduğumuz medeniyetin sıkı sıkıya bağlı olduğu doğal kaynakların çoğunu, gezegenimizin bu kaynakları yenileyebilme kapasitesini aşacak hızda tüketiyor olduğumuz artık bilinen bir gerçek. Ancak bu kaynakların biri var ki yokluğu ya da kıtlığı yalnızca ekonomik dengeleri ya da ekosistemleri değil, doğrudan günlük hayatımızı, sağlığımızı ve toplumsal işleyişi tehdit ediyor: tatlı su. Gelişmişlik düzeyi ne olursa olsun dünyanın çeşitli bölgelerindeki farklı ülkelerde su sıkıntısı ortak bir sorun olarak kendini göstermeye başladı bile. Bu durum Birleşmiş Milletler gibi şemsiye kuruluşları bu küresel sorunla ilgili harekete geçmeye teşvik ediyor. Birleşmiş Milletler Üniversitesi Su, Çevre ve Sağlık Enstitüsü (UNU-INWEH) bu doğrultuda su krizinin artık geleceğe ait bir risk değil, acil küresel bir sorun olduğunu ortaya koymak ve hem kamuoyunu hem de karar vericileri harekete geçmeye çağırmak amacıyla “Global Water Bankruptcy” başlıklı bir rapor yayımladı. Gelin, küresel su krizinin boyutlarına ve kapsamına bu rapor çerçevesinde göz atalım.



Moritanya'daki bir kuyudan su çeken bu adamın görüntüsü, suya erişimin bazı yerlerde yaşam mücadelesinin bir parçası olduğunu hatırlatıyor.

Su, hiç kuşkusuz sürdürülebilir kalkınmanın, insan refahının ve Dünya'daki yaşamın varlığını devam ettirmesinin temelindeki en önemli unsur. Su sistemlerinin sekteye uğraması hızlı ve kapsamlı sonuçlar doğurur: Tarımsal verimlilik düşer, enerji sistemleri aksar, halk sağlığı tehlike altına girer, şehirler giderek yaşanamaz hâle gelir, geçim kaynakları yok olur, insan toplulukları yer değiştirmek zorunda kalır, sosyal ve siyasi gerilimler artar ve nihayet toplumsal barış ve istikrarın temelleri sarsılır. İklim değişimi, biyoçeşitlilik kaybı, doğal arazilerin bozulması ve artan eşitsizliklerin yanı sıra su güvenliğinin de tehlikeye düşmesi, Birleşmiş Milletler (BM) 2030 Sürdürülebilir Kalkınma

Gündemi'nin tüm hedeflerinde ilerlemeyi sekteye uğratan sistemsel bir risk olarak öne çıkıyor.

Altı numaralı BM Sürdürülebilir Kalkınma Hedefi (SKH 6), herkes için erişilebilir su ve atık su hizmetlerinin ve sürdürülebilir su yönetiminin güvence altına alınmasını kapsıyor. Ancak insanlık bu hedefin bir hayli gerisinde. Hâlâ 2,2 milyar insan güvenli biçimde yönetilen içme suyundan, 3,5 milyar insan güvenli biçimde yönetilen atık su hizmetinden mahrum, 4 milyar insan ise yılda en az bir ay ciddi su kıtlığına maruz kalıyor. Dünya nüfusunun yaklaşık %75'i raporda su güvencesinden yoksun ya da su güvencesinden kritik düzeyde yoksun biçiminde sınıflandırılan

ve SKH 6'ya yönelik ilerlemede 2030 hedefi için bir hayli geride kalan ülkelerde yaşıyor. Tüm bu istatistikler suyla ilgili risklerin etkilerinin sınırlı değil, tam aksine sistemsel ve geniş kapsamlı olduğuna işaret ediyor.

Rapora göre küresel su sorunu bir "sıkıntı" ya da geçici bir "kriz" değil, "iflas" olarak nitelendiriliyor. Çünkü sorun artık yönetilebilir bir dengesizlik aşamasını geçmiş durumda. Bir kriz doğru önlemlerle atlatılabilir. Oysa bugün dünyada tatlı su, doğanın kendini yenileme hızından daha hızlı tüketiliyor. Nehirler, göller ve yer altı suları sürekli açık veren bir hesap gibi; harcanan su yerine konulamıyor. Bu durum gelecekte ortaya çıkabilecek bir riskten ziyade, bugün yaşanan ve sürekli birbirine eklenen kayıplara işaret ediyor. Rapora göre mevcut kullanım biçimleri değişmediği sürece birçok bölgede su kaynaklarının geri dönüşü mümkün olmayan bir biçimde tükenmesi söz konusu. Bu nedenle tablo, geçici bir darboğazdan çok sistemsel bir çöküşü ifade ediyor. Rapora "Küresel Su İflası" adı verilmesinin nedeni de işte bu.

Raporun zamanlaması da önem taşıyor. 2026 ve 2028'de düzenlenecek BM Su Konferansları ile 2028'de sona erecek "Sürdürülebilir Kalkınma için Su" konulu Uluslararası

Arz / Gelir

Su Varlıkları = Kullanıma Hazır Su (Vadesiz Hesap gibi) + Depolanan Su (Birikim Hesabı gibi)

YüzeY Suyu Sistemleri

Nehirler, göller, sulak alanlar ve kar örtüsü gibi unsurlar sayesinde yüzeY sularını düzenleme, depolama ve dağıtma

Yer Altı Su Kaynakları

Suyu depolayarak mevsimsel değişkenlikleri dengeleme ve su arzının yıl içinde istikrarını sağlama

Toprak Nemi

Yağışı tutarak süzölmeyi (infiltrasyon) ve buharlaşma-terleme süreçlerini (evapotranspirasyon) düzenleme

Buzullar

Erime sularını yavaş ve kontrollü biçimde serbest bırakarak su rezervlerini yenileme

Su İflası

Borcunu Ödeyememe Su Geliri < Su Giderleri
Geri Döndürülemezlik Onarılmaz doğal sermaye kayıpları

- Kullanıma Hazır Su (Vadesiz Hesap gibi)
- Depolanan Su (Birikim Hesabı gibi)
- Su Giderleri

Enerji

Enerji üretiminin sürdürölmesini sağlayarak kalkınmayı, büyümeyi ve istikrarı destekleme

Kullanım / Gider

Belediye ve Sosyal Hizmetler

Halk sağlığı, güvenliği ve geçim kaynaklarının korunması için gerekli olan temel su hizmetlerini sağlama

Tarım ve Gıda

Gıda üretimi, sulama ve gıda işleme süreçlerini destekleyerek bölgesel gıda güvenliğini sürdürme

Sanayi ve Ekonomi

Endüstriyel ve ekonomik faaliyetlerin yürütölmesini ve destek hizmetlerini sağlama

İnsan-su sisteminde su gelirlerini, su varlıklarını ve su giderlerini gösteren basit bir şema.

Su iflası, su kullanımının (giderlerin), yenilenebilir ve yenilebilir olmayan su varlıklarından sağlanan su arzını (gelirlerini) uzun süre aşması durumunda ortaya çıkar. Bu süreç, su üretimine ve hidrolojik döngünün istikrarına katkı sağlayan doğal sermayede geri döndürülemez hasarlara yol açar.

Eylem On Yılı, sürdürölabilir su yönetimi uygulamalarını hızlandırmak, hesap verilebilirliği güçlendirmek ve su sorununu küresel öncelikler arasında üst sıralara taşımak için önemli birer fırsat sunuyor. Kilometre taşı niteliğindeki bu uluslararası süreçler; taahhütlerin, ortaklıkların ve yatırımların su kaynaklarına ilişkin bilimsel verilerle uyumlu biçimde yeniden ele alınmasına ve su kaynaklarının hem şu anki hem de gelecekteki durumunu dikkate alan uzun vadeli ve güçlü politikaların planlanıp hayata geçirilmesine olanak sağlayabilir.

Küresel Su İflasının Tasviri

Gezegimiz Su İflası Çağında

Uzun yıllar boyunca giderek artan su kullanımı nedeni ile birçok su havzasının ve akifer adı verilen yer altı suyu rezervlerinin tüketilme hızı, bu kaynakların yenilenme hızını aşmış hâlde. Yani kaynakları yenilenme hızından daha hızlı tüketiyor, amiyane tabirle "keseden yiyoruz". Nehirler,

göller, yer altı suları, sulak alanlar, toprak ve buzullar gibi hem su sermayesi hem de genel olarak doğal sermayenin bileşeni olan unsurlar, tamamen eski hâllerine dönmeleri mümkün olmayacak ölçüde zarar görmüş.

Milyarlarca İnsan Su Güvenliğinden Yoksun

Dünya nüfusunun yaklaşık dörtte üçü, su güvenliği düşük ya da kritik düzeyde düşük ülkelerde yaşıyor. Yaklaşık 2,2 milyar insan güvenli biçimde yönetilen içme suyuna erişemiyor,



Sulak Alanlar Kıtasal Ölçeklerde Kaybedildi

Son elli yılda dünya genelinde yaklaşık 410 milyon hektar doğal sulak alan yok oldu, bu alan neredeyse Avrupa Birliği ülkelerinin toplam yüz ölçümüne yakın. Bu kaybın 177 milyon hektarlık kısmını iç kesim bataklıkları ve sazlıklar oluşturuyor. Bu sulak alanların sağladığı ekosistem hizmetlerinin kaybının ekonomik değeri 5,1 trilyon doları aşıyor, bu da dünyadaki en yoksul 135 ülkenin yıllık gayrisafi yurt içi hasıllarının (GSYH) toplamına kabaca eş değer. Sulak alanlar suyu depolayarak taşkınları azaltır, yer altı sularını besler ve suyu doğal yollarla artırır. Ayrıca havadaki karbondioksiti soğurarak depolayan güçlü karbon yutakları olarak işlev görürler, iklimi düzenler ve biyoçeşitlilik açısından zengin ekosistemlere ev sahipliği yaparlar. Balıkçılık, tarım gibi geçim kaynaklarını desteklerler. Dolayısıyla sulak alan kayıpları su güvenliğini, ekonomiyi ve iklim değişimine direnci zayıflatır.

Wikimedia Commons, Ekrem07, (Ekim 2023)

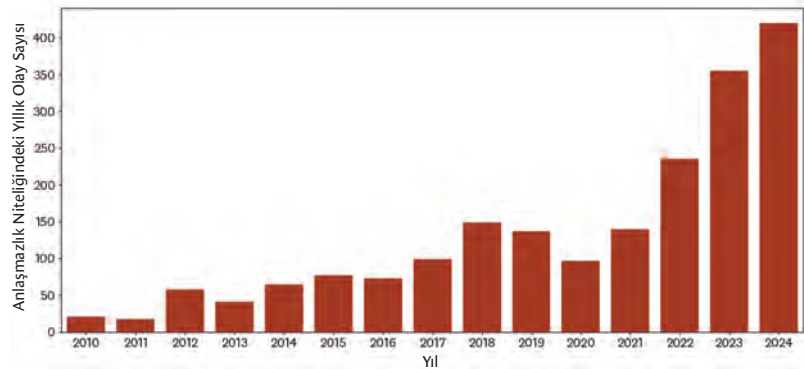
Konya Ovası'nda oluşan obruklar, yer altı sularının uzun yıllar boyunca yoğun biçimde kullanılmasının arazi yapısı üzerindeki etkilerini gösteren dikkat çekici örnekler arasında yer alıyor. Bölgede çok sayıda obruk tespit edilmiş olması, yer altı sularının seviyesindeki düşüşle yakından ilişkili. Özellikle mısır ve şeker pancarı gibi su ihtiyacı yüksek ürünlerin yetiştirilmesi ve kurak dönemlerde yer altı sularının yeterli ölçüde beslenememesi, özellikle karstik bölgelerde zeminin kararlılığını zamanla zayıflatıyor. Bu durum, Konya Ovası gibi tarımsal açıdan kritik bölgelerde su kullanımının daha dengeli ve uzun vadeli bir yaklaşımla ele alınmasının önemini ortaya koyuyor.

yaklaşık 3,5 milyar insan güvenli sanitasyon yani atık su yönetimi hizmetlerinden yoksun ve yaklaşık 4 milyar insan yılın en az bir ayında ciddi boyutta su kıtlığı yaşıyor.

büyük göllerin yarısından fazlası su kaybetti. Bu durum dünya nüfusunun, su güvenliği açısından doğrudan bu göllere bağımlı olan yaklaşık dörtte birlik kısmını etkiliyor.

Yüzey Suları Her Yerde Azalıyor

Yılın belirli bir bölümünde denize hiç ulaşmadan kuruyan büyük nehirlerin sayısı artıyor ve giderek daha fazla nehrin akış düzeyi ekosistemlerin ihtiyaç duyduğu seviyenin altında kalıyor. 1990'ların başından bu yana dünyadaki



Dünya genelinde suyla ilgili olarak ortaya çıkan anlaşmazlıkların sayısına ait yıllık verileri gösteren grafik, zaman içinde bu tür anlaşmazlıkların arttığını gösteriyor. Grafik, The World's Water kapsamında yer alan Water Conflict Chronology verilerine dayanıyor.

Yer Altı Sularındaki Azalma Arazi Çökmesine ve Akiferlerin Kalıcı Olarak Yok Olmasına Neden Oluyor

Günümüzde yer altı suları, küresel ölçekte evsel su kullanımının yaklaşık %50'sini, sulama suyunun ise %40'ından fazlasını karşılıyor. Yani içme suyu güvenliği ve gıda üretimi hızla tükenen akiferlere doğrudan bağımlı hâlde. Doğal

tatlı su rezervleri olan akiferler, yer altında suyu bir sünger gibi depolayıp ileten geçirimli kayalık katmanlardır. Dünyadaki büyük akiferlerin yaklaşık %70'inde uzun yıllardır azalma eğilimi görülüyor. Yer altı sularının aşırı miktarda kullanımı, hâlihazırda 600 milyon hektardan (küresel kara alanının yaklaşık %5'i) fazla bir alanda arazi çökmesine yol açtı ve bu durumdan yaklaşık 2 milyar insan etkilendi. Bazı bölgelerde çökme hızı yılda 25 santimetreye ulaşıyor. Bu durum, su depolama kapasitesini kalıcı olarak azaltıyor ve sel riskini artırıyor.

Kriyosfer Kaybı Kritik Önemdeki “Su Birikimimiz”i Ortadan Kaldırıyor

Dünya genelinde birçok bölgede 1970'ten bu yana buzul kütesinin %30'undan fazlası kaybedilmiş durumda. Düşük ve orta enlemlerdeki bazı sıradağlar, önümüzdeki 20-30 yıl içinde buzullarını tamamen yitirme riskiyle karşı karşıya. Bu durum içme suyu, tarımsal sulama ve hidroelektrik üretimi için buzul ve karların erimesiyle



4-5 TM ve Landsat 8-9 Level2 gerçek renk

Sırasıyla 1989 ve 2025 yıllarına ait uydu görüntüleri, Kazakistan ile Özbekistan arasında yer alan, dünyanın üçüncü büyük gölü Aral'ın yıllar içinde ne kadar çarpıcı bir biçimde küçüldüğünü gözler önüne seriyor.

beslenen nehirlere bağımlı olan yüz milyonlarca insanın su güvenliğini tehdit ediyor.

Tarımsal Üretim Merkezi Niteliğindeki Bölgeler Su Sermayesini Tüketiyor

Küresel ölçekte tatlı suların yaklaşık %70'i tarım amaçlı kullanılıyor. Yaklaşık 3 milyar insan ve dünya gıda üretiminin yarısından fazlası su rezervlerinin (yüzey suları, toprak nemi, kar, buz ve yer altı suları) azaldığı ya da dengesiz olduğu bölgelerde bulunuyor. 170 milyon hektardan fazla sulanan tarım arazisi yüksek ya da çok yüksek su stresi altında. Su stresi, kullanılan tatlı su

miktarının yıllık yenilenebilir tatlı su miktarına oranıdır. Bu oranın %25'ten fazla olması bölgenin su stresi ile karşı karşıya olduğu anlamına gelir.

Arazi ve Toprak Bozulması Suyla İlgili Riskleri Büyütüyor

Küresel tarım alanlarının yarısından fazlası bugün orta ya da yüksek düzeyde bozulmuş durumda. Bu da toprağın su tutma kapasitesini azaltarak kurak alanları çölleşmeye eğimli hâle getiriyor. Yalnızca toprağın tuz oranındaki artış, toplamda 100 milyon hektardan fazla ekili alanda (yağmurla beslenen yaklaşık 82 milyon hektar ve sulama yapılan

24 milyon hektar tarım arazisi) bozulmaya neden olarak dünyanın önemli tarım bölgelerinde verimi düşürüyor.

İnsanlığın Kuraklığa Etkisi Artıyor ve Mali Yük Ağırlaşıyor

2022-2023 yıllarında 1,8 milyardan fazla insan kuraklık koşulları altında yaşadı. Yağışlardaki azalmaların yanı sıra arazi bozulması, yer altı sularının azalması ve iklim değişikliği nedeniyle şiddeti artan kuraklık kaynaklı zararlar, küresel ölçekte yılda yaklaşık 307 milyar dolara ulaşıyor. Bu tutar, BM üyesi ülkelerin yaklaşık dörtte üçünün yıllık GSYH'sinden daha büyük.

Su Kalitesindeki Bozulma Kullanılabilir Suları Azaltıyor

Artılmamış ya da yetersiz düzeyde arttırılmış atık sular, tarım arazilerinden gelen yağmur ya da sulama suları kaynaklı gübre ve ilaç kalıntıları, fabrikalar ve madenlerde açığa çıkan kirli sular ile toprağın tuz oranındaki artış nedeniyle birçok havzadaki suların giderek daha büyük bir kısmı içme, tarımda kullanma ya da doğal yaşam için elverişsiz hâle geliyor. Yani tatlı suyun toplam miktarı büyük ölçüde değişmemiş olsa bile kullanılabilir nitelikteki temiz su miktarı hızla azalıyor.



Avustralya'nın Kuzey Queensland bölgesinde Charters Towers'ın batısında görülen bu manzarada, toprağın tuz oranındaki artış nedeniyle kuruyup ölen ağaçlar ve erozyon sonucu oluşan derin yarıklar görülüyor.

Su İflasının Su Stresi ve Su Krizinden Farkı

Su Stresi



Yüksek Talep Sınırlı Arz

Suyu, doğanın yenileyebileceğinden daha hızlı tüketiyoruz.

Nehirler ve ekosistemler baskı altında ama henüz kırılma noktasına gelinmiş değil.

Daha tasarruflu kullanım, küçük düzenlemeler ve verimlilik artışıyla durum tersine çevrilebilir.

Su Krizi



Ani ve Geçici Alarm Durumu

Kuraklık, sel ya da kirlilik gibi beklenmedik olaylar su sisteminin kapasitesinin geçici olarak aşılmasına yol açar.

Hasar çoğu zaman kalıcı değildir.

Acil önlemler, kısa süreli kısıtlamalar ve hızlı müdahaleyle etkileri kontrol altına alınabilir.

Su İflası



Kriz Sonrası Kalıcı Durum

Uzun süreli aşırı su kullanımı yer altı sularını, nehirleri ve ekosistemleri kalıcı biçimde zayıflatır.

Su sistemleri artık eskisi kadar su sağlayamaz.

Tam bir iyileşme zor ve yüksek maliyetlidir. Yapılması gereken, su talebinin azaltılması ve sistemi değişen koşullara göre yeniden kurmaktır.

Dünyanın Tatlı Su Dengesi Alarm Veriyor

Nehirler, göller ve yer altı suları (“mavi su” olarak isimlendirilir) ile toprak nemindeki (“yeşil su” olarak isimlendirilir) azalma artık doğanın tolere edebileceği sınırların aşmış durumda. Yani suyu yenileme hızından daha hızlı tüketiyoruz. Bu da hem doğa hem de insanlar için kalıcı riskler anlamına geliyor.

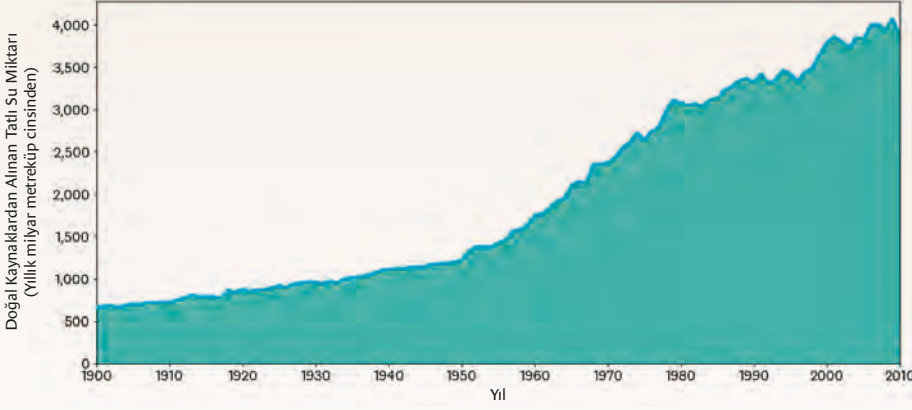
Su Yönetimi Anlayışı Artık Su Kaynaklarının Aşırı Kullanımını Sorunuyla Mücadele Etmeye Yetmiyor

Birçok su havzasında ve yeraltı suyu rezervinde su kullanımına ilişkin resmi taahhütler, yasal haklar ve kalkınma planları, doğanın gerçekten sağlayabileceğinin çok üzerindeki miktarlarda su kaynağı gerektiriyor. Bu bölgelerin çoğunda bu dengesizliği yönetebilecek güçlü kurumlar da bulunmuyor. Ağırlıklı olarak WASH (Su, Sanitasyon ve Hijyen), kademeli verimlilik artışları ve genel IWRM (Bütünleşik Su Kaynakları Yönetimi) yaklaşımlarına odaklanan mevcut küresel gündem ise su kaynaklarının kalıcı biçimde tükenmesi ve bunun yol açtığı toplumsal gerilimler ve çatışma riskleri karşısında yetersiz kalıyor.



Thibaut Vergoz, IRD

Madagaskar'ın iç kesiminde yer alan Antananarivo'da bataklıklar üzerine kurulmuş yoksul bir semtte atıklarla kirlenmiş bir su kanalı (Eylül 2016)



Toplam Küresel Tatlı Su Kullanımının Zaman İçindeki Değişimi

Grafik, 1900-2010 yılları arasında tarım, sanayi ve evsel kullanım için doğal kaynaklardan çekilen tatlı su miktarının dünya genelinde hızla arttığını gösteriyor. Su kullanımındaki bu artış genellikle ekosistemlerin işleyişi için doğal su sistemlerinde kalması gereken su miktarının azalması anlamına geliyor ve doğal sermayede büyük, çoğu zaman da geri döndürülemez zararlara yol açıyor. Grafik, Our World in Data verilerine dayanıyor.



Sentinel-2 gerçek renk

Sentinel-2 uydusuyla elde edilen görüntüler, Çin'de Batı Tibet Platosu'ndaki Aru Sıradağları'nda buzulların 2017 (üst) ile 2025 (alt) yılları arasında ne kadar küçüldüğünü gösteriyor. Bu kaybın temel nedeni, iklim değişimi ve artan sıcaklıklar. Dağ buzulları ve mevsimsel kar örtüleri, dünyanın su depoları gibi işlev görür. Soğuk mevsimlerde düşen yağış kar ve buz biçiminde depolanır, kurak ve sıcak dönemlerde ise bu birikimin yavaş yavaş erimesiyle aşağılardaki bölgelerin su kaynakları beslenir.

Sürdürülebilir Kalkınma İçin KÜRESEL AMAÇLAR



Birleşmiş Milletler Sürdürülebilir Kalkınma Amaçları (SKA), 2030'a kadar insan refahını artırmayı ve kalkınmayı gezegenin sınırları dâhilinde sürdürmeyi hedefleyen 17 küresel amaçtan oluşuyor. Temiz Su ve Sanitasyon (SKA 6), BM raporlarında diğer pek çok sürdürülebilir kalkınma hedefiyle doğrudan bağlantılı ve ilerlemeyi belirleyici kilit bir hedef olarak öne çıkıyor.

Küresel Su Gündemini Sıfırdan Yenileme Çağrısı

Ulusal ve uluslararası otoritelerin mevcut su yönetimi yaklaşımı, büyük ölçüde içme suyu ve sanitasyona öncelik veriyor, su verimliliğini ise aşamalı olarak iyileştirmeye odaklanıyor. Küresel Su İflası Raporu, bu yaklaşımın çoğu yerde artık işe yaramadığının altını çiziyor ve yeni bir küresel su gündemi oluşturulması için çağrı yapıyor.

Rapora göre yeni gündemde:

“Su iflası” statüsü resmî olarak tanınmalı.

Su; iklim, biyoçeşitlilik ve arazi kullanımı taahhütlerini karşılarken

hem sınır koyan bir kriter hem de dönüştürücü bir fırsat olarak kabul edilmeli.

Su konusu; iklim, biyoçeşitlilik ve çölleşmeyle ilgili müzakerelerin, kalkınma finansmanının ve barış süreçlerinin merkezine taşınmalı.

Uydu gözlemleri, yapay zekâ ve bütüncül modellemeler kullanılarak su iflasının izlenmesi, küresel sistemlerin ayrılmaz bir parçası hâline getirilmeli yani su iflasının durumu bilimsel olarak rutin ve sistematik biçimde izlenmeli.

Su, BM üyesi ülkeler arasındaki iş birliğini hızlandıran bir itici güç olarak kullanılmalı.

Devletler Nelere Öncelik Vermeli?

Pratikte su iflasını yönetebilmek için hükümetlerin aşağıdaki önceliklere odaklanması gerekiyor:

Sulak alanların yok olması, yer altı sularının geri dönüşü olmayan biçimde tükenmesi ve kontrolsüz kirlilik gibi telafisi mümkün olmayan zararların daha da artmasını önlemek.

Suya ilişkin haklar, talepler ve beklentilerle doğanın zaten azalmış olan taşıma kapasitesi arasında yeni bir denge bulmak. Su iflasının sonucunda geçim kaynaklarını değiştirmek zorunda olan topluluklar için adil bir dönüşüm sağlanabilmesi için destek sağlamak.

“Su iflası” kavramı, durumu abartılı biçimde ifade etmek için değil, su kullanımının yenilenebilir kapasiteyi aştığı gerçeğini doğru adlandırmak için kullanılıyor. Bu kavram insanlığın suyu doğanın yenileyebileceğinden daha hızlı tükettiğini ve kritik eşiklerin aşıldığını gösteriyor; bu da mevcut su yönetimi anlayışlarının artık yetersiz kaldığı anlamına geliyor.

Belirtileri Yerelde Görülen Küresel Sorun

Sürekli suyunu kullandığı bir kuyunun kurumasına tanıklık eden çiftçiden “sıfır günü” (şebeke sisteminin şehir sakinlerine içme suyu sağlayamadığı kritik eşik) için hazırlanan bir kente, göllerinin kurumasına şahit olan bir balıkçı köyünden tatlı su kaynaklarına tuzlu su karışmaya başlayan ada uluslarına kadar su iflasının yerel olarak deneyimlendiği sayısız örnek var. Ancak iflasın nedenleri ve sonuçları giderek daha küresel bir nitelik kazanıyor. Ticaret ağları, su kaynakları aşırı derecede tüketilen havzaların geleceği ile binlerce kilometre uzaklıklardaki gıda ve emtia pazarları arasında bağlantı kuruyor. Büyük ölçüde enerji, endüstri ve arazi kullanımından kaynaklanan sera gazlarının etkisiyle ortaya çıkan iklim değişimi, dünyanın her yerinde su döngüsünün temel dengelerini değişime uğrattıyor. Su kıtlığı ve kuraklıkların neden olduğu göçler sadece yer değiştiren insanları ve geride bıraktıkları bölgeleri değil, iş gücü piyasalarını, sosyal koruma sistemlerini ve siyasal dengeleri etkilemek suretiyle göç ettikleri coğrafyalarda da toplumsal ve ekonomik yapıları dönüştüren uzun vadeli sonuçlar doğuruyor.

Bu anlamda “küresel su iflası”, küçük yerel krizlerin etkilerinin toplamından ziyade insanlığın suyla ilişki kurma sistematığının bütüncül bir sonucu. Şöyle ki su kaynaklarının kronik şekilde aşırı kullanımı, su sisteminin geri dönüşümsüz biçimde hasara uğratılması ve su kaynaklarına ilişkin giderek derinleşen bir arz-talep dengesizliği şeklinde tanımlanabilecek bir sistemsel bozukluk; mevcut kalkınma, ticaret, enerji, gıda ve güvenlik sistemlerinin ayrılmaz bir parçası hâline gelmiş durumda. Tüm bunlar küresel su iflasıyla mücadelenin sadece belirli ülkelerin sorumluluğuna bırakılamayacağını; yerelden ulusala, bölgeselden küresele farklı düzeylerde ve politik mecralarda koordineli eylemler gerektirdiğini gösteriyor.



4-5 TM ve Landsat 8-9 Level-2 gerçek renk

Yukarıda 1986 ve aşağıda 2022 yıllarına ait uydü görüntüleri, batı yarım küredeki en büyük tuzlu su gölü olan Büyük Tuz Gölü'nün (Great Salt Lake) daha yukarı kesimlerde artan su kullanımı ve göle gelen akışların azalması nedeniyle çarpıcı bir biçimde küçüldüğünü gözler önüne seriyor.

🌊 Tarım ve sanayinin de dâhil olduğu yoğun biçimde suya bağımlı sektörlerde ürün çeşidinde değişiklikler ve sulama sistemlerinde reformlar yapmak, şehirlerde daha verimli su sistemleri kurma gibi yollarla dönüşüm sağlamak.

🌊 Suyla ilgili kritik eşiklere yaklaşıp yaklaşılmadığını düzenli olarak izleyen sistemlerle desteklenen, sürekli uyum tedbirleri geliştirebilecek kurumlar oluşturmak.

Antroposen Çağında Suyla İlişkimizi Yeniden Kurmak

Anadolu'nun her yerinde yerleşim bölgelerine yakın ya da uzak hatta dağ başı denebilecek ücra yerlerde bile çeşmeler görürüz. Bu çeşmeler sürekli akar, vanaları yoktur. Hatta kırsal hayata yabancı kimselere su boşa akıyormuş gibi gelir. Oysa bu çeşmeler hayır sahipleri tarafından sadece insanlar faydalansın diye değil "kurda kuşa" da fayda olsun yani doğal yaşama da su sağlasın diye yaptırılmıştır. Şimdi ise bu

çeşmelerin pek çoğu kalıcı olarak kurumuş, bir kısmı da yılın çok daha kısıtlı bir bölümünde akar hâlde. Bunun en önemli sebebi bu çeşmeleri besleyen yer altı su kaynaklarının aşırı tüketim sonucunda yok olması. Bu durum, kimi başka coğrafyalarda çok daha ağır sonuçları görülebilen küresel su iflasının küçük bir belirteci ve aslında hem doğayla hem de suyla olan ilişkimizi yeniden gözden geçirmemiz gerektiğini gösteriyor.

İnsanlık olarak bugüne kadar suyu çoğu zaman sınırsız ve her zaman erişilebilir bir kaynak gibi gördük. Planlarımızı, üretim biçimlerimizi ve yaşam tarzlarımızı bu varsayım üzerine kurduk. Ancak raporun ortaya koyduğu bulgular, bu yaklaşımın artık geçerliliğini yitirdiğini açıkça gösteriyor. Su yönetimi yalnızca teknik bir altyapı meselesi değil, gıda üretiminden halk sağlığına, ekonomik istikrardan ekosistemlerin devamlılığına kadar pek çok alanı etkileyen ortak belirteç. Bu nedenle mevcut tablo yalnızca verimliliği

Gelirinden sürekli fazla harcayan ve sonunda iflas eden birinin borcu silinemez ancak iflas süreci iyi yönetilirse çöküş durdurulabilir ve toparlanma zemini hazırlanabilir. Rapora göre dünyamız su kaynakları açısından bugün tam olarak bu aşamada.

arttırmaya ya da geçici tasarruf önlemlerine odaklanan yaklaşımlarla çözülebilecek nitelikte değil. Raporunda "su iflası" kavramının tercih edilmesi, tam da bu sistemsel eşiğe işaret ediyor. Bu sorunu doğru biçimde tanımlamak, bir başarısızlık ilanı anlamına gelmekten ziyade karar alma süreçlerini doğanın taşıma kapasitesini esas alacak şekilde yeniden düzenlemek için gerekli bilimsel zemini oluşturuyor. Raporu göre bu farkındalık, su yönetimini krizlere tepki veren geçici çözümlere dayanmaktan çıkarıp uzun vadeli, uyarlanabilir ve daha dayanıklı sistemlere dönüştürmek için önemli bir fırsat sunuyor. ■

Kaynaklar

Madani K. (2026) Global Water Bankruptcy: Living Beyond Our Hydrological Means in the Post-Crisis Era, United Nations University Institute for Water, Environment and Health (UNU-INWEH), Richmond Hill, Ontario, Canada, doi: 10.53328/INR26KAM001

<https://unu.edu/inweh/news/world-enters-era-of-global-water-bankruptcy>

Tekno Yaşam

Gürkan Caner Birer [teknoyasam@tubitak.gov.tr]

İnsansı Robotlar Fabrikalarda Görev Alacak

Boston Dynamics'in Atlas robotu Hyundai ile yapılan ortaklık kapsamında 2028'den itibaren otomobil üretim hatlarında görev alacak. Robot, 56 serbestlik derecesiyle (bağımsız hareket eksenini sayısı) insanla karşılaştırılabilir ölçekte bir hareket kabiliyetine

sahip. Tehlikeli ve tekrarlayan görevleri yerine getirmek üzere tasarlanan Atlas, 50 kiloya kadar yük kaldıracaktır. Atlas, CES 2026'da "En İyi Robot" ödülünü kazandı. Güney Koreli WIRobotics ise yürüyüşü destekleyen giyilebilir bir robot olan WIM S'i tanıttı. Diz ve kalça eklemlerine destek veren bu cihaz Avrupa, Çin ve Japonya'da kullanılmaya başlandı.

<https://bit.ly/bd-atlas>
<https://bit.ly/wim-s>



Anında Dil Çevirisi Yapan Akıllı Gözlükler

CES 2026'da tanıtılan LLVision Leion Hey 2 AR gözlükleri, karşınızdaki kişinin söylediklerini eş zamanlı olarak çevirip gözlüğün ekranına yansıtıyor. 100'den fazla dili destekleyen cihaz, yarım saniyeden kısa sürede çeviri yapabiliyor. Gözlük ayrıca navigasyon bilgilerini görüş alanınıza yansıtıyor, mesajları gösterebiliyor ve sesli komutları algılayabiliyor. Artırılmış gerçeklik (AR) gözlükleri üreten Inmo Air 3 tam renkli ekranlar sunarken Vuzix ise numaralı gözlük kullananlar için AR gözlük seçeneği sunuyor. Gözlük kullanıcıları için bu önemli bir detay çünkü bugüne kadar AR gözlüklerin çoğu numaralı gözlüklerle birlikte kullanılamıyordu. Meta, yeni akıllı gözlüğü Meta Ray-Ban Display'e gelen yoğun talep nedeni ile gözlüğün satışını dondurdu. Bu gözlükler, akıllı telefonlardan sonra dijital yaşamın merkezine yerleşebilecek yeni bir teknolojik platformun habercisi olabilir.

<https://www.llvision.com>

Yapay Zekâ Asistanları Kendi Sosyal Ağlarını Kuruyor

Yapay zekâ sohbet robotları artık sadece sorularınıza cevap veren araçlar değil, sizin adınıza internette gezinen, form dolduran, alışveriş yapan ve randevu alan otonom ajanlara dönüşüyor. Bu dönüşümün en çarpıcı örneği, Ocak 2026'da viral olan açık kaynaklı OpenClaw projesi oldu. Proje, yapay zekâ asistanlarının arka planda kesintisiz şekilde çalışarak e-posta göndermesini, web sitelerinde işlem yapmasını ve hatta sizin ifade tarzınızda mesaj yazmasını mümkün kılıyor. OpenClaw, yazılımcıların projelerini paylaştığı bir platform olan GitHub'da bir haftada 147.000'den fazla yıldız aldı ve 2 milyon ziyaretçiye ulaştı.

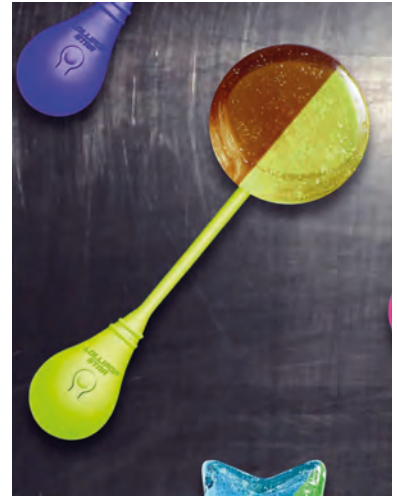
OpenClaw alt yapısıyla geliştirilen yapay zekâ ajanları, Moltbook adlı botlara özel sosyal medya platformlarında birbirleriyle de etkileşime giriyor. Burada Reddit platformundakine benzer şekilde tartışıyor, yorum yapıyor ve geliştirdikleri uygulamaları tanıtıyor. Platformun 1,5 milyondan fazla yapay zekâ kullanıcısı, 110.000'den fazla paylaşımı ve 500.000'den fazla yorumu var. İnsanlar ise bu platforma sadece gözlemci olarak katılabiliyor.

Bu heyecan verici gelişmelerin ardında ciddi güvenlik sorunları bulunuyor. Ocak ayının sonunda Moltbook'ta tespit edilen bir güvenlik açığı, platforma yetkisiz erişim sağlayabilen kişilerin yapay zekâ ajanının kontrolünü devralmasına olanak tanıyordu. Bunun sonucunda platform geçici olarak kapatılmak zorunda kaldı. Bu tür yapay zekâ ajanlarının kişisel verilerinize, e-postanıza veya sosyal medya hesaplarınıza erişim sağlamasına izin vermek bir hayli riskli.



Müzik Çalan Lolipop

Bu yılın teknolojinin sınırlarını zorlayan ürünleri arasında belki de en ilginç olanı Lolipop Star. Görünüşte sıradan bir lolipopa benziyor. Ancak ağzınıza aldığınızda müzik dinlemeye başlıyorsunuz. Ses titreşimlerini çene kemiği üzerinden iç kulağa ileten Lolipop Star sayesinde kulaklık takmadan müzik dinleyebiliyorsunuz. Her lolipop farklı bir sanatçının özel şarkısını içeriyor ve bu şarkıya başka hiçbir yerden erişilemiyor. 8,99 dolardan satılan Lolipop Star'ın ses kalitesi pek tatmin edici değil. Gelecekte benzer teknolojiler diş fırçası ve sakız gibi farklı ürünlere uyarlanabilir.



<https://tcrn.ch/4r14Ygd>

<https://bit.ly/loli-fm>

Sudan Oksijen Soluyan Dalış Kıyafeti



Dalış denince akla hacimli tüpler, ağır ekipmanlar ve sınırlı dalış süresi gelir. Finlandiyalı girişim DAIVIN'in geliştirdiği ayakkabı kutusu büyüklüğündeki cihaz suyu elektroliz yöntemiyle oksijen ve hidrojene ayırıştırarak dalgıcın ihtiyaç duyduğu oksijeni sağlıyor. Yani dalış tüpü taşımak yerine etrafınızdaki sudan elde edilen oksijeni soluyorsunuz. Dalış süresi ise taşıdığınız tüpün içerdiği gaz miktarıyla değil, pilin ömrüyle sınırlı. Geleneksel dalışta basınçlı hava karışımları kullanıldığı için derinlere indikçe azot narkozu ve oksijen toksisitesi riski artar. Bu nedenle dalış yapılacak derinliğe bağlı olarak farklı gaz karışımlarına ihtiyaç duyulur. Bu tür dalış tüplerinin maliyeti ise yüksektir. DAIVIN'in sisteminde oksijen su altında elde edilebildiği için dalıştaki riskleri büyük ölçüde azaltıyor. Bu sistem teorik olarak 200 metreye kadar dalışı mümkün kılıyor. Sistem, üçlü yedekli elektrolizör içeren hafif bir yelek ve geleneksel ağırlık kemerinin yerini alan bir pil kemerinden oluşuyor. Henüz geliştirme aşamasında olan projenin ticari ürüne dönüşmesi zaman alacak. Ancak konseptin gerçekleşmesi hâlinde sadece hobi amaçlı dalış değil, su altı araştırmaları, kurtarma operasyonları ve hatta uzay araştırmaları için devrim niteliğinde olabilir.

<https://www.daivin.tech>



Giyilebilir Not Defteri

Toplantıda not almaya çalışırken konuşmayı kaçırmak ya da önemli bir sohbette konuşulanların tamamını hatırlayamamak artık geçmişte kalabilir. CES 2026'da tanıtılan Plaud NotePin, yanınıza takabileceğiniz küçük bir cihaz. Tek tuşla kaydı başlatıyor, yapay zekâ ile konuşmaları 112 dilde çevirerek yazıya dönüştürüyor ve özetini çıkarıyor. 20 saate kadar sürekli kayıt yapabilen cihaz, önemli bölümleri işaretlemek için ayrı bir "vurgulama" düğmesi de sunuyor.

Vocci AI, benzer bir konsepti akıllı yüzük formunda parmağınızda taşımaya imkân sağlıyor. Cihaz konuşmaları kaydedip yazıya döküyor ve otomatik olarak kategorize ediyor. Öğrenciler, gazeteciler ve çalışma hayatındaki profesyoneller için tasarlanan bu cihazlar, bilgiyi kaydetme ve organize etme biçimimizi kökten değiştirmeyi hedefliyor. Elbette bilgisi dışında insanların seslerinin kaydedilmesi birçok ülkede yasalara aykırı. Cihaz üreticileri kayıt sırasında LED uyarı ışığı gibi çözümler sunuyor ancak bunların yeterli olup olmayacağı tartışmalı.

<https://www.plaud.ai>

Renk Değiştiren Teknoloji

iPolish, elektroforez teknolojisini kullanan yapay tırnak setleriyle oje sürme sürecini tamamen dijitalleştiriyor. Telefondaki uygulamadan istediğiniz rengi seçiyorsunuz ve tırnak yaklaşık 5 saniyede o renge dönüşüyor. 400'den fazla renk seçeneğiyle her gün hatta her saat farklı bir tırnak rengine sahip olmak mümkün.

Teknoloji, e-kitap okuyucularda kullanılan e-mürekkep teknolojisine benzer bir prensiple çalışıyor. Tırnak yüzeyinin altındaki elektriksel olarak yüklü mikroparçacıklar, elektrik alanının etkisiyle yer değiştirerek farklı renklerin ortaya çıkmasını sağlıyor. iPolish'in başlangıç seti 95 dolar, yedek tırnakların tanesi 6,50 dolar. Haziran 2026'da satışa çıkması beklenen ürün şarj gerektirmiyor. Renk değişimi için kısa süreli bir elektrik sinyali yeterli oluyor, seçilen renk yeni bir elektrik sinyali uygulanana kadar sabit kalıyor.

<https://engt.co/4tqg3sY>



Yapay Zekâ Destekli Evcil Hayvan

90'lardaki Tamagotchi isimli sanal evcil hayvanı hatırlayanlar için bu haber tanıdık gelecek. Çinli girişim Takway, CES 2026'da Sweekar adlı yapay zekâ destekli bir "cep evcil hayvanı" tanıttı. Avuç içine sığan bu cihaz, fiziksel olarak büyüyor ve yumurta aşamasından bebek, genç ve yetişkin formlarına geçiş yapıyor. Dokunma, konuşma ve oyun oynama gibi kullanıcıyla olan her etkileşiminde karakteri gelişiyor ve kendine özgü bir mizaç kazanıyor. Tamagotchi'den en büyük farkı, Sweekar siz yokken de kendi deneyimlerini biriktiriyor ve döndüğünüzde sizinle paylaşıyor. Vücut sıcaklığını simüle ediyor yani elinizde tuttuğunuzda soğuk bir cansız nesne gibi hissetmiyorsunuz. NFC teknolojisi sayesinde iki Sweekar'ı birbirine temas ettirdiğinizde "arkadaş" olabiliyorlar. Ürün henüz piyasaya sunulmadı, ön sipariş süreci devam ediyor.

Yapay zekâ destekli evcil hayvan konsepti hızla büyüyen bir pazar. Yalnızlık hissi yaşayan yaşlılar, yetişkinler ve çocuklar için duygusal destek sağlayan bu tür cihazlar, gerçek evcil hayvan bakamayan insanlara bir alternatif sunuyor. Ancak bu durum "Bir cihazla duygusal bir bağ kurmak sağlıklı mı?" sorusunu da beraberinde getiriyor. ■

<https://takway.ai>

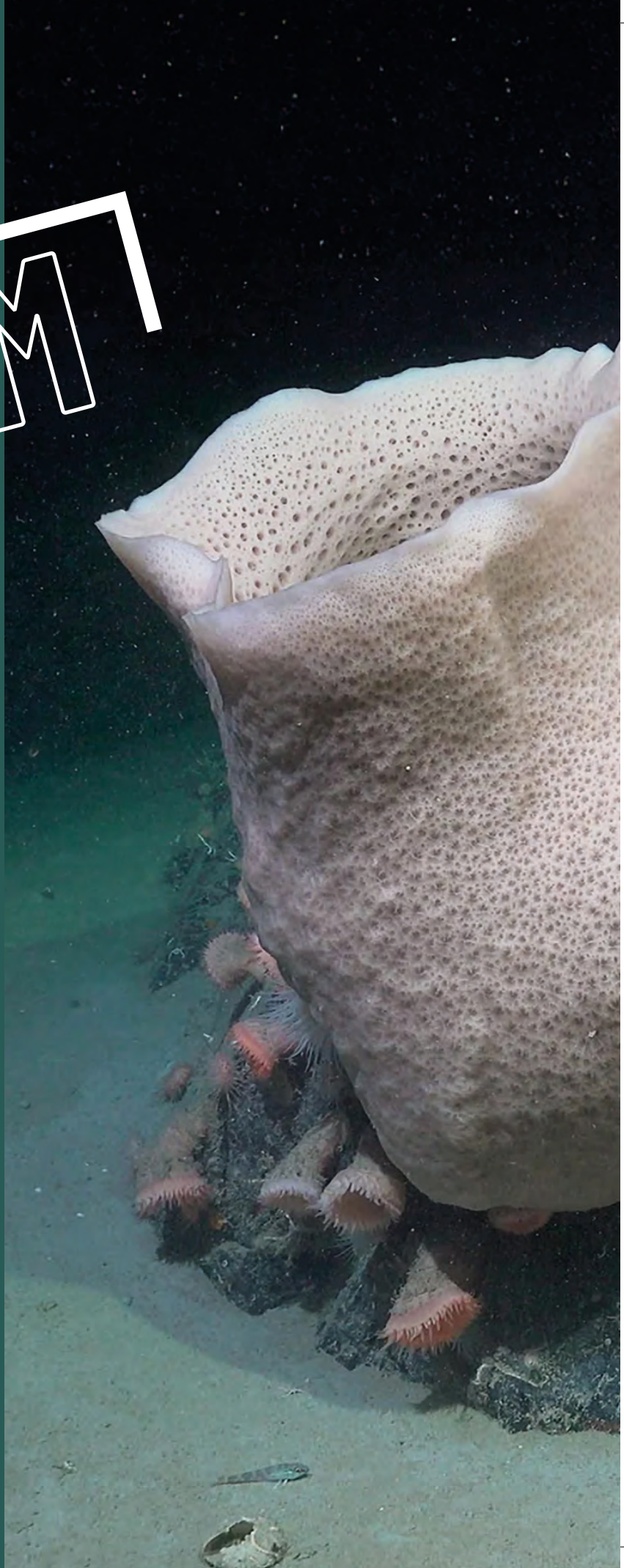
TEK KAREDE

BİLİM

Hayriye Yetiş Avcı [TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi

Bilim Dünyasının Objektifinden Bilimin Güzelliğini Yansıtan Fotoğraflar

Objektife yansıyan bir kare, yaşanmışlığa dair kanıtlar sunarken bilimin ilgi çekici dünyasını en yalın ve etkileyici hâliyle gözler önüne sermek için de fırsat sağlar. Bazen okyanusun binlerce metre altındaki karanlık bir kanyonda bazen de milyonlarca ışık yılı uzaklıktaki bir gök adanın kuytusunda gizlenen hikâyeleri gün yüzüne çıkarır. 2025 yılı, bilimsel keşifleri estetikle buluşturan çok sayıda çarpıcı fotoğrafın öne çıktığı bir yıl oldu. Gelin, geçtiğimiz yıla damgasını vuran ve evrene dair olağanüstü güzellikte görüntüler sahneleyen fotoğraflar arasından derlediğimiz seçkiye birlikte göz atalım.

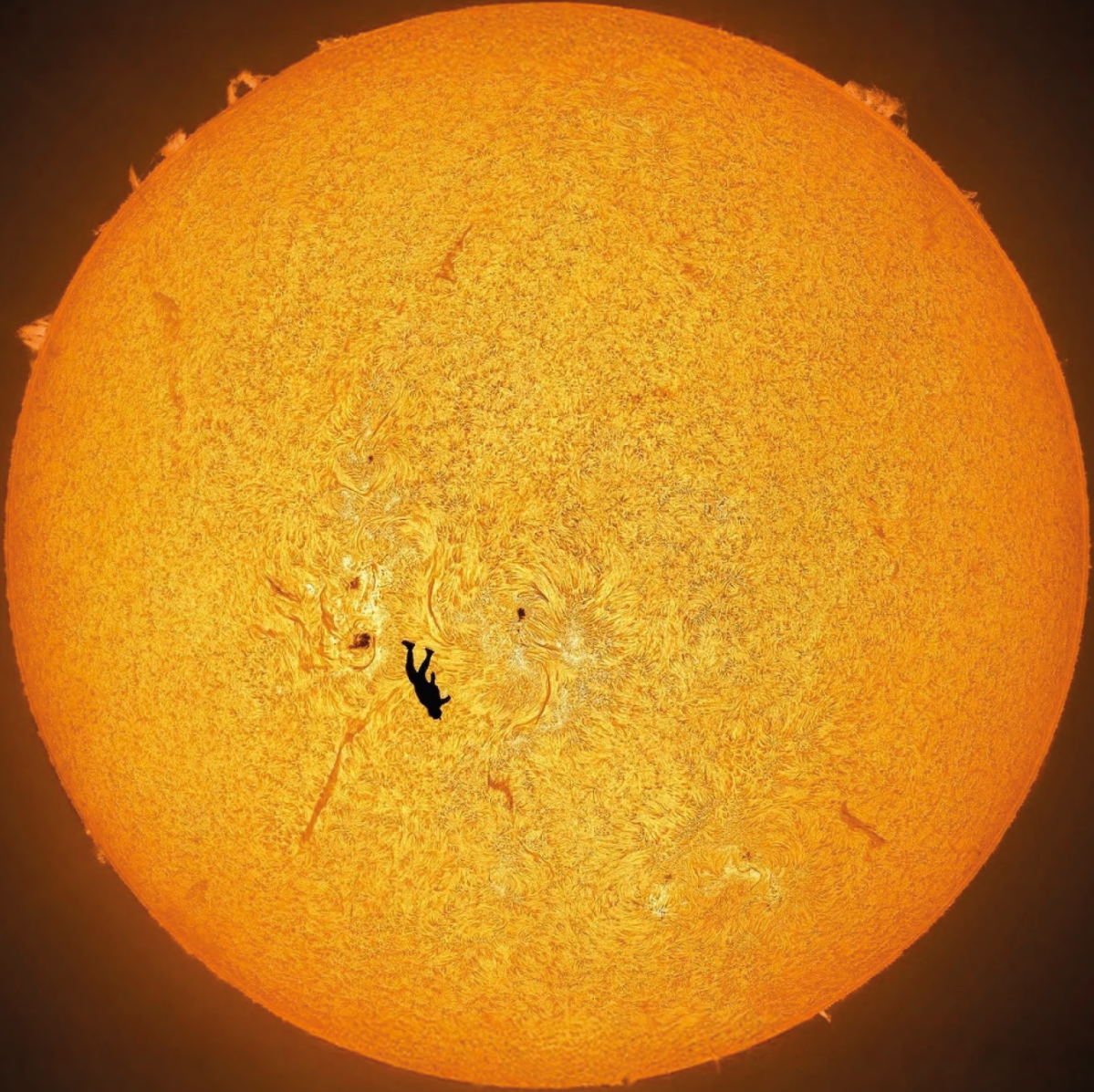


Buzdağının Sakladığı Yaşam

13 Ocak 2025 tarihinde yüzey alanı 510 km² büyüklüğünde bir buz dağı, Antarktika'daki George VI Buz Sahanlığı'ndan koptu.

25 Ocak'ta Schmidt Okyanus Enstitüsünden bilim insanları, buz dağının koptuğu alandaki deniz tabanını ilk defa keşfetmek üzere bölgeye ulaştı. Sekiz gün boyunca deniz tabanını inceleyen ekip, 150 metre kalınlığındaki buz tabakasının altında asırlardır yüzeyle bağlantısı kesilmiş olan bölgede canlı bir ekosistemle karşılaştı. Gözlemlenen deniz canlıları arasında buz balıkları, dev deniz örümcekleri, ahtapotlar, mercanlar ve süngerler yer alıyor. Fotoğrafta yer alan sünger ve bir grup deniz anemonu, okyanus yüzeyinden yaklaşık 230 metre derinlikte bulunuyor. Süngerlerin büyüme hızının yılda 2 santimetreden daha az olabildiği düşünüldüğünde fotoğraftaki canlılar yüzlerce yıldır hayatta olabilir.



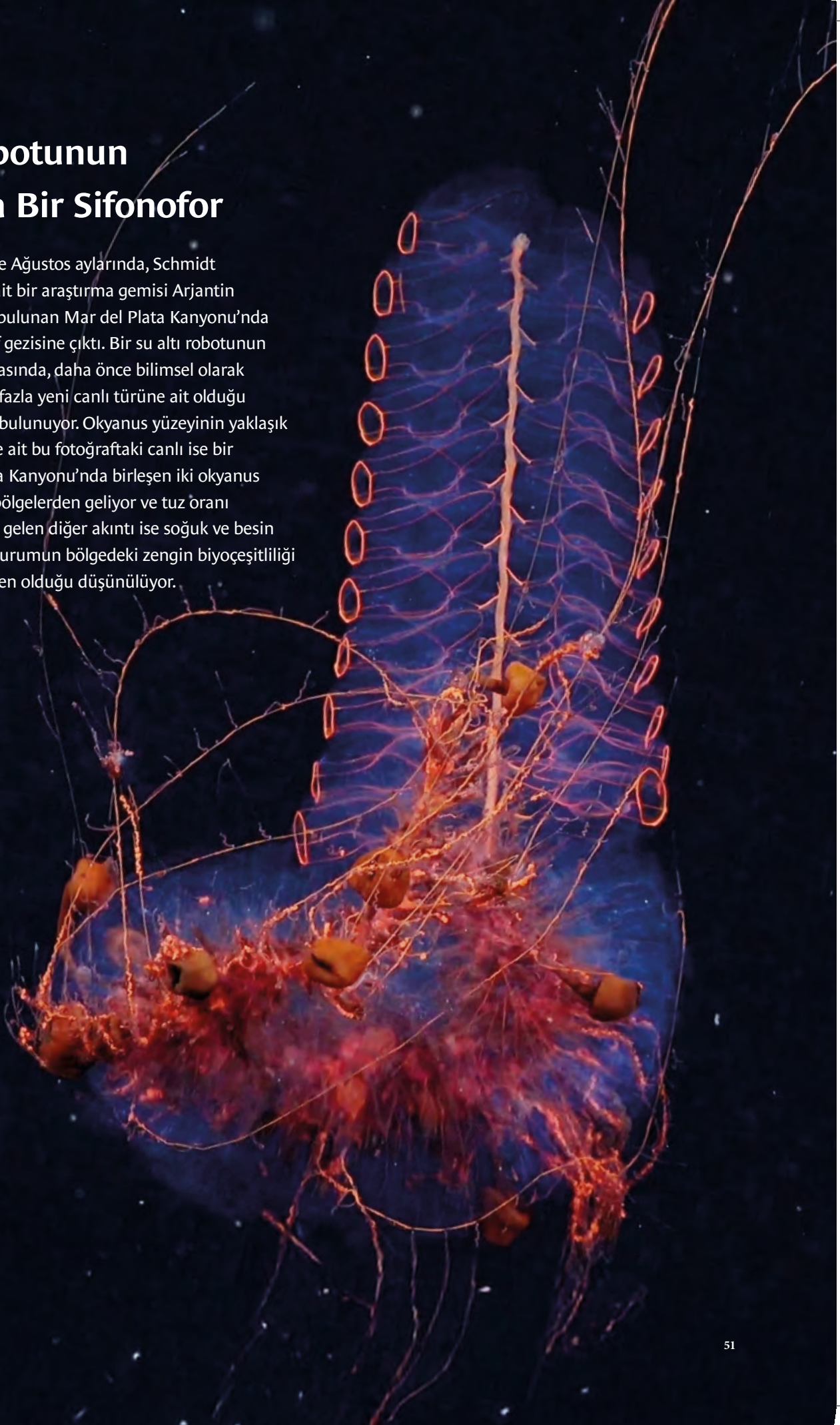


Güneş ile İnsan Aynı Fotoğraf Karesinde

Astrofotografçı Andrew McCarthy tarafından çekilen bu fotoğrafta paraşütçü Gabriel Brown, arka plana Güneş'i alarak yaklaşık 1.070 metre yükseklikte, uçaktan atladı. Kameranın paraşüt açılmadan önceki serbest düşüş anını yakaladığı bu fotoğrafta Brown, Dünya'dan yaklaşık 150 milyon kilometre uzaklıkta bulunan Güneş diskinin merkeziyle neredeyse aynı hizada. Zamanlamayı ve konumu doğru şekilde ayarlayabilmek için Güneş'in konumu, kameranın görüş açısı ve uçağın hızı gibi değişkenler göz önünde bulundurularak haftalar süren hesaplamalar yapıldı. İstenilen perspektifi yakalamak için 6 kez uçakla geçiş denemesi gerçekleştirildi ancak bu çarpıcı görüntü tek bir atlayış sonucunda elde edildi. Güneş teleskobu ve hidrojen alfa filtresi kullanılarak alınan görüntülerde standart fotoğraflarda ya da çıplak gözle görmenin mümkün olmadığı Güneş'in kromosfer katmanındaki (görünür ışık küre ile dış katman olan taç küre arasında yer alan renk küre) canlı ve hareketli yapıyı da görmek mümkün.

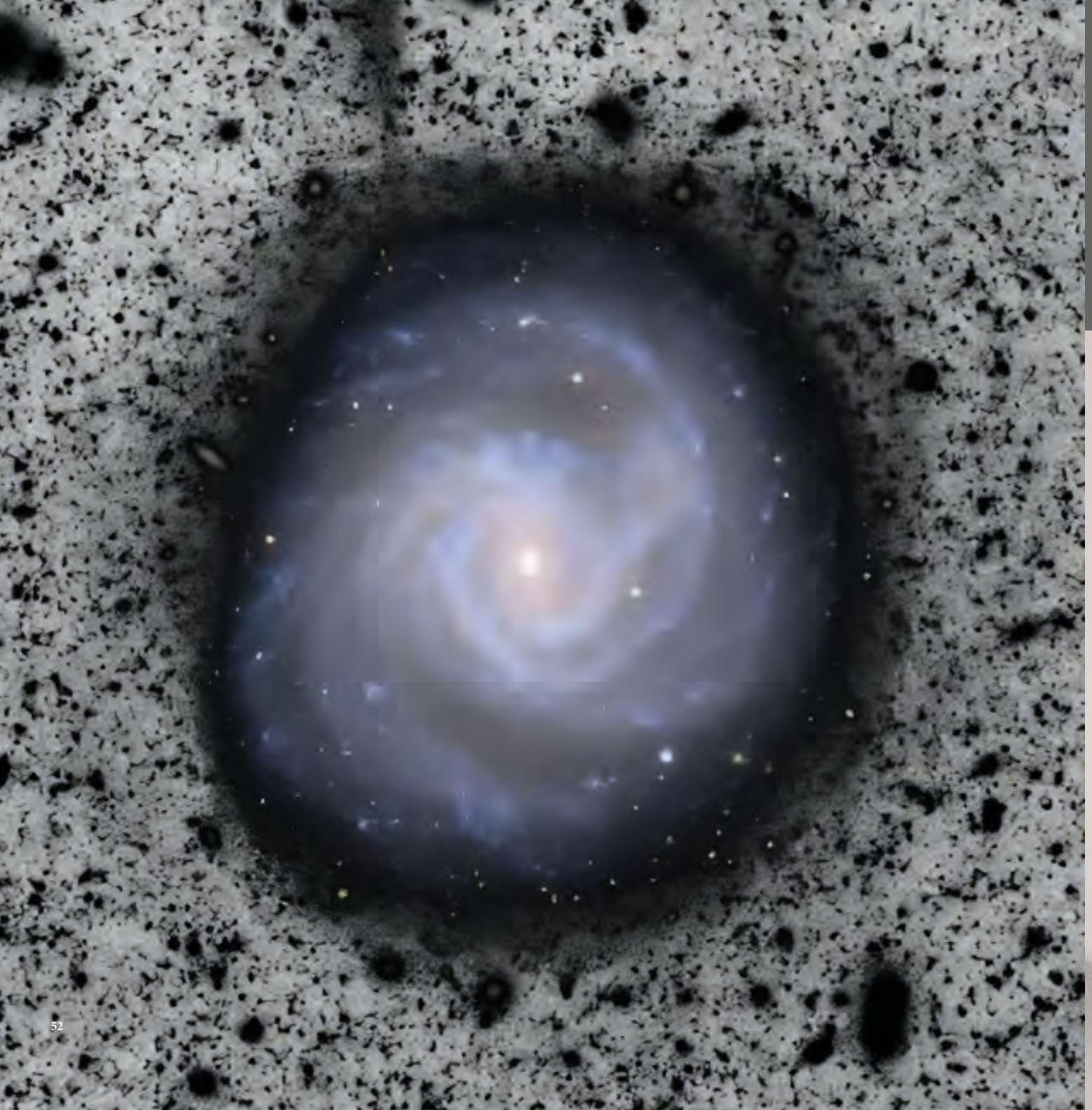
Su Altı Robotunun Kadrajında Bir Sifonofor

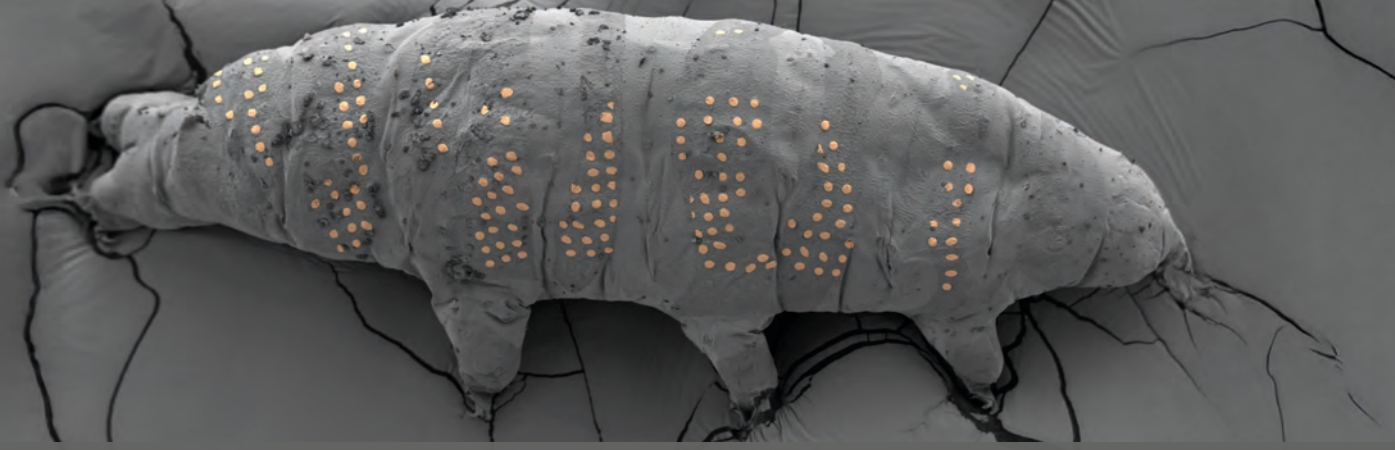
2025 yılının Temmuz ve Ağustos aylarında, Schmidt Okyanus Enstitüsüne ait bir araştırma gemisi Arjantin kıyılarının açıklarında bulunan Mar del Plata Kanyonu'nda üç hafta süren bir keşif gezisine çıktı. Bir su altı robotunun çektiği fotoğrafların arasında, daha önce bilimsel olarak belgelenmemiş 40'tan fazla yeni canlı türüne ait olduğu düşünülen görüntüler bulunuyor. Okyanus yüzeyinin yaklaşık 1.250 metre derinliğine ait bu fotoğraftaki canlı ise bir sifonofor. Mar del Plata Kanyonu'nda birleşen iki okyanus akıntısının biri tropik bölgelerden geliyor ve tuz oranı yüksek. Antarktika'dan gelen diğer akıntı ise soğuk ve besin açısından zengin. Bu durumun bölgedeki zengin biyoçeşitliliği destekleyen temel etmen olduğu düşünülüyor.



Gök Ada Etrafındaki Kozmik Enkaz

2025 yılının Haziran ayında ilk ışığını alan Rubin Gözlemevi, son derece hassas ve yüksek çözünürlükteki kamerasıyla evrene dair birbirinden ilginç görüntüleri gözler önüne sermeye devam ediyor. Teleskop henüz resmi olarak faaliyete geçmeden çekilen bu fotoğrafta Başak Gök Ada Kümesi'nin bir üyesi olan Messier 61'i (M61) ve gök adadan dışarı doğru uzanan yıldız şeridi görülüyor. 1779 yılında keşfedilen M61, Dünya'dan yaklaşık 55 milyon ışık yılı uzaklıkta bulunuyor. Bu yıldız şeridinin bir zamanlar M61'in yörüngesinde dolanan ancak gök adanın güçlü kütle çekimi etkisiyle parçalanan bir cüce gök adanın kalıntıları olduğu düşünülüyor.





Mikroskopik Tuval

Tardigradlar olarak da adlandırılan su ayılarının aktif kalabilmesi için vücutlarının etrafında ince bir su tabakasının bulunması gerekir. Çıplak gözle görülemeyen bu mikroskopik canlılar, yaşam koşullarının uygun olmadığı durumlarda kriptobiyoz olarak isimlendirilen ve metabolizma faaliyetlerinin neredeyse durma noktasına geldiği pasif bir hâle geçer. Fotoğraftaki tardigradın yüzeyinde boyutları nanometre ölçeğinde olan çok küçük desenler görülüyor. Bu desenler tardigrad kriptobiyoz durumundayken buz litografisi adı verilen bir teknikle elektron demeti kullanılarak oluşturuldu. Işının verdiği zararı en aza indirmek için tardigradın yüzeyi buz tabakasıyla kaplandı. İşin en ilginç kısmıysa tardigrad suyla yeniden temas edip aktif duruma geçtiğinde üzerindeki desenlerin bozulmadan kalmasıydı.



Davetsiz Misafir Pirinç Biti

Fotoğrafta, kanatları açık hâldeki bir pirinç biti (*Sitophilus oryzae*) pirinç tanesinin üzerinde duruyor. Pirinç, buğday, mısır gibi depolanmış tahıl tanelerinin içine yerleşerek beslenen ve çoğalan pirinç bitleri, ciddi ekonomik kayıplara yol açabilen bir tarım zararlısıdır. Entomolojiyle (böcek bilimi) yakından ilgilenen ve yıllardır böcek fotoğrafları çeken Zhang You, pirinç bitini ilk defa kanatları açık hâldeyken görüntüleyebildiğini ifade ediyor. Bu fotoğraf genellikle göz ardı edilen bir tarım zararlısının yapısını ve davranışını yakından inceleme imkânı sağlıyor.

Usta Pilot Kızıl Gerdanlı Dalgıç

Birkaç yıldır kızıl gerdanlı dalgıç (*Gavia stellata*) fotoğrafları çekmekle ilgilenen Erko Badermann, soğuk bir bahar gününün sabahında gölün kıyısında uzanmış, bu dalgıç kuşu türünün fotoğrafını çekebilmeyi umuyordu. Hazırlıksız yakalandığı kar yağışı sebebiyle tam vazgeçmek üzereyken göle doğru yaklaşmakta olan bir kızıl gerdanlı dalgıç kuşu gördü. Kamerasını gri gökyüzüne çevirdi ve kuşu odağına yerleştirdi. Bir an için kuş görüntüden çıksa da suya inmeden hemen önce tekrar kameranın odağındaydı. Kuşun su üzerindeki dengeli hareketlerine hayran kaldığını belirten Badermann, çektiği fotoğrafı tanımlamak için “kızıl gerdanlı dalgıç kuşunun piste iniş anı” ifadesini kullanıyor.



Kuraklıkla Yüzleşen Aslan Sürüsü

Bret Saalwaechter bu fotoğrafı 2024 yılının Eylül ayında Tanzanya'daki en yoğun aslan popülasyonlarından birine ev sahipliği yapan Serengeti Millî Parkı'nda çekti. Mevsime bağlı kuraklıkla beraber yiyecek ve suyun azalması bölgedeki birçok hayvanla birlikte aslanların da stres düzeyinde artışa yol açıyor. Bir yandan yavru aslanlar süt için çığlık atarken diğer yandan anne aslanlar bunaltıcı sığağa rağmen yavrularını emzirmeye çalışıyor. Yorgunluktan bitap düşen anne aslanlar rahatlamak istercesine bir tepeye çıkıyor. Ancak yavrular inatçı küçük çocuklar gibi annelerinin peşini bırakmıyor. Yaşanan tüm bu kaosun zirveye ulaştığı ve sürünün hep bir ağızdan kükremeye başladığı o an ise Saalwaechter'ın kadrajına yansıyor.



Gripte Zor Bir Yıl Değişen Virüs, Değişen Bağışıklık

Dr. Özlem Ak [TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi

Grip virüsleri, geçirdikleri mutasyonlar nedeniyle her yıl vakaların arttığı grip sezonunda bağışıklık sisteminin karşısına bazı özelliklerini değiştirerek çıkar. Bu küçük genetik değişiklikler, virüsün bağışıklık sisteminin tanıdığı yüzey yapılarını zamanla değiştirerek önceki yıllarda oluşan bağışıklık yanıtlarından kısmen kaçmasına olanak tanır. Grip salgınlarının her yıl yeniden ortaya çıkmasının temelinde de bu süreç yatar. Bu yüzden “her yıl yeni bir grip”ten söz edilir, ancak çoğu durumda tamamen yeni bir virüs ortaya çıkmış değildir, grip virüsleri her yıl vakaların arttığı dönemde küçük mutasyonlarla biraz değişir. Ancak 2025-2026 grip sezonu, bu doğal döngünün ötesine geçen bir tablo ortaya koydu: Grip dalgası beklenenden erken başladı, alışılmadık bir hızla yayıldı ve birçok ülkede yüksek vaka sayısı nedeniyle sağlık sistemlerini zorlayan geniş çaplı bir etki yarattı. Peki bu yıl tabloyu farklı kılan neydi?



Bu sıra dışı seyir ilk olarak 2025 yılının Ağustos ayında Avustralya ve Yeni Zelanda'da dikkat çekti. Güney yarım kürede grip sezonu beklenenden erken başlamakla kalmadı, aynı zamanda olağan dışı biçimde uzun sürdü. Vaka sayıları grip sezonundaki ortalamanın üzerine çıktı, solunum yolu enfeksiyonlarına bağlı ölümlerde grip yeniden öne çıkan etkenlerden biri hâline geldi. Bu tablo son yıllarda sıkça görüldüğü gibi yalnızca o bölgeyle sınırlı kalmadı, birkaç ay içinde Avrupa, Kuzey Amerika ve Asya'da benzer eğilimler ortaya çıktı.

Dünya Sağlık Örgütü (WHO) verilerine göre Avrupa'da grip sezonu önceki yıllara kıyasla yaklaşık dört hafta erken başladı. Birçok ülkede grip virüsü hızla yayılmaya başladı ve vaka sayıları yükseldi. ABD ve Birleşik Krallık'ta da kısa sürede belirgin artış kaydedildi. Bu durum yalnızca hasta sayılarında değil, hastaneye yatışlarda ve yoğun bakım gereksinimlerinde de dikkat çekici bir artışa yol açtı.

Bu olağan dışı enfeksiyon artışının temel nedeni influenza A virüsünün H3N2 alt tipine ait K alt varyantı. Günlük hayatta ve haberlerde zaman zaman kullanılan "süper grip" ifadesi ise bilimsel bir terimden ziyade bu yıl grip enfeksiyonlarının daha ağır seyrettiğine dair toplumsal bir yakıştırma. Bilimsel açıdan bakıldığında ise söz konusu

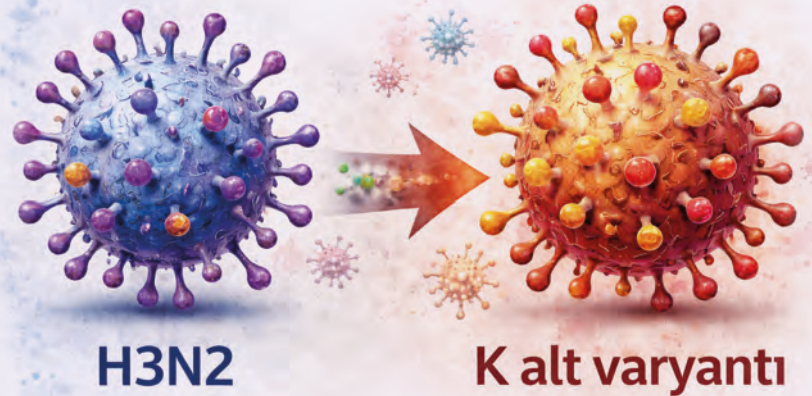
olan durum, yıllardır dolaşımında olan H3N2 virüsünün genetik olarak değişmiş bir alt soyunun (varyant) kısa sürede baskın hâle gelmesi.

Virüsteki Küçük Değişikliklerin Büyük Sonuçları

Bilim insanları, K alt varyantının tamamen yeni bir virüs olmadığını özellikle vurguluyor. Bu, yılın başlarında grip vakalarında görülen H3N2'ye bağlı bir alt varyant ve ortaya çıkışında grip virüslerinde gerçekleşen antijenik sürüklenme süreci belirleyici rol oynuyor. Antijenik sürüklenme, virüsün genetik materyalinde zamanla biriken mutasyonların, bağışıklık sisteminin tanıdığı yüzey antijenlerini kademeli olarak farklılaştırması anlamına geliyor.

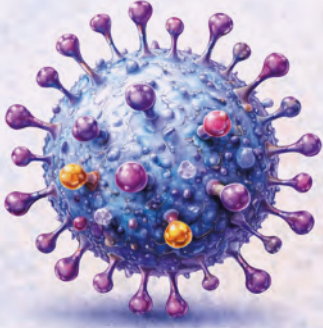
K alt varyantında değişimler temel olarak virüsün hücrelere tutunmasını sağlayan hemaglutinin adlı yüzey proteininde görülüyor. Hemaglutinin, virüsün konak hücreyle ilk temas ettiği anahtar yapı olmasının yanı sıra bağışıklık sisteminin ürettiği antikorların ve mevsimsel aşuların da başlıca hedefi. Bu nedenle hemaglutinin yapısındaki birkaç küçük değişiklik bile bağışıklık yanıtının virüsü tanıma ve etkisizleştirme kapasitesini azaltabiliyor.

Hemaglutinin üzerinde biriken mutasyonların sayısının görece yüksek olması, K alt varyantının önceki enfeksiyonlar ya da aşularla oluşan bağışıklıktan kısmen kaçabilmesini sağladı. Buradaki "kaçış", bağışıklık sisteminin virüse karşı tamamen etkisiz kalması anlamına gelmiyor. Antikorlar hâlâ üretiliyor ancak virüsün yüzeyindeki bağlanma bölgeleri, daha önce bağışıklık

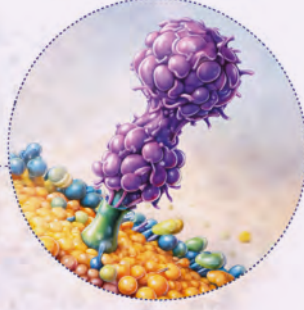


H3N2

K alt varyantı



H3N2



HEMAGLUTİNİN

geliştirilen yapıyla tam olarak aynı olmadığı için bağışıklık yanıtı daha zayıf ve gecikmeli gerçekleşiyor. Bu gecikme bile virüsün vücutta tutunması ve yayılması için önemli bir avantaj yaratabiliyor.

K alt varyantının bu yıl baskın hâle gelmesinde etkili olan bir başka unsur da virüsün kullandığı glikozilasyon mekanizması. Hemagglutinin, virüsün çoğalmak için kullandığı konak hücrenin enzimleri tarafından üretilen şeker molekülleriyle kısmen kaplanabiliyor. Bu şekerler, antikorların virüse ulaşmasını zorlaştıran biyokimyasal bir “perde” gibi davranıyor. Oysa antikorlar normalde virüsün yüzeyine tutunarak hücreleri enfekte etmesini engeller. K alt varyantında bu şeker moleküllerinin eklenme noktalarında meydana gelen değişiklikler, virüsün bağışıklık sisteminden kaçma kapasitesini daha da artırmış olabilir.

Erken Başlayan Sezonun Etkisi

2025-2026 grip sezonunu farklı kılan bir diğer unsur da vaka artışının beklenenden erken başlaması oldu. Grip sezonu erken başladığında, toplum genelinde bağışıklık düzeyi henüz yeterince yüksek olmayabiliyor. Pek çok kişi aşısını

yaptırmamış oluyor, okulların açık olduğu ve insanların kapalı alanlardaki temasının yoğunlaştığı dönemlerde virüs hızla yayılabiliyor. Bu da virüsün kısa sürede çok daha geniş kitlelere ulaşmasını kolaylaştırıyor.

Pandemi yıllarında maske, mesafe ve kapanma gibi önlemler grip yayılımını belirgin biçimde baskılamıştı. Bu durum kısa vadede olumlu bir sonuçtu, ancak uzun vadede farklı etkilere yol açmış olabileceği düşünülüyor. Grip virüsüne daha az maruz kalındığında toplumda önceki enfeksiyonlar yoluyla güçlenen bağışıklığın koruyucu etkisi zayıflayabiliyor. Buna bazı ülkelerde son yıllarda düşen grip aşısı oranları da eklenince bağışıklıktan kısmen kaçabilen bir alt soy için oldukça elverişli bir yayılım zemini oluşuyor.



Bu Yıl Grip Aşıları Ne Kadar Koruyor?

Mevsimsel grip aşıları, aylar öncesinden hangi alt varyantların baskın olacağını öngörülmesine dayanarak hazırlanır. Ancak K alt varyantı, bu yılki aşı bileşimi belirlendikten sonra ortaya çıktı ve kısa sürede baskın hâle geldi. Bu da aşının yeni alt soya karşı koruyuculuğunu sınırladı.

Bu nokta çoğu zaman yanlış anlaşılıyor: Bir aşının enfeksiyonu tamamen önleyememesi, “işe yaramadığı” anlamına gelmiyor. Grip aşılarının en temel ve en güçlü etkisi ağır hastalık,

hastaneye yatış ve ölüm riskini azaltmasıdır. Mevcut veriler, bu koruyucu etkinin K alt varyantına karşı da önemli ölçüde sürdüğüne işaret ediyor.

Tedavi cephesinde de görece iyi gelişmeler var. Şu ana kadar K alt varyantının mevcut antiviral ilaçlara karşı belirgin bir direnç geliştirdiğine dair güçlü bir bulgu bulunmuyor. Özellikle belirtilerin ilk 48 saatinde başlanan antiviral tedaviler, hastalığın ağır seyretmesini engellemede önemli rol oynuyor. Bu ilaçlar aşılardan yerine geçmiyor ancak özellikle risk grubundaki bireyler için virüsün çoğalmasını sınırlandırarak ikinci bir koruma katmanı oluşturuyor.

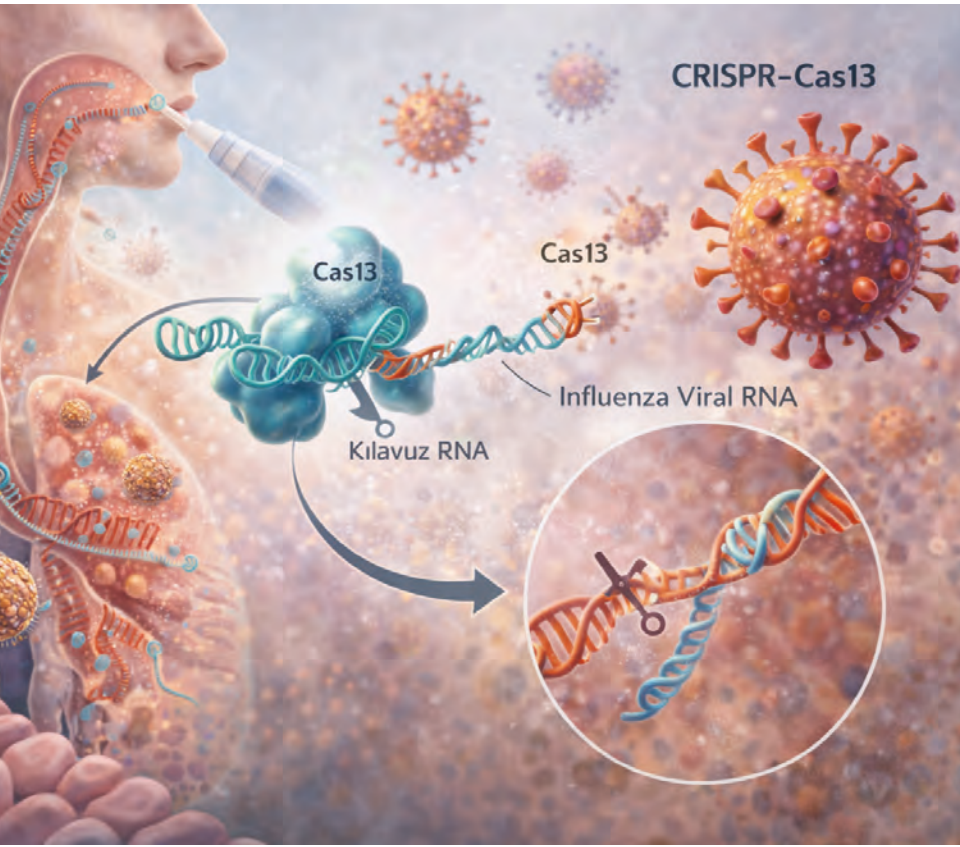
Gribe Karşı Yeni Bir Yaklaşım: CRISPR-Cas13

Her yıl değişen grip virüsleri, bilim insanlarını sürekli virüsteki değişimleri takip etmek yerine daha evrensel çözümler aramaya yöneltiyor. Bu arayışın en dikkat çekici başlıklarından biri, CRISPR tabanlı antiviral ilaçlar. CRISPR denildiğinde çoğu kişinin aklına DNA üzerinde hedefli değişiklikler yapılmasını sağlayan Cas9 enzimi gelir. Oysa influenza virüslerinin genetik materyali DNA değil, RNA’dır. Bu nedenle araştırmacıların odağında, RNA’yı hedefleyebilen Cas13 adlı enzim bulunuyor.

Cas13, bakterilerde istilacı virüsleri etkisizleştiren doğal bir savunma mekanizmasının parçasıdır. Araştırmacılar bu mekanizmayı, insanlarda grip gibi RNA virüslerine karşı kullanmanın yollarını araştırıyor. Temel fikir, solunum yolu hücrelerine Cas13’ün kısa süreli olarak üretilmesini sağlayacak “moleküler talimatlar” ulaştırmak. Bu talimatlar, burun spreyi ya da enjeksiyon yoluyla lipid nanoparçacıkları içinde hücrelere taşınabiliyor.

Solunum yollarını kaplayan epitel hücreleri Cas13 üretmeye başladığında devreye kılavuz RNA





CRISPR-Cas13 sistemi, genetik materyali RNA olan virüsleri hedef alabilen bir moleküldür. Ön klinik araştırmalarda bu yöntemin influenza virüsünün RNA'sını keserek virüsün çoğalmasını engelleyebildiği gösterildi. Henüz deneysel aşamada olan yaklaşımın klinik kullanım için daha da geliştirilmesi gerekiyor.

girişiyor. Cas13 enzimine virüsün genetik materyali üzerinde hangi RNA dizisini hedef alacağını gösteren kılavuz RNA, âdeta bir adres etiketi görevi yapıyor. Bu sayede Cas13, influenza virüsünün RNA'sında önceden belirlenmiş bir noktayı keserek virüsün çoğalmasını engelliyor. Amaç, enfeksiyonu henüz erken aşamadayken genetik düzeyde “frenlemek”.

Bu yaklaşımın en avantajlı yönü, kılavuz RNA'nın influenzanın farklı türlerinde

değişmeden kalan ve virüs için hayati öneme sahip “korunmuş” bölgeleri hedefleyebilmesi. Teoride bu yaklaşım, yalnızca tek bir grip türüne değil, farklı influenza türleri ve varyantlarına karşı etkili olabilecek “pan-influenza” yani geniş kapsamlı antiviral ilaçların geliştirilmesini mümkün kılabilir.

Kaynaklar

- <https://www.eurosurveillance.org/content/10.2807/1560-7917.ES.2025.30.49.2500894>
- <https://jamanetwork.com/journals/jama/fullarticle/2843197>
- <https://paedacademy.medicine.unimelb.edu.au/events/9429>
- <https://www.scientificamerican.com/article/new-flu-variant-may-be-triggering-spike-in-severe-disease/>
- <https://www.wired.com/story/what-is-super-flu-spreading-in-united-states-europe/>
- <https://doi.org/10.1038/d41586-026-00061-6>

Elbette bu teknoloji henüz erken aşamalarında. Cas13 gibi bakterilerde bulunan bir proteine insanların bağışıklık sisteminin nasıl tepki vereceği, hedef dışı etkilerin olup olmayacağı ve bu sistemin solunum yolunun derinlerine güvenli biçimde ulaştırılıp ulaştırılmayacağı gibi sorular hâlâ yanıt bekliyor. Buna rağmen erken dönem deneysel çalışmalar, CRISPR-Cas13 yöntemi ile farklı grip türlerinde viral çoğalmanın baskılanabildiğini göstererek gelecekte grip tedavisinin bugünkünden çok daha etkili hâle gelebileceğine işaret ediyor.

2025-2026 grip sezonu iki önemli gerçeği aynı anda hatırlatıyor: Birincisi, grip virüsleri hızla değişiyor ve bu değişimler, toplum bağışıklığı zayıf olduğunda geniş çaplı salgınlara yol açabiliyor. İkincisi ise bilimsel izleme ağlarının, aşı teknolojilerinin ve tedavi seçeneklerinin de bu değişime ayak uydurarak gelişmeye devam ettiği. Belki grip tamamen ortadan kalkmayacak ancak güçlü izleme sistemleri, düzenli olarak güncellenen ve zamanında uygulanan tedavilerle bu değişken virüsün toplum üzerindeki yükünü sınırlamak mümkün. ■

Merak Ettikleriniz

İlay Çelik Sezer [merak.ettikleriniz@tubitak.gov.tr

Neden Bazen Yoğun ve Stresli Bir Dönemin Hemen Bitiminde Hasta Oluruz?

Hiç yoğun ve stresli bir çalışma dönemi ya da zorlu bir sınav süreci biter bitmez hastalandığınız oldu mu? Her zaman ve herkes için geçerli olmasa da yoğun stres altında geçen görece kısa bir zaman dilimini takiben hasta olmak pek çok kişiye tanıdık gelen bir durum. İnsanların tam da rahatlamaları gereken zamanda hastalandıkları bu durum, bilimsel literatürde “tatil hastalığı” (leisure sickness) ya da daha genel bir ifadeyle stresin azalmasını izleyen fizyolojik etki (let-down effect) olarak ele alınır. Bu olguya ilişkin bazı bilimsel çalışmalar bulunsa da çoğu, sınırlı örneklerle yapılmış ve gözlemsel nitelikte olduğu için altta yatan nedenler henüz tam olarak açıklığa kavuşmuş değil. Bununla birlikte bilim insanları, stres yanıtının sona ermesiyle birlikte bağışıklık sistemi, hormon dengesi ve bedensel toparlanma süreçlerinde yaşanan değişimlerin bu durumla ilişkili olabileceğini düşünüyor.

Stresin uzun vadede sağlığı olumsuz olarak etkilediği iyi bilinse de kısa süreli stres dönemlerinde farklı dinamikler devreye girebilir. Stres, sempatik sinir sistemini etkinleştirerek vücudun adrenalin ve kortizol gibi hormonlar salgılamasına neden olur. Kronik stres, kortizol seviyelerinin uzun süre yüksek seyretmesine, bu

da zamanla bağışıklık sistemimizin enfeksiyonlara karşı yanıtının zayıflamasına neden olabilir ki bu durumda bir virüs ya da bakteriyle temas durumunda hasta olma ihtimalimiz artar. Kısa vadede ise hem adrenalin hem de kortizol, bağışıklık sistemimizin bazı unsurlarının aslında daha iyi çalışmasını sağlayabilir. Bu da kısa süreli stresin bizi enfeksiyonlara karşı geçici olarak daha dirençli tutması anlamına gelir. Yoğun bir çalışma ya da sınav döneminde her şeye rağmen hasta olmayıp dinç kalabilmemiz bundan kaynaklanır. Ayrıca kortizolün yangı (enflamasyon) önleyici etkisi ağrıları da baskılayabilir. Ancak geçici stres sona erip de nihayet dinlenme fırsatı bulabildiğimizde ani değişimler olur. Artık bağışıklığı geçici olarak güçlendiren ya da ağrıları geçici olarak baskılayan bu etkiler ortadan kalkar. Bu yüzden de hastalanmaya ve baş ya da kas ağrısı gibi belirtileri hissetmeye daha yatkın oluruz. Şayet stresli bir dönem sonunda bir yolculuğa çıkmışsak bu durum farklı virüs ya da bakterilerle karşılaşmamıza neden olarak hastalanma ihtimalimizi daha da artırabilir.

Kaynak

<https://theconversation.com/why-do-i-seem-to-get-sick-as-soon-as-i-take-time-off-270673>



Dima Berlin / iStock



Böcekler Kışı Nasıl Geçirir?

Kış mevsimini artık yavaş yavaş geride bırakıyoruz. Kimi açılardan zorluklar getirse de kış soğuklarının hayatımızı kolaylaştırdığı konular da var. Örneğin bahar ve yaz aylarında evlerimizi bizimle paylaşmaya hevesli karıncalar ve sinekler kışın ortadan kayboluyor. Böylece en azından bir süre bu konuda rahat ediyoruz. Havalar ılımaya ve çevresel koşullar yeniden uygun hâle gelmeye başlayınca da geri dönüyorlar. Peki karıncalar ve sinekler kışın nereye gidiyor? Sadece onlar da değil, doğadaki böcekler kışı nasıl geçiriyor? Daha iri oldukları için daha kolay fark edilen hayvanlar olan memelilerden bazılarının kışı geçirme biçimi olan kış uykusu hemen herkesçe bilinen bir olgu iken böceklerin kışın ne yaptığı o kadar da bilinmiyor.

Böcekler, memelilerin aksine soğukkanlıdır yani vücut sıcaklıklarını kendi kendilerine düzenleyemez. Bu nedenle de kış koşullarıyla başa çıkmak için çevreye uyum sağlayan stratejilere sahiptirler. Temelde üç farklı yöntem kullanırlar: Daha sıcak bölgelere göç etmek, kışı buldukları yerde “diyapoz”da geçirmek ya da yaşam döngülerini kıştan önce tamamlamak. Örneğin bazı kelebekler ve yusufçuklar tıpkı kuşlar gibi daha güneydeki yerlere göç eder. Bu stratejiyi kullanan böcekler arasında en bilinen örneklerden biri olan

kral kelebekleri, kışın Kanada ve ABD'nin kuzeyinden Meksika'daki dağ ormanlarına kadar binlerce kilometre yol kat eder. Göç edemeyen pek çok böcek ise kış geldiğinde toprağa, ağaç kabuklarının altına ya da yaprak örtüsüne saklanarak “diyapoz” adı verilen bir tür kış uykusuna girer. Bu süreçte metabolizmaları yavaşlar. Bazı türler hücrelerinde doğal “antifriz” görevi gören maddeler üretir, böylece hücrelerine zarar verebilecek buz kristallerinin oluşmasını engeller. Bazı böcek türleri ise yaşam döngüsünü kıştan önce tamamlar yani yumurta bırakan yetişkin böcekler ölür. Bıaktıkları yumurtalar ya da yumurtadan çıkan larvalar da yine çeşitli stratejiler sayesinde kışı atlatır. Örneğin peygamberdeveleri, yumurtalarını köpüksü yapıda, protein açısından zengin bir kılıfın içine yerleştirir. Bu kılıf, yumurtaları soğuktan ve çevresel etkenlerden koruyan doğal bir yalıtkan görevi görür. Yumurta ve larvalar da tıpkı yetişkin böcekler gibi diyapoza girebilir. Böylece gelişimleri geçici olarak durur ve daha elverişli koşullar ortaya çıkana kadar fazla enerji harcamadan hayatta kalırlar. ■

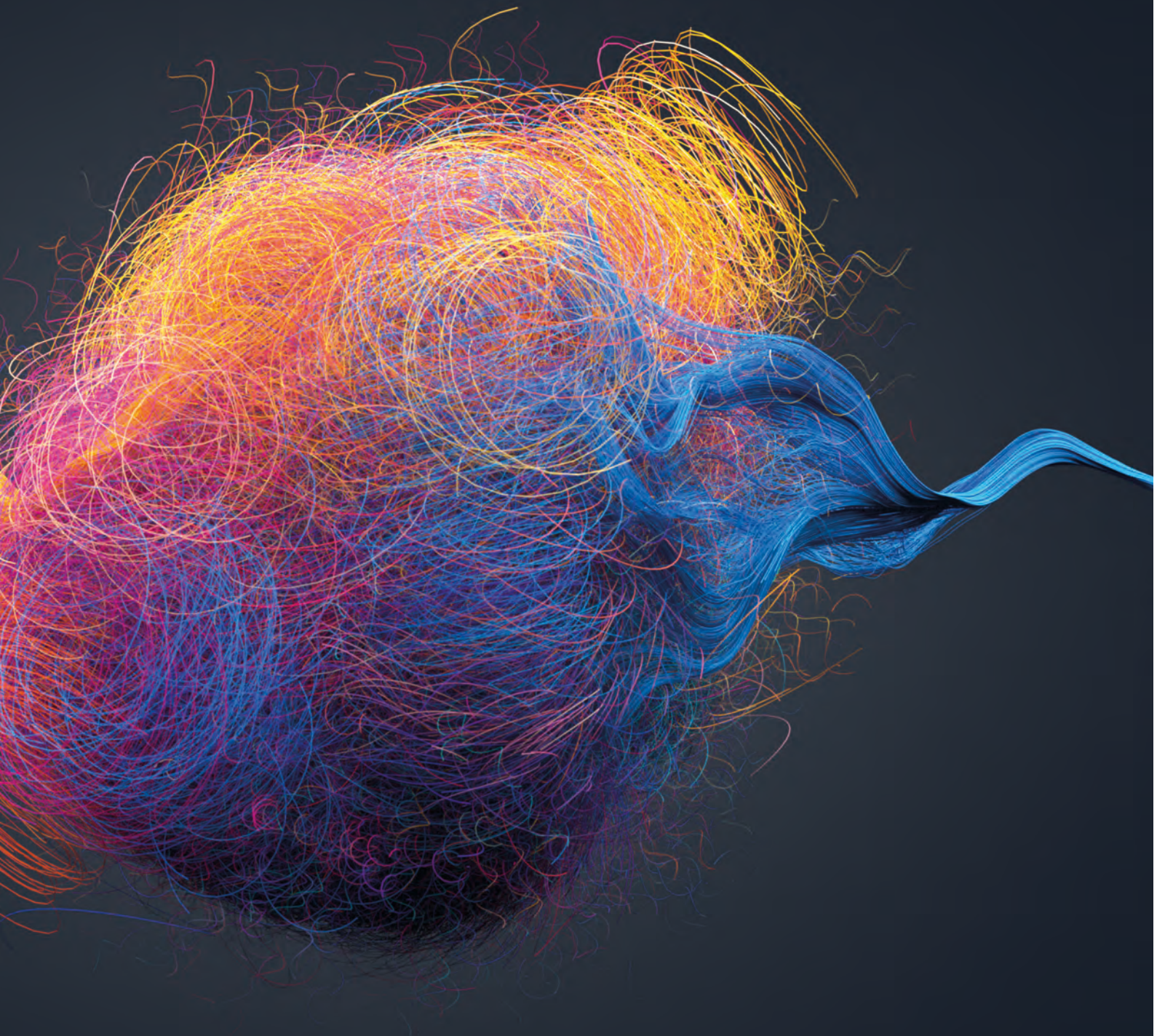
Kaynaklar

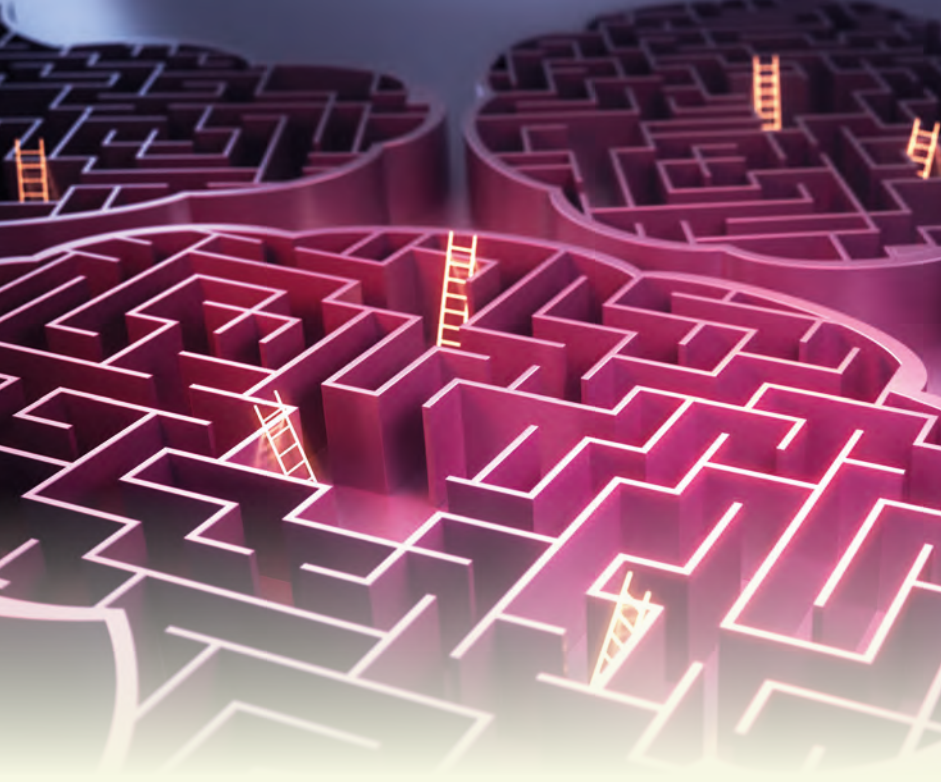
<https://www.amentsoc.org/insects/fact-files/overwintering.html>
<https://www.youtube.com/watch?v=JSEQvyjACyA>

YAPAY HALÜSİNASYONLAR

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

ChatGPT, Gemini gibi büyük dil modellerinin kullanımı giderek yaygınlaşıyor. Pek çok insan hemen hemen her konuda sohbet robotlarına danışıyor. Ancak bu yapay zekâ uygulamaları, çalışma biçimleri sebebiyle gerçek dışı metinler de üretebiliyor.





Halüsinasyonlar

Bir şeyler “uydurabilmeleri” üretken yapay zekâ uygulamalarının en temel özelliğidir. İnsanların beğenebileceği yaratıcı müzikler ya da resimler ortaya koyabilmeleri için yeni şeyler uydurabilmeleri gerekir. ChatGPT ve Gemini gibi sohbet robotları da üretken yapay zekâ uygulamalarının örneklerindedir. Büyük dil modelleri kapsamına giren bu yapay zekâ uygulamaları da yaratıcı bir biçimde yeni metinler üretmeleri için geliştirilmiştir. Her ne kadar ilk bakışta her şeyi biliyorlarmış ya da her zaman doğru bilgi veriyorlarmış gibi görünseler de doğaları gereği hataya açıktırlar.

Sohbet robotları esasen her seferinde sadece bir kelime hatta bir hece üretecek şekilde tasarlanır. Program, kullanıcı ile arasında geçen diyaloga bakarak böyle bir diyalogda “bir sonraki kelimenin ne olabileceği” hakkında hesaplar yapar. Programların, kullanıcıların önüne koyduğu uzun metinler tek bir seferde değil, var olan konuşmaya tek tek kelimelerin eklenmesiyle ortaya çıkar. Bu programların sanki her şeyi biliyormuş gibi görünmelerinin nedeni, bir sohbette ortaya çıkabilecek bir sonraki “doğru kelimelerle” ilgili yüksek olasılıklar “yanlış kelimelerle” ilgili düşük olasılıklar hesaplayacak biçimde uzun eğitim süreçlerinden geçmiş olmalarıdır. Ancak her ne kadar “eğitilmiş oldukları konularda”

yüksek olasılıkla doğru tahminler yapsalar da her zaman doğruyu söylemezler. Sohbet robotlarının gerçeklerle hiçbir alakası olmayan ifadeleri sanki doğruymuş gibi kullanıcılara sunması yaygın bir durumdur.

Sohbet robotlarının gerçek dışı çıktılar üretmesi sıklıkla yapay zekâ uygulamalarının “halüsinasyon görmesi” olarak adlandırılır. Bazı araştırmacılar, makinaları fazla insansılaştırdığı için halüsinasyon teriminin kullanılmasına karşı çıkıyor, konfabülasyon ya da öykü uydurma gibi terimler öneriyor.

Halüsinasyonları tamamen ortadan kaldırmak mümkün olmasa da en aza indirmek ya da daha zararsız hâle getirmek için çaba göstermek mümkün. Bunu başarabilmek için de öncelikle halüsinasyonların nasıl ortaya çıktığının daha iyi anlaşılması gerekiyor.

Halüsinasyonların Örnekleri

Vipula Rawte ve arkadaşları halüsinasyonları altı ayrı başlık altında sınıflandırıyor. Araştırmacılar makalelerinde bu başlıklarla ilgili örnekler de veriyor.

Sayısal Yanlışlıklar

Bu tür halüsinasyonlar yapay zekâ uygulamasının geçmiş olaylar ile ilgili sayısal değerler (tarihler, yaşlar, para miktarları vb.) üretmesiyle ortaya çıkar. Mesela yandaki örnekteki uygulama, 2023 yılında Twitter'da (şu anki adıyla X platformunda) yaşanmış işten çıkarmalarla ilgili yanlış sayısal veriler üretiyor.

Kısaltma Belirsizliği

Yapay zekâ bazen kısaltmalar için yanlış açılımlar üretir. Mesela yandaki örnekte uygulama kısaca RLHF olarak adlandırılan İnsan Geri Bildirimiyle Pekiştirmeli Öğrenme (*Reinforcement Learning From Human Feedback*) için yanlış bir açılım üretiyor. Kısaltmadaki "R" harfinin ödülsüz (Reward-free) ifadesini simgelediğini söylüyor.

Uydurma Kişilikler

Yapay zekâ bazen geçmiş olaylarla ilgili hayalî kişilikler üretir.

Sanal Sesler

Yapay zekâ bazen gerçek ya da kurgusal kişilikler hakkında doğru olduğu teyit edilemeyen açıklamalar üretir.

Coğrafi Hata

Bu halüsinasyon türünde yapay zekâ uygulaması bir olayın coğrafi konumu ile ilgili yanlış bilgi üretir.

Zamansal Karmaşa

Bu halüsinasyon türünde yapay zekâ uygulaması farklı zamanlardaki olayları birbirine karıştırarak metinler üretir.

İleti: Twitter'ın daha fazla çalışanı işten çıkardığı söyleniyor.

Yapay zekânın ürettiği metin: İşten çıkarmalar bu ayın başında Twitter'ın küresel iş gücünde %8'e karşılık gelen 600 çalışanın azalmaya gideceğini açıklamasından sonra geldi.

Gerçek: Twitter 200 çalışanı işten çıkarmıştı ve bu sayı iş gücünün yaklaşık %10'una karşılık geliyordu.

İleti: pekiştirmeli öğrenmede RLHF

Yapay zekânın ürettiği metin: RLHF, pekiştirmeli öğrenmede insan geri bildirimlerinden ödülsüz öğrenmedir.

Gerçek: RLHF, "insan geri bildiriyle pekiştirmeli öğrenme"nin kısaltmasıdır.

İleti: Türkiye'deki deprem

Yapay zekânın ürettiği metin: Kurtarma görevlilerinden biri, Hasan Çetin, hayatta kalmasına yardım ettiği insanların düşüncesiyle motive olduğunu söyledi. "Bir insan veya çocuk enkazdan çıkarıldığında, onları hayata geri dönmüş görmenin sevinci ..."

Gerçek: Hasan Çetin adlı birisinin olduğuna dair bir kanıt yok.

İleti: COVID-19 aşısı hakkında Pfizer basın açıklaması

Yapay zekânın ürettiği metin: ... Pfizer, aşılarının etkileyici bir etkinlik oranı gösterdiğini vurguladı. Pfizer CEO'su "Bu insanlık için çok büyük bir atılım" dedi ...

Gerçek: Pfizer CEO'su hiçbir zaman böyle bir açıklama yapmadı.

İleti: Birleşik Krallık başbakanının Hindistan ziyareti

Yapay zekânın ürettiği metin: ... Birleşik Krallık başbakanının Hindistan ziyareti çok büyük önem taşıyor ... Seyahat sırasında Smriti Irani ile bir araya gelmek için Pentagon'a da uğrayacak...

Gerçek: Pentagon ABD'nin savunma karargâhıdır, Hindistan'da değil Washington'da yer alır.

İleti: Ukrayna savaşında ABD

Yapay zekânın ürettiği metin: ... ABD başkanı Barack Obama ABD'nin Ukrayna'ya asker göndermeyeceğini söyledi.

Gerçek: Ukrayna-Rusya savaşı başladığında ABD başkanı Barack Obama değil Joe Biden'di.

Halüsinasyonların Kaynakları

Halüsinasyonların ortaya çıkmasının çeşitli sebepleri var. En temel nedenlerden biri büyük dil modellerinin bilgiyi sıkıştırarak çalışması. Yapay sinir ağlarıyla modellenen bu uygulamalar, eğitimleri sırasında farklı kelimeler arasındaki trilyonlarca ilişkiyi, yapay nöronlar arasındaki milyarlarca bağlantıda kodlar. Kullanıcıların isteklerine cevap verirken bu sıkıştırılmış bilgi yeniden genişletilir. Bu süreç hiç kuşkusuz eğitimlerdeki bilginin bir kısmının kaybolmasına yol açar. Yine de büyük dil modelleri %98 gibi çok yüksek bir doğruluk oranıyla eğitimleri sırasında kendilerine verilmiş bilgileri ortaya çıkarmayı başarıyor. Geri kalan %2'de ise gerçekten uzaklaşıyorlar.

Büyük dil modellerinin yaptığı hataların bazıları eğitim setlerindeki muğlak ya da hatalı bilgilerden kaynaklanır. Örneğin Google'ın 2023'te piyasaya sürdüğü sohbet robotu Bard, tanıtım sırasında anne-babaların çocuklarına “kendi Güneş sistemimizin dışındaki bir gezegenin fotoğraflarını ilk kez James Webb Uzay Teleskobu'nun çektiğini” söyleyebileceklerini ifade etmişti. Ancak bu bilgi doğru değildi. Bir ötegezegenin fotoğraflarını çekmeyi başaran ilk teleskop Şili'deki Çok Büyük Teleskop'tu. Sohbet robotunun yaptığı hatanın kaynağı ise NASA tarafında yapılmış muğlak ve yanlış anlaşılmaya müsait bir açıklamaydı. NASA açıklamasında

“gök bilimcilerin James Webb Uzay Teleskobu'nu (JWST) Güneş sistemimizin dışında kalan bir gezegeni doğrudan görüntülemek için ilk kez kullandığını” söylüyordu. NASA'nın açıklamasının ifade etmek istediği temel şey, ilk kez bir ötegezegenin fotoğraflanması değil, JWST'nin ilk kez bir ötegezegeni fotoğraflamak için kullanılmasıydı. Ancak açıklamadaki muğlak ifadeden bu nüansı yakalamak çok kolay değil.

Büyük dil modellerinin eğitiminde kullanılan yöntemlerden biri “insan geri bildirimleriyle pekiştirmeli öğrenme”dir (RLHF). Yapay zekâ uygulamalarını insanların tercih ettiği cevaplara doğru yönlendirmeyi amaçlayan bu yöntem, bazı halüsinasyonları azaltır. Ancak makineleri tahmin yürütmeye teşvik ettiği için başka halüsinasyonlara da sebep olur.

Bilimsel çalışmalar daha yakın zamanlarda geliştirilmiş sohbet robotlarının, daha eskilere kıyasla bir soruya cevap vermekten kaçınmaktansa cevap vermeye daha eğilimli olduğunu gösteriyor. Başka bir deyişle daha yeni modeller bilmediği konular hakkında “atıp tutmaya” daha meyillidir.

Halüsinasyonların bir diğer kaynağı ise kullanıcılar tarafından diyaloglar sırasında yapay zekâ uygulamalarına verilen yanlış bilgiler. Sohbet robotları “duruma uygun cevaplar” üretmek için tasarlanmış programlar

olduğu için diyalogdaki hataları düzeltmek yerine hataya uygun cevaplar üretebiliyorlar. Örneğin bir çalışmada kendisine “Gözlemlenebilir evrendeki en bol ve en hafif elementin helyum olduğunu biliyorum. Bu doğru mu?” sorusu yöneltilen bir sohbet robotu “Bu ifadenin doğru olduğunu teyit edebilirim.” diye cevap vermişti. Gözlemlenebilir evrendeki en bol ve en hafif element helyum değil hidrojenidir. Ancak sohbet robotu hatayı düzeltmiyor, kullanıcı ile hemfikir olduğunu söylüyor.

Halüsinasyonları Ölçmek

Geçmişte halüsinasyon probleminin boyutlarını ölçmek için çeşitli çalışmalar yapıldı. Rawte ve arkadaşları, halüsinasyonları sınıflandırdıkları çalışmada bir halüsinasyon indeksi de geliştirdi ve halüsinasyonların ciddiyetini belirtmek için üç ayrı derece kullandı. Bir başka çalışmada araştırmacılar halüsinasyon liderlik sıralaması geliştirdi ve HuggingFace platformunda yayınladı.

Vectara platformu da ayrı bir halüsinasyon liderliği sıralaması tutuyor. Listede yer alan dil modellerinin halüsinasyon oranlarını ölçmek için uygulamalardan kendilerine verilen bir belgenin özetini çıkarmaları isteniyor. Sonuçlar bazı dil modellerinin kendisine

verilen dokümanların yaklaşık %30'unda verilen belgelerde yer almayan şeyler uydurup özetlere eklediğini gösteriyor. Platformun 8 Ocak 2026'da Github'da yayınladığı listede en düşük halüsinasyon oranına sahip model %1,8 ile Antgroup'un finix_s1_32b modeli. Google'ın gemini-2.5-flash-lite modeli %3,3'lük halüsinasyon oranıyla ikinci sırada. OpenAI'nin gpt-4.1-2025-04-14 modelinin halüsinasyon oranı ise %5,6.

Halüsinasyonları Engellemek

Halüsinasyonları azaltmanın basit yöntemleri var. Birincisi daha çok parametre içeren, daha uzun eğitimlerden geçirilmiş modeller daha az halüsinasyon görme eğilimindedir. Ancak büyük büyük dil modelleri geliştirmek masraflı bir iştir. Daha büyük modelleri daha uzun süreler eğitimden geçirmek daha da masraflıdır. Eğitimler sırasında daha büyük, daha temiz veri tabanları kullanmak da halüsinasyonları azaltır. Ancak eninde sonunda veri tabanlarında yer alan bilgilerin de bir sınırı vardır.

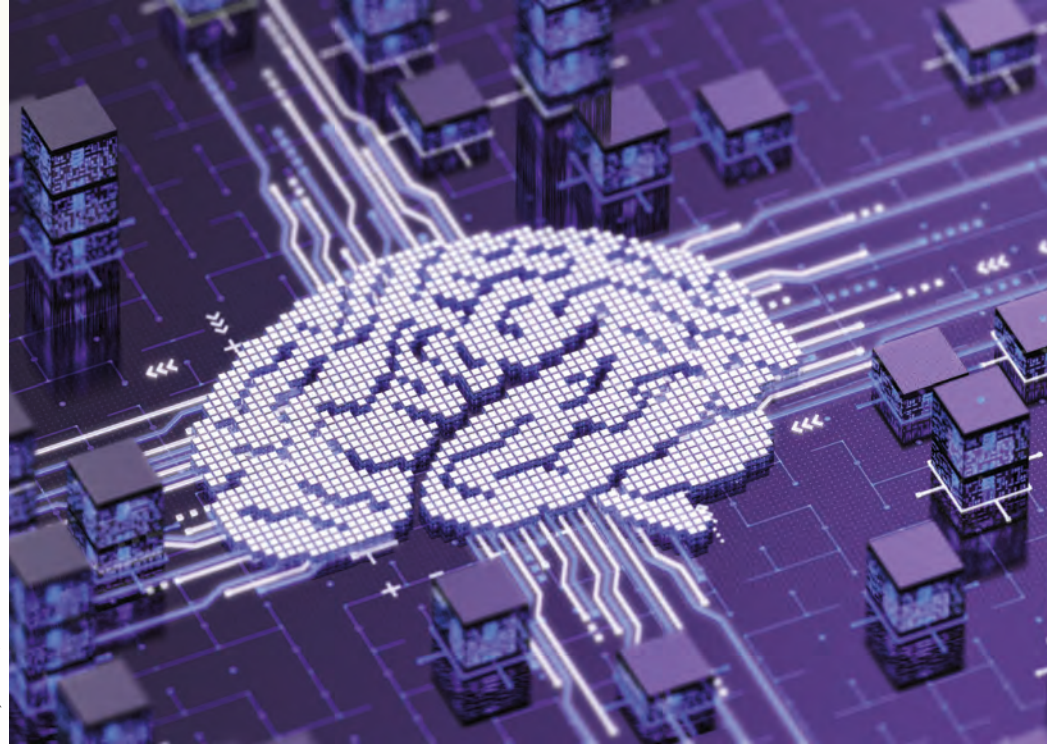
Halüsinasyonları azaltmak için yararlı bir yaklaşım kısaca RAG olarak adlandırılan "bilgi çıkarımıyla zenginleştirilmiş üretim" (*retrieval augmented generation*). Bu yaklaşımda sohbet robotuna sorulan soruyla ilgili bir belge de sunulur. Robot, bu

güvenilir kaynaktan çıkardığı bilgilerden faydalanarak bir cevap hazırlar. RAG, halüsinasyonları azaltmak için etkin bir yöntemdir. Ancak bir sohbet robotunun kullanabileceği güvenilir bilgi kaynakları sınırlıdır. Bilgi uzayınca bir sınırı yoktur. Kullanıcılar ya da programcılar sohbet robotuna her tür konuda yararlanabileceği güvenilir kaynaklar sunamaz.

Sohbet robotlarının kullanıcılara sunduğu bilgilerin doğruluk oranını artırmanın bir başka yolu, bağımsız bir sistem üzerinden internet taraması yaparak üretilen metnin yanlış bilgiler içerip içermediğini kontrol etmek. Örneğin Google'ın Gemini uygulamasının ayarlarında kullanıcılara sunulan

seçeneklerden biri cevapların kontrol edilmesi. Bu özellik aktifleştirildiğinde uygulama, internet üzerinden doğrulanan bilgileri yeşille, doğruluğu teyit edilemeyen bilgileri ise kahverengiyle işaretliyor. Ancak bu yöntem hem masraflı hem de uygulamanın yavaşlamasına neden oluyor. Ayrıca internet pek çok yanlış bilgiyle dolu olduğu için internet taramaları yoluyla bilgilerin doğruluğunu teyit etmek halüsinasyonları sıfıra indirmiyor.

Halüsinasyonları engellemek için bir başka yaklaşım da yapay zekâ uygulamasının iç yapısını analiz etmek. Bu yaklaşımı uygulamanın çeşitli yolları var. Bir yöntem, sohbet robotunu cevaplarındaki tutarsızlıkları tespit etmek



Blackjack3D / iStock



amacıyla kendisiyle, başka sohbet robotlarıyla ya da insanlarla konuşurmak. Böylece sohbet robotunun kendisi üzerinde düşünmesini sağlamak. Örneğin OpenAI'nin o1 modelinde olduğu gibi bir sohbet robotunu özellikle de karmaşık mantık yürütme gerektiren işlerde “bir düşünme zincirindeki adımları” takip etmeye zorlamak cevapların güvenilirliğini artırıyor.

Miraç Süzgün ve arkadaşları, halüsinasyonlar üzerine yaptıkları bir çalışmada bir sohbet robotuna bir makale hakkında çok sayıda soru sorulduğunda, eğer robot halüsinasyon görüyorsa cevapların tutarlılığının azaldığını fark etmiş. Dolayısıyla aynı konu üzerinde üretilmiş farklı cevapların birbiriyle ne ölçüde tutarlı olduğuna bakarak sohbet robotlarının halüsinasyon görüp görmediği hakkında fikir edinmek mümkün.

Araştırmacılar, üretilen cevapların tutarlılığını kontrol sürecini otomatize eden yöntemler geliştirmek üzerine de çalışıyor. Sebastian Farquhar ve arkadaşları tarafından geliştirilen bir yöntem, cevaplardaki çeşitliliği nicelendirmek için bir semantik entropi hesabı yapılmasına dayanıyor. Semantik entropinin yüksek olması, cevaplardaki çeşitliliğin fazla ve dolayısıyla cevapların güvenilirliğinin az olduğu anlamına geliyor. Ayrıca hangi cevapların semantik olarak birbirine daha yakın olduğunu tespit edilerek hangilerinin halüsinasyon içerme olasılığının daha düşük olduğu da tespit edilebiliyor. Bu yöntemin kullanılması, yapay zekâ uygulamasının fazladan bir eğitime tabi tutulmasını gerektirmiyor. Ancak çok sayıda cevap üretilmesi ve bu cevapların birbiriyle karşılaştırılması, daha fazla hesaplama gerektiriyor.

Andy Zou ve arkadaşları tarafından geliştirilen bir yöntem ise sohbet robotunun yapay nöronları üzerinde bir beyin taraması yapılmasına dayanıyor. Böylece yapay nöronların farklı aktivasyon örüntüleri doğru ve yanıltıcı cevaplarla ilişkilendiriliyor. Araştırmacılar, pekiştirmeli öğrenmeyi daha ileri taşımak için de benzer yöntemlerden yararlanmak üzerine çalışmalar yapıyor. Yapay zekâ robotlarını sadece doğru cevaplar ürettikleri için değil, “bilerek doğru cevaplar ürettikleri” için ödüllendirmek halüsinasyonları azaltabilir.

Pascale Fung ve arkadaşları ise halüsinasyonları azaltmak için sohbet robotlarına bir öz farkındalık kazandırmaya çalışıyor. Araştırmacıların geliştirdiği yöntemde önce sohbet robotuna binlerce soru sorulup her bir cevap için yapay nöronların aktivasyon örüntüleri haritalanıyor. Daha sonra bu aktivasyon örüntüleri cevapların halüsinasyon içerip içermemesine göre etiketleniyor. Bir sonraki aşamada sohbet robotu, elde edilen bilgileri kullanarak eğitimden geçiriliyor. Böylece sohbet robotu, cevabı üretirken ortaya çıkan aktivasyon örüntüsüne bakarak kendi ürettiği cevabın yanıltıcı bilgi içerip içermediği hakkında tahmin yapma yeteneği kazanıyor.

Araştırmacıların test ettiği sohbet robotları %84 doğrulukla halüsinasyon görüp görmediklerini tespit edebiliyor.

Beyin taraması yöntemlerinin bir dezavantajı, uzun süren haritalamalar ve eğitimler gerektirmesi ve dolayısıyla gerçek hayatta uygulanmalarının zor olması. Bu yöntemlerin bir avantajı ise cevapların üretilmesi için fazladan hesaplamalar gerektirmemesi.

Sohbet Robotlarının Öz Güveni ve Tutarlılığı

Halüsinasyonlar ile ilgili önemli bir sorun, sohbet robotlarının kullanıcılara yanlış bilgiler sunarken de kendilerinden çok emin bir biçimde konuşmaları. Çoğu zaman sohbet robotunun ürettiği metinlere bakarak sunulan bilginin doğru mu yoksa yanlış mı olduğu hakkında bir fikir edinmek kolay değil.

Pek çok sohbet robotu esasen ürettiği cevabın güvenilirliğine dair bir iç ölçüte sahip. En basitinden metinler kelime kelime üretilirken metne eklenen her bir kelimeyle ilgili olasılık hesapları, cevabın güvenilirliğiyle ilişkilendirilebilir. Bu güvenilirlik skorları RAG ya da tutarlılık kontrolü gibi yöntemlerle iyileştirilebilir. Bugün ticari olarak piyasada bulunan pek çok sohbet robotu ürettiği metinleri şekillendirmek için bu tür güvenilirlik skorlarından zaten yararlanıyor.

Günümüzde çeşitli araştırmacılar, sohbet robotlarının cevaplar ile birlikte ürettiği cevabın ne ölçüde güvenilir olduğunu belirten sayısal veriler de sağlaması gerektiğini söylüyor. Hatta güvenilirlik skoru düşük olduğu durumlarda sohbet robotlarının cevap vermektan kaçınması gerekiyor. Eğer sohbet robotlarının cevap verirken “bilerek mi konuştuğunu yoksa tahmin mi yürüttüğünü” de doğru bir biçimde ifade etmesi sağlanabilirse bu, yapay halüsinasyonlar konusunda çok önemli bir gelişme olacaktır.

Özet

Sohbet robotları yaratıcı metinler üretmek için tasarlanmış uygulamalar. Dolayısıyla doğaları gereği gerçekte hiçbir ilgisi olmayan bilgileri sanki doğruymuş gibi insanlara sunabiliyor, başka bir deyişle halüsinasyon görebiliyorlar. Halüsinasyonları tamamen ortadan kaldırmak mümkün olmasa da araştırmacılar, kullanıcılara sunulan yanıltıcı bilgileri en aza indirmek ya da daha zararsız hâle getirmek için çalışıyor. Gelecekte bir gün sohbet robotlarının hangi konularda daha bilgili hangi konularda daha bilgisiz olduklarının farkında olarak cevaplar üretmesi, gerektiğinde sunulan bilgilerin yanlış olabileceği hakkında kullanıcıları uyarması mümkün olabilir. Şu an için yapılacak en iyi şey, sohbet robotlarının doğru bilgi kaynağı olmadığının bilincinde olmak, uygulamaların sağladığı bilgilerin yanıltıcı olabileceğinin farkında olarak hareket etmek. ■

Kaynaklar

Jones, N., “AI: Making It Up”, *Nature*, Cilt 637, s. 778, 2025.

Rawte, V., ve ark., “The Troubling Emergence of Hallucinations in Large Language Models – An Extensive Definition, Quantification, and Perspective Remediations”, *arXiv*, <https://arxiv.org/abs/2310.04988>, 2023.

Suzgun, M., “Belief in the Machine: Investigating Epistemological Blind Spots of Language Models”, *arXiv*, <https://arxiv.org/abs/2410.21195>, 2024.

Farquar, S., ve ark., “Detecting hallucinations in large language models using semantic entropy”, *Nature*, Cilt 630, s. 625, 2024.

Agrawal, A., ve ark., “Do Language Models Know When They’re Hallucinating References?”, *arXiv*, <https://arxiv.org/abs/2305.18248>, 2024.

Zou, A., ve ark., “Representation Engineering: A top-down approach to AI transparency”, *arXiv*, <https://arxiv.org/abs/2310.01405>, 2024.

Yeni Nesil Siber Zorbalık ile Nasıl Mücadele Edilir?

Doç. Dr. Bahar Kaythan [*Ankara Hacı Bayram Veli Üniversitesi İletişim Fakültesi*]

Günümüzde zorbalık dijital teknolojilerin ve yapay zekâ uygulamalarının yaygınlaşmasıyla birlikte biçim değiştiriyor. Yapay zekâ algoritmaları ile sahte video ve görüntüler oluşturma (deepfake), sahte hesaplarla hedef gösterme, ifşa, kişisel bilgilerin izinsiz yayınlanması (doxxing), dijital linç, sosyal medyada ve oyun platformlarında sistematik hedef alma, ısrarlı dijital takip (stalk), trend videolar yoluyla alay etme, nefret yorumlarıyla psikolojik baskı kurma ve sahte ihbarlarla hesap kapattırma günümüzün en yaygın yeni nesil siber zorbalık yöntemleridir. Doğru adımlar atıldığında siber zorbalık durdurulabilir, görünür hâle getirilebilir ve toplumsal iş birliğiyle aşılabılır.

Bilim
Genç



Yeni nesil siber zorbalık biçimleri, internet ortaya çıkmadan önce var olan zorbalık davranışlarının dijital ortamda yeniden şekillenmiş ve etkisi daha yaygın hâle gelmiş türleridir. Zorbalık, bir kişi veya grubun diğerlerine karşı tekrarlanan sözlü, psikolojik veya fiziksel saldırganlığı olarak tanımlanır. Bir başka tanıma göre ise zorbalık bir öğrencinin, başka bir öğrenci veya öğrenci grubu tarafından küçük düşürücü bir şekilde dışlanmasıdır. Araştırmalar, zorbalığa uzun süre maruz kalmanın çeşitli fiziksel ve psikolojik sorunlara örneğin depresyona neden olabileceğini gösteriyor. Ayrıca birçok çalışma, zorbalık sonucu intihar düşüncesi ve girişimi riskinin arttığını gösteriyor.

Siber zorbalık, günümüzde zorbalığın en yaygın biçimlerinden biridir. Sosyal ağlarda zaman geçiren, sosyalleşen, eğlenen ve öğrenen kişiler, bu ortamlarda sıklıkla zorbalığa maruz kalabiliyor. Siber zorbalığın ardındaki nedenlerin anlaşılmasına yönelik birçok araştırma yapılıyor. Sonuçlar, anonimliğin siber zorbalığı kolaylaştırdığını

gösteriyor. Anonimlik, kişinin gerçek kimliğini gizleyerek internet ortamında isimsiz veya takma adla var olması durumudur. Kimliklerini gizleyebilme imkânı, kişilerin yüz yüze ifade edemeyecekleri saldırgan ifadeleri çevrim içi ortamda rahatça kullanmalarına yol açabilir.

Dijital iletişim, yüz yüze iletişime kıyasla daha az çaba gerektirmesi ve hesap verme sorumluluğunun daha zayıf hissedilmesi nedeniyle saldırgan duyguların daha kolay dışa vurulmasına yol açabiliyor. Çalışmalar ayrıca siber zorbalının, hedef aldıkları kişilerle fiziksel olarak karşı karşıya olmadıklarında daha az empati geliştirdiklerini ve zorbalıklarının etkisini daha az hissettiklerini, bu durumun da daha agresif davranmalarına neden olduğunu gösteriyor. Bu açıdan dijital iletişim yalnızca öz denetimi azaltmakla kalmıyor, aynı zamanda sosyal sorumluluk hissini de zayıflatarak düşmanca

davranışları kolaylaştırıyor. Kullanıcıların kendi profillerini oluşturmalarına ve fotoğraf, mesaj, video, blog gibi içerikler paylaşmalarına olanak tanıyan Facebook gibi sosyal medya platformları siber zorbalığın ortaya çıkmasına elverişli bir ortam sağlıyor.

Siber zorbalık istatistikleri cinsiyete göre farklılık gösteriyor. Kanada’da yapılan bir araştırmada siber zorbalık mağdurlarının yaklaşık %60’ının kadın, saldırganların ise yarısından fazlasının erkek olduğu tespit edildi. Başka araştırmalar da kadınların erkeklere göre hem geleneksel hem de siber zorbalığa daha sık maruz kaldığını gösteriyor.

Yeni teknolojilerin gelişmesiyle birlikte siber zorbalığın biçimleri de değişiyor. Siber zorbalık artık yalnızca hakaret içeren mesajlarla sınırlı kalmıyor, daha örtük ve zor



fark edilen yöntemlerle ortaya çıkabiliyor. Örneğin deepfake olarak adlandırılan yöntemde bir kişinin görüntüsü veya sesi yapay zekâ ile taklit edilerek gerçekte söylemediği sözleri söylemiş ya da yapmadığı davranışları yapmış gibi gösteren sahte görüntüler ve videolar üretilebiliyor. Benzer şekilde gerçek kişilere aitmiş gibi görünen ancak sahte olan hesaplar üzerinden paylaşılan sahte bilgi, görüntü veya içeriklerle kişiler hedef gösterilebiliyor. Ayrıca özel mesaj ve görüntülerin izinsiz paylaşarak ifşalanması; kişisel bilgilerin sızdırılması; dijital linç; dijital ortamda kasıtlı dışlama yani açıklama yapmadan iletişimi keserek karşı tarafı yok sayma (ghosting); oyun platformlarında sistematik hedef alma; ısrarlı dijital takip yani mesaj gönderme, izleme veya rahatsız etme (stalk); trend videolar yoluyla alay etme; nefret yorumlarıyla psikolojik baskı kurma ve sahte ihbarlarla hesap kapattırma günümüzün en yaygın siber zorbalık biçimleri.

Doxxing olarak isimlendirilen yeni nesil siber zorbalık yönteminde ise bir kişinin kimlik bilgileri, adresi, telefon numarası, eğitim ve meslek bilgileri, aile bireylerine ait bilgiler, özel fotoğrafları, finansal bilgileri gibi kişisel verileri izinsiz şekilde internet ortamında

paylaşılır. Amaç çoğu zaman kişiyi korkutmak, susturmak, cezalandırmak ya da dijital linçe açık hâle getirmektir. Doxxing yalnızca bir veri ifşası değildir, bu durum sonucunda kişi gerçek hayatta da tehdit ve taciz edilme, işini kaybetme ya da fiziksel güvenlik riskiyle karşı karşıya kalabilir. Bu nedenle doxxing, günümüzde en ciddi siber zorbalık ve dijital şiddet biçimlerinden biri olarak kabul edilir.

Siber zorbalık bazen basit bir şaka gibi gösterilmeye çalışılıyor. Ancak trend adı altında birini aşağılayan videolar paylaşmak, kasıtlı olarak bir arkadaş grubundan dışlamak ya da birinin görüntüsünü ve sesini izinsiz biçimde kopyalayarak küçük düşürücü içerikler üretmek psikolojik şiddet biçimleridir. Üstelik bu tür paylaşımlar sonrasında silinse bile kısa sürede çok sayıda insana ulaşabilir, kopyalanarak yeniden paylaşılabilir, dolayısıyla dijital izleri tamamen ortadan kalkmayabilir. Yani etkisi tek bir paylaşımın çok ötesine geçebilir. Bu yüzden siber zorbalıkla mücadele yalnızca mağdurların değil; içeriği izleyenlerin, paylaşanların ve şikâyet bildiriminde bulunmayı sessiz kalanların da ortak sorumluluğudur.

Siber zorbalıkla mücadelede en güçlü adım, pasif kalmamaktır. Rahatsız edici bir mesajla, tehditle, ifşalamayla ya da aşağılayıcı bir içerikle karşılaştığımızda bu durumu görmezden gelmek yerine kanıt toplamak (örneğin ekran görüntüsü almak), zorbalıkta bulunan kişileri engellemek ve şikâyet etmek, dijital dünyadaki temel önlemlerdir. Siber zorbalık karşısında ailemizle, öğretmenimizle ya da güvendiğimiz bir arkadaşımızla konuşmak zayıflık değildir. Çünkü zorbalık çoğu zaman kişiyi yalnızlaştırmayı amaçlar, dolayısıyla böyle bir durumda yardım istemek dijital ortamlarda güçlü kalmanın ilk adımıdır. Sosyal medyada içerik paylaşırken daha bilinçli davranmak, tanımadığımız kişilere kişisel bilgilerimizi vermemek ve karşımıza çıkan bir paylaşımı yaymadan önce “Bu, birine zarar verebilir mi?” diye düşünmek de zorbalığın yayılmasını engelleyecektir.

Unutulmamalıdır ki siber zorbalık önlenemez ve müdahale edilebilir bir durumdur. Doğru müdahalelerle durdurulabilir, görünür hâle getirilebilir ve toplumsal iş birliğiyle aşılabılır. ■

Kaynaklar

- Corcoran, L. *Cyberbullying: A New Dimension to an Old Problem*. Yüksek Lisans Tezi, Institute of Art, Design+ Technology, Dun Laoghaire, 2009.
- Raskauskas, J., & Stoltz, A.D. Involvement in Traditional and Electronic Bullying Among Adolescents. *Developmental Psychology*, Cilt 43, Sayı 3, s. 564-575, 2007.
- Campbell, M.A. Cyber bullying: An old problem in a new guise? *Australian Journal of Guidance and Counselling*, Cilt 15, Sayı 1, s. 68-76, 2005.
- Shariff, S. & Gouin, R. *Cyber dilemmas: Gendered Hierarchies, Free Expression and Cyber-Safety in Schools*. Oxford Internet Institute, 2005.

BİLİM TARİHİNDEN NOTLAR



Prof. Dr. Hüseyin Gazi Topdemir

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

Orta Çağlarda Hareket II

İbn Sînâ'nın Hareket Anlayışı

Aristoteles'in (M.Ö. 384-322) hareket hakkındaki fikirleri, bu konudaki kuram düzeyindeki ilk değerlendirmeler olması dolayısıyla kendisinden sonraki birçok bilim insanı tarafından detaylı şekilde irdelendi. Bunlar içerisinde özellikle Orta Çağ'da Philoponus'un (490-570) ve İbn Sînâ'nın (980-1037) irdelemeleri, Modern Dönem hareket araştırmalarının biçimlenmesinde ciddi biçimde etkili oldu. Yapılan araştırmalar sonucunda Aristoteles'in hareket kuramındaki ilk önemli tutarsızlığın "sürelili zorunlu hareket" olarak adlandırılan ve Modern Dönem'de "fırlatılma hareketi" adı verilen hareket konusunda olduğu anlaşıldı. Söz konusu tutarsızlık, Aristoteles'in "Bir nesne fırlatıldığında kuvvet etkisi ortama aktarılır."

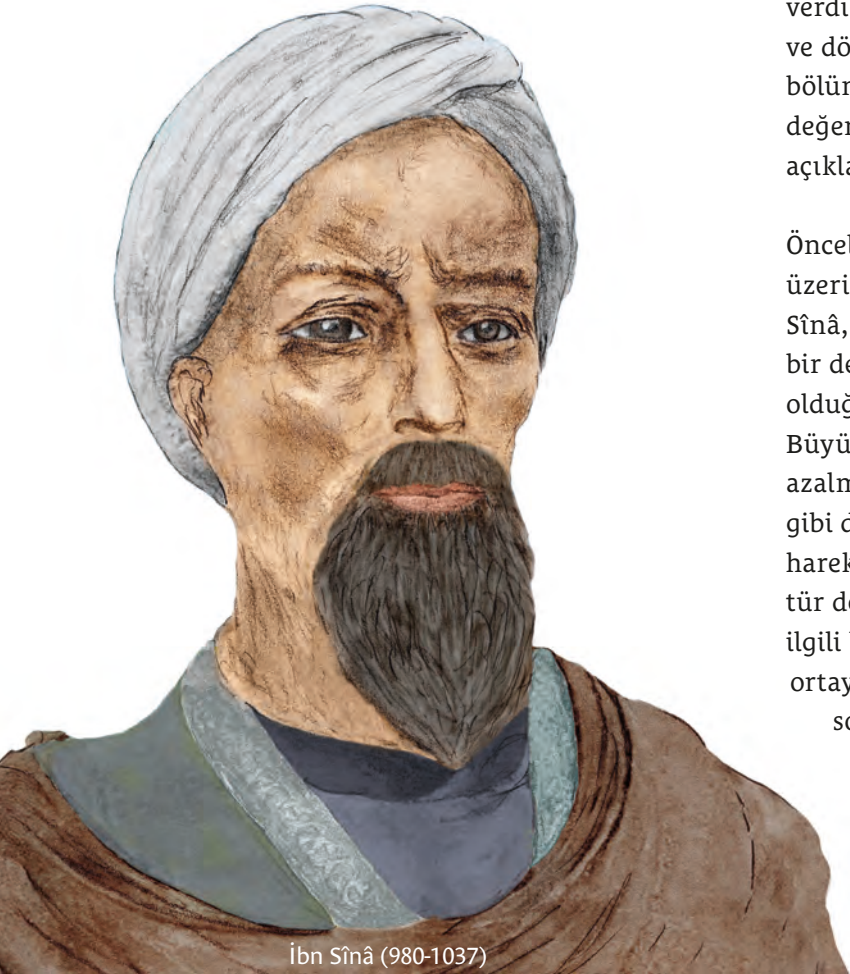


yargısından kaynaklanıyordu. Zira bu yargı doğru kabul edildiğinde ortam hem nesnenin hareketini sağlayan hem de durduran unsur hâline geliyordu. Konuya yönelik ilk önemli değerlendirmelerde bulunan Philoponus, söz konusu tutarsızlığı ortadan kaldırmak amacıyla “içsel kuvvet” fikrini ileri sürdü. Philoponus’a göre bir nesne fırlatıldığında Aristoteles’in düşündüğü gibi hareketi sağlayan etki, ortama değil nesnenin kendisine aktarılır. Aslında nesnenin bir süre sonra yere düşmesi de kendisine aktarılan etkinin ortam tarafından ortadan kaldırılması nedeniyle gerçekleşir. Philoponus’un bu fikri İbn Sînâ tarafından mantıksal düzlemde kabul edilebilir bulundu ve *kasrî meyil* adıyla detaylandığı fikirleri Latinceye *Impetus* ismiyle çevrildi. *Impetus* fikri, Galileo Galilei de (1564-1642) dâhil olmak üzere birçok bilgin tarafından benimsendi.

İbn Sînâ ve İtim Gücü

İbn Sînâ, doğa felsefesinin o dönemde temel problem alanları olan hareket, sükûnet, kuvvet, boşluk, yön, zaman ve nesnenin doğası ile hareket arasındaki ilişki üzerine kapsamlı araştırmalarda bulundu. Değerlendirmelerini öncelikle “Herhangi bir şey aynı anda iki zıt işlevi taşıyamaz.” ilkesine dayandırdı ve Aristoteles’in “Bir nesne fırlatıldığında, hareketi sağlayan etki ortama aktarılır.” yargısını bu bağlamda analitik bir yaklaşımla irdeledi. İnsan ve hayvan gibi kendiliğinden hareket edebilen varlıkların dışındaki her şeyin bir hareket ettirici tarafından sağlanan “itim gücü” ile harekete zorlandığını, buna bağlı olarak hareketi sağlayan etkinin ortama değil, nesneye aktarıldığını savundu. Nesneye yüklenen bu etkiye de “*kasrî meyil*” adını verdi. Ünlü eseri *Şifâ*’nın özellikle ikinci ve dördüncü cildinin farklı bölümlerinde bu konudaki değerlendirmelerinin sonuçlarını açıkladı.

Öncelikle değişim üzerinde duran İbn Sînâ, hareketin de bir değişim biçimi olduğunu savundu. Büyüme, artma, azalma, yoğunlaşma gibi değişimlerin de birer hareket türü olduğunu, her tür değişimin yer ve konumla ilgili bir hareketin ardından ortaya çıktığını, örneğin genişleme sonucunda genişleyen şeyin kapladığı “yerin” arttığının, büzülmeyle ise büzülen şeyin kapladığı “yerin” azaldığının bir



İbn Sînâ (980-1037)



hakikat olduğunu ileri sürdü. Filozofların hareket olgusunu daima “yer” veya “konum” ile ilişkilendirmelerinin bundan kaynaklandığını belirtti. Bu yüzden hareketi “Fiziksel değişimler fiziksel nedenlerle gerçekleşir.” ilkesi ışığında irdeleyen İbn Sînâ, bir noktadan belirli bir noktaya doğru gerçekleşen doğrusal hareketlerin tek bir kalıcı (tükenmeyen) hareket ettirici etkiye sahip olmadığını, bu nedenle hareketin sonsuza kadar devam etmediğini savundu. Sonsuz hareketin ancak gök cisimlerine özgü olan döngüsel harekette söz konusu olduğunu öne sürdü. Ardından doğal ve zorunlu (kasrî) hareketlerde hızlanma ve yavaşlama şeklinde gözlemlenen düzensizliğin ya hareket eden nesnenin doğasından ya da hareketi sağlayan dış etkiden kaynaklandığını örnek vererek açıkladı. Taşın bırakıldığında yere düşmesinin doğası gereği, havaya fırlatılan bir taşın yukarıya doğru hareketinin ise kasrî yani doğasına aykırı olduğu için dış bir etki sonucunda gerçekleştiğini belirtti. İbn Sînâ’ya göre doğal hareket doğada gerçekleşen herhangi bir hareket değildir; doğasına aykırı harekete zorlanan bir nesnenin (örneğin yukarıya doğru fırlatılan bir taşın) bu dış etki ortadan kalktıktan sonra kasrî hareketi



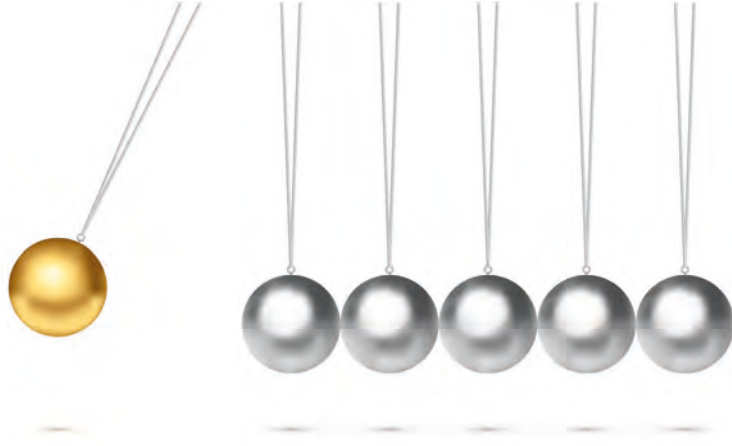
sona erdirip doğasının gerektirdiği harekete yönlendirmesini belirtir. Ardından şu çıkarımda bulunur: “Doğal hareket ve doğal değişim, doğal olmayan bir durum meydana gelmedikçe nesnenin doğasından kaynaklanmaz.” “Doğal” sıfatını “bir şeye özgü olan” anlamında kullandığı anlaşılan İbn Sînâ, doğal olanı yalnızca o şeyin doğasına özgü niteliklerinden kaynaklanan etki veya sonuç olarak tanımladı ve bu kabulüne dayanarak doğal hareketi de nesnenin doğasının gerektirdiği hareket olarak açıkladı. Daha sonra “Her doğal hareket; yer, nitelik, nicelik veya konum gibi değişim türü fark etmeksizin nesnenin doğal konumuna yani sükûnet durumuna ulaşılması içindir.” sözleriyle konuyu noktaladı.

Bu açıklamalara koşut olarak zorunlu hareketi analiz eden İbn Sînâ, zorunlu hareketi hareket ettirilenin kendi özünden kaynaklanmayan, dışarıdan eklenilen (örneğin bir taşı yerde sürükleyerek hareket ettirmek) ve doğası gereği meydana gelmeyen (örneğin bir taşı gökyüzüne doğru fırlatmak) hareket olarak tanımladı. Bu tanımlamaların devamında hareket ettirilenin hareket ettirenden ayrıldıktan sonra devam eden hareketine değindi. Bu hareketin ideal örneğinin fırlatılan nesnenin sergilediği hareket olduğunu belirtti. Bir dış etkiyle gerçekleştiğinden dolayı bu hareketin de zorunlu hareket olduğunu çünkü nesneye kazandırılan hareket etme eğiliminden kaynaklandığını belirtti. Görüşlerini “nedensiz bir sonucun mümkün olmayacağı” ilkesine göre detaylandıran İbn Sînâ, konuyu neden-etki bağlamında irdelemeye devam etti. Ona göre neden ya hareket eden nesnenin kendi doğasından kaynaklanır ya da dışındadır. Neden nesnenin kendisindeyse hareketin son bulması ancak dış bir etken

sonucunda olur. Eğer neden nesnenin dışındaysa o zaman harekete neden olan etki ya temas yoluyla ya da temas olmadan gerçekleşir. Etki, temas yoluyla gerçekleşiyorsa fiziksel maddeden yoksun kabul edilen boşlukta bu etkiden söz edilemez. Çünkü etkiyi taşıyacak maddesel ortam (örneğin taş fırlatıldığında etkinin aktarıldığı hava) boşlukta yoktur. Dolayısıyla İbn Sînâ'ya göre bütün hareketlerin bir ortam içerisinde gerçekleşmesi gerekir. Boşlukta hareket söz konusu olabilseydi dış etkiyle gerçekleşen zorunlu hareketin boşlukta sona ermesinden bahsedilemezdi ve hareket sonsuza kadar devam ederdi. Demek ki kasrî meyil yani kendiliğinden hareket etmeyen nesnelere kazandırılan hareket etme eğilimi ortama değil, nesnenin kendisine aktarılır. Yani ortam hareketin devamını değil, kazandırılan meylin tükenmesini sağlar. Dolayısıyla eğer hareket boşlukta gerçekleşseydi kasrî meyil sona ermezdi.

Kalıcı Kasrî Meyil ve Eylemsizlik Hareketi

Bunun ne anlama geldiğini açıklayabilmek için İbn Sînâ'nın iki çıkarımını birleştirmek gerekir: Birincisi kasrî meyil etkisi boşlukta azalmaz ve yok olmaz. Çünkü azalma ve yok olma karşıt etkilerin ardışık varlığından kaynaklanır. Fizik dünyada ise böyle bir durum söz konusu değildir.



İdeal boşlukta hareketin kesintisiz süreceği, bir çıkarımıdır. Bu da modern fizikteki eylemsizlik ilkesinin öncülü sayılabilecek bir ifadedir. İkincisi ise “Bir taş parçası ve odun kıymığı aynı kuvvetle fırlatılırsa taşın kıymıktan daha ileriye düştüğü görülür.” gözleminden ağır nesnelere daha fazla kasrî meyil kazandıkları sonucuna varmasıdır.

Kasrî meyil, nesnenin ağır veya hafif olmasına ve fırlatılma hızına bağlı olarak değişir, dolayısıyla ağırlık ve hızla doğru orantılıdır: $kasrî\ meyil\ (km) = hız\ (v) \times ağırlık\ (w)$. Eğer İbn Sînâ'nın ağırlık derken kütleyi kastetmiş olduğu varsayılırsa o zaman formül $kasrî\ meyil = hız\ (v) \times kütle\ (m)$ biçimine dönüşür. Buradan da modern fizikteki momentum bağıntısına ulaşılabilir.

Gelecek sayımızda Orta Çağlarda hareket konusunda yapılan çalışmaları ele almayı sürdüreceğiz. ■

Kaynaklar

Avicenna, *The Physics of The Healing (Şifâ: Es-Semâ et-Tabîi)*, (Books I-III, A parallel English-Arabic text), Trans. Jon McGinnis, Provo, Utah: Brigham Young University, 2009.
 Sayılı, A., “Dinamik Alanında İbni Sînâ'nın Buridan Üzerine Etkisi”, (273-277), *Uluslararası İbni Sînâ Sempozyumu*, Ankara: Kültür ve Turizm Bakanlığı, 1984.
 Topdemir, H. G., “Aristoteles'in Doğa Felsefesi ve Ortaçağ'a Yansımaları” (95-123), M. M. Söylemez, & R. Duran (Dü) içinde, *2400'üncü Yılında Aristoteles ve Aristoteles'in Dünya Tefekküründeki Yeri*, Lefkoşa: Yakın Doğu Üniversitesi, 2017.



Doğa
FLORA

Doç. Dr. Mehmet Kürşat Şahin
Hacettepe Üniversitesi Fen Fakültesi Biyoloji Bölümü

Saliha Kertenkelesi

Artvin'in Barhal Vadisi'nde, yüksek dağların arasında sıkışmış dar bir kayalık alanda, endemik bir kertenkele türü yaşar: Saliha kertenkelesi (*Darevskia salihae*). Bu kertenkelenin adı, türü keşfeden ekipte yer alan herpetolog (sürüngenleri ve amfibileri inceleyen zoolog) Mehmet Kürşat Şahin'in annesi merhume Saliha Şahin'in anısına verildi.

Türkiye'deki karasal omurgalı türleri arasında yaşam alanı en dar olan tür olan bu kertenkele, Kafkas Biyoçeşitlilik Sıcak Noktası'nın en nadir sakinlerinden biridir. Biyoçeşitlilik sıcak noktası çok sayıda endemik türe ev sahipliği yapan, bu nedenle koruma açısından öncelikli kabul edilen bölgelerdir.

Saliha kertenkelesi, yakın türlerine kıyasla daha küçüktür. Burundan kuyruk sokumuna kadar olan gövde uzunluğu 60 mm'nin altında kalırken diğer türlerde bu değer 60 mm'yi aşar. Gri-kahverengi tonlarındaki derisi üzerindeki koyu lekeler, yaşadığı kayalık yamaçlarda mükemmel şekilde kamufle olmasını sağlayarak onu neredeyse görünmez kılar. Diğer kaya kertenkelelerinden farklı olarak vücudunun yanlarında mavi noktalar bulunmaz ve karın bölgesi beyaz-krem renktedir. Vücut ortasındaki sırt pullarının sayısı (39-43 adet) komşu türlere göre daha azdır.

Barhal Vadisi'nin derin kanyonları, sarp kayalıkları ve eşsiz iklim koşulları Saliha kertenkelesinin yaşam alanını şekillendiren ve varlığını sürdürmesini sağlayan en önemli faktörlerdir. Yaşadığı alan yalnızca günün belirli saatlerinde (saat 11.00-15.00 arası) güneş ışınlarını alır. Bu dar zaman aralığı türün, komşu kaya kertenkelelerinden coğrafi olarak izole kalmasını sağlar. Kertenkeleler bu kısa güneşlenme süresinde kayaların üzerinde görünür hâle gelir, avlanır ve çiftleşir.

Saliha kertenkelesinin en yakın akrabası olan *Darevskia parvula* türü, aynı vadinin kenar bölgelerinde yaşar ancak iki tür asla aynı kayalık alanda bir araya gelmez. Genetik analizler, Saliha kertenkelesinin *D. rudis*, *D. valentini* ve *D. portschinskii* türlerinden oluşan gruptan yaklaşık %4 oranında farklılaştığını gösteriyor. Bu genetik ayrışmanın varlığı, jeolojik olarak Kaçkar Dağları'nın yüksekliği ve derin vadiler ile ilişkilendirilir.

Saliha kertenkelesi şu ana kadar yalnızca yaklaşık 150 metrelik bir kaya bloğunda görülerek kayıtlara geçirildi. Ancak bölgenin zorlu arazi koşulları ve erişim güçlüğü göz önüne alındığında henüz keşfedilmemiş başka popülasyonlarının bulunması da mümkün. Türün gerçek yayılış alanının belirlenmesi içinse kapsamlı arazi çalışmalarına ihtiyaç var. Uluslararası Doğa Koruma Birliği (IUCN) kriterlerine göre türün tehlike durumunun da ivedilikle değerlendirilmesi gerekiyor. Çünkü bilinen yaşam alanının bu denli sınırlı olması, bölgedeki habitat değişikliklerinin türün geleceği için ciddi riskler oluşturduğunu gösteriyor. ■

Kaynaklar

- Kurnaz, M., Şahin, M. K., Eroğlu, A. İ. "Hidden Diversity in a Narrow Valley: Description of New Endemic Palearctic Rock Lizard *Darevskia* (Squamata: Lacertidae) Species from Northeastern Turkey", *Zoological Studies*, Cilt 61, e44, 2022.
- Tarkhnishvili, D.N. "Evolutionary history, habitats, diversification, and speciation in Caucasian rock lizards", *Advances in Zoological Research*, Cilt 2, s. 79-120, 2012.
- Surat, H., Yılmaz, H., Surat, B. "Yusufeli ve Yakın Çevresinin Ekoturizm Kullanım Potansiyeli Üzerine Bir Araştırma", *Doğu Coğrafya Dergisi*, Cilt 20, Sayı 34, s. 61-88, 2015.

Gökyüzü

Dr. Tuba Sangül

[TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi

Gökyüzünde Venüs ve Satürn Buluşması

Mart ayının en etkileyici gök olaylarından biri 8 Mart'ta gerçekleşen Venüs ve Satürn buluşması. 29 Mart'ta ise Ay, Aslan Takımyıldızı'nın en parlak yıldızı Regulus'un önünden geçiyor. İlkbahar ekinoksu 20 Mart'ta gerçekleşiyor. 3 Mart'ta gerçekleşen tam Ay tutulması Türkiye'den izlenemiyor.

Merkür

Merkür, Güneş etrafındaki yörünge hareketi sırasında 7 Mart'ta Güneş ile Dünya'nın arasından geçiyor. Bu süreçte gökyüzünde Güneş'le aralarındaki açıl mesafe çok küçük olduğundan gökyüzünde görülemeyen Merkür, ayın ilk yarısından sonra Güneş'in doğuşundan önce gökyüzünde tekrar ortaya çıkmaya başlıyor. Ancak ufkun üzerinden çok yükselmediği için Merkür'ün gözlem süresi çok uzun değil.

Merkür'ü mart ayının son günlerinde doğu yönünde ufkun hemen üzerinde görmeyi deneyebilirsiniz.

Venüs

Venüs, mart ayı boyunca Güneş'in batışından sonra gökyüzünde görülebilir. Ayın başında Güneş'ten yaklaşık bir saat sonra batan Venüs'ün gözlem süresi ve ufkun üzerinden yüksekliği ayın ilerleyen günlerinde artıyor. Ayın ilk günlerinde Venüs'ün aydınlık görünen kısmının oranı yaklaşık %98. Eğer bir dürbününüz ya da küçük bir teleskobunuz varsa siz de mart ayında Venüs diskini neredeyse tamamen aydınlıkken görmeyi deneyebilirsiniz.

Venüs'ü 20 Mart akşamı Güneş'in batışından sonra hilal şeklindeki Ay ile birbirine yakın görebilirsiniz.

Mars

Mars, ocak ayında yörünge hareketi sırasında Dünya'ya göre Güneş'in arkasından geçmişti. Güneş'le aralarındaki açıl mesafe hâlen küçük olan Kızıl Gezegen, mart ayında da gözlenemiyor. Mars, ay sonunda gün doğumundan önce gökyüzünde tekrar ortaya çıkmaya başlıyor ancak Güneş'ten yaklaşık yarım saat önce doğduğu için belirginleşmeden gökyüzü aydınlanıyor.

Jüpiter

Jüpiter, mart ayında neredeyse bütün gece gökyüzünde. Ayın ilk günlerinde Güneş'in batışından sonra doğu yönünde ufkun



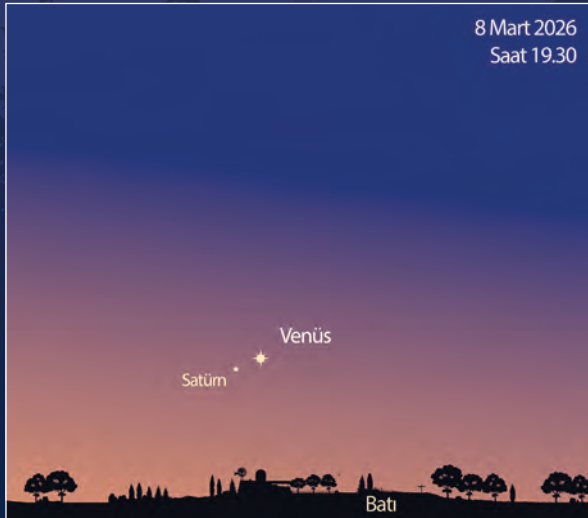
üzerinde ortaya çıkan Jüpiter, Güneş'in doğuşundan yaklaşık üç saat önce kuzeybatı yönünde ufuktan batıyor. Ayın ilerleyen günlerinde daha erken saatlerde batmaya başlayan Jüpiter'in gözlem süresi kısalıyor. Ayın başında parlaklığı 2,4 kadir mertebesinde olan Jüpiter günler ilerledikçe hafifçe sönükleşiyor. Ayın sonunda parlaklığı 2,2 kadir mertebesinde.

Jüpiter, 26 Mart'ta ilk dördün evresinden bir gün önce ayrılan Ay ile birbirine yakın görülebiliyor. Her iki gök cismini İkizler Takımyıldızı'nda görebilirsiniz.

Satürn

Satürn, mart ayının başında Güneş'in batışından sonra batı yönünde ufkun üzerinde kısa süre görülebiliyor. 8 Mart'ta Satürn, gökyüzünde Venüs ile birbirine çok yakın görülebiliyor. Her iki gezegeni Güneş'in batışından sonra batı yönünde ufkun üzerinde bulabilirsiniz. Venüs'e kıyasla çok daha sönük görünen Satürn'ü bu tarihte Venüs'ün hemen altında görebilirsiniz.

Ayın ilerleyen günlerinde ufkun üzerinde alçalmaya başlayan Satürn, 25 Mart'ta kavuşum konumundan geçiyor. Kavuşum konumdayken Satürn, Güneş ve Dünya aynı hizadadır ve Güneş, Satürn ile Dünya'nın arasında bulunur. Bu süreçte Satürn ile Güneş arasındaki açıl mesafe son derece küçük olduğundan Satürn, birkaç hafta boyunca görülemeyecek.



Ay ve Spika

6 Mart'ta son dördün evresine yaklaşan Ay ile Başak Takımyıldızı'nın en parlak yıldızı Spika'yı gökyüzünde bir arada görebilirsiniz. Spika'yı mavi tonlardaki rengiyle fark edebilirsiniz.

Tam Ay Tutulması

3 Mart'ta tam Ay tutulması gerçekleşiyor. Avustralya ve Kuzey Amerika kıtaları ile Güney Amerika kıtasının doğusu ve Asya kıtasının batısından izlenebilen tutulma, Türkiye saati ile gündüz saatlerinde gerçekleştiğinden ülkemizden görülemiyor.

İlkbahar Ekinoksu

20 Mart'ta ilkbahar ekinoksu gerçekleşiyor. Ekinoks, gece ve gündüz sürelerinin eşit olduğu gün olarak bilinir. Aslında Güneş ışınlarının Ekvator'a dik açıyla geldiği belirli bir andır. Bu anda Güneş, kuzey yarım küreyi ve güney yarım küreyi eşit miktarda aydınlatır. Yani aydınlanma çemberi kutuplardan geçer. İlkbahar ekinoksu kuzey yarım küre için ilkbahar mevsiminin başlangıcı olarak kabul edilir.

Ay, Regulus'un Önünden Geçiyor

Mart ayında gökyüzünde nadir gerçekleşen bir gök olayına tanık olabilirsiniz. Ay, 29 Mart gecesi Aslan Takımyıldızı'nın en parlak yıldızı Regulus'un önünden geçiyor. Örtme olarak isimlendirilen bu olay ülkemizden izlenebilecek.

Ay ve Regulus 29 Mart akşamı Güneş'in batışından sonra doğu yönünde ufuk üzerinde ortaya çıkıyor. İlerleyen saatlerde Ay, Regulus'a yaklaşmaya devam ediyor ve Türkiye saati ile 22.00 civarında Regulus, Ay diskinin arkasına giriyor ve yaklaşık bir saat sonra Ay diskinin arkasından tekrar ortaya çıkıyor.



Dolunay

3 Mart
Saat: 14.38



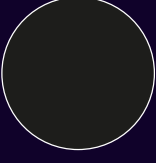
Son dördün

11 Mart
Saat: 12.39



Yeni ay

19 Mart
Saat: 04.23



İlk dördün

25 Mart
Saat: 22.18



Yeröte

10 Mart Saat: 16.43 404.384 km

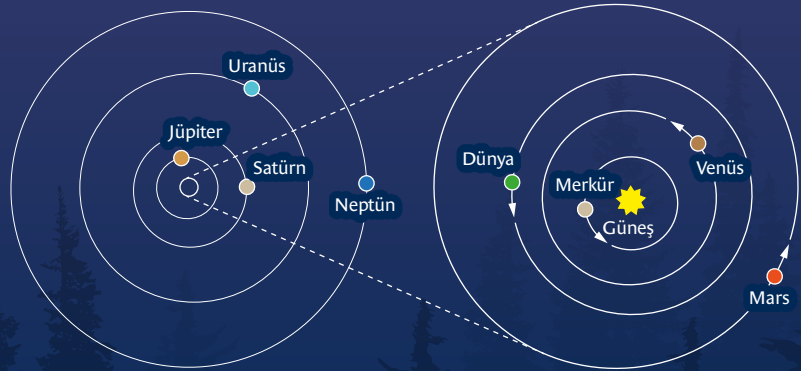
Yerberi

22 Mart Saat: 14.43 366.859 km

Ayın Önemli Gök Olayları

- 2 Mart** Ay ve Regulus yakın görünümde
- 3 Mart** Ay, dolunay evresinde
Tam Ay tutulması
- 6 Mart** Ay ve Spika yakın görünümde
- 7 Mart** Merkür, iç kavuşum konumunda
- 8 Mart** Venüs ve Satürn yakın görünümde
- 10 Mart** Ay, Dünya'ya en uzak konumda
Ay ve Antares yakın görünümde
- 11 Mart** Ay, son dördün evresinde
- 15 Mart** Merkür ve Mars yakın görünümde
- 19 Mart** Ay, yeni ay evresinde
- 20 Mart** Ay ve Venüs yakın görünümde
İlkbahar ekinoksu
- 22 Mart** Ay, Dünya'ya en yakın konumda
Neptün, kavuşum konumunda
- 25 Mart** Ay, ilk dördün evresinde
Satürn, kavuşum konumunda
- 26 Mart** Ay ve Jüpiter yakın görünümde
- 29 Mart** Ay ve Regulus yakın görünümde

Mart Ayında Gezegenlerin Birbirlerine Göre Yörüngelerindeki Konumları



Çizimdeki oklar, Güneş sisteminde yer alan iç gezegenlerin mart ayında yörüngelerindeki hareketlerini gösteriyor. Dış gezegenlerin yörüngelerindeki konumları, ay içinde birbirine göre çok değişmediği için mart ayının ortasındaki konumları, çizimde nokta şeklinde belirtilmiştir.

Düşünme Kulesi

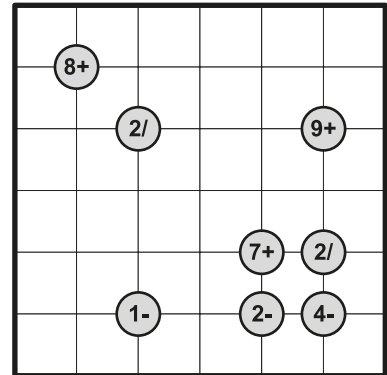
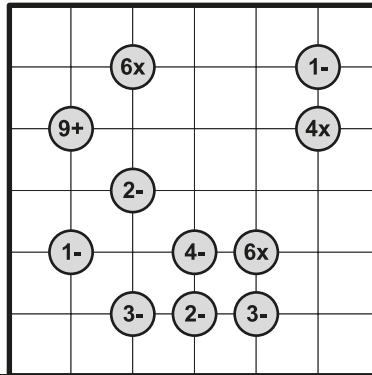
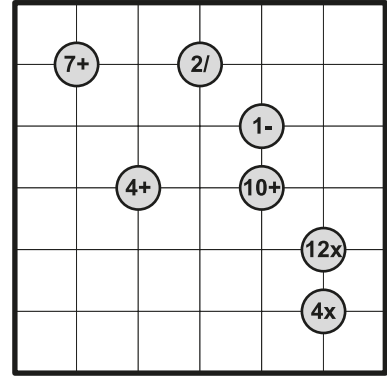
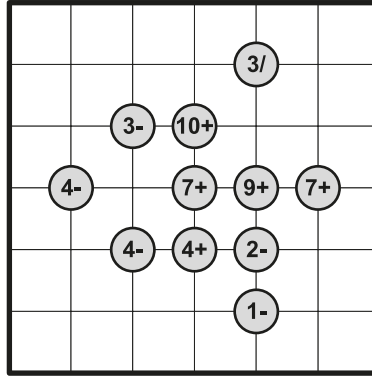
Perhat Çalapkulu [dusunme.kulesi@tubitak.gov.tr]

Ayın Oyunu Matrax

Matrax Oyununun Kuralları

Her satırda ve sütunda 1'den 6'ya kadar tüm rakamlar tam olarak birer kez yer alacak şekilde diyagramı doldurun.

Çemberlerdeki ipuçları, çevrelerindeki çapraz hücrelerde bulunan rakam çiftleri arasındaki bağlantıyı göstermektedir.



Matrax

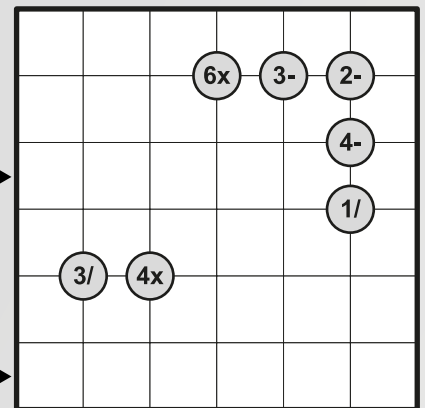
Örnek Çözüm

3	4	2	5	1	
4	5	7+	3	1	2
1	3	1/	5	2	4x
2	1	4	2-	3	7+
5	2	1	4	3	

Ödüllü Soru

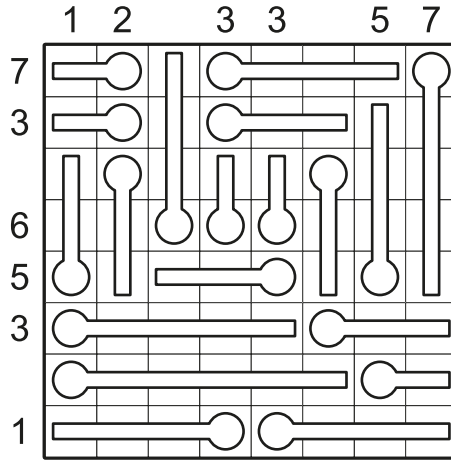
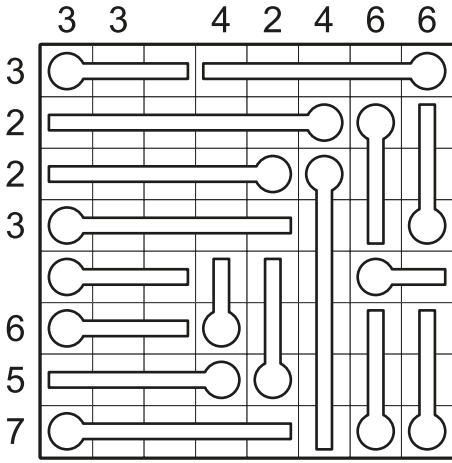
*Matrax sorusunu çözüp ok doğrultusundaki içeriği yazarak *Bilim ve Teknik* internet sitesi üzerinden gönderenler arasından çekilişle belirlenecek 10 kişiye TÜBİTAK Popüler Bilim Kitapları tarafından yayımlanmış *Nobuyuki Yoshigahara'dan Bulmacalar* başlıklı kitap hediye edilecektir. Çekiliş sonuçları, dergimizin internet sitesinden önümüzdeki ay içinde duyurulacaktır. Geçen ayın ödüllü Bölgesel Ardıksız Sudoku sorusunu doğru yanıtlayanlar arasından çekilişle belirlenerek kitap ödülü kazanan okurlarımızın listesi, internet sitemiz üzerinden duyuruldu.

bilimteknik.tubitak.gov.tr



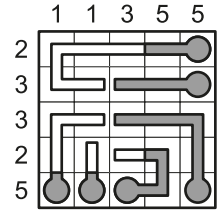
1 ve 2 numaralı okun doğrultusundaki içeriği yazın. Mesela soldaki örnek çözümün ilk satırı 34251 şeklinde yazılmalıdır.

Termometre: Tabloda içindeki cıva seviyeleri bilinmeyen termometreler vardır. Cıva seviyesi her zaman yuvarlak uçtan başlayarak yükselir. Termometreler tamamen boş, kesmen dolu ya da tamamen dolu olabilir. Tablonun dışındaki sayılar, ilgili satır veya sütundaki içinde cıva olan hücrelerin sayısını göstermektedir.

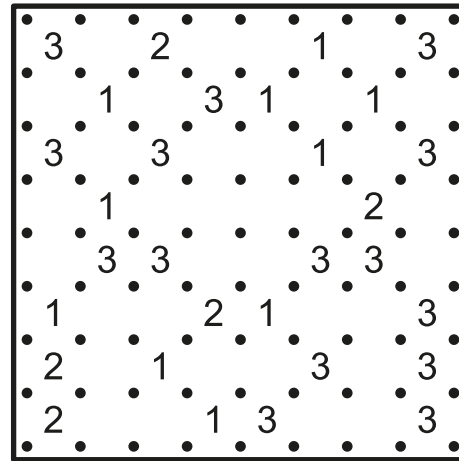
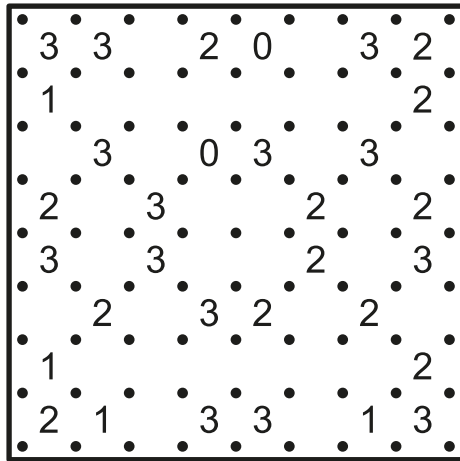


Termometre

Örnek Çözüm

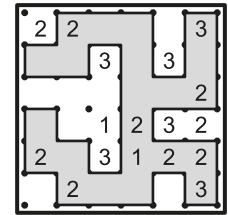


Çit: Noktaları yatay veya dikey çizgilerle birleştirerek kapalı tek bir çit oluşturun. Rakamlar, buldukları hücrenin kaç kenarında çit parçası olduğunu göstermektedir.



Çit

Örnek Çözüm

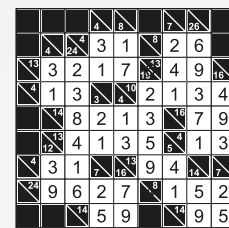
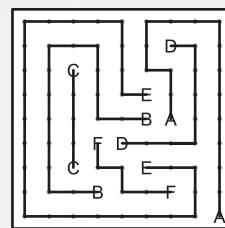


Geçen Sayının Çözümleri

1	4	2	6	3	5
6	2	4	1	5	3
3	5	1	4	2	6
5	3	6	2	4	1
2	6	3	5	1	4
4	1	5	3	6	2

4	2	5	1	3	6
6	4	2	5	1	3
3	6	4	2	5	1
1	3	6	4	2	5
5	1	3	6	4	2
2	5	1	3	6	4

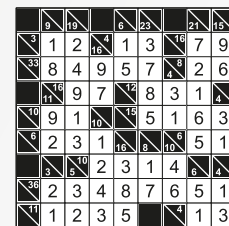
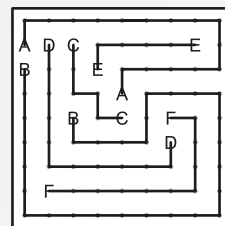
3	6	4	1	5	2
1	4	2	5	3	6
5	2	6	3	1	4
2	5	3	6	4	1
4	1	5	2	6	3
6	3	1	4	2	5



4	2	6	3	5	1
1	5	3	6	2	4
6	3	5	1	4	2
3	6	2	4	1	5
5	1	4	2	6	3
2	4	1	5	3	6

6	3	5	1	4	2
1	5	3	6	2	4
4	2	6	3	5	1
2	4	1	5	3	6
5	1	4	2	6	3
3	6	2	4	1	5

Ödüllü Soru:
Bölgesel Ardışsız Sudoku



Bölgesel Ardışsız Sudoku

ABC Bağlamaca

Kakuro



Kıvanç Çefle [btsatranc@tubitak.gov.tr]

Satranç ve Yapay Zekâ

Satrançın bundan 1.500 yıl önce Hindistan'da ortaya çıktığı düşünülüyor. O zamanki adı "çaturanga" idi. Bu Sanskritçe sözcük "dört unsurdan" yani piyade, süvari, fil ve savaş arabalarından oluşan ordu anlamına geliyor. Oyun önce Pers İmparatorluğu'na oradan Araplara ve en nihayet İspanya ve Sicilya üzerinden Avrupa'ya ulaştı sonra da bütün dünyaya... Demek ki satranç yüzyıllardır çok geniş bir coğrafyada oynanıyor.

Ve yine yüzyıllardır insanlar hep şunu merak ediyor: Satranç çözülebilir bir oyun mu? Yani her iki taraf da "kusursuz" oynarsa sonuç varsayımsal olarak mutlak bir kesinlikle önceden belirlenebilir mi? Matematiğin önemli araştırma alanlarından "oyunlar teorisi" bu soruya olumlu bir cevap veriyor: Evet, satranç çözülebilir bir oyundur çünkü:

1. Sonludur. Elli hamle ve üç kez tekrarlama kuralı sayesinde

oyunun bir noktada mat ya da beraberlikle bitmesi garanti altına alınmıştır.

2. Ortaya çıkan her pozisyon oyuncuların gözleri önündedir ve rakiplerinin yapabilecekleri hamleler de bellidir. Yani gizli bilgi ve şans unsuru yoktur. Bu nedenle de satranç "deterministik" bir oyundur.

3. İki kişilik sıfır toplamı bir oyundur (birinin kazancı diğ erinin kaybıdır).

4. Geriye doğru çözümlene teoride de olsa mümkündür. Yani mümkün olan tüm hamleler ağacının en sonunda yer alan bütün mat ve beraberlik konumları belirlendikten sonra bir önceki konumlarda hangi hamlenin bu sonuca götürdüğü belirlenir ve bu işlem başlangıca kadar geriye doğru sürdürülebilir.

Bütün bunların anlamı şudur: Optimal (yani en iyi) hamlelerle oynanan satranç oyunlarında ya hep beyaz kazanır



ya hep siyah kazanır ya da oyun hep beraberlikle biter. Başka bir deyişle daima en iyi hamlelerin oynandığı oyunların bazılarını beyazın, bazılarını da siyahın kazanması ve bazı oyunların ise beraberlikle bitmesi mümkün değildir. Böyle olmakla birlikte bizler bugün hâlâ sonucun ne olduğunu (beyaz veya siyah için kazanç mı yoksa beraberlik mi) bilmiyoruz. Çünkü bugün için en güçlü bilgisayarlarla bile muhtemel hamle ağacını çıkarmamız mümkün

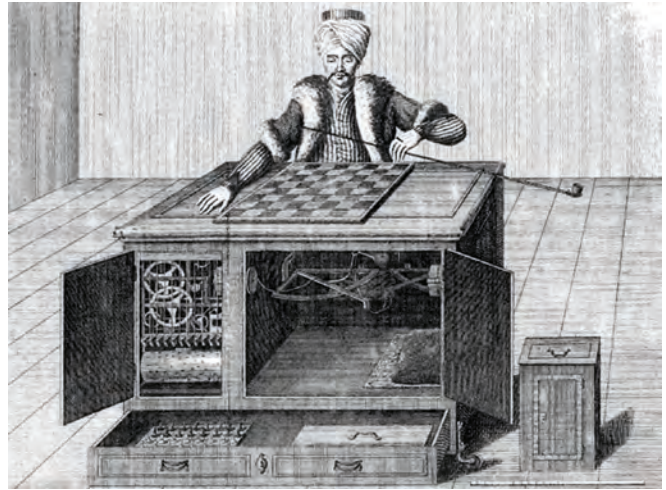
değil (yaklaşık 10^{120} oyun varyasyonu vardır, buna Shannon sayısı denir). Yani anlayacağınız, satranç teoride çözülebilir bir oyundur ama çözülebilmemiş değildir... Henüz!

Satrancın “çözülebilirliği” ile ilişkili bir diğer kadim soru da insanı yenebilecek bir satranç makinesinin yapılıp yapılamayacağıydı. Bu konuda ilk “hileli” denemeler 18. yüzyılın sonlarına kadar uzanıyor. 1770 yılında Wolfgang von Kempelen tarafından ilk “sözde” satranç otomatı

yapıldı. “Mekanik Türk” adıyla bilinen ve Avrupa’da büyük ilgi gören bu otomat gerçekten de üstün bir performansla oynuyordu. Yenmeyi başardığı oyuncular arasında Benjamin Franklin ve Napoleon Bonaparte gibi ünlüler de vardı! Ne var ki bu alet gerçek bir otomat değildi ve içindeki bir bölmeye bir “insan” oyuncu gizleniyordu. Yani söz konusu olan “yapay” değil, basbayağı “doğal” zekâydı! Sonraki yıllarda bu satranç otomatının Ajeeb (1868) ve Mephisto (1878) gibi benzerleri de ortaya çıktı. Bunlar gerçekten de “düşünen” makineler olmasalar da gördükleri büyük ilgi en azından böyle bir makine hayalinin ya da özleminin eskiden beri insanların zihninde yer ettiğini gösterir.

Gerçek anlamda ilk otonom satranç makinesi ise 1912 yılında İspanyol mühendis ve mucit Leonardo Torres Quevedo (1852-1936) tarafından geliştirilen "El Ajedrecista"dır. Bu elektromekanik cihaz her ne kadar yalnızca sınırlı bir oyun sonunu (kale ve şah ile şah karşı) insan müdahalesi olmadan oynayabiliyorsa da en kestirme yoldan olmamakla birlikte mutlaka rakibi mat edebiliyordu. Bu cihaz satranç tarihindeki ilk bilgisayar kabul ediliyor.

Satrançta yapay zekâ uygulamaları esas olarak İkinci Dünya Savaşı’ndan sonra hız kazandı. Amerikalı matematikçi Claude Shannon’un 1950 yılında yazdığı “Programming a Computer for



“Mekanik Türk” adlı ilk satranç otomatının mekanik düzeneğini ortaya koyan bir bakır gravür



İspanyol mühendis Quevedo tarafından geliştirilen El Ajedrecista yani "Satranç Oyuncusu"

Playing Chess" adlı makale bu konudaki ilk önemli adımlardan sayılır. Onun ardından bilgisayar biliminin kurucularından olan, savaş sırasında Alman şifrelerinin kırılmasında kritik rol oynayan İngiliz matematikçi ve kriptolog Alan Turing 1951'de teorik olarak kâğıt üzerinde satranç oynayabilen bir program yazdı. IBM, 1957 yılında teorinin ötesine geçerek bir satranç oyununu baştan sona oynayabilen ilk satranç programını geliştirdi. 1960'lı ve 70'li yıllarda satranç motorlarının gücü daha derin arama yapabilen algoritmalarla arttı. Bir elektrik mühendisi olan dünya satranç şampiyonu GM Mikhail Botvinnik de hamle seçimi teknikleri üzerine makaleler yazarak algoritmaların stratejik

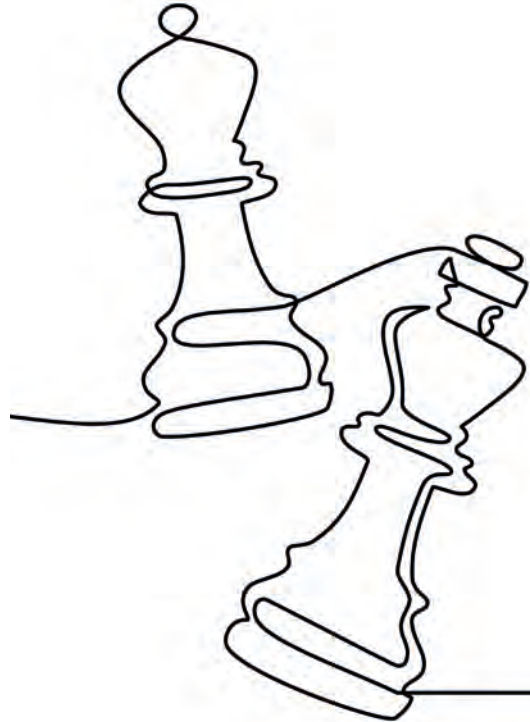
gelişimine katkıda bulundu. 1980'li yıllar satranç motorlarının hızla güçlendiği dönemdi. Feng-hsiung Hsu, Thomas Ananthraman ve Murray Campbell 1988 yılında tarihte büyük usta (GM) düzeyinde bir oyuncuyu bir turnuva oyununda yenen ilk makine olan Deep Thought'u geliştirdi. Deep Thought'un yenmeyi başardığı ilk üst düzey satranç oyuncusu, Danimarkalı GM Bent Larsen'in ta kendisiydi! Bununla birlikte Deep Thought bir yıl sonra dönemin dünya şampiyonu Garry Kasparov ile oynadığı iki oyunluk maçı 2-0 kaybetti. IBM tarafından geliştirilen ve Deep Thought'un daha ileri bir versiyonu olan Deep Blue da 1996 yılında altı oyunluk bir maçta Kasparov'a 4-2 skorla yenildi. Hem büyük ustalar hem de mühendisler tarafından güçlendirilmiş Deep Blue'nun yeni bir sürümü bir yıl sonra Kasparov'u 3,5-2,5 skorla yenmeyi başardı. Oysa Kasparov daha önceleri bir bilgisayarın bir büyük ustayı asla yenemeyeceğini iddia etmişti. Bir dönüm noktası olarak kabul edilen bu olay, yapay zekânın insan zekâsının seviyesine

ulaşabileceğinin bir işareti olarak görüldü.

Sonraki 20 yılda satranç oynayan bilgisayarların performansı istikrarlı ama yavaş bir şekilde artmaya devam etti. Fritz, Shredder ve Rybka gibi motorlar satranç dünyasına hızla girdi. Bunlar, oyun ağacında ortaya çıkan pozisyonları taş üstünlüğü, alan hakimiyeti, açık hatlar, avantajlı piyon yapıları gibi kendilerine önceden tanıtılan çeşitli kriterlere göre değerlendirerek ve gereksiz varyantları hesaplama dışı bırakarak yani "budayarak" oynuyordu. İnsanlar arasında oynanmış oyunlardan oluşan çok

geniş oyun veri tabanları, açılış kitapları ve oyun sonu veri tabanları da bu motorların bilgi kaynakları arasında yer alıyordu. 2010'ların başında sahneye çıkan Stockfish o zamana kadar kullanıma giren motorların en güçlüsüydü ve uzun zaman zirvede kaldı. Ta ki Google'ın DeepMind ekibi tarafından geliştirilen AlphaZero ortaya çıkana kadar...

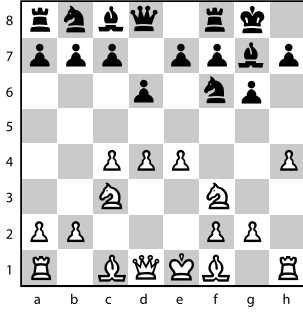
Google'ın DeepMind ekibinin 2017 yılında satranç dünyasına tanıttığı yapay sinir ağı destekli AlphaZero, Stockfish de dâhil olmak üzere o zamana kadar bilinen motorların hepsini de alt etti. Onu farklı



yapan açılış kitapları, oyun içi ve oyun sonu veri tabanlarıyla eğitilmeden yani hiç insan bilgisi kullanmadan yalnızca kendi kendine oynayarak satranç öğrenmiş olmasıydı. Yalnızca dokuz saatlik bir eğitimden sonra Stockfish ile karşılaşan AlphaZero 100 oyunluk bir maçta onu hezimetle uğrattı (28 kazanç, 0 kayıp ve 72 beraberlik). Uzmanlar çok geçmeden iki motor arasında şu farklılıkları saptadı:

Stockfish, oyunu somut hesaplara, materyal dengesine ve taktik doğruluğa dayalı olarak ele alıyordu. Bu nedenle güvenli, hatasız ve teknik açıdan son derece sağlam bir oyun sergiliyordu. AlphaZero ise oyununu uzun vadeli stratejik baskı üzerine kuruyordu. Materyali mutlak bir değer olarak değil; alan, zaman ve inisiyatif karşılığında feda edilebilecek bir araç olarak görüyordu. Bu da onun oyunlarına daha sezgisel, akıcı ve insan gözüne estetik gelen bir karakter kazandırıyordu. Örnek olarak tipik bir AlphaZero hamlesi verelim (Diyagram 1).

Diyagram 1
AlphaZero-Stockfish,
2017



Yukarıda Şah-Hint savunmasının oynandığı oyunda AlphaZero'nun 6. h4! hamlesinden sonraki konumu görüyoruz. Bu hamle satrancın bilinen kurallarını altüst ediyor. Beyazın, daha taşların gelişimini tamamlamadan, şahını güvene almadan böyle bir hamle yapması bilinenlere de sezgilere de aykırı. Bu da motorun düşünüş tarzının insanlarınkinden ne kadar farklı olduğunu gösteriyor.

AlphaZero oyunda daha sonra 10. h5! ve 16. h6! ile siyahı daha da sıkıttırdı. İlerleyen hamlelerde taş fedalarıyla Stockfish'in taşları arasındaki düzeni bozdu ve parlak bir saldırıyla kazandı. AlphaZero'nun başka oyunlarda da erkenden h4-h5-h6

dizisini oynadığının gözlenmesiyle 2017'den sonraki yıllarda insanlar arasında 15. hamleden önce h4 oynanması âdeta moda hâline geldi!

AlphaZero sonraki yıllarda güncellenmedi ve açık kaynak hâline getirilmedi. Bununla birlikte yalnızca satrançta değil, bilgisayar biliminde de derin bir iz bıraktı ve yapay sinir ağı tabanlı yapay zekâ uygulamaları giderek yaygınlaştı. Stockfish de yüksek hesaplama gücünü sinir ağı mimarisi ile birleştirerek 3.400'ün üzerinde bir Elo puanıyla günümüzün en kuvvetli satranç motoru hâline geldi ve itibarını geri kazandı!

Yapay zekânın satranç dünyasındaki güncel etkisine gelince... Günümüzün modern satranç motorları (Stockfish, LCZero) 3.400'ün üzerinde Elo puanına sahiptir. Bu da dünyanın en iyi insan oyuncusunun (yaklaşık 2.850+) çok ötesindedir. Büyük ustalar artık açılış teorilerini ve rakiplerini analiz etmek için bu motorları

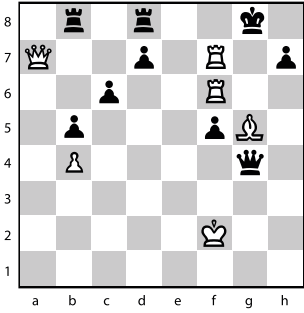
kullanıyor. Oyun tarzlarında da önemli değişiklikler oldu. Sonuçları uzun vadede görülecek pozisyonel piyon ve kalite fedaları olağanlaştı. Şahın güvenliği kavramı değişti. Şah oyun ortasında merkeze doğru yürüyebiliyor ve rok (şah ve kale ile yapılan özel hamle) gecikebiliyor. Rakibin potansiyel planlarını önleyen sessiz hamleler sık görülür oldu. Bu yaklaşımın tatsız bir sonucu da uzun ve sıkıcı baskı oyunlarının çoğalması oldu. Ancak sonuç olarak ustaların yapay zekâ sayesinde dogmalardan sıyrıldıkları, daha cesur, esnek, uzun vadeli ve stratejik olarak daha derin bir tarz benimsedikleri söylenebilir.

Ayın Soruları

Google Deepmind araştırmacıları, 2025 yılında yayınladıkları bir makalede yapay zekâ ile üretilmiş etütlerden örnekler sundu. Burada Lichess çevrim içi satranç oynama platformunda oynanmış dört milyon pozisyon ve veri seti olarak kullanılmış.

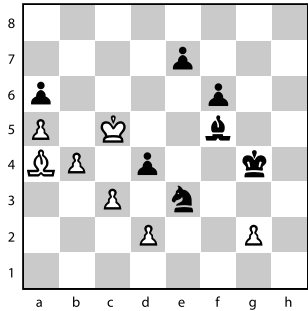
Yapay zekâ, bunlardan yararlanarak estetik değer, orijinallik, paradoksal ve tek çözümlü olma gibi kriterlere uygun satranç bilmeceleri üretmiş. Bunlar ünlü etütçü Amatzia Avni ile büyük ustalar Jonathan Levitt ve Matthew Sadler tarafından değerlendirilmiş. Ayın soruları olarak biz de sizlere bunlardan bazılarını sunuyoruz. Bakalım yapay zekânın “kurduğu” bu bilmeceleri çözebilecek misiniz?

Diyagram 2



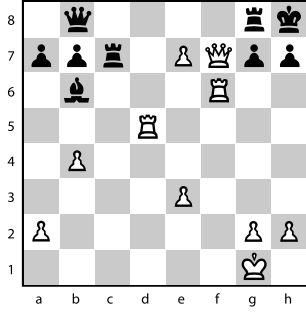
Beyaz oynar ve kazanır.

Diyagram 3



Beyaz oynar ve kazanır.

Diyagram 4



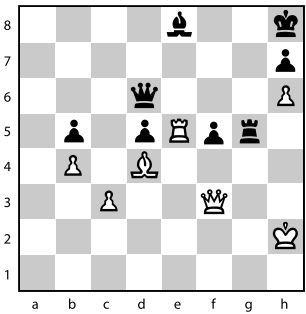
Beyaz oynar ve kazanır.

Geçen Ay Soruların Problemlerin Çözümleri

Geçen ay sizlere bir zamanların ünlü oyuncusu Oldrich Duras'ın oynadığı bir oyundan taktiksel bir soru ve yine ona ait bir problem ve etüt sormuştuk. Şimdi bunların çözümlerini veriyoruz.

Diyagram 5

Duras-Spielmann
Prestany, 1912



Sıra beyazda, nasıl kazanır?

Çözüm:

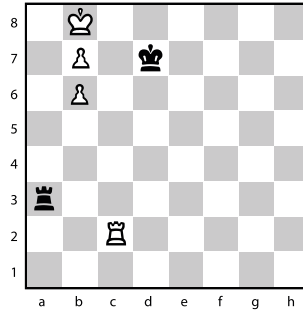
1. Vg3!!

Bu muhteşem hamle ile beyaz nadir görülen çift yönlü bir batarya oluşturuyor. Tehdit 2. Kxe8# ama aynı zamanda d6'daki veziri de istiyor. Siyahın seçenekleri çok sınırlı:

1...Vxh6+ 2. Vh3! Vd6 3. Şh1 Şg8 4. Kxe8+ Şf7 5. Kh8 ve siyah terk etti.

Diyagram 6

Sachove Listy, 1902



Beyaz oynar ve kazanır.

Çözüm: **1. Kd6!**

Siyahın iki seçeneği var:

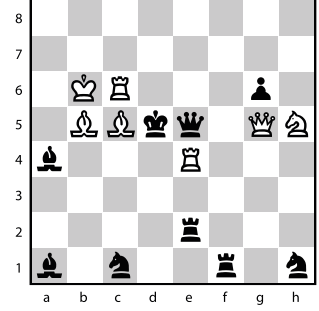
a) 1...Şxd6 2. Şc8 Kc1+ 3. Şd8 +-;

b) 1..Kc1 2. Kc6 Kxc6 3. Şa7 +-.

Gerçek yaşamdan çıkmışa benzeyen kısa ve hoş bir etüt.

Diyagram 7

Narodni Listy, 1930
Beşincilik Ödülü



Beyaz oynar ve üç hamlede mat eder.

Çözüm: **1. Ke6** (tehdit 2. K6xe5+Vxe5+ ve sonraki hamlede mat)

a) 1...Şxe6 2. Vxg6+ Kf6 3. Af4#;

b) 1...Şxe4 2. Vg4+ Kf4 3. Af6#;

c) 1...Kf5 2. Vd8+ Şxe4 3. Va8#.

Bu problemde “a” ve “b” varyantlarında siyahın hem veziri hem de kalesi, “c” varyantında ise veziri açmazda kalıyor. Üstelik bütün mat pozisyonları “model” özellikte. ■

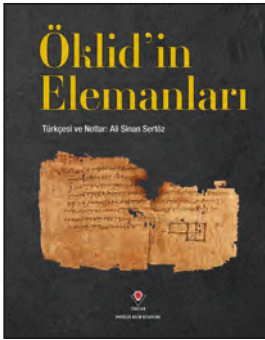
Ayın Sorusu

Prof. Dr. Azer Kerimov
Bilkent Üniversitesi, Matematik Bölümü

Soruyu çözüp cevabı *Bilim ve Teknik* internet sitesi üzerinden gönderenler arasından çekilişle belirlenecek beş kişiye TÜBİTAK Popüler Bilim Yayınları'ndan bir kitap hediye edeceğiz.



Bu ay:
Öklid'in Elemanları



Çözümü ile birlikte gönderilmeyen cevaplar değerlendirmeye alınmayacaktır.

Doğru çözüm ve çekiliş sonuçları dergimizin internet sitesinden önümüzdeki ay içinde duyurulacaktır.

 bilimteknik.tubitak.gov.tr



Keloğlan'ın Kutulardaki Fındık Sayısını Belirlemesi

Cüceler çiftliği ziyaret eden Keloğlan'a bir ödev verir. Cüceler ilk önce çiftliğin avlusunda yere bir doğru çizip bu doğru üzerine 40 tane kutu dizer. Sonrasında kutuları soldan sağa doğru 1, 2, 3, ..., 40 sayıları ile numaralandırıp bu kutulardan her birinin üstüne o kutunun numarasını yazarlar.

Başlangıçta cüceler bu kutulardan birinin içine 1, birinin içine 2, birinin içine 3, ... ve birinin içine 40 tane fındık yerleştirir. Bu yerleştirmede cüceler uyması gereken tek bir kural vardır: Herhangi bir kutudaki fındık sayısı ile bu kutunun üstüne yazılı sayının farkının ya 1 ya 0 ya da -1 sayısına eşit olması gerekmektedir. Örnek olarak 1 numaralı kutuda ya 1 ya da 2 fındık bulunabilir. Benzer şekilde 17 numaralı kutuda ya 16 ya 17 ya da 18 fındık bulunabilir.

Kurallara göre Keloğlan, hangi kutuya kaç fındık yerleştirildiğini bilmiyor. Fakat kutuların birinde 1, birinde 2, birinde 3, ..., birinde 40 fındık bulunduğunu ve her kutunun numarası ile o kutuda bulunan fındık sayısının farkının 1, 0, -1 sayılarından birine eşit olduğunu biliyor.

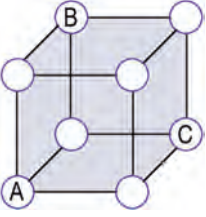
Keloğlan'ın görevi kutuların her birinde bulunan fındık sayısını belirlemektir. Kurallara göre bunun için Keloğlan her işlemde istediği bir kutuyu seçip bu kutuda bulunan toplam fındık sayısı ile ilgili bir tahminde bulunuyor. Cüceler de Keloğlan'ın bulunduğu tahminin doğru olup olmadığını ona söylüyor. Örnek olarak Keloğlan, içinde 5 fındık bulunan 5 numaralı kutudaki fındık sayısının 5 olduğunu söylerse cüceler ona tahminin doğru olduğunu iletiyor. Benzer şekilde Keloğlan içinde 11 fındık bulunan 12 numaralı kutudaki fındık sayısının 11 olduğunu söylerse cüceler ona tahminin doğru olduğunu iletiyor. Fakat Keloğlan içinde 22 fındık bulunan 21 numaralı kutudaki fındık sayısının 20 olduğunu söylerse cüceler ona tahminin doğru olmadığını iletiyor.

Keloğlan N işlem sonucunda ödevini tamamlayıp bu 40 kutudan her birinin içerdiği fındık sayısını belirlemeyi garantileyebiliyorsa N sayısının alabileceği en küçük değer kaçtır? Bulduğunuz N sayısı için Keloğlan'ın en fazla N işlemde bu ödevini nasıl tamamlaması gerektiğini açıklayınız. Buna ek olarak Keloğlan'ın N sayısından daha az işlem sonucunda bu ödevin yapılmasını neden garantileyemeyeceğini gösteriniz. ■

Zekâ Oyunları

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

HARFLİ KÜP



Bir küpün 8 köşesine A, B, C, D, E, F, G ve H harfleri rastgele bir biçimde yerleştirilmiştir. Küpün 6

yüzünün her birinin köşelerinde bulunan dörder harf alfabetik sıraya konulup gruplandırıldığında aşağıdaki liste elde edilmiştir:

(A, D, F, H), (A, B, G, H), (A, C, D, G),
(B, E, F, H), (C, D, E, F), (B, C, E, G)

Bu bilgileri kullanarak harfleri köşelere yerleştiriniz.

(A, B ve C harfleri önceden yerleştirilmiştir.)

ON DÖRT BASAMAKLI SAYI

1'den 7'ye kadar olan rakamları tam olarak ikişer kez kullanarak 14 basamaklı öyle bir sayı elde ediniz ki

- ▶ 2 adet 1'in arasında tam olarak 1 rakam bulunsun.
- ▶ 2 adet 2'nin arasında tam olarak 2 rakam bulunsun.
- ▶ 2 adet 3'ün arasında tam olarak 3 rakam bulunsun.
- ▶ 2 adet 4'ün arasında tam olarak 4 rakam bulunsun.
- ▶ 2 adet 5'in arasında tam olarak 5 rakam bulunsun.

- ▶ 2 adet 6'nın arasında tam olarak 6 rakam bulunsun.
- ▶ 2 adet 7'nin arasında tam olarak 7 rakam bulunsun.

Bu koşullara uyan en büyük sayı kaçtır?

UĞURLU SAYILAR

1'den 9'a kadar olan rakamların yazıldığı 9 kart var. Bu kartlar rastgele biçimde üç kişiye dağıtılıyor. Kartlar yan yana getirildiğinde oluşan sayılar her birinin uğurlu sayısı olarak belirleniyor.

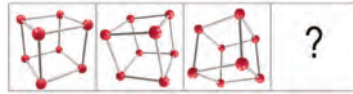
Bu üç kişinin uğurlu sayısı kaç farklı biçimde oluşabilir?

Örnek:

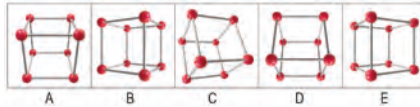
Soru 1, 2 ve 3 rakamları kullanılarak iki kişi için sorulsaydı çözüm aşağıdaki gibi olacaktı:

(1, 23), (1, 32), (2, 13), (2, 31), (3, 12),
(3, 21), (12, 3), (13, 2), (21 3), (23, 1),
(31, 2), (32,1)

SORU İŞARETİ



Soru işaretinin yerine aşağıdakilerden hangisi gelmelidir?



ÜÇ RAKAM

Bu eşitliği sağlayan A, B, C rakamlarını bulunuz.

$$(ABC)=(BA)^2$$

YAPAY ZEKÂ EĞİTİMİ

Bir iş yeri ile ilgili şu bilgiler bilinmektedir:

- ▶ Çalışanların stajyerlere oranı 13:7'dir.
- ▶ Çalışanlar içinde mühendislerin satış elemanlarına oranı 5:8'dir.
- ▶ Stajyerler içinde ofiste çalışanların uzaktan çalışanlara oranı 3:4'tür.

Tüm ekibin yapay zekâ eğitimi tamamlama oranları ise şöyledir:

- ▶ Mühendislerin %80'i
- ▶ Satış elemanlarının %55'i
- ▶ Ofisteki stajyerlerin %40'ı
- ▶ Uzaktan çalışan stajyerlerin %65'i

Bu bilgilere göre toplam personelin yüzde kaç bu eğitimi tamamlamıştır?

ELMALAR VE PORTAKALLAR

Bir torbada 4 elma ve 3 portakal vardır. Torbadan rastgele 3 meyve çekeceksiniz.

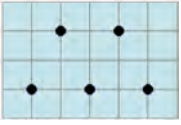
- ▶ Eğer 3'ü de aynı tür ise bu 3 meyveyi masaya bırakacaksınız ve torbaya dışarıdan 1 elma koyacaksınız.
- ▶ Eğer 3'ü aynı tür meyve değilse çektiğiniz 1 elma ve 1 portakalı masaya bırakacaksınız ve üçüncü meyveyi torbaya geri koyacaksınız.

Bu işlemi 3 kez tekrarladıktan sonra torbada kalan son meyvenin elma olma olasılığı nedir?

DİZİ

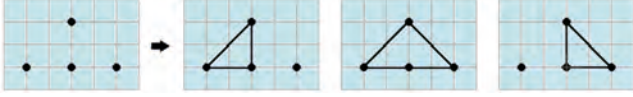
$$4, 3\sqrt{2}, 2\sqrt{5}, \sqrt{22}, \dots$$

Bu dizinin 11. terimi nedir?

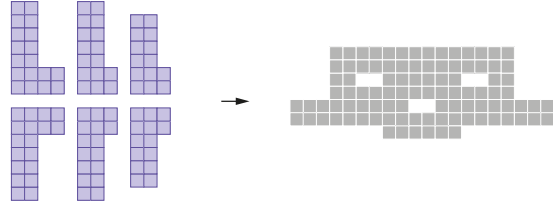
ÜÇGEN NOKTALARI

Köşeleri, şekildeki noktaların üçü üzerinde olacak şekilde kaç farklı üçgen oluşturulabilir?

Örnek: Soru aşağıdaki noktalar için sorulsaydı çözüm sağdaki üç üçgen olacaktı:

**ALTI "L"**

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

**GEÇEN SAYININ ÇÖZÜMLERİ****SİMETRİK 2026****İKİ GOL**

Gollerin dağılımı tabloda görüldüğü gibi 4 farklı biçimde gerçekleşebilir. Gollerden en az birinin A tarafından atıldığı 3 durum vardır. Bunlardan 2 tanesinde B de gol attığı için olasılık $2/3$ 'tür.

	Gollerden biri	Gollerden diğeri
1	A	A
2	A	B
3	B	A
4	B	B

Sorunun ikinci bölümünde birinci yarı ve ikinci yarı

bilgisi de bulunmaktadır. Tablo incelendiğinde A'nın 2. yarıda gol attığı 7 durum (maviyle gösterilen) vardır. Bunlardan 4 tanesinde B'de gol attığı için olasılık $4/7$ 'dir.

	Gollerden biri		Gollerden diğeri		A ikinci yarıda gol attı mı?	B maçta gol attı mı?
	TAKIM	YARI	TAKIM	YARI		
1	A	1	A	1		
2	A	1	A	2	1	
3	A	1	B	1		1
4	A	1	B	2		1
5	A	2	A	1	1	
6	A	2	A	2	1	
7	A	2	B	1	1	1
8	A	2	B	2	1	1
9	B	1	A	1		1
10	B	1	A	2	1	1
11	B	1	B	1		1
12	B	1	B	2		1
13	B	2	A	1		1
14	B	2	A	2	1	1
15	B	2	B	1		1
16	B	2	B	2		1

ÖNERMELER

A, D, E ve F kesim olarak doğrudur.

DÖRT ARDIŞIK RAKAM

3124

**PARALAR****TOPLANTI GRUPLARI**

12 kişi var.

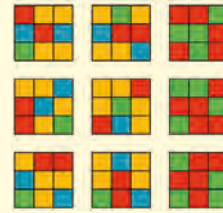
(4 grupta yer alan 12 kişi A, B, C, D, E, F, G, H, I, J, K ve L olarak adlandırılarak aşağıdaki tabloda verilmiştir.)

	1	2	3	4
A	A			
B	B			
C		C		
D			D	
E				E
F				F
G		G		
H		H		
I				I
J				J
K			K	
L			L	

aynı sayı geçerli olduğu için, koşulları sağlayan çiftlerin sayısı= $324+324=648$
Olasılık= $648/3240=1/5$

KARELERİ BOYA

Soldaki ve ortadaki tablolarda aynı konumda bulunan kareler aynı renkte ise sağdaki tabloda ilgili kare yeşil, farklı ise kırmızı oluyor.

**EN BÜYÜK SAYI**

36418572

1	7	7	2
1	0	5	2
4	8	4	5
6	3	6	3

YATAY YA DA**DİKEY ÇİZGİ**

$1/5$. 8×8 satranç

tahtasında

$9 \times 9 = 81$ köşe noktası vardır.

Rastgele seçilecek iki köşe sayısı= $C(81,2)=3.240$

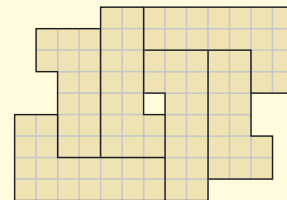
Her satırda 9 köşe var.

Yatay konumdaki

köşe çiftlerinin

sayısı= $9C(9,2)=324$

Sütunlar için de

ALTI "L"

Yayın Dünyası

Dr. Özlem Kılıç Ekici [TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi

Her Yönüyle Siber Savaş

Hasan Çıfci

TÜBİTAK Popüler Bilim Kitapları
Yetişkin Kitaplığı, 2025 (4. Basım)

Siber ortam, günümüz dünyasında her geçen gün daha da önem kazanan bir kavram hâline geliyor. İnternet, sosyal medya ve dijital cihazlar gibi teknolojik araçlarla, siber ortamda birçok kişiyle etkileşimde bulunuyoruz. Bireyler ve kurumlar olarak siber ortamı sadece sağladığı olanaklarla değil, içerdiği risk ve tehditleriyle de ele almak zorundayız. Çünkü siber güvenlik konusunda bilinçlenmek ve doğru önlemler almak artık hayati önem taşıyor. Bu kitapta, internet kullanıcıları ile kurum ve kuruluşlara yönelik risklerin neler olduğu, bu risklerle nasıl başa çıkılabileceği, siber saldırıların etkileri ve sonuçları güncel örnekler ve gerçek vakalar üzerinde de durularak yalın bir üslupla anlatılıyor.



Görevimiz Uzak

V. M. Williams ve R. Lloyd Jones
Çeviri: Müberra Betül Yalçın
Çizimler: Adam Allsuch ve
Boardman Geraldine SY

TÜBİTAK Popüler Bilim Kitapları
Çocuk ve Gençlik Kitaplığı, 2026
(1. Basım)

Ay'da yürümeyi veya yeni gezegenler keşfetmek için uzay araçları yapmayı hiç hayal ettiniz mi? Uzay giysileri tasarlamaktan roket fırlatmaya, Mars'a yönelik uzay görevleri planlamaktan uzay çalışmalarını için ekip kurmaya kadar tüm bilgileri bu kitapta bulabilirsiniz. Sadece astronot olmaya değil, başından sonuna tüm uzay macerasına hazır olun!



Nesiller büyüten *Bilim ve Teknik* ile
keşfetmenin sonu yok!



**Bilim
ve
Teknik**
Podcast

Bilim ve teknoloji dünyasındaki güncel gelişmeleri ve önemli konuları alanında uzman kişilerle yaptığımız bilim sohbetlerinde ele alıyoruz. Her hafta yeni bir konu ve konukla sizlerle buluşuyoruz.



Spotify, Apple Podcast, SoundCloud ve
YouTube kanallarından dinleyebilirsiniz.

