

Bilim *ve* Teknik

Aylık Popüler Bilim Dergisi Ocak 2026 Yıl 59 Sayı 698 - 39 TL

TIP BİLİMİNİN MERCEĞİNDEN TAKVİYE EDİCİ Vitaminler ve Mineraller **GIDALAR**

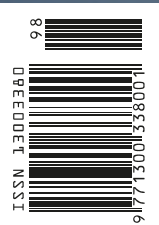


Mikroalg Temelli
Yeni Nesil Biyopestisit

Gençlerde Kanserin Sessiz Yükselişi

Kozmik Sessizlik

Yapay Zekâda Akıl Yürütmenin Sınavı



ÖZEL EK
2026 Gök Olayları
Yıllığı

Nesiller Büyüten Dergi ile
Keşfetmenin Sonu Yok!



Yıllık Abonelik

468 TL

yerine

390 TL

#BilimOkuyanBilir



Abonelik avantajları için:
yayinlar.tubitak.gov.tr



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

Bilim ve Teknik

Aylık Popüler Bilim Dergisi
Yıl 59 Sayı 698
Ocak 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 Turalt Emre
Prof. Dr. Ersin Göğüş
Doç. Dr. Berat Z. Haznedaroğlu
Dr. Yeşim İmamoğlu
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 Açıcebi
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
Özgül Matbaacılık Sanayi ve Ticaret A.Ş.
Mega Basım Yayın Sanayi ve Ticaret A.Ş.

Baskı Tarihi 19.12.2026

Dağıtım Turkuvaz Dağıtım Pazarlama A.Ş.
tdp.com.tr

Bilim ve Teknik Dergisi, Milli Eğitim Bakanlığı
[Tebliğler Dergisi, 50.11.1970, sayfa 407B, karar no: 10247]
tarafından lise ve dengi okullara; Genelkurmay Başkanlığı
[7 Şubat 1979, HRK: 4013-22-79 Eğıt. Krs. Ş. sayı Ngr.85] tarafından
Silahlı Kuvvetler personeline tavsiye edilmiştir.

ISSN 977-1300-3380
Fiyatı 39 TL (KDV Dahil)

Her ayın 1'inde çıkar.



Bilim ve Teknik dergisi 59 yıldır her ay ülkemizdeki ve dünyadaki önemli bilimsel gelişmeleri, teknolojik yenilikleri, keşifleri, hayatın içindeki bilimi ve merak edilen ilginç bilgileri en doğru ve anlaşılır şekilde sizlere ulaştırarak bilim okuryazarı olan bilinçli, meraklı ve sorgulayan nesillerin yetişmesine katkı sağlıyor. 2026 yılında da dergimizin ufkunuzu aydınlatması ve başarılarınıza eşlik etmesi dileğiyle...

Sevdiklerimizle birlikte sağlıklı, mutlu ve uzun bir yaşam sürmek hepimizin en büyük dileği. Ancak günümüz dünyasında oldukça yaygın hâle gelen hareketsiz yaşam tarzı, çevre kirliliği, sağlıksız beslenme gibi etmenler birçok hastalığın artışında etkili oluyor. Sağlıklı kalmak için dengeli beslenmenin ne kadar önemli olduğunun farkındayız ancak hayatımızdaki stresli ve yorucu tempo içerisinde her zaman dengeli ve yeterli beslenmeye özen gösteremiyoruz. Bunun sonucunda da birtakım vitamin ve mineralleri dışarıdan almaya yöneliyoruz. Takviye edici gıdalar yaşamımızın bir parçası hâline geldi ki çoğumuz bunları kullanmadan önce bir uzman doktor görüşüne bile başvurmuyoruz. Peki, yetersiz besin alımını dengelemeyi veya belirli fizyolojik süreçleri desteklemeyi amaçlayan takviye edici gıdalar gerçekten herkes için uygun mu? İlay Çelik Sezer, bu ayki yazısında takviye edici gıdalar konusunu tıp biliminin merceğinden tüm yönleriyle detaylıca ele alıyor. Özlem Ak, dünya genelinde 50 yaş altındaki bireylerde kanser vakalarının artışını irdeliyor. Hayriye Yetiş Avcı, mikroalg temelli yeni nesil biyopestisit konusuna değiniyor. Mahir E. Ocak, ultrasondan güç alan yapay kasları anlatıyor. Alp Akoğlu ise Fermi paradoksunu ele aldığı yazısında bugün hâlâ tartışılan o meşhur soruyu soruyor: Herkes nerede? Bu ay dergi eki olarak, gökyüzü gözlemlerinizi yıl boyu size rehberlik edecek “2026 Gök Olayları Yıllığı”nı veriyoruz.

“Türkiye’nin Uzay Vizyonunun Küresel Buluşma Noktası: Uluslararası Uzay Kongresi (IAC) 2026 Antalya” ve “Yapay Zekâda Akıl Yürütmenin Sınavı” 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 adresini ziyaret edebilirsiniz. Dergimizin internet sayfasını (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

**Türkiye'nin Uzay
Vizyonunun Küresel
Buluşma Noktası:
Uluslararası**

Uzay Kongresi (IAC)

2026 Antalya

Özlem Ak

24

Bilim Çizgi

**Türk Astronot ve Bilim
Misyonu 1. Bölüm**

Sinançan Kara

42

Tekno-Yaşam

Gürkan Caner Birer

46

**Ultrasondan Güç Alan
Yapay Kaslar**

Mahir E. Ocak

50

**Sürdürülebilir Tarım İçin
Mikroalg Temelli Yeni Nesil
Biyopestisit**

Hayriye Yetiş Avcı

52

Merak Ettikleriniz

İlay Çelik Sezer

62

**Yapay Zekâda Akıl
Yürütmenin Sınavı**

Murat Can Işık



26

Tıp Biliminin Merceğinden Takviye Edici Gıdalar

İlay Çelik Sezer

Sağlığı korumanın en etkili yolu, gıda takviyeleri değil dengeli beslenme, yeterli hareket ve bilinçli yaşam alışkanlıklarıdır. Vitamin ve mineral takviyeleri sadece doktor tavsiyesi ile alınmalıdır.

76

**Ahtapotlar Kollarını Nasıl
Koordine Ediyor?**

Özlem Ak

78

**Bilim Tarihinden Notlar
Roger Bacon'ın Bilimsel
Çalışmaları II**

Hüseyin Gazi Topdemir

82

Doğa - Fauna

Kırmızı Semender

Mehmet Kürşat Şahin

84

Gökyüzü

Tuba Sarıgül

88

Düşünme Kulesi

Ferhat Çalapkulu

90

Satranç

Kıvanç Çefle

93

Ayın Sorusu

Azer Kerimov

94

Zekâ Oyunları

Emrehan Halıcı

96

Yayın Dünyası

Özlem Kılıç Ekici



54

Özlem Ak
Gençlerde Görülen Kanserlerin
Sessiz Yükselişi



68

Alp Akoğlu
Kozmik Sessizlik

ÖZEL KİTAP EKİ

2026 Gök Olayları Yıllığı

Oğuzhan Okuyan,
Doğan Tekay Köseoğlu,
Cahit Yeşilyaprak,
Hüseyin Diker



-  Bilim ve Teknik
-  tubitakbitek
-  tubitakbilimteknik
-  TÜBİTAK Bilim ve Teknik
-  bilimteknik.tubitak.gov.tr/

Dergimizin içeriğinden seçerek hazırladığımız bilimsel ve teknolojik bilgileri *Bilim ve Teknik* dergisinin internet sitesi ve sosyal medya hesapları aracılığıyla takip edebilirsiniz.

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



Elektronik dergi arşivimiz (son dört sayı hariç) herkesin erişimine açıktır. Son dört aya ait sayılara sadece abonelerimiz erişim sağlayabilir.



TÜBİTAK Popüler Bilim Yayınları sitesinden dergilerimize abone olabilir, hem yeni hem de eski sayılarımızı satın alabilirsiniz.



Bilim ve Teknik podcast kanalları ile kulağınız her daim bilimde olsun! Podcast içeriklerimizi Spotify, YouTube, Apple Podcast ve SoundCloud'dan dinleyebilirsiniz.

Bilim ve Teknik ile 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



“Nesilden nesile bilgi mirası aktarımı”

Merhaba,

Çocukluğumdan bu yana hayatımda en değer verdiğim alışkanlıklardan biri sizin dergilerinizi okumak oldu. İlk yıllarda okul kütüphanemizdeki eski sayılarınızı büyük bir merakla incelerdim. O dönemlerde her yeni bilgi ufkumu genişletiyor, hayallerime yön veriyordu. Daha sonraları ise abonelik yoluyla düzenli takip etmeye başladım. Bugün geriye dönüp baktığımda bu yolculuğun hayatıma ne kadar kıymetli katkılar sunduğunu daha iyi anlıyorum.

Şimdi aynı sevgiyi ve merakı çocuklarıma da aktarmaya çalışıyorum. Onlar için *Bilim Çocuk* ve *Meraklı Minik* dergilerine abonelik yaptırдыm. Her ay dergiler postadan geldiğinde duydukları heyecanı görmek, bana çocukluğumun o ilk günlerindeki mutluluğu yeniden yaşıyor. Çocuklarımda da tıpkı benim gibi araştırmaya, öğrenmeye ve sorgulamaya hevesle yaklaşımları beni çok mutlu ediyor.

Sizler sadece bizlere bilgi sunmakla kalmıyor aynı zamanda geleceğe merakla bakan nesiller yetişmesine de öncülük ediyorsunuz. Bunun için sizlere yürekten teşekkür ederim. Dergilerinizin benim ve çocuklarımda için bir gelenekten öte bir yaşam kültürü hâline geldiğini bilmenizi isterim. Sevgi ve saygılarımla,

Sait Aktaş

“Dergime olan sevdam”

Merhaba,

Bilim ve Teknik dergisine olan sevdam, yazmış olduğum TÜBİTAK projelerine ve ışık hızında gelişen teknoloji çağında Coğrafi Bilgi Sistemleri bölümünü zevkle okumama vesile oldu. Daha nice bilim dolu yıllara hep birlikte...

İlknur Can

“Mikroskoptan klavyeye bilim yolculuğum”

Merhaba,

Henüz 7 yaşındayken yurt dışında yaşamakta olan enerji mühendisi eniştem bana *Bilim ve Teknik* dergisinin daha önce yayımlanmış olan yaklaşık 20 sayısını hediye etmişti. Daha yeni yeni okuma yazma öğrenmeye başlamış olmama rağmen hepsini büyük bir heyecanla incelemiştim. O günden itibaren bilim insanı olma isteğim hiç sönmedi. Eniştem bu hevesimi görüp bana mikroskop bile hediye etmişti.

Yıllar geçti ama *Bilim ve Teknik*'e olan ilgim hiç azalmadı. Bugün, her ay yeni sayısını heyecanla takip eden bir çocuk doktoruyum. Ayrıca bu yıl ikinci hayalim olan bilgisayar mühendisliği bölümünü kazanarak bilime olan yolculuğumu yeni bir boyuta taşıdım.

Hayallerime yön verdiği ve bana bilimi sevdirdiği için *Bilim ve Teknik* ailesine içtenlikle teşekkür ederim.

Dr. Mesut Sümer

“Bilime ilgi duymamı sağladı”

Merhaba,

Yıllar sonra elime tekrar geçen *Bilim ve Teknik* dergisi ile nostaljiye kapıldım. Dergide okur mektuplarının yayımlanması geleneğini de görür görmez henüz dergiyi okumaya dalmadan heyecanla mektubumu yazmak istedim. Fizik mühendisi olan babam derginize aboneydi. Onun sayesinde hiç bilmediğim bilim dünyası benim de ilgimi çekmeye ve merakımı uyandırmaya başladı. Yaz tatillerini de TÜBİTAK kitapları okuyarak geçirirdim. Radyoloji uzmanı olduğum bugün gönül rahatlığı ile söyleyebilirim ki kendimi bilime en yakın hissettiğim zamanlar o zamanlarmış. Abimin elektrik-elektronik mühendisliğini benim ise hekimliği seçmemizdeki rolünüz hiç şüphesiz çok büyük. Yıllar sonra oğlum için *Meraklı Minik* derginize

abone olunca babamın ailemizde başlattığı bu düşünsel geleneği devam ettirmenin zamanı geldi diyerek ben de *Bilim ve Teknik* aboneliğimi tekrar başlattım. Çünkü biliyorum ki “bilim aşkı ve merak beynimize bir kez kök salmaya görsün”.

Bu derginin yayın hayatının daha nice nesiller boyu sürmesi dileğiyle...

Rukan Matsar Öz

“Yeni beceriler, bilgiler, farkındalıklar kazandıran dergi”

Merhaba,

Ben ilahiyat bölümü yüksek lisans öğrencisiyim. *Bilim ve Teknik* dergisi her ne kadar alanım ve bölümümle ilgili değilmiş gibi görünse de okudukça bildiklerimi ve öğrendiklerimi tamamlayıcı etkide olduğunu bana fark ettirdi. Birçok konudaki araştırma ve ödevlerimi bilimle kanıtlama avantajları sundu. Her ne alanla ilgileniyor olursa olsun herkesin bu dergiyi okuyup kendi hayatına uyarlayacağı bilgiler olduğuna ve bu derginin okurlara yeni beceriler, fikirler, farkındalıklar katacağına inanıyorum. Özellikle bu bilgi ve teknoloji çağında insanların bilimsel ve teknolojik konuları sadece belli bir eğitim ve çalışma alanına aitmiş gibi zannetme algısı kırılmalı. Kırılmalı ki her alanda bilgi sahibi olan, donanımlı ve aydın gençler çoğalsın. İşte bu dergi bana bu farkındalığı kazandırdı. İyi ki varsınız.

Esmanur Şahin

Haberler

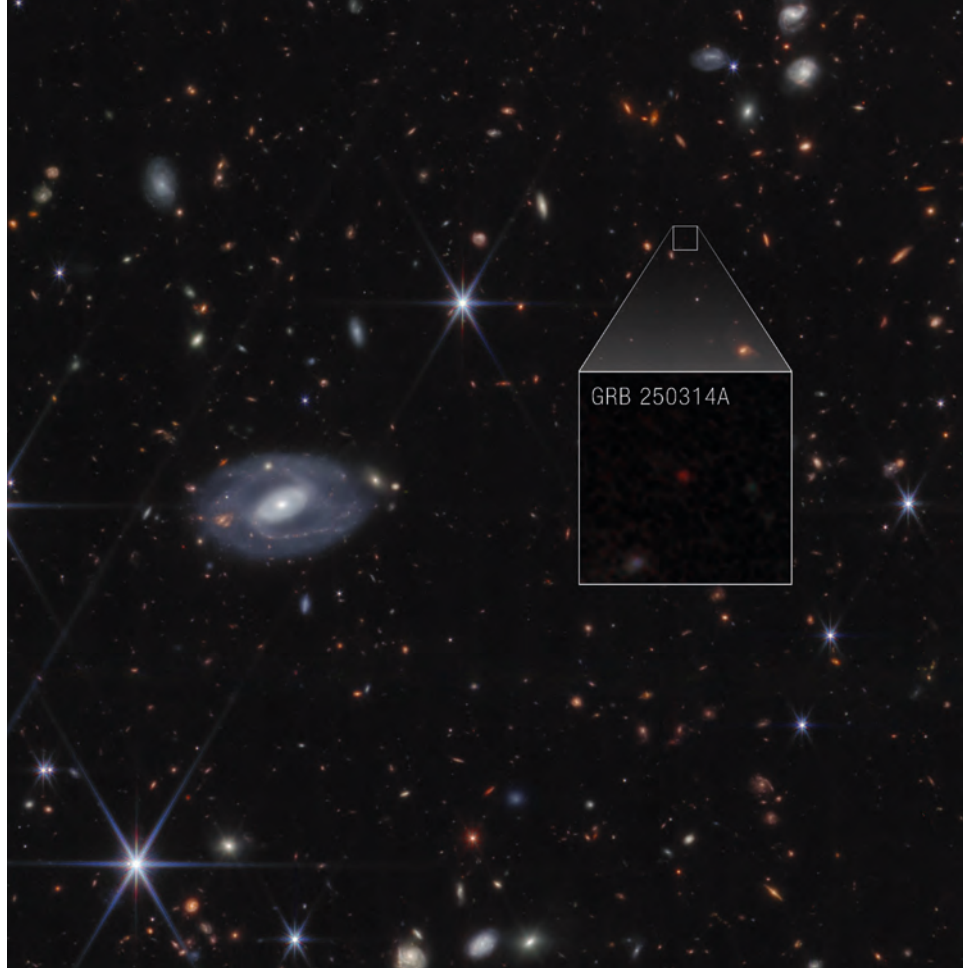
Bilinen En Eski Süpernova Patlaması Gözlemlendi

Mahir E. Ocak

James Webb Uzay Teleskobu, evren sadece 730 milyon yaşındayken meydana gelmiş bir süpernova patlamasını gözlemledi.

Kısaca SVOM olarak adlandırılan, Çin ve Fransa uzay ajansları tarafından geliştirilmiş uzay teleskobu geçtiğimiz 14 Mart'ta yaklaşık 10 saniye süren ve GRB 250314A olarak adlandırılan bir gama ışını patlaması tespit etmişti. Gama ışını patlamalarının olası bir kaynağı, yıldızların ömürlerinin sonunda meydana gelen süpernova olaylarıdır.

Gama ışını patlamasını takip eden dönemde dünya genelindeki çeşitli gözlemlerinin yaptığı çalışmalarla patlamanın gökyüzündeki hassas konumu ve uzaklığı, dolayısıyla günümüzden ne kadar zaman önce meydana geldiği tespit edildi.



Bir gama ışını parlamasının kaynağı olabilecek süpernova patlamasının görünür ve kızılötesi dalga boylarında parlaklığının, gama ışını patlamasından birkaç ay sonra en yüksek seviyeye ulaşması beklenir. GRB 250314A'nın kaynağının bir süpernova patlaması olduğu da James Webb Uzay Teleskobu'nun temmuz ayında yaptığı gözlemlerle doğrulandı.

Evrenin ilk dönemlerindeki yıldızların bileşimi günümüzdeki yıldızlardan farklıydı: İlk yıldızlar neredeyse sadece

hidrojen ve helyumdan oluşuyordu. Bu yüzden evrenin ilk dönemlerindeki süpernova patlamalarının yakın zamanlarda meydana gelen süpernova patlamalarından farklı görüneceği düşünülüyordu. Ancak şaşırtıcı bir biçimde GRB 250314A'nın modern süpernova patlamalarına benzediği görüldü.

Detaylı bilgiye B. Cordier ve arkadaşlarının *Astronomy and Astrophysics*'te yayımladığı makaleden ulaşabilirsiniz. ■

https://www.aanda.org/articles/aa/full_html/2025/12/aa56580-25/aa56580-25.html
<https://www.aanda.org/articles/aa/pdf/2025/12/aa56581-25.pdf>

Avustralya'daki Alg Patlamasının Faili Şaşırttı

İlay Çelik Sezer

Avustralya'nın güneydoğusundaki on binlerce kilometrelik sahil şeridinde 2025 yılının başlarından bu yana zararlı bir alg patlaması yaşanıyor. Başlangıçta bu olayın, alg patlamalarında genellikle görüldüğü üzere kısa süre içinde sona ereceği düşünülüyordu. Ancak aylarca devam eden bu çevre felaketi çok sayıda balığın, midyenin ve başka birçok deniz canlısının ölümüne ya da olumsuz olarak etkilenmesine yol açtı. Su kültürü ve balıkçılık

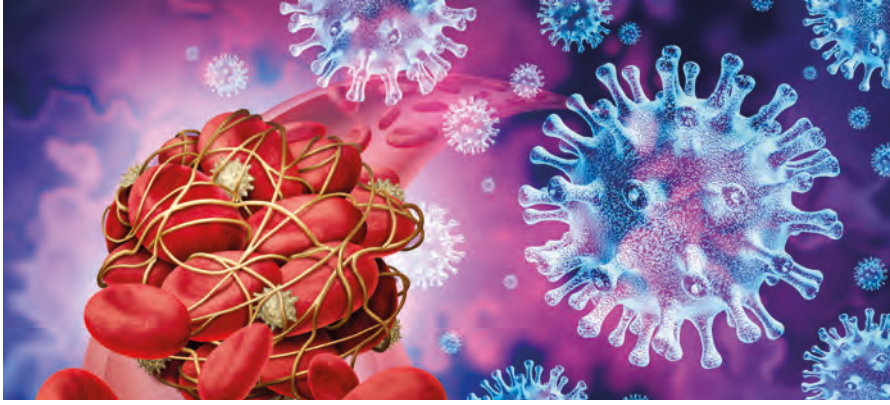
faaliyetleri ile turizmi sekteye uğrattı. Alg patlamasına neden olan ve salgıladığı brevetoxin adlı toksik madde ile doğal yaşama büyük zarar veren alg türü, yapılan genetik analizler sonucunda nihayet kasım ayında belirlenebildi. Sonuç bilim insanları açısından biraz şaşırtıcıydı çünkü alg patlamasına neden olan tür, şüphelendikleri gibi dünya genelinde patlamalara neden olan *Karenia mikimotoi* değil, çok daha nadir görülen *Karenia cristata* türü alglerdi. Bilim insanları alg türünü, topladıkları su ve çökelti örneklerinden izole ettikleri DNA örnekleri üzerinde yaptıkları analizler sonucunda belirledi. Doğal ortamdan alınan bir örnek içinde serbest hâlde bulunan ya da örnekteki canlılardan gelen DNA'ların

topluca incelendiği bu yaklaşıma "çevresel DNA analizi" deniyor.

Bilim insanları alg patlamasının nedenini tam olarak anlayamamakla birlikte birkaç etmenin rolü olabileceğini düşünüyor. Alg patlamasından bir süre önce bölgede, derinlerdeki besince zengin suları yüzeye taşıyan, kıyı yükselmesi olarak da adlandırılan olgunun yaşandığı, bunu takiben de 2024 sonlarında başlayan bir sıcak hava dalgasının bölgede yüzey suyu sıcaklıklarını artırdığı biliniyor. Bu olayların alg patlaması için uygun koşullar oluşturmuş olabileceği düşünülüyor. *K. cristata*'nın bu olayın başlıca sorumlusu olması ise beklenmedik türlerden kaynaklanabilecek tehditlere karşı da hazırlıklı olunması ayrıca genom temelli izleme ve erken uyarı sistemleri geliştirilmesi gerektiğini hatırlatıyor. Bilim insanları iklim değişikliği ve sulardaki besin akışında meydana gelen değişimler nedeniyle bu tür beklenmedik alg patlamalarının artabileceği uyarısında bulunuyor, deniz ekosistemlerinin izleme ve yönetimine yönelik sistemlerinin güçlendirilmesinin önemini vurguluyor. ■

<https://www.science.org/content/article/australia-s-unprecedented-toxic-algal-bloom-has-surprise-culprit>





wildpixel/istock

COVID-19’da Bir Molekül Mercak Altına Alındı

Özlem Ak

E OVID-19’a neden olan SARS-CoV-2 virüsü, tüm dünyada milyonlarca insanın hayatını kaybetmesine yol açarak modern çağın en büyük sağlık krizlerinden birine neden oldu. Hastalık hafif bir soğuk algınlığından ağır solunum yetmezliğine kadar uzanan geniş bir klinik tablo çizebiliyor. Pıhtılaşma sorunları ve çoklu organ yetmezliği de ölüm riskini artıran önemli komplikasyonlar arasında yer alıyor. Bilim insanları hastalığın farklı kişilerde neden bu kadar farklı seyrettiğinin nedenini çözmek için virüsün vücudumuzdaki moleküllerle nasıl etkileştiğini anlamaya çalışıyor.

Sydney Üniversitesinde gerçekleştirilen ve *Journal of Clinical Investigation* dergisinde yayımlanan yeni bir araştırma, bu etkileşimlerden birinin şartıcı derecede önemli olabileceğini gösterdi. Araştırmacılar,

kan damarlarımızda doğal olarak bulunan P-selektin adlı molekülün, COVID ve uzun COVID sırasında görülen tehlikeli kan pıhtılarının oluşmasında rol oynayabileceğini keşfetti. Üstelik aynı molekül, gelecekte koronavirüslerin neden olduğu sağlık sorunlarına karşı geliştirilecek yeni tedavilerin de anahtarı olabilir.

P-selektin normalde vücudumuzdaki iltihap süreçlerinde görev yapan bir tür “yönlendirme işaretçisi”. Enfeksiyon sırasında bağışıklık hücrelerine âdeta “buraya gelin” diyen bir rehber gibi davranıyor. Ancak araştırma, bu molekülün yalnızca bağışıklık hücrelerine değil, koronavirüslerin yüzeyindeki diken şeklindeki proteinlere de kolayca yapıştığını ortaya koydu. SARS-CoV-1, MERS-CoV ve SARS-CoV-2’nin Wuhan ile Delta varyantlarının P-selektine sıkıca tutunduğu görüldü.

Araştırma ekibinden Dr. Cesar Moreno, P-selektinin kan pıhtılarının oluşumunda görev alan trombositlerin yüzeyinde bulunduğunu ve virüsle birleştiğinde tehlikeli pıhtılar

oluşturabileceğini söylüyor. Bu mekanizma, ağır COVID vakalarında ölüm riskini artıran en önemli etkenlerden biri olarak biliniyor ve uzun COVID’de görülen kalıcı sağlık sorunlarının da nedeni olabilir. P-selektin pıhtılaşma riskini artırsa da virüsü yakalayıp damar içinde tutarak hücrelere girmesini engelleyebiliyor. Bu keşif, araştırmacıların yeni bir fikir geliştirmelerini sağladı.

Ekip, vücutta yangıya neden olmadan P-selektin üretimini artırabilen bir mRNA tedavisi geliştirdi. Bu yaklaşımın, koronavirüsün hücreleri enfekte etmesini büyük ölçüde engellediği görüldü. Dr. Moreno bu sayede hem mevcut virüs türlerine hem de gelecekte ortaya çıkabilecek yeni varyantlara karşı koruma sağlayabilecek “geniş etkili bir mRNA tedavisinin” mümkün olduğunu söylüyor.

Bilim insanları, çalışmanın bir diğer önemli aşamasında CRISPR teknolojisiyle insan genomunu tarayarak SARS-CoV-2’nin hücreleri enfekte etmesini engelleyebilecek genleri aradı. Bu taramada P-selektinin yanı sıra virüse karşı koruyucu etki gösterme potansiyele sahip 33 yeni gen daha belirlendi. Bu genler yalnızca koronavirüsler değil, insan sağlığı için risk oluşturan diğer viral tehditler için de yeni tedavilerin geliştirilmesini sağlayabilir. ■

<https://doi.org/10.1172/JC1184514>

Etiyopya'daki Hayli Gubbi Volkanı Binlerce Yıl Aradan Sonra Patladı

Tuba Sarıgül

Etiyopya'nın kuzeydoğusunda yer alan Hayli Gubbi volkanı yaklaşık 8.250 yıl aradan sonra faaliyete geçti. 23 Kasım'daki patlamanın ardından oluşan kül bulutları atmosfere yayıldı.

Patlamanın sesinin Etiyopya'nın önemli şehirlerinden biri olan ve Hayli Gubbi volkanının 190 km güneyinde yer alan Semera şehrinin 50 km uzağından duyulduğu kayda geçti. Uydu verileri ise volkanik bulutların atmosferde yaklaşık 15 km yükseğe ulaştığını gösterdi. Büyük

oranda kükürt dioksitten oluşan yüksek irtifalardaki bu bulutların atmosferde doğu-kuzeydoğu yönünde sürüklendiği anlaşıldı. Daha alçak irtifalardaki volkanik (piroklastik) malzeme bulutu ise kuzeye doğru 130 km boyunca yayıldı. Patlama, bölgedeki hava yolu trafiğini olumsuz etkiledi ve bazı uçuşların iptal edilmesine neden oldu.

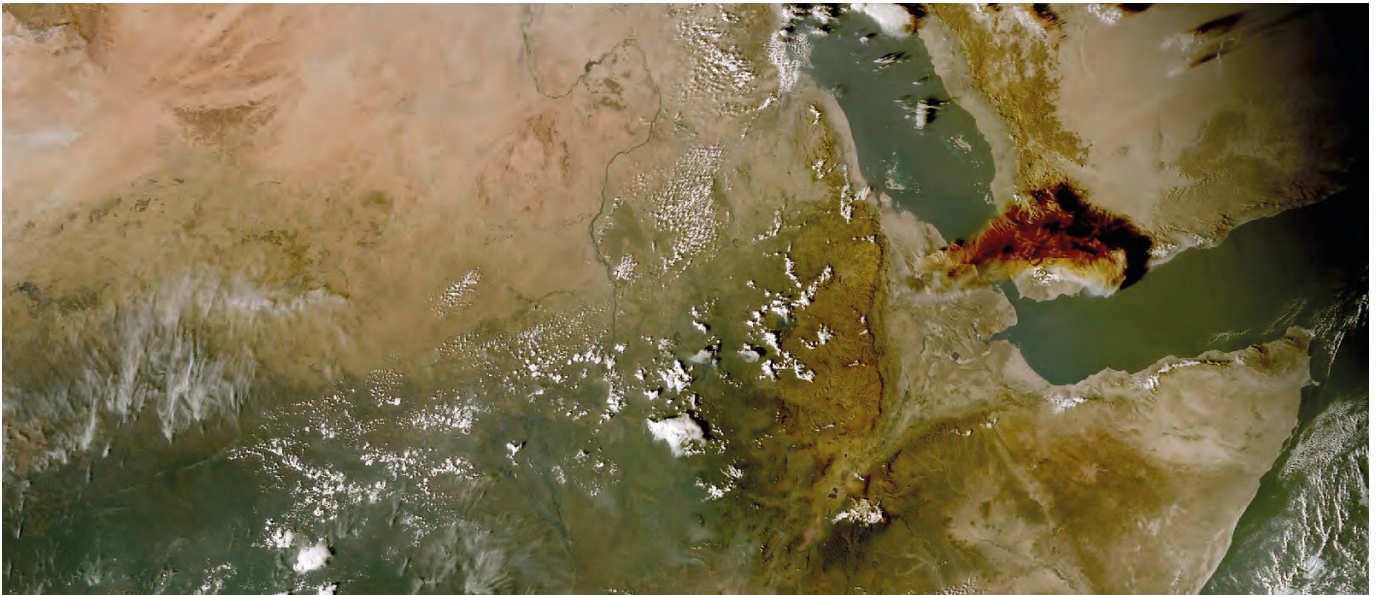
493 metre yüksekliğindeki Hayli Gubbi, kalkan volkanı olarak sınıflandırılıyor. Genellikle akışkanlığı yüksek bazaltik magmaların oluşturduğu kalkan volkanlarının tabanlarının çapı son derece geniştir, yamaçları ise hafif eğimlidir.

Hayli Gubbi'de geçmişte gerçekleşen volkanik etkinlikler hakkında çok az bilgi bulunuyor. Bu durumun, bölgenin insan yerleşimlerinden uzak olmasından kaynaklandığı düşünülüyor. Hayli Gubbi'nin içinde

bulduğumuz jeolojik zaman olan Halosen Devre'de (11.650 yıl önceden günümüze) patladığına dair gözlemsel kayıt bulunmasa da bölgede 8.250 yıl öncesine tarihlenen lav akıntılarına dair jeolojik kanıtlar var.

Bilim insanları Halosen'de volkanik aktivite gösteren volkanları aktif volkan olarak sınıflandırıyor. Çok eski zamanlarda patlamış ancak aktif bir magma sistemine sahip olduğu için tekrar patlaması muhtemel olan volkanlar uyuyan volkan, aktif bir magma sistemine sahip olmadığı için bir daha patlamayacağı düşünülen volkanlar ise sönmüş volkan olarak isimlendiriliyor. Hayli Gubbi de binlerce yıldır uykuda olsa da volkanik etkinlikler için gerekli koşullar devam ettiği müddetçe volkanların tekrar patlayabileceğinin bir göstergesi. ■

<https://volcano.si.edu/volcano.cfm?vn=221091>



2025 En Sıcak İkinci Yıl Olma Yolunda

Mahir E. Ocak

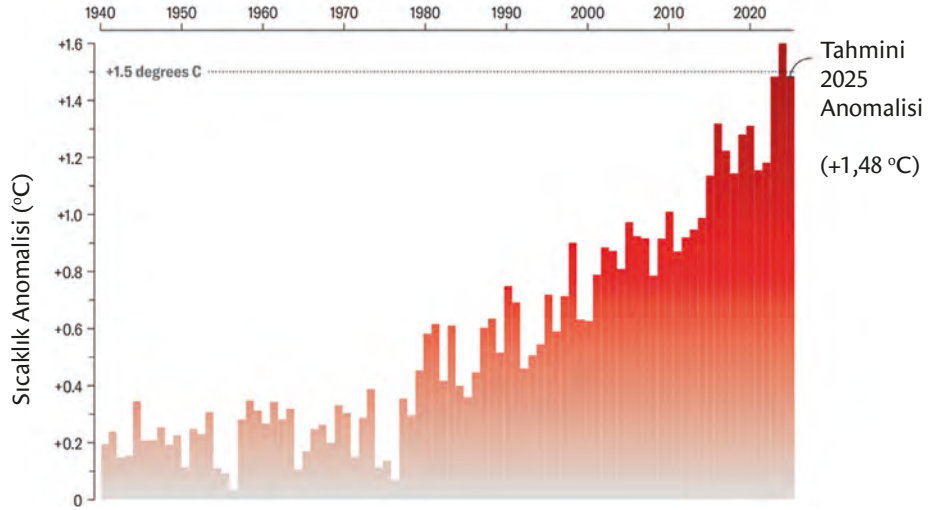
Ocak-Kasım 2025 dönemine ait veriler 2025'in en sıcak ikinci yıl olarak kayıtlara geçeceğini gösteriyor. Tahminlere göre 2025 yılının ortalama sıcaklığı Sanayi Devrimi öncesindeki ortalama sıcaklığın 1,48 derece üzerinde olacak.

Küresel ısınmanın olumsuz etkilerinin önüne geçmeye çalışan ülkeler 2015 yılında Paris Antlaşması'na imza atmıştı. Antlaşma, Dünya'nın ortalama yüzey sıcaklığındaki artışın Sanayi Devrimi öncesindeki döneme kıyasla 2 °C ile sınırlandırılmasını amaçlıyor. Ayrıca ısınmanın tercihen 1,5 °C'nin altına kalması gerektiğini ifade ediyor.

2024 yılında 1,5 °C'lik sınır ilk kez aşılmış, 2024 Dünya'nın yüzey sıcaklığı ile ilgili kayıtların tutulduğu dönemlerdeki en sıcak yıl olarak kayıtlara geçmişti. İçinde bulunduğumuz yılın ocak-kasım dönemine ait, Copernicus İklim Değişikliği Görevi tarafından sağlanan verilere dayalı tahminlerse 2025 yılında Dünya'nın ortalama yüzey sıcaklığının Sanayi Devrimi öncesindeki ortalamanın 1,48 °C üzerinde olacağını gösteriyor. Eğer tahminler doğru çıkarsa 2025 en sıcak yıllar sıralamasında ikinciliği 2023 ile paylaşacak.

Yıllık Küresel Sıcaklık Anomalileri, 1940-2025

Grafik, Sanayi Devrimi öncesi dönemdeki (1850-1900) sıcaklıklara kıyasla Dünya'nın her yıl ortalama olarak ne kadar daha ılık olduğunu gösteriyor. 2025 yılına ait veri, ocak-kasım dönemine dayalı tahmini gösteriyor.



Her ne kadar 2024 yılında 1,5 °C'nin üzerine bir sıcaklık anomalisi yaşanmış olsa da Paris Antlaşması'ndaki iyimser hedefin kesin olarak tutturulmadığının ifade edilebilmesi için çok yıllık ortalamalara bakmak gerekiyor. Yine de son veriler 2023-2025 dönemindeki üç yıllık ortalamanın 1,5 °C'nin üzerinde olacağına işaret ediyor.

2025'in en sıcak ikinci yıl olma yolunda ilerlemesi özellikle endişe verici bulunuyor. Çünkü 2025 bir La Niña yılıydı. Pasifik Okyanusu'nun sularının soğumasına yol açan bu iklim olayının meydana geldiği yıllarda Dünya'nın ortalama yüzey sıcaklığı düşme eğilimindedir. Bir La Niña yılında Dünya'nın ortalama yüzey sıcaklığının rekor derecede yüksek olması, küresel ısınmanın gidişatı açısından olumsuz bir durum olarak değerlendiriliyor. ■

<https://climate.copernicus.eu/>

H5N5 Kuş Gribi Türü İlk Kez İnsanda Görüldü

Özlem Ak

ABD'nin Washington eyaletinde yaşayan yaşlı bir kişi geçtiğimiz kasım ayında, daha önce yalnızca hayvanlarda görülen H5N5 kuş gribi virüsüne yakalanarak hayatını kaybetti. Bu, H5N5'in bir insanda doğrulandığı ve ölümle sonuçlandığı ilk vaka olarak kayıtlara geçti. Uzmanlar, kişinin kasım ayı başından beri hastanede tedavi gördüğünü ve altta yatan başka sağlık sorunlarına sahip olduğunu belirtiyor. Evinin arka bahçesinde kümes hayvanları beslediği bilinen kişinin virüsü büyük olasılıkla bu kuşlardan kapıldığı düşünülüyor.

H5N5, kuş gribi virüslerinin alt tiplerini belirlemekte kullanılan hemaglutinin (H) ve nöraminidaz (N) proteinlerinin farklı bir kombinasyonunu taşıyor. H5N1 ile aynı H5 proteinini barındırır da N proteinindeki farklılık nedeniyle başka bir alt tip olarak sınıflandırılıyor. H5N1 son yıllarda hem yaban hayatında hem de çiftliklerde büyük kayıplara yol açarken H5N5 daha çok Kanada'nın doğusundaki kıyı kuşları ve martılar arasında görülüyordu. Washington'da kayda geçen ilk insan vakasından elde edilen virüsün genetik yapısı da bu bölgedeki H5N5 virüsleriyle yakın akraba olduğunu gösteriyor, bu da virüsün büyük olasılıkla göçmen kuşlarla batıya taşındığını ortaya koyuyor.

Bilim insanlarına göre ilk insan vakası paniğe neden olmamalı. H5N5'in H5N1'e kıyasla daha tehlikeli olduğuna veya insanlar

arasında yayılma riskinin arttığına dair bir kanıt bulunmuyor. Vakayla temas eden kişilerde de herhangi bir enfeksiyon saptanmadı yani virüsün insandan insana geçtiğine dair bir bulgu yok. ABD Hastalık Kontrol ve Önleme Merkezleri, bu yıl 70'ten fazla kuş gribi vakası kaydedildiğini hatırlatıyor.

Bahçesinde kümes hayvanı besleyen kişilerin virüse yakalanma ihtimali daha yüksek görülüyor. Uzmanlar bu nedenle evcil kuşların, yaban kuşlarıyla temasının engellenmesini, kümeste çalışırken koruyucu ekipman kullanılmasını ve hayvanlara dokunduktan sonra ellerin mutlaka yıkanmasını öneriyor. Ayrıca ölü veya olağandışı davranışlar sergileyen yaban hayvanlarından uzak durulması gerektiği vurgulanıyor. Mevsimsel grip aşısı kuş gribine karşı koruma sağlamasa da aynı

anda iki farklı grip virüsüyle enfekte olma olasılığını azaltarak daha riskli genetik varyantların ortaya çıkma olasılığını düşürebileceği için altı aydan büyük herkesin aşı yaptırması öneriliyor. Dünya Sağlık Örgütü ise 2003 yılından bu yana 25 ülkede 1.000'den fazla kuş gribi vakasının görüldüğünü bildiriyor. Bu sayı virüsün tüm alt tiplerini kapsıyor. ■

<https://www.scientificamerican.com/article/first-human-dies-of-rare-h5n5-bird-flu-strain-heres-what-you-need-to-know/>

Kaynağı Karanlık Madde Olan Gama Işınlarının Tespit Edildiği Öne Sürüldü

Dr. Mahir E. Ocak

Tokyo Üniversitesinden Tomonori Totani, *Journal of Cosmology and Astroparticle Physics*'te yayımladığı bir makalede Samanyolu Gök Adası'nın halesinden yayılan gama ışınlarının bir kısmının kaynağının birbirini yok eden karanlık madde parçacıkları olduğunu öne sürdü.

1930'lardan beri yapılan çalışmalar, gök ada ölçeğindeki dinamiklerin gözlemlenen madde miktarıyla açıklanamayacağını gösteriyor.

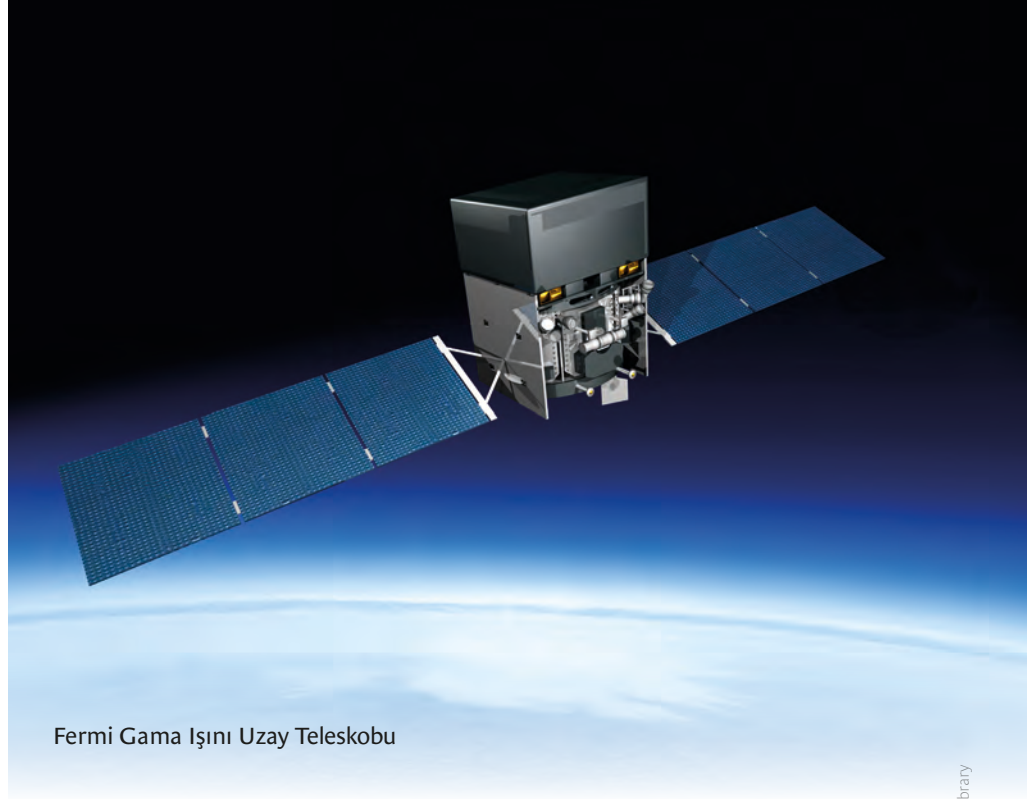


Bugün bu soruna bir çözüm olarak öne sürülmüş hipotezlerin başında karanlık madde geliyor. Evrenin, ışıkla etkileşmediği için görülemeyen bir tür karanlık madde ile dolu olduğunu öne süren bu hipotez, modern kozmolojide önemli bir yer tutuyor.

Karanlık madde parçacığı olarak öne çıkan alternatiflerden biri kısaca WIMP olarak adlandırılan, zayıf etkileşim aracılığıyla etkileşen parçacıklar. Eğer uzayda gerçekten de WIMP'ler varsa bu parçacıkların bazen birbiriyle etkileşerek yok olması ve bu sırada gama ışınları üretmesi beklenir.

Tokyo Üniversitesinden Tomonori Totani, Fermi Gama Işını Uzay Teleskobu'nun topladığı verileri analiz ederek Samanyolu Gök Adası'nın halesinden (Samanyolu'nun ana yapısını çevreleyen küresel hacimde yer alan yıldız bulutundan) yayılan gama ışınlarının miktarında bir fazlalık olduğunu tespit etti. Daha da önemlisi Totani'nin çalışmaları 10-100 GeV enerjilerdeki ışıma artışının spektrumunun farazi WIMP parçacıklarından beklenen spektrumla uyumlu olduğunu gösterdi.

Totani'nin iddiası doğruysa karanlık madde ilk kez dolaylı olarak "görölmüş" olacak. Ancak



Fermi Gama Işını Uzay Teleskobu

iddianın ne ölçüde doğru olduğunun anlaşılabilmesi için hâlâ bilimsel çalışmalara ihtiyaç olduğu belirtiliyor. Tespit edilen fazladan ışımanın kaynağının karanlık madde parçacıkları olduğundan emin olunabilmesi için diğer muhtemel gama ışını kaynaklarının elimine edilmesi gerekiyor.

Detaylı bilgiye *Journal of Cosmology and Astroparticle Physics*'te yayımlanan makaleden ulaşabilirsiniz. ■

<https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1475-7516/2025/11/080>

Multipl Sklerozun İlk İzleri Belirtilerden Yıllar Önce Kanda Ortaya Çıkıyor

Özlem Ak

Multipl skleroz (MS), bağışıklık sisteminin yanlışlıkla sinir hücrelerini çevreleyen miyelin kılıfına saldırmasıyla gelişen bir otoimmün hastalık. Miyelinin zarar görmesi, sinir hücreleri arasındaki elektriksel iletimin

yavaşlamasına ve bozulmasına yol açıyor, süreç ilerledikçe sinir hücrelerinin akson adlı uzantılarında da hasar oluşabiliyor. Bu durum görme sorunları, yorgunluk, denge bozuklukları ve ruh hâli değişimleri gibi çeşitli belirtilerle kendini gösteriyor. Buna karşın son araştırmalar, MS'e yol açan biyolojik değişikliklerin belirtilerden çok önce başladığını ortaya koyuyor. California Üniversitesi San Francisco'dan nörolog Ahmed Abdelhak ve ekibinin yürüttüğü çalışma, hastalığın ortaya çıkmasından yaklaşık yedi yıl önce kandaki bazı proteinlerde MS'e özgü değişimler ortaya çıktığını gösteriyor. Elde edilen bulgular, MS'in erken evrede tanımlanabileceğine ve uygun

tedavilerle sinir hasarı başlamadan önce müdahale edilebileceğine işaret ediyor.

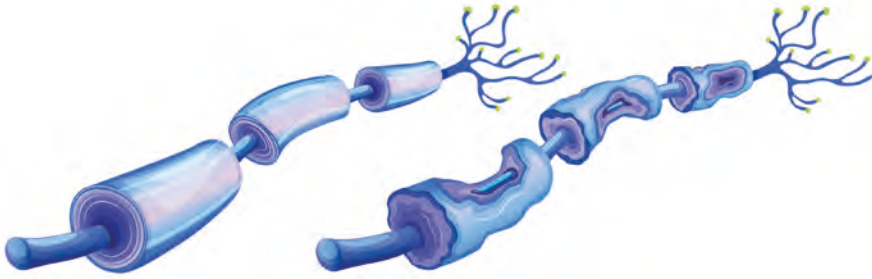
Araştırma kapsamında yıllar boyunca toplanan binlerce kan örneğinin saklandığı bir biyobankadaki örnekler incelendi. Aynı kişilere ait örneklerin zaman içindeki değişiminin izlenebilmesi, hastalığın belirti vermeden ilerlediği dönem hakkında önemli bilgiler sağladı. Yapılan proteomik analizlerde (proteinlerin büyük ölçekli analizi), 5.000'den fazla protein arasında MS ile ilişkili proteinlerin düzeyleri arasında karakteristik bir örüntü tespit edildi. Miyelin hasarının erken bir göstergesi olan bir proteinin seviyeleri teşhisten tam yedi yıl önce yükselmeye

başlıyordu. Bunu, aksonların zarar gördüğünü gösteren başka bir proteinin düzeyindeki artış izliyordu, bu yükselme MS belirtilerinden yaklaşık bir yıl önce ortaya çıkıyordu. Buna karşılık bir glial hücre türü olan astrosit adlı sinir hücrelerinin etkinliğiyle ilişkili GFAP proteininin yalnızca hastalığın klinik olarak belirginleştğinde artması, araştırmacıların dikkatini çeken beklenmedik bir bulguydu. Bu bulgular, MS'in ilk dönemlerinde önce miyelin ve aksonların yavaş yavaş zarar gördüğünü, glial hücrelerin ise bu sürece daha sonra katıldığını gösteriyor.

Araştırma ekibi, makine öğrenimi yöntemleri kullanarak bu değişimleri bir arada değerlendirdi ve MS'i henüz klinik belirtiler ortaya çıkmadan tanımlayabilen tahmin modelleri geliştirdi. Bu modellerin ürettiği sonuçların yüksek doğrulukta olması, gelecekte basit bir kan testiyle MS riskinin yıllar öncesinden belirlenebileceğine yönelik umutları artırıyor.

Uzmanlar, katılımcı profili nedeniyle sonuçların toplumun genelini tam olarak yansıtmayabileceğini söylüyor. MS'in belirtilerin ortaya çıkmasından önceki dönemine dair önemli bilgiler sunan bu çalışma, daha geniş araştırmalarla doğrulanırsa erken tanı açısından yeni bir yaklaşım sağlayabilir. ■

<https://doi.org/10.1038/s41591-025-04014-w>



Türkiye'nin Uzay Vizyonunun Küresel Buluşma Noktası:

IAC 2026 Antalya

Dr. Özlem Ak [TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi

1951 yılında kurulan Uluslararası Uzay Federasyonu (The International Astronautical Federation, IAF), "Küresel Uzay Ekosistemini Bir Araya Getirmek" ilkesi doğrultusunda çalışan; uzay ajanslarını, şirketleri, üniversiteleri, araştırma merkezlerini ve sivil yapıları kapsayan, 82 ülkeden 600'ü aşkın üyesiyle dünyanın en saygın ve köklü uzay kuruluşlarından birisidir. Türkiye'den bu federasyona 2009 yılında ilk olarak TÜBİTAK üye olmuştur. NASA, ESA, JAXA, Roscosmos ve SpaceX gibi uzay alanında çalışan önde gelen kurumları aynı çatı altında buluşturan IAF, uzay çalışmalarının barışçıl amaçlarla geliştirilmesini, bilimsel bilginin yaygınlaşmasını ve genç kuşakların uzay bilimi, teknolojisi, mühendisliği ve araştırma faaliyetlerinde aktif rol almasını teşvik etmeyi amaçlıyor.



Uluslararası Uzay Federasyonu'nun gerçekleştirdiği en önemli etkinlik olan Uluslararası Uzay Kongresi (International Astronautical Congress, IAC) her yıl farklı bir ülkede düzenleniyor. Dünyanın dört bir yanından binlerce uzman, akademisyeni, girişimciyi ve politika yapıcıyı bir araya getiren IAC; yeni teknolojilerin tanıtıldığı, önemli uzay programlarının açıklandığı ve uluslararası iş birliklerinin kurulduğu en prestijli küresel uzay platformudur. SpaceX'in Mars'ta koloni kurma planlarından NASA'nın Artemis programına dair uluslararası iş birliklerinin kamuoyuna açıklanmasına kadar pek çok kritik duyurunun tarihsel olarak IAC'de yapılması, bu organizasyonun küresel etkisini açıkça gösteriyor.

Türkiye, 29 Eylül-3 Ekim 2025 tarihlerinde Sidney'de düzenlenen 76. Uluslararası Uzay Kongresi'ne (IAC 2025) güçlü bir katılım sağlayarak uzay vizyonunu dünya kamuoyuna etkili biçimde aktardı. Etkinlikteki Türkiye Pavilyonu'nda yer alan TÜBİTAK UZAY, ASELSAN, CTech, DeltaV, Poloptech, Roketsan, Teknokrat, TUSAŞ, Türksat, İTÜ ve ODTÜ gibi öncü kurumlar ülkemizin uzay teknolojileri alanındaki kabiliyetlerini uluslararası katılımcılara aktardı. Pavilyonda,

Türkiye'de tasarlanıp üretilen ilk yüksek çözünürlüklü yer gözlem uydusu olan İMECE ve ilk haberleşme uydusu olan TÜRK SAT 6A, Türkiye'nin ilk Ay görevi, uzay teknolojilerinde kullanılan millî yazılımlar ve özgün uydu sistemleri uluslararası katılımcılara tanıtıldı. Türkiye'nin ilk astronotları Alper Gezeravcı ve Tuva Cihangir Atasever'in de yer aldığı etkinlikte bilimsel bildirimler sunuldu, ikili temaslar kuruldu ve yeni iş birliği imkânları değerlendirildi.

Türkiye'nin Sidney'deki bu etkili varlığı, IAC 2025'te yalnızca ülkemizin uzay bilimi ve teknolojileri alanındaki yetkinliklerinin sergilenmesini sağlamakla kalmadı. Aynı zamanda

Türkiye'nin ev sahipliğinde 5-9 Ekim 2026 tarihlerinde Antalya'da düzenlenecek olan 77. Uluslararası Uzay Kongresi'nin (IAC 2026) uluslararası tanıtımı için önemli bir fırsat oluşturdu. Kongre süresince Antalya'da düzenlenecek olan IAC 2026'ya dair bilgilendirmeler yapıldı, uluslararası paydaşlarla görüşmeler gerçekleştirildi ve IAC 2026 için önemli bir küresel destek sağlandı.

77. Uluslararası Uzay Kongresi, T.C. Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı koordinasyonunda, Türkiye Uzay Ajansı (TUA) ev sahipliğinde ve SAHA İstanbul eş ev sahipliğinde Antalya Nest Kongre Merkezinde gerçekleştirilecek. On bini aşkın uzman, araştırmacı, öğrenci ve



sektör temsilcisinin katılması beklenen IAC 2026, uzay araştırmaları ve teknolojileri alanında yeni gelişmelerin tanıtılacağı, akademik sunumların yapılacağı, ticari iş birliklerinin kurulacağı ve Türkiye'nin uzay ekosisteminin uluslararası arenada görünürlük kazanacağı benzersiz bir platform sunacak.

Bu büyük organizasyon, Millî Uzay Programı'nın "uzay farkındalığının artırılması" ve "uzay ekosisteminin geliştirilmesi" hedeflerine doğrudan katkı sağlayarak Türkiye Yüzyılı vizyonunu güçlendirecek. Gençlere yönelik olarak düzenlenen programlar, yarışmalar, kampüs buluşmaları ve eğitim atölyeleriyle IAC 2026, Türkiye'de uzay kültürünün yaygınlaşmasında dönüştürücü bir rol üstlenecek. Ayrıca etkinlik, Türkiye için yalnızca bir kongre değil; uzay vizyonunun, mühendislik ve inovasyon gücünün, bilimsel yetkinliğinin ve uluslararası

iş birliği kapasitesinin dünyayla paylaşılacağı tarihi bir dönüm noktası niteliği taşıyor.

Sidney'de düzenlenen IAC 2025, Türkiye'nin uzay teknolojileri alanındaki yetkinliklerini uluslararası ölçekte sergilediği bir platform olmanın ötesinde, araştırmacılarımızın küresel bilim topluluğu ile doğrudan etkileşim kurduğu önemli bir bilimsel ortam sağladı. Türk mühendisler, akademisyenler ve uzmanlar, oturumlarda en güncel çalışmalarını takip ederken uzay teknolojileri alanında geliştirilen yeni uygulamaları değerlendirmek ve uluslararası paydaşlarla teknik görüşmeler yürütme fırsatı buldu. Bu bilimsel etkileşimin niteliğini ve Türkiye'nin IAC 2025'teki görünürlüğünün sahadaki yansımalarını daha kapsamlı biçimde aktarmak amacıyla kongreye katılan dört temsilcimiz ile söyleşiler gerçekleştirdik.

Çocukluk Hayalinden IAC'ye

Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi Havacılık ve Uzay Mühendisliği Bölümü son sınıf öğrencisi Züleyha Savcı, çocukluğundan itibaren astronot olmayı ve uzay çalışmalarında yer almayı hayal eden genç bir araştırmacı. Bu hayalini gerçekleştirmek için lisans eğitimi boyunca kompozit malzemeler ve itki sistemlerinin uzay uygulamaları üzerine projelerde yer almış. Ekip arkadaşlarıyla yürüttükleri projeler bugüne kadar SAMPE 2025 Conference and Exhibition, International Astronautical Congress 2025, Ankara International Aerospace Conference 2025 ve American Composite Society 2025 tarafından kabul edilmiş. Züleyha, kariyerinin henüz başında olmasına rağmen





Züleyha Savcı

uzay araştırmalarına kalıcı bir katkı sunma hedefiyle çalışmaya devam ediyor. Katıldığı IAC 2025 etkinliği ise onun için kariyerinde gerçek bir dönüm noktası niteliğinde.

Züleyha, uzay endüstrisinde kariyer yapmak istemesi nedeniyle “Bu sektör çok hareketli değil, şirket sayısı az, geleceği belirsiz. Acaba başka bir alana mı ynelsen?” gibi yorumlarla karşılaştığını söylüyor. Ancak Sidney’deki IAC deneyimi ona bu düşüncelerin aksine, uzay sektörünün aslında dünyanın en hızlı büyüyen, en dinamik ve en çok insan gücüne ihtiyaç duyan alanlarından biri olduğunu göstermiş. Farklı ülkelerden

gelen gençler, girişimciler ve araştırmacıların yoğun ilgi gösterdiği sunumlar ve etkinlikler, uzay araştırmalarının ortak bir hedefe nasıl büyük bir enerjiyle hizmet ettiğini kendisine birebir göstermiş.

Bu deneyim Züleyha için sadece bilimsel bir kongreye katılmaktan ibaret olmamış, aynı zamanda kendisi gibi düşünen, üreten ve emek veren yüzlerce genç araştırmacının varlığını fark etmiş. Uzay ekosisteminin beklediğinden çok daha büyük olduğunu ve uluslararası düzeyde bütün paydaşların birbirine ne kadar ihtiyaç duyduğunu anlamış. Sidney’deki kongrede onu en çok etkileyen unsurlardan biri ise uzay alanının disiplinler arası yapısı olmuş. Ekonomiden psikolojiye, mühendislikten toplumsal araştırmalara kadar geniş bir yelpazede çalışmalar yapıldığını fark etmiş. Bu eşitlilik, uzayın mühendislik ve fizik gibi sadece teknik disiplinlerle sınırlı bir alan olmadığını, çok boyutlu bir bilimsel ekosistem oluşturduğunu hatırlatmış. Ayrıca Türkiye Pavilyonu’nun uluslararası arenada yoğun ilgi görmesinden büyük gurur duymuş. Pavilyonun ziyaretçilerin sürekli ilgisini çekmesi, etkinliklere gösterilen yoğun katılım ve farklı ülkelerden gelen ziyaretçilerle kurulan karşılıklı etkileşimler, Züleyha’nın en değerli deneyimleri arasında yer almış.

Züleyha, IAC 2025’e “Tip 5 Kompozit Hidrojen Tankı Geliştirme Projesi” ile katılmış. Ekip arkadaşları Mehmet İsmet Emmiş, Zehra Arıkan, Seher Clz ve Zehra Ahi ile uzay sistemlerinde kullanılabilir olacak tamamen kompozit malzemeden üretilen hafif bir tank tasarlamışlar. Hidrojenin yeşil bir enerji kaynağı olması nedeniyle hem uzay araştırmaları hem evre açısından önemli bir avantaj sunduğunu vurgulayan Züleyha, ekip arkadaşlarıyla birlikte basına dayanıklı olması için tankı bilgisayar ortamında izotensoid adlı özel bir geometri kullanarak tasarlamış ve filament sarma yöntemiyle üretmiş. Projede en çok gurur duydukları noktalardan biri ise kendi geliştirdikleri düşük maliyetli, yeniden kullanılabilir ve evre dostu kalıp tasarımı olmuş. Bu tasarım için patent başvurusu hazırlıklarının sürdüğünü belirtiyor. Tank üzerinde yapılan analizlerde sistemin hedeflenen basına dayanabildiği ve gerçek koşullarda beklenen performans gösterdiği grlmş. Aynı projeyi SAMPE 2025’te poster olarak sunmuşlar ve oldukça yoğun ilgiyle karşılaşmışlar.

Gelecek yıl Antalya’da düzenlenecek IAC 2026 için aklına gelen ilk kelimeler “Türkiye, vizyon ve toplum”. Ona göre böylesine önemli bir etkinliğin Türkiye’de gerçekleştirilmesi hem millî bir gurur kaynağı hem de Türkiye’nin uzay alanındaki

hedeflerine ulaşmasında sağlam bir temel oluşturacak. Etkinliğin Antalya’da gerçekleştirilmesinin Türkiye’nin farklı şehirlerinden insanların etkinliğe katılmasını sağlayacağını ve toplumda büyük bir farkındalık oluşturacağını düşünüyor. Türkiye’de son yıllarda gerçekleştirilen bu ve bunun gibi uzay projeleri sayesinde uzayın “ulaşılabilir” görülen bir alan olmaktan çıktığını, insanların her geçen gün bilime ve teknolojiye daha fazla ilgi gösterdiğini ifade ediyor.

Züleyha, IAC 2026’nun hem toplumsal hem bilimsel yönden büyük bir etki yaratacağına inanıyor. Antalya’nın kültürü, doğası, insanı ve atmosferiyle uluslararası bir etkinlik için çok uygun bir şehir olduğunu söylüyor. Ayrıca Türkiye’nin bu organizasyonu başarıyla gerçekleştireceğine dair güçlü bir güven taşıyor. Özellikle genç araştırmacılar için önemli fırsatlar sunulacağını, dünyanın dört bir yanından gelen uzmanlarla kurulacak bağlantıların yeni iş birliklerine zemin hazırlayacağını vurguluyor. Bu etkinliğin yalnızca bilimsel bir toplantı değil aynı zamanda ilham veren ve yeni fırsatlar sunan bir deneyim olduğunu belirten Züleyha, gençlere “Sorun, öğrenin ve tanışın.” tavsiyesinde bulunuyor. Dünyanın en köklü ve kapsamlı uzay kongresinin Türkiye’de yapılmasının tarihî bir anlam taşıdığını hatırlatarak uzaya ilgi

duyan herkesin bu deneyimin bir parçası olması gerektiğini, bu tür buluşmaların hem kişisel hem bilimsel anlamda benzersiz bir gelişim fırsatı sunduğunu vurguluyor.

Türkiye’nin Ay Görevi İçin Geliştirilen İniş Teknolojileri

Makine mühendisi Emre Aklan, IAC 2025’in dikkat çeken genç katılımcılarından biri. 2022 yılından bu yana Ay’a iniş teknolojileri üzerine çalışıyor ve bu alanda doktora eğitimini sürdürüyor. Aynı zamanda kurucu olduğu TURKUZAYSAN

bünyesinde de AR-GE tabanlı projeler geliştiriyor. Bu projelerin en önemlilerinden biri, Türkiye’nin Ay Araştırma Programı’na katkı sunmayı amaçlayan iniş teknolojileri çalışması.

Emre Aklan, IAC’nin kendisi ve ekibi için ne ifade ettiğini anlatırken bu etkinliğin yalnızca bir bilimsel buluşma olmadığını aynı zamanda Türkiye’de yürütülen nitelikli uzay projelerini uluslararası kamuoyu ile paylaşma fırsatı sunduğunu vurguluyor. IAC’ye NASA, ESA ve SpaceX gibi uzay araştırmaları ve teknolojileri konusunda öncü kurumlarının katıldığını hatırlatarak bu kongrede bulunmanın bu



Emre Aklan

kurumlarla etkileşim kurma anlamına geldiğini de söylüyor. Ona göre IAC tüm dünyanın uzay çalışmalarını birbirine aktardığı uluslararası bir paylaşım alanı. Ayrıca Türkiye'nin öncü uzay çalışmalarının bu küresel arenada temsil ediliyor olmasının başlı başına bir gurur kaynağı olduğunu dile getiriyor.

Sidney'deki IAC 2025 deneyimi ise Emre Aklan için özellikle unutulmaz olmuş. Ay'a iniş teknolojileri üzerinde çalışan biri olarak Ay'a ticari iniş yapan ilk firma olan ABD merkezli Firefly Aerospace'in geliştirdiği Blue Ghost aracının tam ölçekli modelini fuar alanında görmek onu derinden etkilemiş. Bu aracın Ay'da görev alacak

ekipmanlarından birinin geliştiricisi olan Fleet firmasıyla birebir görüşme fırsatı yakalamak ise kendi sözleriyle "motivasyon açısından bir milat" olmuş. Ay'a iniş hedefi onun için akademik bir kavram olmaktan çıkıp somut bir gerçeğe dönüşmüş âdeta.

Emre Aklan ve ekibinin Ay'a iniş teknolojileri konusunda çalışmalarını yoğunlaştırması 2022'de TEKNOFEST kapsamında ilk kez düzenlenen ve dünyanın ilk roket itkili iniş yarışması olan Dikey İniş Roket Yarışması'nda birincilik elde etmesiyle başlamış. Bu başarının ardından Ay'ın yumuşak iniş aşamasında kullanılacak projeler geliştirmeye odaklanmışlar. Çalışmalar ilerledikçe ekip,

TUSAŞ'ın inovasyon ve girişim programı Hangar Kampüs'e kabul edilmiş ve burada da birincilik elde etmiş. Projelerini 2023'ten bu yana düzenli olarak uluslararası uzay kongrelerinde sunduklarını belirten Aklan, TÜBİTAK UZAY ekibiyle yaptıkları görüşmelerin de sürecin önemli bir parçası olduğunu altının çiziyor.

Aklan, yürüttükleri çalışmaların amacını "Türkiye'nin Ay Araştırma Programı kapsamında gerçekleştirilecek yumuşak iniş görevinde yer alan öncü firma hâline gelmek" sözleriyle özetliyor. Bu hedef doğrultusunda titizlikle çalışmalarını sürdürdüklerini ve projelerini uluslararası platformlarda sunmaya ve paylaşmaya devam ettiklerini ifade ediyor.

2026'da Antalya'da düzenlenecek kongre için aklına gelen üç kelime "heyecan, bilimsel ve millî". Etkinliğin hem Türkiye'nin uzay alanındaki projelerini dünyaya tanıtma fırsatı sağlayacağına hem de genç araştırmacılar için ilham verici bir atmosfer oluşturacağına inanıyor. IAC 2026'dan beklentilerini aktarırken özellikle Türkiye'den geniş bir katılım olmasını arzu ettiğini söylüyor. Gençlerin, öğrencilerin, uzmanların ve akademisyenlerin bu fırsatı değerlendirmesi



dem107/istock

gerektiğini düşünüyor. Daha önce katıldığı üç kongrede ev sahibi ülkelerde hem toplumun hem de bilim camiasının etkinliği benimsediğini ve güçlü bir şekilde desteklediğini gözlemlediğini belirtiyor, aynı yaklaşımı Türkiye’de de görmek istediğini ifade ediyor. Ona göre bu yalnızca bilimsel bir temsil değil, Türkiye’nin uzay vizyonunu, kültürünü ve stratejik konumunu dünyaya sunma fırsatı. Etkinliğin genç araştırmacılara bireysel açıdan da büyük avantajlar sağladığını vurgulayan Aklan, kongrelerde sunulan makalelerin ve projelerin akademisyenler ile öğrenciler için önemli bir referans olduğunu hatırlatıyor. Kendi yüksek lisans sürecinde bilimsel yayınlarının IAC platformunda sunulmasının kendisine büyük katkı sağladığını bu nedenle genç araştırmacıların bu fırsatı mutlaka değerlendirmesi gerektiğini söylüyor.

Son olarak Emre Aklan katılımcılara şu mesajı iletiyor: “IAC 2026, ‘The World Needs More Space’ yani ‘Dünyanın Daha Fazla Uzaya İhtiyacı Var’ temasıyla gerçekleştirilecek. Dünyanın en büyük uzay etkinliğinin Türkiye’de yapılacak olması büyük bir sorumluluk olduğu kadar büyük bir gurur kaynağı da. Bu nedenle nitelikli çalışmalarıyla Türkiye’yi en iyi şekilde temsil edecek herkesin Antalya’da yer alması gerekiyor.”

Uzay Sağlığında Yeni Ufuklar

Geleceğin uzay çözümleri üzerine çalışan Gülseren Sakarya; uzay sağlığı, nanoteknoloji, analog astronot misyonları (uzay misyonlarının Dünya üzerinde simüle edilmesini sağlayan sistemler) ve yaşam modülleri konularında çalışan bir araştırmacı. Sağlık Bakanlığında görev yapıyor ve Bahçeşehir Üniversitesinde doktora çalışmalarını sürdürüyor. Sahip olduğu 11 tescilli patent ile insanlığın uzaydaki varlığını daha güvenli ve sürdürülebilir kılacak teknolojiler geliştiriyor. Araştırmalarının merkezinde ağırlıksız ortam koşullarına uyumlu sağlık sistemleri ve otonom yaşam modülleri yer alırken bu çalışmaların temel hedefi Türkiye’deki uzay bilimi araştırmalarına uluslararası ölçekte katkı sunmak.

Gülseren Sakarya, IAC’yi yalnızca bir kongre olarak değil, insanların uzaydaki geleceğini şekillendiren stratejik bir buluşma noktası olarak görüyor. Ona göre bu platform, bilimin diplomasiyle, teknolojinin ise insanlığın ortak hedefleriyle kesiştiği; liderlerin, alanın öncülerinin ve vizyonerlerin bir araya geldiği küresel bir buluşma zemini niteliği taşıyor. Sakarya’ya göre kongrede ortaya çıkan her fikir yalnızca bir paylaşım değil, insanlığın uzaydaki geleceğine yönelik gezegenimizin

sınırlarını aşan ortak bir vizyonun somut ve ileriye dönük bir adımını temsil ediyor.

Sidney’deki kongrede onu en çok etkileyen unsur, dünyanın uzay teknolojilerine artık yalnızca bilimsel bir araştırma alanı olarak değil, insanlığın hayatta kalma stratejisinin temel bileşeni olarak yaklaşması olmuş. Sakarya’ya göre Türkiye’den katılan projelere gösterilen yoğun ilgi ise ülkemizin bilim, teknoloji ve inovasyon ekosisteminin uluslararası ölçekte kazandığı görünürlüğü açıkça ortaya koyuyor.

Gülseren Sakarya, IAC 2025’e iki çalışması ile katılmış. “Uzay Görevleri için Ağızda Çözünebilen Nano Şeritlerle Tıbbi Bakım Çözümleri” başlıklı projede, ağırlıksız ortamda kullanılacak yenilikçi bir sistem geliştirilmiş. Bu teknoloji, astronotların beslenme sorunlarını azaltırken salınumlu ilaç uygulaması ve hedefe yönelik tedavi imkânı sunuyor. “Uzay



Atıkları Geri Dönüşüm İstasyonu” başlıklı diğer proje ise üç ana ve iki ara modülden oluşuyor. Projede, Uluslararası Uzay İstasyonu ile sorunsuz biçimde kenetlenen özellikte bir araç tasarlanmış. Araç, robotik yakalama teknolojileri, ileri düzey malzeme geri dönüşüm modülleri, nanomühendislik temelli uygulamalar ve yapay zekâ algoritmalarıyla desteklenen entegre bir yapı barındırıyor. Görevi ise Dünya’nın yörüngesindeki uzay araçlarının enkazlarını temassız biçimde yakalayarak bu atıkların uzayda geri dönüşümünü gerçekleştirmek. Temassız yakalama sistemi için yüksek hızla ilerleyen cisimlerin enerjisini sönmleyen sıvı yastıklar, manyetik alanlar ve gelişmiş güvenlik mekanizmaları üzerinde çalışmalar yürütülüyor. Bu süreç son derece hassas mühendislik hesaplamaları ve gelişmiş algoritmalar gerektiriyor. Sakarya, bu çalışmalara Uzay Tıbbi ve Biyomedikal Teknoloji Araştırma Takımı (Andromeda) liderliğinde “Dünyadaki Mars – Mars on Earth (MoE)” projesiyle yaşam modülleri tasarlayarak başlamış ve zaman içinde uzay araçları ve modülleri, görüntü işleme, temassız yakalama sistemleri ve atık-yakıt geri dönüşüm teknolojilerinde uzmanlaşmış.

2026’da Antalya’da düzenlenecek 77. Uluslararası Uzay Kongresi ile ilgili aklına gelen üç kelime “Türkiye, inovasyon ve sürdürülebilirlik”.

Çünkü ona göre IAC 2026, Türkiye’nin bilimsel vizyonunu dünyaya en güçlü şekilde tanıtacağı kritik bir dönüm noktası olma niteliği taşıyor.

Antalya’daki gerçekleştirilecek kongrenin, Türkiye’nin bilimsel kapasitesini uluslararası arenada görünür kılacağına gönülden inanıyor. Uzay sağlığı, uzay modüllerinin tasarımı ve sürdürülebilir yaşam teknolojileri gibi alanlarda Türkiye’nin öncü rolünün daha da pekişeceğini düşünüyor. Türkiye’yi uluslararası arenadaki jeopolitik etkisi, uzlaştırıcı rolü ve bilimsel diplomasi potansiyeliyle etkili bir konumda görüyor.

IAC’nin bilim insanlarına yalnızca bilgi değil, yön verici bir vizyon kazandırdığını vurgulayan Sakarya, herkesi bu büyük organizasyonda



Taha Arben Vurgun

yer almaya davet ediyor. Çünkü ona göre burada ortaya çıkacak tek bir fikir bile bir ülkenin uzay politikasını değiştirebilecek güce sahip. Son olarak şu çağrıyla yapıyor: “Türkiye, insanlığın uzaydaki varlığı bağlamında yeni yaklaşımlar ortaya koyacak projelere ev sahipliği yapıyor. Uzayın “kalp atışlarına” tanıklık edeceğimiz bu özel program için hepimizi Antalya’ya bekliyoruz.”

Genç Bir Bilim Yolcusunun IAC Vizyonu

Taha Arben Vurgun, henüz 16 yaşında olmasına rağmen Türkiye’yi ulusal ve uluslararası bilimsel platformlarda başarıyla temsil eden genç bir araştırmacı. Bergama Yusuf Kemalettin Perin Fen Lisesi ve Bergama Bilim ve Sanat Merkezinde öğrenim gören Taha, bilimsel çalışmalarının yanında mizah, çizgi öykü ve karikatürle de ilgileniyor. TEKNOFEST’te 2022 ve 2023 yıllarında birincilik, 2024’te ikincilik ve 2025’te üçüncülük derecelerinin yanı sıra en iyi sunum ödülünü kazanmış. Ayrıca TÜBİTAK bölge ikinciliği ile Birleşmiş Milletler Viyana Ofisi tarafından verilen Zero Project Award gibi önemli başarılar elde etmiş. Geliştirdiği erişilebilir bilim materyalleri, Türkiye’den Afrika ülkelerine kadar uzanan geniş bir coğrafyada farklı özel gereksinimleri olan çocuklar için yeni bir öğrenme alanı oluşturuyor.

Taha Arben Vurgun, IAC 2025'te kongrenin en genç katılımcısı olarak yer aldığını ve International Astronautical Federation (IAF) tarafından verilen IAF Young Pioneer Award 2025'e aday gösterilmesinin kendisi için çok büyük bir anlam taşıdığını belirtiyor. Sidney'e Türkiye Teknoloji Takımı (T3) Vakfı'nın Teknolojinin Millî Takımları Destek Programı kapsamında gittiğini ifade ederek T3 Vakfına, T.C. Sanayi ve Teknoloji Bakanlığuna ve TÜBİTAK'a teşekkür ediyor.

Taha için IAC, yalnızca bir kongre değil, dünyanın geleceğinin şekillendiği yer. Ona göre uzay teknolojilerinin, bilimsel ilerlemenin ve insanlığın yarınını belirleyen vizyonun şekillendiği bu küresel buluşma, genç bir araştırmacı olarak hem ilham aldığı hem de kendi çalışmalarını dünyaya anlatma fırsatı bulduğu eşsiz bir fırsat. IAC 2025'te onu en çok etkileyen deneyiminin gelişmiş uzay teknolojilerini, roket motoru sistemlerini ve yeni nesil uzay araçlarını yakından görmek olduğunu söylüyor. Ancak onun için bir an özellikle öne çıkıyor: Türkiye'nin ilk astronotları Alper Gezeravcı ve Tuva Cihangir Atasever'e gösterilen uluslararası ilgi. Alper Gezeravcı'nın neredeyse her oturuma konuşmacı olarak davet edilmesi ve dünyanın dört bir yanından katılımcılar tarafından gösterilen saygı, Taha için gurur ve ilham verici bir deneyim olmuş.

Kendi projesi ise doğrudan bir uzay teknolojisi geliştirmek yerine gençler ve özel gereksinimli bireyler için evreni ve uzay teknolojilerini daha kolay öğrenilebilir hâle getirmeyi amaçlayan yenilikçi eğitim materyallerine odaklanıyor. Dokunsal yüzeyler, sesli betimlemeler ve etkileşimli öğrenme araçları geliştirerek çocukların yalnızca uzayla ilgili bilgileri öğrenmesini değil aynı zamanda gelecekte uzay alanında proje üretebilecek bir farkındalığa ulaşmasını hedeflediğini anlatıyor. Bu yönüyle projesi, uzayı erişilebilir kılmayı amaçlayan öncü bir çalışma niteliği taşıyor.

Antalya'da gerçekleştirilecek IAC 2026 dendiğinde aklına gelen üç kelimeyi ise “uzay, liderlik ve Türkiye” olarak özetliyor. “Uzay”, Türkiye'nin geleceğe yönelik bilimsel hedeflerini; “liderlik”, Antalya'da uluslararası alandaki konumunu yansıtan güçlü mesajı; “Türkiye” ise millî temsil gücünü simgeliyor.

Taha, IAC 2026'nın Türkiye'nin uzay alanındaki uzun vadeli hedeflerini uluslararası düzeyde ortaya koyacağı bir yıl olacağına inanıyor. Katılımın yüksek olacağı,

uzay alanında dünya çapındaki çalışmaları yakından takip etme fırsatı sunacak ve uluslararası standartlardaki ev sahipliğiyle akıllarda kalacak bir organizasyon olacağını düşünüyor. Ona göre bilime ve teknolojiye ilgi duyan herkes için IAC, bir “vizyon yolculuğu”.

Gençlere özel çağrısını ise şu sözlerle dile getiriyor: “Hezârfen'in torunları! Gelin, Türkiye'nin uzaydaki imzasını birlikte atalım. Bu dönemde gençler olarak yalnızca izleyici değil, sürecin aktif bir parçası olmalıyız.”

Antalya'da düzenlenecek olan IAC 2026, Türkiye'nin uzay bilimi ve teknolojilerindeki birikimini uluslararası toplumla paylaşacağı, bu alandaki iş birliklerinin güçleneceği ve geleceğe yönelik vizyonların belirleneceği uluslararası bir buluşma olacak. Bilim insanları, araştırmacılar, gençler ve sektör temsilcileri, uzay alanının geleceğini birlikte şekillendirmek üzere Antalya'da bir araya gelecek. Türkiye'nin ev sahipliğinde gerçekleşecek bu büyük organizasyonun Türkiye'nin uzay alanındaki vizyonunu daha da ileriye taşıyacağına yürekten inanıyoruz. ■

Kaynaklar

<https://tua.gov.tr/tr/haberler/dunyanin-en-buyuk-uzay-kongresi-nde-tua-ruzgari>
<https://www.iac2025.org/>
<https://tua.gov.tr/tr/uluslararasi-faaliyetler/iac-2026-antalya>
<https://www.iac2026.org/>
<https://tubitak.gov.tr/tr/haber/antalya-uluslararasi-uzay-kongresinin-2026-yilindaki-kongresinin-ev-sahibi-oldu>
<https://uzay.tubitak.gov.tr/turkiye-uzay-vizyonunu-iac-2025te-dunyaya-anlatti/>
<https://tua.gov.tr/tr/haberler/turkiye-uluslararasi-uzay-kongresi-ne-hazirlaniyor-iaf-bayragi-antalya-icin-teslim-alindi>
<https://www.iafastro.org/>

Bilim Çizgi

Sinancan Kara [bteknik@tubitak.gov.tr



1. Bölüm

19 OCAK 2024

DEDE! BİRAZDAN FIRLATICAK!

ASTRONOTUMUZ ŞİMDİ UZAYA MI GİDECEK?

TÜRKİYE'NİN İLK ASTRONOTU ALPER GEZERAVCI 1979'DA MERSİN'DE DOĞDU. ANCAK TÜRKİYE'NİN UZAY ÇALIŞMALARI GEZERAVCI'NIN UZAY MACERASINDAN ÇOK DAHA ÖNCE BAŞLAMIŞTI.

KENDİ UYDUMUZU YAPABİLİRİZ!

ÜLKEMİZDE UYDU TEKNOLOJİLERİ GELİŞTİRİLMESİNE YÖNELİK İLK ÇALIŞMALAR, 2001 YILINDA TÜBİTAK BİLTEN (BİLGİ TEKNOLOJİLERİ VE ELEKTRONİK AR-GE ENSTİTÜSÜ) ÖNCÜLÜĞÜNDE BAŞLADI. 2003'TE İLK YER GÖZLEM UYDUMUZ BİLSAT YÖRÜNGEYE YERLEŞTİRİLDİ. BİLSAT'IN ÜZERİNDE YERLİ OLARAK TASARLANIP ÜRETİLEN ÇOBAN VE GEZGİN İSİMLİ MODÜLLER YER ALIYORDU.

1994'TE TÜRKİYE'NİN İLK UYDUSU TÜRKSAT 1B YÖRÜNGEYE YERLEŞTİ. ANCAK İLK UYDULARIMIZ YURT DIŞINDA ÜRETİLİYORDU. 2000'Lİ YILLARIN BAŞINDA BİLİM İNSANLARIMIZ ŞU KONUYU TARTIŞMAYA BAŞLADI:

ÖNCE UYDUNUN AMACINI BELİRLER SONRA BUNA UYGUN YÖRÜNGEYİ SEÇERİZ. YER GÖZLEM UYDULARININ YÖRÜNGESİ DÜNYA'YA GÖRECE YAKIN OLUR. HABERLEŞME UYDULARI İŞE YAKLAŞIK 36 BİN KM İRTİFADAKİ YER SABİT YÖRÜNGEDE DOLANIR.

UYDULAR OTONOM ÇALIŞIR.

BU YÜZDEN BİR UÇUŞ BİLGİSAYARINA VE YAZILIMINA, YERLE İLETİŞİM KURMAYI SAĞLAYAN ANTENLERE VE UYDUNUN ENERJİ GEREKSİNİMİNİ KARŞILAYACAK BİR BİYATARYAYA İHTİYAÇ DUYARLAR.

2018'DE TÜRKİYE UZAY AJANSI KURULDU. 2021'DE MİLLİ UZAY PROGRAMI AÇIKLANDI.

2022'DE TÜRKİYE'NİN İLK İNSANLI UZAY MİSYONU İÇİN ASTRONOT BAŞVURULARI ALINDI. BAŞVURU YAPAN 36.000 KİŞİ ARASINDAN YAPILAN ELEMLER SONUCUNDA, TÜRKİYE'NİN İLK ASTRONOTU ALPER GEZERAVCI OLDU. TUVA CİHANĞİR ATASEVER İŞE YEDEK ASTRONOT OLARAK SEÇİLDİ. İKİLİ, UÇUŞ ÖNCESİNDE İNSANLI UZAY GÖREVİNE VE UZAYDA YAPACAKLARI DENEYLERE YÖNELİK YOĞUN EĞİTİMLER ALDI.

19 OCAK 2024

Üç...

İki...

BİR...

ATEŞ!

100

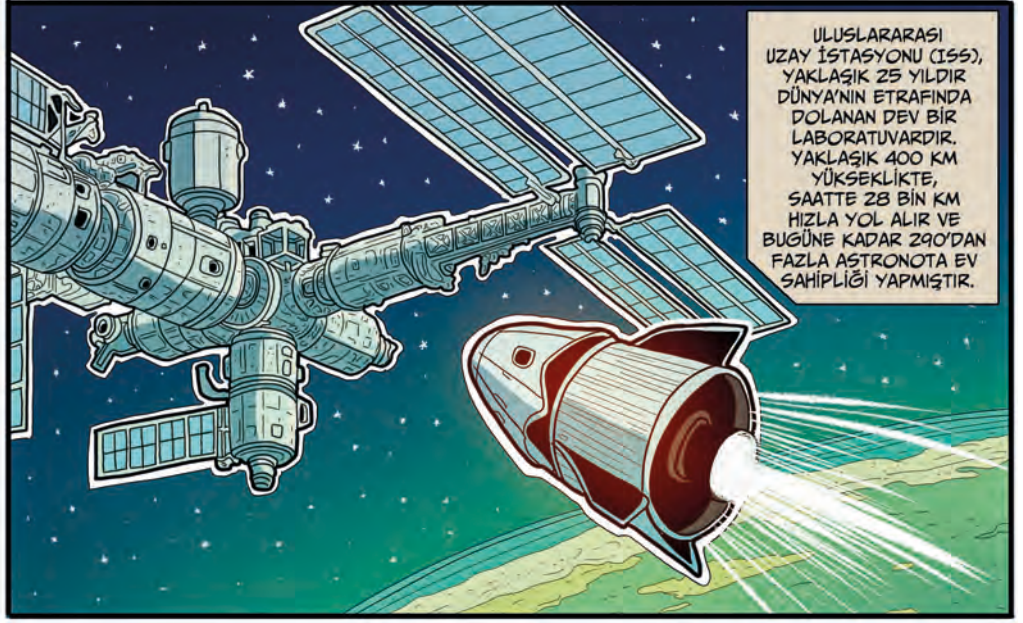
TÜRKİYE'NİN İNSANLI İLK UZAY MİSYONU



FIRLATILDI!



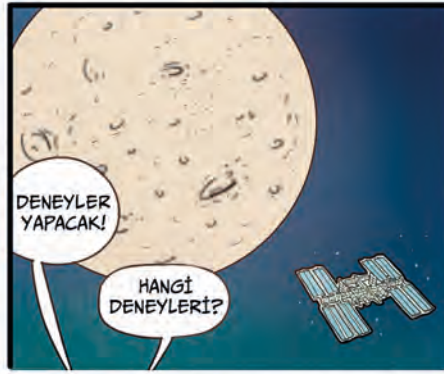
FALCON 9 ROKETİNDEN AYRILIYORUZ VE DRAGON KAPSÜLÜ İSS'YE DOĞRU MANEVRALARA BAŞLIYOR. HER ŞEY YOLUNDA GİDERSE 37 SAAT SONRA İSTASYONA KENETLENECEĞİZ!



ULUSLARARASI UZAY İSTASYONU (ISS), YAKLAŞIK 25 YILDIR DÜNYA'NIN ETRAFINDA DOLANAN DEV BİR LABORATUVARDIR. YAKLAŞIK 400 KM YÜKSEKLİKTE, SAATTE 28 BİN KM HIZLA YOL ALIR VE BUGÜNE KADAR 290'DAN FAZLA ASTRONOTA EV SAHİPLİĞİ YAPMIŞTIR.



SÖYLESENE, ASTRONOTUMUZ UZAYDA NE YAPACAK?



DENEYLER YAPACAK!

HANGİ DENEYLERİ?



UZAYDAKİ AĞIRLIKSIZ ORTAM KOŞULLARINDA YAPILMASI GEREKEN DENEYLERİ!



HOŞ GELDİN ALPER! SENİ VE EKİP ARKADAŞLARINI DÖRT GÖZLE BEKLİYORDUK.



BEN DE BURAYA GELİRKEN SABIRSIZLANIYORDUM. BİR AN ÖNCE İŞE KOYULMAK İSTİYORDUM.

TÜRK BİLİM İNSANLARININ GELİŞTİRDİĞİ 13 FARKLI DENEYİN ÇALIŞMA SETLERİ DE İSS'YE ULAŞTI.



BİR SONRAKİ ADIM İÇİN HAZIRIM.

ALPER GEZERAVCI'NIN İSS'DE YAPTIĞI DENEYLERİN AYRINTILARI VE DAHA FAZLASI GELECEK AY SİZLERLE...

TIP BİLİMİNİN MERCEĞİNDEN **TAKVİYE EDİCİ GIDALAR**

İlay Çelik Sezer [TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi



Modern tıbbın çok çeşitli imkânları sayesinde bugün insanların büyük bir bölümü artık hayatta kalma savaşı vermiyor. Örneğin sadece yüz yıl öncesine kadar her yaşta insanın kolayca hayatına mal olabilen pek çok enfeksiyon hastalığı günümüzde aşılar ve antibiyotikler sayesinde büyük ölçüde bertaraf edilebiliyor. Bu durum doğal olarak ortalama insan ömrünün uzamasını da sağladı. Ancak modern dünyada bu kez başka bir mücadele öne çıktı: Sağlıklı yaşamak! Hareketsiz yaşam tarzı, çevre kirliliği ve aşırı işlenmiş gıdaların yaygınlaşması gibi etmenler başta kanser ve kalp-damar hastalıkları olmak üzere birçok kronik hastalığın artışında etkili oldu. Dolayısıyla insanlar artık sadece uzun yaşamanın değil, sağlıklı yaşamanın da yollarını arıyor. Bu arayışta beslenmenin rolü hiç olmadığı kadar ön plana çıktı. Ancak her zaman dengeli ve yeterli beslenmenin mümkün olmaması ve bu konuda ortaya çıkan farklı akımlar, birçok kişiyi “eksik kaldığını” düşündüğü vitamin ve mineralleri dışarıdan almaya yöneltti. Öyle ki bir noktada, zaman içinde aralarına başka tür besin desteklerinin de eklendiği “takviye edici gıdalar” modern yaşamın bir parçası hâline geldi. 2020’de başlayan COVID-19 pandemisi de bu takviyelere yönelik ilginin artmasında etkili oldu. Giderek artan sayıda insan bu ürünleri “en azından zararı yok” düşüncesiyle günlük rutinine dâhil ederken tıp biliminin bu konudaki görüşleri çoğu zaman geri planda kalıyor. Gelin, takviye edici gıdalar dünyasına tıp biliminin merceğinden birlikte bakalım.

Takviye edici gıdalar, normal beslenmeyi desteklemek amacıyla kullanılan, bir veya birden fazla besin ögesini (örneğin vitaminler, mineraller, amino asitler, yağ asitleri, lifler, probiyotikler ya da bitkisel bileşenler) konsantre biçimde içeren ürünler biçiminde tanımlanabilir. Bu ürünler, yetersiz besin alımını dengelemeyi veya belirli fizyolojik süreçleri desteklemeyi amaçlar. Hastalıkları tedavi etmek ya da önlemek için geliştirilmemişlerdir. Bilimsel açıdan ilaç olarak değil beslenmeyi tamamlayıcı ürünler olarak kabul edilirler. Takviyelerin etkisi, içerdikleri maddenin vücut tarafından ne kadar emilip kullanılabilmesine, kişinin genel sağlık durumuna ve beslenme alışkanlıklarına göre değişir. Bu nedenle hekim ya da diyetisyen gözetimi dışında rastgele kullanılmaları tıbbi olarak önerilmez.

Takviye edici gıdalar söz konusu olduğunda vitamin ve mineral takviyeleri ile diğer takviyeler arasında bir ayrım yapmak gerekiyor. Vitamin ve minerallerin vücuttaki görevleri, emilimleri ve eksiklik belirtileri uzun yıllardır ayrıntılı biçimde araştırılmış, etkileri iyi anlaşılmıştır. Buna karşılık bitkisel, probiyotik ya da amino asit temelli takviyelerin bileşimi ve etki mekanizması çoğu zaman tam olarak aydınlatılmamıştır.



Bir ürünün bitkisel ya da doğal içerikli olması her zaman zararsız olduğu anlamına gelmez. Sonuçta pek çok ilacın etken maddesi de bitkilerden elde edilir. Hemen hemen her ilacın yan etkileri olabilir ve ilaçlar uygun dozda alınmadıklarında ciddi zararlara sebep olabilirler. Dolayısıyla bitkisel ürünleri gelişiğüzel kullanmamız kimi etken maddelere kontrolsüz biçimde maruz kalmamız anlamına gelebilir.

Aynı bitkinin farklı ürünlerinde bile içerik ve dozlar değişebilir. Bu nedenle bu gruptaki takviyeler üzerine yapılan çalışmaların sonuçları arasında tutarsızlıklar daha yaygındır. Kısacası vitamin ve mineral takviyeleri hakkında sağlam bir bilgi birikimi olduğu hâlde diğer takviyeler konusundaki bilgi birikimi görece daha sınırlıdır.

Mikroblesinler olarak da adlandırılan vitamin ve mineraller vücutun çok küçük miktarlarda ihtiyaç duyduğu ancak sağlık üzerindeki etkileri son derece önemli olan besin öğeleridir. Mikroblesinler,

vücutun normal büyüme ve gelişme için ihtiyaç duyduğu enzimleri, hormonları ve diğer maddeleri üretmesini sağlayan çok çeşitli işlevler üstlenir. Bunlardan herhangi birinin eksikliği hayati tehlikeye kadar varabilen sağlık sorunlarına yol açabilir. Mikroblesin eksiklikleri sağlık açısından bariz sorunlara neden olabildiği gibi kişilerin enerji düzeyinde, zihinsel işlevlerinde ve günlük performansında klinik olarak daha az fark edilen düşüşlere de yol açabilir. Bu durum eğitim başarısının düşmesine, iş verimliliğinin



batamochi / iStock

azalmasına ve diğer hastalık ve sağlık sorunlarına karşı riskin artmasına neden olabilir.

Vitaminler, normal metabolizma için az miktarda gerekli olan ve kimyasal yapıları birbirinden farklı organik bileşiklerdir. Çoğu vitamin insan vücudu tarafından sentezlenemediği için sağlığın korunması ve hastalıkların önlenmesi amacıyla besinlerle birlikte alınmaları gerekir. İnsan vücudu tarafından sentezlenemeyen vitaminlerin istisnaları, morötesi (UV) ışığa maruz kalma sonucunda deride öncülü sentezlenen D vitamini ile kalın bağırsaktaki bazı mikroorganizmalar tarafından sentezlenebilen K2 ve B12 vitaminleridir. Ancak kalın bağırsak mikroorganizmalarının

ürettiği K2 vitamininin vücut tarafından ne ölçüde emilip kullanıldığı belirsizdir. Benzer şekilde kalın bağırsakta bakteriler tarafından sentezlenen B12 vitamini emilemediği için vücudun B12 gereksinimine anlamlı bir katkı sağlamaz. Yani K2 ve B12 vitaminleri vücut içinde sentezlenebiliyor olsa da vücut bu vitaminlere yönelik ihtiyacını temelde yine besin maddelerinden karşılar.

Mineraller ise insan vücudunun sağlıklı işleyişi için gerekli olan, genellikle inorganik yapılu maddelerdir. Organik bileşiklerden farklı olarak mineraller doğada iyonik veya elementel formlarda bulunur ve canlılar tarafından sentezlenemez. Bu nedenle dışarıdan besinlerle alınmaları

zorunludur. Kalsiyum, fosfor, magnezyum, potasyum, sodyum ve klor gibi makromineraller vücutta görece yüksek miktarlarda bulunur ve kemik gelişimi, kas kasılması, sinir iletimi, asit-baz dengesi gibi temel fizyolojik süreçlerde görev alırlar. Demir, çinko, bakır, iyot, selenyum, flor, krom ve manganez gibi elementler ise çok daha küçük miktarlarda gereklidir ancak enzimlerin çalışmasından tiroit hormonlarının üretimine kadar çeşitli yaşamsal işlevleri vardır. Vücut eser elementler adı verilen bu elementleri üretmediği gibi bunları depolama kapasitesi de sınırlıdır bu yüzden dengesiz beslenme, yetersiz emilim ya da artan gereksinim durumlarında mineral eksiklikleri gelişebilir.



Valentyna Yeltsova / iStock

HANGİ VİTAMİNLERİ HANGİ GIDALARDAN ALABİLİRİZ?

Vücudumuz için gerekli vitamin ve mineralleri yeterli miktarda alabilmek için çeşitli ve dengeli bir beslenme düzeninin önem taşıdığı biliniyor. Hiçbir gıda bunlardan sadece birini içermez. Hiçbir vitamin ve mineral de tek bir gıdada bulunmaz. Bu yüzden vitamin ve mineralleri yeterince aldığımızdan emin olmanın en iyi yolu olabildiğince çeşitli besini dönüşümlü olarak tüketmek. Tabi ki her bir besin grubundan günlük olarak alınması gereken miktarlara dikkat etmek şartıyla... Aşağıdaki tabloda vücudumuz için gerekli vitaminlerin her birinin hangi gıdalarda zengin biçimde bulunduğu dair örnekler yer alıyor. Mineraller için benzer bir tabloyu da 32. sayfada bulabilirsiniz.

Vitamin	Ne işe yarar?	En çok hangi gıdalardan alabiliriz? - Örnekler
A	Görme fonksiyonu, bağışıklık, deri ve mukoz bütünlüğü, hücre büyümesi.	Karaciğer, tereyağı, tam yağlı süt ve yoğurt, yumurta sarısı, havuç, balkabağı, ıspanak, pazı.
D	Kalsiyum emilimi, kemik ve diş sağlığı, kas fonksiyonu, bağışıklık yanıtı.	Deride sentez için gerekli olan güneş ışığının yanı sıra uskumru, somon, hamsi, sardalya, yumurta sarısı, D vitaminiyle zenginleştirilmiş süt.
E	Hücre zarlarını serbest radikal hasarından koruyan yağda çözünen antioksidan.	Ayçiçek yağı, zeytinyağı, fındık, ceviz, badem, ay çekirdeği.
K	Kanın normal pıhtılaşması, kemik metabolizması ve kalsiyum dengesinde rol oynar.	ıspanak, pazı, roka, marul, brokoli, lahana, maydanoz.
C	Kolajen sentezi (damar, kemik, diş eti), oksidatif strese karşı koruma, demir emilimini artırma.	Portakal, mandalina, limon, kuşburnu, çilek, kivi, biber, maydanoz, taze nane.
B1 (Tiamin)	Karbonhidratların enerjiye dönüşümü, sinir sistemi ve kalp fonksiyonları.	Tam buğday ekmeği, bulgur, kuru fasulye, nohut, mercimek, ay çekirdeği, dana eti.
B2 (Riboflavin)	Enerji metabolizması, deri ve göz sağlığı, bazı antioksidan enzimlerin çalışması.	Süt, yoğurt, ayran, peynir, yumurta, sakatatlar, badem.
B3 (Niasin)	Enerji üretimi, sinir sistemi ve sindirim sistemi işlevleri, deri bütünlüğü.	Tavuk, hindi, dana eti, balık, yer fıstığı, tam tahıllar, kuru baklagiller.
B5 (Pantotenik asit)	Yağ asidi sentezi ve yıkımı, steroid hormonlar ve bazı nörotransmitterlerin (nöronlar arasında sinyal taşıyan maddeler) üretimi.	Yumurta, tavuk, yoğurt, mantar, avokado, tam tahıllar, mercimek.
B6 (Piridoksin)	Amino asit metabolizması, hemoglobin sentezi, sinir sistemi işlevi, bağışıklık.	Tavuk, hindi, ton balığı, patates, muz, nohut, ay çekirdeği.
B7 (Biyotin)	Karbonhidrat, yağ ve bazı amino asitlerin metabolizması; saç, deri ve tırnak sağlığı.	Yumurta sarısı (iyi pişmiş), fındık, ceviz, badem, tam tahıllı ekmekek, mercimek.
B9 (Folat)	DNA/RNA sentezi, hücre bölünmesi, kırmızı kan hücrelerinin yapımı; gebelikte bebeğin beyin ve omurilik gelişimi.	Kuru fasulye, nohut, mercimek, ıspanak, pazı, roka, brokoli, tam buğday ekmeği.
B12 (Kobalamin)	Sinir hücrelerinin korunması, kırmızı kan hücresi üretimi, bazı yağ asidi ve amino asitlerin metabolizması.	Kırmızı et, sakatat (özellikle karaciğer), balık, yumurta, süt, yoğurt, peynir; veganlar için B12 ile zenginleştirilmiş ürünler.

Demir yetersizliğinde anemi, iyot eksikliğinde guatr, kalsiyum veya D vitamini eksikliğinde kemik mineralizasyon bozuklukları gibi hastalıklar ortaya çıkabilir. Bu nedenle mineraller de tıpkı vitaminler gibi sağlığın korunması ve hastalıkların önlenmesi için vazgeçilmez mikrobeyinler arasında yer alır.

Vitaminler ve mineraller her ne kadar vücudumuzun sağlıklı işleyişi için gerekli olsalar da çoğunun belirli düzeyin üstünde alınmasının vücutta zararlı etkilere neden olduğu biliniyor. Bu yüzden de belirli bir eksikliği gidermeye yönelik doktor tavsiyesi olmadan takviye olarak kullanılmaları önerilmiyor.

Vitamin ve mineral takviyeleri ile ilgili önemli sorunlardan biri kişinin belirli bir vitamin ya da minerali günlük olarak tükettiği besin kaynaklarından hangi miktarda aldığı bilinmemesi. Hâl böyle olunca herhangi bir doktor tavsiyesi olmadan rutin olarak kullanılmaları durumunda bir vitamin ya da mineralin vücuda aşırı miktarda alınıp zararlı etkiler oluşturma ihtimali ortaya çıkıyor. Vitamin ve mineral takviyelerinin sağlıklı bireylerde rutin olarak kullanımının sağlık açısından avantaj sağlayıp sağlamadığını anlamaya yönelik çok sayıda araştırma yapılmış. Bu araştırmaların sonuçlarının bir arada değerlendirildiği büyük ölçekli derleme çalışmaları ya da raporlar da var.



JAMA Network Open dergisinde 2024'te yayımlanan geniş kapsamlı bir gözlemsel çalışmada, ABD'deki toplam yaklaşık 390.000 sağlıklı yetişkinin 24 ila 27 yıl boyunca izlendiği üç büyük izlem çalışmasının verileri birleştirilerek analiz edilmiş. Multivitamin takviyeleri kullanımı ile herhangi bir nedene bağlı ölümler ve kalp hastalığı, kanser ve inme kaynaklı ölümler arasındaki ilişki araştırılmış. Çalışma sonucunda günlük multivitamin kullanımının, hiç kullanılmamasına kıyasla herhangi bir nedene bağlı ölümler ile kalp hastalığı, kanser ya da inme kaynaklı ölümler açısından istatistiksel olarak anlamlı bir yaşam süresi avantajı sağlamadığı saptanmış.

JAMA dergisinde 2022'de yayımlanan ve 84 çalışmanın sonuçlarının sistematik biçimde incelendiği kapsamlı bir derleme

çalışmasında, sağlıklı erişkinlerde vitamin, mineral ve multivitamin takviyelerinin henüz kalp-damar hastalığı ya da kanser gelişmemiş bireylerde bu hastalıklardan korunmak amacıyla kullanımının etkinliği değerlendirilmiş. ABD'nin ulusal önleyici sağlık politikalarına yön veren bilimsel kurulu olan ABD Önleyici Hizmetler Görev Gücü (USPSTF) tarafından hazırlanan bu değerlendirmede, incelenen takviyelerin büyük çoğunluğu için yarar ve zarar dengesini belirlemeye yönelik mevcut kanıtların yetersiz olduğu sonucuna varılmış. Kanıtların yeterli olduğu az sayıdaki durumda -özellikle E vitamini ve β -karoten takviyelerinde- anlamlı bir koruyucu etkiye rastlanmadığı, hatta β -karotenin sigara içenler veya asbeste maruz kalmış kişilerde akciğer kanseri riskini artırabileceği bildirilmiş.

HANGİ GIDALARDAN HANGİ MİNERALLERİ ALABİLİRİZ?

Mineral	Ne işe yarar? (Özet işlev)	Gıdalara örnekler (Türkiye’de sık tüketilen)
Kalsiyum (Ca)	Kemik ve dişlerin ana yapısal bileşeni; kas kasılması, sinir iletimi ve kan pıhtılaşması için gereklidir.	Süt, yoğurt, ayran, beyaz peynir, kaşar peyniri, tahin-pekmez,, susam, badem, yeşil yapraklı sebzeler.
Fosfor (P)	Kemik ve diş yapısında kalsiyuma eşlik eder; ATP şeklinde enerji depolanması ve hücre zarlarının yapısı için önemlidir.	Süt ürünleri, kırmızı et, tavuk, balık, yumurta, kuruyemişler, baklagiller, tam tahıllar.
Magnezyum (Mg)	Yüzlerce enzimin kofaktörüdür; kas ve sinir sistemi, kalp ritmi ve kemik sağlığı için gereklidir.	Badem, fındık, ayçekirdeği, kabak çekirdeği, ıspanak, pazı, tam buğday ekmeği, bulgur, kuru baklagiller.
Sodyum (Na)	Hücre dışı sıvı dengesini düzenler; sinir iletimi ve kas kasılması için gereklidir, ancak fazlası tansiyon riskini artırır.	Sofra tuzu, turşu, salamura peynir, işlenmiş et ürünleri.
Potasyum (K)	Hücre içi sıvı dengesini sağlar; kalp ritmi, kan basıncı kontrolü ve kas kasılması için önemlidir.	Muz, patates, kuru kayısı, kuru erik, mercimek, nohut, fasulye, ıspanak, kabak, avokado.
Klorür (Cl)	Mide asidinin (HCl) bileşenidir; sodyumla birlikte sıvı ve elektrolit dengesinin korunmasına yardım eder.	Sofra tuzu, salamura ürünler, turşu, işlenmiş gıdalar.
Kükürt (S)	Kükürtlü amino asitlerin (metiyonin, sistein) parçası; protein yapısı, bazı vitaminler (tiamin, biyotin) ve antioksidan sistem (örn. glutatyon) için gereklidir.	Et, balık, yumurta, süt ürünleri, mercimek, nohut, kuru fasulye, soğan, sarımsak, lahana, brokoli.
Demir (Fe)	Hemoglobinin ve miyoglobinin yapısında yer alır; oksijen taşınması, enerji üretimi ve bilişsel işlevler için gereklidir.	Kırmızı et, sakatat, yumurta, kuru baklagiller (özellikle mercimek), pekmez, tam tahıllar, ıspanak; C vitamini ile alındığında emilim artar.
Çinko (Zn)	Yüzlerce enzimin çalışması, bağışıklık yanıtı, yara iyileşmesi, büyüme-gelişme ve tad alma duyusu için gereklidir.	Kırmızı et, hindi, yoğurt, peynir, kabak çekirdeği, susam, tam tahıllar, kuru baklagiller.
Bakır (Cu)	Demirin hemoglobine bağlanması, bağ dokusu (kolajen-elastin) sentezi, sinir sistemi ve antioksidan enzimler için önemlidir.	Karaciğer ve sakatatlar, kabuklu deniz ürünleri, kakao, fındık, ceviz, ayçekirdeği, tam tahıllar.
İyot (I)	Tiroid hormonlarının (T3, T4) sentezi için gereklidir; büyüme, beyin gelişimi ve enerji metabolizmasını etkiler.	İyotlu sofra tuzu, deniz balıkları, deniz ürünleri, süt ve yoğurt, yumurta.
Selenyum (Se)	Antioksidan enzimlerin (glutatyon peroksidaz vb.) yapısında yer alır; tiroid hormon aktivasyonu ve bağışıklıkta rol oynar.	Deniz balıkları, ton balığı, somon, yumurta, tam tahıllar, ceviz (özellikle Brezilya cevizi gibi bazı ithal ceviz türleri).
Manganez (Mn)	Kemik oluşumu, bağ dokusu üretimi ve bazı antioksidan enzimlerin (SOD) çalışması için gereklidir.	Tam tahıllar, yulaf, çavdar ekmeği, çay, fındık, ceviz, yeşil yapraklı sebzeler.
Molibden (Mo)	Sülfidlerin detoksifikasyonu ve bazı aminoasitlerin parçalanması gibi süreçlerde görevli enzimlerin kofaktörüdür.	Mercimek, kuru fasulye, nohut, tam tahıllı ekme, bulgur, bazı kuruyemişler.
Krom (Cr)	İnsülinin etkisini destekleyerek glukoz metabolizmasını düzenlemeye yardımcı olur.	Tam tahıllar, tam buğday ekmeği, bulgur, et ürünleri, bazı baharatlar, fırıncı mayası.
Flor (F)	Diş minesini asit saldırılarına daha dayanıklı hâle getirir; çürük riskini azaltır.	İçme suyunun florlanmış olduğu bölgelerde su; çay, bazı deniz ürünleri, florlu diş macunları (sistemik değil lokal kaynak).

BMJ dergisinde 2020 yılında yayımlanan derleme makalede de benzer biçimde vitamin ve mineral takviyelerinin genel olarak sağlıklı yetişkinlerde kronik hastalıklardan korunma amacıyla kullanılmasının bilimsel dayanağının zayıf olduğu sonucuna varılmış. Makalede bugüne kadar yapılmış geniş ölçekli rastlantısal kontrollü, yani takviyelerin deney ve kontrol grupları oluşturulup kontrollü olarak denendiği çalışmaların sonuçları değerlendirilmiş ve bu takviyelerin kalp-damar hastalıkları, kanser ya da erken ölüm riskini anlamlı biçimde azalttığına dair tutarlı bir kanıt bulunmadığı belirtilmiş. Çalışma, eksiklik saptanmadıkça veya tıbbi olarak özel bir gereklilik olmadıkça vitamin

ve mineral takviyelerinin rutin kullanımıyla sağlıklı bireylerde koruyucu bir etki beklenmemesi gerektiği sonucuna varıyor.

Yukarıda özetlediğimiz büyük çaplı birkaç araştırmanın da gösterdiği gibi güncel bilimsel bulgular vitamin ve mineral takviyelerinin sağlıklı bireylerin daha sağlıklı olması, kronik hastalıklardan korunması ya da yaşam süresinin uzaması yönünde bir fayda sağlamadığını gösteriyor. Bu nedenle gerek Dünya Sağlık Örgütü (WHO), Avrupa Gıda Güvenliği Otoritesi (EFSA) ve ABD Ulusal Sağlık Enstitüleri'nin (NIH) yayınladığı kılavuzlar gerekse de hekimler, bu takviyelerin tıbben gerekli görüldüğü

durumlar dışında sağlıklı bireyler tarafından rutin olarak kullanılmasını önermiyor.

Tıp biliminin vitamin ve minerallerin sağlıklı bir vücuda yeterince alınmasını sağlamak için gösterdiği yol ise oldukça açık ve net: yeterli ve dengeli beslenmek. EFSA da resmi kılavuzlarında sağlıklı bir yaşamın temelini çeşitlilik içeren bir diyet olduğunu, gıda takviyelerinin ise yalnızca eksikliği saptanan durumlarda “tamamlayıcı” olarak düşünülmesi gerektiğini vurguluyor. Çeşitli sebze meyveler, tam tahıllar, baklagiller, süt ürünleri ve kaliteli protein kaynaklarından oluşan bir beslenme düzeni, çoğu sağlıklı bireyin günlük mikrobese gereksinimini karşılamak için yeterli.

Sadece D vitamini, bu genel kuralın bir istisnası sayılabilir. Diğer vitaminlerin aksine D vitamini yalnızca besinlerden alınmaz aynı zamanda güneş ışığı etkisiyle deride sentezlenir. Modern yaşam tarzı (örneğin kapalı ortamlarda daha fazla zaman geçirilmesi) nedeniyle birçok kişide D vitamini düzeyinin düşük olabileceği biliniyor. EFSA, D vitamini için yayınladığı referans değer görüşünde minimum güneş ışığı alındığı varsayılırsa yalnızca besinlerle yeterli



D vitamini eksikliği pek çok kişinin güneşe yeterince maruz kalamadığı günümüzde hayli yaygın bir durum. Bu yüzden bu konuda dikkatli olunması ve gerektiğinde doktor kontrolünde takviye alınması gerekebilir.

düzeyin sağlanamayabileceğini belirtiyor. Bu nedenle özellikle güneş ışığına sınırlı maruz kalan bireyler, bebekler, çocuklar, hamile ve emziren kadınlar ve ileri yaştakiler için D vitamini takviyesi kemik sağlığını koruma, raşitizm ve osteoporozu önleme amacıyla bilimsel olarak desteklenmiş bir uygulama. Böylece yeterli ve dengeli beslenme temel olmak kaydıyla D vitamini, rutin takviyesi önerilmeyen mikroblesinler arasında yer alsada bazı özel durumlarda takviyesinin gerekli olduğu kabul ediliyor.

Diğer Takviyeler

Vitamin ve mineraller dışındaki takviyeler genellikle vitamin ve mineraller gibi vücudun sağlıklı işleyişi için elzem maddeler içermez. Bunlar daha çok bağışıklık sistemini güçlendirdikleri; sindirimi düzenledikleri; cilt, saç ve tırnak sağlığını destekledikleri; stres ve yorgunluğu azalttıkları; hafızayı ve zihinsel performansını artırdıkları; uyku kalitesini iyileştirdikleri; kilo vermeyi hızlandırdıkları, spor performansını artırdıkları,

eklem ve kas sağlığını korudukları; hormonal dengeyi destekledikleri; kalp-damar sağlığına katkıda buldukları ya da çeşitli hastalıkların tedavisine yardımcı oldukları gibi faydalar öne sürülerek pazarlanan ürünlerdir. Bu ürünler genellikle bitkisel özler ve yağlar, lifler, amino asitler ve protein içerikleri, probiyotik ve prebiyotik bileşenler ile bitki kaynaklı biyolojik etkinliği olan maddeleri (örneğin flavonoidler, polifenoller, fitosteroller) içerebilir.

Ancak bu tür ürünlerin belirtilen faydaları sağladıkları çoğu zaman güçlü bilimsel kanıtlarla desteklenmiyor. EFSA tarafından yapılan değerlendirmelerde bitkisel ya da “diğer maddeler” kategorisindeki pek çok bileşenin beyan edilen sağlık etkilerini destekleyecek yeterli klinik veri bulunmadığı ve bu nedenle onaylı sağlık beyanı yani iddia edilen etkiyi ürün ambalajı ya da tanıtım materyallerinde belirtme hakkı alamadığı belirtiliyor. Benzer biçimde NIH ve USPSTF gibi kurumlar da bitkisel özler, antioksidanlar, amino asit veya probiyotik takviyelerinin sağlıklı bireylerde kronik hastalıkları önlediğine ya da fiziksel ve zihinsel performansı anlamlı biçimde artırdığına dair tutarlı kanıt bulunmadığını raporluyor.



Bazı yaygın alışkanlıklar, tüketilen besinlerdeki vitamin ve minerallerin vücuda geçişini zorlaştırabilir. Örneğin, yemekle birlikte içilen çay ya da kahve, içtikleri tanen ve polifenoller nedeniyle demir emilimini önemli ölçüde azaltır. Özellikle demir yetersizliği riski taşıyan bireylerde bu içeceklerin yemeklerden en az bir saat sonra tüketilmesi önerilir. Benzer şekilde, kronik ve aşırı alkol tüketimi, bağırsaklarda besin emilimini bozar ve vitamin-mineral yetersizliklerine yol açabilir. Alkol, bağırsaklarda genel emilim mekanizmalarını bozarak başta B grubu vitaminleri, demir ve magnezyum olmak üzere birçok mikroblesinin vücutta yeterince kullanılmasını engelleyebilir.

Bu nedenle bilimsel çevrelerde genel görüş, bu tür takviyelerin yalnızca tıbbi açıdan gerekliliğinin kanıtlanmış olması hâlinde ve hekim önerisiyle kullanılmasının uygun olduğu yönünde.

Olası Zararlar

Vitamin ve mineral takviyeleri genellikle “en azından zararsız” düşüncesiyle kullanılsa da bilimsel araştırmalar bu düşüncenin her zaman geçerli olmadığını gösteriyor. Özellikle yağda çözünen vitaminler (A, D, E ve K), vücutta depolanabildikleri için yüksek dozlarda toksik etkilere yol açabiliyor. 2014’te yayımlanan bir meta-analizde uzun süre yüksek dozda A vitamini alan kişilerde kemik kırığı riskinin arttığı, başka bir araştırmada yüksek dozda D vitamini takviyesi yapılan katılımcıların bir kısmında kanda geçici ve hafif düzeyde kalsiyum artışı (hiperkalsemi) gözlenmiş, bu durum dozla ilişkili bir yan etki olarak rapor edilmiş.

Mineral takviyelerinde de benzer riskler görülüyor. Yüksek dozda demir alımının oksidatif stres yani serbest radikallerin vücutta birikmesi yoluyla karaciğer hücrelerinde hasara yol açabileceği hem insanlarda hem de hayvan deneylerinde gösterilmiş durumda. Örneğin 2021 yılında yayımlanan bir derleme çalışmada aşırı demir yüklenmesinin karaciğer



AlessandroPhoto / iStock

dokusunda serbest radikal üretimini artırarak hücre hasarı ve enflamasyona neden olduğu bildirilmiş. Benzer biçimde fazla çinko alımının bakır emilimini engelleyerek bağışıklık sistemi üzerinde olumsuz etkilere yol açabileceği uzun süredir biliniyor. 2023 yılında yayımlanan bir olgu incelemesinde yüksek dozda çinko takviyesi kullanan bireylerde bakır eksikliği ve buna bağlı nörolojik belirtiler gözlemlenmiş. Ayrıca NIH’nin 2023 tarihli raporuna göre yetişkinlerde günlük 40 mg’ın üzerindeki çinko alımı bakır eksikliğine ve sinir sistemi bozukluklarına yol açabiliyor.

Bitkisel takviyelerde ise daha çok kontaminasyon yani içeriğinde istenmeyen başka maddelerin bulunması ve ilaç etkileşimleri gibi riskler ön plana çıkıyor. ABD Gıda ve İlaç Dairesi (FDA) analizlerinde özellikle kilo verme, cinsel performans ve kas geliştirme amacıyla

satılan ürünlerin yaklaşık %20’sinde etikette belirtilmeyen farmakolojik maddeler veya ağır metal kalıntıları tespit edilmiş. Bir başka çalışmada ise takviye olarak kullanılan sarı kantaronun (*Hypericum perforatum*) antidepresan, doğum kontrol ve HIV ilaçlarıyla etkileşerek bu ilaçların etkinliğini azalttığı gösterilmiş.

Kısacası gerek vitamin ve mineraller gerekse de diğer takviyeler için “en azından zararsız” varsayımında bulunmak doğru değil. Vücudun gereksinimi dışında veya kontrolsüz biçimde kullandıklarında bu ürünler, fayda sağlamak bir yana yeni sağlık sorunlarına yol açabilir. Bu nedenle bilimsel otoritelerin de vurguladığı gibi takviye kullanımı ancak gerekli olduğu tıbbi olarak belirlenmiş, kullanım dozu ve süresi hekim tarafından planlanmış durumlarda güvenli ve anlamlı bir seçenek olabilir.

Dengeli ve Yeterli Beslenme

Tıp bilimi, sağlığın diğer tüm yönlerinde olduğu gibi vitamin ve minerallerin yeterli alımı için de öncelikle çeşitli ve dengeli bir beslenmeyi tavsiye ediyor. Farklı besin gruplarından (sebze, meyve, süt ve süt ürünleri, et, yumurta ve kurubaklagiller, tahıllar) yeterli miktarda alınması, vücudun ihtiyaç duyduğu vitamin ve minerallerin doğal yolla karşılanma olasılığını artırıyor.

Ayrıca vücudun harcadığı enerjiyle orantılı bir kalori alımı öneriliyor. Aşırı düşük kalorili beslenme mikrobesein yetersizliğine yol açabilirken fazla kalori alımı obezite riskini artırıyor. Obezite ise genel sağlığı olumsuz etkilediği gibi vitamin ve minerallerin emilimini ve biyoyararlanımını da (vücutta kullanılabilirliği) etkileyebiliyor. Örneğin obez bireylerde artan yağ dokusu, yağda çözünen vitaminlerin (A, D, E ve K) vücutta depolanma

biçimini değiştiriyor. D vitamini yağ dokusunda tutulduğu için bu bireylerde kandaki düzeyleri daha düşük olabiliyor.

Bitki kaynaklı besinlerin (meyve, sebze, tam tahıllar, yağlı tohumlar, kuru yemişler) ağırlıklı olduğu bir beslenme biçimi, mikrobesein eksikliği riskini azaltıyor. Buna karşılık şeker, yağ ve tuz içeriği yüksek, mikrobesein yoğunluğu düşük aşırı işlenmiş gıdaların tüketiminin sınırlandırılması gerekiyor. Ana içecek olarak suyun tercih edilmesi ve şekerli içeceklerin azaltılması da mikrobeseinlerden daha iyi yararlanmayı destekleyen basit ama etkili bir alışkanlık olarak öneriliyor.

Hangi Takviye Ne Zaman Gerekli

Vitamin ve mineral takviyelerinin rutin kullanımı sağlıklı bireylerde genellikle gereksiz görülse de bilimsel veriler gebelik, çocukluk, yaşlılık, sindirim sistemine yönelik cerrahi uygulamalar sonrası emilim bozuklukları, kronik hastalıklar, kullanılan belirli ilaçlar veya kısıtlayıcı diyetler gibi durumlarda mikrobesein gereksinimlerinin artabileceğini ya da emiliminin azalabileceğini gösteriyor. Bu tür koşullarda vitamin ve mineral takviyelerinin kullanımı yalnızca



Okea / Istock

Dünya Sağlık Örgütü (WHO), FAO ve Harvard Healthy Eating Plate gibi uluslararası rehberlere göre sağlıklı bir beslenme düzeninde günlük tabağın temelini sebze, meyve, tam tahıllar ve baklagiller oluşturmaktadır. Gün boyunca en az 400 g sebze-meyve (yaklaşık 5 porsiyon) tüketilmesi önerilir. Enerjinin önemli kısmı tam tahıllardan sağlanmalı, protein gereksinimi balık, baklagiller, yumurta ve ölçülü miktarda etten karşılanmalıdır. Yağ tüketimi toplam enerjinin %30'unu aşmamalı, doymuş yağ, tuz ve serbest şeker sınırlandırılmalıdır.



Aşırı işlenmiş gıdalar (paketli atıştırmalıklar, şekerli içecekler, hazır yemekler vb.), yüksek enerji yoğunluklarına karşın lif, vitamin ve mineral açısından yoksul olmalarıyla öne çıkıyor. Son yıllardaki geniş ölçekli gözlemsel çalışmalar, bu ürünlerin düzenli tüketiminin obezite, tip 2 diyabet, kalp-damar hastalıkları ve bazı kanser türleriyle ilişkili olduğunu gösteriyor.

Aşırı işlenmiş gıdaların sağlıklı besinlerin yerini alması vücut için gerekli vitamin ve minerallerin yeterince alınamamasına neden oluyor. *Bilim ve Teknik* Nisan 2024 sayısında yer alan "Aşırı İşlenmiş Gıdalardaki Tehlikeye Dikkat!" başlıklı yazıda bu konuya ilişkin ayrıntılı bilgiler bulabilirsiniz.



Bakanlığı tarafından hazırlanan Türkiye Beslenme Rehberi 2022'ye göre bebeklikte en kritik destekler D vitamini ve demirdir. Ülkemizde T.C. Sağlık Bakanlığı tarafından tüm bebeklere 0-12 ay arasında D vitamini desteği ve 4-12 ay arasında demir desteği sağlanıyor. D vitamini desteği raşitizmi, demir desteği ise demir eksikliği anemisini önlemede etkilidir. Bunlar büyüme için elzem desteklerdir.

İleri Yaşlardaki Bireyler

65 yaş ve üzeri dönemde vitamin ve mineral dengesi kolayca bozulabilir. Yaşla birlikte D vitamini sentezi ve kalsiyum emilimi azalır bu nedenle osteoporoz yani kemik erimesi riskini azaltmak için her iki takviyenin birlikte alınması önerilir. Ayrıca mide asidi üretiminin azalması B12 emilimini zorlaştırır, bu da yorgunluk ve bilişsel sorunlara yol açabilir. ABD Ulusal Osteoporoz Vakfı (NOF), EFSA ve NIH kılavuzlarına göre D vitamini, kalsiyum ve B12 takviyeleri, özellikle eksiklikleri söz konusu olduğunda yaşlılarda kemik, kas ve sinir sağlığını destekler.

eksikliklerin giderilmesi değil, uzun vadeli sağlık risklerinin önlenmesi açısından da kanıtla dayalı ve klinik olarak uygun birer uygulama olarak kabul ediliyor.

Gebeler ve Emziren Anneler

Gebelik ve emzirme dönemleri, vitamin ve mineral takviyelerinin gerçekten gerekli olduğu özel dönemlerdir. WHO ve T.C. Sağlık Bakanlığı rehberlerine göre bu süreçte folik asit, demir, iyot ve D vitamini desteği anne sağlığını korumak ve bebeğin

gelişimini desteklemek için gereklidir. Folik asit doğumsal anomalileri önler, demir anemiyi engeller; iyot, tiroid hormonları için D vitamini ise kemik ve bağışıklık gelişimi için önemlidir. Bu takviyeler "ek önlem" değildir, gereklilikleri anne ve bebek sağlığı için bilimsel olarak kanıtlanmıştır.

Bebekler ve Çocuklar

Bebeklik dönemi büyüme ve gelişmenin en hızlı olduğu evredir. Bu dönemde bazı mikrobesein destekleri tıbben gerekli olabilir. T.C. Sağlık

Veganlar ve Vejetaryenler

Vegan ve vejetaryen bireylerde bazı vitamin ve minerallerin takviye şeklinde alınması tıbben gereklidir. Bunlardan en önemlisi yalnızca hayvansal gıdalarda bulunan B12 vitamindir, eksikliği anemi ve sinir sistemi bozukluklarına yol açabilir. WHO ve EFSA hem veganların hem de hayvansal gıdaları sınırlı tüketen vejetaryenlerin B12 takviyesi almasını öneriyor. Ayrıca bitkisel ağırlıklı beslenen kişilerde demir, çinko, kalsiyum ve omega-3 yağ asitlerinin Emilimi hayvansal kaynaklara göre daha düşüktür. Bu nedenle takviyeler veya bu mikrobeseinler

açısından zenginleştirilmiş ürünler (örneğin B12 ve D vitamini eklenmiş bitkisel sütler, kalsiyumlu tofu, alg yağı kapsülleri) önerilir. Bu destekler, eksiklikleri önleyip bağışıklık, kemik ve enerji metabolizmasının işlevini sağlıklı bir şekilde devam ettirmesine katkı sağlar.

Mide veya Bağırsak Cerrahisi Geçiren Kişiler

Bariatrik cerrahi (obezite tedavisinde uygulanan mide küçültme ameliyatları, özellikle gastrik bypass ve sleeve gastrektomi gibi yöntemler) geçiren kişilerde vitamin ve

mineral takviyeleri ömür boyu gereklidir. Bu ameliyatlarda mide hacmi azalır ve/veya ince bağırsağın bir bölümü devre dışı bırakılır, sonuçta mikrobeseinlerin alımı ve Emilimi düşer. B12, demir, folat, kalsiyum ve D vitamini başta olmak üzere birçok mikrobeseinde eksiklik riski artar. Bu yüzden günlük multivitamin alınması zorunludur ancak çoğu multivitamin kalsiyum ve D vitamini açısından yetersiz olduğundan bu ikisi ayrıca desteklenmelidir. Düzenli takviye ve sağlık kontrolleri, uzun vadede osteoporoz, anemi ve nörolojik bozuklukların önlenmesine yardımcı olur. Ameliyat tipine göre takviyelerin içerik ve dozlarının hekimler tarafından özelleştirilmesi gerekir.

Kronik Hastalıklar

Çölyak, Crohn ve ülseratif kolit gibi sindirim sistemi hastalıklarında bağırsak yüzeyinin zarar görmesi, besinlerin Emilimini azaltır. Bu durum özellikle A, D, E, K vitaminleriyle B12, demir, çinko ve folat eksikliklerine yol açabilir. Bu nedenle bu hastalarda yalnızca besinlerle yeterli alım sağlamak genellikle mümkün olmadığından doktor kontrolünde düzenli takviye önerilir. Karaciğer ve böbrek hastalıkları da mikrobesein dengesini etkiler, bu organların



Bebeklik ve çocukluk, hızlı büyüme nedeniyle bazı mikrobesein desteklerinin tıbben gerekli olduğu bir dönem. Ülkemizde T.C. Sağlık Bakanlığı tarafından tüm bebeklere D vitamini ve demir desteği sağlanıyor. D vitamini desteği raşitizmin, demir desteği ise demir eksikliği anemisinin önlenmesinde etkili.

işlev bozuklukları D vitamini, kalsiyum ve demir ihtiyacını artırabilir. Dolayısıyla bu hastalık gruplarında takviyeler, dengeli beslenmenin tamamlayıcısı olan desteklerdir.

Ergenlik Dönemi

Ergenlik dönemi (10–19 yaş), büyüme hızının en yüksek olduğu ve kas, kemik ile vücut yapısının hızla değiştiği bir dönemdir. Bu süreçte demir, kalsiyum ve D vitamini gereksinimi belirgin biçimde artar. Kızlarda adet döngüsünün başlamasıyla demir kaybı yaşandığından demir eksikliği anemisi sık görülür. WHO, bu

yaş grubunda demirden zengin besinlerin (et, mercimek, kuru baklagiller) düzenli tüketilmesini ve gerekirse demir takviyesi yapılmasını öneriyor. Aynı dönemde kemik kütlelerinin büyük bölümü oluştuğu için yeterli kalsiyum ve D vitamini alımı da çok önemlidir. Süt ürünleri ve güneş ışığı bu mikrobeseinlerin en doğal kaynaklarıdır ancak yetersiz beslenme ya da güneş ışığından az yararlanma durumunda takviye gerekebilir. WHO ve Amerikan Pediatri Akademisi (AAP), ergenlikte yeterli mikrobesein alımının ileriki yaşlarda anemi ve osteoporoz riskini azaltmada kritik öneme sahip olduğunu vurguluyor.

Menopoz Dönemi

Menopoz, östrojen hormonunun azalmasıyla birlikte kemik yoğunluğunun hızla düştüğü ve osteoporoz riskinin arttığı bir dönemdir. Bu süreçte kemik yapımını destekleyen kalsiyum ve D vitamini gereksinimi artar çünkü östrojenin azalması kalsiyumun kemiklere yerleşmesini zorlaştırır, D vitamini eksikliği de kalsiyum emilimini azaltır. Kuzey Amerika Menopoz Derneği (NAMS) ve EFSA gibi kuruluşlar, menopoz dönemindeki kadınlara günde 1.000–1.200 mg kalsiyum ve 800–1.000 IU D vitamini almasını öneriyor. Bu miktarların yalnızca besinlerle karşılanması güç olduğunda hekim gözetiminde takviye yapılabilir. Kalsiyum ve D vitamini desteği kemik kaybını yavaşlatır, kırık riskini azaltır ve kas fonksiyonlarını destekler ancak aşırı kullanım böbrek taşı gibi sorunlara ya da kardiyovasküler yan etkilere yol açabileceğinden dozun bireysel gereksinime göre ayarlanması önemlidir. Kısacası menopoz döneminde yeterli kalsiyum ve D vitamini alımı, kemik sağlığını korumak ve yaşam kalitesini sürdürmek için bilimsel olarak desteklenmiş bir yaklaşımdır.



Ergenlik dönemi hızlı büyüme ve kemik-kas gelişiminin yoğunlaştığı kritik bir evredir. Bu süreçte demir, kalsiyum ve D vitamini gereksinimi artar. Kızlarda adet döngüsüne bağlı demir kaybı sık görülür. WHO ve Amerikan Pediatri Akademisi (AAP) bu dönemde demirden zengin besin ve yeterli süt ürünleri tüketimini, güneşten yeterince yararlanmayı ve gerekirse de hekim kontrolünde takviyeyi öneriyor.

Sağlığın Temel Anahtarı: Yeterli ve Dengeli Beslenme

Günümüzün hızlı yaşam temposu pek çoğumuzda ihtiyaçlarımızı kısa yollardan karşılama isteği uyandırıyor. Daha sağlıklı olmak, hastalıklardan korunmak ve daha uzun yaşamak gibi arzularımız için kimi zaman “sihirli değnek” gibi sunulan çarelere başvurma eğilimimiz biraz da bundan. Buna bir de artık iyice hayatımızın içinde olan sosyal medya başta olmak üzere her türlü dijital mecradan akın akın üzerimize gelen bilgiler, örneğin önümüze çıkan reklamlar ya da “influencer” paylaşımları eklenince insanın kendini “Ben ne yapsam, hangi takviyeyi kullansam?” diye sorgularken bulmaması işten bile değil. Oysa bilim, bu konuda oldukça net: Sağlığı korumanın en etkili yolu, takviyeler değil dengeli beslenme, yeterli hareket ve bilinçli yaşam alışkanlıkları. Vitamin ve mineral takviyeleri yalnızca belirli durumlarda ve doktor tavsiyesi şartıyla anlamlı bir etkiye sahip. “Zararsız” görünen her ürünün masum olmadığını hatta yanlış kullanıldığında faydadan çok zarar getirebileceğini gösteren çok sayıda bilimsel kanıt bulunuyor. Ayrıca bir yararı olduğu kanıtlanmamış

bir takviyeyi sırf zararı yok diye almak da doğru değil çünkü tıpta “güvenli tarafta kalmak” diye bir ilke var. Bilimsel okuryazarlık, sağlığımızı korumanın en güçlü aracı çünkü pazarlama amaçlı tanıtımlara değil, veriye dayalı gerçeklere göre karar vermemizi sağlıyor. Unutmamalıyız ki sağlıklı yaşamın anahtarı sihirli bir kapsülde değil; doğru beslenme, hareket ve farkındalıkta gizli! ■

Kaynaklar

- <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16907661/>
<https://doi.org/10.1016/j.clnu.2024.01.030>
https://cdn.who.int/media/docs/default-source/micronutrients/gff-contents-en.pdf?sfvrsn=f964afe1_2
https://www.who.int/health-topics/micronutrients#tab=tab_1
<https://doi.org/10.2903/j.efsa.2021.6554>
<https://doi.org/10.1001/jama.2022.8970>
<https://ods.od.nih.gov/factsheets/DietarySupplements-Consumer>
<https://www.efsa.europa.eu/en/topics/topic/food-supplements>
<https://ods.od.nih.gov/factsheets/>
<https://www.uptodate.com/contents/vitamin-intake-and-disease-prevention>
<https://www.fao.org/4/y2809e/y2809e00.pdf>
<https://doi.org/10.1001/jamanetworkopen.2024.18729>
<https://doi.org/10.1136/bmj.m2511>
<https://www.efsa.europa.eu/en/efsajournal/pub/4547>
https://ods.od.nih.gov/healthinformation/ds_whatyouneedtoknow/
<https://doi.org/10.2903/j.efsa.2021.6553>
<https://doi.org/10.1002/jbmr.2237>
<https://doi.org/10.1001/jama.2019.11889>
<https://doi.org/10.1001/jamanetworkopen.2018.3337>
<https://doi.org/10.1080/19390211.2024.2327544>
<https://doi.org/10.1093/ajcn/83.2.191>
<https://doi.org/10.1093/ajcn/85.1.6>
[https://doi.org/10.1016/s0098-2997\(00\)00006-6](https://doi.org/10.1016/s0098-2997(00)00006-6)
<https://doi.org/10.1016/j.jacc.2009.07.074>
<https://www.fda.gov/food/dietary-supplements>
<https://www.who.int/publications/i/item/9789241513067>
<https://ods.od.nih.gov/factsheets/Pregnancy-HealthProfessional/>
<https://www.who.int/tools/elena/bbc/vitamin-d-infants>
<https://www.who.int/tools/elena/interventions/iron-children-6to23>
<https://doi.org/10.3390/nu13114144>
<https://www.nia.nih.gov/health/vitamins-and-supplements/vitamins-and-minerals-older-adults>
<https://www.hopkinsmedicine.org/-/media/bariatrics/nutrition-suggested-vitamin-mineral-supplements.pdf>
<https://doi.org/10.3390/nu12020500>
<https://doi.org/10.1542/peds.2014-2173>
<https://doi.org/10.2337/dc11-1582>
<https://doi.org/10.1001/jama.2017.13272>
<https://ekutuphane.saglik.gov.tr/Yayin/683>



Tekno Yaşam

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



matijmo / iStock

Google Nano Banana Pro

Google, Gemini 3 Pro modeli üzerine kurduğu yeni görsel üretim aracı Nano Banana Pro'yu duyurdu. Yapay zekâya dayalı bu görsel oluşturma ve düzenleme aracı, önceki sürümü olan Nano Banana'ya göre çok daha gelişmiş ve özellikle profesyonel kullanım için tasarlanmış.

Nano Banana Pro görüntü üretirken bir tür "düşünme süreci" kullanıyor. En çarpıcı yenilik ise Google Search'ün bilgi tabanına entegre çalışabilmesi. Uygulama, bilgileri görsele dönüştürürken sadece eğitildiği modeldeki verileri değil, gerçek dünyaya dair bilgi birikimini de kullanıyor. Bu sayede gerçek dünyadan aldığı verilerle infografikler ve diyagramlar üretebiliyor. Örneğin anlık hava durumu verilerini görselleştirebiliyor.

Model, görsellerin içinde yer alması gereken metinleri daha doğru ve okunaklı bir şekilde yerleştirebiliyor. Çok dilli metin konusunda da öne çıkan Nano Banana Pro farklı dillerde mantık yürütebiliyor. Görseldeki yazıları farklı dillere çevirebiliyor. Örneğin bir ürün etiketindeki yazıları farklı dillere çevirecek şekilde tekrar düzenleyebiliyor.

Aynı anda 14 referans görseli tek sahnede uyumlu hâle getirebiliyor ve 4K çözünürlükte çıktı verebiliyor. Adobe Photoshop, Figma ve Google

Workspace entegrasyonları sayesinde profesyonel ekipler, modeli mevcut iş akışlarına doğrudan ekleyebiliyor.

Nano Banana Pro görseli üretmeden önce kompozisyon ve mantık kontrolü için iki ara görüntü oluşturuyor. Bu sayede kalite artıyor ancak maliyet yükseliyor. Yaklaşık 1.000-2.000 çıktı için 0,13 dolar ücret alınması, OpenAI'nin GPT-4o modelinin görsel üretimine kıyasla belirgin şekilde pahalı.

Nano Banana Pro özellikle karmaşık düzenleme komutlarını anlama ve uygulama konusunda önceki nesle göre önemli avantajlara sahip.

Buna karşın geliştiriciler ve profesyonel kullanıcıların modeli kendi uygulamalarına entegre etmeleri karmaşık ve zahmetli bir süreç. Çünkü basit bir API anahtarı için bile Google Cloud üzerinden çok aşamalı işlemler yapmak gerekiyor. Bu da teknik olarak önemli avantajları olan bu aracın yaygınlaşmasını yavaşlatabilir.

Google, yalnızca görsel üretimini değil, görselleri analiz edip yorumlama kapasitesini de geliştirdiğini söylüyor. Nano Banana Pro'nun kullandığı Gemini 3 Pro modeli dokümanları çözümleme, görüntüdeki nesnelerin konumlarını muhakeme etme, ekran ara yüzlerini ve videoları analiz etme konularında önemli bir ilerleme sağlıyor. Gemini 3 Pro, yapay zekâ uygulamalarının mantık yürütme becerisini ölçen CharXiv Reasoning Benchmark'ın grafik



ve tablolardan çok adımlı çıkarım yapma görevlerinde insan ortalamasını aşarak %80,5 başarıya ulaştı.

Model, 18. yüzyıldan kalma el yazması tüccar defterlerini karmaşık finansal tablolara dönüştürebiliyor, matematiksel notasyonları LaTeX formatına çevirebiliyor ve videoları saniyede 10 kareye ulaşan hızlarda analiz ederek hızlı hareketleri çözümlenebiliyor. Bu sayede eğitim, tıbbi görüntüleme, finans raporlaması ve hukuki doküman analizi gibi pek çok alanda kullanılabilir.



Original

Bilanço 20.12.1800 (1801)		Bilanço 20.12.1800 (1801)	
Bankalar	1000	Bankalar	1000
Alacaklar	2000	Alacaklar	2000
Yatırımlar	3000	Yatırımlar	3000
Diğer Varlıklar	4000	Diğer Varlıklar	4000
Toplam	6000	Toplam	6000
Karşılıklar	1000	Karşılıklar	1000
Özellikler	2000	Özellikler	2000
Diğer Borçlar	3000	Diğer Borçlar	3000
Toplam	6000	Toplam	6000

Reconstructed

Ancak sistem kusursuz değil. Bir hayvanda kaç bacak olduğunu doğru sayma, labirentin çözüm yolunu gösterme veya bir saatin rakamlarının doğru yerleştirilip yerleştirilmediğini fark etme gibi basit mantık gerektiren görevlerde tutarsız sonuçlar üretebiliyor. Kullanıcıların verdiği aynı bilgilere göre farklı denemelerde farklı görseller üretebilmesi özellikle sıra dışı senaryolarda modelin hâlâ tam olarak güvenilir olmadığını gösteriyor.

Google Gemini 3 Pro tarihi bir el yazısını finansal tabloya dönüştürebiliyor.

<https://bit.ly/nano-banana3>
<https://bit.ly/gemin3-vision>

Dijital Ekrandaki Dokuları Hissedin

Northwestern Üniversitesinden bir araştırma ekibi, dijital dünyada dokunma hissini deneyimini geliştiren giyilebilir bir cihaz geliştirdi. Parmak ucuna takılan cihaz, ilk kez insan derisinin algıladığı çözünürlük seviyesinde dokunsal geri bildirim sunuyor.

Sonuçları *Science Advances*'ta yayımlanan çalışmada geliştirilen cihaz kâğıt kadar ince, bir gramdan hafif ve esneyebilir bir malzeme olan lateksten üretilmiş. Cihazın yüzeyinde bulunan noktasal birimlerin her biri, bir görüntüyü oluşturan pikseller gibi parmağa baskı uygulayarak dokunma algısı oluşturuyor. Nod adı verilen bu birimler saniyede 800 kez hareket edebiliyor. Önceki nesil cihazlar düşük çözünürlükleri ve hantal yapıları nedeniyle dokunma hissini yeterince ayrıntılı oluşturamıyordu. Bu yeni sistem ise kalem tutma, nesnelere kavrama gibi günlük el hareketlerini engellemeden gerçeğe yakın bir dokunma algısı sağlayabiliyor. Yapılan testlerde kullanıcılar, kadife



ve deri gibi kumaş türlerini %81 doğrulukla ayırt edebildi. Teknolojinin uygulama alanları oldukça geniş. İnternette yapılan alışverişlerde ürünleri örneğin alacağınız kıyafetin kumaşını elle yoklar gibi hissetmek, görme engelliler için destek teknolojileri geliştirmek, ekranları dokunsal geri bildirimle zenginleştirmek gibi erişilebilirlik çözümleri geliştirmek mümkün. Robotik cerrahide kullanılan Da Vinci gibi cihazları kullanırken cerrahların dokuyu ve parmak ucundaki baskıyı daha hassas algılamasını sağlayan arayüzler geliştirilebilir.

<https://www.science.org/doi/10.1126/sciadv.adz5937>

Oyun Dünyasında Yeni Dönem: Sesle Yönlendirilen Yapay Zekâ Takım Arkadaşları

Yapay zekâ tabanlı bazı takım oyunlarında artık oyuncular, takım arkadaşlarını sesli komutlarla yönlendirebiliyor. "Üretken oyun oynama" olarak adlandırılan bu yaklaşımda oyun konsolunun sesli sohbetle yönetilen çok oyunculu bir turnuvaya dönüştürülmesi hedefleniyor. Böylece oyuncunun kendini bir takım lideri gibi hissetmesi ve yapay zekânın oyuncunun kararlarına göre tepkiler vererek oyunda anlamlı bir rol üstlenmesi amaçlanıyor.

Bu tür oyun prototipleri şu an herkesin erişimine açık değil sadece birkaç yüz oyuncuyu içeren testler yapıyor. İlk denemelerden sonra gelecek geri bildirimlere göre bu teknolojinin diğer oyunlarda kullanılıp kullanılmayacağını belirlenecek. Eğer sistem başarılı olursa çok oyunculu etkileşimli oyunlar çok daha keyifli hâle gelebilir.



janiecbros / iStock

<https://bit.ly/sesli-oyun>

Akıllı Pelüş Oyuncaklar: Sevimli mi, Tedirgin Edici mi?

Yapay zekâ artık oyuncak sektöründe de sıklıkla kullanılıyor. Ebeveynler, çocuklarının tablet ve telefon başında çok fazla zaman geçirmesinden rahatsız olduğu için ekransız ama “akıllı” oyuncaklara yöneliyor. Stickerbox gibi sesle komut verince çıkartma basan cihazlar ya da Cozmo gibi kodlama mantığını öğreten küçük robotlar bu yeni nesil oyuncaklara örnek.



Pelüş oyuncakların içine yerleştirilen sohbet robotları çocuklarla konuşabiliyor ve etkileşim kurabiliyor. Ancak yapılan konuşmaları kaydedip ebeveynlere gönderebilen bu uygulamalar veri güvenliği konusunda sorunlara yol açabiliyor. Ayrıca bu oyuncakların bazıları çocuklar için uygun olmayan konulara da girebiliyor.

Önümüzdeki yıllarda akıllı oyuncak pazarının 2,6 milyar dolardan 9,7 milyar dolara çıkacağı tahmin ediliyor. Ekran bağımlılığına çözüm sunuyor gibi görünse de bu uygulamaların çocukların duygusal ve zihinsel gelişimine etkileri hâlâ tartışmalı.

<https://nyti.ms/44UOsVZ>

Spor Yayınlarında Yeni Boyut: Her Açıdan İzlenebilen Üç Boyutlu Maçlar

Microsoft'un HoloLens, Industrial Light&Magic, Pixar ve Unity'den uzmanların kurduğu Arcturus adlı şirket, canlı spor karşılaşmalarını izleme biçimini kökten değiştirerek üç boyutlu ve etkileşimli bir deneyime dönüştürmeyi amaçlıyor. Stadyuma yerleştirilen çok sayıda sensör, maçı aynı anda farklı açılardan kaydediyor. Bu veriler işlenerek oyunun tam bir üç boyutlu kopyası oluşturuluyor. Böylece maçı farklı açılardan örneğin bir oyuncunun omuz hizasından, kale direğinin arkasından ya da hakemin gözünden izlemek mümkün oluyor. Sistem o kadar ayrıntılı ve gerçek zamanlı çalışıyor ki gerçek yayın görüntüsünden ayırmak zorlaşıyor.

Kullanıcılar maçı televizyon, telefon veya artırılmış gerçeklik gözlükleri üzerinden istedikleri kamerayı seçerek takip edebiliyor. Bu teknoloji sadece taraftarlar için değil, antrenörler ve hakemler için de önemli. Tartışmalı pozisyonlar her açıdan incelenebildiği için karar vermek kolaylaşabilir.



Şirket, bu teknolojiyi ABD'deki beyzbol ligi MLB ve ulusal buz hokeyi ligi NHL gibi büyük liglerle yaptığı pilot uygulamalarda denedi. Önümüzdeki dönemde ise teknolojiyi konserler ve diğer canlı etkinliklerde de kullanmayı planlıyor.

<https://arcturus.studio>

Ultrasondan Güç Alan Yapay Kaslar

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

Ultrason
yani yüksek
frekanslı ses
dalgalарına maruz
kaldığında şekil değiştiren
yapay kaslar geliştirildi. İçerisi
mikrobaloncuklarla dolu yumuşak
polimer yapısındaki kaslar kablo, batarya
ya da elektronik bileşenler taşımaya ihtiyaç
duymadan biyolojik kasların hareketlerini taklit
edebiliyor.



Ociacia / iStock

Modern robotlar pek çok zorlu görevin üstesinden gelebilse de insan dokunuşunun yumuşaklığını ve hassaslığını taklit edemiyor. Bu eksiklik geleneksel robotlardaki sert malzemeleri ve hareket mekanizmalarını insan kaslarına benzeyen yumuşak bileşenlerle değiştirmeyi amaçlayan ve “yumuşak robot bilimi” olarak adlandırılan yeni bir araştırma alanının doğmasına yol açtı.

İsviçre, Almanya ve ABD’deki çeşitli üniversitelerde çalışan bir grup araştırmacı yumuşak robot biliminde önemli bir başarıya imza attı. Zhan Shi ve arkadaşları ultrason

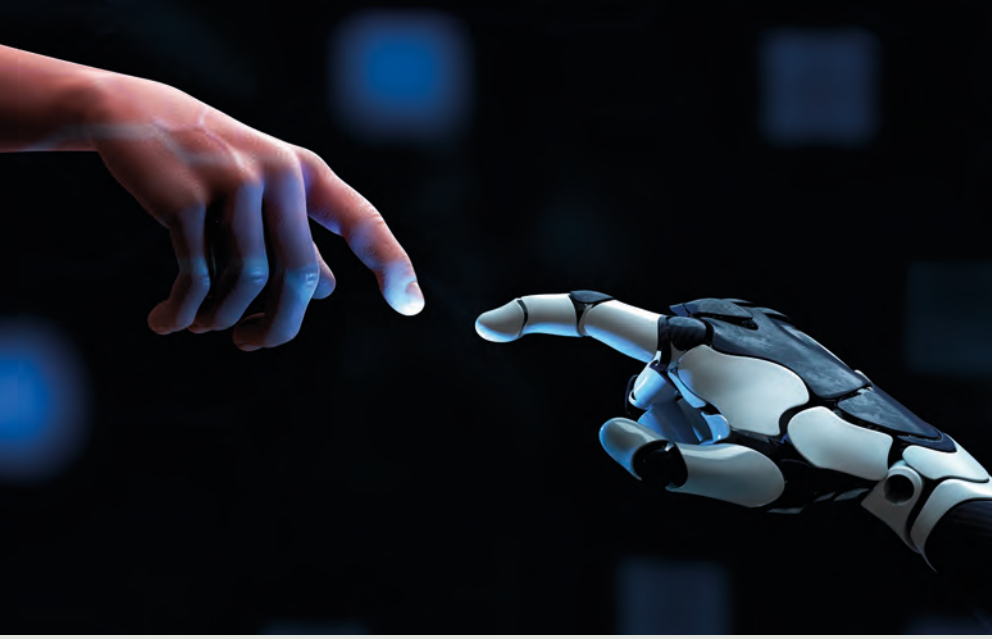
dalgalarından güç alan bir tür yumuşak robot geliştirdi. Biyolojik kaslardan ilham alınarak tasarlanan robotlar, ultrason dalgalarına maruz kaldığında koordineli bir biçimde şekil değiştiriyor. Böylece iskelet kaslarının işleyişini taklit eden yapay kaslar ortaya çıkıyor.

İnsanların iskelet kasları karmaşık bir görevi yerine getirir. Uzunları istenen noktaya hareket ettirirken gövdenin durağan, dengeli kalmasını da sağlar. Biyolojik kasların bu becerisinin altında yatan iki temel etken vardır. Birincisi, biyolojik kaslarda hiyerarşik bir yapı bulunur. İskelet kasları, kas lifi olarak adlandırılan uzun, tüp biçimli hücrelerden oluşur. Bu hücrelerin temel bileşeni ise miyofibril olarak adlandırılan çubuk

biçimli organellerdir. Kas liflerinin içinde çok sayıda kalın ve ince miyofibriller zincirler hâlinde dizilir. Makroskobik hareketler çok sayıda ufak motor birimin uyumlu bir biçimde bir arada çalışmasıyla ortaya çıkar. İkincisi, kas hareketlerinin programlanabilir aktivasyonudur. Omurgalı hayvanlarda motor birimler, sinir sinyallerinin frekansıyla kontrol edilir. Kasların ne kadar kasılacağı, hangi hızla ve hangi yönde hareket edeceği sinir sinyallerinin frekansı tarafından belirlenir.

Shi ve arkadaşları, iskelet kaslarının bu iki temel özelliğine sahip bir yapay kas elde edebilmek için ultrasonla kontrol edilen mikrobalonculardan yararlanıyor. Mikrobalonculuklar, ilk bakışta hareket kaynağı olarak işlev görecek bir motor olmak için fazla nazik nesnelere olarak görülebilir. Ancak büyüklüklerine bağlı olarak değişen belirli rezonans (yankılanma) frekansındaki ultrason dalgalarından enerji alarak şiddetli bir biçimde titreşmeye başlayabilirler. Bu titreşimler baloncukların etrafındaki

YuLiHka / iStock



Shutterstock / iStock

ultrason ile uyarılan kasların şekil değiştirebildiği ve organa mekanik kuvvetler uygulayabildiği görüldü. Yapay kasların yumuşak dokuları arzu edildiği gibi uyarabilmesi gelecekte yeni tedavi yöntemlerinin geliştirilmesinde yararlı olabilir.

Shi ve arkadaşları, farklı büyüklüklerde mikrobaloncuklar içeren iki yapay kası yan yana bir araya getirerek yapısı vatoz balıklarının göğüs yüzgeçlerine benzeyen yüzgeçler de üretti. Bu yüzgeçlere sahip vatoz robotlar, ultrason dalgalarından güç alarak su içinde yüzebiliyor.

Vatoz robotlar mide ortamında parçalanan biyoçözünür kapsüllerle çevrelenebiliyor. Cansız ortamda yapılan deneyler sırasında vatoz robotlar, domuz midelerinin düzensiz yapısı içinde ultrason dalgalarıyla yönlendirilebildi. Bu deneyler robotların katı ve sert aletlerin erişemediği canlı ortamlarda ameliyat robotları olarak kullanılabilme potansiyelini ortaya koydu.

Yapay kasların önemli bir avantajı da kasları harekete geçiren mikrobaloncukların tıbbi amaçlar için kullanılan standart ultrason görüntüleme cihazlarıyla tespit edilebilmesi. Üstelik mikrobaloncukları uyaran rezonans frekans aralığı (1-100 kHz) ile görüntüleme için kullanılan frekans aralığı (1-20 MHz) farklı olduğu için görüntüleme ve kontrol süreçleri birbirini engellemiyor. Bu özellik ultrasondan güç alan robotlara,

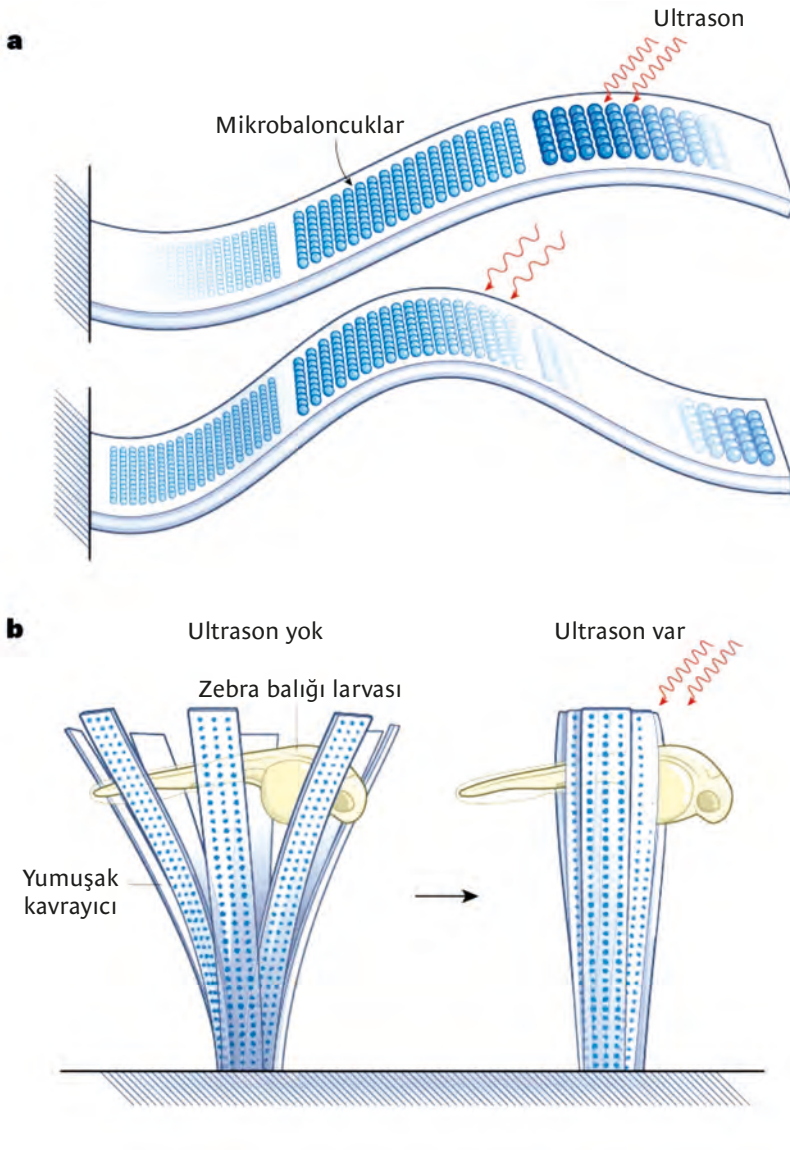
akışkanın hareket etmesine yol açar. Ortaya çıkan yerel itkilerden makroskobik hareketler elde etmek için yararlanılabilir. Günümüzde sağlık alanında çeşitli amaçlar için bu etkiden yararlanılıyor. Örneğin vücuda enjekte edilmiş mikrobaloncukların üzerine ultrason dalgaları gönderilerek kan-beyin bariyerinin geçici olarak açılması ve bu sayede ilaçların beyne ulaşması sağlanabiliyor.

Araştırmacıların yumuşak bir polimerin içine diziler hâlinde mikrobaloncuklar gömerek elde ettiği yapay kaslar, iskelet kaslarına işlevsellik kazandıran iki temel özelliğe de sahip. Birincisi, malzemenin hiyerarşik bir yapısı var. Tekil mikrobaloncuklar biyolojik kaslardaki miyofibriller gibi iş görüyor. Tıpkı biyolojik kaslardaki motor birimlerin toplu hareketleri sonucunda makroskobik hareketler ortaya çıkması gibi her bir mikrobaloncuğun etrafında ortaya çıkan yerel itkiler de daha büyük ölçekte hareketler ortaya çıkarıyor.

İkincisi, üretilen yapay kaslarda farklı büyüklüklerde mikrobaloncuklar bulunuyor. Baloncukların rezonans frekansının büyüklüklerine bağlı olması nedeniyle kasların farklı bölgelerini harekete geçirmek için farklı frekanslarda ultrason dalgaları gerekiyor. Tıpkı biyolojik kasların karmaşık hareketlerinin farklı frekanslara sahip sinir sinyalleriyle kontrol edilmesi gibi yapay kasların bükülme, kavrama gibi karmaşık hareketleri de çeşitli frekanslarda ultrason dalgaları kullanarak kontrol edilebiliyor.

Deneyler, yapay kasların bükülme ve kavrama hareketlerinin nazik nesnelere güvenli biçimde kontrol etmek için yararlı olabileceğini gösteriyor. Yapay kaslar zebra balığı larvalarını zarar vermeden kavrayabiliyor.

Araştırmacılar, yüzeylere tutunan ve tutunduğu yüzeyin şeklini alan yapay kas parçaları da üretti. Cansız ortamda domuz kalpleriyle yapılan deneylerde



(a) Shi ve arkadaşlarının geliştirdiği yapay kaslar, yumuşak bir polimer malzemenin içine gömülmüş farklı büyüklüklerdeki mikrobalonculardan oluşuyor. Farklı büyüklükteki baloncuklar farklı frekanslardaki ultrason dalgaları tarafından harekete geçirilmesi yapay kasların esneme, bükülme gibi hareketler yapmasını sağlıyor.

(b) Yapay kaslar zebra balığı larvaları gibi nazik şeyleri zarar vermeden kavrayabiliyor.

manyetizmayla kontrol edilen yumuşak robotlar gibi kontrol ile görüntülemenin birbirini engellediği alternatif yaklaşımlar karşısında bir avantaj sağlıyor.

Geliştirilen yapay kaslar ile ilgili henüz aşılması gereken sorunlar da var. Kesintisiz kullanıldığında yapay kasların yapısındaki mikrobaloncuklar yavaş yavaş

büyümeye başlıyor ve bu durum kasların işleyişinin kararsız hâle gelmesine yol açıyor. Araştırmacılar, ince polimer katmanlarla baloncukları içinde buldukları boşluklara sabitleyerek bu sorunun aşılabileceğini düşünüyor. Bir

Kaynaklar

Shi, Z., ve ark., "Ultrasound-driven programmable artificial muscles", *Nature*, Cilt 646, s. 1096, 2025.
Rufo, J., ve Huang, T. J., "Artificial muscles powered by ultrasound", *Nature*, Cilt 646, s. 1061, 2025.

diğer sorun ultrason kaynağından uzaklaşıldıkça kasların ses dalgalarından kazandığı enerjinin ve dolayısıyla kasların hareket miktarının azalması. Teorik olarak bu sorun, ultrason kaynağının gücünü artırarak ya da ultrason dalgalarını hassas bir biçimde bir noktaya odaklayarak çözülebilir ancak öncelikle bu yaklaşımların canlı ortamda güvenli bir biçimde çalışıp çalışmayacağını test edilmesi gerekiyor. Son olarak tüm deneylerin cansız ortamda ve dolayısıyla kontrollü koşullar altında yapıldığını belirtelim. Kemiklerin ya da yumuşak dokuların ultrason dalgalarını saçtığı ya da soğurduğu canlı ortamlarda, yapay kas hareketlerinin ne ölçüde kontrol edilebileceği henüz bilinmiyor.

Her ne kadar henüz aşılması gereken sorunlar olsa da Shi ve arkadaşlarının geliştirdiği yapay kaslar ve gerçekleştirdiği deneyler, ses dalgalarından güç alan yumuşak robotların tıbbi uygulamalar açısından büyük bir potansiyel taşıdığını gösteriyor. Ultrason dalgalarının frekansı aracılığıyla hareketleri kontrol edilebilen robotlar, insan vücudunda dolaşan ve insan vücudundaki dokularla etkileşen ya da dokulara ilaç dağıtımını yapan mikrorobotlar geliştirilmesine giden yolda büyük bir adım olarak görülüyor. ■

Sürdürülebilir Tarım İçin Mikroalg Temelli Yeni Nesil Biyopestisit

Hayriye Yetiş Avcı [TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi

Bitkilerde verim ve kalite kaybına neden olan böcek, mantar, bakteri gibi hastalık etmenleri ve zararlılarla mücadele etmek için kullanılan pestisitler, günümüzde tarımsal faaliyetlerin vazgeçilmez bir parçası. Ancak pestisitler sürdürülebilir tarıma katkıda bulunsa da yanlış ve aşırı kullanımı insan ve çevre sağlığı için büyük riskler oluşturabiliyor. Bu nedenle tarımsal zararlıları toksik olmayan ve çevre dostu yöntemlerle kontrol altına almak tüm dünya genelinde gittikçe önem kazanan bir konu hâline geldi. Günümüzde tarım zararlıları ile mücadelede çoğunlukla sentetik pestisitler kullanılıyor. Dolayısıyla sentetik pestisitlere kıyasla çok daha az toksik olan ve doğrudan hedeflemediği hâlde pestisit uygulamalarından

etkilenen canlılar (hedef dışı organizma olarak isimlendirilir) üzerinde neredeyse hiç tehdit oluşturmayan biyopestisitleri geliştirilmesine ve kullanımının yaygınlaştırılmasına yönelik çalışmalar gün geçtikçe daha fazla değer kazanıyor.

Boğaziçi Üniversitesi İstanbul Mikroyosun Biyoteknolojileri Araştırma ve Geliştirme Birimi (İMBİYOTAB), Fransız biyoteknoloji şirketi Immunrise Biocontrol iş birliğiyle mikroalg temelli yeni nesil biyopestisit geliştiriyor. Projede kullanılan *Amphidinium carterae*, bitki hastalıklarının kontrolünde yüksek etkinliğe sahip olduğu bilinen, dinoflagellat grubuna ait, kahverengi pigmentlere sahip bir deniz mikroalgidir. Bu mikroalg, ürettiği doğal moleküllerle *Phytophthora infestans* isimli etmenin neden olduğu mildiyö hastalığına karşı çevre dostu ve yüksek etkili bir çözüm sunuyor.



Mildiyö hastalığı nedeniyle domatesin yüzeyinde meydana gelen lekeler zamanla büyüyerek kahverengi benekler şeklinde çürüklere dönüşür.

Mantar benzeri mikroorganizmaların neden olduğu mildiyö hastalığı özellikle nemli ve serin havalarda tüm bitkiyi hızla kaplayarak bitkinin gelişimini engelliyor. Ürün kalitesini düşürerek üzüm, patates, domates gibi tarım ürünlerinde ciddi verim kayıplarına yol açabiliyor.

Proje yürütücüsü Boğaziçi Üniversitesi Çevre Bilimleri Enstitüsü Öğretim Üyesi Doç. Dr. Berat Haznedaroğlu mikroalglerden elde edilen biyopestisitlerin sentetik pestisitlere ihtiyaç duymadan mildiyö hastalığı ile mücadelede çiftçilere etkili çözüm



INDEPENDENT projesinin koordinatörü ve operasyonel birim direktörü olan Doç. Dr. Berat Z. Haznedaroğlu

yolları sunacağını ifade ediyor. Haznedaroğlu, mikroalglerin biyoteknoloji uygulamalarında kullanımına yönelik bilgi birikimlerini sürdürülebilir tarım yaklaşımlarına entegre ettiklerini ve tarımda uygulanabilir hâle getirdiklerini belirtiyor. Ayrıca geliştirdikleri projeye bitki hastalıklarına karşı güvenli ve yenilikçi çözümler üretmenin mümkün olduğunu dile getiriyor.

Projenin ürün geliştirme ve pilot ölçekli AR-GE süreçleri Biyoekonomi Odaklı Kalkınma İçin Entegre Biyorafineri Konsepti (INDEPENDENT) Projesi kapsamında Avrupa Birliği ile T.C. Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı desteğiyle Boğaziçi Üniversitesi Sarıtepe Yerleşkesi'nde kurulan ileri mikroalg biyorafinerisinde yürütülüyor. Bu tesiste yetiştirilen mikroalglerin ürettiği biyopestisit özellik gösteren moleküller tarım ürünlerinde hastalıklara neden olan zararlıları etkisiz hâle getirebiliyor. Biyopestisit olarak kullanılabilen bu moleküllerin

miktarını ve etkinliğini artırmak amacıyla hibrit bir yetiştirme sistemi uygulanıyor. Bu sistemde doğal ışık ve yapay LED aydınlatmalar bir arada kullanılarak ışık koşulları hassas bir şekilde kontrol ediliyor. Tüm süreçler gelişmiş cihazlarla gerçek zamanlı olarak izleniyor. Bu sayede ürünleri hem hastalıklardan korumak hem de ticari amaçla yapılan tarım için gerekli kalite standartlarını sağlamak mümkün hâle geliyor.

Geliştirilen proje yalnızca tarımsal ürünlerin hastalıklardan korunmasını sağlamak ve tarımda verim kaybını azaltmakla kalmıyor aynı zamanda doğal kaynakların sürdürülebilir kullanımını destekleyerek ekosistemin korunmasına ve işlevini sağlıklı bir şekilde sürdürmesine katkıda bulunuyor. ■

Kaynaklar

<https://www.aa.com.tr/tr/bilim-teknoloji/bogazici-universitesi-mikroalg-temelli-biyopestisit-gelistirecek/3755184>
<https://independent.bogazici.edu.tr/tr/proje-tanitimi>
<https://www.immunrisebiocontrol.fr/en/biopesticide/>
https://www.tarimorman.gov.tr/GKGM/Belgeler/Uretici_Bilgi_Kosesi/Brosurler/Domates_Mildiyosu_Liflet.pdf

T.C. Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı tarafından yürütülen Rekabetçi Sektörler Programı kapsamında gerçekleştirilen Biyoekonomi Odaklı Kalkınma İçin Entegre Biyorafineri Konsepti (INDEPENDENT) Projesi, Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti'nin mali iş birliğinde desteklenerek 2021 yılında başladı. Proje kapsamında İstanbul Mikroyosun Biyoteknolojileri Araştırma ve Geliştirme Birimi (İMBİYOTAB) çatısı altında Avrupa'nın ilk karbon negatif biyorafineri tesisi kuruldu. Tesiste enerji, sağlık, gıda, tarım, hayvancılık ve çevre alanlarında kullanılabilecek biyoyakıt, fonksiyonel gıda, biyogübre gibi 11 farklı yosun temelli biyoteknolojik ürün geliştiriliyor.

Merak Ettikleriniz

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

“Gece Kuşu” ya da “Sabah İnsanı” Diye Bir Ayrım Gerçekten Var mı?

İnsanların zihnen ve bedenen kendini daha zinde ve enerjik hissettiği saatlere göre “gece kuşu” ya da “sabah insanı” diye nitelediğine rastlamışsınızdır. Hatta belki kendiniz için de bu nitelemelerden birini kullanıyorsunuz. Bunlar kulağa öznel değerlendirmeler gibi gelse de aslında bilimsel olarak da tespit edilmiş bir sınıflandırmaya karşılık geliyor.

Bilim insanları, bireylerin günün hangi saatlerinde daha uyanık, enerjik ve üretken olduklarını belirleyen biyolojik temelli bu tercihleri “kronotip” olarak adlandırıyor. Kronotipler, vücudumuzdaki biyolojik saatin yani sirkadiyen ritmin, uyku düzenimizi ve günlük zihinsel-fiziksel performansımızın zamanlamasını nasıl etkilediğini ifade ediyor.

Kronotipler kabaca üç ana grupta toplanıyor: sabahçı tip, akşamcı tip ve ara tip. Sabahçı tipler yani popüler tabirle sabah insanları, erken saatlerde kendiliğinden uyanabilen ve sabahın ilk saatlerinde zihinsel olarak daha hızlı toparlanan, dikkat, hafıza ve problem çözme gibi bilişsel becerilerde günün erken saatlerinde daha yüksek performans gösteren bireylerdir. Popüler dilde gece kuşu olarak tabir edilen akşamcı tipler ise sabahları uyanmakta zorlanır, gün içinde zihnen yavaş yavaş açılır ve özellikle akşam saatlerinden itibaren zihinsel olarak daha uyanık, yaratıcı ve kolay odaklanabilir hâle gelir. Ara tip ise uyanıklık ve zindelik açısından sabah ya da akşam saatlerine belirgin bir yönelim göstermeyen,



Alexey Yaremko / iStock

günün farklı zamanlarında görece dengeli bir uyanıklık düzeyine sahip bireyleri temsil eder. Toplumun büyük çoğunluğu bu ara tip içinde yer alır. Öte yandan aslında kronotip kavramı net kategoriler olarak değil, bir yelpaze yani spektrum şeklinde değerlendirilir.

Yapılan araştırmalar, insanların sabahçı ya da geceli olma eğilimlerinin sadece alışkanlıklardan kaynaklanmadığını, kronotiplerin önemli ölçüde genetik temele dayandığını gösteriyor. Ancak bu eğilimler kişinin gün ışığına ne kadar maruz kaldığı, iş okul düzeni, yaş ve yaşam tarzı gibi etkenlerle zaman içinde kısmen değişebiliyor.

Günün doğru zaman aralığında yeterli ve kaliteli uyku almanın, sağlığın önemli bir bileşeni olduğu biliniyor. Akşamcı tipteki bireyler genellikle geceleri daha aktif olma eğilimi gösterdikleri için uyku süresinin ve kalitesinin düşük olması sağlık risklerine neden olabilir. Bu yüzden bu bireylerin yatma saatlerini ve koşullarını, yeterli ve kaliteli bir uykuyu temin edecek biçimde ayarlamak için özel bir çaba göstermesi gerekebilir. Öte yandan kronotip kavramını mutlak bir sınıflandırma olarak kabul etmek doğru değil. Bu kavrama temkinli yaklaşmak, bireysel farklılıklara, bağlamlara ve şartlara göre gerçekleşebilen değişimleri de göz önünde bulundurmaya gerekiyor.

Kaynaklar

<https://doi.org/10.1093/sleep/zsw048>

<https://doi.org/10.1016/j.slsci.2014.09.004>

Neden Bazı Kadınların Ayağı Hamilelikte Kalıcı Olarak Büyür?

Herkesçe pek bilinmese de hamilelik sırasında bazı kadınların ayak numarasında artış olması rastlanabilen bir durum. Yapılan bilimsel çalışmalar, gebelik sürecinde ayağın uzunluğunda, genişliğinde ve hacminde artış; ayağın tabanında topuk ile tarak kemikleri arasında kalan ve yere tam temas etmeyen kavisli yapı olan ayak kemerinde ise belirgin bir alçalma meydana gelebildiğini ortaya koyuyor. Özellikle ilk gebelikten sonra bu değişikliklerin bir kısmının doğumdan sonra kalıcı olarak sürdüğü gösterilmiş.

Bu duruma katkıda bulunabilecek etmenlerden biri, gebelikte düzeyi artan relaksin hormonu.

Relaksin hormonunun doğuma hazırlık amacıyla pelvisteki bağ dokuları gevşettiği biliniyor. Benzer biçimde ayak kemerini destekleyen bağ dokularının da esnekliğini artırarak ayak kemerinin dayanımını azaltabileceği düşünülüyor. Bu durum, kemerin zamanla alçalmasına dolayısıyla ayağın daha uzun ve daha geniş bir yapı kazanmasına zemin hazırlayabilir.

İkinci önemli etmen gebelikte artan vücut ağırlığı. Kilo artışı ayaklara sürekli olarak etki eden dikey yöndeki yükü artırır ve bu yük ayak kemerinde uzun süreli bir zorlanmaya neden olur. Buna ek olarak hamilelik ilerledikçe vücudun ağırlık merkezinin öne kayması, ayağa binen yükün ayak tabanı üzerindeki dağılımını değiştirerek yükün ön ayak bölgesinde daha fazla yoğunlaşmasına neden olabilir. Bu mekanik değişimlerin bir araya gelmesiyle bazı kadınlarda ayak kemerinde alçalma ve taban alanında genişleme görülebilir.

Öte yandan hamilelikte sık rastlanan sıvı tutulumu yani ödem, ayaklarda geçici bir şişliğe yol açar ancak bu durum çoğu kadında doğumdan sonra geriler. Bilimsel araştırmalar kalıcı ayak numarası artışının ödemden çok yukarıda açıklanan nedenlere dayandığını gösteriyor. Ancak araştırmalarda bu değişikliklerin her kadında ortaya çıkmadığı ve bireysel farklılıklar gösterdiği de vurgulanıyor. ■

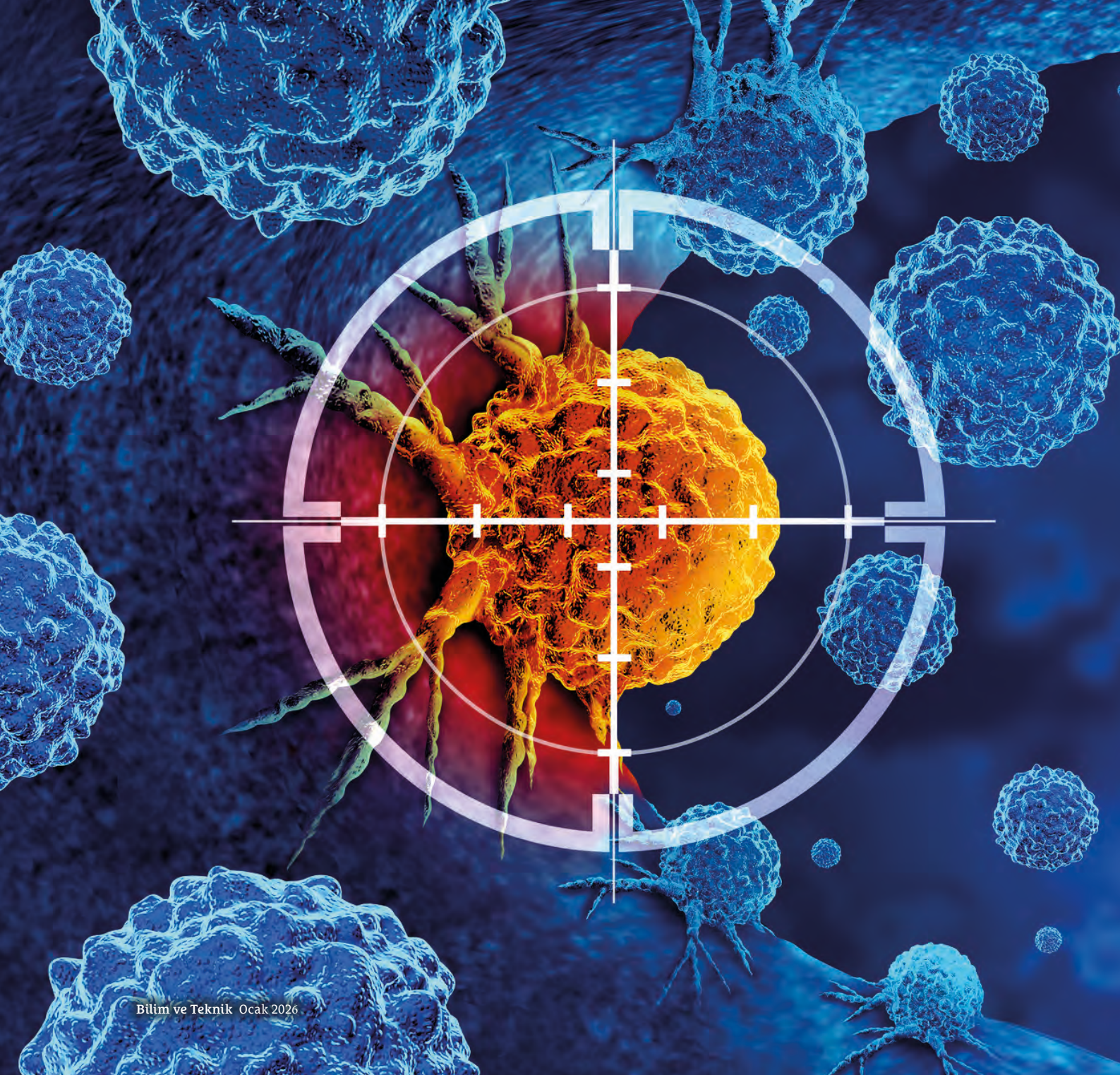
Kaynaklar

<https://doi.org/10.1097/phm.0b013e31827443a9>
<https://doi.org/10.3390/ijerph21050638>



Gençlerde Görülen Kanserlerin Sessiz Yükselişi

Dr. Özlem Ak [TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi



Son otuz yılda dünya genelinde 50 yaş altındaki bireylerde kanser vakalarının belirgin biçimde arttığı görülüyor. Kanser uzun yıllar boyunca yaşlılıkla ilişkilendirilen bir hastalık olarak tanımlansa da 1990'lardan itibaren erken yaşta görülen kanserlerin oranında istikrarlı bir artış gözlemleniyor. 1990–2019 yıllarını kapsayan küresel bir analiz, 50 yaş altı kanser vakalarının dünya genelinde %79 oranında arttığını, bu vakalara bağlı ölümlerde ise %28'lik bir yükseliş yaşandığını gösteriyor. Özellikle 1990 sonrası doğarlarda bu artış daha belirgin; en hızlı yükseliş pankreas, ince bağırsak, tiroid, böbrek ve kalın bağırsak kanserlerinde görülüyor.

Amerika Birleşik Devletleri'nde (ABD) tüm kanser vakalarının yaklaşık %88'i hâlâ 50 yaş üzerindeki bireylerde görülse de ailesinde kanser öyküsü olmayan genç yetişkinlerde kanser tanısı alma oranı dikkat çekici biçimde artıyor. Cleveland Kliniğinden onkolog Alok Khorana, artık otuzlu yaşlarında, dışarıdan tamamen sağlıklı görünen kişilere bile kanser teşhisi konduğunu belirtiyor. Kanser genellikle yaşlılıkla ilişkilendirilmesi, gençlerde ortaya çıkan belirtilerin çoğu zaman önemsenmemesine ya da farklı nedenlere bağlanmasına yol açıyor. Bu nedenle pek çok vaka ancak hastalığın ileri aşamalarında fark ediliyor.

Khorana'nın klinik gözlemleri, geniş ölçekli verilerle de doğrulanıyor. Farklı ülkelerde yürütülen kapsamlı araştırmalar, genç yetişkinlerdeki kanser artışının rastlantısal olmadığını gösteriyor. Bu konuda yapılan en kapsamlı çalışmalardan biri, Londra Kanser Araştırma Enstitüsünden Amy Berrington de González ve ekibine ait. Bilim

insanları, Dünya Sağlık Örgütüne (WHO) bağlı Uluslararası Kanser Araştırma Ajansının (IARC) Global Cancer Observatory verilerini kullanarak 2003–2017 yılları arasında 42 ülkedeki 13 farklı kanser türünü inceledi. Araştırmada 20–49 yaş arası genç yetişkinler ve 50 yaş üstü bireyler karşılaştırıldı. Sonuçlar çarpıcıydı: Kan, tiroit, meme, kalın bağırsak, böbrek ve rahim iç duvarı (endometrium) kanserleri genç yetişkinlerde, 42 ülkenin en az %75'inde artış gösterdi. Ancak bu altı kanser türünden beşi yaşlı bireylerde de benzer bir artış eğilimi sergiliyordu. Tek istisna kalın bağırsak kanseriydi.

Erken yaşta görülen kalın bağırsak kanseri vakaları ülkelerin %88'inde artarken yaşlılarda bu oran %55'te kaldı. Başka bir deyişle gençlerdeki artış incelenen ülkelerin yaklaşık %70'inde yaşlılardan daha fazlaydı. Berrington'a göre bu farkın en önemli nedenlerinden biri, kanser tarama programlarının çoğunlukla ileri yaştaki kişilere yönelik olması.



Tek Image / SPL / Getty Images

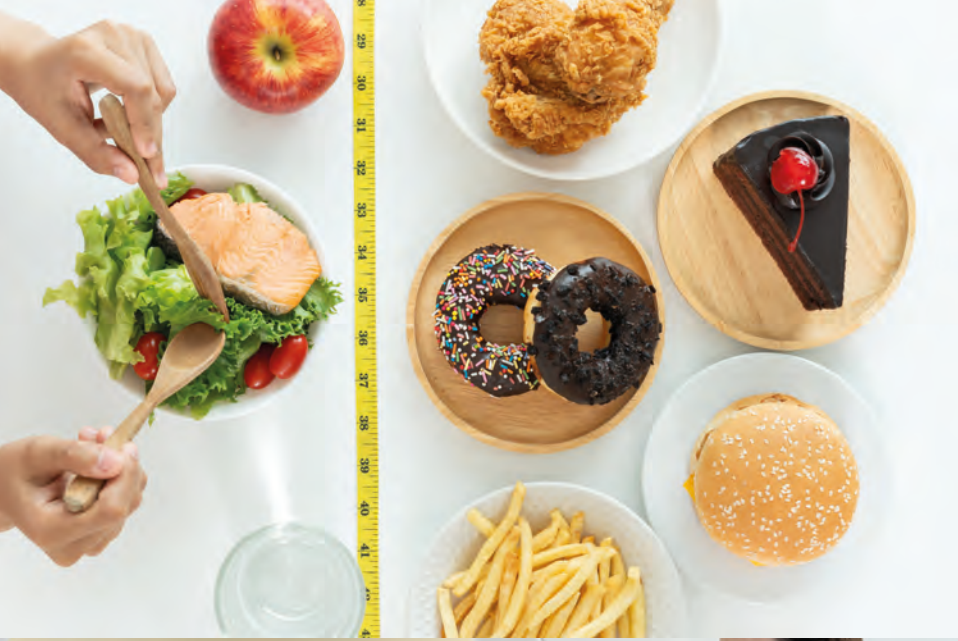
ABD, Kanada, Avustralya ve Birleşik Krallık gibi ülkelerde düzenli yapılan taramalar sayesinde yaşlı bireylerde kanser erken evrede saptanabiliyor. Ancak gençlerde bu tür taramalar genellikle yapılmadığından hastalık çoğu zaman ilerlemiş evrede fark ediliyor. Araştırmaların bir diğeri önemli bulgusu ise hem genç hem de yaşlı yetişkinlerde artış gösteren kanser türlerinin obeziteyle yakından ilişkili olması. Bu sonuç, obezitenin yalnızca metabolik hastalıklarla değil aynı zamanda kanserle de güçlü bir bağlantısı olduğunu ortaya koyan önceki çalışmalarla tutarlılık gösteriyor.

Modern Yaşamın Biyolojik İzleri

Kanserin yaş dağılımında gözlenen bu değişim, modern yaşamın hızlı dönüşümüyle yakından ilişkili. 1990'lardan bu yana toplumda obezite oranındaki hızlı artış, hareketsiz yaşam, yüksek kalorili ve düşük lifli beslenme, çevresel kirleticiler ve antibiyotiklerin aşırı kullanımı dünya genelinde yaygınlaştı. Tüm bu etkenler, kanser gelişiminde rol oynayan biyolojik süreçleri doğrudan veya dolaylı biçimde etkiliyor.

Obezite yalnızca fazla kilo anlamına gelmiyor aynı zamanda vücudun bağışıklık sisteminin düşük düzeyde sürekli uyarılması nedeniyle kronik bir yangı hâlinin sürmesine yol açıyor. Bağışıklık sisteminin bu uzun süreli uyarılmış hâli, zamanla dokularda belirti vermeden ilerleyen yangıya, hücrelerde DNA hasarına ve kanser oluşma riskinin artmasına neden olabiliyor. Yağ dokusu, leptin ve östrojen gibi hormonlar salgılayarak hücrelerin kontrolsüz çoğalmasına, oksidatif strese ve DNA'da mutasyonlara zemin hazırlıyor. Bu mekanizmaların etkisi özellikle kalın bağırsak, endometrium, pankreas ve böbrek kanserlerinde daha belirgin.

Ancak obezite, tek başına kanser oranlarındaki bu artışı açıklamaya yetmiyor. Bu kapsamda beslenme biçiminin bağırsak mikrobiyomu üzerindeki etkileri de giderek daha fazla önem kazanıyor. Lif bakımından yetersiz, yağ ve şeker oranı yüksek bir beslenme biçimi, bağırsakta yaşayan yararlı ve zararlı mikroorganizmalar arasındaki hassas dengeyi bozabiliyor. Bu durum, "disbiyozis" olarak tanımlanıyor. Bağırsaktaki bu dengenin bozulması, kısa zincirli yağ asitleri gibi



Bağırsak Mikrobiyomunun Karanlık Yüzü

Bağırsak mikrobiyomundaki değişimlerin, özellikle kalın bağırsak kanseri riskinde kilit rol oynadığı düşünülüyor. Son derece karmaşık bir mikrobiyal ekosistem olan bağırsak mikrobiyomu bağışıklık sisteminin sağlıklı çalışması, toksinlerin etkisizleştirilmesi ve metabolik dengenin korunması açısından hayati öneme sahip. Ancak antibiyotiklerin aşırı kullanımı, düşük lifli beslenme ve çevresel kirlenmelere maruz kalma, bu hassas dengeyi bozabiliyor.

Mikrobiyomun yapısındaki bu değişimler, bağırsakta zararlı bakterilerin çoğalmasına, yararlı türlerin azalmasına ve yangıyla ilişkili biyokimyasal süreçlerin hızlanmasına yol açabiliyor. Bilim insanları, bu zincirleme etkinin özellikle kalın bağırsakta DNA hasarını ve kanser riskini artırdığını belirtiyor.

Geçtiğimiz yılın nisan ayında *Nature* dergisinde yayımlanan bir araştırma, erken yaşta görülen kalın bağırsak kanserlerinin ortaya çıkışında mikrobiyal etkenlerin rolü olabileceğine işaret ediyor. San Diego California Üniversitesinden genetikçi Ludmil Alexandrov ve İspanya Ulusal Kanser

yararlı işlevleri olan bileşiklerin azalmasına, bağışıklık sisteminin gereğinden fazla çalışmasına ve DNA onarım mekanizmalarının zayıflamasına yol açabiliyor. Laboratuvar deneyleri de bu süreçlerin etkisini destekliyor: Yağ ve şeker oranı yüksek beslenme, hücrelerde bölünme sırasında kanserle ilişkili genetik

değişimlerin ortaya çıkma olasılığını belirgin biçimde artırıyor. Kısacası modern yaşamın getirdiği beslenme alışkanlıkları yalnızca metabolizmayı değil, hücrelerimizin genetik yapısını ve işleyişini de etkileyebiliyor.

Nuttawan Jayawan / iStock

Tashi-Delek / Getty Images

Araştırma Merkezinden (CNIO) Marcos Daz-Gay liderliğindeki ekip, 11 ülkeden alınan 981 kanserli doku örneğinin DNA'sını inceledi. Araştırmada bazı tümör rneklerinin DNA'sında bağırsakta yaşıyan *E. coli* bakterisinin ürettiğı kolibaktin adlı toksinin yol açtığı hasarlar saptandı. Kolibaktin, DNA'nın çift zincirinde kırıklar oluşturarak hücre bölünmesini düzenleyen genlerin işlevini bozabiliyor. Bulgular, bu toksinin DNA'da bıraktığı kendine özgü genetik değişim izlerinin özellikle 40 yaş altındaki hastalarda yaşlı bireylere kıyasla yaklaşık üç kat daha sık görüldüğünü ortaya koydu. Bu durum, çocukluk ya da ergenlik döneminde

bağırsakta kalıcı olarak bulunan bazı bakterilerin yıllar içinde kalın bağırsak kanseri gelişimi için zemin hazırlayabileceğini düşündürüyor.

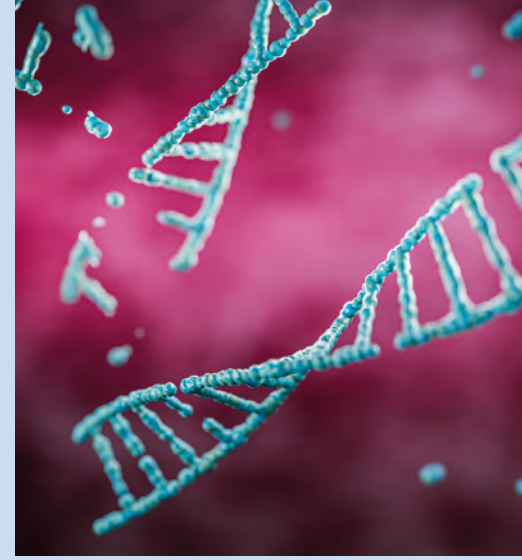
Araştırmacılar, bu mekanizmanın erken yaşta görülen kanser vakalarının yalnızca bir kısmını açıklayabileceğini, bunun dışında farklı biyolojik süreçlerin de etkili olabileceğini vurguluyor. Yine de bu sonuçlar, mikrobiyom sağlığının yaşamın erken dönemlerinden itibaren kanser riskini şekillendirebileceğine dair gcl kanıtlar sunuyor.

Görünmeyen Tehlikeler: Mikroplastikler ve Kimyasal Kirleticiler

Son yıllarda yapılan araştırmalar, mikroplastikler ve PFAS (perfloroalkil ve polifluroalkil maddeler) ya da bilinen adıyla “sonsuz kimyasallar” gibi maddelerin kanserin gelişimine zemin hazırlayan süreçlerde dolaylı bir rol oynayabileceğini gösteriyor. Mikroplastikler sadece su, toprak ve havada değil insan dokularında hatta kan ve plasentada bile tespit edildi. Bu parçacıklar, bağışıklık hücrelerini sürekli uyararak vücutta düşük düzeyli ama kalıcı bir yangıya neden olabiliyor. Bu süreçte hücrelerde oksidatif stres yani zararlı oksijen türevlerinin birikmesiyle ortaya çıkan kimyasal baskı oluşuyor. Bu baskı, hücrelerin DNA'sına zarar vererek genlerde kalıcı değişiklikler meydana getirebiliyor. Böylece hücreler zamanla kontrolsüz şekilde çoğalmaya yatkın hâle geliyor.

Laboratuvar deneylerinde mikroplastiklerin hücre zarını zedelediğı, hücrenin enerji üretim merkezi olan mitokondrinin işlevini bozduğunu ve DNA onarım mekanizmalarını zayıflattığı gösterildi. Bu tür hasarlar biriktiğinde hücrelerin genetik yapısında mutasyonların görülme sıklığı artar, bilim insanları bu





durumu “genomik kararsızlık” olarak adlandırıyor ve kanserin ortaya çıkış sürecinin erken ve kritik basamaklarından biri olarak kabul ediliyor.

PFAS bileşikleri ise doğada çözünmediği için “sonsuz kimyasallar” olarak anılıyor. Vücuda alındıklarında kolayca atılmıyor özellikle karaciğer, böbrek, testis ve tiroit dokularında birikiyor. Bu bileşikler, hormon dengesini düzenleyen sistemleri etkileyerek hormonların etkisini taklit edebiliyor ya da engelleyebiliyor. Yani östrojen, tiroid hormonu veya stres hormonlarının normal

işleyişini bozabiliyor. Bu durum endokrin sistemini bozucu etki olarak tanımlanıyor. Hormon dengesinin bozulması, hücre bölünmesi ve bağışıklık gibi süreçleri etkileyerek uzun vadede kansere zemin hazırlayabiliyor. Henüz erken yaşta görülen kanserlerle bu maddeler arasında doğrudan bir neden-sonuç ilişkisinin olduğu kanıtlanmamış olsa da mikroplastikler ve PFAS’ın bu tür biyolojik stresleri tetikleyerek hücreleri daha savunmasız hâle getirdiği düşünüyor.

Gençlerde Farklı Seyreden Tümörler

Bazı araştırmacılar, gençlerde görülen tümörlerin biyolojik olarak yaşlılarda görülenlerden farklı olduğunu düşünüyor. Erken yaşta kanserlerin daha hızlı geliştiği, genetik kararsızlığın daha yüksek olduğu ve tümörün sürekli etkileşim hâlinde olduğu mikroçevresinin farklı davrandığı gözleniyor. Normalde bir tümörün oluşması 5 ila 15 yıl sürerken erken yaşta gelişen kalın bağırsak kanserinin birkaç yıl içinde ortaya çıktığı bildiriliyor. Bu durum, klasik tarama aralıklarının genç bireyler için yetersiz kalabileceğini gösteriyor. Bu nedenle araştırmacılar, tümörlerin biyolojik yaşını ve moleküler profillerini belirleyerek hangi vakaların genetik olarak daha agresif seyrettiğini anlamaya çalışıyor.



Povozniuk / iStock

Umut Veren Gelişmeler

Tüm bu olumsuz tabloya rağmen umut verici gelişmeler de var. Yeni tarama ve erken teşhis yöntemleri özellikle kolonoskopi ve DNA tabanlı testler sayesinde birçok kanser türünde ölüm oranları düşüyor. Bazı ülkelerde tarama yaşı 40'lara kadar çekildi. ABD'de Amerikan Kanser Derneği 2018'de tarama yaşını 50'den 45'e indirerek önemli bir adım attı. Türkiye'de ise rahim ağzı kanseri tarama programları 30 yaş ve üzerindeki kadınlara, meme kanseri tarama programı 40 yaş ve üzerindeki kadınlara, kolon



kanseri tarama programları ise 50 yaş ve üzerindeki bireylere uygulanıyor.

Bilim insanları, erken yaşta görülen kanser vakalarındaki artışın nedenlerini anlamak için geçmişe dönük uzun dönemli veriler topluyor. Çünkü kanserin latent (gizli) dönemi on yıllar sürebiliyor, anne karnında veya çocuklukta maruz

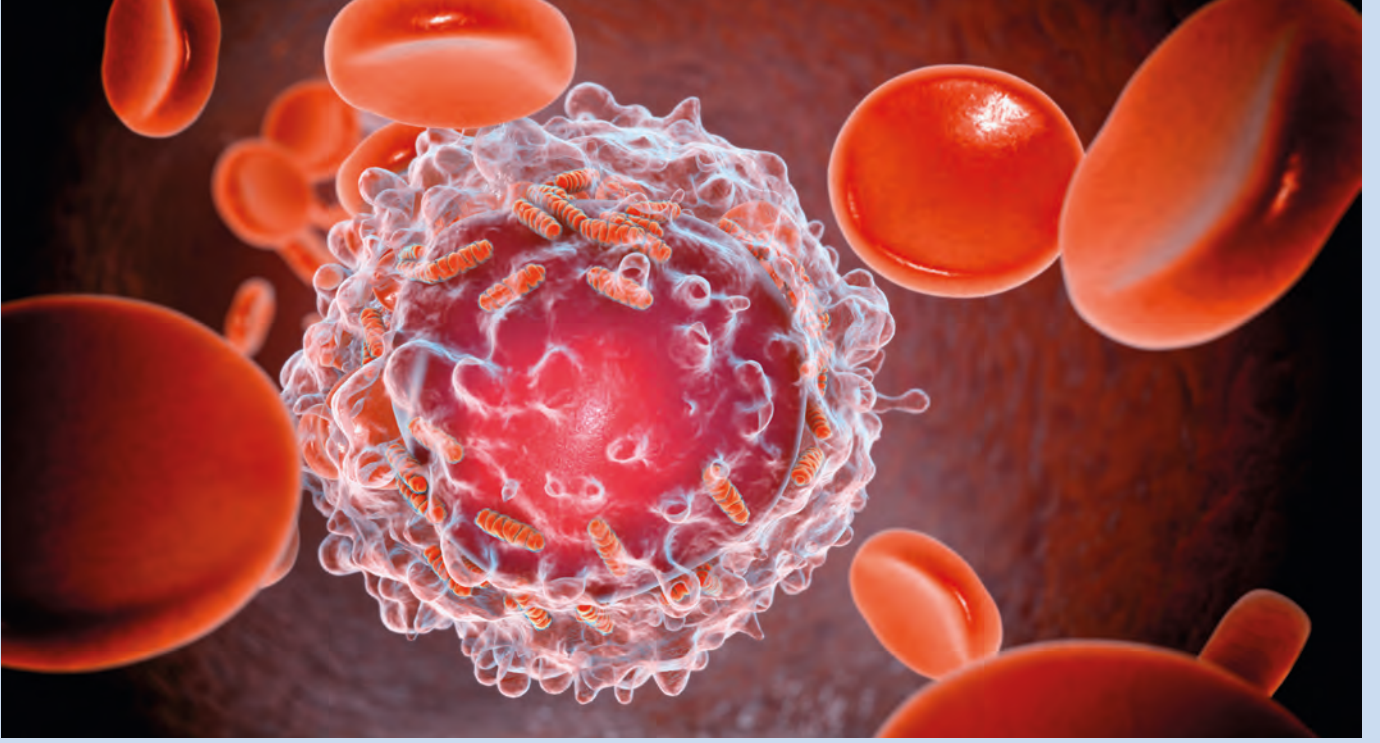
Türkiye'deki Tablo Ne Söylüyor?

Türkiye'de Sağlık Bakanlığının Ulusal Kanser Kayıt Sistemi verilerine göre genç yaşlarda görülen kanserlerin dağılımı dikkat çekici biçimde farklılaşıyor. 15-24 yaş grubunda erkeklerde testis kanseri, kadınlarda ise tiroit kanseri en sık görülen kanser türleri arasında ilk sırada yer alıyor. Bu yaş aralığında Hodgkin lenfoma ve bağırsak kanseri de azımsanmayacak oranlarda görülüyor.

25-49 yaş aralığında ise kadınlarda meme kanseri, kanser vakalarının üçte birinden fazlasını oluşturuyor, tiroit ve bağırsak kanseri sırasıyla bunu izliyor.

Bu tablo, Türkiye'de "genç erişkin" olarak tanımlanan yaş gruplarında erken tanı konulabilen, hormon dengelerinden etkilenen, beslenme alışkanlıkları ve yaşam tarzıyla ilişkili olan kanser türlerinin öne çıktığını gösteriyor.

Ulusal kayıtlar, genç yaşta kanserlerin görülme sıklığındaki artışa dair uzun dönemli bir eğilimi henüz net biçimde ortaya koymuyor ancak klinik gözlemler ve hastane verileri 50 yaş altı bağırsak kanserinde belirgin bir artış eğilimine dikkat çekiyor. Bu bulgular, genç yaşta kanserlerin yalnızca genetik yatkınlıkla değil beslenme alışkanlıkları, çevresel kirlenmeler, hormonal dengesizlikler ve yaşam tarzı değişimleriyle de bağlantılı olabileceğini düşündürüyor.



kalınan bir etken, yetişkinlikte kansere dönüşebiliyor. Bu nedenle gebelikten itibaren bireyleri izleyen nesiller arası kohort çalışmaları, risk faktörlerini tanımlamak açısından kritik önem taşıyor.

Bugün bilim insanların üzerinde uzlaştığı nokta şu: Erken yaşta görülen kanserlerin tek bir nedeni yok. Bu durum genetik yatkınlık, epigenetik değişimler, beslenme

biçimleri, bağırsak mikrobiyomu ve çevresel kirleticiler gibi etkenlerin bir araya gelmesiyle ortaya çıkan çok katmanlı bir sorun. Yine de elimizde güçlü bir savunma aracı var: farkındalık. Sağlıklı yaşam alışkanlıklarını erken yaşta edinmek, düzenli tarama programlarına katılmak ve çevresel riskleri azaltmak, gençlerde kanserin bu “sessiz yükselişinin” etkisini hafifletebilir.

Belki de 21. yüzyılda kanserle mücadele yalnızca genetik düzeyde yürütülen yaklaşımlarla sınırlı olmayan; bağırsaklarımızı, sofralarımızı ve doğayla kurduğumuz ilişkiyi de kapsayan geniş bir mücadele alanıdır. Modern yaşam tarzının biyolojik ve çevresel etkileri karmaşık olsa da bilimsel ilerlemeler ve sağlıklı yaşam tercihleri bu riskleri azaltmak için en güçlü araçlarımız olarak görülüyor. ■

Kaynaklar

<https://www.sciencenews.org/article/why-young-people-getting-cancer>

<https://www.the-scientist.com/obesity-related-cancers-are-rising-in-young-and-old-73621>

<https://doi.org/10.1038/s41586-025-09025-8>

<https://doi.org/10.1093/jnci/djz098>

T.C. Sağlık Bakanlığı, Türkiye Kanser İstatistikleri 2019–2020 Raporları, Halk Sağlığı Genel Müdürlüğü, Ulusal Kanser Kayıt Sistemi verileri.

<https://hsgm.saglik.gov.tr/tr/kanser-taramalari>

Yapay Zekâda Akıl Yürütmenin Sınavı

Murat Can Işık [*Bilgisayar Mühendisi, Makine Öğrenmesi Donanımı, Stanford Üniversitesi*]

Yapay zekâ artık yalnızca teknoloji şirketlerinin laboratuvarlarında değil, gündelik hayatımızın her alanında etkili bir şekilde kullanılıyor. Telefonun sabah alarmı ertelerken ekran parlaklığını otomatik ayarlaması, kameranızın fotoğrafı çektikten sonra saniyeler içinde görüntüyü netleştirmesi, navigasyonun trafik durumuna göre rotayı değiştirmesi... Bunların hepsi aslında arka planda çalışan yapay zekâ benzeri sistemlerin eseridir.

Bu gelişmelerin ardından ortaya çıkan en önemli tartışmalardan biri şudur: Yapay zekâ gerçekten akıl yürütebiliyor mu yoksa sadece daha önce öğrendiği örnekleri mi tekrar ediyor?



Yapay Zekânın Akıl Yürütme Becerisi Nasıl Ölçülür?

İnsan zekâsı yalnızca bilgiyi depolama değil, onu yeni durumlara uyarlama becerisi olarak da tanımlanır. Bir insan daha önce hiç görmediği bir bulmacayı bile az sayıda örnekten kural çıkararak çözebilir.

Günümüzde yapay zekâ sistemleri özellikle de büyük dil modelleri (LLM) çok büyük miktarda veriyle eğitilerek etkileyici sonuçlar üretebiliyor. Fakat bu başarı çoğu zaman önceden öğrenilen bilgilerin hatırlanması temellidir. Model daha önce çok miktarda benzer örnekle eğitildiyse

başarılı olur ama yetersiz veriyle eğitildiğinde ya da yeni bir durumla karşılaştığında çoğu zaman başarısız kalır. İşte bu noktada ARC-AGI devreye girer.

2019’da François Chollet tarafından geliştirilen Yapay Genel Zekâ için Soyutlama ve Mantık Yürütme Testi (ARC-AGI) yapay zekânın “akışkan zekâ” denilen özelliğini ölçer. Bu kavram bir sistemin sınırlı deneyimle yeni bir problemi çözebilme becerisini tanımlar. Yani bir modeli binlerce örnekle eğitmek yerine modelin az sayıda örnekten kural çıkarma yani veriler arasındaki örüntüleri belirleme yeteneğini test eder. Bu sayede sınırlı sayıda örnekten yola çıkarak yeni durumlara uyum sağlayabilen sistemlerle yalnızca büyük veri kümeleri

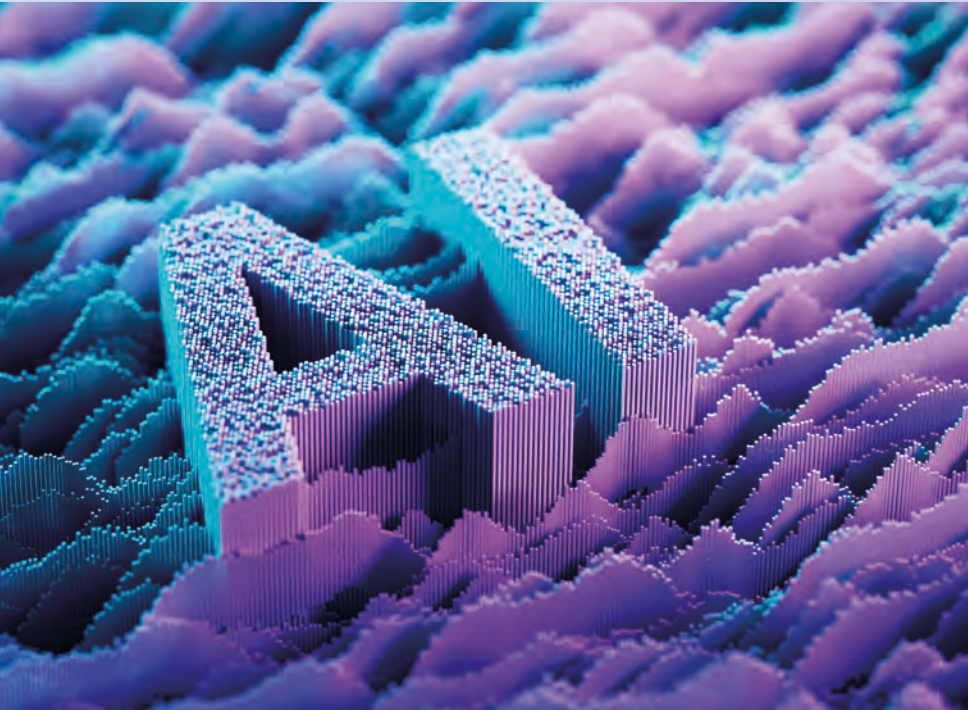
üzerinden bilgiyi hatırlayan sistemleri birbirinden ayırmak mümkün olur.

Tarihsel olarak bu yeni bir fikir değildir. 20. yüzyılın ortalarında insan zekâsını ölçmek için geliştirilen bazı psikometrik testler de (örneğin Raven Progresif Matris Testleri) benzer bir mantığa dayanıyordu. Bu testlerde katılımcılardan az sayıda örneği inceleyip eksik parçayı tahmin etmeleri istenirdi. ARC-AGI da bu yaklaşımı kullanarak yapay zekâ sistemlerini değerlendiren modern bir ölçektir. ARC-AGI, görünüşte etkileyici sonuçlar üreten uygulamalarının ötesinde yapay zekânın gerçek akıl yürütme becerisini sınamak için önemli bir araç hâline geldi.

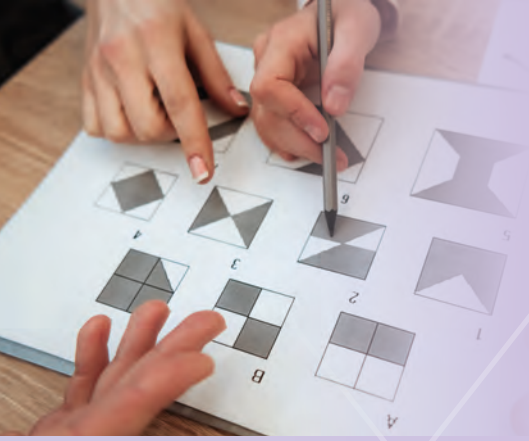
Görevler Nasıl Çalışır?

ARC-AGI testindeki görevler bir tür “mantık bulmacası” gibidir. Her görevde yalnızca 2 ya da 3 girdi ve çıktı çifti örnek olarak verilir. Modelin görevi bu örnekler arasındaki örüntüyü çözerek verilen yeni bir girdiye doğru çıktıyı üretmektir.

Örneğin küçük renkli karelerden oluşan ızgaralar üzerinde tanımlan bir



mustafaU / iStock



T. Turovska // iStock

görevde mavi karelerin kırmızı bir çizgiye göre ayna simetrisi alınmış olabilir. İnsan beyni bu örüntüyü fark eder ve yeni bir durumda aynı kuralı uygular. Bir başka görevde belirli renkteki karelerin birleştirilip yeni bir şekil oluşturulması gerekebilir. İnsanlar hatta çocuklar bile bu tür örüntüleri az sayıda örnekten yola çıkarak hızlıca fark edebilir yani sezgisel olarak kavrayabilir.

Bir yapay zekâ modeli içinse durum çok daha farklıdır. Çünkü önceden bu kuralı öğrenmemiştir. Elindeki tek bilgi, örneklerde gördüğü girdi-çıkı çiftleridir. Bu kısıtlı bilgilerle doğru kuralı bulmak güçlü bir problem çözme becerisi gerektirir.

ARC-AGI'nın önemli bir özelliği teste kullanılan görevlerin internette kolayca bulunamamasıdır. Dolayısıyla akıl yürütme becerisi ölçülecek bir model bu görevleri daha önce öğrenmiş olamaz. Böylece ezberleme yani daha önce öğrendiği bilgilerden hatırlama

olasılığı ortadan kaldırılmış olur. Modelin kuralı örneklerden çıkarması gerekir.

Bu yaklaşım aslında insan zekâsının temel özelliklerinden biri olan “transfer” yeteneğini test eder. Transfer, öğrenilen bir bilgiyi yeni bir durumda kullanabilmektir. Bir öğrenci matematikte bir formülü öğrendikten sonra onu başka bir soruya uygulayabiliyorsa transfer yeteneğine sahip demektir. ARC-AGI da yapay zekâ sistemlerinin bu kabiliyetini ölçer.

Neden Zor?

ARC-AGI testleri ilk bakışta basit görünebilir. Ancak bu görevler yapay zekâ modelleri için ciddi birer sınavdır. Bunun üç ana nedeni vardır:

Birinci neden:

Önceki bilgileri hatırlamak işe yaramaz. Modern yapay zekâ sistemlerinin çoğu büyük veri kümelerine dayanır. Milyonlarca örnekle eğitilen bir sistem daha önce öğrendiğine benzeyen görevlerde çok başarılı olabilir. Ancak ARC-AGI az örnekle çalışır ve modelin daha önce bu görevle ilgili bir bilgisi yoktur.

İkinci neden:

Kural uzayı yani olası kuralların oluşturduğu küme çok geniştir. Bir görevi çözmek için yansıtma, döndürme, renk değiştirme,

sayma, birleştirme veya silme gibi yüzlerce farklı olasılığın denenmesi gerekebilir.

Modelin her görevde doğru kuralı bulabilmesi için kural uzayındaki denenebilecek kombinasyonların sayısı hızla artar. Bu durum “arama uzayı patlaması” denen bir soruna yol açar. Bir insan sezgileriyle bu arama alanını daraltabilir ama bir yapay zekâ modeli bunu yapamazsa sonuçlara ulaşması çok uzun sürebilir.

Üçüncü neden:

İnsanlar şekilleri, simetriyi, renkleri, mekânsal ilişkileri doğal olarak kavrar.

Bu durum yapay zekâ sistemleri için geçerli değildir. Her kavram açıkça tanımlanmalıdır ve modelin verilen örnekler üzerinden aralarındaki örüntüleri keşfetmesi gereklidir.

Bu yüzden ARC-AGI testlerinde şu anki büyük yapay zekâ modellerinin başarı oranları oldukça düşüktür. Örneğin insanlar bu görevlerin büyük kısmını birkaç denemede çözebilirken yapay zekâ sistemleri hâlâ %10-15 civarında başarı gösteriyor. Bu durum, yapay zekânın insan zekâsının becerilerine yaklaşmak için ne kadar yol alması gerektiğini açıkça gösteriyor.

Etkili Yaklaşımlar ve Güncel Durum

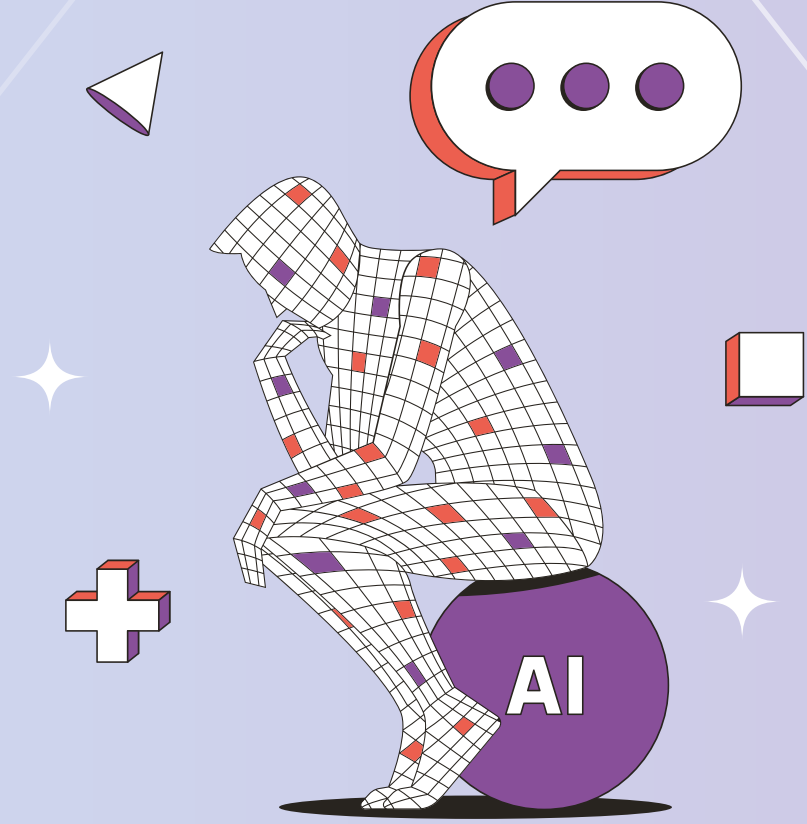
ARC-AGI yarışmalarında başarılı olan yaklaşımlar, önceki bilgileri hatırlamaktan ziyade stratejiye dayanır. Bu stratejilerden bazıları şunlardır:

- Görsel özellikleri ayrıştırma: Renk, şekil, boyut ve konum gibi özellikleri ayrı ayrı işlemek.
- Kural adayları üretme: Küçük bir programlama dili (DSL) kullanarak olası kuralları sistemli biçimde oluşturmak.

► Arama + sezgi hibriti: Bazı modeller daha önceki görevlerde öğrenilmiş örüntüleri kullanarak daha az kural dener ve doğru çözüme daha hızlı yaklaşır.

► Çok modüllü yapılar: Görsel analiz, semboller üzerinden akıl yürütme ve denetleme gibi farklı bileşenlerin birlikte çalıştığı modüller geliştirilir.

Özellikle son yıllarda bu stratejileri kullanan büyük modeller (örneğin Grok-4) ARC-AGI testlerindeki görevlerde daha iyi sonuçlar almaya başladı. Bu modeller yalnızca bir cevabı tahmin etmekle kalmayıp bir dizi mantıksal işlem zinciri kurabiliyor. Bu gelişmelere



rağmen yapay zekâ sistemlerinin insan zekâsının düzeyine ulaşması için katetmesi gereken ciddi bir mesafe var.

ARC-AGI testlerindeki görevleri çözebilen yapay zekâ sistemlerinin geliştirilmesini desteklemek amacıyla ARC Prize adlı bir yarışma gerçekleştiriliyor. 2024 ARC Prize yarışmasında, verilen görevlerin çözümünde kullandıkları kodları açık kaynak olarak paylaşan takımlardan en başarılı olanları bu görevlerin yaklaşık %50'sini doğru şekilde çözebildi. İnsanların aynı görevlerdeki başarı ortalaması ise %85'in üzerindeydi. Bu fark kural çıkarma, bağlamı

anlama, genelleme yapma gibi insan zekâsına özgü becerilerin yalnızca büyük miktarda veriyle eğitilmekle kazanılamayacağını gösteriyor.

Bir diğer önemli nokta da verimlilik ölçütüdür. Bir model bir kuralı 100 denemede buluyorsa bu verimli bir yapay zekâ örneği olmadığını gösterir. ARC-AGI'da hedef en az denemeye doğru kuralı bulabilmektir. Bu, insan zekâsına daha yakın bir ölçüm sağlar.

Türkiye İçin Fırsatlar

ARC-AGI yalnızca bilim insanları için değil, eğitim, sanayi ve araştırma alanlarında da büyük fırsatlar sunar.

Öğrenciler için basit ARC-AGI etkinlikleri tasarlanabilir. Örneğin 5x5 ölçülerindeki karelerden oluşan ızgara yapıları üzerinden tasarlanan basit görevlerde öğrenciler kural keşfi yapabilir. Bu etkinlikler matematiksel düşünme, örüntüleri fark etme ve problem çözme yeteneklerini güçlendirir. Ayrıca algoritmik düşünme (belirli bir problemi çözmek veya belirli bir amaca ulaşmak için çözüm yolunun adım adım tasarlanması) becerisini erken yaşta kazandırmak için etkili bir araçtır.

Üretim süreçlerinde otomasyon, robotik sistemler, sürücüsüz araçlar gibi alanlarda yapay zekâ sistemlerinin yeni durumlara hızlı uyum sağlaması gerekir. ARC-AGI yaklaşımına dayalı olarak geliştirilecek modüller, sistemlerin yeni durumlara uyum sağlamasını ve kuralları kendi kendine keşfedebilmesini sağlar. Bu da üretimde esneklik ve hız kazandırır.

Ülkemizde ARC-AGI testlerindeki görevleri çözebilen açık kaynaklı yapay zekâ sistemleri ve Türkçe yazılım araçları geliştirilebilir.

dem10 / iStock

Üniversite-sanayi iş birliğiyle geliştirilen yerli yapay zekâ sistemleri ile hem ulusal hem uluslararası yarışmalara katılım sağlanabilir. Bu sayede Türkiye, yapay zekâ alanındaki yükselen eğilimleri zamanında fark ederek bu alanda yeni yaklaşımların şekillenmesine katkı sunan öncü ülkelerden biri olabilir.

Sonuç olarak zekâyı yalnızca bilgi birikimiyle değil kural çıkarma gücüyle değerlendirmek gerekir. ARC-AGI, bu ihtiyaca yönelik geliştirilen en sistematik

çözümlerden biridir. Bu ölçüt, yapay zekâ teknolojilerinde insan zekâsının kapasitesine ulaşma konusunda hangi aşamada olduğumuzun anlaşılmasına yardımcı olur.

Yapay zekânın geleceğini şekillendiren en önemli unsurlardan biri artık veri miktarı değil, az veriden çok şey öğrenme becerisi olacaktır. Bu nedenle ARC-AGI gibi ölçekler önümüzdeki yıllarda daha da önem kazanacaktır. ■

Kaynaklar

François Chollet, "On the Measure of Intelligence" (arXiv) <https://arxiv.org/abs/1911.01547>

ARC-AGI tanım ve belgeler (ARC Prize) <https://arcprize.org/>

ARC-AGI görev aileleri ve örnekler (ARC Prize) <https://arcprize.org/arc>

ARC GitHub deposu, veri seti ve yönergeler (GitHub)

<https://github.com/fchollet/ARC>

ARC Prize 2024–2025 sonuçları ve teknik rapor özetleri (ARC Prize)

<https://arcprize.org/>

Verimlilik ve başarı ilişkisini gösteren panolar (ARC Prize) <https://arcprize.org/leaderboard>

Araçla akıl yürütme vizyonu bağlamında güncel model duyuruları, örnek: Grok-4 (xAI) <https://x.ai/grok>

KOZMİK SESSİZLİK

Alp Akoğlu [Fizikçi, Amatör Gök Bilimci

1950 yılının yazında ABD'deki Los Alamos Ulusal Laboratuvarında öğle yemeği sırasında yapılan bir sohbet, kozmik bir tartışmanın başlangıcı oldu. Masada oturanlar arasında ünlü fizikçi Enrico Fermi de vardı. Meslektaşlarıyla gökyüzünde görülen tuhaf cisimler ve evrende başka uygarlıkların var olup olamayacağı üzerine konuşuyorlardı. Fermi sohbet sırasında kısa ama çarpıcı bir soru sordu: "Herkes nerede?" Bu soru günümüzde hâlâ yoğun bir şekilde tartışılıyor.



“Herkes nerede?” sorusunun arkasında basit bir mantık var. Gök adamızda yüz milyarlarca yıldız bulunuyor ve bunların çoğu Güneş benzeri, uzun ömürlü yıldızlar. Üstelik günümüzde biliyoruz ki hemen her yıldızın birer gezegen sistemi var. Bazı yıldız sistemlerinde Dünya’ya benzer koşullara sahip olduğu düşünülen gezegenler keşfedilmiş durumda. Çoğu sistemde bu tür gezegenlerin bulunduğu varsayılıyor.

Evrenin 13,8 milyar yıllık geçmişi düşünüldüğünde bu gezegenlerden bazılarında yaşamın gelişmiş ve hatta uygarlıkların kurulmuş olması mümkün. Hatta bazı uygarlıklar bizden milyonlarca yıl önce doğmuş, gelişmiş ve yıldızlar arası yolculuklara başlamış olabilir. Ancak henüz bununla ilgili hiçbir kanıt bulunamadı. Ne radyo sinyalleri ne uzay gemileri ne de bu uygarlıkların inşa etmiş olabileceği yapılar... Bu çelişki, günümüzde Fermi paradoksu (ikilemi) olarak anılıyor. Bu ikilem yalnızca gök bilimini değil; biyolojiyi, felsefeyi ve sosyolojiyi de içine alan geniş bir tartışma alanı yaratıyor.

Kozmik Ölçekler ve Olasılıklar

Fermi paradoksunu daha iyi anlayabilmek için evrenin genişliğini göz önünde bulundurmak gerekir. Samanyolu gök adası yaklaşık 100.000 ışık yılı çapındadır ve 200 ila 400 milyar yıldız barındırır. Başta Kepler ve TESS teleskoplarıyla elde edilen veriler, yakınımızdaki neredeyse tüm yıldızların kendi gezegen sistemine sahip olduğunu gösteriyor. Bu gezegenlerden bir bölümü, yıldızının çevresinde yaşam için elverişli koşulları

sağlayabilecek bölgelerde yer alıyor. Yıldızdan belli bir uzaklıkta bulunan ve “yaşama elverişli bölge” denilen bu bölge, bir gezegenin yüzeyinde suyun sıvı hâlde bulunabileceği yörünge bölgesi olarak tanımlanıyor. Sadece gök adamızda bu koşullara sahip milyonlarca hatta milyarlarca Dünya benzeri gezegenin bulunduğu tahmin ediliyor. Bu kadar çok aday bulunması bizim gezegenimizin dışındaki başka gezegenlerde de yaşamın ortaya çıkmış olma olasılığını güçlendiriyor.

1961 yılında Frank Drake adlı bir gök bilimci, bir gök adada gelişmiş olabilecek uygarlık





sayısını hesaplayabilmek için bir denklem oluşturdu. Drake bunu yaparken gelişmiş bir uygarlığın iletişim kurabilecek beceride olacağını varsaydı. Denkleme yıldız oluşum hızından başlayarak gezegen sistemine sahip olma oranı, yaşanabilir gezegenlerin sayısı, yaşamın ortaya çıktığı gezegenlerin oranı, belli bir zekâ düzeyine ulaşma olasılığı ve uygarlıkların uzaya tespit edilebilir sinyaller yaydığı süre gibi birçok değişkeni dâhil etti. Drake denklemiyle ilgili sorun ise denklemdeki parametrelerin çoğunun fazlaca değişken olmasıdır. İyimsen bir yaklaşımla sayı milyonlara çıkarken kötümser bir yaklaşımla

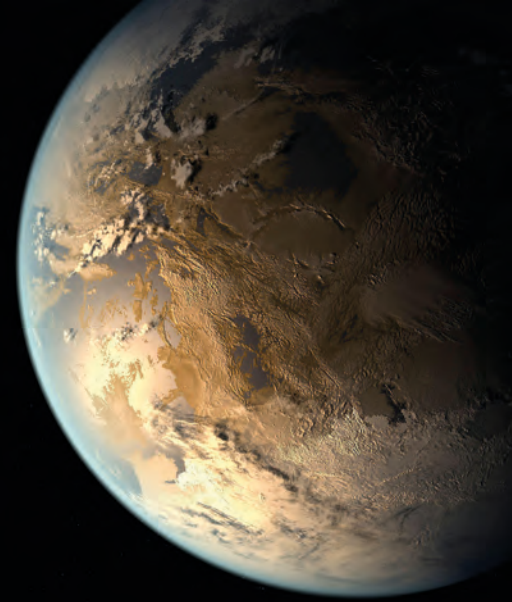
uygarlık sayısı neredeyse sıfıra iner. Yine de ortalama değerlerle düşünüldüğünde ortaya istatistiksel olarak güçlü bir beklenti çıkıyor.

Fermi paradoksunu tartışırken elimizdeki en önemli veri kaynağı gezegenimiz Dünya'nın kendisidir. Çünkü yaklaşık 4,5 milyar yıl yaşındaki Dünya, yaşamın var olduğunu kesin olarak bildiğimiz tek gezegen. Dünya'daki farklı habitatlar, ekosistemler ve biyolojik çeşitlilik yaşamın evrende yaygın olabileceği fikrini destekliyor. Canlılar yalnızca ılıman bölgelerde değil, en zorlayıcı koşullarda da yaşamlarını sürdürebiliyor. Örneğin sıcak su kaynaklarında, okyanusların en derin yerlerinde, kutup buzullarında, asitlik derecesi yüksek göllerde hatta yüksek radyasyonlu ortamlarda yaşayabilen canlılar var.

Güneş sistemi dışı gezegen yani ötegezegen araştırmaları da yaşamın evrende son derece yaygın olabileceği fikrini destekliyor. Kepler ve TESS teleskopları sayesinde binlerce gezegen keşfedildi. Bunların bir bölümü Dünya büyüklüğünde ve yıldızlarının yaşama elverişli bölgelerinde yer alıyor. 2022 yılında görevine başlayan James Webb Uzay Teleskobu bu gezegenlerin atmosferlerini incelemeye başladı ve bazı ötegezegenlerde su buharı, metan ve karbondioksit gibi kimyasal maddeler saptadı. Bu bileşenlerin biyolojik süreçlerin ürünü olabileceği düşünülüyor. Tüm bu veriler, yaşamın ortaya çıkması için gerekli koşulların evrende çok sayıda gezegende var olduğunu düşündürüyor. Ancak iş en azından bizim kadar gelişmiş uygarlıkları bulmaya gelince hiçbir iz bulamıyoruz.

Kepler-186f ötegezegeninin temsili resmi. Kepler-186f, Dünya'ya yaklaşık 500 ışık yılı uzaklıkta yer alır. Yüzeyinde sıvı su bulunma olasılığı olan, yaşanabilir bölgede keşfedilen ve boyutları Dünya ölçeğinde olan ilk gezegendir.

Geopix / Alamy



Evrendeki Sessizliğin Olası Nedenleri

Evrendeki sessizliği yani olası uygarlıklardan neden bu zamana kadar bize ulaşan herhangi bir kanıt ya da sinyal olmadığını açıklamak için kimi araştırmacılar kimi felsefeciler kimiye bilim kurgu yazarları tarafından öne sürülmüş bazı fikirler var. Ancak şimdilik bu fikirlerden hangisinin ya da hangilerinin geçerli olduğunu bilmiyoruz. Hepsi geçerli olabilir, ya da hiçbiri geçerli olmayabilir.

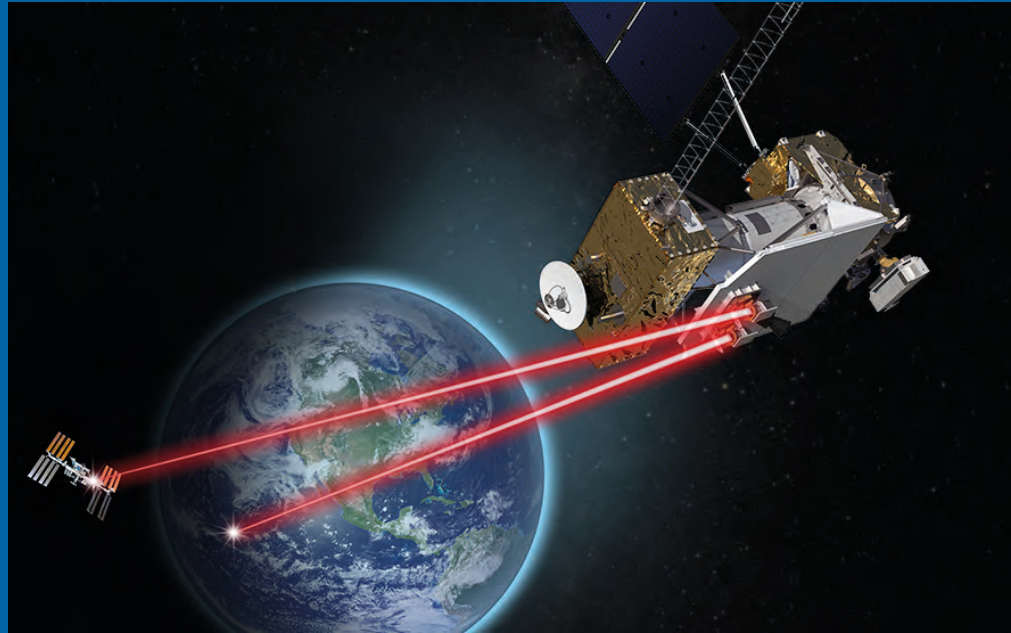
Büyük sessizliği açıklamak için öne sürülen varsayımlardan üzerinde en çok tartışma yürütüleni büyük filtre hipotezidir. Bu hipotez, yaşamın gelişmiş zekâ düzeyine ulaşmasının neredeyse olanaksız olduğunu öne sürer. Yani bir gezegende yaşam başlasa bile oradaki yaşamın bir gök adayı keşfedebilecek, evrendeki diğer uygarlıklarla iletişim kurabilecek teknolojik düzeye kadar gelişmiş bir uygarlığa dönüşmesi neredeyse olanaksızdır. Fermi paradoksuna yönelik bir başka açıklama, olası uygarlıkların bizimle aynı dönemde yaşamıyor oluşuyla ilgili. Bir uygarlığın gelişimi, evrenin yaşına kıyasla çok kısa bir süreçtir. Örneğin insanlık olarak radyo dalgalarıyla iletişim kurmaya başlamamızın üzerinden 150 yıldan az zaman

geçti. Bu süre, evrenin 13,8 milyar yıllık geçmişi içinde anlık bir döneme karşılık geliyor. Yaşam süreçlerin devam ettiği diğer gezegenlerde uygarlıkların varlıklarını sürdürdükleri dönemler birbiriyle kesişmiyor olabilir. Örneğin başka bir gezegende bir uygarlık, bizden milyonlarca yıl önce iletişim kuracak kadar gelişmiş ve sonra yok olmuş olabilir. Bu durumda evrendeki sessizlik başka uygarlıkların sayısının azlığından değil, iletişim kurabilecek kadar uzun süre var olamamasından kaynaklanıyor olabilir.

Günümüzde dünya dışı yaşam arayışlarında uzayı temel olarak radyo dalgalarıyla gözlemliyoruz. Gelişmiş başka uygarlıklar iletişim için çok daha farklı yöntemler

kullanıyor olabilir. Eğer radyo dalgalarıyla iletişim dönemi onların tarihinde çoktan geride kaldıysa biz onların sinyallerini tespit edemeyiz. Elektromanyetik spektrumun sınırlı bir bölgesini oluşturan radyo dalga boyu aralığı, evrensel iletişimin yalnızca küçük bir bölümünü kapsıyor olabilir.

Lazer tabanlı haberleşme de olasılıklardan birisidir. Lazer ışığı dar bir hüzme oluşturur, bilgi taşıma kapasitesi yüksektir ve daha uzun menzilli olabilir. Ancak bu tür sinyalleri yalnızca doğru yönde ve doğru zamanda gözlem yaparsak tespit edebiliriz. Eğer uygarlıklar yıldızlar



LCRD (Laser Communications Relay Demonstration - Lazer İletişimi Röle Canlandırması), NASA'nın uzayda lazer tabanlı veri iletimini test eden deneysel haberleşme uydusudur. 2021'de fırlatılan sistem, geleneksel radyo iletişimine göre çok daha yüksek hızda veri aktarımı sağlamayı amaçlıyor.

arası iletişimde lazer ışınları kullanıyorsa teleskoplarımız çoğu zaman sinyalin geldiği yöne bakmıyor olabilir. Bazı fizikçiler ise kuantum dolanıklığa dayalı iletişimi olası görüyor. Bu yöntemde bilgi, klasik yöntemlerde olduğu gibi elektromanyetik dalgalar aracılığı ile aktarılmaz. Dolayısıyla böyle sistemler günümüze kullanılan klasik ölçüm araçlarıyla algılanabilecek sinyaller üretmez. Yani evrende yoğun bir bilgi akışı olabilir ama biz onu fark edemiyor olabiliriz.

Fermi paradoksuna getirilen ilginç olası açıklamalardan birine göre gelişmiş uygarlıklar bizi uzun zamandır gözlemliyor ve bizimle özellikle iletişim kurmaktan kaçınıyor olabilir. Amaçları, yeni gelişen uygarlıkların doğal gelişimini bozmamak olabilir. Tıpkı araştırmacıların gözlemledikleri canlıları onlara doğrudan müdahale etmeden izlemesi gibi gök ada ölçeğinde biz de benzer bir “gözlem altındaki uygarlık” konumunda olabiliriz.

Bu hipotez, kozmik bir “iletişim yasağı” fikrini de içerir. Gelişmiş uygarlıklar aralarında evrensel bir etik kural benimsemiş olabilir: Henüz belirli bir gelişmişlik düzeyine ulaşmayan toplumlarla iletişim kurmamak gibi. Bu durumda evrenin sessizliği ilgisizlikten değil, bilinçli bir karardan kaynaklanır. Bize ulaşan



imaginima / Stock

hiçbir sinyal yoktur çünkü onlar kasıtlı olarak tespit edilebilir sinyaller yaymıyor olabilir.

Fermi paradoksuna getirilen en çarpıcı metaforlardan biri karanlık orman hipotezidir. Çinli yazar Cixin Liu'nun *Üç Cisim Problemi* üçlemesiyle geniş kitlelere ulaşan bu fikir, evreni görünmez tehlikelerle dolu karanlık bir ormana benzetir. Bu ormanda her uygarlık bir avcıdır ve hayatta kalmak için sessiz kalmak zorundadır. Çünkü kimse diğerinin dost mu düşman mı olduğunu bilemez. Bir sinyal yaymak ormandaki sessizliği bozan bir ses gibidir, yerini belli eder ve olası düşmanların dikkatini çekebilir.

Bu düşünceye göre evrendeki sessizlik temkinli olmaktan kaynaklanır. Her uygarlık, kendini koruma içgüdüleriyle hareket eder. Başkalarının dikkatini çekmek yerine saklanmak daha güvenli olabilir. Gelişmiş uygarlıklar bilinçli olarak sinyal yaymıyor hatta varlıklarını gizlemek için özel teknolojiler geliştiriyor olabilir.

Fermi paradoksundaki sessizliğin nedenini uygarlıkların biyolojik sınırlarını aşmasına bağlayan araştırmacılar da var. Bu görüşe göre zeki yaşam, yeterince ilerlediğinde biyolojik varlıklar olmaktan öteye geçer ve sanal ortamda dijital olarak varlığını sürdürür. Bu tür uygarlıklar için fiziksel bedenler, gezegenler

ya da yıldızlar arası yolculuk artık gerekli değildir. Bizim algıladığımız evrende hiçbir görünür iz bırakmayabilirler Radyo sinyalleri yaymazlar, ışık üretmezler hatta neredeyse hiç yer kaplamazlar. Enerjiyi son derece verimli biçimde kullanmak için yıldız çevresinde kurdukları yapılarda tamamen sanal olarak yaşayabilirler.

Dünya Dışı Zekâyı Arama Çalışmaları

1960'lardan bu yana devam eden SETI (Search for ExtraTerrestrial Intelligence – Dünya Dışı Zekâ Arama) programları, radyo teleskoplarla yıldızların çevresini dinleyerek evrende doğal süreçlerden değil yapay kaynaklardan gelen sinyaller arıyor. İlk ciddi denemelerden biri, 1960'ta yürütülen Ozma Projesi'ydi. O günden bugüne iletişim teknolojileri gelişti, kullanılan antenler büyüdü ve veri miktarı katlanarak arttı. Ancak yapay olduğu doğrulanmış bir sinyal hâlâ tespit edilebilmiş değil.

2016'da başlatılan Breakthrough Listen, bu çabaların en kapsamlısıdır. On yıl boyunca milyarlarca yıldız sistemini taramayı hedefleyen proje, bugüne kadar çok büyük miktarda veri topladı. Henüz net bir sinyale



Kepler yıldız kataloğundaki KIC 8462852 olarak adlandırılan ve Tabby Yıldızı olarak da bilinen yıldızın yaydığı ışımada 2010-2013 yılları arasında olağandışı değişimler gözlemlenmişti. Bu da yıldızın çevresinde Dyson küresi adı verilen ve başka bir uygarlık tarafından inşa edilmiş olabileceği düşünülen bir yapı bulunabileceği tartışmalarını başlatmıştı. Sonradan bu değişimlerin yıldızı çevreleyen toz bulutlarından kaynaklandığı anlaşıldı. Burada yıldızın temsil resmi görülüyor.

ulaşılmamış olsa da evrenin sessizliği hakkında elimizdeki en büyük gözlemsel arşiv bu projeye oluşturuluyor. Bu verilerin incelenmesi tamamlandığında belki de aradığımız sinyalleri bulacağız.

Sovyet astronom Nikolai Kardashev'in geliştirdiği ölçek, uygarlıkları enerji kullanımına göre sınıflandırır: Tip I uygarlıklar gezegenin enerjisini, tip II uygarlıklar yıldızın enerjisini, tip III uygarlıklar ise gök adanın

enerjisini kullanabilir. Tip II ve III seviyesindeki uygarlıkların izlerini bulmak için gök bilimciler enerji toplayan devasa yapılar arıyor. Dyson küresi adı verilen ve bir yıldızın neredeyse tüm enerjisini kullanmak için tasarlanan kuramsal mega yapılar, yıldızdan yayılan ışık miktarında anormal değişimlere yol açacağından fark edilebilir. Bir süre önce "Tabby Yıldızı" adı verilen bir yıldız bu açıdan ilgi çekmişti. Çünkü yıldızın yaydığı ışık miktarında olağandışı

düşüşler gözlemlendi. İlk başta bu değişimin başka bir uygarlığın etkisiyle olabilir mi sorusu akla geldi. Ancak daha sonra ışın miktarındaki azalma, yıldızın çevresindeki toz bulutlarının doğal etkisiyle açıklanabildi.

Son yıllarda Dünya dışı zeki yaşam arama çalışmalarında optik yani görünür bölge dalga boyunda yapılan gözlemler de önem kazandı. Bu yaklaşımda radyo sinyalleri yerine lazer ışınları aranıyor çünkü yıldızlar arası iletişimde lazerlerin daha verimli olabileceği düşünülüyor. Ayrıca yeni teleskoplarla ötegezegenlerin atmosferi incelenerek yapay ışık kaynaklarından yayılan ışın ya da doğal süreçler sonucu açığa çıkmayan gazlar gibi başka uygarlıklara ait izler aranıyor.

Dünya dışı zeki yaşam arama çalışmalarının geleceği açısından özellikle SKA (Square Kilometre Array – Kilometrekare Dizisi) projesi öne çıkıyor. Bu dev radyo teleskop ağı, milyarlarca yıldız sistemini benzeri görülmemiş bir hassasiyetle tespit edebilecek. Devreye girdiğinde Fermi paradoksunu çözmek için elimizde çok daha güçlü bir gözlem aracı daha olacak. Fermi paradoksu, evrendeki sessizliğin nedenlerini sorgularken aslında insanlığın kendisini anlamasını sağlıyor. Başka uygarlıkların yokluğu, bizim varlığımızın anlamını ve

geleceğimizi sorguluyor. Eğer evrende gerçekten yalnızsak bu durum bize büyük bir sorumluluk yükler. Çünkü bilinç, evrende yalnızca bizim gezegenimizde olabilir. Eğer yalnız değilsek o zaman henüz başka uygarlıklarla iletişim kurabilecek düzeye

ulaşmamışız ya da başka uygarlıklar bilinçli olarak görünmez kalmayı tercih ediyor demektir. Her iki durumda da uygarlığımızın devamı, teknolojik ilerlemenin ötesinde bilinçli bir varlık olarak hayatta kalmamıza bağlıdır. ■



2022 yılının sonunda inşaatına başlanan ve 2029 yılında tamamlanması beklenen SKA Gözlemevinde yer alacak teleskopların bir bölümünü gösteren temsili resim.

Kaynaklar

- <https://www.seti.org/research/seti-101/fermi-paradox/>
- <https://phys.org/news/2025-06-years-fermi-paradox-closer-alien.html>
- <https://www.astronomy.com/science/why-we-arent-alone-in-the-universe-but-might-as-well-be/>
- <https://www.popularmechanics.com/science/environment/a64907942/fermi-paradox/>
- <https://www.discovermagazine.com/chances-rise-to-pick-up-alien-transmissions-if-we-tune-in-the-right-spots-47954>
- <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0094576524005976>
- <https://www.planetary.org/articles/the-fermi-paradox-where-are-all-the-alien>
- <https://www.wired.com/story/the-legendary-frank-drake-shaped-the-search-for-alien-life/>
- <https://www.skao.int/en>

Ahtapotlar Kollarını Nasıl Koordine Ediyor?

Dr. Özlem Ak [TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi

Ahtapotlar, olağanüstü çeviklikleriyle tanınan ve sinir sistemi en karmaşık omurgasızlar arasında yer alıyor. Sekiz tane kolu olan ahtapotlar bu sayede gizlenen avlarını yakalayabiliyor, iletişim kurabiliyor, çevrelerini keşfedebiliyor ve çiftleşebiliyorlar.

Ahtapotların kolları inanılmaz derecede esnek olmasına rağmen bu kolların özellikle de farklı denizaltı ortamlarındaki hareket çeşitliliği bugüne kadar yeterince araştırılmamış. Florida Atlantik Üniversitesi (FAU) Charles E. Schmidt Fen Fakültesinden araştırmacılar ile Massachusetts'teki Woods Hole Deniz Biyolojisi Laboratuvarından bilim insanlarının birlikte yürüttüğü yeni bir araştırma, vahşi ahtapotların doğal ortamlarında kollarını nasıl kullandıklarını kapsamlı şekilde ortaya koydu. Bu araştırma, ahtapotların farklı habitatlardaki kol hareketlerini doğal yaşam koşullarında ve sergiledikleri tüm davranışlarla ilişkilendirerek ele alan ilk çalışma olma özelliğini taşıyor.

Eylül ayında *Scientific Reports* dergisinde yayımlanan bulgular,

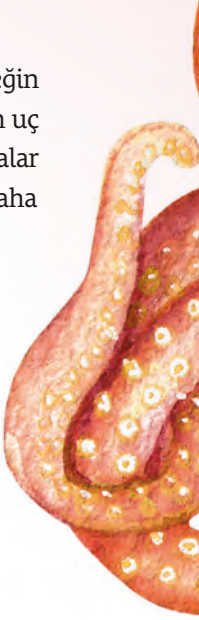
her kolun tüm hareket türlerini gerçekleştirebilme kapasitesine sahip olduğunu gösterdi. Ancak ahtapotların farklı kollarını farklı işlevler için kullandığı anlaşıldı. Örneğin ön kollar genellikle çevrelerini keşfetmeye yönelik hareketlerde kullanılırken arka kollar daha çok yer değiştirme ve hareketi destekleyen işlevlerde rol oynuyordu.

Araştırmacılar, Karayipler'de beş ve İspanya'da bir olmak üzere altı farklı sığ su habitatında üç ahtapot türüne ait 25 video kayıttan yaklaşık 4.000 kol hareketini analiz etti. Toplamda 15 farklı davranış sırasında gerçekleştirdikleri 12 ayrı kol hareketi belirlendi: Bunlar kısalma (kolun boyunun azalması), uzama (kolun boyunun artması), bükülme (kolun kıvrılması) ve burulma (kolun dönmesi) olmak üzere hareket sırasında kolun şeklindeki dört temel değişimi içeriyordu. Video kayıtlarında gözlemlenen yaklaşık 7.000 şekil değişiminin tamamında bu dört temel hareket türü de görüldü. Ancak her kolun farklı bölümlerinin (örneğin gövdeye en yakın kısım "proksimal", orta kısım "medial" ve uç kısmı "distal") belirli hareket türlerinde

uzmanlaştığı anlaşıldı. Örneğin bükülmeler genellikle kolun uç kısmında görülürken uzamalar gövdeye yakın bölgelerde daha sık gerçekleşiyordu.

Araştırma ekibinde yer alan FAU Charles E. Schmidt Fen Fakültesi Deniz Laboratuvarından Dr. Chelsea O. Bennice, saklanacak yerlerin olmadığı sularda hareket ederken ahtapotların avcılardan korunmak için kollarını ustalıkla kullandığını, örneğin akıntıda sürüklenen bir kaya parçası ya da yüzen bir deniz yosunu gibi görünerek kamufle olabildiklerini söylüyor. Ayrıca kolların beslenme ve yer değiştirmek amacıyla kullanılmasının ötesinde yuva yapma, avcılardan korunma ve çiftleşme sırasında rakip erkeklerle mücadelede kollarının gücü ve esnekliği büyük önem taşıyor. Bu çok yönlü yetenekler, ahtapotların farklı yaşam alanlarında hayatta kalmasını sağlıyor.

Araştırmada kolların ahtapotlara dikkat çekici bir hareket kabiliyeti kazandırdığı da belirlendi. Tek bir kolun aynı anda birden fazla





Elnara Gimaleidinova / iStock

hareketi gerçekleştirebildiği ve kolların koordineli şekilde hareket edebildiği gözlemlendi. Bu durum, ahtapotların motor kontrol becerilerinin ne kadar gelişmiş olduğunu gösteriyor. Araştırmacıların doğal ortamda yaptıkları gözlemlerde ahtapotların farklı kol hareketlerini aynı anda ve uyumlu bir şekilde gerçekleştirebildiği belirlendi. Bazen avlarını yakalamak için yalnızca tek bir kol devreye girerken bazen de sürünürken ya da “paraşüt saldırısı”

olarak bilinen avlanma tekniğini gerçekleştirirken birden fazla kol aynı anda kullanılıyor.

Araştırmada kumlu deniz tabanından karmaşık mercan resiflerine kadar altı farklı yaşam alanında ahtapotların hareket davranışları incelendi. Dr. Bennice, bu davranışların biyolojik temellerini anlamının yalnızca ahtapot biyolojisi hakkındaki bilgilerimizi derinleştirmekle kalmadığını aynı

zamanda sinir bilimi, hayvan davranışları ve bu canlılardan ilham alınarak geliştirilen yumuşak robot teknolojileri gibi alanlarda heyecan verici yeni yaklaşımlara olanak tanıdığını vurguluyor. ■

Kaynak

<https://doi.org/10.1038/s41598-025-10674-y>

BİLİM TARİHİNDEN NOTLAR

Prof. Dr. Hüseyin Gazi Topdemir

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

Roger Bacon'ın Bilimsel Çalışmaları II

12. Yüzyıl Rönesansı

Modern dönem öncesinde Batı Avrupa'da bilimsel etkinliğin durakladığı zaman dilimi, bilim tarihi uzmanları tarafından "karanlık çağ" olarak adlandırılır. Aynı dönemlerde bilim ve felsefede önemli ilerlemeler sağlanan İslam dünyasında bütün bilim dallarında, etkileri günümüze kadar uzanan başarılarla imza atılıyordu. Bu durumun farkında olan Avrupalı entelektüeller, diğer kültürlerin gelişmiş entelektüel birikimine çeviri yoluyla sahip olabileceklerini düşündü. Böylece Avrupa'da geniş çaplı bir çeviri sürecine girildi.

11. yüzyıldan 13. yüzyılın sonuna kadar devam eden dönemde İslam dünyasında oluşturulmuş olan bilimsel birikimi Batı Hristiyan dünyasına aktarıldı. Çevrilen bilim ve düşünce eserleri entelektüel çevrede iki farklı etki oluşturmuştu. Birincisi İslam dünyasında Müslüman bilim ve düşünce insanlarınca ortaya konmuş yerleşik

bir bilgi üretme geleneğinin bulunduğunu fark ediyorlardı. İkincisi ise çevrilen eserlerden Antik Yunan'daki bilgi kültürünün korunup yeniden yorumlanarak geliştirildiği dikkatlerinden kaçmıyordu. Böylece İslam dünyasında sadece özgün bilimsel çalışmaların yapılmasıyla yetinilmediğini ve aynı zamanda geçmişin kültürel mirasının da dikkatlice korunduğunu anladılar.

Optik Çalışmaları

Bacon, *Opus Majus* başlıklı kitabının ikinci cildinin beşinci kısmını optik bilimine ayırmıştır. Ele aldığı konular 13. yüzyılda optik çalışmalarında sıklıkla ele alınan konulardır. Bacon, bu konuları irdelerken kitabının farklı bölümlerinde İbnü'l-Heysem'e ve İbn Sînâ'ya sıkça göndermelerde bulunur. Dolayısıyla bu iki bilim insanının görüşlerinden etkilendiği, özellikle geometrik optik (ışığın yayılımını

doğrusal ışınlar üzerinden modelleyen optik dalı) konusundaki temel dayanaklarını İbnü'l-Heysem'in *Kitabü'l-Menâzır* (Optik Kitabı) isimli kitabından aldığı anlaşılır.

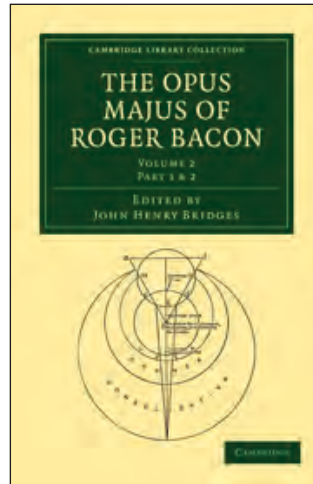
Bacon, *Opus Majus*'un optik kısmında önce doğrudan görme konusunu ele almış ve görme duyusunun insanların çevrelerini algılamasında en etkili yol olduğunu, bu nedenle ışığın ve rengin özel bir öneme sahip olduğunu belirtir. Bu görüşünü Aristoteles'in *Metafizik* kitabının başlarında insanların doğaları gereği bilmek istedikleri, duyular arasında en çok bilgi sağlayanın ise görme duyusu olduğu yönündeki ifadeleriyle destekler. Gökyüzünde ve yeryüzünde bulunan fiziksel nesnelere ve olgulara duysal bilgisini



İbnü'l-Heysem



Roger Bacon



assets.cambridge.org



görme duyusu aracılığıyla edindiğimizi kısacası bunları görme duyusu sayesinde deneyimleyebildiğimizi belirtir.

İlerleyen satırlarda görme duyusu aracılığıyla nesnelerin hangi nitelikleri (örneğin mesafesi; konumu; şekli; büyüklüğü; sayısı; kesikli mi sürekli mi, hareketli mi sabit mi, pürüzlü mü pürüzsüz mü, şeffaf mı opak mı olduğu; benzerlik ve farklılıkları; estetik özellikleri) hakkında bilgi edinebildiğimizi açıklar.

Devamında tüm bu konuların, Ptolemaios'un ve İbn Sînâ'nın ilgili eserlerinde açıklandığını söyler. Bu kısımda İbn Sînâ'nın, Aristoteles'in mükemmel yorumcusu olduğunu belirten Bacon, "Ondan sonraki en büyük filozof İbn Sînâ'dır bu nedenle İbn Sînâ'nın açık ve eksiksiz olan görüşlerine bağlı kalmalıyız." diyerek İbn Sînâ'dan övgüyle bahseder.

Geçmiş bilgilere dayanarak optiğin, ışığın ve görmenin bilimi olduğunu bu nedenle doğa felsefesinin odak noktasını oluşturduğunu belirten Bacon, sonraki bölümde gözün yapısını ele alır. Burada gözün katmanlarını, bu konuları ayrıntılı ve şüpheye yer bırakmayacak şekilde ele aldıklarını düşündüğü İbnü'l-Heyssem ve İbn Sînâ'nın bilgilerine dayanarak açıklar. Gözün anatomisine dair verdiği bu bilgiler doğru olan Bacon, İbnü'l-Heyssem'in nesneden çıkan ışık ışınlarının koni şeklinde yayıldığını deneysel olarak kanıtlandığını bilmesine rağmen görmenin geometrisi ile ilgili olarak tepesi gözde, tabanı nesnede olan bir piramitten söz eder. Bu açıklama Ptolemaios'un görüşüyle uyumludur. Böylece Ptolemaios'un da etkisinde kaldığı dolayısıyla da farklı düşünce yaklaşımlarını bir araya getiren eklektik bir yaklaşım izlediği görülür. Buna karşın nesneden gelen ışık ışınlarının, gözün tabakalarından geçerken kırılmaya uğradığını, göze dik ya da dike yakın açılarla gelen ışınların

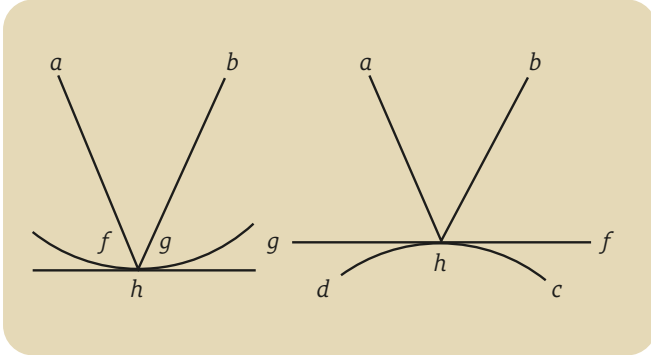


İbn Sînâ

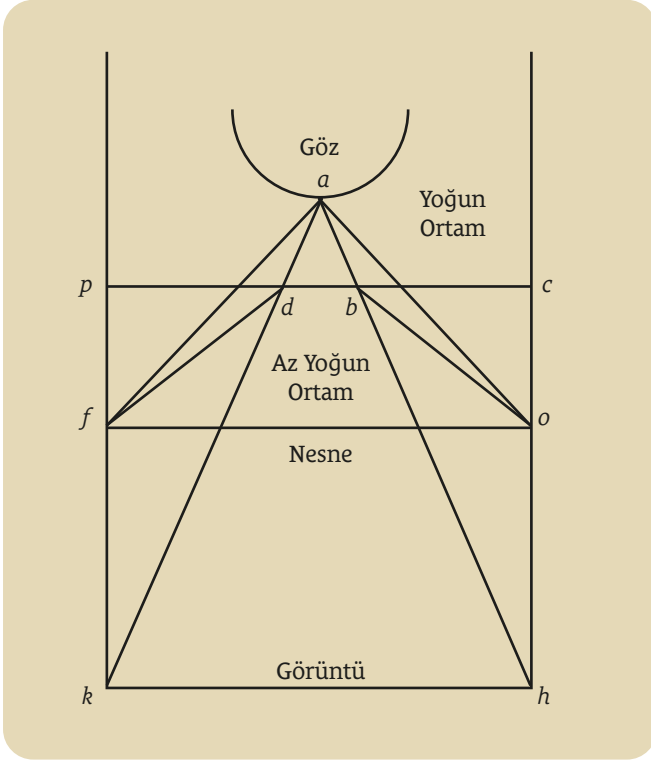
kırılmadan veya küçük bir açıyla kırılması sonucu nesnelerin net görüntülerinin oluşabildiğini, bütünüyle İbnü'l-Heyssem'den edindiği bilgilerle açıklar. Aynı bölümde İbnü'l-Heyssem'in ışık ışınlarının doğrusal bir şekilde yayıldığını ve havada birbirleriyle etkileşmediğini göstermek için düzenlediği deneyi anlatır ve iki göze gelen görüntünün göz tabakalarında kırılmaya uğrayarak birleşmesi nedeniyle tek görüntü oluştuğunu belirtir. Daha sonra Bacon, İbnü'l-Heyssem'in düşünceleri ışığında görmenin sağlıklı bir şekilde gerçekleşmesi için gerekli koşulları sıralar. Ona göre görme için ışık, göz ve nesne arasında belirli mesafenin olması ve nesnenin duyularla algılanabilecek bir büyüklükte olması gibi koşullar gereklidir.

Doğrudan görme konusunu açıkladıktan sonra yansıma konusuna geçen Bacon, bu bölümde düzlem, çukur ve tümsek ayna gibi farklı yüzeylerde ışığın yansımalarını incelemiş ve yansıma yasaının doğruluğunu geometrik olarak göstermiştir. Çukur aynanın göz aldanmasına yol açabildiğini, nesnenin boyutunu bazen aslından daha büyük bazen daha küçük gösterdiğini belirttikten sonra konunun İbnü'l-Heyssem'in optik kitabının altıncı bölümünde en iyi şekilde ele alındığını söyler. Ardından kırılma konusuna geçer. Kırılmayı da İbnü'l-Heyssem gibi deneysel ve geometrik olarak inceleyen Bacon'a göre kırılma ışığın az yoğun ortamdan çok yoğun ortama (örneğin havadan suya) veya çok yoğun ortamdan az yoğun ortama geçişi olmak üzere iki şekilde gerçekleşir. Birinci durumda ışık, normal (yüzeye dik olarak çizilen hayali doğru) yönünde, ikinci durumda ise normalden uzaklaşacak şekilde kırılır. Daha sonra İbnü'l-Heyssem'in yaptığı gibi kırılmayı düzlem ve küresel yüzeylerde incelemeyi sürdüren Bacon, eğer kırılmanın gerçekleştiği

yüzey düzlemse, yüzeye dik olarak gelen ışının kırılmayacağını, eğimli gelen ışınların ise kırılacaklarını belirtir. Benzer açıklamayı küresel



Çukur ve tümsek aynada yansımanın geometrik gösterimi



Işığın çok yoğun ortamdan az yoğun ortama geçişi sırasında düzlem yüzeyde kırılması

Kaynaklar

Bacon, R., *The Opus Majus of Roger Bacon*, Vol. 2, Trans.: Robert Belle Burke, Philadelphia: University of Pennsylvania Press, 1928.

Crombie, A. C., *Augustine to Galileo the History of Science A.D. 400-1650*, Cambridge, Massachusetts: Harvard University Press, 1953.

Easton, S. C., *Roger Bacon and His Search for A Universal Science, Reconsideration of the Life and Work of Roger Bacon in the Light of His Own Stated Purposes*, New York: Columbia University Press, 1952.

Topdemir, H. G., *Işığın Öyküsü Mitolojiden Kuantum Elektrodinamiğine Işık Kuramlarının Tarihsel Gelişimi* (5. baskı), Ankara: TÜBİTAK Popüler Bilim Kitapları, 2023.

yüzeylerdeki kırılma içinde yapan Bacon, ışık ışınlarının düzlem ve küresel yüzeylerde kırılmasını inceleyerek bu yüzeylerde izleyeceği yolları belirler. Daha sonra kırılmanın görüntü oluşumunu nasıl etkilediği konusunu ele alan Bacon, ortam yoğunlukları arasındaki farklılıklarına bağlı olarak nesnelerinin görüntülerinin oluştuğu konumları belirlemeye çalışır. Bu konuda ayrıntılı deney düzenekleri kullanarak düzlem ve küresel yüzeylerde ışığın az yoğun ortamdan çok yoğun ortama ve çok yoğun ortamdan az yoğun ortama geçişi sırasında oluşan görüntülerin konumlarını açıklar. Örneğin nesneden gelen ışık küresel bir yüzeyden geçerken oluşan görüntünün konumunun odak noktasına yakınlığı veya uzaklığı gibi ayrıntıları irdeler. Optik biliminin Orta Çağ Batı dünyasında ulaştığı aşamayı gösteren bu çalışmalar, Bacon'un bu alanın gelişimindeki önemli katkısını ortaya koyar.

Gelecek sayımızda Orta Çağ Dönemi'nde hareket konusunda yapılan çalışmaları ele alacağız. ■



Doğa
FAUNA

Dr. Mehmet Kürşat Şahin
Hacettepe Üniversitesi Fen Fakültesi Biyoloji Bölümü

Türkiye'nin Endemik Semenderi
**KIRMIZI
SEMENDER**

Türkiye'nin biyolojik çeşitliliğini oluşturan en hassas türlerden biri olan kırmızı semender (*Lyciasalamandra fazilae*) ülkemize özgü bir semender türüdür. Dünya'da yalnızca Güneybatı Anadolu'nun dar bir şeridinde; Göcek ile Köyceğiz arasındaki ormanlık yamaçlarda, Göcek açıklarındaki Tersane ve Domuz Adaları'nda yaşar.

Kırmızı semender yaklaşık 12-14 cm uzunluğunda, kalın gövdeli ve yuvarlak kuyrukludur. Turuncu-kırmızı renkteki derisinin üzerindeki kahverengi-siyah lekeler ona hem çarpıcı bir görünüm kazandırır hem de yaşam alanı olan kayalık bölgelerde kolayca kamufle olmasını sağlar. Başının yanlarında tehlike anında koruyucu bir salgı üreten, üzerinde koyu gözenekler yer alan açık sarı parotoid bezleri bulunur. Bacakları koyu kahverengi tonlarında, karın bölgesi ise beyazdır. Erkeklerde kuyruğun gövdeye bağlandığı kısımda bulunan hedonik çıkıntı adı verilen özel bir yapı, erkek bireylerin dişilerden ayırt edilmesini sağlar.

Kırmızı semender yaz aylarında topraktaki derin yarıklara ve kalker kayaçların boşluklarına çekilerek estivasyona yani yaz uykusuna geçer. Bu türü görmek için en uygun zaman kasım-mart ayları arasındadır. Hava sıcaklığının 5-15 °C olduğu yağmurlu geceler kırmızı semenderlerin toprak yüzeyine gruplar hâlinde çıktığı ve en hareketli olduğu zamanlardır.

Kara semenderlerinin büyük bölümü üremek için suya ihtiyaç duyar. Ancak kırmızı semenderlerin dişileri bir veya iki yavruyu doğrudan kara ortamında dünyaya getirir. Bu nedenle tür, yaşam döngüsünü tamamlamak için göletlere, akarsulara veya bataklıklara bağımlı değildir. Bu özellik kalker kayaçlardan oluşan yamaçlarda, taş altlarında veya makilerin altındaki nemli boşluklarda yaşayabilmesini sağlar. Kırmızı semender daha çok böcekler, örümcekler, küçük salyangozlar ve diğer küçük eklem bacaklılarla beslenir. Böcek popülasyonunun kontrolünden toprak altındaki nem dengesinin korunmasına kadar yaşadığı ekosistem üzerinde önemli etkileri bulunur.

Kırmızı semender, Uluslararası Doğa Koruma Birliği'nin (IUCN) listesinde nesli tehlike altında olan canlı kategorisinde yer alır. Yaşam alanı yalnızca birkaç vadi ve iki küçük ada ile sınırlı olduğundan habitatlarındaki en küçük bir daralma bile popülasyonun ciddi oranlarda azalmasına neden olur.

Kırmızı semender, çoğumuzun hiç görmediği ama varlığıyla ülkemizin biyolojik zenginliğine katkıda bulunan bir canlıdır. Onun korunması sadece bir canlı türünü kurtarmak değil, aynı zamanda Anadolu'nun benzersiz doğa mirasına sahip çıkmaktır. Göcek'in kayalıklarında saklanan bu kırmızı-turuncu renkli "hazineyi" tanımak ve tanıtmak ise onu korumanın ilk adımı!

Kaynaklar

Baran İ., Ilgaz Ç., Avcı A., Kumlutaş Y., Olgun K., *Türkiye Amfibi ve Sürüngenleri*, TÜBİTAK Popüler Bilim Kitapları, 2012.
Polat, F. ve Başkale, E., "Phenology and factors influencing the abundance of *Lyciasalamandra fazilae* (Amphibia: Salamandridae) in Turkey", *Salamandra*, Cilt 54, Sayı 2, s.123-131, 2018.
Dilbe, Ö., Kırac, A., Başkale, E., "Distribution and habitat suitability of two neighboring Lycian salamanders", *Amphibian & Reptile Conservation*, Cilt 16, Sayı 1, s. 94-105, 2022.

Gökyüzü

Dr. Tuba Sarıgül

[TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi

Güneş Sisteminin Gökyüzündeki “Görünümü” Değişiyor

Ocak ayında çıplak gözle görülebilen beş gezegenden sadece ikisi gökyüzünde izlenebiliyor. Bu gezegenlerden biri olan Jüpiter, 2026'nın gözlem açısından en uygun konumuna ocak ayında ulaşıyor. Ocak ayında Dünya'ya göre Güneş'in arkasından geçen Merkür, Venüs ve Mars ise ay boyunca görülemiyor.

Satürn

Satürn, ocak ayında gece yarısından önce gökyüzünde. Ayın ilk günlerinde güney-güneybatı yönünde ufuk üzerinde ortaya çıkan Satürn, gece yarısında batı ufkundan batıyor. İlerleyen günlerde daha erken batmaya başlayan Satürn'ün gözlem süresi ay sonunda yaklaşık iki saat kısıyor.

Ayın başında Kova Takımyıldızı'nda bulunan Satürn, ilerleyen günlerde Balıklar Takımyıldızı'na geçiyor. Ay boyunca Satürn'ün parlaklığı hafifçe artarken görünür çapı azalıyor.

23 Ocak akşamı Satürn'ü ve ilk dördün evresine yaklaşan hilal şeklindeki Ay'ı güneybatı yönünde ufuk üzerinde birbirine yakın görebilirsiniz.



Jüpiter

Jüpiter, 10 Ocak'ta karşı konuma geliyor. Karşı konumdayken Güneş, Dünya ve Jüpiter aynı hizadadır ve Dünya, Güneş ile Jüpiter'in arasında bulunur. Jüpiter, bu konumda olduğu tarihle yaklaşık olarak aynı zamanlarda Dünya'nın en yakınından geçiyor. Dolayısıyla karşı konumda olduğu tarihler Jüpiter gözlemi için son derece uygun zamanlardır.

Jüpiter, ocak ayının başında Güneş'in batışından yaklaşık yarım saat sonra kuzeydoğu-doğu yönünde ufuktan doğuyor ve şafak vakti Güneş'in aydınlığında kayboluncaya kadar gökyüzünde görülebiliyor. Jüpiter, ayın ilerleyen



günlerinde daha erken batıyor. Jüpiter'in görünür büyüklüğü ve parlaklığı ise hafifçe azalıyor.

Ay boyunca İkizler Takımyıldızı'nda bulunan Jüpiter, ocak ayında iki kez Ay ile birbirine yakın görülebiliyor. Siz de 4 Ocak'ta ve 31 Ocak'ta Jüpiter'i ve Ay'ı bir arada görmeyi deneyebilirsiniz.

Venüs

Venüs, 6 Ocak'ta üst kavuşum noktasından geçiyor. Güneş etrafındaki yörünge hareketi sırasında Dünya'ya göre Güneş'in arkasından geçtiği bu konumun yakınlarındayken Güneş'in parlaklığı nedeni ile Venüs'ü birkaç hafta boyunca görmek mümkün değil. Venüs şubat ayının başında Güneş'in batışından sonra gökyüzünde tekrar ortaya çıkmaya başlıyor.

Mars

9 Ocak'ta kavuşum noktasından geçen Mars, Venüs ve Merkür gibi bu süreçte birkaç hafta boyunca görülemiyor. Mars'ı gökyüzünde tekrar görebilmek için mayıs ayını beklemek gerekiyor.

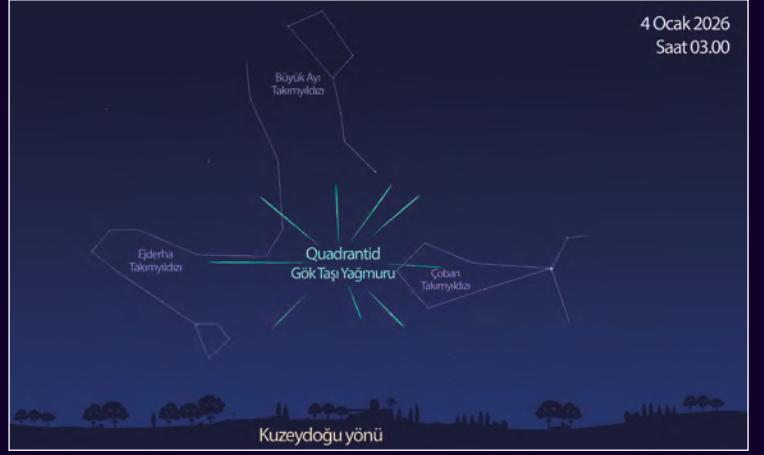
Merkür

Ocak ayının ilk günlerinde Güneş'in doğuşundan önce güneydoğu yönünde ufukun hemen üzerinde olan Merkür, ufuktan çok yükselmediği için görülmesi son derece zor. Ancak yüksek bir konumdan ve açık bir ufuktan görülebiliyor. İlerleyen günlerde yörünge hareketi sırasında Güneş'e yaklaşmaya devam eden Merkür'ün Güneş ile aralarındaki açıl mesafe azalıyor ve 21 Ocak'ta üst kavuşum noktasından geçiyor. Bu süreçte Merkür'ü birkaç hafta boyunca gözlemlemek mümkün değil. Merkür, Venüs gibi şubat ayının başında gün batımından sonra tekrar gökyüzünde ortaya çıkmaya başlıyor.

Ay ve Gökyüzünün Parlak Yıldızları

Ocak ayında Ay'ı takip ederek gökyüzün en parlak yıldızlarından birkaçını keşfedebilirsiniz.

6 Ocak'ta son dördün evresine yaklaşan Ay'ı, Aslan Takımyıldızı'nın en parlak yıldızı Regulus'un yakınlarında görebilirsiniz. 11 Ocak'ta gece yarısından yaklaşık iki saat sonra Ay ve Başak Takımyıldızı'nın en parlak yıldızı Spika birbirine yakın görünümde. Spika'yı mavi tonlardaki rengiyle Ay'ın hemen üzerinde fark edebilirsiniz. 14 Ocak sabaha karşı ise Ay, Akrep Takımyıldızı'nın en parlak yıldızı Antares ile birbirine yakın görülebiliyor.



Quadrantid Gök Taşı Yağmuru

2026'nın ilk gök taşı yağmuru olan Quadrantid (Dörtlük) Gök Taşı Yağmuru 3 Ocak'ı 4 Ocak'a bağlayan gece en yüksek etkinliğe ulaşıyor. Bu tarihte gök taşı yağmurunun saçılma noktası gece yarısından yaklaşık bir saat önce kuzey-kuzeydoğu yönünde ufuktan doğuyor ve şafak vakti Güneş'in aydınlığında kaybolmadan önce en yüksek noktaya ulaşıyor. Ancak aynı tarihte dolunay evresinde olan Ay, gök taşlarının gökyüzünde fark edilmesini olumsuz etkileyebilir.

Quadrantid Gök Taşı Yağmuru, ağustos ayında en yüksek etkinliğe ulaşan Perseid ve aralık ayında en yüksek etkinliğe ulaşan Geminid gök taşı yağmurları ile birlikte yılın en önemli üç gök taşı yağmurundan biridir. En yüksek etkinlik sırasında saatte ortaya çıkan gök taşı sayısı 120'ye ulaşabilmesine rağmen bu zaman aralığı son derece kısadır (yaklaşık 6 saat).

Gök taşı yağmurlarının kaynağı çoğunlukla kuyruklu yıldızlardır. Quadrantid Gök Taşı Yağmuru'nun kaynağının ise 2003 EH1 adı verilen bir asteroid olduğu düşünülüyor. 2003 yılında keşfedilen 2003 EH1'in, çapı yaklaşık 3 km ve Güneş etrafındaki yörüngesini yaklaşık 5,5 yılda tamamlıyor.

Quadrantid Gök Taşı Yağmuru'nun bu şekilde isimlendirilmesinin nedeni, saçılma noktasının günümüzde artık bir takımyıldız olarak kabul edilmeyen Quadrans Muralis'in yakınlarında yer alması. Quadrans Muralis Takımyıldızı, 1795 yılında Fransız gök bilimci Jerome Lalande tarafından isimlendirilmişti. Ancak Uluslararası Astronomi Birliği (IAU) 1922 yılında takımyıldızların resmi listesini oluşturduğunda Quadrans Muralis'e listede yer verilmedi. Siz de ocak ayında Quadrantid'i izlemek isterseniz saçılma noktasını, Ejderha ve Çoban takımyıldızlarının arasında, Büyük Ayı Takımyıldızı'nın yakınlarında bulabilirsiniz.

Dolunay
3 Ocak
Saat: 13.03



Son dördün
10 Ocak
Saat: 18.48



Yeni ay
18 Ocak
Saat: 22.52



İlk dördün
26 Ocak
Saat: 07.47



Yerberi

2 Ocak Saat: 00.43 360.349 km
30 Ocak 00.53 365.871 km

Yeröte

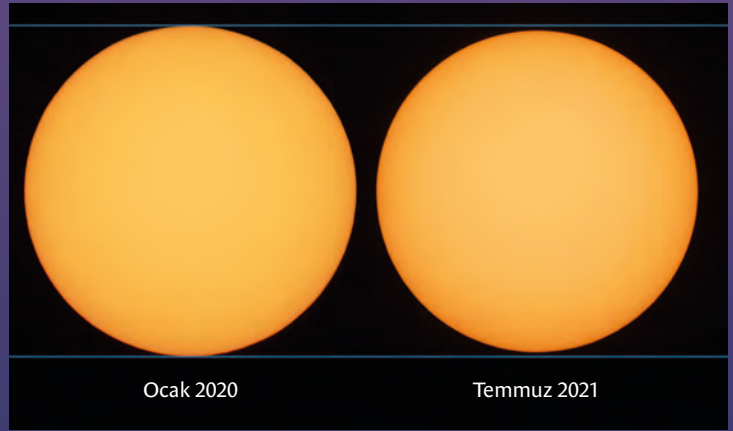
13 Ocak Saat: 23.47 405.438 km

Dünya, Güneş'in En Yakınından Geçiyor

Dünya, Güneş etrafındaki yörünge hareketi sırasında 3 Ocak'ta Güneş'e en yakın konumdan geçiyor.

Dünya'nın Güneş etrafındaki yörüngesi mükemmel bir çember değil, elips şeklindedir. Bu nedenle Dünya ile Güneş arasındaki mesafe yıl boyunca az da olsa değişir. Güneş'e en yakın ve en uzak olduğu konumlar arasındaki uzaklık farkı yaklaşık %3'tür. Dünya her yıl yaklaşık olarak ocak ayının başlarında Güneş'in en yakınından, temmuz ayının başlarında ise en uzağından geçer.

Dünya, Güneş'e en uzak olduğu konumdayken kuzey yarım kürede kış mevsiminin yaşanması bazı insanlar için şaşırtıcı olabilir. Ancak Dünya ve Güneş arasındaki mesafedeki bu değişimin Dünya üzerinde mevsimlerin ortaya çıkmasında etkisi yoktur. Mevsimlerin oluşmasının temel nedeni Dünya'nın yaklaşık 23,4 derecelik eksen eğikliğidir.

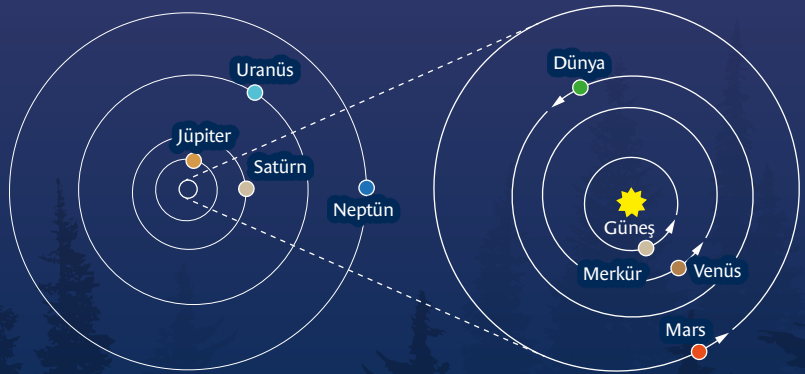


Dünya Ocak 2020'de Güneş'e en yakın ve Temmuz 2021'de Güneş'e en uzak konumdan geçerken Güneş'in görüntüsü

Ayın Önemli Gök Olayları

- 2 Ocak** Ay, Dünya'ya en yakın konumda
- 3 Ocak** Ay, dolunay evresinde
- 4 Ocak** Dünya, Güneş'e en yakın konumda
- 4 Ocak** Ay ve Jüpiter yakın görünümde
- 4 Ocak** Quadrantid Gök Taşı Yağmuru, en yüksek etkinlik
- 6 Ocak** Ay ve Regulus yakın görünümde
- 9 Ocak** Venüs, üst kavuşum konumunda
- 10 Ocak** Mars, kavuşum konumunda
- 10 Ocak** Ay, son dördün evresinde
- 10 Ocak** Jüpiter, karşı konumda
- 11 Ocak** Ay ve Spika yakın görünümde
- 13 Ocak** Ay, Dünya'ya en uzak konumda
- 14 Ocak** Ay ve Antares yakın görünümde
- 18 Ocak** Ay, yeni ay evresinde
- 21 Ocak** Merkür, üst kavuşum konumunda
- 23 Ocak** Ay ve Satürn yakın görünümde
- 26 Ocak** Ay, ilk dördün evresinde
- 30 Ocak** Ay, Dünya'ya en yakın konumda
- 31 Ocak** Ay ve Jüpiter yakın görünümde

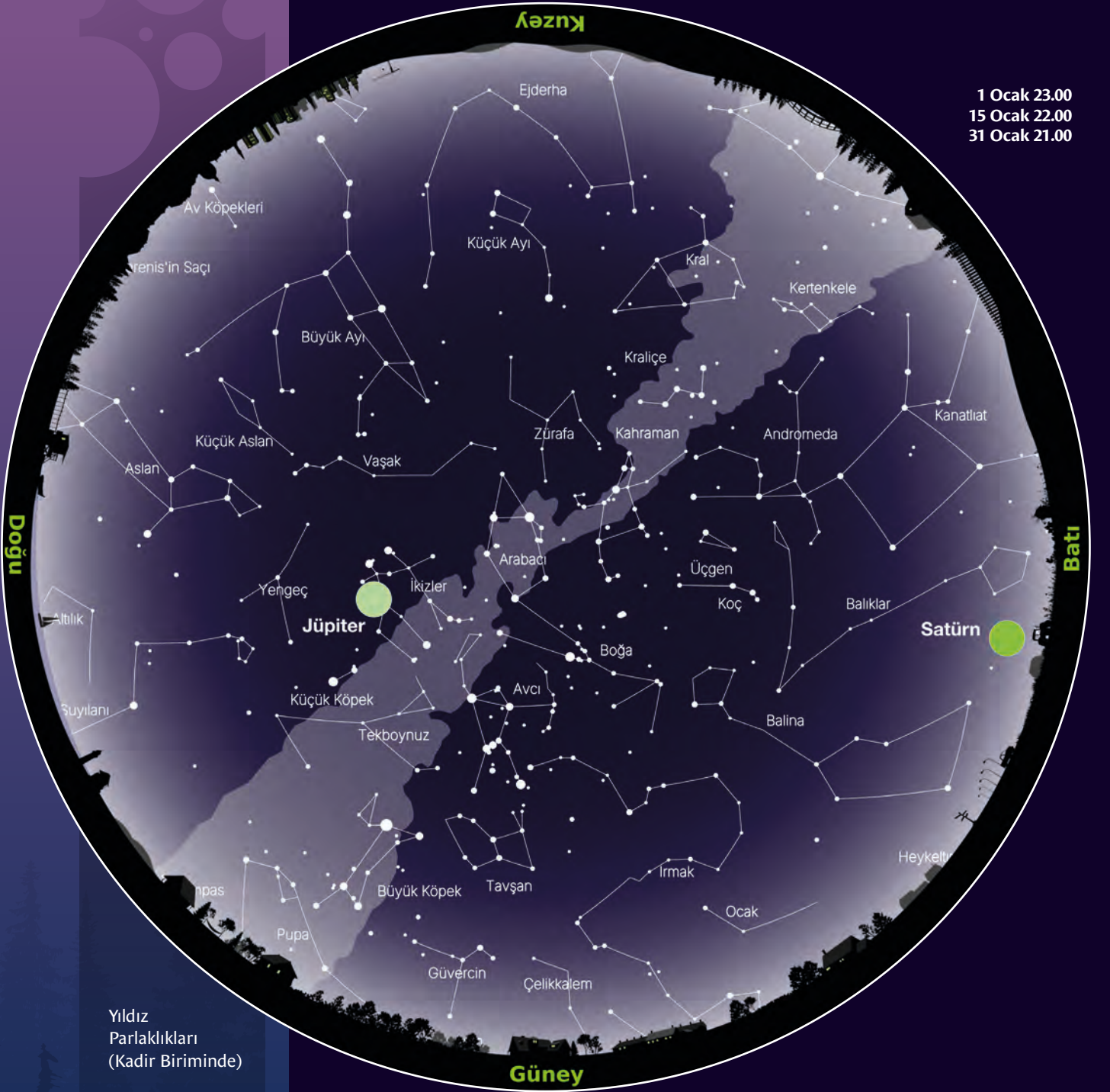
Ocak Ayında Gezegenlerin Birbirlerine Göre Yörüngelerindeki Konumları



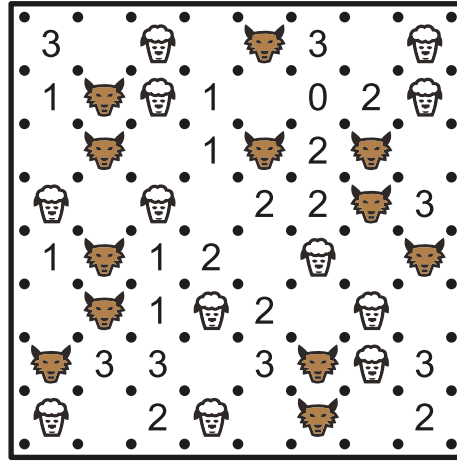
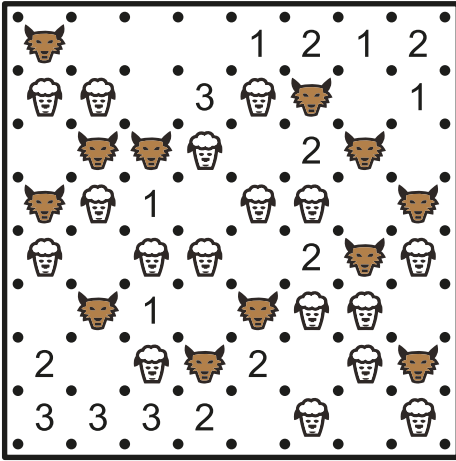
Çizimdeki oklar, Güneş sisteminde yer alan iç gezegenlerin ocak ayında yörüngelerindeki hareketlerini gösteriyor. Dış gezegenlerin yörüngelerindeki konumları, ay içinde birbirine göre çok değişmediği için ocak ayının ortasındaki konumları, çizimde nokta şeklinde belirtilmiştir.

Kuzey

1 Ocak 23.00
15 Ocak 22.00
31 Ocak 21.00



Kurtlar ve Kuzular: Çit oyununun bir türevidir olan Kurtlar ve Kuzular oyununda amaç, noktaları yatay ve dikey çizgilerle birleştirerek kapalı tek bir çit oluşturaktır. Rakamlar buldukları hücrenin kaç kenarının çitin parçası olduğunu göstermektedir. Ayrıca tablodaki kurtlar çitin dışında, kuzular ise çitin içinde kalmalıdır.

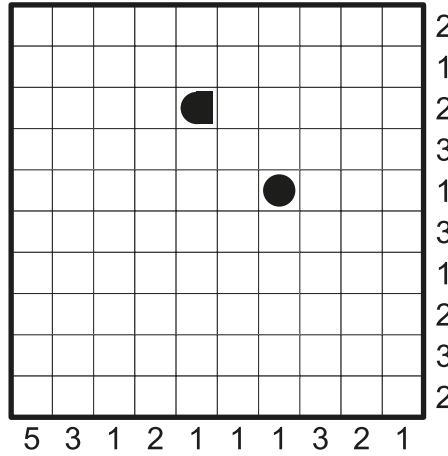
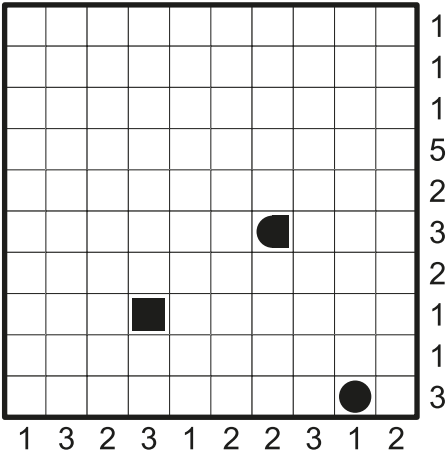


Kurtlar ve Kuzular

Örnek Çözüm

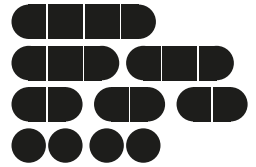
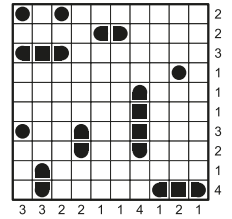


Amiral Battı: Her diyagrama 4 denizaltı, 3 destroyer, 2 kruvazör ve 1 savaş gemisini yatay ya da dikey öyle yerleştirin ki hiçbiri birbirine çaprazdan da olsa temas etmesin. Diyagramın dışındaki sayılar, o satır ya da sütunda bulunan gemi ve denizaltı parçalarının sayısıdır. Diyagramda bazı gemi ve denizaltı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



Amiral Battı

Örnek Çözüm

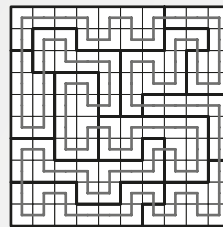


Geçen Sayının Çözümleri

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

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

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

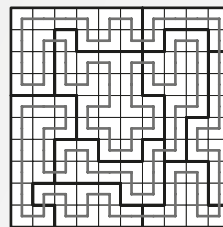


3	4	2	1	4	2	3
1	3	2	3	1	4	
4	2	1	4	3		
3	1	4	2	2	1	
2	3	1	4	1		
1	4	2	3	2	3	
4	2	3	1	4	1	

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

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

Ödüllü Soru:
Kropki



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

Kropki

Giriş Çıkış

Farklı Komşular



Kıvanç Çefle [btsatranc@tubitak.gov.tr]

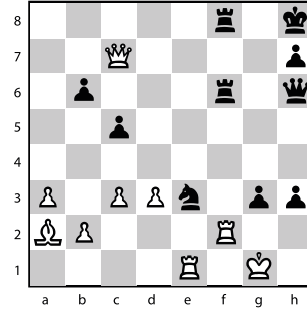
Matla Biten Etütler

Bir satranç oyuncusunun temel hedefi rakibi mat etmektir. Dolayısıyla mat pozisyonları pratik oyunlarda sıklıkla karşımıza çıkar ve doğal karşılanır. Bununla birlikte üst düzey oyuncular arasında oynanan oyunlarda mat nadiren görülür çünkü yenilginin kaçınılmaz olduğunu gören bir büyük usta mat olmayı beklemeden oyunu terk eder. Ne de olsa karşısındaki oyuncu

da büyük ustadır ve inatla oynamayı sürdürerek onun büyük bir gaf yapmasını ve mat etmeyi becerememesini ummak pek sportmence sayılmaz. Ama bazen de jest olsun diye nadir bir mat pozisyonun tahtada oluşmasına izin verirler. Böyle bir durum 2019 yılında GM Peter Svidler ve dünya şampiyonu GM Magnus Carlsen arasında ortaya çıkmıştı (Diyagram 1).

Diyagram 1

Svidler-Carlsen
Grenken Chess Classic,
2019

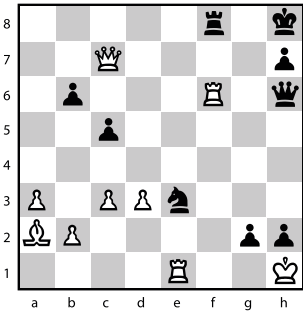


Carlsen'in bütün gücüyle rakibin şah kanadına yüklediği ve özellikle de g3 ve h3'teki piyonların bir

ölüm mangası gibi beyaz şahı ilerlediği bu pozisyonda Svidler, muhtemelen başına gelecekleri bile bile **32. Kxf6** oynadı. Carlsen, hediyeyle zevkle kabul etti: **32...h2+ 33. Şh1 g2#**.

Benzeri ancak satranç problemlerinde görülebilecek eşsiz bir mat pozisyonu! (Diyagram 2).

Diyagram 2



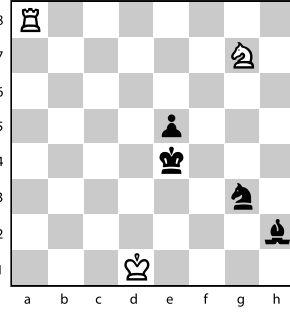
Satranç problemleri doğaları gereği belirli sayıda hamle içinde mat etme prensibine dayalıdır dolayısıyla mat zaten beklenen bir şeydir

ve mat pozisyonunun kendisinin özellikleri (model matlar bir yana) çok ilgi çekmeyebilir.

Etütlerde ise durum farklıdır ve hiç yoktan ortaya çıkan ilginç mat pozisyonları bazı etütlerin belkemiğini oluşturur. Bunlardan iki örnek vereceğiz.

Diyagram 3

Mark Liburkin
64, 1935
İkincilik-Üçüncülük Ödülü



Beyaz oynar ve kazanır.

Ünlü etütçü Liburkin'in en ünlü etütlerinden biri. Normal şartlarda mevcut materyal ile oyunun beraberlikle bitmesi gerekir ama siyah filin sıkışık durumu dengeyi bozuyor.

Çözüm:

1. Ka2 Fg1

1...Af1 Şe1

2. Kg2 Şf3! 3. Kg1

Şimdi beyazın ona oyunu kazandırmaya yetecek bir materyal üstünlüğü oluştu. Ama siyahın gizli bir planı var...

3...Şf2 4. Ke1 e4

Bu hamleden sonra kalenin hareket alanı son derece kısıtlandığı gibi şahının korumasına muhtaç.

5. Ae6! e3 6. Ac5! e2+ 7. Şd2 Af1+

Artık beyaz kaleden vazgeçmek zorunda.

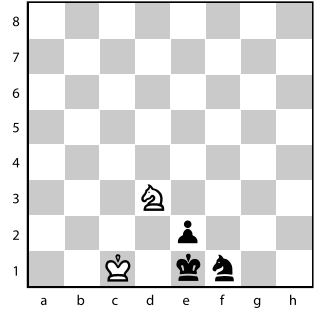
8. Şc1!!

8. Şc2? Ae4+ 9. Şd2 Ac4+ ve beraberlik.

8...Şxe1 9. Ad3#!

Beklenmedik bir mat!

Diyagram 4



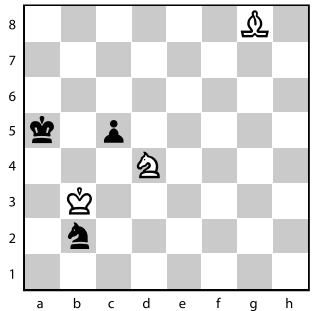
9. Ad3# sonrası ortaya çıkan mat pozisyonu.

Siyah şahın kendi taşlarıyla çevrilmiş olması sayesinde beyaz tek bir atla mat edebilmiş.

Sonraki örneğimiz Belçikalı, daha doğrusu Flaman kurgucu Vandecasteele'ye ait.

Diyagram 5

Ignace Vandecasteele
Schackend Nederland, 1962
Birincilik Ödülü



Beyaz oynar ve kazanır.

Beyaz, kendi atı siyah piyonun tehdidi altında olmasaydı hemen 1. Şxb2 ile kazanabilirdi. Etüt, siyahın atını koruma çabası etrafında şekilleniyor.

Çözüm:

1. Axc6+

1. Şxb2 cxd4 =

1...Şb5

1...Şb6 2. Ae5 Ad1 3. Ag4 ve ardından 4. Şc2 ve 5. Şxd1.

2. Ae5 Aa4 3. Fc4+ Şa5 4. Ac6+ Şb6 5. Ad8 Şa5

5...Şc7 6. Ae6+ ve kazanır.

6. Ab7+ Şb6 7. Fd5 Şb5 8. Ad6+ Şa5 9. Fc4 Ab6 10. Ab7#

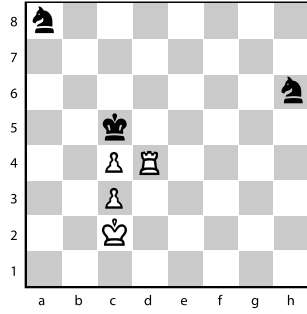
Yine tahtanın kenarında ilginç bir mat pozisyonu.

Ayın Soruları

Kendi başınıza çözmeniz için sizi matla sonlanan iki etütle baş başa bırakıyoruz...

Diyagram 6

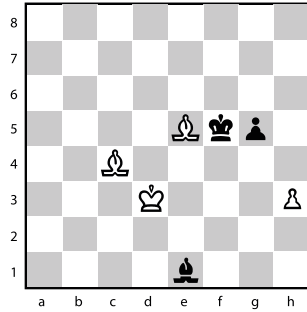
Sergey Kaminer
Leningradskaya Pravda,
1927



Beyaz oynar ve kazanır.

Diyagram 7

Yuri Bazlov, Vitali
Kovalenko
Shakhmatnaya Moskva,
1971
İkincilik Ödülü



Beyaz oynar ve kazanır.

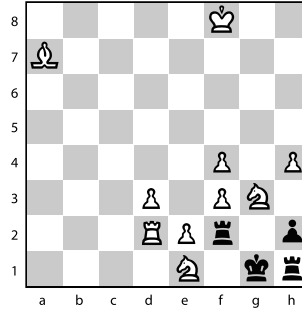
Geçen Ay Sorulan Problemlerin Çözümleri

Geçen ay sizlere ünlü Alman kurgucu Herbert Grasemann'ın 16 hamlelik bir probleminin çözümünü diyagramlar eşliğinde sunmuştuk. Ayın problemleri olarak da onun yapıtlarından iki

kurgu seçmiştik. Şimdi bunların çözümlerini veriyoruz.

Diyagram 8

Şahmati v SSSR, 1961
Birincilik Ödülü



Beyaz oynar ve 11 hamlede mat eder.

Bu problem için şu ipucunu vermiştik: Beyaz e2'deki kendi piyonu olmasaydı hemen Fxf2# ile mat edebilirdi. Problemin temel fikrini de işte bu piyonun oluşturduğu engelin ortadan kaldırılması oluşturuyor. Çözüm:

1. d4 Kf1/Kg2 2. d5+ Kf2 3. Kd4 Kf1/Kg2 4. Kb4+ Kf2 5. Kb6 Kf1/Kg2 6. Ka6+ Kf2 7. e3 K~

7...Kxf3 8. e4+ Kf2 9. Kb6 Kxf4+ 10. Kf6+ Kf2 11. Fxf2#

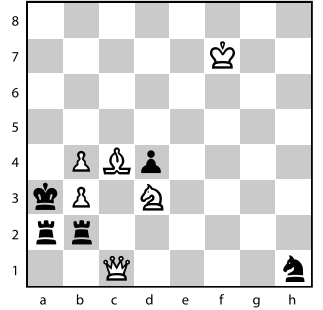
8. e4+ Kf2 9. Kb6 K~

9...Ka2 10. Kb2+ Kxa7 11. Kg2#.

10. Kb2+ Kf2 11. Fxf2#

Diyagram 9

Schach-Magazin,
1948
İkincilik-Üçüncülük
Ödülü



Beyaz oynar ve üç hamlede mat eder.

Çözüm:

1. Şg8! (zugzwang)

a) 1...Ag3 2. Vh6 ve 3. Va6#

2. Vg5? Af5!

b) 1...Af2 2. Vg5 ve 3. Va5#

2. Vh6? Axd3! ■



Prof. Dr. Azer Kerimov

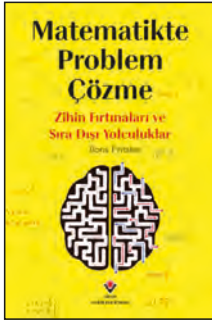
[bteknik@tubitak.gov.tr

Bilkent Üniversitesi, Matematik Bölümü

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

Bu ay:

Matematikte Problem Çözme - Zihin Fırtınaları ve Sıra Dışı Yolculuklar



Çözümü ile birlikte gönderilmeyen cevaplar değerlendirmeye alınmayacaktır.

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



bilimteknik.tubitak.gov.tr



Keloğlan ve Sivri'nin Küplerdeki Toz Şeker Miktarını Belirlemesi

Bilgecan Dede, Keloğlan ile yakın arkadaşı Sivri'nin ne kadar zeki olduğunu belirlemek için onları evine davet eder. İlk olarak Keloğlan'ın ve ondan bir süre sonra Sivri'nin eve gelmesini ister. Daveti kabul eden Keloğlan ve Sivri, Bilgecan Dede'nin evine gelmeden önce onlara verilecek ödevle ilgili herhangi bir bilgiye sahip değildir.

Bilgecan Dede, Keloğlan'a içinde bir miktar toz şeker bulunan 1 küp ve 12 tane boş küp, tartı ve yeterli miktarda toz şeker içeren büyük bir çuval verir ve görevin kurallarını ilk önce Keloğlan'a açıklar. Kurallara göre Keloğlan'ın 12 boş küpün her birine hiç boş küp kalmaması koşuluyla istediği miktarda toz şeker koyması gerekiyor. Bu işlemi yapmadan önce Keloğlan boş olmayan küpteki toz şeker miktarını belirleyebilir. Keloğlan isterse herhangi iki veya daha fazla sayıda küpe eşit miktarda toz şeker koyabilir. Bilgecan Dede, Keloğlan'a görevin kurallarının Sivri'ye de açıklanacağı bilgisini verir.

Keloğlan kurallara göre tüm küplere toz şeker dağıttıktan sonra Sivri de Bilgecan Dede'nin evine gelecek ve ödevin kuralları ona da açıklanacaktır. Ödevin amacı Sivri'nin tüm küplerdeki toz şeker miktarlarını doğru tahmin etmesidir. Sivri'nin hangi küpte hangi miktarda toz şeker bulunduğunu tahmin etmesi gerekmiyor, tahmin edilmesi gereken 13 küpte bulunan toz şeker miktarını temsil eden 13 pozitif gerçel sayıdır (kurallara göre Keloğlan tercih ederse bu sayılardan bazıları eşit olabilir).

Sivri'nin küplerdeki toz şeker miktarını tahmin etmesi için Keloğlan ona istediği sayıda pozitif sayı söyleyecektir. Kurallara göre Keloğlan'ın söylediği her sayının ya bir küpteki ya da birden fazla sayıda küpteki toplam toz şeker miktarına eşit olması gerekiyor. Ayrıca Keloğlan her defasında Sivri'ye söylediği sayının kaç tane küpün bulundurduğu toplam toz şeker miktarı olduğunu söylemeyecektir. Örnek olarak Keloğlan 23,4 sayısını söylese Sivri sadece ya bir ya da birden fazla küpte toplam 23,4 birim miktar toz şeker bulunduğunu bilgisine ulaşmış olacaktır.

Keloğlan ve Sivri arasında Keloğlan'ın ona söylediği sayılar dışında herhangi bir bilgi aktarımı olmayacaktır. Kurallara göre Keloğlan Sivri'ye N tane sayının tamamını söyledikten sonra Sivri'nin 13 sayı tahminini aynı anda Bilgecan Dede'ye söylemesi gerekmektedir.

Keloğlan, Sivri'ye sadece N tane sayı söyleyerek Sivri'nin küplerdeki toz şeker miktarı olan 13 sayıyı doğru tahmin etmesini garantileyebiliyorsa N sayısının alabileceği en küçük değer kaç olabilir? Bulduğunuz bu N sayısı için Keloğlan'ın bu 13 sayı bilgisini Sivri'ye nasıl aktarması gerektiğini açıklayın ve N sayısının neden daha küçük bir değer alamayacağını kanıtlayın. ■

Zekâ Oyunları

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

2026 SORULARI

Aşağıdaki sorularda verilen rakamların hepsini birer kez kullanarak ve sadece toplama, çıkarma, çarpma ve bölme işlemleri uygulayarak 2026 sayısını elde ediniz.

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

SORU 1

123456789 (iki çözüm var.)

SORU 2

987654321 (iki çözüm var.)

SORU 3

123454321 (Üç çözüm var.)

SORU 4

543212345

SORU 5

111222333 (iki çözüm var.)

SORU 6

1111222334

SU TÜKETİMİ

Bir maraton koşucusu, yanında taşıdığı suyu altı mola noktasında tamamen tüketir. Her mola noktasında, o anda elinde kalan suyun yarısından 1 litre fazlasını içtiğine göre başlangıçta kaç litre suyu vardı?

YARIŞMA TAKIMLARI

Bir yarışma için 8 öğrenci arasından iki adet 3 kişilik ve bir adet 2 kişilik takım oluşturulacaktır. Bu işlem kaç farklı biçimde yapılabilir?

1	AB	CD	E
2	AB	CE	D
3	AB	DE	C
4	AC	BD	E
5	AC	BE	D
6	AC	DE	C
7	AD	BC	E
8	AD	BE	C
9	AD	CE	B
10	AE	BC	D
11	AE	BD	C
12	AE	CD	B
13	BC	DE	A
14	BD	CE	A
15	BE	CD	A

Eğer soru 5 öğrenci arasından iki adet 2 kişilik ve bir adet 1 kişilik takım oluşturmak için sorulsaydı cevap 15 olacaktı. Öğrenciler A, B, C, D ve E olarak adlandırılmıştır.

SAYI HALKASI

0'dan 9'a kadar olan 10 sayıdan sekizini bölgelere öyle yerleştiriniz ki:

- ▶ Ardışık sayılar birbirlerine komşu olmasın.
- ▶ Her renkli bölgedeki sayıların toplamı eşit olsun.
- ▶ Dış halkada ve iç halkadaki sayıların toplamı eşit olsun. (İki sayı önceden yerleştirilmiştir.)



YEDİ KIBRİT



Yedi kibrit kullanarak eşit büyüklükte iki alan elde etmek istenirse çözüm şeklinde gösterilmiştir. Bu kibritleri kullanarak eşit büyüklükte üç alan oluşturabilir misiniz?

GEMİLER

İki ada arasında karşılıklı gemi seferleri yapılmaktadır.

- ▶ A adasından B adasına her saat başında (12.00, 13.00, 14.00, ...), B adasından A adasına ise her saatin ortasında (12.30, 13.30, 14.30, ...) bir gemi kalkmaktadır.
- ▶ Bir adadan diğerine olan sefer süresi 3 saattir.

Buna göre A adasından saat tam 16.00'da kalkan bir gemi, yolculuğu sırasında karşı yönden gelen kaç gemiyle karşılaşır?

YOLCULUKLAR

Ali, Burcu ve Cem; Ankara, İzmir ve Konya'dan her birine farklı bir gün (pazartesi, salı, çarşamba) yolculuk yapıyorlar.

- ▶ Her kişi yalnızca bir şehre gidiyor ve her gün yalnız bir kişi yolculuk yapıyor.
- ▶ Ali ne pazartesi günü yola çıktı ne de İzmir'e gitti.
- ▶ Salı günü yola çıkan kişi, Ankara'ya gitmedi.
- ▶ Cem, Ali'den bir gün sonra yola çıktı.
- ▶ Ankara'ya giden kişi Burcu değildir.

Verilen bu bilgilere göre Ali, Burcu ve Cem'in her birinin hangi gün hangi şehre gittiğini bulunuz.

SORU İŞARETİ

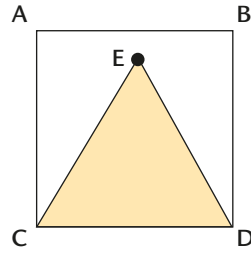
51	49	78
93	35	96
81	62	72
47	18	99
26	47	?

Soru işaretinin yerine hangi sayı gelmelidir?

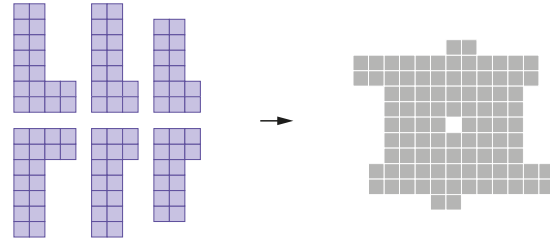
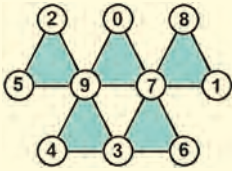
DÖNEN ÜÇGEN

ABCD birim karedir. CED eşkenar üçgendir.

E noktası sabit kalmak üzere kareyi saat yönünde 90° döndürecekisiniz. Bu döndürme işleminin başından sonuna kadar eşkenar üçgenin taradığı alanı hesaplayınız.

**ALTI "L"**

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

**GEÇEN SAYININ ÇÖZÜMLERİ****ÜÇGENLER****ÜÇ KARE**

AC = Karenin köşegen uzunluğu = $a\sqrt{2}$

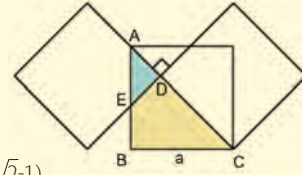
DC = Karenin kenar uzunluğu = a

AD = AC - DC = $a(\sqrt{2}-1)$

AD = DE

Mavi alan = $AD \times DE / 2 = \frac{1}{2} a^2 (3 - 2\sqrt{2})$

Sarı alan = Kare alanının yarısı - mavi olan alan = $a^2 (\sqrt{2}-1)$

**GOL SAYILARI**

28

SAYI TABLOSU

52	44	36	28	20
46	43	40	37	34
40	42	44	46	48
34	41	48	55	62
28	40	52	64	76

RENKLİ KIYAFETLER

	Tişört	Pantolon
Arda	Sarı	Mavi
Berk	Mavi	Kırmızı

DÖRT SAYI

1, 2, 5, 7

$1 \times 7 = 2 + 5$

$12 = 5 + 7$

ÜÇGEN DİZİSİ

Bir üçgeni üç üçgene 4 farklı biçimde bölebiliriz. İlk üç kutuda bunlardan üçü verilmiştir, boş kutuya dördüncü bölme biçimi olan A şıkkı gelmelidir.

B şıkkı ikinci kutuyla, C şıkkı birinci kutuyla, D şıkkı ise üçüncü kutuyla topolojik olarak aynıdır.

SAYI TAHMİNİ

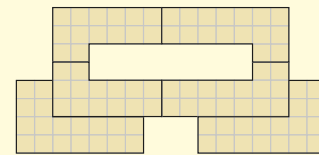
41.253

SORU İŞARETİ

Her satır için birinci ve dördüncü sütunlardaki sayıların çarpımları ikinci ve üçüncü sütundaki sayıların çarpımlarına eşittir.

$3 \times 3 = 1 \times 9$

9	6	6	4
3	9	2	6
8	4	6	3
4	2	8	4
3	1	9	3

ALTI "L"

Yayın Dünyası

Dr. Özlem Kılıç Ekici [TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi

Beslenme Bilimi

Rhiannon Lambert
Çeviri: Bilge Tanrıseven

TÜBİTAK Popüler Bilim Kitapları Yetişkin Kitaplığı, 2025 (1. Basım)

Bu kitap, birbiriyle çelişen beslenme tavsiyeleri karmaşasına son vermeyi amaçlıyor. Bilimsel araştırmalara dayalı, net, anlaşılır ve güvenilir bilgilerle kaleme alınan bu eser, kendi beslenme tarzınızı oluşturmanızda size rehberlik edecek. *Beslenme Bilimi*, sağlığınız ve mutluluğunuz açısından neyi, ne zaman ve nasıl bir farkındalıkla yiyebileceğinize dair en iyi kararı, bilgi temelinde almanızı sağlayacak. Bağırsak bakterilerinden kilo yönetimine, kalp sağlığından bağışıklığı desteklemeye, vegan diyetlere ve aralıklı oruca kadar beslenmeyle ilgili akla gelebilecek tüm konuları kapsayan bu kitap, bilgilendirici grafikler aracılığıyla akıllardaki çoğu soruya net yanıtlar vererek beslenme bilimini anlamayı kolaylaştırıyor.



Yanardağlar ve Depremler Resimli Etkinlik Kitabı

Tom Jackson
Çeviri:
Uğur Erdem Dokuz



TÜBİTAK Popüler Bilim Kitapları
Çocuk ve Gençlik Kitaplığı, 2025 (1. Basım)

Dünyayı keşfetmeye hazır mısın? Bu rengârenk etkinlik kitabıyla gezegenimiz Dünya hakkında önemli bilgiler öğrenirken aynı zamanda eğleneceksin! Dünya'nın katmanlarını boyayın. Yanardağ labirentinde yönünüzü bulun. Doğal afetler hakkında farkındalık kazanın. Keşfederek öğrenin. Macera şimdi başlıyor!



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.

