TÜBİTAK

59 yaşında

Bilim ve Teknik

Aylık Popüler Bilim Dergisi Temmuz 2026 Yıl 59 Sayı 704 - 39 TL

YAPAY ZEKÂ DESTEKLİ FUTBOL TOPU TEKNOLOJİSİ



ZAMANI ÖLÇMEK

SAHADAKİ ALGORİTMALAR

DENİZ ÇAYIRLARI

SİVRİSİNEK MÜCADELESİNDE YENİ BİR YAKLAŞIM

POSTER EKİ

TÜRKİYE'NİN DENİZ CANLILARI

ISSN 1300338001 04

Nesiller Büyüten Dergi ile

Keşfetmenin Sonu Yok!



Yıllık Abonelik

468 TL

yerine

390 TL

#BilimOkuyanBilir

Abonelik avantajları için:
yayinlar.tubitak.gov.tr

TÜBİTAK

Ön Kapak Görseli: İlkim Eda Şahin

"Benim mânevi mirasım ilim ve akıldır."
Mustafa Kemal Atatürk

Bilim ve Teknik

Aylık Popüler Bilim Dergisi
Yıl 59 Sayı 704
Temmuz 2026

İmtiyaz Sahibi
TÜBİTAK Adına Başkan
Prof. Dr. Orhan Aydın

Genel Yayın Yönetmeni ve Sorumlu Yazı İşleri Müdürü
Ömer Kökçam

Dergiler Müdürü
Kübra Bal Çetinkaya

Yayın Yönetmeni
Dr. Özlem Kılıç Ekici

Editör
Dr. Tuba Sarıgül

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

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

Redaksiyon
Berranur Beşir
Mehmet Sığırcı

Grafik Tasarım
Hüseyin Diker

Web-Mobil Uygulama-Sosyal Medya
Rıza Berkay Ayçelebi
İlkim Eda Şahin
Ebru Kars

Mali Yönetmen
Adem Polat

Mali ve İdari Hizmetler
Pınar Kaya

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

Abone İlişkileri
abone@tubitak.gov.tr
yayinlar.tubitak.gov.tr

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

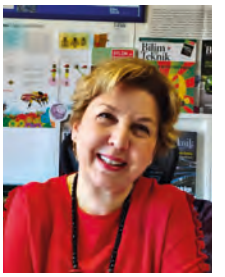
Baskı Tarihi 21.06.2026

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

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

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

Her ayın 1'inde çıkar.



2026 FIFA Dünya Kupası tüm heyecanıyla devam ediyor. Bu seneki maçlarda futbol şöleninin yanı sıra pek çok bilimsel ve teknolojik yeniliğe de tanıklık ediyoruz. Uzmanlara göre bu yılki organizasyon şimdiye kadarki en yüksek teknoloji düzeyine sahip Dünya Kupası. Yapay zekâdan akıllı toplara, giyilebilir teknolojilerden üç boyutlu dijital oyuncu modellerine kadar çok sayıda yenilik bu turnuvada kullanılıyor. Abdülkadir Birol ile Özlem Ak'ın hazırladığı "Dünya Kupasının En Akıllı Topu" ve "Dünya Kupası'nda Artık Algoritmalar da Sahada!" başlıklı yazılarımızı okuduktan sonra maçları bambaşka bir bakış açısıyla izleyeceksiniz.

Özlem Ak diğer yazılarında, sivrisineklerle mücadelede kullanılması öngörülen yeni bir yaklaşımdan ve palyaço balıklarında gözlemlenen farklı vücut desenlerinden bahsediyor. İlay Çelik Sezer, "bilgisayar biliminin Nobel"i sayılan Turing Ödülü'ne layık görülen kuantum kriptografi araştırma alanını ele alıyor. Bir diğer yazısında ise genlerimizin yaşam süremize etkisine ilişkin yeni bir araştırmayı özetliyor. Mahir Ocak, tarih boyunca insanların zamanı daha hassas ölçmek ve daha iyi ifade etmek için geliştirdiği cihazları, teknikleri, birimleri ve standartları anlatıyor. Hayriye Yetiş Avcı, Salda Gölü'nün bilimsel çalışmalar için önemini vurgulayarak ilk defa gerçekleştirilen Salda Bilim Günleri etkinliğinden dikkat çeken başlıkları aktarıyor. Mustafa Sarı'nın yazısında ise hep birlikte Marmara Denizi'ne dalıyor ve "ekosistem mühendisleri" olan deniz çayırlarının izini sürüyoruz. Bu ayki poster ekimizde ülkemiz denizlerinde yaşayan bazı deniz canlısı türlerinin çok etkileyici görüntülerine yer veriyoruz.

"Luviler Bronz Çağı'nda Batı Anadolu'da Önemli Bir Güç müydü?" yazımız 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 ***(bilimteknik.tubitak.gov.tr/e-arsiv).*** 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 yenilenen 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



Bu sayımızı değerlendirmek için kare kodu cihazınıza okutabilirsiniz.

içindekiler

4
***Bilim ve Teknik* ile Büyüdüm, Büyüyorum...**
Özlem Ak

6
Haberler

16
Salda Gölü'nde Bilim Günleri
Hayriye Yetiş Avcı

20
Bilim Çizgi
Feza Gürsey
Sinancan Kara

28
Dünya Kupası'nda Artık Algoritmalar da Sahada!
Özlem Ak

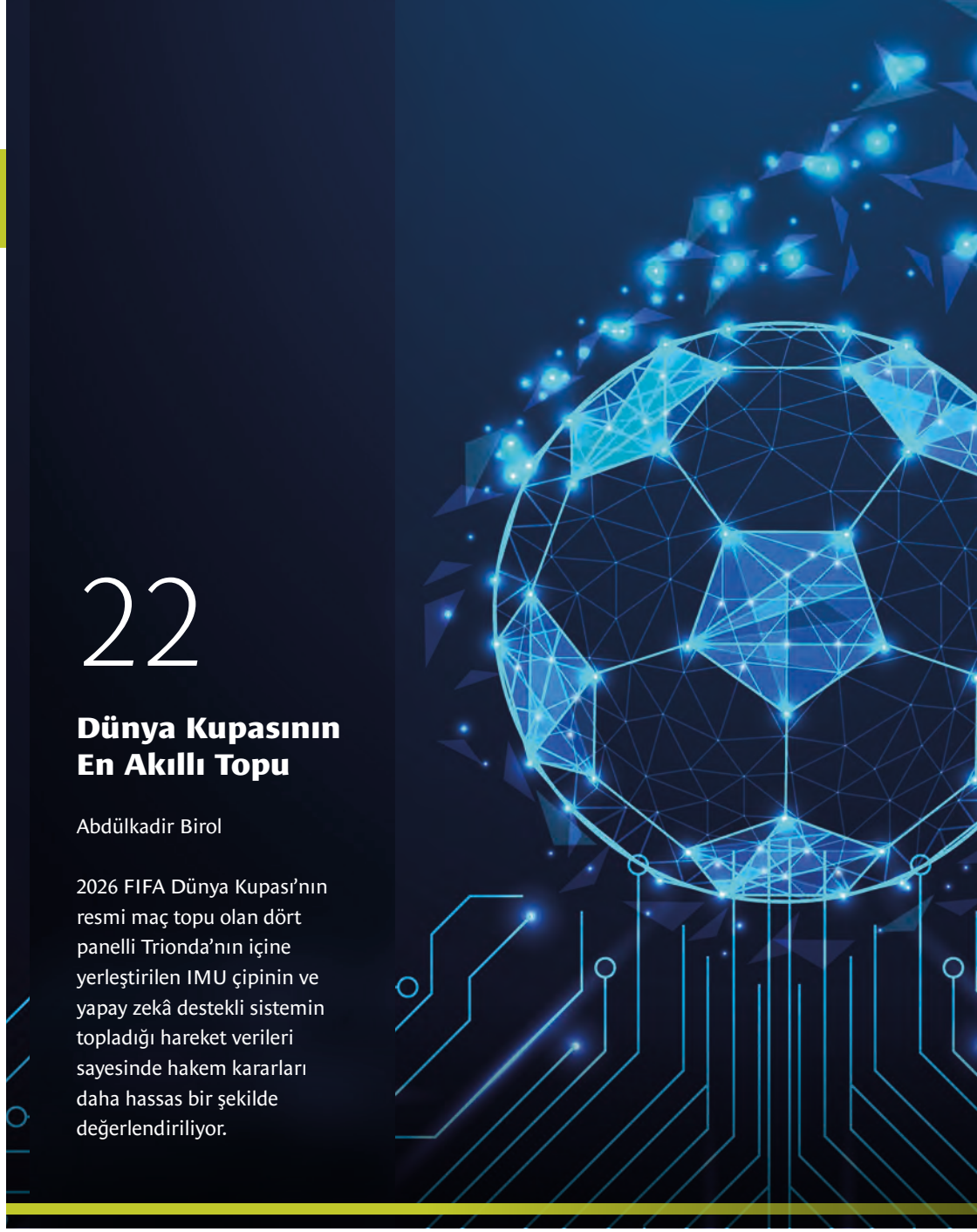
32
Google'dan Sivrisineklerle Mücadelede Yeni Bir Yaklaşım
Özlem Ak

40
Tekno-Yaşam
Gürkan Caner Birer

44
Bilgisayar Biliminin "Nobel"i ACM A. M. Turing Ödülü Kuantum Kriptografinin Öncülerine
İlay Çelik Sezer

54
Merak Ettikleriniz
İlay Çelik Sezer

56
Palyaço Balığının Çizgileri Neden Dalgalandı?
Özlem Ak



22

Dünya Kupasının En Akıllı Topu

Abdülkadir Birol

2026 FIFA Dünya Kupası'nın resmi maç topu olan dört panelli Trionda'nın içine yerleştirilen IMU çipinin ve yapay zekâ destekli sistemin topladığı hareket verileri sayesinde hakem kararları daha hassas bir şekilde değerlendiriliyor.

74
Genlerimizin Yaşam Süremize Etkisi Sandığımızdan Fazla Olabilir
İlay Çelik Sezer

76
Luviler Bronz Çağı'nda Batı Anadolu'da Önemli Bir Güç müydü?
Mahir E. Ocak

78
Bilim Tarihinden Notlar
Bîrûnî'nin Bilimsel Çalışmaları II
Hüseyin Gazi Topdemir

82
Doğa - Flora
Lavanta
Aydan Acar 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



46
Mustafa Sarı
Ekosistem Mühendisi Deniz Çayırlarının İzinde



60
Mahir E. Ocak
Zamanı Ölçmek

Bilim ve Teknik dergisinin internet sitesi, okurlarımızın içeriklerimize daha kolay ulaşmasını sağlayan ve okuma deneyimini geliştiren kullanıcı dostu altyapısı ve modern görünümüyle tamamen yenilendi. Ziyaret etmeyi ve abone olmayı unutmayın!

POSTER EKİ
(2 sayfa)

Türkiye'nin Deniz Canlıları
Özlem Kılıç Ekici
Hüseyin Diker



Bilim ve Teknik
tubitakbiltek
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 dergimizin yeni web sitesi üzerinden ya da ***bteknik@tubitak.gov.tr*** adresine e-posta göndererek iletebileceklerini hatırlatıyoruz.

***Bilim ve Teknik*'in hayatınızdaki yerini paylaşın, *Bilim ve Teknik* ile büyüyecek yeni kuşaklara ilham verin!**



"Bilime olan tutkumun ateşini yakan dergi"

Merhaba,

Bilim ve Teknik benim bilime olan tutkumun ateşini yakan, ortaokul yıllarımdan beri keyifle ve ilgiyle takip ettiğim, okurken hiç yorulmadığım bir dergi. Bu sebeple sahip olduğu misyonun çok önemli olduğunu ve benim gibi sayısız insanı etkilediğini düşünüyorum. *Bilim ve Teknik* özellikle fizik eğitimimde beni o kadar etkiledi ki bir parçası olabilmek ve bir katkı sağlayabilmek için 2007 yılında iki popüler bilim yazısı kaleme almıştım. Bu yazıların yayımlanması benim için çok değerliydi. Son olarak *Bilim ve Teknik*'e katkı sağlayan tüm ekibe, benim gibi milyonları etkiledikleri için sonsuz teşekkürlerimi sunuyorum. Aydınlattıkları ve motive ettikleri yolda Aziz Sancar gibi nice bilim insanlarının yetişmesine katkı sağlayabileceğimize inanıyorum.

Dr. T. Serkan Kasırga

"Kariyerimi seçmemde önemli bir ilham kaynağı"

Merhaba,

Çocukluğumdan beri uzay, teknoloji ve mühendislik alanlarına olan ilgim, *Bilim ve Teknik* dergisinde okuduğum yazılar sayesinde giderek arttı. Özellikle roketler, yapay zekâ ve uzay araştırmaları üzerine yayımlanan yazılar merak duygumu besledi ve beni araştırmaya teşvik etti. Bu ilgi, geçen yıl girdiğim üniversite sınavında havacılık ve uzay mühendisliğini tercih etmemde önemli bir rol oynadı. Bilimi günlük yaşamın bir parçası hâline getirerek bana ilham verdiği ve kariyerimi seçmemde büyük bir rol aldığı için *Bilim ve Teknik*'e teşekkür ederim.

Sezanur Yılmaz

“Hayatıma ışık tuttu”

Merhaba,

Küçüklüğümde babamın aracılığıyla sizlerle tanıştım. O zamandan beri *Bilim ve Teknik* dergisi hayatıma ışık tuttu ve bana hep yol gösterdi. Okumaktan hep keyif aldığım bu yayının her sayısı ayrı eğlenceli. Bu dergi bana çok şey kattı. Çünkü yepyeni ve şaşırtıcı bilgiler hayatımı renklendirdi. Her okuduğumda bir sonraki sayısını hep heyecanla bekledim. Bana bu fırsatı sunduğunuz için size çok teşekkür ederim. İyi ki varsınız.

Büşra Tosun

“Sayfalar arasında filizlenen bilim merakı”

Merhaba,

Çocukluğumdan bu yana *Bilim ve Teknik* dergisinin sadık bir okuyucusuyum. Bu dergiyle henüz ilkokul yıllarımdayken babamın eve getirdiği bir sayısı sayesinde tanıştım ve bilime olan merakım bu sayfalar arasında filizlendi. Yıllar içinde o merak hiç sönmedi. Bugün doktorasını tamamlamış bir akademisyen olarak hâlâ her yeni sayıyı heyecanla bekliyorum. *Bilim ve Teknik*’in bende uyandırdığı bu bilim sevgisi, beni bu yola yönlendiren en önemli etkenlerden biri oldu.

Çocukluğumda sayfalarını merakla çevirdiğim bu dergiye bugün bilim doktoru ünvanıyla yazabilmek bile benim için çok anlamlı. 59 yıldır süren bu güzel yolculukta emeği geçen herkese teşekkür ederim.

Dr. Doğukan Kurç

“Hayallerimi şekillendiren, düşünce dünyamı besleyen bir rehber”

Merhaba,

Bilime olan ilgimin temelleri ilkokul yıllarında atıldı. O dönem ilkokul öğretmenimin bana bir başarı ödülü olarak *Bilim Çocuk* dergisi vermesiyle bilime karşı duyduğum merak ve heves ilk kez somut bir karşılık buldu. Sayfalarını büyük bir heyecanla karıştırdığım o dergi, benim için yalnızca bir ödül değil; hayal kurmayı, sorgulamayı ve öğrenmeyi seven bir çocuk olarak hayatımda bir dönüm noktası oldu…

Yıllar içinde bu ilgi büyüyerek devam etti. Bugün bir inşaat mühendisliği öğrencisi olarak çocukken atılan o küçük adımın, hayatımın yönünü belirlediğini daha net görebiliyorum. *Bilim ve Teknik* dergisi ise bu yolculukta yalnızca bilgi edindiğim bir kaynak değil, hayallerimi şekillendiren ve düşünce dünyamı besleyen bir rehber oldu.

Gelecekte inşa edeceğim binaların yalnızca beton ve çelikten ibaret değil, bilimin rehberliğinde insan hayatına dokunan, anlam katan ve güvenli yapılar olmasını istiyorum. Bugün kurduğum hayalleri, yarın yükselteceğim yapılarla somutlaştırırken bu hayallerin temelinde *Bilim ve Teknik*’in bıraktığı izlerin olacağını bilmek benim için çok kıymetli.

Saygılarımla, iyi çalışmalar dilerim.

Nida Bakırcı

Haberler

Alzheimer Nerede Başlıyor?

Özlem Ak

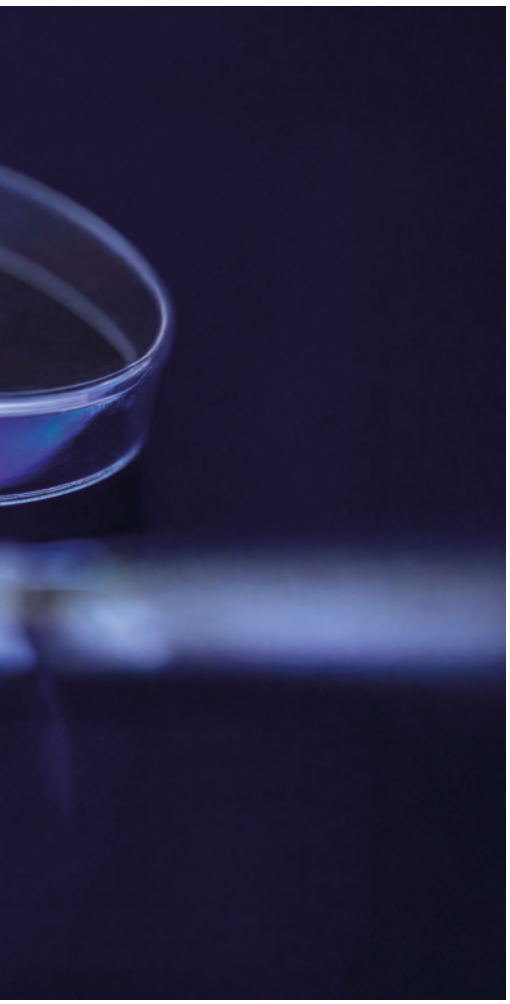


Alzheimer'a yol açan biyolojik değişimlerin uzun süredir beyinde başladığı düşünülüyordu. Ancak yeni bulgular, hastalığın başlangıcının vücudun başka bölgelerinde olabileceğini gösteriyor. Bağışıklık sistemi, yangı ve bağırsaklardaki değişimler bu süreçte rol oynayabilir. Genetik veriler de Alzheimer ile ilişkili birçok genin yalnızca beyinde değil, farklı dokularda aktif olduğunu ortaya koyuyor. Bu da hastalığın tüm vücudu ilgilendiren bir süreç olabileceğini düşündürüyor.

Danimarka'daki Novo Nordisk Vakfı Temel Metabolik Araştırmalar Merkezinden araştırmacı César Cunha ve ekibi, Avrupa Alzheimer ve Demans Biyobankasından 85.000'den fazla Alzheimer hastası ile 485.000 sağlıklı bireyin genetik verilerini inceledi. Ayrıca vücudun 40 ve beynin 100 farklı bölgesinden alınan yaklaşık 5 milyon hücreyi tek tek analiz ederek bu hücrelerdeki genlerin aktivite düzeyini belirlediler.

Araştırmacılar, Alzheimer riskini artıran genetik varyantlara (genlerdeki küçük değişiklikler) sahip yaklaşık 1.000 geni ayrıntılı olarak inceledi. Bu genlerin beyinde görece daha az; deri, akciğerler ve dalak gibi organlarda, sindirim sisteminde ve kandaki bağışıklık hücrelerinde ise daha aktif olduğu görüldü. Bu genlerin önemli bir kısmı bağışıklık sistemiyle ilişkili ve özellikle dış dünyayla etkileşim hâlinde olan dokularda yoğunlaşıyor. Bu durum, hastalığın beyin dışında başlayan yangı süreçleriyle bağlantılı olabileceğini düşündürüyor. Cunha'ya göre bazı genetik varyantlar, yangının şiddetini ve beyni etkileyip etkilemeyeceğini belirliyor, bu özellikleri taşıyan kişiler geçirdikleri enfeksiyonlar sonrasında hastalığa daha yatkın olabilir.

Araştırma ekibi, bu genetik varyantların 55-60 yaş aralığında daha aktif olduğu sonucuna vardı. Bu da orta yaşta ortaya çıkan yangının kritik olabileceğini düşündürüyor. Nitekim uzun süreli bir çalışmada 50'li



Martin Philip / iStock

yaşlarının sonlarında, kandaki yangı belirteçlerinin düzeyi yüksek olan erkeklerde ilerleyen yaşlarda Alzheimer gelişme olasılığının daha yüksek olduğu görülmüş. Cunha'ya göre 55 yaşında geçirilen bir viral enfeksiyonun etkileri onlarca yıl sonra Alzheimer'ın gelişimine katkıda bulunabilecek süreçleri tetikleyebilir. Ancak bunun nasıl gerçekleştiği henüz bilinmiyor.

Geçmişte beyin, bağışıklık sisteminden büyük ölçüde izole bir organ olarak görülüyordu. Oysa artık vücuttaki farklı dokularda ortaya çıkan yangının beyni de etkileyebildiği biliniyor. Yangı sırasında salınan sitokinlerin kan yoluyla beyne ulaşabildiği ve beyin hücreleri arasındaki iletişimi bozabilecek süreçleri tetikleyebileceği düşünülüyor. Yaşla birlikte kan-beyin bariyerinin daha geçirgen hâle gelmesi de bu etkinin orta yaşta neden daha belirgin olabileceğini açıklayabilir.

Bugün hâlâ kabul edilen yaygın görüş, Alzheimer'ın beyinde biriken beta-amiloid ve tau proteinlerinden kaynaklandığı yönünde. Ancak bu proteinleri hedefleyen tedavilerin sınırlı başarı göstermesi, bu birikimlerin hastalığın nedeni değil, daha çok bir sonucu olabileceğini düşündürüyor. ■

https://doi.org/10.64898/2026.02.09.26344392

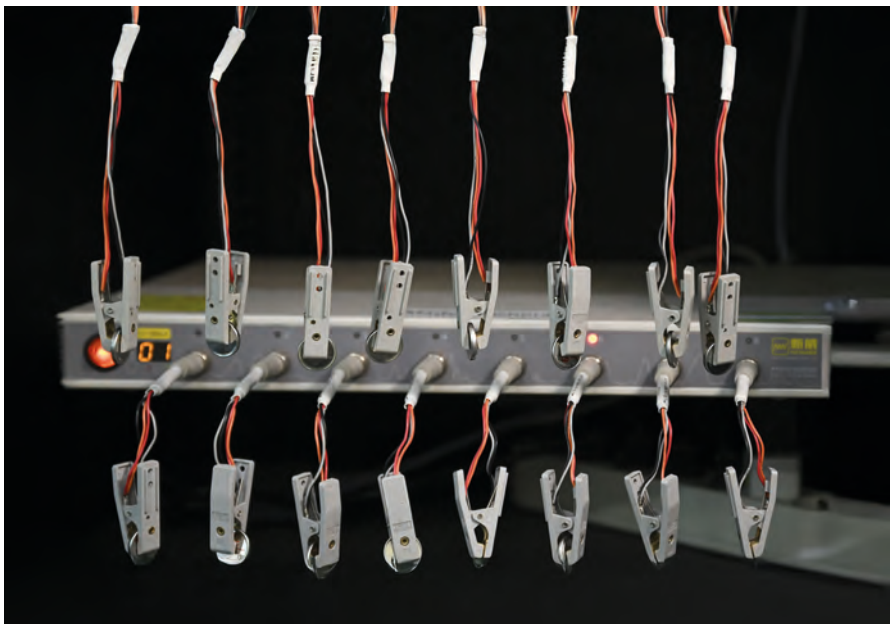
Atık Pillere Patentli Çözüm

Hayriye Yetiş Avcı

Yıldız Teknik Üniversitesinden (YTÜ) bilim insanları, kullanım ömrü dolan lityum iyon pillerin geri dönüşümünü sağlayan yeni bir yöntem geliştirdi. Türk Patent ve Marka Kurumu tarafından tescillenen yöntem, atık pil sorununa çözüm sunarken lityum iyon pilleri yeniden ekonomiye kazandırmaya da imkân veriyor.

Taşınabilir elektronik cihazlarda, elektrikli araçlarda ve büyük ölçekli enerji depolama sistemlerinde yaygın olarak kullanılan lityum iyon pillerin uygulama alanı gün geçtikçe genişliyor. Lityum iyon pillere talebin hızla yükselmesi atık pil sorununun dolayısıyla çevresel risklerin de artmasına neden oluyor. Örneğin pillerin yapısında bulunan zehirli ağır metaller yer altı sularına ve toprağa karışabilir. Ayrıca çöp depolama alanlarında biriken pil atıkları durdurulması zor yangınlara sebep olabilir ve bu yangınlar sırasında atmosfere zehirli gazlar salınabilir.

Dünya genelinde lityum iyon pil atığı miktarının 2030 yılına kadar yılda 2 milyon tona ulaşacağı tahmin ediliyor. Ancak şu anda bu pillerin %5'inden azı geri dönüştürülebiliyor. Lityum iyon pillerin tüketimi arttıkça kullanım ömrünü tamamlamış olanların geri dönüştürülmesi, küresel çapta önemli hâle geldi. Bu pillerin geri dönüşümünde sürdürülebilirliği sağlayarak çevre ve insan sağlığına verdiği zararları azaltmak amacıyla çeşitli çalışmalar yapılıyor. Ayrıca kullanılmış lityum iyon pillerden yeni pil üretimi için gerekli olan kobalt ve lityum gibi kritik metalleri geri kazanmayı amaçlayan yeni endüstri alanları da gelişiyor.



AA

YTÜ Kimya-Metalurji Fakültesi Metalurji ve Malzeme Mühendisliği Bölümü Öğretim Üyeleri Prof. Dr. Metin Gençten, Doç. Dr. Burak Birol ve Dr. Sezgin Yaşa'nın geliştirdiği yöntemde, lityum iyon pillerin içindeki kritik elementlerin tekrar kullanılabilir duruma getirilmesi ve yeni pillerin üretiminde kullanılması hedefleniyor.

Pil talebinin yükselmesi nedeniyle lityum, nikel, mangan ve kobalt gibi doğal kaynakları sınırlı olan metallere olan talep gün geçtikçe artıyor. Atık piller, bu bileşenleri doğadan çıkarılan cevherlerine kıyasla daha yüksek oranda içerdiği için bu atıklar pil üretiminde kullanılan metaller için önemli bir kaynak olabilir. Araştırma ise NMC ve LFP katot aktif maddelerin (elektrokimyasal tepkimelerin gerçekleştiği temel katot bileşeni), anot malzemesi olan grafitin (elektrokimyasal tepkimelerin gerçekleştiği temel anot bileşeni) ve kobalt, mangan, nikel gibi kritik metallerin yeni pil üretiminde kullanılmak üzere ham madde kaynağına dönüştürülmesine odaklanıyor.

Kritik ham maddeleri ekonomiye geri kazandırmayı amaçlayan bu yöntem sayesinde düşük enerji tüketimiyle yüksek saflıkta metaller elde edilebilecek. Geri kazanılan malzemeler enerji depolama sistemlerinden sensör teknolojilerine kadar pek çok alanda kullanılabilecek. Diğer yandan geliştirilen yöntem ömrünü tamamlamış lityum iyon pillerin çevre üzerindeki olumsuz etkilerinin azaltılmasını sağlayarak sıfır atık hedefine katkıda bulunacak. ■

https://www.aa.com.tr/tr/bilim-teknoloji/ytulu-bilim-insanlarindan-lityum-iyon-pillerin-geri-kazanimina-yonelik-patentli-cozum/3926207
https://www.statista.com/topics/9962/li-ion-battery-recycling/?srsltid=AfmBOoowkH1Cj3kQ15b2Qf50F2EzvKdh6n1yW78Wb4617Uxz56tqVJMY#topicOverview

Yatan Hastalarda Ağız Hijyenini İyileştirmek Zatürre Riskini Azaltıyor

İlay Çelik Sezer

Kapsamlı bir araştırmada, hastanede yatan hastaların ağız hijyenine daha fazla özen göstermesini sağlamaya yönelik bir dizi müdahalenin, hastane kaynaklı zatürre riskini azalttığı belirlendi.

Hastanede yatmak pek çok hasta için günlük hayatlarındaki diş fırçalama rutinlerinin bozulması anlamına geliyor. Bazı hastalar yanında diş fırçası getirmeyi unutuyor, bazıları farklı bir ortamda farklı bir düzene uyum sağlamaya çalışırken diş fırçalamayı ihmal edebiliyor. Ayrıca tedavi sürecindeki fiziksel kısıtlılıkları nedeniyle dişlerini fırçalayamayacak durumda olan veya kendini fiziksel ya da psikolojik olarak kötü hissettiği için diş fırçalamayan hastalar da oluyor. Öte yandan sağlık çalışanlarının hastalara verdiği bakım hizmetleri ise çoğu zaman ağız hijyenini sağlamaya yönelik bir müdahale içermiyor.

Solunum cihazına bağlı olsun ya da olmasın hastanede yatan hastalarda ihmal edilemeyecek sıklıklarda ortaya çıkabilen zatürre, nedenleri ve nasıl önlenebileceği



peshkov / iStock

hâlâ araştırılan önemli bir sağlık sorunu. Avustralya'daki Avondale Üniversitesinden Brett Mitchell, hastane yatışı sırasında ağız mikrobiyotasında meydana gelen değişimlerin akciğerlere daha fazla bakteri taşınmasına neden olarak solunum sağlığını etkileyebileceğini, dolayısıyla hastane kaynaklı zatürre vakaları ile ilişkili olabileceğini düşündü. Mitchell ve ekibi toplam 8.870 hastanın katıldığı bir yıl süren randomize kontrollü (katılımcıların rastgele deney ve kontrol gruplarına ayrıldığı) bir çalışmada, ağız bakımını teşvik edecek bir dizi uygulamanın hastane kaynaklı zatürre riskine etkisini test etti. Üç hasta grubunun birine deneyin 3. ayında, birine deneyin 6. ayında, birine de deneyin 9. ayında diş fırçası, diş macunu gibi temel ağız bakım malzemeleri verildi ve diş bakımı konusunda eğitim ve bilgilendirme faaliyetleri yapıldı. Bunlara ek olarak hemşirelere temel ağız bakımı eğitimi verildi, konuyla ilgili profesyonel bilgi kaynakları sunuldu ve hemşireler, hastalara diş fırçalamayı hatırlatmaları ve gerekirse bu konuda onlara yardımcı olmaları yönünde teşvik edildi. Bu uygulamadan önce hastalar arasında günde bir kez diş fırçalama oranı ortalama %15,9 iken uygulama sonrasında bu oran ortalama %61,9'a yükseldi. Aynı dönemde solunum cihazına bağlı olmayan hastane kaynaklı zatürre vakalarının sayısında çarpıcı bir azalma görüldü. Hastane Kaynaklı Zatürreyi Önleme (Hospital-Acquired Pneumonia Prevention, HAPPEN) çalışmasının bir parçası olarak yapılan ve 17-21 Nisan'da Almanya'nın Münih kentinde düzenlenen Avrupa Klinik Mikrobiyoloji ve Enfeksiyon Hastalıkları Derneği (ESCMID Global) Kongresi'nde sunulan deneyin sonuçları, yatan hastalarda ağız hijyenini iyileştirmeye yönelik yapılandırılmış müdahalelerin hayat kurtarıcı faydalar sağlayabileceğini düşündürüyor. ■

https://www.newscientist.com/article/2523576-brushing-your-teeth-in-hospital-could-prevent-catching-a-bad-infection/

Deniz Canlıları Kanser Tedavisinde Umut Vadediyor

Hayriye Yetiş Avcı

Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesinden araştırmacıların yürüttüğü çalışma, denizanası ve denizşakayığından elde edilen zehirlerin (venom) kolon kanseri tedavisinde etkili olabileceğini ortaya koydu. Sonuçlar *Marine Biotechnology* dergisinde yayımlandı. Knidliler denizşakayığı, mercan ve denizanası gibi omurgasız hayvanları kapsayan hayvan şubesidir. Bu şubede yer alan canlılarda nematosist adı verilen özel bir organel bulunur. Avlarını yakalamak veya kendilerini savunmak için bu organelin salgıladığı venomları kullanırlar. Farklı nematosist türleri farklı venom içeriklerine sahiptir. Yapılarında bulunan enzim, nörotoksin ve türe özgü peptitler nedeniyle venomların farmakolojik özellikleri son yıllarda yoğun bir şekilde araştırılıyor.

2023 yılında TÜBİTAK desteğiyle başlayan ve Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesinden araştırmacıların yürüttüğü projede iki farklı denizanası ve bir denizşakayığı türünden elde edilen venomların kolon kanseri hücreleri üzerindeki etkileri incelendi. Araştırma Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Deniz Biyolojisi Ana Bilim Dalı Öğretim Üyesi Doç. Dr. Nurçin Killi liderliğinde, Tıp Fakültesi Tıbbi Biyoloji Ana Bilim Dalı Öğretim Üyesi Doç. Dr. Esin Sakallı Çetin, yüksek lisans ve doktora öğrencilerinin katkılarıyla gerçekleştirildi.

Araştırmada doğal yaşam alanlarından toplanan *Aurelia aurita* ve *Rhopilema nomadica* türündeki denizanaları ile *Anemonia sulcata* türündeki denizşakayığından elde edilen venomlar kullanıldı.

Bu venomların kültür ortamında büyütülen iki farklı kolon kanseri hücresi (hücre hattı) ve sağlıklı kolon hücreleri üzerindeki etkileri incelendi. Venomların etkinlik düzeyi kullanılan doza, süreye ve hücre hattına bağlı olarak farklılık gösterse de her üç canlı türünün venomu da kolon kanseri hücreleri üzerinde sitotoksik etkiye (hücre ölümüne ya da işlevinin bozulmasına yol açma) neden oldu. En önemlisi ise venomlar kanser hücrelerini rastgele ve kontrolsüz bir biçimde parçalamak yerine hücrelerin apoptoz mekanizmasını tetikleyerek kendi kendisini öldürmesini sağladı. Apoptoz mekanizması kontrollü hücre ölümüne neden olurken çevre dokularda yangıya yol açmadığı için kanser tedavisinde istenen bir özelliktir.

Knidliler balık yumurtaları ve larvaları ile beslendiğinden balık popülasyonlarını tehdit edebiliyor. Aynı zamanda müsilaj oluşumuna neden olarak ekosisteme zarar verebiliyorlar. Knidlilerle temas eden insanlarda yanma, kaşıntı, kızarıklık ve ödem oluşabiliyor. Göçmen denizanası olarak bilinen *Rhopilema nomadica* türündeki denizanası ise Süveyş Kanalı üzerinden Akdeniz'e giren ve ülkemiz sularında yayılım gösteren istilacı bir tür. Bu deniz canlısı Türkiye'deki en zehirli denizanalarından biri olarak biliniyor.

Çalışma, Türkiye'de ilk kez bir denizşakayığı türünden elde edilen zehrin kanser araştırmalarında kullanılma potansiyeline sahip olduğunu gösterdi. Ayrıca üç deniz canlısı türünden elde edilen zehrin iki farklı kolon kanseri hücresi üzerindeki etkileri eş zamanlı olarak karşılaştırıldı. Denizanası ve denizşakayığından elde edilen zehirler kolon kanseri tedavisinde yeni ilaçlar geliştirilmesinin önünü açarken sağlıklı hücrelere en az düzeyde zarar vermesiyle de dikkat çekiyor. Diğer yandan araştırma, deniz canlılarının sağlık alanında önemli doğal biyolojik kaynaklar olarak kullanılabileceğine dair güçlü kanıtlar sunuyor. ■



AA

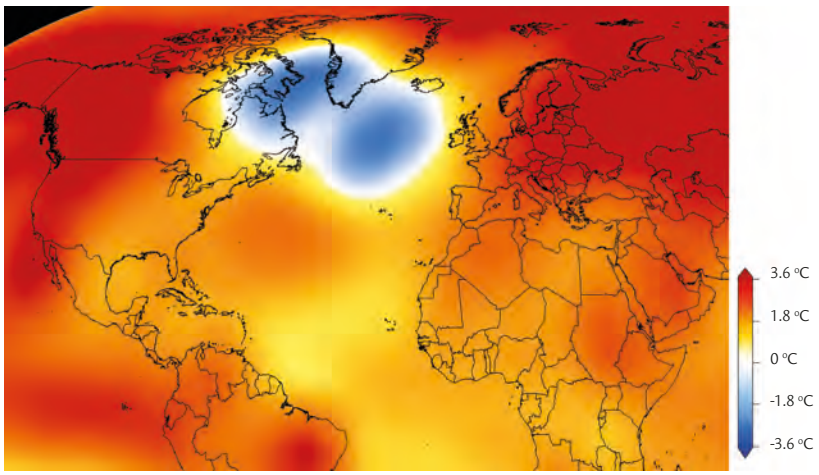
Doç. Dr. Nurçin Killi ve Doç. Dr. Esin Sakallı Çetin

https://link.springer.com/article/10.1007/s10126-026-10625-2

Grönland Yakınlarındaki "Soğuk Bölge" Okyanus Akıntılarındaki Yavaşlamanın Göstergesi Olabilir

İlay Çelik Sezer

Yeni bir araştırmaya göre Grönland yakınlarında yer alan ve Dünya'nın geri kalan kısmından farklı olarak son 150 yılda ortalama sıcaklığı azalan "soğuk bölge", Atlantik Okyanusu'ndaki sıcak su akıntılarının yavaşlamasına dair bir işaret olabilir. Bilim insanları bu bölgedeki soğumanın nedenine dair bir uzlaşıya varamamıştı. Ancak en güncel veriler bu bölgedeki soğumanın Atlantik Meridyonel Devinim Dolaşımı (AMOC) olarak



NASA

Soğuk bölge, 2015 yılındaki ortalama sıcaklıkların 1951-1980 dönemi ortalamasına göre ne kadar değiştiğini gösteren bir sıcaklık haritasında belirgin şekilde görünüyor.

adlandırılan okyanus dolaşım sisteminin zayıflamasıyla ilişkili olabileceği hipotezini destekliyor.

AMOC, Atlantik Okyanusu'nun tropikal ve subtropikal bölgelerindeki ılık ve tuzlu suları kuzeye doğru taşır. Bu sular yüksek enlemlerde soğuyup yoğunlaşarak derinlere batar ve okyanus tabanı boyunca güneye geri döner. Bilim insanları bir süredir Grönland'daki buzulların erimesi sonucu açığa çıkan tatlı suların Kuzey Atlantik'teki deniz sularının tuzluluğunu ve yoğunluğunu azaltarak okyanusun derinlerine batmasını yavaşlatmasından ve bunun da AMOC'u zayıflatmasından endişe ediyor.

Soğuk bölgenin atmosferdeki değişimlerden mi yoksa okyanus akıntılarındaki değişimlerden mi kaynaklandığı bilim insanlarının uzun süredir tartıştığı bir konu. Yeni çalışmada onlarca yıllık gözlem verileri incelenerek bölgede okyanus ile atmosfer arasındaki ısı alışverişi değişimleri analiz edildi. Sonuçlar, bölgedeki soğumanın esas olarak deniz yüzeyinden atmosfere daha fazla ısı aktarılmasından değil, okyanus akıntıları ile bölgeye daha az ısı taşınmasından kaynaklandığını gösteriyor. Bu da soğuk bölgenin AMOC'taki zayıflamanın bir göstergesi olabileceğine işaret ediyor.

Araştırmacılar, söz konusu bulgunun AMOC'un yakın zamanda tamamen duracağı anlamına gelmediğini ancak dolaşım döngüsündeki değişimlerin Avrupa ve Kuzey Amerika kıtalarındaki sıcaklıkları, yağış düzenlerini ve deniz seviyelerini etkileyebileceğini düşünüyor. Bu nedenle bilim insanları, Grönland çevresindeki soğuk bölgenin iklim değişimlerinin gelecekteki seyrini tahmin etmek için yakından izlenmesi gereken önemli bir gösterge olduğunun altını çiziyor. ■

https://phys.org/news/2026-06-atlantic-cold-blob-weakening-ocean.html

Kahvenin Faydalı Etkileri Sadece Kafeine Bağlı Olmayabilir

İlay Çelik Sezer

Nature Communications dergisinde yayımlanan bir araştırmaya göre kahvenin olumlu etkileri kısmen polifenollerle ve polifenollerin bağırsak mikroorganizmaları üzerindeki etkileriyle ilişkili olabilir. Hem kafeinli hem de kafeinsiz kahve; sindirim işlevlerini, ruh hâlini ve bilişsel performansı olumlu etkileyebiliyor. Bu etkilerin ortaya çıkmasında kahvenin bağırsak mikroorganizmaları ile kurduğu etkileşimlerin rolü olduğu biliniyordu ancak kahvenin etkileriyle ilgili araştırmalar büyük ölçüde kafeine odaklanıyordu. Oysa kahvenin aynı zamanda polifenol adı verilen ve bitkiler tarafından üretilen bileşikler açısından da zengin olduğu biliniyor. Polifenoller, bağırsak mikroorganizmaları tarafından, bazıları yangı önleyici etkilere sahip olan ve beyin işlevlerini etkileyebilen, biyolojik olarak aktif moleküllere dönüştürülüyor.

Kahvenin fizyolojik etkilerini daha ayrıntılı ele almayı amaçlayan John Cryan ve ekibi, yarısı düzenli kahve tüketen yarısı ise kahve içmeyen 62 sağlıklı gönüllü üzerinde bir deney yaptı. Düzenli kahve içenlerden



Michelle Lee Photography / iStock

14 gün boyunca kahveden uzak durmaları istendi. Ardından katılımcılar rastgele iki gruba ayrıldı ve 21 gün boyunca bir gruba kafeinli diğer gruba ise kafeinsiz kahve verildi. Kahvenin vücut üzerindeki etkilerini anlamak için deneyin belirli aşamalarında katılımcılardan kan, tükürük, idrar ve dışkı örnekleri toplandı ayrıca katılımcıların ruh hâli, bilişsel performansı, stres düzeyi, uyku ve davranış değişimleri takip edildi.

Kahve içmeyenlerle karşılaştırıldığında kafeinli kahve tüketenlerin kaygı düzeylerinin daha düşük olduğu ve dikkat performanslarının arttığı görüldü. Kafeinsiz kahve tüketenlerin ise hafıza testlerinde daha başarılı sonuçlar elde ettiği ve uyku kalitelerinin daha iyi olduğu belirlendi. Ayrıca her iki kahve türünü tüketenlerde stres ve depresyon düzeylerinin daha düşük olduğu gözlemlendi.

Düzenli kahve tüketen katılımcılar kahve tüketimine ara verip yeniden başladıklarında bağırsak mikrobiyotalarının hızla değiştiği görüldü. Sonuçta hem kafeinli hem de kafeinsiz kahve tüketiminin, yararlı bağırsak bakterilerinde artışla ilişkili olduğu görüldü. Katılımcıların bilişsel test sonuçları ile idrar örneklerindeki polifenol türevi bazı moleküllerin düzeyleri arasında ilişki bulunması, kahvenin bilişsel performans üzerindeki etkilerinin büyük ölçüde kafeinden değil polifenollerden kaynaklanabileceğini düşündürdü. Araştırmacılar bir sonraki aşamada farklı kahve türlerinin etkilerinin incelenebileceğini düşünüyor. Öte yandan sınırlı katılımcı sayısından dolayı sonuçların genelleştirilmesinin sakıncalı olabileceği araştırma ile ilgili eleştiriler arasında. ■

https://www.newscientist.com/article/2525685-coffees-mood-boosting-effects-arent-just-down-to-caffeine

Okyanusların Karbon Dengesinde Yeni Bir Oyuncu: Balıkların Bağırsak Bakterileri

Özlem Ak

Miami Üniversitesi Rosenstiel Deniz, Atmosfer ve Yer Bilimleri Okulu araştırmacılarının yürüttüğü ve sonuçları mayıs ayında *PLOS Biology* dergisinde yayımlanan çalışma, deniz balıklarının bağırsaklarında yaşayan bakterilerin, okyanusların karbon dengesinde sanıldığından daha önemli bir rol oynayabileceğini ortaya koydu. Bulgular, okyanus kimyası ve karbon döngüsü açısından büyük önem taşıyan kalsiyum karbonatın üretiminde yalnızca balıkların değil, bağırsaklarında yaşayan bakterilerin de etkili olduğunu gösteriyor.

Bilim insanları uzun yıllardır balıklardaki kalsiyum karbonat üretiminin, vücutlarındaki su ve tuz dengesini korumaya yönelik fizyolojik süreçlerin bir sonucu olduğunu düşünüyordu. Çünkü deniz balıkları, vücutlarındaki su ve tuz dengesini koruyabilmek için deniz suyunu kullanır. Bu sırada ortaya çıkan fazla kalsiyum ve karbonat iyonları, "iktiyokarbonat"

adı verilen kalsiyum karbonat parçacıkları hâline getirilerek vücuttan uzaklaştırılır. Bu mineraller ise okyanusların karbon döngüsünün önemli bileşenlerinden biridir. Ancak yeni çalışma, balıkların bağırsaklarında yaşayan bakterilerin de bu süreçte önemli bir rol oynayabileceğini gösteriyor. Bulgular, kalsiyum karbonat üretiminin balıklar ile bağırsak bakterileri arasındaki yakın bir iş birliğinin ürünü olabileceğine işaret ediyor.

Araştırma ekibi, balıkların kalsiyum karbonat üretiminde tuzluluğun etkisini incelemek için Körfez kurbağa balığını (*Opsanus beta*) kullandı. Balıklar farklı tuzluluk düzeylerine sahip ortamlara konuldu ve ürettikleri iktiyokarbonat miktarı ölçüldü. Bulgular, suyun tuzluluğu arttıkça iktiyokarbonat üretiminin de arttığını ortaya koydu. Tuzluluk oranı düşük sulara konulan balıklar neredeyse hiç iktiyokarbonat üretmezken normal deniz suyundaki balıklarda bu mineralin oluştuğu gözlendi. En yüksek iktiyokarbonat üretimi ise aşırı tuzlu sulardaki balıklarda kaydedildi.

Araştırmacılar daha sonra balıkların bağırsaklarının farklı bölgelerinden, oluşan iktiyokarbonat parçacıklarından ve deney tanklarındaki sudan örnekler topladı. Yapılan DNA ve RNA analizleriyle deniz balıklarının bağırsaklarında yaşayan bakteri türleri belirlendi ve bu bakterilerin kalsiyum karbonat oluşumunda rol oynayıp oynamadığı araştırıldı.

Araştırma ekibi özellikle *Photobacterium damselae* subsp. *damselae* bakterisinin hem bağırsaklarda hem de iktiyokarbonat örneklerinde yaygın olarak bulunduğunu belirledi. Genetik analizler, bu bakterinin kalsiyum karbonat oluşumuna katkı sağlayabilecek özelliklere sahip olduğunu gösterdi. Bulgular, söz konusu mineralin oluşumunda yalnızca balıkların değil, bağırsaklarında yaşayan bakterilerin de rol oynayabileceğini düşündürüyor.

Araştırmanın sonuçları, deniz canlıları ile mikrobiyomları arasındaki ilişkinin sanıldığından çok daha karmaşık olduğunu gösteriyor. Ayrıca gözle görülemeyecek kadar küçük canlıların, okyanus kimyasını ve küresel karbon döngüsünü etkileyen süreçlerde önemli roller üstlenebileceğine işaret ediyor. Bu bulgular, deniz ekosistemlerinin işleyişine ilişkin bilgilerimizdeki önemli bir boşluğu dolduruyor. ■

https://doi.org/10.1371/journal.pbio.3003764



Diana Udel

Körfez kurbağa balığı (*Opsanus beta*)

Temiz Hidrojen Üretimi İçin Süper Çelik

Mahir E. Ocak

Hong Kong Üniversitesinden bir grup araştırmacı, deniz suyundan temiz hidrojen gazı elde etme sürecindeki zorlu koşullara dayanabilen yeni bir tür çelik geliştirdi. Dr. Kaiping Yu ve arkadaşları tarafından yapılan araştırmanın sonuçları *Materials Today*'de yayımlandı.

Hidrojen gazı çevreyi kirletmeyen temiz bir enerji kaynağıdır. Hidrojen gazı üretmek için öne çıkan kaynakların başında ise deniz suyu gelir. Hidrojen gazı elde etmenin bir yolu, tuzlu

sulardaki su moleküllerini elektrolizle (elektrik akımı kullanarak) bileşenlerine ayırmaktır.

Bugün deniz suyundan hidrojen gazı elde etmekle ilgili çeşitli zorluklar var. Deniz suyundaki tuzlar, klor iyonları, yan tepkimeler ve aşınma, süreçte kullanılan ekipmanların kısa ömürlü olmasına yol açıyor. Bu durum maliyeti artırıyor. Maliyeti artıran en önemli bileşenlerden biri de yapısal elemanlar. Günümüzde tuzlu su elektrolizörlerinde zorlu koşullara dayanıklı bir yapı oluşturmak için altın ya da platinle kaplanmış titanyum kullanılıyor.

Tuzlu su elektrolizörlerinde maliyeti düşürmenin bir yolu, yapısal elemanlarda paslanmaz çelik kullanmak olabilir. Ancak her ne kadar görece çok dayanıklı bir malzeme olsa da suyu bileşenlerine ayrıştırmak için gerekli koşullar altında sıradan paslanmaz çeliğin yapısı bozuluyor.

Paslanmaz çeliğin temel özelliği, koruyucu bir katmanla kaplı olmasıdır. Bileşiminde bulunan kromun oksitlenmesiyle malzemeyi çevreleyen ince bir katman ortaya çıkar. Her ne kadar aşırı ince olsa da bu koruyucu katman çevresel faktörlerin etkilerinin malzemenin içine ulaşmasını engeller. Söz konusu suyun elektrolizle bileşenlerine



Matteis / Look At Sciences / SPL

ayrılması olduğunda sıradan çelikle ilgili temel sorun, koruyucu katmanın elektroliz için gerekli yüksek elektriksel potansiyellere dayanıklı olmamasıdır.

Hong Kong Üniversitesinden Prof. Mingxin Huang önderliğinde çalışmalar yapan araştırmacılar yeni bir tür çelik geliştirdi. İki ayrı koruyucu katmana sahip malzeme, suyun elektrolizi için gerekli elektriksel potansiyeller altında da yapısını korumayı başarıyor. Üstelik malzemenin maliyeti bugün suyun elektrolizinde kullanılan titanyum bazlı yapısal malzemelerin kırkta biri kadar.

Yeni geliştirilen çeliğin sıradan çelikten en temel farkı, bileşiminde görece yüksek oranda mangan bulunması. Malzeme 720 mV'un üzerinde bir potansiyele maruz kaldığında krom oksit içeren katmanın etrafında mangan içeren ikinci bir koruyucu katman oluşuyor. Bu katman, klor iyonu içeren ortamlarda malzemeyi 1.700 mV'a varan elektrik potansiyellerine karşı korumayı başarıyor. Bu değer, suyun elektrolizi için gereken 1.600 mV'luk elektriksel potansiyel direncinin üzerinde.

İlginç bir nokta, manganın genel olarak paslanmaz çeliğin aşınma direnci açısından iyi bir malzeme olarak görülmemesi. Her ne kadar sıradan çeliğe de sertliği ve gücü artırmak için bir miktar mangan eklense de aşınma hakkındaki güncel bilgiler, manganın paslanmaz çeliğin aşınma direncini azaltacağını söylüyor. Araştırmacılar, bu beklenmeyen durumu keşfetmeleriyle detaylı bilimsel açıklamalar içeren makalelerini yayımlamaları arasında altı sene olduğunu belirtiyor.

Geliştirilen süper çeliğin sanayide kullanılmaya başlaması için hâlâ aşılması gereken mühendislik sorunları olduğu söyleniyor. Yine de geliştirilen malzeme, temiz hidrojen gazı üretiminde kullanılan tuzlu su elektrolizörlerindeki pahalı malzemelerin yerini alarak maliyetleri büyük oranda düşürmeye ve sanayi ölçeğinde kullanılmaya aday.

Detaylı bilgiye *Materials Today*'da yayımlanan makaleden ulaşabilirsiniz. ■

https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1369702123002390?via%3Dihub

Türkiye'nin Yapay Zekâ Vizyonu

Özlem Ak



Türkiye'nin yapay zekâ alanındaki çalışmalara yön verecek yeni eylem planı, İstanbul'da düzenlenen Türkiye Yapay Zekâ Zirvesi'nde tanıtıldı. 2026-2030 dönemini kapsayan plan, yapay zekâ okuryazarlığının artırılmasından veri altyapısının güçlendirilmesine, yerli yapay zekâ modellerinin geliştirilmesinden araştırma ekosisteminin desteklenmesine kadar geniş bir yelpazeyi kapsıyor.

Zirvede konuşan Cumhurbaşkanı Recep Tayyip Erdoğan, yapay zekânın günümüzde bilimden eğitime, sağlıktan üretime kadar birçok alanda dönüştürücü bir rol üstlendiğini belirterek Türkiye'nin bu alandaki kapasitesini artırmaya yönelik yeni adımları açıkladı. Sanayi ve Teknoloji Bakanı Mehmet Fatih Kacır ise yapay zekânın yalnızca bir teknoloji alanı değil, ülkelerin rekabet gücünü belirleyen stratejik bir unsur hâline geldiğini vurguladı.

Türkiye Yapay Zekâ Eylem Planını dört temel eksenden oluşuyor. Fark et, istifade et, üret ve yönet. Her eksen ekosistemin farklı bir boyutuna odaklanıyor ve bir sonraki eksenin temelini güçlendiriyor. Her eksenin altında 4 farklı eylem olmak üzere toplam 16 eylem içeren, farkındalıktan küresel liderliğe uzanan bütüncül bir plan tanıtıldı.

Eylem planının öne çıkan hedeflerinden biri, toplumun yapay zekâ teknolojileri konusundaki bilgi düzeyini artırmak. Bu kapsamda ülke genelinde yapay zekâ okuryazarlığı eğitimleri düzenlenmesi ve farklı yaş gruplarından milyonlarca kişinin temel yapay zekâ becerileri kazanmasının sağlanması amaçlanıyor. Bunun yanında ileri düzey yapay zekâ uygulamaları geliştirebilecek nitelikli insan kaynağının yetiştirilmesi de hedefler arasında yer alıyor.

Yapay zekâ sistemlerinin gelişiminde kritik öneme sahip veri kaynaklarının çeşitlendirilmesi ve artırılması da planın önemli başlıklarından biri. Sağlık, tarım, çevre ve sanayi gibi farklı alanlarda oluşturulacak veri setlerinin araştırmacılar ve teknoloji geliştiricileri tarafından kullanılabilmesi için çalışmalar yürütülmesi öngörülüyor.

Eylem planında dikkat çeken bir diğer konu ise hesaplama altyapısı. Yapay zekâ modellerinin eğitilmesi ve çalıştırılması için gerekli olan veri merkezleri ve yüksek performanslı bilgi işlem altyapılarının güçlendirilmesi hedefleniyor. Böylece araştırmacıların ve girişimcilerin daha büyük ölçekli yapay zekâ projeleri geliştirebilmesi amaçlanıyor. Eylem planı kapsamında kamunun yapay zekâ dönüşümünün teşvik edilmesi, kamu yatırım programı bütçesinin en az %2'sinin yapay zekâ projelerine ayrılması planlanıyor. Türkçe dil teknolojileri de öncelikli alanlar arasında bulunuyor. Türkçeyi daha iyi anlayabilen yerli yapay zekâ modellerinin eğitim, sağlık, kamu hizmetleri ve araştırma gibi alanlarda kullanılabilecek yeni uygulamaların geliştirilmesine katkı sağlaması bekleniyor.

Uzmanlara göre yapay zekâ alanındaki ilerleme yalnızca yeni algoritmalar geliştirmekten ibaret değil. Nitelikli insan kaynağı, güçlü veri altyapısı ve araştırma ekosistemi de en az teknolojinin kendisini geliştirmek kadar önemli. Açıklanan yeni yol haritası, Türkiye'nin bu alanlardaki kapasitesini artırmaya yönelik hedefleri bir araya getiriyor. ■

https://www.iletisim.gov.tr/turkce/haberler/detay/cumhurbaskani-erdogan-turkiye-yapay-zeka-eylem-planini-acikladi
https://www.sanayi.gov.tr/medya/haber/turkiye-yapay-zek%C3%A2-eylem-plani-aciklandi

Salda Gölü'nde Bilim Günleri

Hayriye Yetiş Avcı [*TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi*



Burdur'un Yeşilova ilçesinde bulunan, doğal güzellikleri ve eşsiz jeolojik yapısıyla dünyaca bilinen Salda Gölü, bu yıl ilk kez düzenlenen Salda Bilim Günleri'ne ev sahipliği yaptı. 4-6 Haziran tarihleri arasında gerçekleştirilen etkinlikte farklı disiplinlerden araştırmacılar, 18 ilden bilim meraklısı gençler ve çocuklar bir araya geldi. T.C. Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı ve Batı Akdeniz Kalkınma Ajansı (BAKA) desteğiyle Burdur Valiliği'nin himayelerinde düzenlenen Salda Bilim Günleri'nde bilim insanlarının sunumlarının yer aldığı bir çalıştay, atölyeler ve çeşitli gözlem etkinlikleri gerçekleştirildi.



Andrei Kravtsov / iStock



Salda Gölü, beyaz kumsalları ve magnezyum bakımından zengin kayaç yapısıyla uzun yıllardır bilim insanlarının dikkatini çekiyor. Göl çevresindeki jeolojik oluşumlar, Dünya dışı yaşamın izlerini araştıran bilim insanları için önemli bir araştırma alanı niteliğinde. Özellikle Mars'taki Jezero Krateri'nde tespit edilenlerle benzer özellikler taşıyan karbonatlı kayaçların Salda Gölü'nde bulunması, bölgenin uluslararası bilim dünyasında tanınmasını sağladı.

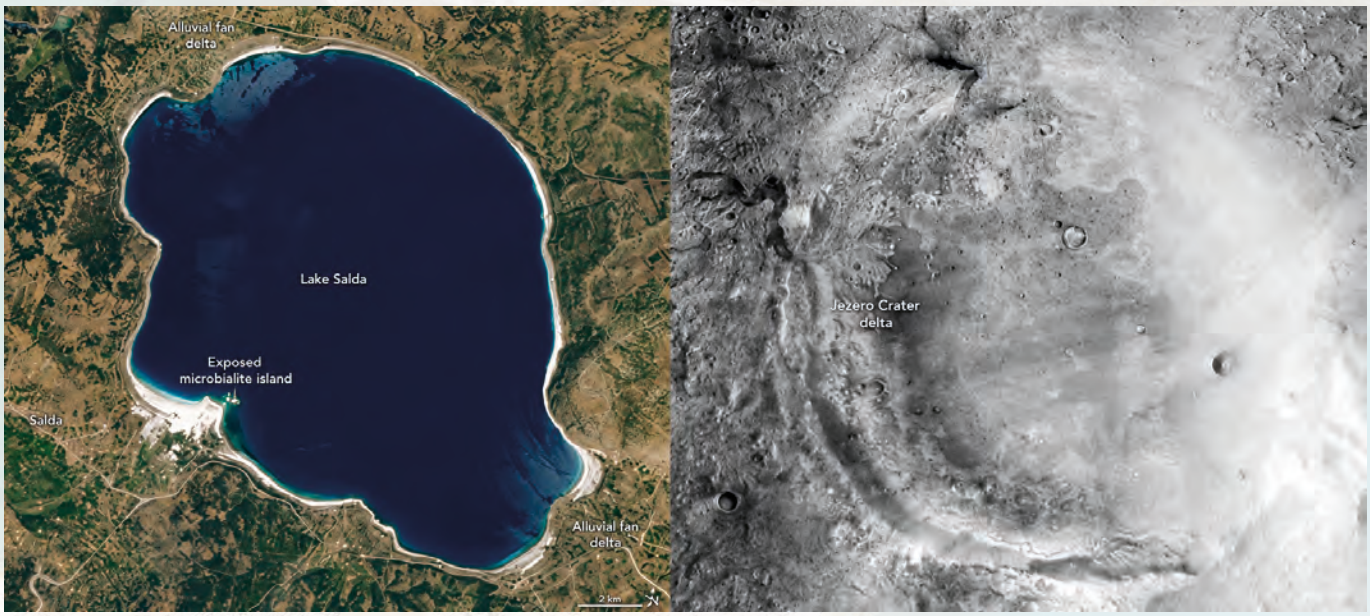
Salda Gölü ve çevresinin bilimsel araştırmalar açısından taşıdığı öneme yönelik farkındalığı artırmak ve bölgede gerçekleştirilen bilimsel çalışmaları geniş kitlelere duyurmak amacıyla ABD'den, Almanya'dan ve Türkiye'den bilim insanları Salda Bilim Günleri'nde bir araya geldi. "Salda'dan Mars'a: Yaşamın İzini Sürmek" sloganıyla düzenlenen çalıştay oturumlarında gölün jeolojik geçmişinden biyolojik çeşitliliğine, uzay araştırmalarındaki öneminden korunmasına yönelik çalışmalara kadar birçok konu ele alındı. Farklı üniversitelerden akademisyenlerin katıldığı çalıştayda Salda Gölü'nün mikrobiyal oluşumları (mikroorganizmaların etkisiyle oluşan jeolojik yapılar), ekolojisi ve koruma planları üzerine sunumlar yapıldı. Astrobiyoloji ve gezegen bilimleri alanında dünya çapında tanınan isimler de etkinlikte yer aldı. California Üniversitesinde görev yapan aynı zamanda NASA Astrobiyoloji Enstitüsündeki Alternative Earths araştırma ekibinin liderliğini yürüten Prof. Dr. Timothy Lyons ve İstanbul Teknik Üniversitesi Jeomikrobiyoloji Laboratuvarı lideri Prof. Dr. Nurgül Balcı, Mars araştırmalarında elde edilen en güncel bilimsel verileri katılımcılarla paylaştı.

Etkinliğin dikkat çeken bölümlerinden biri de göl çevresinde gerçekleştirilen saha çalışmaları oldu. Katılımcılar uzmanlar eşliğinde Salda Gölü'nün jeolojik yapısını inceleyerek oluşum süreçleri hakkında bilgi aldı. Ayrıca gölde yaşayan mikroorganizmalar ve bunların ekosistemdeki rolleri üzerine uygulamalı etkinlikler düzenlendi. Bu sayede özellikle genç katılımcılar bilimsel araştırma yöntemlerini yerinde gözlemleme imkânı yakaladı.

Salda Gölü, Mars yüzeyindeki karbonat minerallerine benzer jeolojik oluşumlar içermesi nedeniyle 2024 yılında Güney Kore'de düzenlenen 37. Dünya Jeoloji Kongresinde "Dünyanın En Önemli 100 Jeolojik Mirası Listesi"ne alındı.







NASA

Salda Gölü, NASA'nın Perseverance uzay aracının Mars'ta iniş yaptığı Jezero Krateri ile benzer mineral yapısına ve jeolojik özelliklere sahip.

Akademisyenler, Salda Gölü'nün yalnızca bir turizm merkezi değil aynı zamanda korunması gereken önemli bir bilimsel araştırma alanı olduğuna dikkat çekti. Etkinlik boyunca sürdürülebilir çevre yönetimi ve doğal alanların korunması, öne çıkan başlıklar arasında yer aldı. Uzmanlar iklim değişikliği, artan insan faaliyetleri ve çevresel faktörlerin hassas ekosistemler üzerindeki etkilerine dikkat çekerek Salda Gölü'nün korunmasının yalnızca bölgesel değil, küresel ölçekte de önem taşıdığını vurguladı. Yapılan sunumlarda bilimsel verilerin doğa koruma politikalarının oluşturulmasındaki kritik rolüne ilişkin örnekler paylaşıldı.

Salda Bilim Günleri'nde akademik sunumların yanı sıra farklı yaş gruplarına yönelik etkinlikler de gerçekleştirildi. Katılımcılar laboratuvarlarda yürütülen çalışmaların günlük yaşamla ve çevre sorunlarıyla nasıl ilişkilendirildiğini öğrenirken mikrometeoroid atölyeleri, astronomi simülasyonları ve uygulamalı eğitimlerle bilimin eğlenceli yönünü keşfetti. "Astronot Nasıl Olunur?" başlıklı oturumlar çocuklar ve gençler tarafından büyük ilgi gördü. Şehir ışıklarından uzak, berrak bir gökyüzüne sahip olan Salda kıyılarında kurulan dev teleskoplarla gökyüzü gözlemleri yapıldı. Katılımcılar uzman astronomlar eşliğinde takımyıldızları ve gezegenleri gözlemleme fırsatı yakaladı.

Etkinlik, uzman rehberler eşliğinde gerçekleştirilen Salda Gölü jeolojik gezisiyle son buldu. Doğal güzellikleriyle olduğu kadar bilimsel değeriyle de dikkat çeken Salda Gölü'nde gerçekleştirilen bu buluşma, araştırmacılar ile toplum arasında köprü kurarak hem bilimsel farkındalığın artmasına hem de Türkiye'nin önemli doğal miraslarından birinin korunmasına yönelik çalışmalara katkı sundu. Salda Gölü'nün Özel Çevre Koruma Bölgesi olduğunu hatırlatan yetkililer, bilimsel çalışmaların gölün hassas ekosistemine zarar verilmeden, aksine ekosistemin korunmasına katkı sağlayacak şekilde yürütülmeye devam edileceğini vurguladı. Salda Bilim Günleri'nin gelecek yıllarda daha geniş bir katılımla sürdürülmesi hedefleniyor.

İlerleyen sayılarda Salda Gölü'nde yapılan bilimsel çalışmaları ele alan yazılara yer vermeye devam edeceğiz. ■

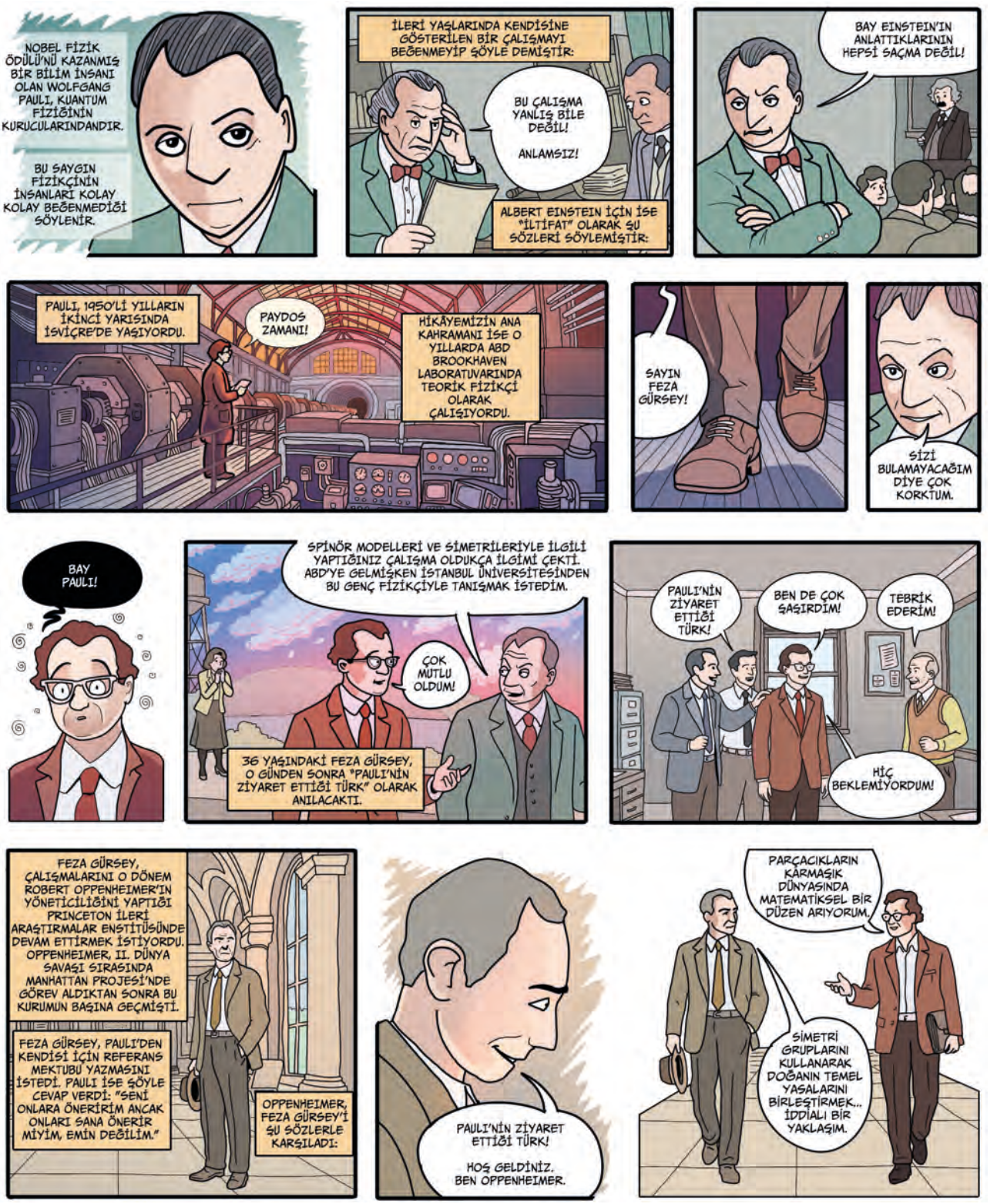
Kaynaklar

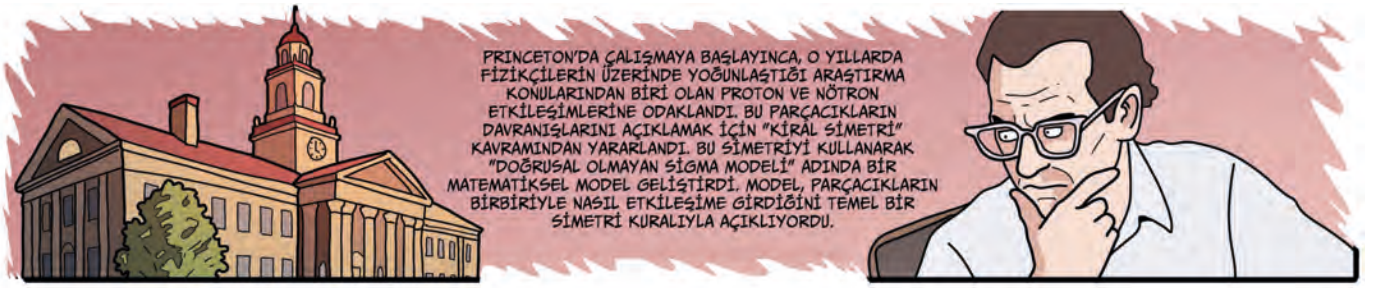
https://saldabilimgunleri.org.tr/
https://baka.gov.tr/haber/salda-bilim-gunleri-tamamlandi/1551
https://saldagolu.gov.tr/saldagolu/

Bilim Çizgi

Sinancan Kara [*bteknik@tubitak.gov.tr*

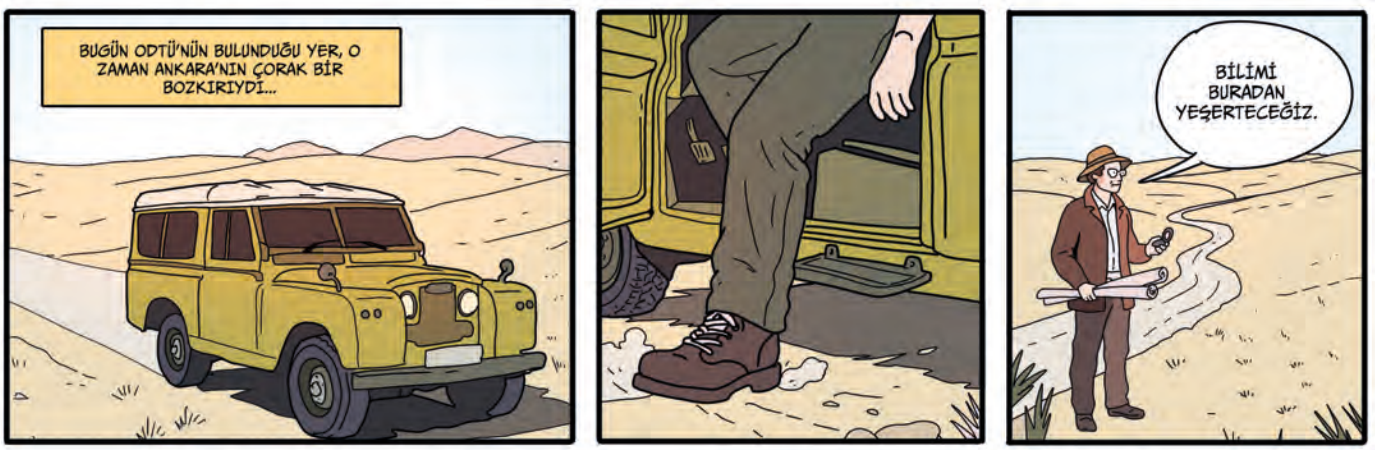
FEZA GÜRSEY

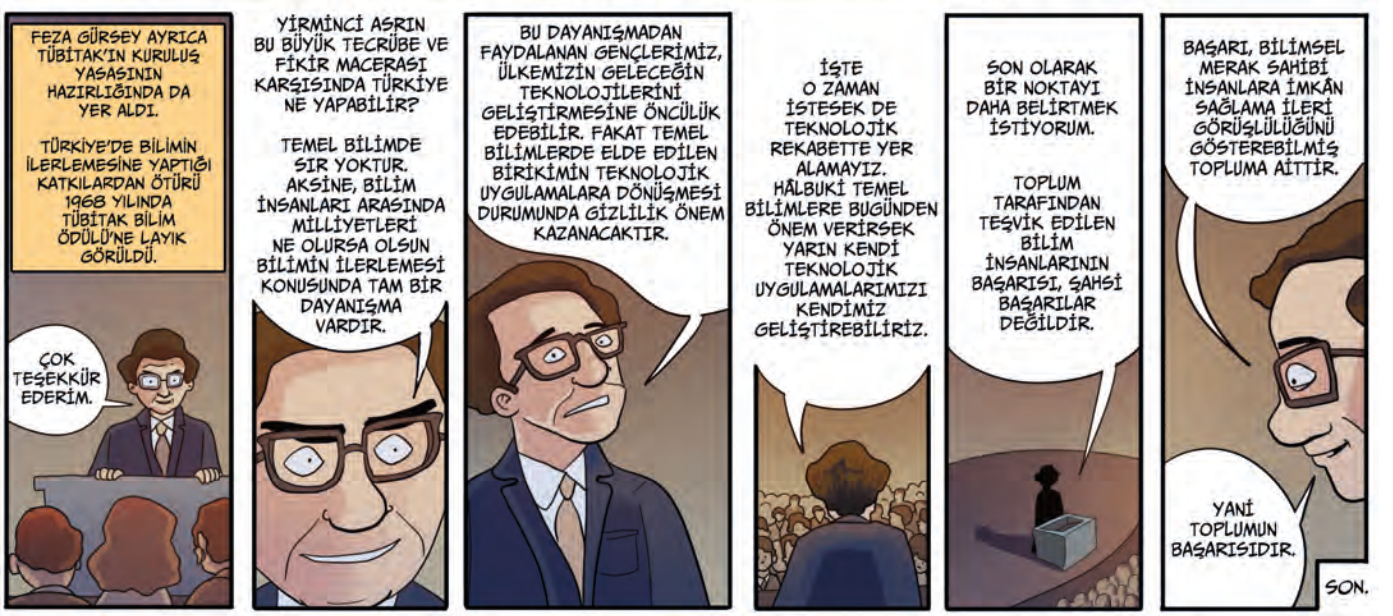




FEZA GÜRSEY, 1961 YILINDA BİR MEKTUP ALDI. O DÖNEM ADI ORTA DOĞU YÜKSEK TEKNOLOJİ ENSTİTÜSÜ OLAN ORTA DOĞU TEKNİK ÜNİVERSİTESİ (ODTÜ) BÜNYESİNDE YENİ KURULAN FİZİK BÖLÜMÜNDE GÖREV ALMASI İÇİN DAVET EDİLİYORDU.







Dünya Kupasının En Akıllı Topu

Dr. Öğr. Üyesi Abdülkadir Birol [*Trabzon Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesi, Hareket ve Antrenman Bilimleri Anabilim Dalı*

Bir penaltı kararı, topun gol çizgisini geçip geçmediğinin tartışıldığı bir gol, ofsayt şüphesi olan bir golün iptal edilmesi… Geçmişte futbol sahalarında tanık olunan tartışmalı birçok pozisyon için hakemler tarafından alınan kararlar, yapay zekâ destekli teknolojiler ile değerlendiriliyor olsaydı sonuçlar farklı olur muydu?



filipfoto / iStock



romakoshel / iStock

Futbol Topunun Çip Teknolojisi ile Buluşması

11 Haziran- 19 Temmuz 2026 tarihleri arasında gerçekleştirilen 2026 FIFA Dünya Kupası'na ABD, Kanada ve Meksika ortaklaşa ev sahipliği yapıyor. Tarihte ilk defa 48 ülkenin katıldığı turnuvada birçok başka yenilik de yer alıyor. Bunlardan biri de dünya kupası tarihinin en gelişmiş toplarından biri olarak gösterilen ve 2026 FIFA Dünya Kupası'nın resmi maç topu olan Trionda.

Trionda'nın özelliklerini açıklamadan önce dünya kupaları için tasarlanan topların geçmişten günümüze gelişimini inceleyelim.

1970'ten itibaren dünya kupası toplarında altıgen ve beşgen desenlerden oluşan 32 panelli tasarımlar kullanılıyordu. Fransa'da düzenlenen 1998 FIFA Dünya Kupası için ilk defa renkli desenleri olan Tricolore (üç renk anlamına gelir) adlı bir futbol topu tasarlandı. Tricolore'un iç katmanlarına sentetik köpük katmanı eklendi. Önceki dünya kupaları için tasarlanan toplarda kullanılan malzemeler suyu emiyordu, bu da topun ağırlaşmasına neden oluyordu. Tricolore, önceki tasarımlara kıyasla daha az su emse de top dikiş yerlerinden hâlâ su geçirmeye devam ediyordu.

Almanya'da düzenlenen 2006 FIFA Dünya Kupası için tasarlanan topun adı Teamgeist (takım ruhu anlamına gelir) idi. Teamgeist'te 32 panelden oluşan geleneksel tasarım yenilenerek panel sayısı 14'e indirildi. Bir diğer yenilik ise panellerin dikişle birleştirilmesi yerine bu amaçla termal bir yapıştırma yöntemi kullanılmasıydı. Bu sayede topun su geçirmesi neredeyse tamamen engellendi. Güney Afrika'da 2010 yılında düzenlenen FIFA Dünya Kupası'nda kullanılan Jabulani (Zulu dilinde bayram anlamına gelir) ise sekiz panele sahipti. Ancak bu kez top aerodinamik açıdan tartışma konusu oldu. Kaleciler topun havada ani yön değiştirmesinden yakınıyor, futbolcular da uzak mesafe şutları atmaktan çekindiklerini söylüyordu. Brezilya'da gerçekleştirilen 2014 FIFA Dünya Kupası'nda kullanılan Brazuca (Brezilya'da günlük dilde "Brezilyalı" anlamına gelir) adlı top ile Rusya'da gerçekleştirilen 2018 FIFA Dünya Kupası'nda kullanılan Telstar 18 ("Television Star", televizyon yıldızı kelimelerinin birleşiminden gelir) adlı top altı panelliydi. Her dünya kupasında yeni futbol topunun tasarımı futbolcular tarafından sınanıyordu. Dünya kupası için tasarlanan toplardaki yenilikler aerodinamik değişikliklerle sınırlı kalmadı. 2022 FIFA Dünya Kupası için üretilen top, futbol toplarında teknolojik dönüşümün en önemli aşamalarından biriydi.



Gemini

Dünya kupasında kullanılan top tasarımlarının zamanla değişimi



inkoly / iStock

Topun İçindeki Sensör Veri Toplamaya Başlıyor!

Aslında içine bir çip yerleştirilen ilk futbol topu, 2018 FIFA Dünya Kupası için üretilen Telstar 18 olmuştu. Ancak bu çip sadece izleyicilerin akıllı telefonlarının topla etkileşime geçmesine ve bazı dijital içeriklere erişmesine imkân sağlıyordu. Katar'da gerçekleşen 2022 FIFA Dünya Kupası için üretilen top ise içindeki hareket sensörü ile topun hızı ve konumu gibi verileri eş zamanlı bir şekilde hakemlere destek veren video inceleme sistemine iletiyordu. Topun adı Arapçada yolculuk anlamına gelen Al Rihla'ydı. Toptaki panel sayısı, aerodinamik kararlılığını sağlamak için 20'ye çıkarılmıştı.

Topun merkezinde askı sistemiyle tutturulan 14 gramlık şarj edilebilir bir sensör bulunuyordu. Atalet ölçüm birimi (IMU) olarak adlandırılan bu sensör, telefonunuzu ya da tabletinizi yatay olarak tuttuğunuzda ekranı döndüren sensörün daha gelişmiş bir versiyonudur. Sensör, maç sırasında topun hareketleriyle ilgili verileri saniyede 500 kez kaydediyor ve stadyumdaki alıcılara aktarıyordu. Bağlantılı Top Teknolojisi olarak isimlendirilen bu teknoloji topun yönü, hızı, dönüşü ve topa ne zaman temas edildiği gibi birçok parametre hakkında veri topluyordu.

Hakemin alacağı kararları desteklemede, topun içindeki sensörler tek başına yeterli değildir. Video yardımcı hakem (VAR) uygulaması ilk kez 2018 FIFA Dünya Kupası'nda kullanılmaya başlandı. 2022 FIFA Dünya Kupası'nda ise topun içindeki sensörün elde ettiği veriler ve stadyum çatısına yerleştirilen 12 adet kameranın elde ettiği görüntüler yapay zekâ destekli sistemlerle analiz edildi. Bu kameralar oyuncuların vücutlarındaki 29 noktanın konumunu saniyede 50 kez tarıyordu. Geliştirilen sistem, bilgisayar ortamında futbolcunun dijital bir kopyasını oluşturuyordu. Yarı otomatik ofsayt teknolojisi (SAOT) olarak isimlendirilen sistem, topun içindeki sensörlerden gelen veriler ile oyuncuların konum bilgilerini yapay zekâ destekli yazılım aracılığıyla birleştirerek ofsayt pozisyonlarını otomatik olarak değerlendiriyordu. FIFA ofsayt pozisyonu değerlendirmesinin VAR sistemi ile ortalama 70 saniyede yapıldığını, SAOT uygulaması ile





Gemini

Karar Türü	Karar Sayısı
Gol kararı verilen incelemeler	6
Gol iptaline dönüşen incelemeler	10
Verilen penaltılar	10
Reddedilen penaltı talepleri	2
Ofsayt nedeniyle iptal edilen penaltı kararı	1
Ofsayttan dolayı iptal edilen goller	8
Hatalı ofsayt kararı sonrası tescillenen goller	2
Kırmızı kartlar	1

2022 FIFA Dünya Kupası'ndaki VAR/SAOT uygulaması kararları.
Aynı VAR/SAOT olayı birden fazla satırı kapsayabilir.

bu sürenin 25 saniyeye indiğini açıkladı. Bu teknoloji sadece ofsayt kararlarında değil; faul, elle oynama, sarı ya da kırmızı kart kararları için de destek sağlıyor. Aynı zamanda pasların ve şutların mesafesi, hızı, yönü gibi birçok bilgi eş zamanlı olarak hesaplanabiliyor.

Bu teknoloji, Katar'da düzenlenen 2022 FIFA Dünya Kupası'nda son derece başarılı bir performans ortaya koydu. Toplam 64 maçta verilen hakem kararlarının 25'i yapay zekâ destekli sistemin sağladığı bilgiler doğrultusunda değişti ve sistemin yalnızca 2 önerisi reddedildi.

2026 Dünya Kupası Topu Nasıl Tasarlandı?

Bir önceki dünya kupasında kullanılan 20 panelli toptan sonra 2026 FIFA Dünya Kupası için 4 panelli bir top tasarlandı. Topun adı, turnuvaya ev sahipliği yapan üç ülke olan Meksika, Kanada ve ABD'ye ithafen, İspanyolca "üç dalga" anlamına gelen Trionda olarak belirlendi.

Futbol toplarında panel sayısı azaltma girişimleri hem tasarımcılar hem de futbolcular için sorunlar oluşturdu. Sekiz panelli Jabulani topu için özellikle kalecilerden topun havadaki hareketini öngörmenin zor olduğu yönünde yoğun eleştiriler geldi. Son dünya kupası için tasarlanan Trionda'da ise panel sayısı dörde indi. Toptaki bir başka yenilik çipin topun içine yerleştirilme biçimiyle ilişkili. IMU çipi Al Rihla'da askı sistemiyle topun merkezine konumlandırılırken Trionda'da panellerden birinin iç kısmında yer alan özel bir katmana yerleştirildi. Topun ağırlık dağılımını dengelemek için de diğer üç panele çipin kütlesine eşit karşıt ağırlıklar yerleştirildi.

Trionda'da kenarları kıvrımlı dört panel, tetrahedron geometrisine benzer bir yerleşim düzeniyle birbirine kenetleniyor. Paneller termal yapıştırma yöntemi ile birleştirilirken panellerin arasında derin oluklar bulunuyor. Bu oluklar havada yeterli ve dengeli bir sürüklenme kuvveti oluşturarak topun uçuş kararlılığını sağlamak amacıyla tasarlandı. Panellerin yüzeyindeki mikro ölçekteki kabartmalar yağmurlu havalarda oynanan maçlarda topun kayganlaşması sorununu azaltmak için yerleştirildi.



Gemini

VAR-SAOT ofsayt örnek görselleştirme

Kullanılan malzemeler ve termal yapıştırma yöntemiyle Trionda, 1998'den bu yana Dünya kupası için üretilen toplar arasında suya en dayanıklı top olma özelliği taşıyor. Ayrıca topun içindeki IMU sensörü tarafından toplanan hareket verileri VAR sistemine yüksek hassasiyette gönderiliyor. Bu sayede hakemlerin daha doğru ve hızlı kararlar vermelerine katkı sağlanıyor.

Bağlantılı Top Teknolojisi

Topun merkezindeki IMU sensörü aracılığıyla saniyede 500 kez veri üreten ve VAR sistemine kablosuz veri aktarımı sağlayan sistemdir.

SAOT (Yarı Otomatik Ofsayt Teknolojisi)

Oyuncuların vücutlarındaki 29 noktanın konum verisi ile topun konum verilerini yapay zekâ destekli yazılım aracılığıyla birleştirerek ofsayt pozisyonlarını değerlendirip otomatik ofsayt uyarısı üreten sistemdir.

IMU (Atalet Ölçüm Birimi)

İvme, açısal hız ve yönelim bilgisini ölçen mikro elektromekanik sensörlerdir.



LUIS ROBAYO / Contributor / GettyImages

Maç 0-0 devam ediyor, hücumdaki takımın bir oyuncusu ceza sahasına giriyor. Geriden kendisine bir pas geliyor, tek dokunuşla topu önüne alıyor. Kaleciyle arasında başka oyuncu yok ancak aniden yanında savunma yapan takımın bir oyuncusu beliriyor. Savunma oyuncusunun müdahalesi ile hücum oyuncusu kendisini yerde buluyor. Hakem düdüğünü çalıyor ve penaltı noktasını gösteriyor.

O sırada işaret parmağıyla kulağına dokunuyor. Düdüğünü bir kez daha çalıyor, iki eliyle ekran işareti yaparak saha kenarına doğru koşmaya başlıyor ve VAR/SAOT incelemesi için ekran başına gidiyor. SAOT sistemi tarafından oluşturulan pozisyonun üç boyutlu animasyonunu izliyor. Hücum oyuncusuna pası veren oyuncunun ayağı topa temas ettiği ilk anda, hücum oyuncusunun savunma oyuncusunun 7 cm ilerisinde olduğunu görüyor. Hakem ekranın önünden ayrılıyor ve sahaya doğru koşuyor. Düdüğünü çalıyor ve elleriyle daha önce verilen penaltı kararı için iptal hareketi yapıyor. Karar ofsayt!

Kuzey Amerika'daki üç ülkenin ev sahipliği yaptığı 2026 FIFA Dünya Kupası'nda final maçı 19 Temmuz 2026'da oynanacak. Bakalım topun içindeki sensör ile sahadaki oyuncuları takip eden kameralardan oluşan yapay zekâ destekli sistem, bu yılki dünya kupasında hakem kararlarına ne ölçüde katkı sağlayacak ve nasıl bir performans sergileyecek? Sizce futbol toplarında veya görüntüleme sistemlerindeki bir sonraki gelişim ne olacak? Futbol teknolojisindeki tüm gelişmeleri takip etmeye ve yeni nesil teknolojiler tanıtıldıkça sizlere aktarmaya devam edeceğiz. ■

Kaynaklar

https://doi.org/10.1007/BF02844207
https://doi.org/10.1038/srep05068
https://doi.org/10.1080/02640414.2020.1809163
https://doi.org/10.3390/app16062808
https://doi.org/10.1016/j.proeng.2016.06.185
https://web.archive.org/web/20100705075818/http://www.fifa.com/worldcup/archive/germany2006/news/newsid%3D28402.html
https://www.adidas.com/us/blog/the-complete-history-of-adidas-world-cup-match-balls
https://inside.fifa.com/innovation/world-cup-2022/video-assistant-referee-var
https://inside.fifa.com/innovation/world-cup-2022/semi-automated-offside-technology
https://kinexon-sports.com/blog/connected-ball-technology-data/
https://www.fifa.com/en/tournaments/mens/worldcup/canadamexicousa2026/official-match-ball
https://www.espn.com/soccer/story/_/id/37634070/var-review-every-decision-world-cup-analysed

Dünya Kupası'nda Artık Algoritmalar da Sahada!

Dr. Özlem Ak [*TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi*

2026 FIFA Dünya Kupası 11 Haziran'da Meksika'da oynanan ilk maçla başladı. Ancak bu turnuvayı önceki dünya kupalarından ayıran yalnızca oynanan futbol değil, yapay zekâdan akıllı toplara, giyilebilir teknolojilerden üç boyutlu dijital oyuncu modellerine kadar çok sayıda yeniliğin de turnuvada kullanılması. Uzmanlara göre bu organizasyon şimdiye kadarki en yüksek teknoloji düzeyine sahip Dünya Kupası olabilir.

Turnuva boyunca takımlar, oyuncularının sahadaki hareketlerini analiz edebilen yapay zekâ destekli sistemlere erişebilecek. Oyuncuların vücut taramalarından oluşturulan dijital avatarlar ise hakemlerin maç pozisyonlarını daha ayrıntılı incelemesine yardımcı olacak. Böylece kural ihlalleri ve tartışmalı pozisyonlar daha hassas biçimde değerlendirilebilecek.



planktoncg / iStock

Bilimsel araştırmaların futboldaki rolünü değerlendiren spor bilimci Franco Impellizzeri, günümüzde futbolun yalnızca saha içinde değil, veri analizi ve teknoloji alanında da büyük bir dönüşüm yaşadığını belirtiyor. Avustralya'daki Sidney Teknoloji Üniversitesinde görev yapan ve *Science and Medicine in Football* dergisinin editörlüğünü yürüten Impellizzeri, yapay zekânın futbol araştırmalarında belirgin bir artışa yol açtığını söylüyor. Ancak ona göre veri miktarının artması, üretilen bilginin kalitesinde her zaman benzer bir yükseliş olacağı anlamına gelmiyor. Araştırmacılar her geçen gün artan bu büyük miktardaki veriyi en etkili şekilde nasıl kullanabileceklerini öğrenmeye çalışıyor.

FIFA uzun yıllardır taraftar deneyimini geliştirmek amacıyla çeşitli teknolojileri turnuvalara dâhil ediyor. Bu yıl kullanılacak yapay zekâ destekli üç boyutlu oyuncu avatarları bunların en dikkat çekici örneklerinden biri. Hakemlere yardımcı olacak yeni sistemler de turnuvada görev yapacak. Özellikle ofsayt ve elle oynama kararlarının değerlendirilmesinde kullanılacak teknolojiler arasında, içinde hareket sensörü bulunan akıllı toplar yer alıyor.

Bunun yanında takımlar maç sırasında gerçek zamanlı analiz verilerine erişebilecek. Oyuncuların saha içindeki hareketleri, taktiksel düzenleri ve bireysel performansları hakkında ayrıntılı bilgiler sağlayan bu sistemlerin tüm takımlara sunulması, teknolojiye erişimin daha eşit hâle gelmesini sağlıyor. Impellizzeri'ye göre bu önemli bir gelişme. Ancak asıl soru, her takımın bu verileri yorumlayabilecek uzman personele sahip olup olmadığı.



Marharyta Marko / iStock

Modern futbolda bilim insanları artık teknik ekiplerinin ayrılmaz bir parçası hâline gelmiş durumda. Birçok kulüp ve millî takımda spor bilimcileri görev yapıyor. Bu uzmanlar oyunculardan veri topluyor, performans analizleri yapıyor ve antrenman süreçlerini takip ediyor. Hatta bazı kulüplerin veri bilimi bölümleri bulunuyor.

Son yıllarda doktora öğrencilerinin doğrudan takımların bünyesinde araştırma yürütmesi de yaygınlaşmış durumda. Impellizzeri, araştırmacıların saha içindeki günlük sorunları yakından gözlemlemesinin, daha uygulanabilir ve gerçek ihtiyaçlara yanıt veren bilimsel çalışmalar yürütmesine yardımcı olduğunu belirtiyor.

Futbol araştırmalarında güncel ilgi alanlarının başında yapay zekânın karar verme süreçlerine dâhil edilmesi, giyilebilir teknolojilerle veri toplanması ve spor analitiği geliyor. Impellizzeri, bu alanların son yıllarda en hızlı gelişen araştırma başlıkları arasında yer aldığını ifade ediyor. Bununla birlikte oyuncuların antrenman ve maç yüklerinin sağlık üzerindeki etkilerini inceleyen çalışmalar da önemini koruyor.

Teknoloji hızla gelişse de araştırmacılar için asıl zorluk verileri toplamak değil, anlamlandırmak. Giyilebilir cihazlar sayesinde yirmi yıl öncesine kıyasla oyunculardan çok daha fazla veri elde etmek mümkün. Ancak Impellizzeri'ye göre bu verilerin ne anlama geldiğini doğru şekilde yorumlamak hâlâ kolay değil.

Futbol biliminde yanıt bekleyen önemli sorulardan biri de sakatlık riskinin güvenilir biçimde tahmin edilmesi. Günümüzde bazı sistemler oyunculara ait verileri kullanarak sakatlanma olasılığını öngörmeye çalışıyor. Ancak Impellizzeri, bu alandaki modellerin çoğunun yeterince doğrulanmadığını vurguluyor. Nitekim Garrett Bullock ve çalışma arkadaşlarının birkaç yıl önce yaptığı bir inceleme, spor hekimliği literatüründeki mevcut sakatlık tahmin modellerinin hiçbirinin uygulamada güvenle kullanılabilecek kalite düzeyine ulaşamadığını ortaya koymuştu. Buna rağmen bazı takımlar bu modellerden yararlanmaya devam ediyor.

2026 FIFA Dünya Kupası yalnızca teknolojik yenilikleriyle değil, oyuncuların karşılaşacağı çevresel ve lojistik zorluklarla da dikkat çekiyor. Turnuvadaki 104 maç Kanada, Meksika ve ABD'de yer alan 16 farklı şehirde oynanacak. Takımlar uzun yolculuklar, yüksek rakım ve sıcak hava koşullarıyla mücadele etmek zorunda kalacak. Bazı ekipler bu zorlukların tümüyle aynı anda karşılaşabilecek.



mehnik / iStock

Turnuvayı bilimsel açıdan da ilgiyle takip edeceğini söyleyen Impellizzeri özellikle takımların uzun seyahatler, yüksek rakım ve sıcak hava koşullarıyla nasıl başa çıkacağını merak ettiğini belirtiyor. Ona göre bu koşullar hem oyuncular hem de teknik ekipler üzerinde önemli bir fiziksel ve zihinsel yük oluşturacak. Bu nedenle 2026 FIFA Dünya Kupası, yalnızca futbolcuların yeteneklerini değil, bilimsel hazırlığın ve teknolojik desteğin sınırlarını da test edecek. Dünya Kupası'nda "sahaya çıkan" algoritmalar, aslında spor dünyasında yaşanan daha büyük bir teknolojik dönüşümün parçası. ■

Dergimizin Mayıs 2025 sayısında giyilebilir sensörlerden dijital ikizlere kadar spor teknolojilerinin farklı branşlardaki uygulamalarını ele aldığımız "Sporun Ayrılmaz Parçası: Teknoloji" başlıklı yazımıza kare kodu akıllı cihazınıza okutarak ulaşabilirsiniz.

Kaynak

https://www.nature.com/articles/d41586-026-01866-1

Google'dan Sivrisineklerle Mücadelede Yeni Bir Yaklaşım

Dr. Özlem Ak [*TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi*

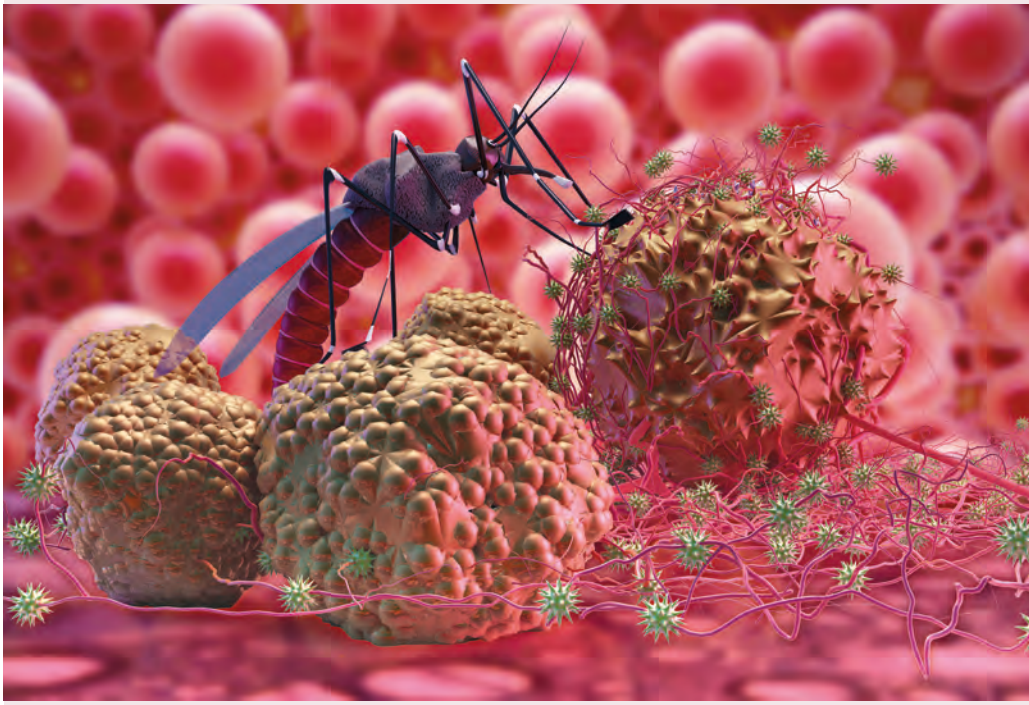
Google'ın yeni projesi bir yapay zekâ modeli, arama motoru güncellemesi ya da akıllı telefon uygulaması değil. Şirket bu kez çok daha sıra dışı bir girişimle gündemde: Hastalık taşıyan sivrisineklerle mücadele etmek amacıyla milyonlarca erkek sivrisineği doğaya salmak.



nechaev-kon / iStock

Google'ın bağlı olduğu Alphabet şirketi, Debug programı kapsamında *Wolbachia* bakterisi taşıyan erkek sivrisineklerin belirli bölgelerde kontrollü saha denemeleri amacıyla doğaya salınabilmesi için 2025 yılında ABD Çevre Koruma Ajansı'na (EPA) başvuruda bulundu. Başvurunun onaylanması durumunda California ve Florida'da iki yıl boyunca toplam 64 milyon erkek sivrisinek doğaya bırakılacak. Ancak proje henüz uygulama aşamasına geçmiş değil. EPA, başvuruyu değerlendirirken bilim insanlarının, çevre kuruluşlarının, sivrisinek kontrol uzmanlarının, yerel yönetimlerin ve vatandaşların görüşlerini de aldı. Kurumun vereceği karar, projenin hayata geçirilip geçirilmeyeceğini belirleyecek.

İlk bakışta kulağa endişe verici gelebilecek bu planın amacı sivrisinek sayısını artırmak değil. Tam tersine insanlarda hastalığa neden olabilen sivrisinek popülasyonlarının azaltılması hedefleniyor. Bu amaçla kullanılan *Wolbachia* bakterisi ise projenin en kritik bileşenini oluşturuyor. Çünkü *Wolbachia*, sivrisineklerin üreme başarısını etkileyerek hastalık taşıyan sivrisinek sayısının zamanla azalmasını sağlayabiliyor.



nopparit / iStock

Neden Yeni Yöntemlere İhtiyaç Duyuluyor?

Sivrisinekler, insanlarda hastalığa yol açan virüs ve parazitlerin yayılmasında önemli rol oynuyor. Dünya Sağlık Örgütü verilerine göre her yıl yüz binlerce insan sivrisineklerin taşıdığı patojenler nedeniyle yaşamını yitiriyor. Sıtma, dang humması, Zika, sarı humma, Batı Nil virüsü enfeksiyonu ve Japon ensefaliti bunların en bilinenleri arasında yer alıyor.

ABD'de sivrisinek kaynaklı hastalıkların başında Batı Nil virüsü enfeksiyonu geliyor. Her yıl binlerce kişiye bu tanı konuluyor. Vakaların büyük bir bölümü hafif belirtilerle atlatsa da bazı kişilerde ciddi nörolojik sorunlar ortaya çıkabiliyor ve enfeksiyon ölümle sonuçlanabiliyor.

Bu nedenle araştırmacılar uzun yıllardır sivrisinek popülasyonlarını kontrol altına almak için yeni yöntemler araştırıyor. Geleneksel mücadele yöntemlerinin başında gelen insektisitler birçok durumda etkili olsa da önemli sınırlılıklara sahip. Bu kimyasal maddeler yalnızca hedef türleri değil, diğer canlıları da etkileyebiliyor. Ayrıca sivrisineklerde zamanla insektisitlere karşı direnç gelişebiliyor. Bu durum, alternatif ve daha sürdürülebilir mücadele yöntemlerine olan ilgiyi artırıyor.



CDC / SPL

Güney ev sivrisineği *Culex quinquefasciatus*



Wladimir Bulgar / SPL

Wolbachia bakterisi içeren sıvı kültür ortamı

Hedefteki Tür

Debug projesi kapsamında ilk hedef alınan tür *Culex quinquefasciatus* yani Güney ev sivrisineği. Bu tür, ABD'de Batı Nil virüsünün başlıca taşıyıcılarından biri olarak kabul ediliyor. Ayrıca St. Louis ensefaliti olarak bilinen ve beyin iltihabına yol açabilen viral hastalığın yayılmasında da rol oynuyor.

EPA'ya yapılan başvuruya göre Google, *Wolbachia* bakterisiyle enfekte edilmiş erkek sivrisinekleri kontrollü saha çalışmaları kapsamında doğaya bırakmayı planlıyor. Başvuruda California ve Florida'da iki yıl boyunca her eyalette 32 milyon olmak üzere toplam 64 milyon erkek sivrisineğin salınması öngörülüyor.

Projede yalnızca erkek sivrisinekler kullanılıyor. Çünkü insanları ısıran ve hastalık etkenlerini taşıyan sivrisinekler dişidir. Yumurtalarını geliştirebilmek için kana ihtiyaç duyan dişilerin aksine erkek sivrisinekler nektar ve bitki öz sularıyla besleniyor. Bu nedenle doğaya bırakılacak erkek sivrisineklerin insanları ısırması ya da hastalık bulaştırması beklenmiyor.



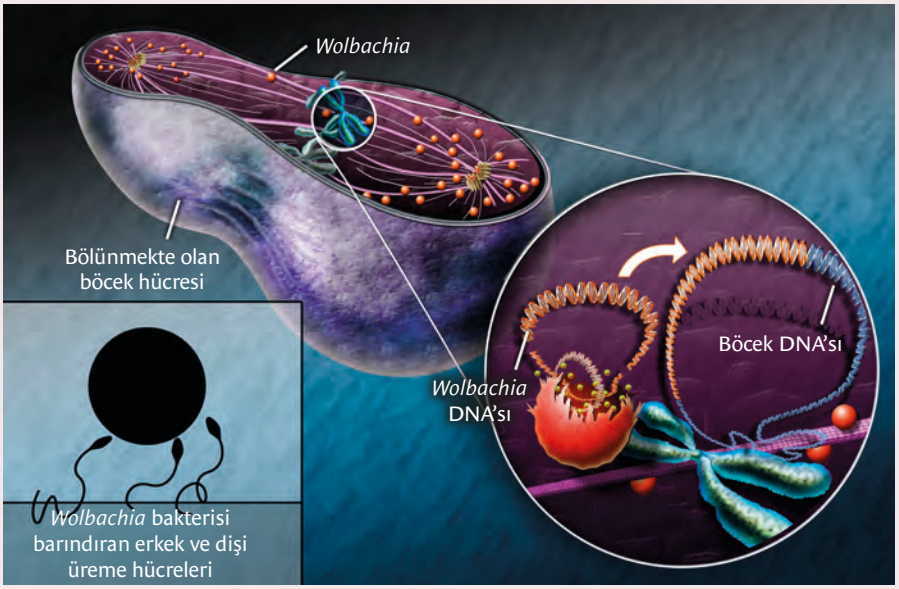
IRD / VECTOPOLE SUD / Patrick Landmann / SPL

Culex quinquefasciatus sivrisineği, sayıları birkaç yüzü bulabilen yumurtalarını su yüzeyine yan yana birbirine yapışmış hâlde bırakır.

Wolbachia Nedir?

Sivrisineklerle mücadelede ilk akla gelen yöntem genellikle insektisitler oluyor. Ancak uzmanlar son yıllarda bu yaklaşımın sınırlılıklarının giderek arttığını belirtiyor. Birçok sivrisinek popülasyonunda insektisitlere karşı direnç gelişmesi, kullanılan kimyasal maddelerin etkinliğini azaltırken çevre üzerindeki olası olumsuz etkileri de yeni çözüm arayışlarını hızlandırıyor. İşte bu noktada *Wolbachia* bakterisi öne çıkıyor.

Wolbachia doğada son derece yaygın bulunan bir bakteri. Araştırmalar, omurgasız türlerin önemli bir bölümünün bu bakteriyi doğal olarak taşıyor olabileceğini gösteriyor. Ancak bakterinin ayırt edici özelliği, enfekte ettiği bazı türlerde üreme sistemini etkileyebilmesi. Google'ın Debug programında kullanılan yaklaşımın temelinde de bu özellik yatıyor.



Nicolle Rager Fuller / National Science Foundation / SPL

Bilgisayar ortamında oluşturulmuş bu görselde, Wolbachia bakterisine ait DNA'nın konakçı böceğin genomuna entegre edildiği gösteriliyor.

Wolbachia Nasıl Çalışıyor?

Wolbachia taşıyan erkek sivrisinekler, bakteriyi taşımayan dişilerle çiftleştiklerinde yumurtalar oluşsa bile embriyolar gelişemiyor. Bilim insanlarının "sitoplazmik uyumsuzluk" olarak adlandırdığı bu durumda erkek ve dişi üreme hücreleri normal şekilde birleşse de embriyonun gelişimi daha en başta duruyor. Sonuç olarak yumurtalar açılmıyor ve yeni bireyler oluşmuyor.

Wolbachia taşıyan bir dişi hem enfekte erkeklerle hem de enfekte olmayan erkeklerle başarılı şekilde çiftleşebiliyor. Bu nedenle yöntem, doğaya çok sayıda *Wolbachia* taşıyan erkek bırakarak enfekte olmayan dişilerin büyük bölümünün bu erkeklerle çiftleşmesini sağlamaya dayanıyor. Sonuçta her nesilde daha az yavru ortaya çıkıyor ve sivrisinek sayısı zamanla azalıyor.

Bu yöntemin en önemli avantajlarından biri, popülasyonu doğrudan yok etmeye çalışmaması. Sivrisinekler kimyasal maddelerle öldürülmüyor, bunun yerine doğal üreme döngüleri kullanılarak nüfusları baskılanıyor. Ayrıca çevreye toksik bir madde bırakılmıyor veya canlıların genetik yapısı değiştirilmiyor.

Wolbachia'nın insanlara ve diğer omurgalılara bulaşmadığı da

biliniyor. Bu nedenle birçok araştırmacı bu yöntemi kimyasal mücadeleye kıyasla daha çevre dostu bir alternatif olarak değerlendiriyor.

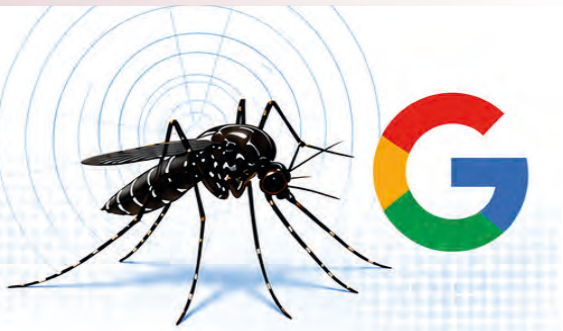
Eski Bir Fikrin Yeni Yorumu

Debug'ın kullandığı yaklaşım tamamen yeni değil. Temelini, yaklaşık 70 yıldır uygulanan "steril böcek tekniği"ne benzer biyolojik kontrol yöntemleri oluşturuyor. Klasik steril böcek yönteminde erkek bireyler radyasyonla kısırlaştırılırken *Wolbachia* yaklaşımında üreme başarısızlığı, bakterinin neden olduğu biyolojik mekanizma sayesinde gerçekleşiyor.

Bu tür yöntemler geçmişte meyve sinekleri, hayvanlarda ciddi enfeksiyonlara yol açabilen vida kurtları ve bazı tarım zararlılarıyla mücadelede başarıyla kullanıldı.

GOOGLE'DAN SİVRİSİNEKLERLE MÜCADELE

Wolbachia bakterisi taşıyan milyonlarca erkek sivrisineği doğaya salarak hastalık taşıyan sivrisineklerin yayılmasını azaltmayı hedefliyor.



NEDEN ÖNEMLİ?

- Sivrisinekler her yıl 700 milyondan fazla insanın hayatını tehdit ediyor.
- Batı Nil virüsü enfeksiyonu, dang humması, Zika, sıtma, sarı humma ve diğer hastalıklar sivrisinekler yoluyla yayılıyor.
- İnsektisitlere direnç artıyor, yeni ve çevre dostu çözümlere ihtiyaç var.
- *Wolbachia* bakterisi, sivrisineklerin üreme döngüsünü bozarak popülasyonu azaltabilir.

WOLBACHIA YÖNTEMİ NASIL ÇALIŞIR?



1. Laboratuvarda *Wolbachia* taşıyan erkek sivrisinekler üretilir.
2. Bu erkek sivrisinekler doğaya salınır.
3. Doğadaki dişi sivrisineklerle çiftleşirler.
4. *Wolbachia* taşıyan erkeklerle çiftleşen dişilerden sağlıklı yavru gelişemez.
5. Zamanla sivrisinek popülasyonu azalmaya başlar.
6. Hastalık taşıma riski azalır, toplum sağlığı korunur.

PROJENİN AMACI

Hastalık taşıyan sivrisinek popülasyonlarını azaltarak, daha sağlıklı ve güvenli toplumlar oluşturmak.

HEDEF BÖLGELER



EPA başvurusuna göre proje kapsamında California ve Florida'da iki yıl boyunca toplam 64 milyon *Wolbachia* taşıyan erkek sivrisineğin doğaya salınması planlanıyor.

DAHA SAĞLIKLI BİR GELECEK İÇİN

- Sivrisineklerle mücadelede yenilikçi ve bilimsel bir çözüm.
- Toplum sağlığını korumayı ve yaşam kalitesini artırmayı hedefler.
- Doğa ile uyumlu, sürdürülebilir ve etkili bir yaklaşım.



Ancak sivrisineklerde uygulanmaları daha zor. Çünkü milyonlarca bireyin yetiştirilmesi, erkek ve dişi bireylerin ayrılması ve doğru zamanda doğru bölgelere ulaştırılması ciddi teknik altyapı gerektiriyor.

Google'ın Farkı Ne?

Google'ın projeye kattığı asıl yenilik, biyolojik mücadele yönteminin kendisinden çok bu yöntemin büyük ölçekte uygulanabilmesini sağlayan teknolojik altyapıyı geliştirmesi.

Debug ekibi biyoloji, yazılım ve mühendislik alanlarındaki bilgi birikimini bir araya getirerek milyonlarca sivrisineğin otomatik sistemlerle yetiştirilmesini hedefliyor. Şirketin geliştirdiği sistemlerde larvaların üretimi otomatik olarak gerçekleştiriliyor, erkek ve dişi bireyler görüntü işleme sistemlerinin yardımıyla ayrılıyor ve yapay zekâ algoritmaları hata oranlarını azaltıyor. Robotik sistemler üretim kapasitesini artırırken GPS destekli araçlar, sivrisineklerin doğaya salınırken doğru bölgelere hassas biçimde ulaştırılmasını sağlıyor.

Başka bir deyişle Google yalnızca *Wolbachia* bakterilerini kullanan bir biyolojik mücadele programı yürütmüyor aynı zamanda bu yöntemi şehir ölçeğinde uygulanabilir hâle getirecek teknolojiler geliştiriyor.



Singapur'daki Sonuçlar

Debug'ın kullandığı yaklaşıma benzer yöntemlerin kullanıldığı en dikkat çekici uygulamalardan biri Singapur'daki Project *Wolbachia* programı. Singapur Ulusal Çevre Ajansı tarafından yürütülen bu programda *Wolbachia* taşıyan erkek sivrisineklerden yararlanılıyor. Yayımlanan verilere göre uygulama yapılan bölgelerde *Aedes aegypti* popülasyonunda %80 ila %90 oranında azalma sağlandı. Ayrıca *Wolbachia* taşıyan erkek sivrisineklerin doğaya düzenli salımlarının ardından dang vakalarında %70'i aşan düşüşler gözlendi.

Bu sonuçlar, *Wolbachia* temelli biyolojik mücadele yaklaşımının yalnızca laboratuvar ortamında değil, gerçek yaşam koşullarında da etkili olabileceğini gösteren en güçlü kanıtlar arasında yer alıyor. Google'ın başvurusu ise aynı yaklaşımın bu kez, Batı Nil virüsünün önemli taşıyıcılarından biri olan *Culex quinquefasciatus* üzerinde uygulanmasını amaçlıyor.

Ekosisteme Etkileri Ne Olabilir?

Milyonlarca sivrisineğin doğaya salınması fikri ilk duyulduğunda çevresel etkileri konusunda soru işaretleri oluşması doğal. Ancak uzmanların büyük bir bölümü, yöntemin ekolojik açıdan görece düşük risk taşıdığını düşünüyor. Çünkü doğaya bırakılan bireylerin tamamı insanları ısırmayan erkeklerden oluşuyor. Kullanılan *Wolbachia* bakterisi de doğada zaten yaygın olarak bulunan doğal bir mikroorganizma. Ayrıca yöntem toksik kimyasal maddeler kullanılmasını gerektirmiyor.

Araştırmacılar, sivrisineklerle beslenen canlıların çoğunun yalnızca tek bir türe bağımlı olmadığını belirtiyor. Bu nedenle hedef türün popülasyonundaki azalmanın önemli ekolojik zincirleme etkilere neden olması beklenmiyor.

Bununla birlikte ekosistemlerin karmaşık yapısı nedeniyle uygulamaların sonuçlarının dikkatle izlenmesi gerektiği de vurgulanıyor. Örneğin bir sivrisinek türünün azalması, başka bir türün çoğalması için uygun koşullar oluşturabilir.

Etik Tartışmalar

Proje yalnızca bilimsel değil, etik açıdan da bazı soruları gündeme getiriyor. Bazı uzmanlar, insan müdahalesiyle belirli türlerin sayısının bilinçli olarak azaltılmasının uzun vadeli sonuçlarının dikkatle değerlendirilmesi gerektiğini savunuyor.

Buna karşılık başka araştırmacılar, insan faaliyetleriyle dünyanın farklı bölgelerine yayılan ve ciddi hastalık yükü oluşturan türlerin kontrol altına alınmasının bir sorumluluk olduğunu düşünüyor. Özellikle Batı Nil virüsü enfeksiyonu, dang humması ve benzeri hastalıkların neden olduğu hastalık yükü dikkate alındığında potansiyel faydaların risklerden daha fazla olduğunu savunanlar da bulunuyor.

Teknoloji ve Biyolojinin Kesişiminde Yeni Bir Dönem

Yazının hazırlandığı 10 Haziran itibarıyla EPA'nın projeye izin verip vermeyeceği henüz netleşmiş değil. Ancak başvurunun onaylanması durumunda California ve Florida'da milyonlarca *Wolbachia* taşıyan erkek sivrisinek doğaya bırakılacak. Amaç daha fazla sivrisinek üretmek değil, hastalık taşıyan sivrisinek popülasyonlarını biyolojik yollarla azaltmak. Eğer yöntem beklenen başarıyı gösterirse gelecekte sivrisinek kaynaklı hastalıklarla mücadelede kimyasal ilaçlara olan bağımlılık azalabilir. Böylece hastalık taşıyan sivrisineklerin kontrolünde daha hedefe yönelik ve çevre dostu yöntemler öne çıkabilir. ■

Kaynaklar

https://www.livescience.com/health/viruses-infections-disease/google-wants-to-release-64-million-bacteria-riddled-mosquitoes-across-california-and-florida-heres-why-scientists-are-enthusiastic

https://debug.com/

Tekno Yaşam

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



matejmo / iStock

Yaban Hayatı İçin Akıllı Çit

Yaban hayatını koruma çalışmalarında tel ve kapan gibi geleneksel araçlar yerine gelişmiş teknolojik ve bilimsel yöntemler kullanılması son derece önemli. Flox adlı yapay zekâ destekli cihaz da yaban hayvanlarına zarar vermeden onları belirli alanlardan uzak tutmak amacıyla geliştirildi. Sensörler aracılığıyla çevredeki değişimleri sürekli izleyen cihaz hayvanların türünü ve davranışlarını, gruplar hâlinde dolaşan hayvanlar için sürünün büyüklüğünü ve arazi koşullarını gerçek zamanlı olarak analiz ediyor. Sonrasında bu bilgiye göre hayvanı korkutmadan alandan uzaklaştırmak amacıyla türe özel biyoakustik sesler üretiyor. Batarya ile çalışan cihaz sahaya kolayca kurulabiliyor. Ayrıca mobil ağ üzerinden buluta bağlandığında olay kayıtları, sistem durumu ve yaban hayatı raporlarını merkezî platforma aktarabiliyor.

https://floxintelligence.com





Microsoft Project Solara

Project Solara, Microsoft'un Windows'tan bağımsız, Android temelli ve yapay zekâ odaklı yeni işletim sistemi. Klasik telefon ya da bilgisayar arayüzünden farklı olarak merkezde uygulamalar değil, yapay zekâ ajanları var. Project Solara'da kullanıcının uygulamaları açarak çalıştırması yerine sesli komutlarla, dokunarak veya görüntü üzerinden yapay zekâ ajanına görev vermesine odaklanılmış. Perakende, sağlık, saha hizmetleri gibi sektörlerde kullanılması planlanan işletim sisteminin kurumsal toplantı ekranları ve elektronik yaka kartı gibi cihazlara entegre edilmesi hedefleniyor. Günlük kullanımda telefon veya tabletten farkı henüz belirsiz olan Solara şimdilik Microsoft'un "Yapay zekâ çağında bilgisayar nasıl görünmeli?" sorusuna verdiği erken bir cevap niteliğinde.

https://commandline.microsoft.com/project-solara-build-2026/

Ucuz Dizüstü Rekabeti

Dell, HP, Acer, Asus ve Lenovo gibi üreticiler plastik kasaları, soluk ekranları ve sundukları sınırlı performans ile "ucuz ama güçsüz" algısıyla özdeşleşen uygun fiyatlı dizüstü bilgisayar modellerini iyileştirmeye çalışıyor. Dell'in yeni XPS 13 modeli bu eğilimin en dikkat çekici örneklerinden biri. XPS 13, görece hesaplı başlangıç fiyatına rağmen 13,4 inç 2.5K dokunmatik ekran, 120 Hz yenileme hızı, Wi-Fi 7, ince metal gövde ve 1 kilogramlık kütlesiyle üst düzey özellikler sunuyor.

Bu paradigma değişiminin arkasında büyük ölçüde Apple'ın MacBook Neo başarısı var. Apple, Neo'da bir grafik çekirdeği devre dışı kalan ya da düşük sınıfa ayrılan A18 Pro çipinin 5 GPU çekirdekli sürümünü kullandı. Apple, aşırı talep görmesinden sonra Neo'nun hedef satış sayısını 5 milyondan 10 milyona çıkardı. Bu durumda eldeki uygun A18 Pro çiplerin tümü kullanılmış olacak. Apple şimdilik artan ihtiyacı A18 Pro üretimiyle karşılasa da A19 Pro tabanlı yeni nesil Neo'yu planlanandan daha erken piyasaya sürmek zorunda kalabilir.



Qualcomm, Computex 2026 teknoloji fuarı öncesinde Snapdragon C adlı yeni platformunu duyurdu. ARM tabanlı bir işlemci platformu olan Snapdragon C'yi kullanan dizüstü bilgisayarların, uygun fiyatlı Windows dizüstü bilgisayarlardan daha uzun pil ömrü ve günlük kullanım için yeterli performans sunması bekleniyor. ARM mimarisi telefonlarda yaygın olarak kullanılıyor ve genellikle düşük güç tüketimiyle biliniyor. Qualcomm, akıllı telefon işlemcilerindeki deneyimini uygun fiyatlı dizüstü bilgisayarlara taşımaya çalışıyor.

Görünüşe göre ucuz dizüstü rekabeti yalnızca fiyatta değil çip üretim ve tedarik stratejilerinde de sürüyor.

https://www.macrumors.com/2026/06/03/macbook-neo-production-doubled-says-kuo/

AB'nin Yeni Açık Kaynak Yazılım Stratejisi

Avrupa Birliği (AB), açık kaynak yazılımı artık sadece ücretsiz bir yazılım alternatifi olarak değerlendirmiyor. AB'nin yeni açık kaynak stratejisinde bu alan doğrudan teknolojik egemenlik meselesi olarak ele alınıyor ve kullanılan kritik yazılımlar, bulut hizmetleri, yapay zekâ sistemleri ve diğer dijital altyapılarda birlik dışındaki sağlayıcılara bağlı kalınması istenmiyor.

Yeni strateji kamu ihalelerinde açık kaynak çözümlere öncelik tanınmasını, Avrupa merkezli açık kaynak şirketlerinin desteklenmesini ve kritik yazılım bileşenlerinin uzun vadeli bakımına mali destek sağlanmasını hedefliyor. Önceki stratejilerde açık kaynak yazılımı projeler düzeyinde ele alıyordu. Yeni strateji ise açık kaynak projelerinin araştırma geliştirme süreçleri, ticarileşmesi, yaygınlaştırılması, sürdürülebilirliğinin sağlanmasına kadar teknoloji ekosisteminin tamamını kapsıyor. Ayrıca kamu kurumlarının bu projelerin sadece kullanıcısı değil, büyük ve güvenilir ilk müşterisi olması hedefleniyor. Çünkü açık kaynak projelerin en büyük sorunu çoğu zaman yazılımın geliştirilmesi değil bakım, güvenlik, ölçekleme ve kurumsal müşteri bulma zorluğu.



AB'nin yeni stratejisi kritik hedefler ortaya koysa da hayata geçirilmesini zorunlu kılan bağlayıcı hükümler içermiyor, daha çok yönlendirme, finansman, kamu ihalesi rehberliği, güvenlik standardı, bakım mekanizması ve AB projelerinde önceliklendirme gibi araçlar aracılığıyla açık kaynak yazılımlarını teşvik etmeyi amaçlıyor. Stratejinin başarısı, kamu alımlarının bu ekosisteme ne ölçüde yöneleceğine bağlı olacak.

https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/policies/open-source-strategy



Android Telefonlar ile iPhone Arasında AirDrop Köprüsü

Android telefonlar ve iPhone arasında fotoğraf, video ya da belge göndermek için çoğu zaman mesajlaşma uygulamaları, bulut bağlantıları veya kablo kullanmak gerekiyor. Android cihazlar arasında dosya paylaşımı yapılabilmesi için Quick Share, Apple cihazlarda ise AirDrop kullanılıyor.

Google, AirDrop'un mevcut çalışma biçimiyle uyumlu bir Quick Share desteği geliştirdi. Böylece Android cihazlar Quick Share üzerinden iPhone, iPad ve Mac bilgisayarlara AirDrop ile dosya gönderebilecek. Öncelikle Google'ın Pixel modellerinde sunulan özellik zamanla Samsung, Xiaomi, OPPO, Vivo, OnePlus ve Honor gibi üreticilerin seçili modellerinde kullanılmaya başlandı. Android ve Apple cihazlar arasında dosya paylaşımı yapılabilmesi için Android cihazın Airdrop uyumlu Quick Share desteğine sahip olması, Apple cihazda ise AirDrop özelliğinin "herkes için 10 dakika" moduna alınması gerekiyor.

AirDrop'un dosya paylaşım standardı ise açık değil. Apple isterse sistemi değiştirebilir. Kullanıcıların beklentisi ve Avrupa Birliği'nin düzenlemeleri nedeniyle şimdilik uyumluluk devam ediyor.

https://www.91mobiles.com/hub/xiaomi-hyperos-3-gains-airdrop-support

Yeni Çip Üretimi Yaklaşımı

Huawei, ABD yaptırımları nedeniyle çip üretiminde kritik öneme sahip gelişmiş litografi makinelerine erişemiyor. Bu nedenle şirket "LogicFolding" adını verdiği yöntemle çipin içindeki verinin kat ettiği mesafeyi kısaltarak verim artışı sağlamayı hedefliyor. Milyarlarca transistörden oluşan çiplerde performansı artırmanın klasik yolu, transistörlerin boyutunu küçültmektir. Transistörler küçüldükçe aynı büyüklükteki bir çipe daha fazla transistör yerleştirilebilir. Bu sayede işlem hızı artar ve enerji tüketimi azalır. Huawei ise çipin önemli bileşenlerini daha yakın ve daha verimli konumlandırıyor.

Normal çip tasarımını kabaca tek katlı bir şehir planı gibi düşünebiliriz. Çipin farklı bileşenleri ve bunlar arasındaki bağlantılar büyük ölçüde aynı düzlemde yer alır. LogicFolding ise bu yapıyı apartman gibi daha katmanlı hâle getiriyor. Böylece sinyalin kat ettiği mesafe kısalıyor, gecikme ve enerji kaybı azalıyor. Huawei bu yaklaşımı "Tau Scaling Law" olarak adlandırıyor. Şirket, bu yöntemin çipteki bazı işlemci çekirdeklerinde güç verimliliğini yüzde 41'e kadar artırabileceğini ve bu yöntemin ilk uygulamalarının 2026 sonbaharında çıkacak Kirin çiplerde kullanılabileceğini belirtiyor.

Çip üretiminde bu tür yöntemler uzun süredir biliniyor ve uygulanıyor. Ancak bu tasarımda artan enerji yoğunluğu nedeniyle ısınma problemi ortaya çıkabiliyor. Huawei LogicFolding yaklaşımıyla bu yöntemdeki ısınma sorunlarını sınırladığını ifade ediyor. Gerçek sonuçlar, ürünler piyasaya çıktıktan sonra yapılacak bağımsız testlerle anlaşılacak. Yöntem işe yararsa diğer firmalar da benzer çip mimarilerini uygulayabilir.

https://www.reuters.com/world/china/huawei-bets-speed-over-shrinking-transistors-sidestep-us-chip-sanctions-2026-05-29/



Mecha Robot

İçinde insan taşıyabilen özellikte bir robot (Macha robot olarak da bilinir) olan GD01'in kütlesi 500 kilogram. GD01 iki ayak üzerinde durabiliyor, bazı hareketlerde dört ayaklı moda geçebiliyor. Ancak GD01 pratik amaçlarla kullanılması planlanan bir robot değil, daha ziyade robotik teknolojilerin ulaştığı kapasiteyi sergilemeyi amaçlıyor. Cihazın otonom hareket edip etmediği, pilot kontrolünün ne düzeyde olduğu, güvenlik seviyesi ve gerçek kullanım senaryoları hakkında henüz net bilgiler bulunmuyor. Geçmişte Japonya'da ARCHAX ve Kuratas gibi benzer projeler yapılmıştı.

Boston Dynamics'in BigDog ve LS3 robotları da zorlu arazilerde hareket edebiliyor. Fakat BigDog'un askeri amaçlarla kullanım için gürültülü ve yüksek maliyetli olması, bu tür robotların araştırma projelerinden gerçek hayat uygulamalarına geçişinin ne kadar zor olduğunu gösteren bir örnek. ■

https://www.wired.com/story/unitree-gd01-mecha-robot/





Bilgisayar Biliminin "Nobel"i ACM A. M. Turing Ödülü

Kuantum Kriptografinin Öncülerine

İlay Çelik Sezer [*TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi*

Bilgisayar biliminin en prestijli ödülü sayılan ACM A.M. Turing Ödülü bu yıl kuantum bilgi biliminin öncü isimleri Charles Bennett ve Gilles Brassard'a verildi. Bennett ve Brassard kuantum fiziğinin temel ilkelerini kullanarak güvenli iletişim alanında kökten bir dönüşüm yaratan çalışmaları dolayısıyla ödüle layık görüldü. Özellikle kuantum kriptografinin temellerini oluşturmaları ve ilk kez bu alandaki kuramsal yaklaşımların deneysel uygulamalarını göstermeleri, ödülün verilmesindeki en önemli nedenler arasında yer alıyor.

Bennett ve Brassard, fizik ve bilgisayar biliminin kesişiminde yer alan kuantum bilgi biliminin kurucuları olarak biliniyor. Kuantum bilgi bilimi, bilgiyi işlemek ve iletmek için kuantum mekaniksel olgulardan yararlanıyor.



Charles Henry Bennett



Gilles Brassard

Bennett ve Brassard'ın kuantum bilgi bilimine yaptıkları en önemli katkı, 1984 yılında geliştirdikleri ve BB84 protokolü olarak bilinen kuantum anahtar dağıtım yöntemi. Bu yöntem, klasik şifreleme tekniklerinden tamamen farklı bir yaklaşıma dayanıyor. Geleneksel kriptografi yöntemlerinin çoğu, örneğin günümüzde yaygın olarak kullanılan açık anahtarlı şifreleme sistemleri çözülmesi zor matematiksel problemlere dayanır. Oysa BB84 protokolü bilgi güvenliğini doğrudan kuantum mekaniğinin temel ilkelerine dayalı olarak sağlar. Kuantum iletişimde bilgiyi taşıyan kuantum durumları, doğaları gereği bozulmadan ne kopyalanabilir ne de ölçülebilir. Bu nedenle şifreleme anahtarının paylaşımı sırasında her türlü gizli erişim girişimi, sistemde tespit edilebilir bir iz bırakır. Başka bir deyişle karşı taraf anlamlı bir bilgi elde edemeden önce müdahale fark edilebilir hâle gelir.

İkilinin bu çığır açıcı fikri geliştirme süreci de ilginçti. 1979'daki bir konferans sırasında Bennett, Brassard'a kuantum mekaniği kullanılarak sahteciliğe karşı korumalı bir para sistemi oluşturabileceğini anlatmıştı. Başlangıçta oldukça sıra dışı görünen bu fikir kısa sürede güçlü bir iş birliğine dönüştü. O dönemde kuantum bilgi bilimi henüz emekleme aşamasındaydı ve birçok araştırmacı tarafından sınırlı ilgi gören bir alan olarak görülüyordu. Ancak Bennett ve Brassard, bu yaklaşımın potansiyelini fark ederek sistemli bir şekilde çalıştı ve birkaç yıl içinde BB84 protokolünü geliştirdi. Daha sonra yapılan deneyler, bu yöntemin yalnızca kuramsal bir yaklaşım olmadığını, güvenli iletişim sistemlerinde pratik olarak uygulanabileceğini gösterdi.


ArtemisDiana / iStock

Büyük ölçekli kuantum bilgisayarlar geliştirmeye yönelik araştırmaların giderek ilerlediği günümüzde devletler ve kurumlar, açık anahtarlı şifreleme sistemlerinin uzun vadede güvenli olmaya devam edip edemeyeceğini sorguluyor. İşte kuantum kriptografi, kuantum mekaniğine dayanmayan ancak kuantum bilgisayarlar kullanılarak gerçekleştirilebilecek saldırılara karşı dayanıklı olması umut edilen yeni yöntemlerle birlikte önümüzdeki yıllarda dijital iletişimi korumanın olası yollarından biri olarak görülüyor. Bennett ve Brassard'ın çalışmaları kriptografinin de ötesinde bilgisayar biliminin kuramsal temellerini yeniden yapılandırdı. 1993'te başka araştırmacılarla birlikte kuantum teleportasyon kavramını ortaya koyarak herhangi bir kuantum durumunun uzak iki nokta arasında nasıl aktarılabileceğini gösterdiler. Bu yaklaşımda kuantum dolanıklık adı verilen olgudan ve klasik iletişimden yararlandılar. Kuantum dolanıklık, kuantum parçacıklardan biri üzerinde yapılan bir işlemin, aralarındaki uzaklıktan bağımsız olarak diğerini de etkilemesi anlamına gelen bir kuantum olgusudur. Bu keşif, uzun bir süre daha çok felsefi bir merak konusu olarak görülen kuantum dolanıklığın aslında pratik uygulamalarda kullanılabileceğini ortaya koydu. Nitekim 2022 yılında Nobel Fizik Ödülü, dolanıklık olgusunun deneysel olarak doğrulanmasına yönelik çalışmalara verildi.

Sonuç olarak Bennett ve Brassard'ın katkıları yalnızca yeni bir şifreleme yöntemi geliştirmekle sınırlı değil. İkilinin ortaya koyduğu çalışmalar geleceğin iletişim teknolojilerinin ve kuantum bilgi biliminin gelişiminde bir dönüm noktası olarak kabul ediliyor. Nitekim bu gerçeğin de bir takdiri olarak Birleşmiş Milletler 2025 yılını Kuantum Bilimi ve Teknolojisi Yılı olarak ilan etti. ■

Kaynaklar

https://amturing.acm.org/
https://www.quantamagazine.org/quantum-cryptography-pioneers-win-turing-award-20260318/



Ekosistem Mühendisi
Deniz Çayırlarının İzinde...

Prof. Dr. Mustafa Sarı [*Piri Reis Üniversitesi Denizcilik Fakültesi, Deniz Ulaştırma İşletme Mühendisliği Bölümü*



Marmara Denizi'nin kıyıları boyunca uzanan deniz çayırları, sayısız canlıya yuva olan, kıyıları koruyan ve iklimle doğrudan ilişkili bir ekosistemin temelini oluşturuyor. Bu yazıda Marmara Denizi'ne dalıyor ve deniz çayırlarının izini sürüyoruz.

Damocean / iStock



Damocean / iStock

Deniz ekosistemini yakından tanımak için yüksek lisans öğrencilerimle birlikte sık sık dalışlar gerçekleştiriyoruz. Yine bir dalış için Marmara'nın güney kıyılarında, Erdek Körfezi'ndeydik. Deniz çayırları kıyı çizgisinden itibaren başlıyordu. Kafamı suya daldırdım, hâlâ dalış kıyafetlerini giymeye çalışan gençleri deniz çayırlarıyla birlikte fotoğrafladım. Gençleri beklerken çayırların arasında dolaşan yengeçleri, dibe tutunmuş pinaları ve oradan oraya kaçışan balık yavrularını gözlemlemeye başladım.

Denize girdiğimiz yer, bir köy okulunun duvarının kenarıydı. Acaba okul bahçesinde koşuşan çocuklar deniz çayırlarını tanıyor mu diye düşündüm. Ya da uç kısımları suyun dışına kadar çıkan bu canlıların, deniz ekosistemi ve Dünya için taşıdığı önemin farkında mıydılar?

Öğrencilerimle birlikte dalışa başladıktan sonra derinlere doğru yöneldik. Marmara Denizi'nin ışık geçirgenliği düşük olduğu için deniz çayırları yaklaşık 10 metre derinliğe kadar yayılım gösterebiliyor. Acaba bu derinlikte mavi-yeşil görünen su altı manzarasının renkleri kaç metrede kaybolacaktı?

Suyun altında deniz çayırlarının muhteşem manzarası eşliğinde dalışımızı yaparken birden birinin paletimi çekiştirmesiyle irkildim. Arkaya baktığımda öğrencim, geriye dönmem için bana işaret ediyordu. Belli ki bir şey dikkatini çekmiş ve bana göstermek istiyordu. Yemyeşil deniz çayırlarının üzerinde süzülerek onun ardından gittim ve eliyle işaret ettiği yere yaklaştım. Çayırların arasında küme hâlinde bir araya gelen deniz salyangozlarını gördüm. Minik bir



Deniz çayırlarının içindeki deniz salyangozlarına (*Rapana venosa*) ait yumurta kümesi

Rapana venosa yumurtlama kümesi olduğunu anlatmaya çalıştım. Doğal yayılış alanı Pasifik Okyanusu olan bu yabancı tür, büyük olasılıkla gemilerin dengelerini sağlamak için balast tanklarında taşıdığı sularla denizlerimize taşınmıştı. İlkbahar ve yaz aylarında çoğunlukla deniz çayırlarının içinde onlarcası bir araya gelerek yumurtalarını bırakır. Yumurtaların küme hâlinde bırakılması, yırtıcılardan daha az zarar görmelerini sağlar, bu da üreme başarılarını artırır.



Pina (*Pinna nobilis*) kabuğuna tutunmuş istiridye topluluğu ve onların üzerine tutunmuş altın anemon (*Condylactis aurantia*)

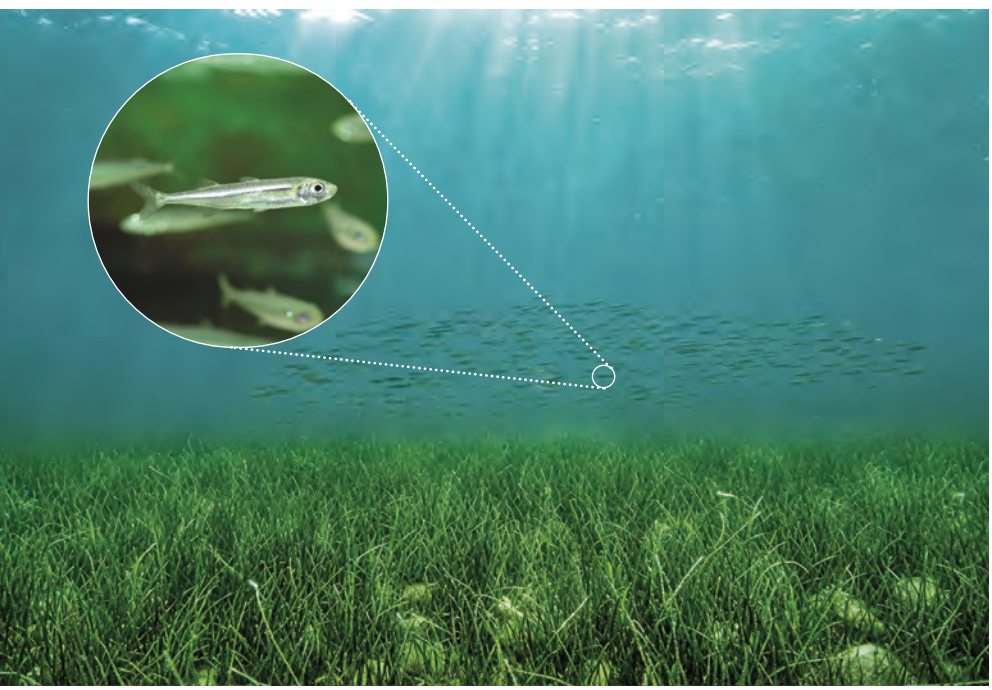
Birkaç kare fotoğraf çektikten sonra yolumuza devam ettik. Çünkü o gün denizde bulunma nedenimiz, Marmara Denizi kıyılarındaki deniz çayırı türlerini incelemek ve türlere göre kök sıklığını belirlemekti. 4-5 metre derinliğe ulaştığımızda pinalar çoğalmaya başladı. Bir pinanın üzerine tutunmuş istiridyeler ve onların üzerine yerleşmiş bir altın anemon, çok katlı bir bina gibi görünüyordu. Anemon, altın renkli kollarını hareket ettirerek bir av yakalamaya çalışıyordu. Tentakül adı verilen kollarının ucundaki mor bölgelerin işlevlerinden biri de avını cezbetmekti.

tepecik şeklinde, sarımsı beyaz renkte, uzun tüylü, halıyı andıran bu yapı çayırların arasında giderek genişliyordu. Öğrencim hayretle bana bakıyordu. Elime aldığım deniz salyangozunu göstererek işaret diliyle yakınında bulunduğumuz yapının bir

Marmara Denizi'nde şimdiye kadar *Cymodocea nodosa, Zostera marina, Zostera noltii* ve Akdeniz'e özgü *Posidonia oceanica* olmak üzere dört farklı deniz çayırı türünün yaşadığını daha önceki çalışmalarımızda tespit etmiştik. Dalış yaptığımız



Deniz çayırının (*Cymodocea nodosa*) örgü şeklindeki kökleri, zemindeki sedimenti tutarak erozyonu önler.



Deniz çayırlarının (*Cymodocea nodosa*) üzerinde yüzen bir gümüş balığı (*Atherina* sp.) sürüsü

bölgede karşılaştığımız deniz çayırı türü *Cymodocea nodosa* idi ve bu bölge son derece sağlıklı bir deniz çayırı alanıydı.

Yavaşladım, çayırların arasında dizlerimin üzerine çöktüm.

Gençler beni takip etti. Elimi yelpaze gibi kullanarak çayırların dibindeki kumu kaldırmaya başladım. Suya karışan kum taneleri nedeniyle bir anda görüş tamamen kapandı. Ancak kısa süre içinde kum taneleri tekrar dibe çöktü ve görüş açıldı. Öğrencilerime dipte örgü ipleri gibi birbirine geçmiş olan kökleri gösterdim. Deniz çayırlarının rizomlu bu kök yapısı, kıyı erozyonunu önlemede en etkili doğal yapılardan biridir.
Beş metre derinlikte deniz çayırlarının kapladığı alanın kıyıya paralel yönde ne kadar genişlediğini anlamak için yüzmeye devam ettik. Bu sırada gençlerden biri kolumdan beni sola doğru çekti. Döndüğümde karşımızda etkileyici bir manzara vardı. Bir gümüş balığı (*Atherina* sp.) sürüsünün bir kısmı çayırın içinde, bir kısmıysa çayıra neredeyse temas edecek kadar yakın yüzüyordu. Sürü, deniz çayırlarının üzerinde adeta tek bir balık formu oluşturmuştu. Hemen kamerayı aldım ve birkaç kare fotoğraf çektim.

Deniz çayırları, yavru balıklar başta olmak üzere sayısız canlı türü için barınma, saklanma, üreme ve beslenme alanı oluşturur. Gümüş balıkları da deniz çayırlarının arasında güvenle besleniyordu.

Biraz daha ilerlediğimizde *Cymodocea nodosa* türündeki deniz çayırlarının kapladığı alanın sona erdiğini, Akdeniz'e özgü *Posidonia oceanica* deniz çayırı türünün

Akdeniz'e özgü *Posidonia oceanica* türündeki deniz çayırları, geniş ve uzun yapraklarının yanı sıra güçlü kökleriyle deniz tabanını neredeyse tamamen örter.

başladığını gördük. Bu tür, daha geniş yaprakları ve daha sık kök yapıları sayesinde deniz tabanını tamamen örtüyordu. Uzanıp bir kök çıkardım ve gençlere gösterdim. Ardından kamerayı öğrencilerimden birine uzattım. Bu anı kayıt altına almak istedim, bu ortamda benim de bir kare fotoğrafım olmalıydı! Az ışıklı ortam, patlayan güçlü flaş sayesinde aydınlandı.

Gözlerim kamaştı ama artık *Posidonia oceanica* ile benim de bir fotoğrafım vardı.

Ekosistem mühendisi: Yaşadığı ortamın fiziksel yapısını değiştiren, yeni yaşam alanları oluşturan veya mevcut koşulları dönüştürerek başka canlıların barınmasını, beslenmesini ve çoğalmasını etkileyen canlı türlerine verilen addır. Ekosistem mühendisleri, besin ağlarını ve tür çeşitliliğini dolaylı yoldan şekillendirir.

Rizom: Toprak altında ya da yüzeye yakın bölgelerde yatay olarak uzanan, düğüm ve boğumlara sahip özel bir gövde yapısıdır. Rizomlar bitkinin deniz tabanına tutunmasını sağlar, besin depolar ve yeni sürgünlerin oluşmasına olanak tanır. Ayrıca kökleriyle deniz tabanına sıkıca tutunarak kıyı erozyonunu önlemede önemli rol oynar.





Deniz çayırlarının (*Cymodocea nodosa*) arasında yavru bir pina.
Pina (*Pinna nobilis*) Akdeniz'e özgü çift kabuklu bir deniz canlısı türüdür.



Posidonia oceanica türündeki deniz çayırı alanında bir pina

Çayırların arasında Akdeniz'e özgü bir tür olan ve denizlerin en büyük çift kabukluları arasında yer alan pinaları (*Pinna nobilis)* görebiliyorduk. Boyları 120 cm'ye, yaşam süreleri 50 yıla kadar ulaşabilen bu canlılar beslenirken saatte yaklaşık altı litre deniz suyunu filtreleyebilir aynı zamanda sudaki çözünmüş oksijeni kullanarak solunum yapar. Bu özellikleriyle pinalar deniz ekosisteminin doğal arıtma sistemi gibi çalışır. Üstelik pina kabuklarının üzerinde yüzden fazla deniz canlısı tutunabilir, beslenebilir veya barınabilir. Bu özellikleriyle pinalar, deniz ekosistemi için "ekosistem mühendisi" rolü üstlenir.

Kıyıya paralel olarak 5-6 metre derinlikte ilerlemeye devam ettik. Bu sırada *Posidonia oceanica* yatakları sona erdi ve yeniden *Cymodocea nodosa* türündeki deniz çayırları başladı. Çayırın arasında yavru bir pinayla karşılaştık. O kadar küçüktü ki başparmağımla karşılaştırdığımda neredeyse aynı boydaydılar.
Pinalar, beslenmek ve solunum yapabilmek için kabuklarını açık tutar, bir tehlike anında ise hızla kapatarak kendilerini korur. Canlı mı diye parmağımı



Deniz çayırlarının sona erdiği bir ortamda, hafif kumlu zemindeki bir pinanın görüntüsü

kabuğa doğru uzattım. Yavru pina korktu ve hızla kabuğunu kapattı, şeffaf kabuğunun içinde dibe doğru çekilirken yumuşak dokusunun şekli kalbe benzedi. Bu anı kaçıramazdım, hemen deklanşöre bastım.

Çayırların kaç metre derinlikte son bulduğunu belirlemek için daha derine yöneldik. Altı buçuk metreye ulaştığımızda çayırlar önce seyrekleşti ardından boyları kısaldı ve zikzak şeklindeki kökler ileriye doğru uzanarak son buldu. Derine doğru baktığımızda pinaların hafif kumlu zeminde yaşamlarını sürdürdüğünü gördük.

Suya girdiğimiz noktadan yaklaşık 500 metre uzaklaşmış olmalıydık. Kıyıya doğru gözlem yaparak dönüşe geçtiğimizde deniz çayırlarının kıyıya yakın bölgelerde parçalı hâle geldiğini gördük. İki metre derinliğe kadar olan alanlarda neredeyse tüm deniz çayırları sökülmüştü.

Sudan çıktığımızda sökülmüş çayır yığınlarıyla karşılaştık. Üzüldük. Sahilde gördüğümüz insanlara deniz çayırlarının ekosistem için önemini anlattık. Dalış sırasındaki gözlemlerimizi kıyının hemen yanında bulunan okuldaki öğrencilerle de paylaşmak istemiştik ama okul tatil olduğu için öğrencilerle bir araya gelemedik. Ancak sahildeki tatilcileri, deniz çayırlarının ekosistemdeki rolü ve önemi konusunda bilgilendirebildik.



Kıyıdaki yazlık konutların önündeki deniz çayırları, insanların ayaklarına temas etmesin düşüncesi ile temizlenmiş. Oysa bu çayırlar, suda asılı hâlde bulunan katıların çökelmesini kolaylaştırarak plajın berrak kalmasına yardımcı oluyordu.

Hem öğrenme hem de keşif dolu bu mavi-yeşil günü burada noktaladık. Aracımıza dönerken gençlerle daha çok çalışmamız ve toplumu deniz çayırlarının ekosistemdeki önemine dair daha fazla bilgilendirmemiz gerektiği konusunda hemfikirdik.

Deniz çayırları, birim alan başına tropik ormanlardan kat kat fazla karbon tutarak iklim değişikliğiyle mücadelede önemli rol oynar. Suyun içinde asılı hâlde bulunan katı parçacıkların çökelmesini sağlayarak kıyıya yakın bölgelerdeki deniz suyunun daha berrak olmasına katkıda bulunur. Deniz çayırlarının bir metrekaresi, günde ortalama on litreden fazla oksijen üretir. Rizomlu kökleriyle kıyı erozyonunu önler. Ancak kirlilik, kıyıların yanlış kullanımı, çapa atma ve turizm gibi nedenlerle dünya genelinde her gün yaklaşık olarak iki futbol sahası büyüklüğünde deniz çayırı alanı yok oluyor. ■

Bilim ve Teknik *podcast yayını kapsamında Prof. Dr. Mustafa Sarı ile gerçekleştirdiğimiz "Bir Çevre Sorunu Olarak Müsilaj: Nedenleri, Etkileri ve Önleme Yolları" konulu programı dinlemek için kare kodu akıllı cihazınıza okutabilirsiniz.*

Merak Ettikleriniz

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

Neden Bazı İnsanlar **Acı Yiyecekleri Severken** Bazıları Tahammül Bile Edemez?

Bazı insanlar acılı yiyeceklere tahammül bile edemezken bazıları acı yemekten keyif alır. İki tarafın da birbiriyle empati kurmasının hayli zor olduğu bu durumun arka planındaki etmenlere geçmeden önce yiyeceklerdeki acılığın kaynağından bahsetmemizde fayda var. Aslında biberdeki acılık; ekşi, tuzlu ya da şekerli gibi tam olarak bir tat algısı değildir. Çünkü ekşi, şekerli ya da tuzlu tatlar dilimizde yer alan ve her bir tat türüne özgü olan tat almaçlarının uyarılmasıyla ortaya çıkar. Acı bibere acı tadını veren kapsaisin adlı kimyasal madde ise TRPV1 adlı almaçlar tarafından duyumsanır. Yani acı (yakıcı) hissi algılamak aslında bir tür yanma hissi yaşamaktır. Tohumları çevreleyen zarda yüksek oranda bulunan kapsaisinin, memelilerin bitki tohumlarını yemesini engelleyerek bitkilerin üreme başarısını artırmaya yaradığı düşünülüyor.

Bu durumda akla gelen soru şu: İnsanlar nasıl oluyor da ağızlarında gerçek anlamda bir yanma hissi oluşturan yiyeceklerden keyif alabiliyor? Araştırmalar, bunun hem biyolojik hem de psikolojik nedenleri olduğunu gösteriyor. Kapsaisin ağızda ağrı ve yanma hissi oluşturduğunda vücut, bu uyarana karşı endorfin salgılar. Ayrıca bazı kişilerde dopamin salgısını da artırabilir. Endorfin ağrıyı azaltırken dopamin haz ve ödül duygusuyla ilişkilidir. Bu nedenle bazı kişiler acı yedikten sonra kendilerini iyi hissedebilir. Ancak acı yiyen herkes aynı deneyimi yaşamaz. İnsanlar arasında TRPV1 almaçlarının hassasiyeti farklılık gösterebilir. Bazı kişiler kapsaisinin etkisini daha yoğun hissederken bazıları daha hafif algılar. Kapsaisinin yakıcı etkisine karşı çok hassas olan kişiler için acılı yiyecekler yemek tahammül etmesi zor bir deneyim olabilir. Öte yandan düzenli acı tüketimi zamanla kapsaisine tolerans gelişmesine yol açabilir, sinir sistemi bu uyarana alıştıkça aynı düzeydeki kapsaisin daha az rahatsızlık vermeye başlayabilir.

Psikologlar, acılı yiyeceklere duyulan ilgiyi "iyi huylu mazoşizm" kavramıyla da açıklar. Buna göre insanlar, gerçekte tehlikeli olmadığını bildikleri korku veya acı içeren deneyimlerden keyif alabilir. Bazı kişiler için de acılı yiyecekler yemek, korku filmi izlemek ya da hız trenine binmek gibi heyecan verici bir deneyime dönüşebilir.

Kaynak

https://www.mcgill.ca/oss/article/did-you-know/why-do-some-people-spicy-foods-not-others

https://www.theguardian.com/lifeandstyle/2025/nov/10/why-do-people-love-spicy-food-even-when-it-hurts-to-eat-it



Yumurtayı **İstenen Kıvamda Haşlamak** Neden Zordur?



Haşlanmış yumurtayı rafadan ya da kayısı kıvamında yemekten hoşlanan pek çok kişinin aşina olduğu bir sorun vardır: Yumurtayı istenen kıvamda haşlamayı başarmak hayli zor bir iştir. Üstelik sadece gastronomi profesyonellerinin değil, bilim insanlarının bile kafa yormaya ve araştırmaya değer bulduğu bir zorlukta! Yumurtayı istenen kıvamda haşlamayı zorlaştıran en önemli neden, yumurtanın tamamen homojen bir yapıda olmaması ve farklı bölümlerinin farklı sıcaklıklarda pişmesidir.

Yumurtanın beyazındaki ve sarısındaki proteinlerin türleri ve oranları farklıdır. Proteinler, amino asit adlı birimlerin birbirine bağlanması ile oluşur. Amino asit zincirlerinin kıvrılması ve katlanması sonucunda her protein kendine özgü üç boyutlu yapısını kazanır. Proteinler ısındıkça denatürasyon adı verilen bir süreçle üç boyutlu doğal yapılarını kaybeder yani katlanmış hâlde bulunan protein zincirleri açılır. Açılan bu zincirler daha sonra birbirleriyle yeni bağlar kurarak ağ benzeri bir yapı oluşturur. Bu yapı yumurtanın bileşimindeki suyu hapsederek sıvı karışımın jel kıvamında katılaşmasına yol açar. Ancak beyaz ve sarı kısımlar aynı sıcaklıkta katılaşmaz. Yumurtanın beyazı daha düşük sıcaklıklarda katılaşırken sarısının istenen kıvama ulaşması için biraz daha yüksek sıcaklıklar gerekir. Yumurtayı az pişmiş seven pek çok insanın ideal bulduğu kıvam, beyazın tam olarak piştiği sarının ise kremsi kaldığı "kayısı" kıvamıdır. Pişirme sırasında ısının yumurtanın dışından merkezine doğru yayılması nedeniyle yumurtanın beyazı ve sarısı eş zamanlı olarak aynı sıcaklığa ulaşmaz. Sarının istenen sıcaklığa ulaşmasını beklerken beyazın bazı kısımları fazla pişebilir. Bir başka zorluk ise bazı proteinlerde denatürasyon sürecinin dar bir sıcaklık aralığında oldukça hızlı gerçekleşmesidir. Bu nedenle birkaç dakikalık fark bile yumurtanın dokusunu belirgin biçimde değiştirebilir.

Yumurtayı istenen kıvamda pişirme sorununa odaklanan bir grup bilim insanı, sonuçlarını geçen yıl yayımladıkları bir bilimsel çalışmada yumurtanın beyazının ve sarısının pişme sıcaklıklarının farklı olmasından kaynaklanan bu sorunu çözmek için sıcak ve ılık su arasında dönüşümlü olarak pişirme yöntemini önerdi ve bu sayede ideal kıvama daha fazla yaklaşabildiklerini gösterdi. ■

Kaynaklar

https://www.exploratorium.edu/explore/cooking/hard-cook-egg

https://edition.cnn.com/2025/02/18/science/boiled-egg-perfect-cooking-methods/

Palyaço Balığının Çizgileri Neden Dalgalandı?

Desenlerin Sırrı

Dr. Özlem Ak [*TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi*

Bir palyaço balığında ortaya çıkan sıra dışı bir desen, hücrelerin nasıl iletişim kurarak hayvanlardaki çizgi ve benek gibi düzenli desenleri oluşturduğunun anlaşılmasına yardımcı oldu. Tek bir gendeki değişimin bile bu düzeni bozabildiğini gösteren bulgular, desen oluşumunda rolü olan mekanizmalara dair yeni bilgiler sağlıyor.





vojce / iStock

1999 yılında Birleşik Krallık'taki bir akvaryumda yumurtadan yeni çıkan bir palyaço balığı, kendi türüne özgü tipik desenlerden farklı bir görünüme sahipti. Üzerindeki desenler, üç belirgin beyaz bant yerine dalgalı hatlar şeklindeydi. Desen simetrik olmakla birlikte belirgin biçimde alışılmadık bir özellik taşıyordu. Aynı desenin sonraki nesillerde de gözlenmesi, bunun tek bir bireyde ortaya çıkan desen farklılığından ziyade kalıtsal bir değişim olduğunu ortaya koydu.

Yirmi yılı aşkın bir süre sonra Okinawa Bilim ve Teknoloji Enstitüsü, Kyoto Üniversitesi, Academia Sinica ve Virginia Üniversitesinden araştırmacılar, "snowflake" olarak adlandırılan bu sıra dışı desenlere neden olan mutasyonu ortaya çıkardı. Sonuçları *Nature Communications*'ta şubat ayında yayımlanan çalışmalarında palyaço balıklarının şeritlerindeki düzensizliklerin, gelişim sırasında hücreler arası iletişimi sağlayan bir gendeki mutasyondan kaynaklandığını gösterdiler ve hayvanlarda ortaya çıkan snowflake desenlerin nasıl oluştuğunu anlamaya dair önemli bir katkı sundular.

Biyologlar, çizgi ve benek gibi desenlerin gelişim sırasında hücrelerin etkileşimiyle oluştuğunu biliyordu. Ancak bu etkileşimlerin her bireyde nasıl düzenli desenler oluşturduğu tam olarak anlaşılamamıştı. Bu konudaki bilgilerimiz büyük ölçüde zebra balığı çalışmalarına dayanıyor. Zebra balıklarında yatay çizgiler düzenli aralıklarla oluşur ve balık büyüdükçe desenler aynı düzeni koruyarak genişler. "Leopar" adı verilen mutant zebra balıklarında ise çizgi yerine benek şeklinde desenler oluşur. Bu durum genetik değişimler ile desen farklılıkları arasında doğrudan bir bağ kurulmasını sağlar.



Andrew Scott / Okinawa Bilim ve Teknoloji Enstitüsü

Snowflake desenli palyaço balığı

Aynı Gen, Farklı Desen: Palyaço Balığı Bildiklerimizi Değiştiriyor

Leopar zebra balıklarında desen bozuklukları *gja5b* genindeki mutasyonlardan kaynaklanır. Araştırmacılar, snowflake desenine sahip palyaço balıklarının da aynı gende bir mutasyon taşıdığını gösterdi. Ancak palyaço balıklarındaki desen oluşumu, zebra balıkları için önerilen modelle tam olarak açıklanamıyor. Zebra balıklarında desenler zamanla değişebilirken palyaço balıklarında çizgiler erken dönemde belirli bir sıra ve konumda ortaya çıkar ve yaşam boyu sabit kalır. Bu durum, desenlerin oluşumunda farklı mekanizmaların etkili olduğunu düşündürüyor.

Araştırmacılar snowflake desenli palyaço balıkları ile tipik palyaço balıklarını karşılaştırdıklarında aradaki farkın hücreler arası iletişimi sağlayan bir gendeki bir nokta mutasyonundan (DNA dizisindeki tek bir nükleotidi etkileyen değişiklik) kaynaklandığını saptadı. Bu değişim, komşu hücreler arasında doğrudan iletişim hattı oluşturan bir proteini etkiliyor. Tipik palyaço balıklarında bu iletişim, renk sınırlarının net ve belirgin kalmasını sağlar. Snowflake desenli palyaço balıklarında ise hücreler arasında sinyaller iletilmeye devam



Fiona Li / Okinawa Bilim ve Teknoloji Enstitüsü

Tipik bir palyaço balığı (solda) ile snowflake desenine sahip bir palyaço balığının (sağda her iki tarafı gösterilerek) karşılaştırılması. Balıktaki dalgalı desenin simetrik olması, bunun genetik bir mekanizmaya işaret ettiğini düşündürüyor

eder ancak bu süreç daha düzensiz ilerler. Bu küçük tutarsızlıklar giderek artar, gelişim sırasında şerit deseninin sınırlarının düzensizleşmesine ve dalgalı bir şekil almasına neden olur.

Bu bulgular, söz konusu genin rolüne dair mevcut anlayışın da güncellenmesini gerektiriyor. Genin rolünün yalnızca tek bir desen oluşturma mekanizmasıyla sınırlı olmadığı aksine desen oluşumu sırasında hücrelerin eş güdümlü biçimde çalışmasına katkı sağlayan daha genel bir işlev üstlendiği anlaşılıyor. Benzer mekanizmaların farklı canlı gruplarında da gözlenmesi, bunun canlılarda yaygın olarak kullanılan temel bir biyolojik düzenleme biçimi olduğunu düşündürüyor.

Genlerdeki bu tür küçük değişimlerin canlıların görünümünde nasıl belirgin farklılıklara yol açtığını anlamak için araştırmacılar, Edwards-Wilkinson modeli olarak bilinen bir fizik yaklaşımından yararlandı.



Yipen Liang / Okinawa Bilim ve Teknoloji Enstitüsü

Solda: Düz bantlar yerine beneklere sahip "leopar" desenli zebra balığı
Sağda: Karakteristik yatay çizgileriyle tipik zebra balığı

Bu model, sınırların iki karşıt etkiyle şekillendiğini söyler: Biri renk bölgeleri arasındaki sınırı düzleştirirken diğeri küçük ve rastlantısal dalgalanmalar oluşturur.

Palyaço balıklarında da benzer bir durum görülür. Renk bölgeleri arasındaki sınırlar boyunca etkili olan bu süreçte hücreler arası iletişim düzenli olduğunda şeritler net ve düzgün ortaya çıkar. Ancak bu iletişim bozulmaya başladığında küçük düzensizlikler artmaya başlar ve şeritlerin kenarları dalgalı bir görünüm alır.

Bu model yalnızca snowflake desenini açıklamakla kalmaz, benzer süreçlerin diğer canlılarda görülen desenleri nasıl şekillendirebileceğini de anlamaya yardımcı olur. Böylece hücre düzeyindeki küçük değişimlerin fiziksel süreçler aracılığıyla nasıl görünür farklara dönüştüğü anlaşılabilir.

Bir zamanlar yalnızca sıra dışı bir akvaryum balığı çeşidi olarak görülen snowflake desenli palyaço balıkları aslında bu desenlerin nasıl oluştuğunu anlamak için önemli bir model hâline gelmiş görünüyor. ■

Kaynak

https://doi.org/10.1038/s41467-026-69524-8



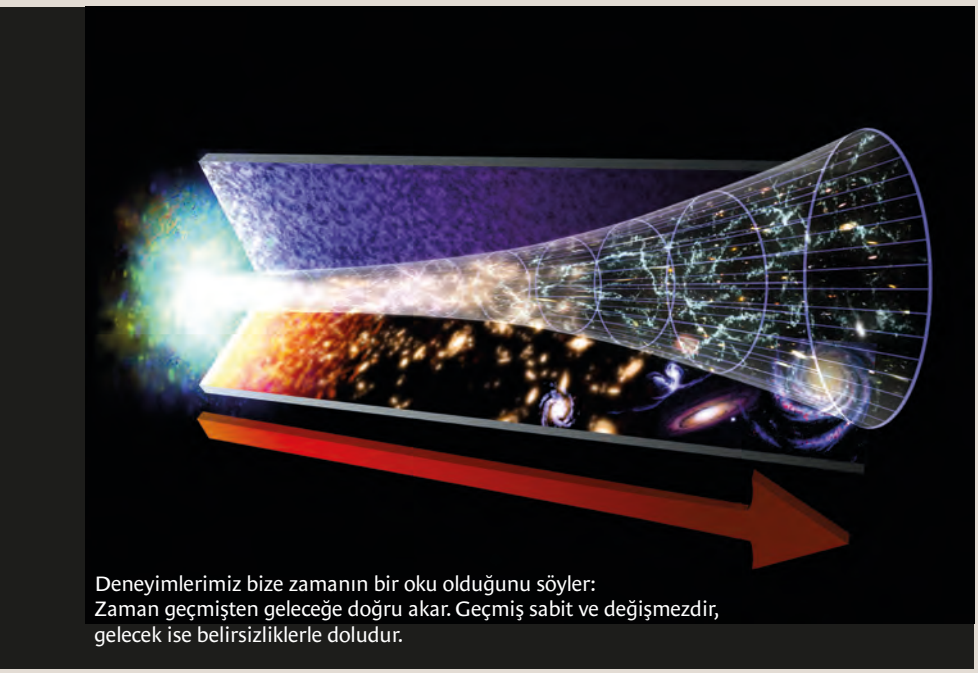
Zamanı Ölçmek

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

İnsanlar binlerce yıldır zamanı daha hassas ölçmek için teknikler ve cihazlar, zamanı daha iyi ifade etmek için birimler ve standartlar geliştiriyor.



bagi1998 / iStock



Deneyimlerimiz bize zamanın bir oku olduğunu söyler: Zaman geçmişten geleceğe doğru akar. Geçmiş sabit ve değişmezdir, gelecek ise belirsizliklerle doludur.

NASA / SPL

Fiziksel Kuramlarda Zaman

Zamanın genel bir tanımını yapmak pek kolay değildir. Söz konusu fizik olduğundaysa zaman dördüncü boyuttur: Fiziksel olayları ifade etmek için kullanılan koordinat sistemlerinde üç uzay boyutunun yanında bir de zaman boyutu yer alır. Fiziksel niceliklerin değişim hızlarını ifade etmek için zaman koordinatından yararlanılır.

Modern fizik, uzay ve zamanı tek bir uzayzaman kavramı içinde bir araya getirir. Aynı fiziksel olayların koordinatları bir referans sisteminden diğerine aktarıldığında uzay ve zaman koordinatları birbirine dönüşebilir. Ancak bu durum uzay ve zamanın birbirine denk olduğu anlamına da gelmez. Fiziksel kuramlarda zaman, uzay koordinatlarından farklı bir yere sahiptir.

Bir parçacığın konumunu ifade etmek için kullanılan uzay koordinatları, fiziksel olaylar sırasında artabilir ya da azalabilir. Ya da bir referans sisteminde bir parçacığın uzay koordinatları artarken diğerinde azalabilir. Söz konusu zaman olduğunda ise tecrübelerimiz bize, zaman koordinatlarının herhangi bir fiziksel olay sırasında hangi referans sisteminde ifade edildiğinden bağımsız olarak daima arttığını söyler: Zaman geçmişten geleceğe doğru akar. Geçmiş sabit ve değişmezdir, geleceğin nasıl şekilleneceği ise önceden kesin olarak öngörülemez. Zamanın belirli bir akış yönünün olmasını ifade etmek için "zamanın oku" terimi kullanılır.

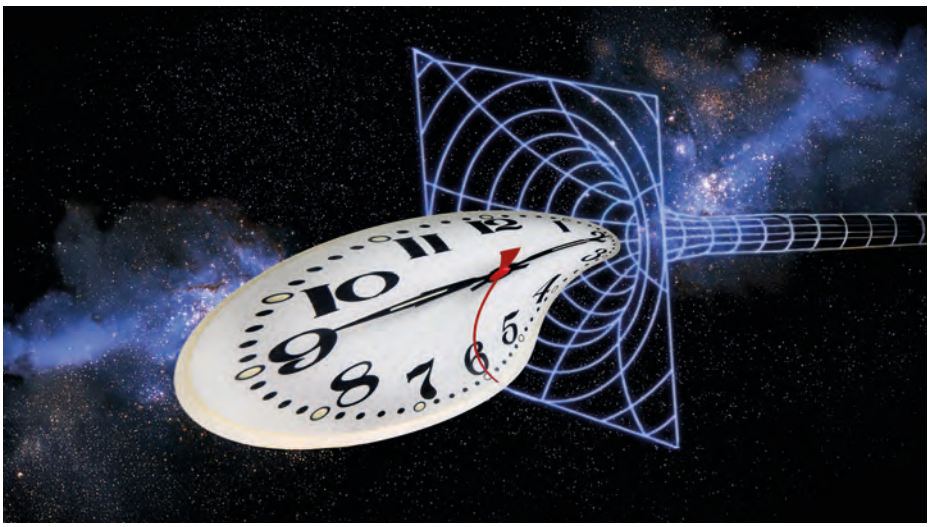
Zamanla ilgili temel kavramlardan biri nedenselliktir. Fiziksel olayların sebepleri ve sonuçları zamansal olarak sıralandığında sebeplerin her zaman sonuçlardan daha önce gelmesi gerekir. Her ne kadar zaman koordinatları bir referans sisteminden diğerine geçtiğinde değişse de olayların sırası değişmemelidir. Özel görelilik kuramının temel işlevlerinden biri, fiziksel olayların nedensellik ile uyumlu bir biçimde sıralanmasını sağlamaktır. Özel görelilik ile uyumlu bir kuramda farklı referans sistemleri arasındaki koordinat dönüşümleri, sebepler ile sonuçlar arasındaki zamansal sıralamayı korur. Uzay koordinatları için nedensellik benzeri bir ilke yoktur.

Zamanı uzaydan ayıran bir diğer önemli nokta, çeşitli fiziksel kuramların zamansal asimetriye sahip olmasıdır. Örneğin termodinamiğin ikinci yasası, kendiliğinden meydana gelen süreçlerde zaman ilerledikçe entropinin artacağını söyler. Söz konusu uzay koordinatları olduğundaysa fiziksel kuramlarda benzer bir asimetriye rastlanmaz. Uzayda belirli bir yönde ilerledikçe belirli fiziksel niceliklerin artacağını ya da azalacağını söyleyen bir teori yoktur.

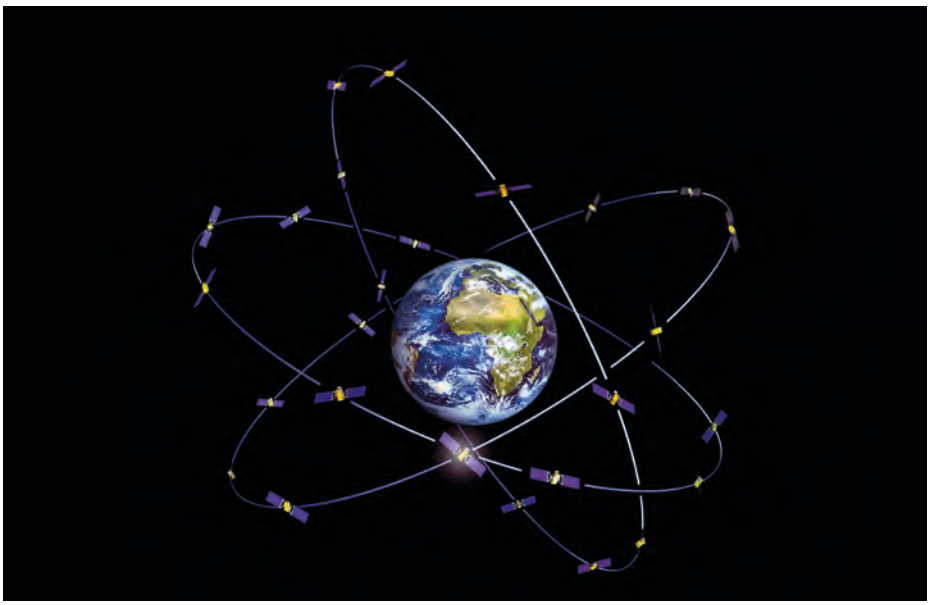
Zaman Ölçümleri

Gün içinde ve yıl içinde meydana gelen değişimler açısından zamanı hassas bir biçimde ölçmek önemlidir. İnsanlar da binlerce yıldır zamanı ölçüyor ve zamanı ölçmek için kullandığı yöntemleri iyileştirmeye çalışıyor.

Zamanı ölçmek ile ilgili önemli bir ayrıntı zamanın akış hızının farklı referans sistemlerinde farklı olmasıdır. Özel görelilik kuramı bir gözlemci tarafından ölçülen zamanın, gözlemcinin uzaydaki hareketlerine (hareket yönüne ve hızına) bağlı olarak değişeceğini söyler. Genel görelik kuramı da zamanın akış hızının kütle çekim alanlarından etkilendiğini ifade eder. Görelilik kuramlarının tahmin ettiği farklar, günlük hayatta aşina olduğumuz hızlar ya da kütle çekim alanları söz konusu olduğunda hayli ufaktır. Ancak bu durum, zamanın akış hızındaki değişimlerin her durumda ihmal edilebilir olduğu anlamına da gelmez. Örneğin navigasyon sistemleri zaman ölçümlerindeki ufak farklara hayli duyarlıdır. Bir saniyenin milyarda biri kadar ufak bir hata bile konum tahminleriyle ilgili onlarca santimetrelere varan kaymalara yol açar.



Víctor De Schwanberg / SPL



European Space Agency / SPL

Navigasyon uydularının düzgün hizmet verebilmesi için zamanın çok hassas bir biçimde ölçülmesi önemlidir. Zaman ölçümündeki ufak hatalar, konum tahminlerinde çok büyük kaymalara yol açabilir.

Geçmişten günümüze insanların zamanı ölçmek için kullandığı sistemleri genel olarak ikiye ayırabiliriz: takvimler ve saatler. Takvimler süresi bir günden uzun olan zaman dilimlerini, saatler ise süresi bir günden kısa olan zaman dilimlerini ölçmek için kullanılır.

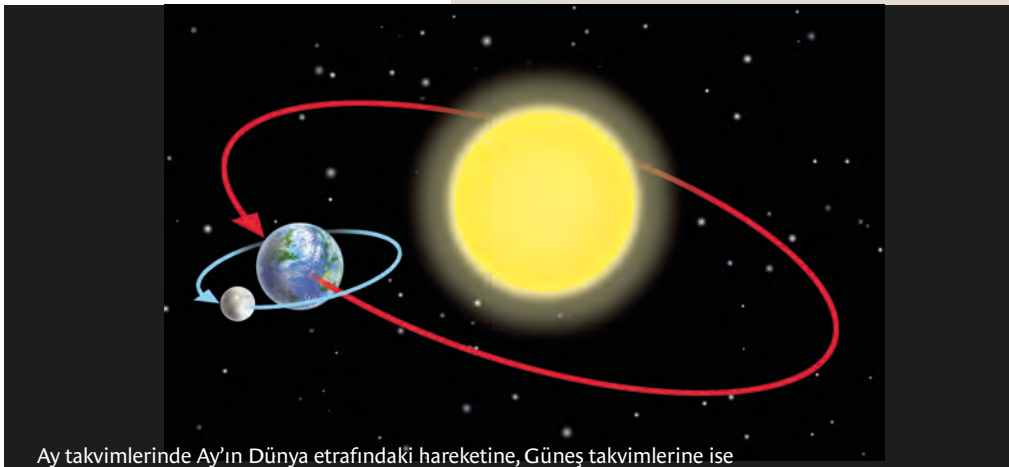
Takvimler

Arkeolojik eserler, insanların günümüzden en az 6.000 yıl önce Ay takvimleri kullandığını gösterir. Ay'ın Dünya'nın etrafında bir tur dönmesi yaklaşık 29,5 gün sürer. Ay takvimlerindeki aylar da 29 ya da 30 günden oluşur, yıllar ise 12 ya da 13 ay içerir ve uzunlukları 354 ya da 384 gündür.

Ay takvimleri ile ilgili önemli bir sorun, bu takvimlerin mevsimsel döngülerle uyumlu olmamasıdır. Her yılın aynı sayıda aydan ve günden oluştuğu Ay takvimlerinde mevsimler hızla kayar. Bu soruna bir çare olarak bazı Ay takvimlerinde belirli yıllara günler ya da aylar eklenir.

Mevsimsel döngülerle daha uyumlu bir takvim oluşturmanın doğal yolu, Dünya'nın Güneş etrafındaki hareketlerine odaklanmaktır. Güneş takvimlerinde aylar genellikle 30 ya da 31 günden, yıllar ise 12 aydan oluşur. Bu takvimler Dünya'nın Güneş'in etrafındaki 365,2422 günlük dolanımını temel aldığı için mevsimsel döngülerle daha uyumludur. Ancak kaymaları engellemek için az sayıda da olsa belirli yıllara günler eklenmesi gerekir.

Güneş takvimlerinin bir örneği Roma İmparatoru Jül Sezar döneminde oluşturulan Jülyen takvimdir. Bir yılın 365,25 gün sürdüğü varsayımına dayalı bu takvimde ardışık 4 yılın üçü 365 gün, biri ise 366 gündür. Dört yılda bir yaşanan artık yıllar, önceki yıllardaki kaymaları bir miktar telafi eder. Ancak Dünya'nın Güneş etrafındaki dönüşünün 365,25 değil, 365,2422 gün sürmesi nedeniyle Jülyen takvim de mevsimsel döngülerle tam olarak uyumlu değildir. Jülyen takvimde ekinoks ve gün dönümleri her yıl yaklaşık 11 dakika ileriye kayar. Günümüzün en yaygın kullanılan takvimi olan



Gary Hincks / SPL

Ay takvimlerinde Ay'ın Dünya etrafındaki hareketine, Güneş takvimlerine ise Dünya'nın Güneş etrafındaki hareketine odaklanılır. Güneş takvimleri, Ay takvimlerine kıyasla mevsimsel döngülerle daha uyumludur.

Gregoryen takvim, Jülyen takvimin iyileştirilmesiyle oluşturulmuştur. Jülyen takvimde 4'ün tam katı olan tüm yıllar artık yıldır. Gregoryen takvimde ise Jülyen takvimden farklı olarak 100'ün tam katı olan ancak 400'ün tam katı olmayan yıllar, her ne kadar 4'ün tam katı olsalar da artık yıl değildir. Jülyen takvimde 400 yıllık zaman diliminde 100 artık yıl varken Gregoryen takvimde ise 97 artık yıl vardır. Gregoryen sistemde yıllar ortalama olarak 365,2425 gün sürer. Böylece 365,2422 günlük döngüyle daha uyumlu bir takvim ortaya çıkar.

Saatler

Bir günden daha kısa zaman dilimlerini ölçmek için saatler kullanılır. Bugüne kadar icat edilmiş saatler çok çeşitli mekanizmalarla çalışır. Bazıları yer çekiminden, bazıları yaylarda depolanmış potansiyel enerjiden bazıları ise elektrikten güç alır.

Gündüz vaktini 12 saat dilimine bölme fikri Antik Mısırlılar'a atfedilir. Günümüzden binlerce yıl önce Mısırlılar zamanı ölçmek için Güneş saatleri kullanıyordu. Modern



zamanlarda olduğu gibi bu saatlerde de 12 saat dilimi vardı. Mısırlıların 12'lik sistem kullanmasının bir nedeni muhtemelen bir yılda Ay'ın Dünya'nın etrafında yaklaşık olarak 12 kez dönmesiydi. Ayrıca daha da önemli bir başka nedeni ise gece vakti zamanın akışını ölçmek için yararlanılan yıldız gruplarının sayısının da 12 olmasıydı: Mısırlı gök bilimciler 36 yıldız grubu tanımlamıştı. Dekanlar olarak adlandırılan bu yıldız grupları yıl boyunca ufukta düzenli aralıklarla görünmeye başlıyordu. Herhangi bir gece 12 ayrı dekan gökyüzünde görülebiliyordu. Bu durum dekanların gökyüzünde görülmeye başlamasından yararlanılarak gece vakti saatin tahmin edilmesine imkân veriyordu. Ayrıca Dünya, Güneş'in etrafında dolanırken her ay gökyüzünde görülebilen dekanlar da değişiyordu. Dolayısıyla sadece gece vakti saati tahmin etmek için değil aynı zamanda yıl içinde ayları tahmin etmek için de dekanlardan yararlanılabiliyordu. Mısırlılar, gece gibi gündüzü de 12 saat dilimine ayırmıştı. Modern zamanlarda bir günün 24 saat dilimine bölünmesinin kökeninde Antik Mısır'da kullanılan bu sistem vardır.

Antik Mısır'da "yerel" saati tahmin etmek için kullanılan Güneş saatleri düz bir levhanın üzerine dikey olarak yerleştirilmiş bir ibreden oluşuyordu. Levhanın üzerinde saatleri göstermek için kalibre edilmiş işaretler vardı. Gün içinde ibrenin gölgesinin üzerine düştüğü işaret, yerel zamanı gösteriyordu.

Güneş saatleri sadece gündüz vakti çalışıyordu. Antik Mısır'da gece vakti de saati tahmin etmek için kullanılabilen bir başka teknoloji su saatleriydi. Yapısı hayli basit olan bu saatler sadece içine su doldurulabilen bir kaptan oluşuyor, kabın içine de saatin kaç olduğunu belirten işaretler çiziliyordu. İçi su dolu bir saat, bir oluk vasıtasıyla yavaş yavaş su kaybediyordu. Belirli bir anda kabın içindeki su seviyesine bakarak ne kadar zaman geçtiği hakkında fikir edinilebiliyordu.

Mısır Firavunu I. Amenhotep'in mezarında da bir örneği bulunan bu saatler hem gece hem de gündüz vakti kullanılabiliyordu. Ancak çalışmaya devam edebilmeleri için sürekli bakım gerektirdikleri (ara ara yeniden suyla doldurulmaları gerektirdikleri) için pek pratik değillerdi. İlerleyen yıllarda su saatleri daha da geliştirildi: Arşimet üçüncü yüzyılda, El-Cezeri on ikinci yüzyılda farklı su saati tasarımları yaptı.

Saatlerin gelişiminde önemli bir aşama ayna dişlisi eşapmanının icat edilmesi oldu. Eşapmanlar, mekanik saatlerde zamanı ölçen aksama itki veren ve dişli takımını periyodik olarak serbest bırakarak saatin kollarının ilerlemesini sağlayan parçalardır. Sarılı bir yay ya da asılı bir ağırlık tarafından


Güneş saati

SPL



Juan Carlos Casado / SPL

Mısır'daki Hathor Tapınağı'nda bir tavana işlenmiş bir friz (duvar süslemesi). MS 1. yüzyılda inşa edilmiş frizdeki alt şeritte gece vakti saati tayin etmek için kullanılan dekan yıldızları betimlenmiştir.



Nano Calvo / Vwpics / SPL

Modern zamanlarda İspanya'da inşa edilmiş bir Güneş saati. Multicaja-Zaragoza'daki saat dünyanın en büyük Güneş saati ünvanına sahip.



Historic Images / Alamy

El-Cezerî tarafından geliştirilen filli su saati



Sheila Terry / SPL

Kuartz saatlerde kullanılan bir kuartz kristal salıngaç örneği

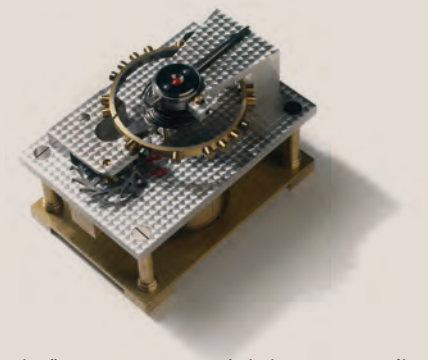
dişli takımı vasıtasıyla hareket ettirilirler. Ayna dişlisi eşapmanı, Avrupa'da 13. yüzyılda ilk tam mekanik saatlerin icat edilmesine imkân verdi. Güneş saatlerinde ve su saatlerinde zaman ölçümü, Güneş'in hareketleri ve su akışı gibi "kesintisiz" meydana gelen süreçlere dayalıydı. Ayna dişlisi eşapmanına sahip mekanik saatlerle zaman ölçümünde periyodik, salınan süreçlere dayalı zaman ölçümleri yapılmaya başlandı. Bu durum zaman ölçümlerinin daha hassas yapılabilmesine imkân verdi. Özellikle Christiaan Huygens'in 1656'da sarkaçlı saatleri icat etmesi saatlerin hassasiyeti konusunda önemli bir gelişme oldu. Modern saatlerin tamamı zamanı ölçmek için periyodik olarak tekrar eden, salınımlı süreçlerden yararlanıyor.



Science Museum Group / SPL

Antik Mısır Dönemi'ne ait bir su saati

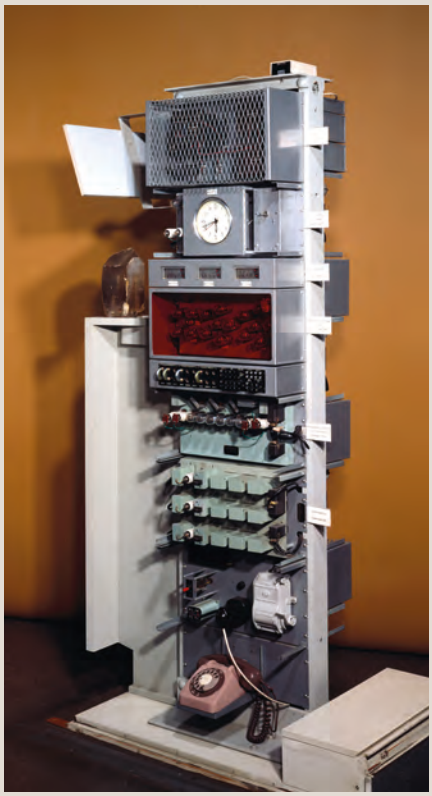
On dokuzuncu yüzyılın ilk yarısında elektrikli saatler üretilmeye başlandı. 1841 yılında İskoç saatçi Alexander Bain tarafından patenti alınan elektrikli saatte ana yayı sarmak için bir elektrik motoru ya da bir elektromıknatıs kullanılıyordu. Eşapmanın yay ya da ağırlıkla hareket ettirildiği, yayı germek ya da ağırlığı kaldırmak içinse elektrik akımının kullanıldığı bu tür saatler, elektromekanik saatler olarak sınıflandırılabilir. Bu tür saatlerde zamanı ölçmek için elektrikten yararlanılmaz. Elektrik enerjisi sadece mekanik saate güç sağlar. Ancak zamanı ölçmek için elektrikten de yararlanmak mümkündür.



Science Museum Group / SPL

Bir tür saat eşapmanı. Christiaan Huygens'in 1675'te icat ettiği bir sarkaçlı saatte de bu tür bir volan mekanizması yer alıyordu.

Sabit ve kararlı bir frekansa sahip dalgalı akımdan yararlanarak zaman ölçümü yapılabilir. Bu saatlerde elektrik motoru akım



Science Museum Group / SPL

Greenwich Gözlemevinde 1942 yılında zamanı ölçmek için kullanılan kuartz saat ekipmanı. Üç ayrı kuartz saate ve bu saatlerin gösterdiği zamanları karşılaştırmaya imkân veren parçalara sahipti. Ekipman bir günün uzunluğunu saniyenin binde biri hassasiyetle ölçebiliyordu.

ile senkronize biçimde çalışır. Mekanizmadaki dişliler ise motorun dönüşlerini saatin kollarına aktarır. Böylece esasen elektrik akımının salınımları sayılarak zaman ölçümü yapılır.

Yirminci yüzyılın başlarında kuartz saatlerin geliştirilmesiyle zaman ölçümü hassasiyetinde önemli bir iyileşme yaşanmıştı. Kuartz (silisyum dioksit) piezoelektrik malzemelerin bir örneğidir. Bu tür malzemeler mekanik strese maruz kaldığında kristal yapısındaki belirli düzlemlerde elektrik birikmeye başlar. Tam tersi biçimde kuartz kristalleri elektrik akımına maruz bırakıldığında ise şekil değiştirmeye ve salınmaya başlar. Bir kuartz kristalinin salınım frekansı, şekline ve büyüklüğüne bağlı olarak değişir. Kristalinin hangi frekansla salındığı biliniyorsa bu salınımların sayılmasıyla zaman ölçümü yapılabilir. Modern kuartz saatlerde kullanılan kristaller genel olarak diyapazon biçiminde kesilir ve titreşim frekansı 32.768 yani 2^{15} Hz'dir. Başka bir deyişle modern kuartz saatlerde diyapazon biçimli bir kuartz kristal saniyede 32.768 kez titreşir.

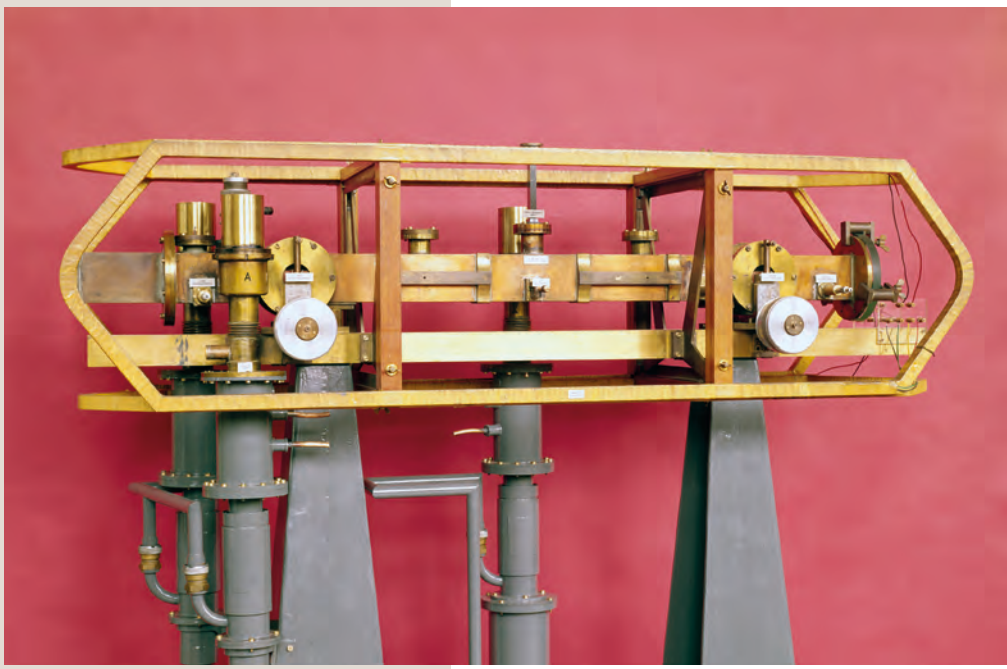
Günümüzün en hassas saatleri ise atom saatleridir. Bu saatlerde zamanı ölçmek için atomların yaydığı ışığın frekansından yararlanılır.

Atom Saatleri

Şu an var olan en hassas zaman ölçüm cihazları olan atom saatlerinin nasıl çalıştığına daha detaylı bir göz atalım.

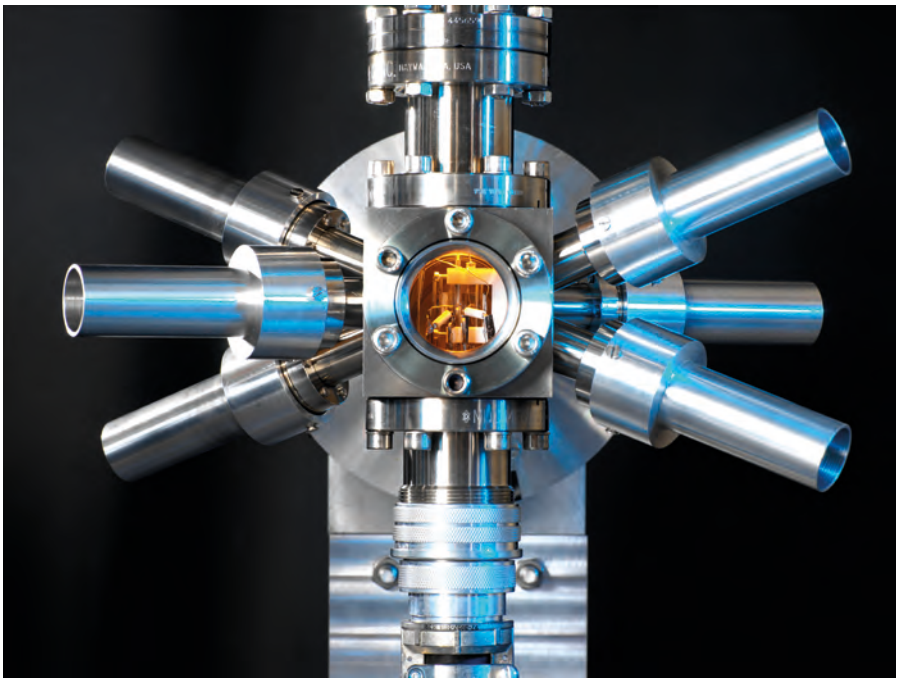
Işık dalgalarının titreşimlerinden yararlanılarak zaman ölçümü yapılabileceği ilk olarak 1873 yılında James Clerk Maxwell tarafından öne sürülmüştü. Işık ışınlarının frekansının ölçülmesine dayalı ilk atom saati ise 1955 yılında geliştirildi. Birleşik Krallık'taki Ulusal Fizik Laboratuvarında Louis Essen ve Jack Parry tarafından geliştirilen saatte sezyum atomları kullanılıyordu.

Atom saatlerinde elektronların farklı enerji seviyeleri arasındaki



Science Museum Group / SPL

1955 yılında geliştirilen ilk sezyum atom saati



Andrew Brookes, National Physical Laboratory / SPL

Stronsiyum optik atom saati



TÜBİTAK Ulusal Metroloji Enstitüsü (UME) tarafından konumlama uydularında kullanılmak üzere geliştirilmiş yerli atom saati

geçişlerden yararlanılır. İlk olarak belirli bir elementin atomlarının belirli bir enerji seviyesinde olduğu bir sistem hazırlanır. Daha sonra ortama mikrodalgalar gönderilir. Eğer mikrodalgaların frekansı doğruysa (ışınların enerjisi, atomların bulunduğu seviye ile uyarılmış bir seviye arasındaki enerji farkına karşılık geliyorsa) atomlar ışınlardan foton soğuracaktır. Mikrodalgaların enerjisi doğru enerjiye ne kadar yakınsa foton soğuran atomların sayısı da o kadar yüksek olacaktır. Bu durum mikrodalgaların frekansının arzu edilen frekans değerine (atomların iki enerji seviyesi arasında geçiş yapması için gerekli enerji değerine karşılık gelen frekansa) hassas bir biçimde ayarlanmasına imkân verir. Mikrodalgaların frekansı, bu bilinen değere ayarlandıktan sonra ise frekans üzerinden zaman ölçümü yapmak mümkün olur.

Atom saatlerindeki önemli bir avantaj, zamanı ölçmek için yararlanılan atomların özdeş olmasıdır. Mekanik, elektromekanik ve kuartz saatlerde kullanılan malzemelerin evrensel bir salınım frekansı yoktur. Kullanılan malzemenin yapısına ve türüne bağlı olarak frekans değişir. Ayrıca bu saatlerin hassasiyeti sıcaklık ve diğer çevresel etkenlere duyarlıdır. Atomların enerji seviyeleri arasındaki geçiş frekansları ise evrenseldir çünkü bir elementin atomları özdeştir. Ayrıca bu frekans değerleri sıcaklık ve diğer çevresel etkenlere bağlı değildir.

Geleneksel sezyum atom saatlerinin ölçtüğü zamanda bir saniye kadar bir hata ortaya çıkması için gereken süre yüz milyonlarca yıl ölçeğindedir. Söz konusu günümüzün en hassas atom saatleri olan optik atom saatleri (mikrodalga yerine görünür ışığın kullanıldığı atom saatleri) olduğundaysa bu süre evrenin yaşını (13,8 milyar yıl) bile aşar.

Atom saatleriyle ilgili güncel bir araştırma konusu "nükleer atom saatleri" geliştirmek. Bu saatlerde elektronların enerji seviyeleri arasındaki geçişlerin değil, nükleonların (atom çekirdeğindeki parçacıkların) enerji seviyeleri arasındaki geçişlerin kullanılması planlanıyor. Nükleer atom saatlerinin sıradan atom saatleri karşısında pek çok avantajı var. Örneğin nükleer enerji seviyeleri arasındaki geçişler daha fazla enerji ve dolayısıyla daha yüksek frekanslı ışık ışınları gerektiriyor ve bu durum

saatleri daha kararlı yapar. Ayrıca hem çok küçük bir hacme yayılması hem de kendini çevreleyen elektron bulutunun bir kalkan görevi görmesi sebebiyle atom çekirdeği, elektron kabuklarına kıyasla ortamdaki elektromanyetik alanlardan çok daha az etkilenir. Bu durum, çok daha yüksek sayıda atom kullanılabileceği anlamına gelir. Nükleer saatlerdeki atomların sıradan atom saatlerindeki atomların aksine çevresel elektromanyetik alanlardan daha az etkilenmeleri için aşırı düşük yoğunluklu bir gaz ortamında bulunmaları gerekmez. Nükleer atom saatlerindeki atomlar katı hâlde bile bulunabilir. Sıradan atom saatlerindeki atomların sayısı binlerle ölçülürken nükleer atom saatlerindeki atomların sayısı milyarlarca olabilir. Nükleer atom saatleriyle ilgili bir zorluk nükleer enerji seviyeleri arasındaki geçişlerin gerektirdiği aşırı yüksek frekans değerlerini güncel teknolojilerle ölçmenin mümkün olmaması. Bu durumun bir istisnası ise morötesi fotonlar yayan toryum-229 izotopları. Nükleer atom saatleri, sıradan atom saatlerine kıyasla hassasiyette on kata varan iyileşme sağlayabilir.

Temel Zaman Birimi Saniye

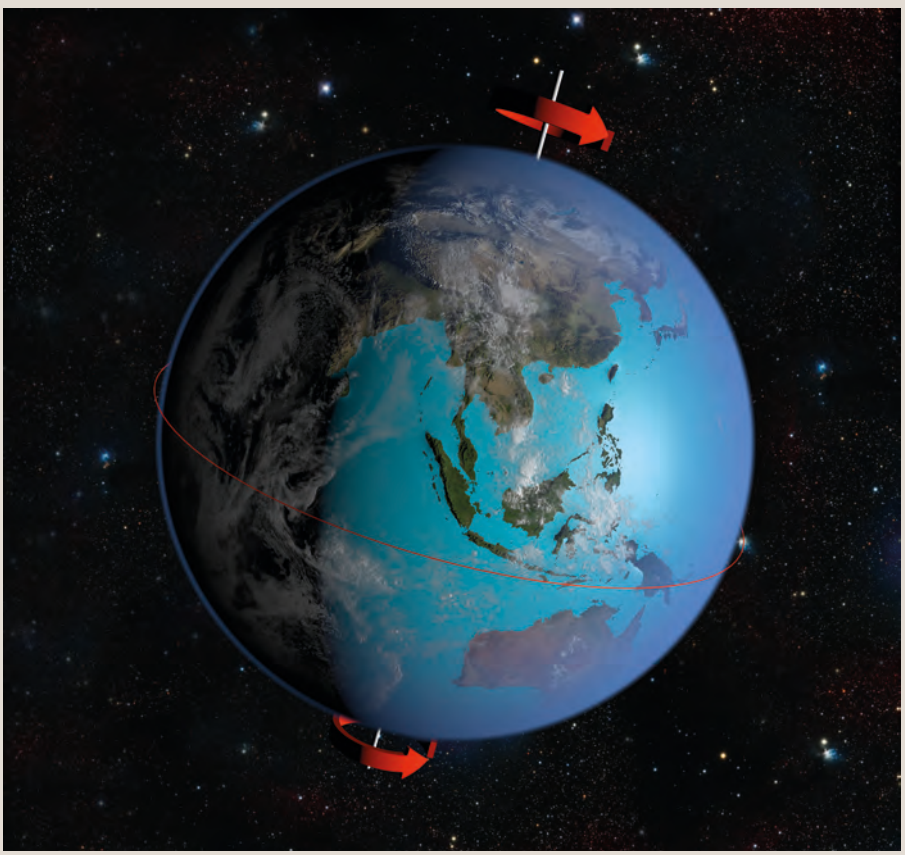
Söz konusu bilim olduğunda zamanı ölçmek için kullanılan en temel birim saniyedir. Kısaca SI olarak adlandırılan, modern metrik sistemde yer alan yedi temel birimden biri saniyedir. Dakika, saat ve zamanla ilgili tüm diğer bilimsel birimler saniye üzerinden tanımlanır. Peki bir saniyenin tanımı nedir?

Uluslararası Birim Sistemi



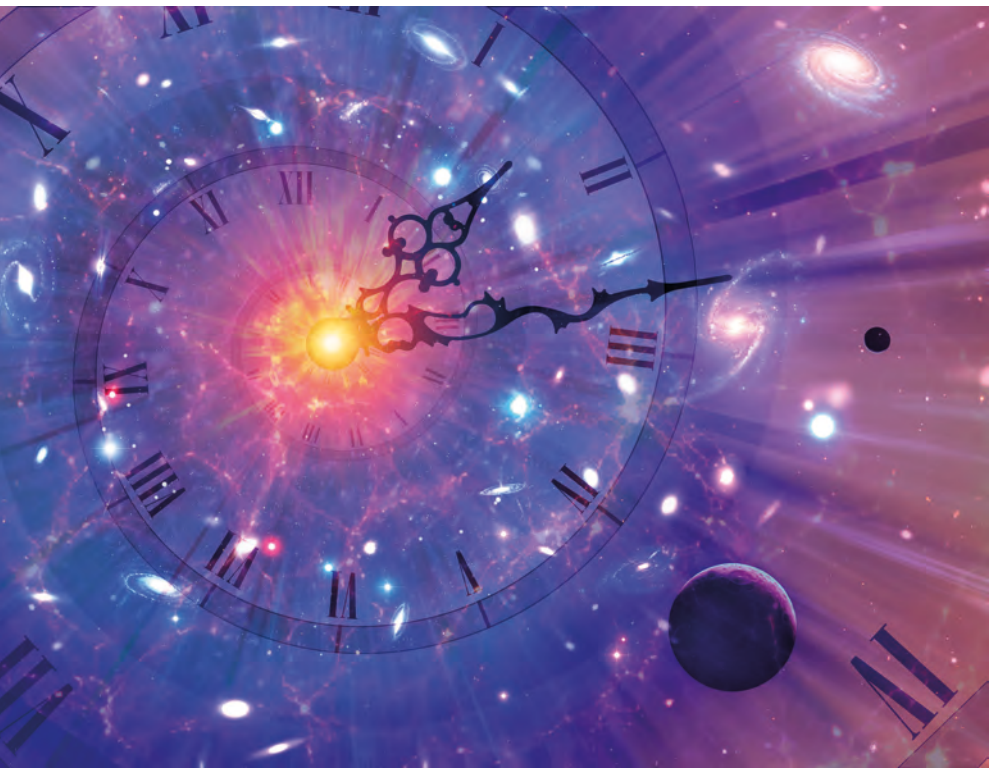
Ali Damouh / SPL

SI'da yer alan yedi temel birimden biri de zamanı ölçmek için kullanılan saniyedir.



Karsten Schneider / SPL

MKS sistemindeki ilk saniye tanımında Dünya'nın kendi etrafındaki dönüşüne atıfta bulunuluyordu.



Mark Garlick / SPL

Tarihin erken dönemlerinde kullanılan Güneş saatleri ya da su saatleri gibi teknolojiler, saniyelerin kaydını tutacak kadar hassas değildi. Mekanik saatlerin icadından sonra saniye ilk kez tanımlandı. Modern SI sisteminin atası olan MKS (metre, kilogram, saniye) sistemindeki bu tanımda Dünya'nın kendi etrafındaki dönüşüne referans veriliyordu. Dünya'nın kendi etrafındaki dönüş hızı "hemen hemen" sabittir. Saniyenin ilk tanımında ortalama bir günde 86.400 saniye olduğu söyleniyordu. Başka bir deyişle bir saniye Dünya'nın kendi etrafında bir kez dönmesi sırasında geçen zamanın 86.400'de 1'i olarak tanımlanmıştı.

Dünya'nın kendi etrafındaki dönüş hızı esasen sabit değildir. Örneğin depremler ya da su döngüsü gibi yerküredeki kütle dağılımının değişmesine sebep olan olaylar, açısal momentumun korunumu uyarınca Dünya'nın kendi etrafındaki dönme hızının değişmesine yol açar. Ayrıca Ay'ın kütle çekimi etkisi de Dünya'nın kendi etrafındaki dönüş hızının zamanla azalmasına sebep olur. Ancak bu değişimleri tespit edebilmek için zamanı çok hassas bir biçimde ölçebilen teknolojilere ihtiyaç vardır. Dolayısıyla her ne kadar hızı sabit olmasa da yeteri kadar hassas teknolojilerin olmadığı dönemler için Dünya'nın kendi etrafındaki dönüşü, saniyeyi tanımlamak için iyi bir referans noktasıydı.

Dünya'nın kendi etrafındaki dönüş hızındaki farkları tespit etmek ancak 1940'lara gelindiğinde mümkün olmaya başladı. O dönemlerde kuartz saatlerin hassasiyeti bu seviyeye ulaşmıştı. Daha iyi bir zaman standardı elde etmek için saniye yeniden tanımlandı. Bu kez de Dünya'nın Güneş etrafındaki dönüşü referans alındı. Dünya'nın Güneş etrafında dönme süresi de (yıl uzunluğu da) kendi etrafındaki dönme süresi (gün uzunluğu) gibi sabit değildir. Yine de ortalama yıl uzunluğundaki değişimler, ortalama gün uzunluğundaki değişimlere kıyasla daha küçüktür. 1960 yılında SI sistemine de giren yeni saniye tanımı şöyleydi: "Bir saniye 1900 senesinin süresinin 31.556.925,9747'de biridir."

Atom saatlerinin geliştirilmesinden sonra ise SI'daki saniye tanımı bir kez daha güncellendi. Bugün hâlâ geçerli olan bu tanıma göre bir saniye "Temel enerji seviyesindeki sezyum-133 atomunun iki aşırı ince seviyesi arasındaki geçişe karşılık gelen radyasyonun 9.192.631.770 periyodunun süresidir." SI tanımında ayrıca çevresel faktörlere ve kütle çekiminin zamanın akışına etkilerine atfen 0 Kelvin sıcaklık ve ortalama deniz seviyesi vurgulanır.

Zaman Standartları

Günümüzde zamanı ölçmek ve ifade etmek için kullanılan çeşitli standartlar vardır. Bu standartlardan biri "astronomi zamanı" olarak adlandırılan UT1 (*Universal Time*)'dir. Bu standartta Dünya'nın kendi etrafında bir tur dönmesi "bir gün" olarak tanımlanır. Bir gün 24 saate, her saat 60 dakikaya, her dakika 60 saniyeye bölünür. Dünya'nın kendi etrafındaki dönme süresi sabit olmadığı için UT1'deki gün, saat ve saniye uzunlukları da sabit değildir. Bu standardın temel amacı, adından da anlaşılabileceği gibi gün doğumu ya da gün batımı gibi astronomi olaylarıyla uygun bir zaman çizelgesi elde etmektir. Bu zaman standardında yılın belirli zamanlarında, Dünya'nın belirli bir bölgesinde Güneş hep aynı zamanda doğar ve hep aynı zamanda batar.

Bir diğer zaman standardı kısaca TAI olarak adlandırılan uluslararası atomik zamandır. TAI'da SI'daki saniye tanımı esas alınır. Bir günün uzunluğu ise 24·60·60=86.400 saniyedir. TAI zamanı ölçmek ve ifade etmek için hassas bir bilimsel yöntemdir. Ancak uzun vadede gök olaylarıyla uyumlu bir standart değildir. Dünya'nın kendi ekseni etrafındaki dönüş hızında meydana gelen değişimlere bağlı olarak TAI zamanı, gök olaylarıyla giderek uyumsuzlaşma eğilimindedir.

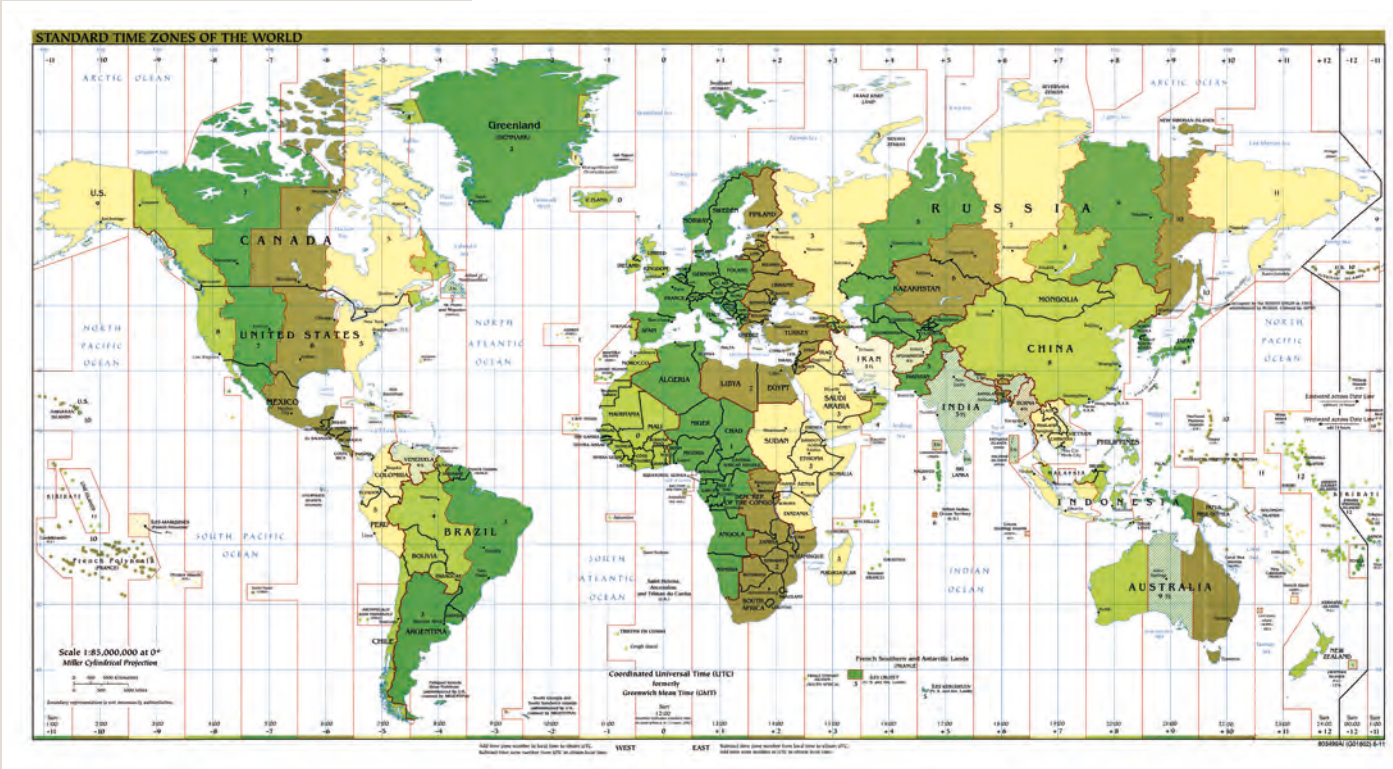
Günlük hayatta en çok karşımıza çıkan zaman standardı olan ve kısaca UTC olarak adlandırılan "eş güdümlü evrensel zaman" hem zamanı hassas bir biçimde ölçme hem de gök olaylarıyla uyumlu bir standart elde etme çabasının ürünüdür. UTC'de zamanı ölçmek için TAI'da olduğu gibi SI'daki saniye tanımı esas alınır. Ancak UTC zamanı, gök olaylarıyla uyumlu olması için gerektikçe UT1'e uygun biçimde düzenlenir.
UTC'de doğudan batıya doğru sıralanan 24 saat dilimi vardır: UTC0, UTC+1, UTC+2, ...
UTC0, 0 boylamındaki Güneş zamanına karşılık gelir. Bu sistemde her ülke coğrafi konumuna uygun bir saat dilimini seçer. Doğu-batı ekseninde geniş bir alana yayılan ülkelerse birden fazla saat dilimi kullanmayı tercih eder.

UTC standardı 1960'ta ilk kez oluşturulduğunda UTC zamanını UT1 zamanı ile uyumlu hâle getirmek için "zamanın esnetilmesi" uygulamasına başvuruluyordu. 1960-1971 arasında kullanılan bu yöntemde her yılın başında UTC saniyeleri ile TAI saniyeleri arasında sabit bir oran belirleniyor ve böylece iki zaman standardı arasındaki farkın açılması engellenmeye çalışılıyordu. Örneğin 1960-1962 döneminde UTC saniyelerinin TAI saniyelerinden milyarda 15 daha kısa olması kararlaştırılmıştı. Atom saatleri ile ölçülen her bir milyon saniyede UTC zamanı 15 milisaniye geri kalıyordu. UTC zamanını UT1 ile uyumlu hâle getirmek için başvurulan güncel yöntem ise "artık



Science Museum Group / SPL

Birleşik Krallık Ulusal Fizik Laboratuvarında 1972-1997 döneminde zaman ölçeğini tanımlamak için kullanılan atom saatlerinden biri.



Library Of Congress, Geography And Map Division / SPL

UTC'deki zaman dilimleri

saniye" uygulamasıdır. 1971'den beri gerektikçe kullanılan bu yöntemde UT1 ve TAI ile ölçülen zamanlar arasındaki fark 0,9 saniyenin üzerinde çıktığında UTC zamanı bir saniye kaydırılarak astronomi zamanıyla daha uyumlu hâle getiriliyor. Dünya'nın kendi ekseni etrafındaki dönme hızı giderek yavaşlama eğiliminde olduğu için bugüne kadarki uygulamaların tamamı UTC zamanına bir artık saniye "eklenmesi" biçiminde oldu. En son artık saniye uygulamasına gidildiği 2017 yılından beri UTC zamanı ile TAI zamanı arasında 37 saniye fark var.

Zaman Ölçümünün Geleceği

Atom saatleri gelişmeye devam ediyor. Bu durumun bir sonucu olarak yakın gelecekte SI'daki saniye tanımının güncellenmesi bekleniyor. Günümüzün en hassas optik atom saatleri şu an var olan en hassas sezyum atom saatlerinden yüz kat daha iyi zaman ölçümü yapabiliyor. Bu durum, güncel saniye tanımının frekans ölçümlerinin kesinliğini "sınırlandırmasına" ve bilimsel, teknolojik ilerlemelerin önünü tıkamasına yol açıyor. Uluslararası Ağırlıklar ve Ölçüler Bürosu (BIPM) bu soruna bir çare bulmak için 2030 yılında saniyeyi yeniden tanımlamayı planlıyor. Yeni saniye tanımının nasıl oluşturulacağıyla ilgili üzerinde durulan birkaç seçenek var. Birincisi saniye, atomların iki enerji seviyesi arasındaki geçişe karşılık gelen bir "optik frekans" üzerinden yeniden tanımlanabilir. İkincisi tek bir optik frekans yerine birkaç farklı optik frekansın geometrik ortalaması üzerinden bir saniye tanımı yapılabilir. Üçüncü bir ihtimal ise yakın geçmişte kilogramın yeniden tanımlanmasında



David Parker / SPL

yapıldığı gibi fiziksel bir "sabitin değerini sabitleyerek" saniyeyi yeniden tanımlamak. Örneğin elektron kütlesi ya da Rydberg sabiti üzerinden bir saniye tanımı yapmak mümkün olabilir. Ancak şu an için elektron kütlesi ya da Rydberg sabitinin sayısal değerlerindeki belirsizlikler, optik frekans ölçümlerindeki belirsizliklerin çok üzerinde. Dolayısıyla bu seçeneğin tercih edilme olasılığı diğer iki seçeneğe kıyasla çok daha düşük.

Yakın gelecekte artık saniye uygulamasından vazgeçilmesi de ihtimaller dâhilinde. Artık saniye uygulaması astronomi olaylarıyla uyumlu bir zaman standardı sağlasa da günümüzün dijital dünyasında pek çok soruna sebep oluyor. Örneğin artık saniyenin dijital ortamda nasıl temsil edileceğinin bir standardı yok. Unix sistemleri artık saniyeleri 23:59:60 ile kodluyor. Bazı sistemler artık saniye sırasında zamanı dondurmayı tercih ediyor. Bazı sistemler ise artık saniye civarında saniyeleri esnetiyor.

Uluslararası Ağırlıklar ve Ölçüler Konferansı'nın 2022'de Paris'te yapılan toplantısında 2035'ten sonra artık saniye uygulamasından vazgeçilmesi tavsiyesi çıktı. UTC zamanlarının kontrolü ve Dünya genelindeki sunuculara dağıtımını yapan Uluslararası Telekomünikasyon Birliği de tavsiyeye olumlu yaklaştı. Uygulamaya konulması hâlinde 2035'ten sonra UTC ve UT1 zamanları arasındaki farkın 0,9 saniyenin üzerine çıkmasına izin verilecek. Onlarca belki de yüzlerce yıl boyunca UTC zamanında yeni bir düzenleme yapılmayacak. Muhtemelen iki zaman standardı arasındaki farkın dakika ölçeğine çıkmasına müsaade edilecek. Ancak iki zaman standardının kontrolsüz biçimde birbirinden uzaklaşmasına izin verilmesi de düşünülmüyor. Uzak gelecekte iki standardı uyumlu hâle getirmek için belki de "artık dakika" uygulamalarına başvurulacak. Zaman ölçümündeki hassasiyetin bilim ve teknolojiyle nasıl geliştiğine hep birlikte tanıklık etmeye devam edeceğiz. ■

Genlerimizin Yaşam Süremize Etkisi Sandığımızdan Fazla Olabilir



İlay Çelik Sezer [*TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi*

Yeni bir araştırma, genlerin yaşam süresini belirlemede sanıldığından çok daha önemli bir etkiye sahip olabileceğini gösteriyor. Bulgular, yaşam tarzıyla ilgili faktörlerin de hâlâ önemli olduğunu ortaya koyuyor.

Yaklaşık 30 yıl önce Danimarka'daki bir grup ikiz üzerinde yapılan bir araştırmada genlerin yaşam süresini yaklaşık %25 oranında etkilediği gösterilmişti. Takiben yapılan pek çok çalışmada da bu oran %20-25 civarında bulunmuş, genetik etkinin %25 düzeyinde olduğu genel kabul görmüştü. Ancak *Science* dergisinde yayımlanan yeni bir araştırma yaşam süresinin yaklaşık %50 oranında kalıtsal özelliklerle ilişkili olduğunu gösterdi.

Araştırmada önceki çalışmalardan bu kadar farklı bir oran elde edilmesinin nedeni, araştırmacıların yaşam süresi kavramını tanımlama biçimini değiştirmesi. Araştırmacılar tüm ölümleri tek bir kategori altında değerlendirmek yerine her bireye özgü olarak vücudun biyolojik yaşlanma süreçlerinden kaynaklanan "iç kaynaklı ölümler" ve kazalar ya da enfeksiyonlar gibi dış etmenlerin neden olduğu "dış kaynaklı ölümler" olmak üzere iki kategori tanımladı. Çalışmanın lideri Uri Alon, erken dönem yaşam süresi çalışmalarının dış kaynaklı ölümlerin daha yaygın olduğu eski dönemlerde yapıldığını, bu durumun da yaşam süresinin kalıtsallığına yönelik hesaplarda sapmaya neden olduğunu belirtiyor.

Alon ve ekibi, iç kaynaklı ve dış kaynaklı ölümlerin yaşam süresinin kalıtsallığı üzerindeki etkisini birbirinden ayrı değerlendirmek amacıyla bir bilgisayar simülasyonu kullandı. Simülasyonda dış kaynaklı ölümler modelden çıkarılıp sadece iç kaynaklı ölümler hesaba katıldığında yaşam süresinin kalıtsallığının yaklaşık iki katına çıktığını gördüler. Daha sonra yaşam süresinin kalıtsallığını, tıp alanında yaşanan hızlı gelişmeler nedeniyle erken ölümlerin giderek azaldığı 1900-1935 yılları arasında doğmuş ikizler üzerinde geleneksel yöntemlerle hesapladılar. Doğum yılları daha ileri tarihlere kaydıkça nesillerde dış kaynaklı ölümlerin giderek azaldığını, yaşam süresinin kalıtsallığının da giderek arttığını belirlediler. Sonuçta dış kaynaklı bir ölüm gerçekleşmediği



Tanyajoy / iStock

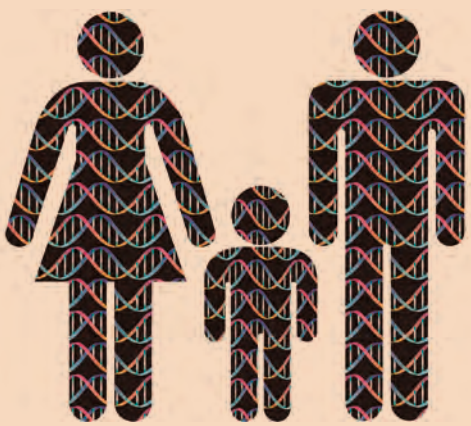
durumda, kişinin hayatta kaldığı süre olarak tanımlanan yaşam süresinin yaklaşık %50 oranında kalıtsal olarak belirlendiğini ortaya koydular.

Çalışma ile ilgili eleştirilerden biri gerçek hayatta insanların hem iç kaynaklı hem dış kaynaklı nedenlerle ölmesi ve bunlar arasında ayrım yapmanın, açık bir şekilde genetik kökenli olan hastalıklar ya da yıldırım çarpması gibi açık şekilde dış kaynaklı olan olaylar dışında, her zaman kolay olmaması. Albert Einstein Tıp Üniversitesinde yaşlanma ve uzun yaşam süresi konularında çalışan Sofiya Milman ise araştırmanın yaşam süresinin kalıtsallığına yönelik ortaya koyduğu oranın gerçeği yüksek doğrulukla yansıtmasından bağımsız olarak genetiğin daha uzun bir yaşam üzerindeki önemli rolünü hatırlattığı görüşünde.

Her ne kadar araştırmanın sonuçları egzersiz, düzenli ve yeterli uyku, dengeli beslenme gibi çevresel etmenlerin yaşam süresindeki belirleyiciliğinin sadece %50 civarında olduğunu düşündürse de araştırmalar bu tür olumlu yaşam tarzı alışkanlıklarının yaşam süresinde ortalama 10 yıl artışla ilişkili olabileceğini gösteriyor. Dolayısıyla sonuçta genlerimizi değiştiremeyeceğimize göre sağlıklı bir yaşam tarzı benimsemekte her hâlükârda fayda var. ■

Genetik Araştırmalarda Neden İkiz Çalışmalarına Başvurulur?

Bir özelliğin kalıtsallığını anlamak için ikizler üzerinde deneyler ya da gözlemler yapılır çünkü bu yöntem genetik ve çevresel etkileri ayırt etmeye imkân sağlar. Tek yumurta ikizleri birbirlerinin neredeyse genetik kopyaları olduğu hâlde çift yumurta ikizlerinde genlerin ortalama %50'si özdeştir. Bununla birlikte hem tek yumurta hem de çift yumurta ikizlerinin aynı ya da benzer çevrelerde büyüdüğü varsayılır. Eğer tek yumurta ikizleri belirli bir özellik açısından çift yumurta ikizlerine göre daha fazla benzerlik gösteriyorsa bu, genetik etkinin güçlü olduğuna işaret eder. İkiz karşılaştırmaları sayesinde çeşitli özelliklerin belirlenmesinde genetik ve çevresel etkilerin göreceli payları istatistiksel olarak tahmin edilebilir.



Yodaka / iStock

Kaynaklar

https://www.scientificamerican.com/article/how-long-you-live-may-depend-much-more-on-your-genes-than-scientists-thought/
https://www.newscientist.com/article/2513610-our-lifespans-may-be-half-down-to-genes-and-half-to-the-environment/

Luviler Bronz Çağı'nda Batı Anadolu'da Önemli Bir Güç müydü?

Dr. Mahir E. Ocak | *TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi*

Alper Aşınmaz, Serdal Mutlu ve Eberhard Zangger, Batı Anadolu'da MÖ 2000-1200 döneminde var olmuş 483 yerleşim ile ilgili bilgilerin derlendiği bir veri tabanını *Scientific Data*'da yayımladı. On yıla yayılan bir çabanın ürünü olan bu veri tabanındaki bilgiler, geçmişte Zangger tarafından ortaya atılan ve tartışmalara konu olan Luvilerin günümüzden 3.200 yıl önce Doğu Akdeniz'de dengelerin bozulmasına sebep olacak kadar güçlü oldukları hipotezini destekliyor.

MÖ 2000-1200 döneminde Doğu Akdeniz'de bir arada var olduğu kabul edilen birkaç büyük güç vardır. Bunlardan biri Antik Mısır, diğeri Miken Yunanları, bir diğeri ise modern Türkiye'nin orta bölgelerinde hüküm sürmüş Hititlerdir. Luvi Araştırmaları kuruluşunun başkanı Eberhard Zangger, uzun bir süre önce, bu dönemde Türkiye'nin batısında Hititler ile Mikenlerin yaşadığı bölgelerin arasında kalan topraklarda da güçlü devletler olduğu hipotezini ortaya atmıştı.

Yaklaşık on yıl önce Zangger, ortaya attığı hipotezi desteklemek için uydu görüntülerine dayalı kanıtlar öne sürmüş, Türkiye'nin batısında çok sayıda ören yeri olduğuna dikkat çekmişti. Ancak uydu görüntüleri, bu ören yerlerinde insanların hangi dönemlerde yaşadığı hakkında net bir bilgi vermiyordu. Aradan geçen on yılda Aşınmaz, Mutlu ve Zangger hem ören yerlerini bizzat ziyaret ederek hem de kazı raporlarını inceleyerek Anadolu'nun batısındaki bu bölgelerin tarihi hakkında çalışmalar yaptı.

Araştırmacılar, çalışmalar sırasında çapı 100 metrenin üzerinde olan ve Bronz Çağı'ndan kalma çömleklerin bulunduğu ören yerlerine odaklandı. *Scientific Data*'da yayımlanan veri tabanında bu kriterlerin her ikisine de uyan ören yerleri hakkında bilgiler var. Veri tabanında hakkında bilgiler yer alan ören yerlerinin yüzlerce yıl boyunca yüzden fazla nüfusa ev sahipliği yaptığı söyleniyor.

Miken medeniyetinde her biri başka bir kral tarafından hükmedilen ve her biri kendi sarayına sahip çok sayıda küçük devlet vardı. Zangger, benzer bir durumun Anadolu'nun batısı için de geçerli olduğunu düşünüyor. Bu durumu destekleyen çeşitli bulgular da var. Örneğin Bronz Çağı'nda Batı Anadolu'da Arzawa adlı bir krallık vardı. Antik Mısır firavunu III. Amenhotep ile yaptığı yazışmalarda Arzawa kralına, "Büyük Kral" olarak hitap ediliyordu. O dönemlerde Orta Anadolu'daki Hititler ise çöküş içerisindeydi.

Hititler, Anadolu'nun batısında yaşayan halkları "Luviler" olarak adlandırırdı. Luvilerin kendi dilleri ve yazıları vardı. O dönemler Batı Anadolu'da yaşayan tüm halkların Luvi olup olmadığı, bölgede Luvilerinkinden başka kültürlerin de yaşayıp yaşamadığı net olarak bilinmiyor. Bu durumun bir nedeni bölgedeki yerleşimlerin Bronz Çağı'ndan sonra da çok uzun süre var olmaya devam etmesi. Batı Anadolu'daki ören yerlerinde Luvilerden kalma katmanlara ulaşılabilmesi için bazen onlarca yıl kazı yapılması gerekiyor. Şu an için Arzawa ya da diğer Luvi devletleri ile ilgili arkeolojik bulgular sınırlı.

Zangger'in tartışmalara konu olan bir başka hipotezi, Luvi devletlerinin çeşitli dönemlerde koalisyonlar kurarak Doğu Akdeniz'in bilinen güçlü devletleriyle savaştığı. Hatta Hitit medeniyetinin günümüzden 3.200 yıl önce çökmesine de bir Luvi koalisyonunun yol açtığını öne sürüyor. Ayrıca aynı dönemde Antik Mısır'a saldıranların da Luviler olduğunu iddia ediyor. Bu tarihi olaylarda sıklıkla "deniz insanları" olarak adlandırılan gizemli bir topluluktan bahsedilir. Zangger, deniz insanlarının Luviler olduğunu düşünüyor. Bu düşüncesini desteklemek için de eski bir Yunan



Luvi yerleşimlerinden biri olan Seyitömer Höyüğü

Kültür ve Turizm Bakanlığı

efsanesine dikkat çekiyor: Truva Savaşı. Geç Bronz Çağı'nda geçen hikâyede on binlerce Mikenli askerin Truva'yı ele geçirmek için on yıl savaştığı anlatılır. Zangger, küçük bir yerleşim yerinin on yıl boyunca bir savaşta ayakta kalabilmesini mantıklı bulmuyor. Truva'nın küçük Luvi devletlerinden biri olduğunu öne sürüyor. Truva efsanesinin binlerce yılı aşarak günümüze ulaşmasını ise çok sayıda Luvi devleti tarafından desteklenen bir koalisyonun yer aldığı büyük bir savaşla ilgili olmasına bağlıyor. Hatta bu savaşın "Sıfırıncı Dünya Savaşı"nın bir parçası olduğunu iddia ediyor.

Hitit metinlerinde Luvi devletlerinin zaman zaman Hititlere saldıracak kadar güçlü koalisyonlar kurduğu anlatılır. İddiaya göre Sıfırıncı Dünya Savaşı'nda Hititlerin yok olmasına yol açan da bir Luvi koalisyonuydu. Luviler daha sonra Antik Mısır'a da saldırdı. Miken Yunanlıları ise Luvilerin bir sonraki hedefinin kendileri olacağını düşünerek güçlü bir koalisyon kurdu ve Luvilere saldırdı. Böylece Homeros'un İlyada'da anlattığı, Truva gibi şehirlerin yıkılmasıyla sonuçlanan olayların yaşandığı büyük bir savaş meydana geldi. Mikenler Yunanistan'a döndükten sonra ise kendi aralarında bir iç savaşa başladı. Homeros'un Odessa metninde üstü kapalı bir biçimde bahsedilen olaylar da bunlardı. Ancak hem Sıfırıncı Dünya Savaşı terimi hem de bu hikâyenin ne ölçüde doğru olduğu tartışmalı. ■

Kaynaklar

• Aşınmaz, A., Mutlu, S. ve Zangger, E., "An interoperable catalogue of Middle and Late Bronze Age settlements in western Anatolia (c. 2000–1200 BCE)", *Scientific Data*, Cilt 12, Makale No: 1804, 2025.

• https://luwianstudies.org/tr/

• Barras, C., "World War Zero brought down mystery civilisation of 'sea people'", *New Scientist*, https://www.newscientist.com/article/2087924-world-war-zero-brought-down-mystery-civilisation-of-sea-people/, 2016.

• Barras, C., "Was a little-known culture in Bronze Age Turkey a major power?", *New Scientist*, https://www.newscientist.com/article/2506343-was-a-little-known-culture-in-bronze-age-turkey-a-major-power/, 2025.

BİLİM TARİHİNDEN NOTLAR

Prof. Dr. Hüseyin Gazi Topdemir
[*Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Edebiyat Fakültesi, Felsefe Bölümü, Bilim Tarihi Ana Bilim Dalı*

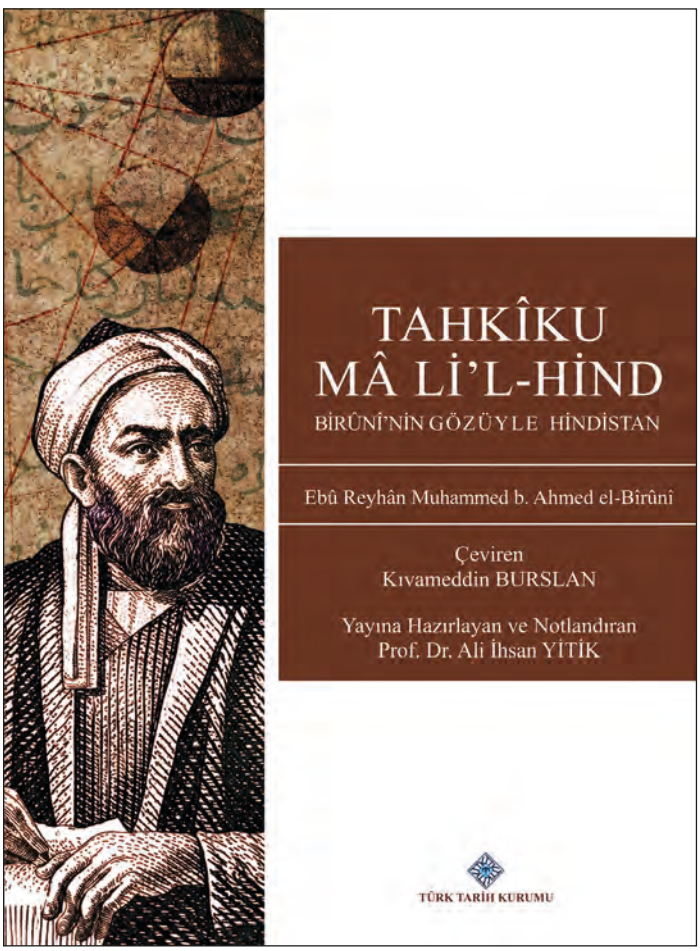
Bîrûnî'nin Bilimsel Çalışmaları II



Bîrûnî'nin Bilgi ve Bilim Anlayışı

Modern Dönem öncesinde eleştirel düşüncenin önde gelen temsilcilerinden biri olan ve bu yaklaşımı her türlü bilimsel ve düşünsel faaliyetin temeline koyan Bîrûnî (973-1048), bütün zamanların en büyük bilginlerinden biri olarak kabul edilir. Bunun nedenlerinden biri kendi dönemindeki bağımsız bilim dallarının her birinde, düşüncelerini derlediği başarılı eserler kaleme almasıdır.

Mesela Hint kültürü üzerine analitik değerlendirmelerde bulunduğu *Tahkîku mâ li'l-Hind* (Hint Kültürü Üzerine) bu türden bir çalışmadır ve hâlen güncelliğini korur. Diğeri ise eldeki verilerin eleştirel olarak irdelenmesi, gözlem yoluyla doğrulanması, sayısallaştırılması ve analitik değerlendirilmesi şeklinde sıralanan dört aşamalı bir bilimsel araştırma modeli geliştirmesidir. Bu yaklaşım, ilk kez Modern Dönem'de geliştirildiği kabul edilen bilimsel araştırma yöntemlerinin adımlarını çağrıştırır. Hayatı boyunca mantık yürütmeye veya kanıta dayanmayan bilgiyi değersiz bulmuş, gözlem ve deney yoluyla edinilen bilgiyi ise esas almayı tercih etmiştir. Bu yaklaşım bağlamında matematiği hayranlık uyandıran bir disiplin olarak nitelemiş, bilginin esas kaynağı olarak kabul ettiği gözlem ve deney verilerinin ise ölçüme dayalı olması gerektiğini savunmuştur. Aynı şekilde bilgiyi klasik düşünce geleneği çerçevesinde bir erdem olarak kabul etmiş ve bilginin hem üreticisi hem de kullanıcısı olan insanları değerli kıldığını belirtmiştir. Ona göre insanların temelsiz inanışlara meyletmelerinin nedeni cehalet yani bilgi yoksunluğudur. Bîrûnî bu türden bir erdeme sahip olmak için birçok kişinin çaba gösterdiğini ve bunun değerli bir davranış olduğunu belirtir. Onun için daha erdemli olan ise bilgi arayışı sırasında keşif ve icat yapabilecek düzeye ulaşmaktır. Ancak yirminci yüzyılda yaygınlaşan "bilgi çağı" kavramıyla örtüşen bu düşünceleri, Bîrûnî'nin geleneksel Orta Çağ bilginlerinden ayrıldığını ve düşünce tarihinde eşsiz bir konumda olduğunu gösterir.





Kültür Tarihçisi Olarak Bîrûnî

Gazne Sarayı'nda sağlanan olanaklarla güçlü bir kültürel, dilsel ve bilimsel birikim kazanan Bîrûnî aynı zamanda Eski Çağ'ın köklü uygarlıklarından biri olan Hint kültürünü tahkik ve eleştirel değerlendirme yoluyla inceleyen erken dönem kültür tarihçilerinden biridir. Öncelikle Hint kültürünü tanımanın bazı zorlukları olduğunu belirten Bîrûnî'ye göre bu zorlukların başında Sanskritçenin öğrenilmesi ve Hintlilerle iletişim kurmanın zor olması gelir. Sanskritçede aynı kelime birden çok anlama geldiğinden bir ifadenin tam olarak neyi kastettiğini anlamak için kelimeye bazı sıfatlar eklenmesinin zorunlu olduğunu belirtir. Bunun yeterli olmadığı durumlarda kelimenin cümle içinde hangi bağlamda kullanıldığının göz önünde bulundurulması gereklidir. Hint kültürünün anlaşılmasını zorlaştıran bir diğer neden ise Hintlilerin inanç ve ibadet uygulamalarının diğer kültürlere çok yabancı olmasıdır.

Hintlilerin bilgi anlayışını da inceleyen Bîrûnî, dikkat çeken şu ifadeye yer verir: "Bilgiyi yakınlarından bile saklarlar." Başlangıçta dile yeterince hâkim olmadığı için tartışmalara katılmadığını, dili problemleri kavrayıp çözümler geliştirecek düzeyde öğrendikten sonra Hintlilerin pek çok konuda kendisine danıştıklarını söyler. Hintlilerin Tanrı inancını, canlı ve cansız varlıklar ile ruh hakkındaki yerleşik inançlarını ve uygulamalarını diğer inançlarla karşılaştırmalı olarak anlatan Bîrûnî, özgün ve kapsamlı bir Hint kültürü değerlendirmesi ortaya koyar.





Bîrûnî, bunların dışında Hint kast sisteminin detaylı anlatımına yer verir. Hint kültürünün dayandığı kutsal metinler olan Vedalar ve Puranalar ile diğer kaynak kitaplar hakkında bilgi veren Bîrûnî, Hint dil bilgisi, edebiyatı, astronomisi ve astrolojisi hakkında da bilgiler sunar. *Tahkîku mâ li'l-Hind*'in bu kısmında Bîrûnî, Hintlilerin astronomiye yoğun ilgi gösterdiklerini ve günlük işlerini düzenlerken yıldızların hareketlerine ilişkin çıkarımlarına göre hareket ettiklerini belirtir. Hint geleneğinde müneccim olmak için matematiksel astronominin yanında astrolojinin de bilinmesi gerektiğini ifade eder. İslâm dünyasında *Sind-Hind* adıyla bilinen *Siddhanta* adlı eserin farklı versiyonlarının bulunduğunu açıklar ve *Brahma-siddhanta*'da yer verilen konu başlıklarını sıralar.

Bîrûnî, günümüzde "bilim etiği" kavramı (ancak yirminci yüzyılda felsefe tartışmalarına konu olmuştur) kapsamında değerlendirilebilecek şu dikkat çekici değerlendirmeye yer verir: "Hintliler, bilim ve edebiyatın pek çok dalının gelişimine katkıda bulunmuştur ve son derece zengin bir edebiyat mirasına sahiptir. Ancak ben bunların hepsine hâkim olacak kadar bilgi edinemedim. Keşke bizim *Kelîle ve Dimne* diye bildiğimiz *Pançatantra* kitabını çevirebilseydim. Bu kitap Farsça, Hintçe ve Arapça gibi çeşitli dillere çevrilmiştir ancak bu çeviriler, metni tahrif etmiş olabileceği şüphesinden tamamen arınmış kişiler tarafından yapılmamıştır. Dolayısıyla bu çevirilerin doğru olduğundan nasıl emin olabiliriz ki?" Bîrûnî'nin bu cümlelerinden şöyle bir etik ilke çıkarılabilir: Yorumla, değerlendir, eleştir ancak düşüncenin sahibine ve düşüncenin kendisine ihanet etme yani onu aslına aykırı şekilde çarpıtma!

Hint kültürünü oluşturan bilimsel, düşünsel, geleneksel ve teknik bütün unsurları, kendi deyimiyle "her şeyden bir parçayı" değerlendirdiği *Tahkîku mâ li'l-Hind* kitabının son bölümünde Hint astrolojisini ele alır. Hintlilerin kuşların uçuşu ve fiziksel görünüşleri gibi basit göstergelere dayanarak kehanette bulunduklarını anlatan Bîrûnî, yerde ve gökte meydana gelen değişimleri açıklayabilmek için yıldızların ve diğer gök cisimlerinin hareketlerini incelemenin esas olduğunu ifade eder. Hintlilerin gök cisimlerini *graha* olarak adlandırdıklarını, bunların bazılarını uğurlu bazılarını uğursuz olarak niteledikleri ve gezegenlerin arasında dostluk ve düşmanlık ilişkileri bulunduğuna inandıklarını belirtir. Ayrıca gök gürültüsünün, hükümdar Indra'nın bindiği fil olan Airavata'nın kükrerken çıkardığı boğuk ses olduğunu düşündüklerini anlatır.

Gelecek sayımızda Bîrûnî'nin bilimsel çalışmalarını ele almayı sürdüreceğiz. ■

Kaynaklar

AlBêrûnî, *Albêrûnî's İndia, Accurate Description of All Categories of Hindu Thought*, Trans. Edward C. Sachau, Ed. Ainslie T. Embree, (abridged edition), New York: W. W Norton & Company, Inc. 1971.

El-Bîrûnî, *Tahkîku Mâ Li'l-Hind, Bîrûnî'nin Gözüyle Hindistan*, Çeviren: Kıvameddin Burslan, Yayına Hazırlayan: Ali İhsan Yitik, Ankara: Türk Tarih Kurumu, 2015.

Rosenthal, F., "Beyrûnî'nin Bilgi Kuramı ve Yöntemiyle İlgili Bazı Önvarsayımları Üzerine" (157-168), Çeviren: Mubahat Türker Küyel, *Beyrûnî'ye Armağan*, Ankara: Türk Tarih Kurumu, 1974.

Saygılı, K., "Bîrûnî ve İbnü'l-Heysem'in Bilimsel Yöntem Tasavvurlarının Karşılaştırmalı Bir Değerlendirmesi" (105-140), *Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Dergisi*, Sayı: 16, Karaman 2026.



Doğa
FLORA

Lavanta:
Akdeniz'in Aromatik Mirası

Dr. Öğr. Üyesi Aydan Acar Şahin
Ankara Üniversitesi, Fen Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Botanik Anabilim Dalı

Lavanta denince akla mor tarlalar ve ferahlatıcı bir koku gelir. Ancak lavanta yalnızca güzel kokulu bir süs bitkisi değildir: Akdeniz kültürünün, geleneksel tıbbın ve modern tıbbi aromatik bitki endüstrisinin önemli bileşenlerinden biridir.





Adam Smigielski / iStock

Lavanta, Ballıbabagiller (Lamiaceae) familyasına bağlı *Lavandula* cinsinin üyelerine verilen genel addır. Cins adının Latince "yıkamak" anlamındaki "*lavare*" sözcüğüyle ilişkili olduğu kabul edilir. Bu, lavantanın Antik Çağ'dan beri banyo sularının, giysilerin ve yaşam alanlarının güzel kokmasını sağlamak amacıyla kullanılmasından kaynaklanır. *Lavandula* cinsi Makaronezya'dan Akdeniz havzasına, Kuzey Afrika'dan Orta Doğu'ya ve Hindistan'a kadar doğal olarak yayılış gösterir. Güncel taksonomik kaynaklara (POWO) göre kabul edilen 41 türü bulunur. Tür sayısının kaynaklara göre değişebilmesi, lavantada doğal melezleşmenin yaygın olmasından ve bazı taksonların ayrı tür olarak sınıflandırılıp sınıflandırılmayacağının tartışmalı olmasından kaynaklanır. Cinsin en fazla genetik çeşitlilik gösterdiği bölge Batı Akdeniz'dir. Akdeniz'de doğal olarak bulunan tür ve melezlerin önemli bir bölümü bu bölgede yerel endemik özellik gösterir.

Türkiye florasında ise üç farklı lavanta cinsi taksonla temsil edilir. Halk arasında karabaş otu olarak bilinen *Lavandula stoechas* subsp. *stoechas* özellikle Ege ve Akdeniz çevresinde tanınır. Karan olarak da adlandırılan *Lavandula pedunculata* subsp. *cariensis* Batı Anadolu ve Doğu Ege'de doğal olarak bulunur. Tıbbi lavanta olarak bilinen *Lavandula angustifolia* subsp. *angustifolia* ise ülkemizde daha çok yetiştiriciliği yapılan değerli bir tıbbi aromatik bitkidir. Burdur, Isparta, Edirne ve Yalova gibi illerde lavanta üretimi önem kazanmış ve uçucu yağ üretiminde verimli olması nedeniyle lavandin yetiştiriciliği de yaygınlaşmıştır. Lavanta kırsal turizm, kozmetik, kurutulmuş çiçek ve arıcılık alanlarında da ekonomik değer taşır.

Lavantanın kokusu, çiçek ve yapraklarındaki salgı tüylerinde üretilen uçucu yağlardan kaynaklanır. Linalool ve linalil asetat gibi bileşikler lavantanın kendine has yumuşak ve çiçeksi kokusunu oluşturur. Karabaş otu ve lavandinde ise kâfur oranı daha yüksek olabilir. Kâfur keskin, ferahlatıcı ve ilaçsı koku veren bir bileşiktir. Lavanta, uçucu yağların yanı sıra rozmarinik asit, flavonlar ve tanenler gibi fenolik bileşikler de içerir. Bunlar uçucu yağ bileşenleriyle birlikte bitkinin antioksidan ve antimikrobiyal özelliklerine katkı sağlar. Lavanta yağı parfümeri, kozmetik, aromaterapi ve bazı geleneksel tıp uygulamalarında kullanılır. Yatıştırıcı, antimikrobiyal ve antioksidan özellikleriyle dikkat çeken lavanta tıbbi amaçlarla kullanılırken uygun doza dikkat edilmesi ve uzman görüşü alınması önemlidir.

Lavanta, Akdeniz'in kurak yamaçlarından modern laboratuvarlara uzanan zengin bir biyokimya öyküsüne sahiptir. ■

Kaynaklar

İşcan, G. & Oraloğlu, Z., "Karabaş otu çaylarında kâfur miktar tayini.", *Gıda*, Cilt 44, Sayı 5, s. 881–888, 2019.
Küçük, S., Çetintaş, E. & Kürkçüoğlu, M., "Volatile compounds of the *Lavandula angustifolia* Mill. (Lamiaceae) species cultured in Turkey.", *Journal of the Turkish Chemical Society Section A: Chemistry*, Cilt 5, Sayı 3, s. 1303–1308, 2018.
Plants of the World Online (POWO). *Lavandula* L. Royal Botanic Gardens, Kew. Erişim tarihi: 4 Haziran 2026. https://powo.science.kew.org/

Gökyüzü

Dr. Tuba Sarıgül
[*TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi*

Venüs, Regulus'u Ziyaret Ediyor

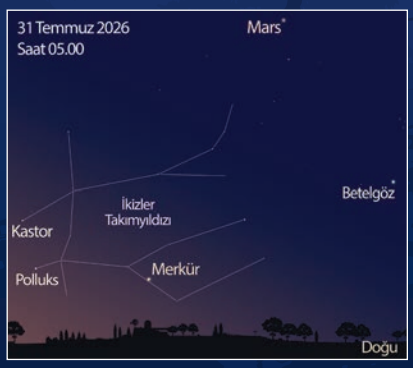
Temmuz ayının en ilgi çekici gök olaylarından biri Venüs ile Aslan Takımyıldızı'nın en parlak yıldızı Regulus'un gökyüzündeki buluşması.

Venüs, Mars ve Satürn ay boyunca gökyüzünde görülebilirken Jüpiter ayın ilk günlerinde akşamları, Merkür ise ayın sonunda şafak vakti izlenebiliyor. 6 Temmuz'da Dünya yörünge hareketi sırasında Güneş'e en uzak konumdan geçiyor. 30 Temmuz'u 31 Temmuz'a bağlayan gece ise Delta Aquarid Gök Taşı Yağmuru en yüksek etkinliğe ulaşıyor.

Merkür

Merkür, 13 Temmuz'da, Güneş etrafındaki yörünge hareketi sırasında alt kavuşum konumundan geçiyor. Bu konumdayken gökyüzünde Güneş'le aralarındaki açısal mesafe küçük olduğundan birkaç hafta boyunca görülemiyor. Temmuz ayının sonunda şafak vakti gökyüzünde tekrar görülmeye başlanan Merkür, ayın son günlerinde Güneş'ten yaklaşık bir saat önce doğuyor.

Merkür'ü 31 Temmuz'da şafak vakti kuzeydoğu-doğu yönünde ufkun üzerine bakarak İkizler Takımyıldızı'nda görebilirsiniz. Parlaklığı 0,5 kadir mertebesinde olan Merkür, İkizler Takımyıldızı'nın en parlak yıldızı Polluks ile ufkun üzerinde yaklaşık aynı yükseklikte.



Venüs

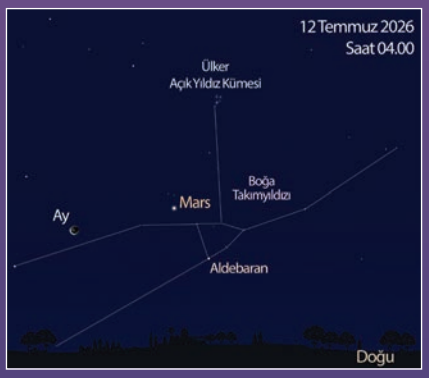
Venüs, temmuz ayında Güneş'in batışından sonra batı yönünde ufkun yaklaşık 20 derece üzerinde belirginleşmeye başlıyor. Güneş'ten yaklaşık iki saat sonra batı-kuzeybatı yönünde ufuktan batan Venüs'ün gözlem süresi ilerleyen günlerde hafifçe azalıyor. 1 Temmuz'da Venüs'ün gezegen yuvarlağının %69'u parlak görülürken ay sonunda bu değer %56'ya iniyor. Venüs'ün görünür büyüklüğü de bu tarih aralığında artıyor. Bir dürbün ya da küçük bir teleskopunuz varsa Venüs'ün evrelerindeki ve görünür büyüklüğündeki değişimi gözlemleyebilirsiniz.



Venüs, 9 Temmuz'da Aslan Takımyıldızı'nın en parlak yıldızı Regulus ile batı yönünde ufkun üzerinde birbirine çok yakın görülebiliyor. İlerleyen günlerde Venüs, Regulus'un doğusuna doğru hareket ediyor ve 17 Temmuz'da hilal şeklindeki Ay ile birbirlerine yakın görülebiliyor.

Mars

Mars, temmuz ayının başında gece yarısından yaklaşık üç saat sonra kuzeydoğu-doğu yönünde ufuktan doğuyor. İlerleyen günlerde daha erken doğmaya başlayan Kızıl Gezegen'in gözlem süresi uzuyor.



Ay boyunca Boğa Takımyıldızı'nda bulunan Mars, 12 Temmuz'da takımyıldızın en parlak yıldızı Aldebaran ile kuzeydoğu-doğu yönünde ufkun üzerinde birbirine yakın görülebiliyor. Siz de bu tarihte turuncu renklerdeki iki gök cismini birbirinden ayırt etmeyi deneyebilirsiniz. Mars, Aldebaran'a kıyasla gökyüzünde biraz daha sönük görünüyor. Bu tarihte hilal şeklindeki Ay da Mars ve Aldebaran ile gökyüzünün aynı bölgesinde görülebiliyor.

Jüpiter

Temmuz ayının sonunda yörünge hareketi sırasında Dünya'ya göre Güneş'in arkasından geçecek olan Jüpiter, ayın başında kısıtlı süreler görülebiliyor. Temmuzun ilk günlerinde Güneş'in batışından yarım saat sonra batı-kuzeybatı yönünde ufkun yaklaşık 5 derece üzerinde belirginleşmeye başlayan Jüpiter, Güneş'ten yaklaşık bir saat sonra batıyor. Ayın ilerleyen günlerinde daha erken saatlerde batmaya başlayan Jüpiter'in ufkun üzerinden yüksekliği giderek azalıyor. Jüpiter, 29 Temmuz'da kavuşum konumuna geliyor. Bu konumdayken Jüpiter, Güneş ve Dünya yaklaşık olarak aynı hizadadır ve Güneş, Jüpiter ile Dünya'nın arasında bulunur. Kavuşum konumuna yakın olduğu süreçte Jüpiter birkaç hafta boyunca görülemiyor.



Satürn

Satürn, temmuz ayında gecenin ikinci yarısında gökyüzünde. 1 Temmuz'da gece yarısından bir saat sonra doğu yönüne ufuktan doğan Satürn, şafak vakti Güneş'in aydınlığında kaybolmadan önce ufkun üzerinde en yüksek noktaya ulaşıyor. İlerleyen günlerde daha erken doğmaya başlayan Satürn'ün gözlem süresi ay sonunda iki saat uzuyor. Temmuz ayında Balıklar Takımyıldızı'nda bulunan Satürn, 8 Temmuz'da son dördün evresinden bir gün önce ayrılan Ay ile birbirine yakın görülebiliyor.





Delta Aquarid Gök Taşı Yağmuru

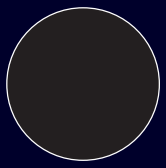
Delta Aquarid (Delta Kova) Gök Taşı Yağmuru, 30-31 Temmuz gecesi en yüksek etkinliğe ulaşıyor. Bu tarihte uygun gözlem koşullarında saatte maksimum 20 gök taşı görülebiliyor. Ancak gök taşı yağmurunun saçılma noktası, yakın zamanda dolunay evresinden ayrılan Ay'a yakın olduğundan gök taşlarının fark edilmesi zorlaşıyor.

12 Temmuz-23 Ağustos arasında etkinliğini devam ettiren Delta Aquarid gök taşı yağmuru, güney yarım kürede izlenebilen en güçlü gök taşı yağmurlarından biridir. Ancak kuzey yarım kürede de sınırlı düzeyde görülebilir.
Delta Aquarid'in kaynağı olan gök cismi tam olarak bilinmese de 96P/Machholz kuyruklu yıldızının gök taşı yağmurunun olası kaynaklarından olabileceği düşünülüyor.

Son dördün
7 Temmuz
Saat: 22.29



Yeni ay
14 Temmuz
Saat: 12.43



İlk dördün
21 Temmuz
Saat: 14.06



Dolunay
29 Temmuz
Saat: 17.36



Yerberi
13 Temmuz Saat: 10:54 359.114 km

Yeröte
25 Temmuz Saat: 19:45 405.548 km

Lagün Bulutsusu

Messier 8 olarak da isimlendirilen Lagün Bulutsusu, Dünya'dan yaklaşık 5.000 ışık yılı uzakta bulunur. İtalyan gök bilimci Giovanni Battista Hodierna tarafından 1654'te keşfedilen Lagün Bulutsusu, genç yıldızların yanı sıra içinde yeni yıldızların oluştuğu toz ve gaz bulutuna ev sahipliği yapar. Gökyüzünde Yay Takımyıldızı'nda yer alan bulutsunun görünür parlaklığı 6 kadir mertebesindedir. Yani ışık kirliliğinden uzak bir konumda, berrak ve karanlık bir gökyüzünde çıplak gözle fark edilebilir. Lagün Bulutsusu'nu gözlemlemek için en uygun zaman yaz aylarıdır.

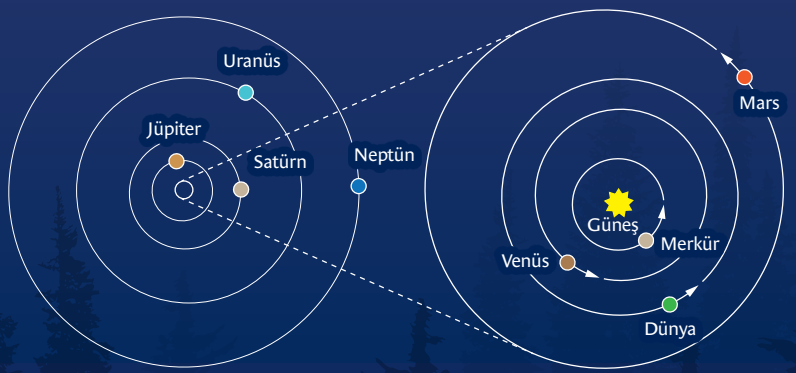


NASA / ESA

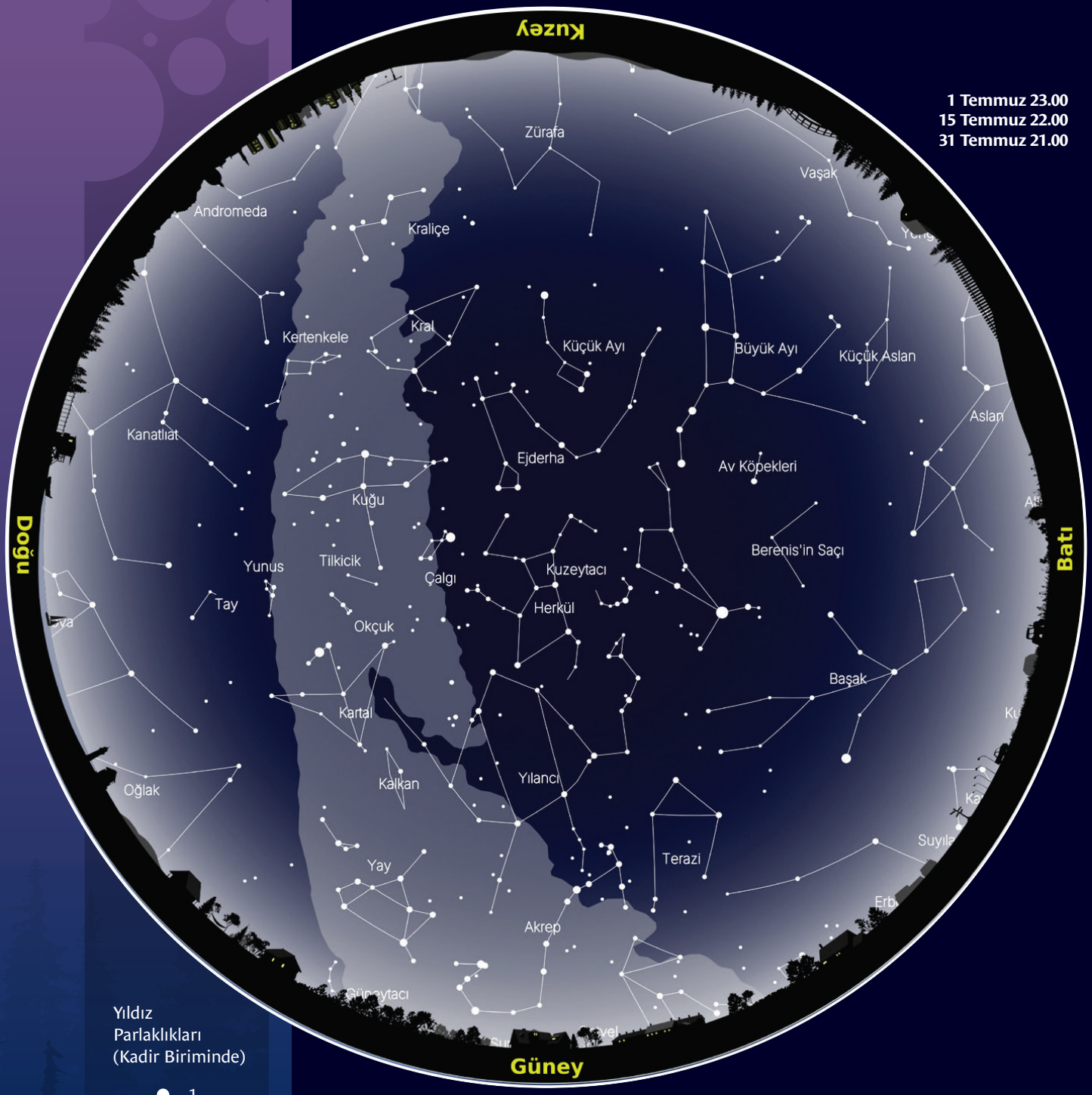
Ayın Önemli Gök Olayları

6 Temmuz	Dünya, Güneş'e en uzak konumda
7 Temmuz	Ay, son dördün evresinde
9 Temmuz	Venüs ve Regulus yakın görünümde
12 Temmuz	Mars ve Aldebaran yakın görünümde
13 Temmuz	Ay, Dünya'ya en yakın konumda Merkür, alt kavuşum konumunda
14 Temmuz	Ay, yeni ay evresinde
17 Temmuz	Ay ve Venüs yakın görünümde Ay ve Regulus yakın görünümde
21 Temmuz	Ay, ilk dördün evresinde Ay ve Spika yakın görünümde
24 Temmuz	Ay ve Antares yakın görünümde
25 Temmuz	Ay, Dünya'ya en uzak konumda
29 Temmuz	Ay, dolunay evresinde Jüpiter, kavuşum konumunda
30-31 Temmuz	Delta Aquarid Gök Taşı Yağmuru en yüksek etkinlik

Temmuz Ayında Gezegenlerin Birbirlerine Göre Yörüngelerindeki Konumları



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



1 Temmuz 23.00
15 Temmuz 22.00
31 Temmuz 21.00

Yıldız Parlaklıkları (Kadir Biriminde)

- - 1
- 0
- 1
- 2
- 3
- 4
- 5

Kaynaklar

- Okuyan, O. ve Köseoğlu, D. K., "2026 Gök Olayları Yıllığı", *Bilim ve Teknik*, Cilt 59, Sayı 698, 2026.
- "Observing July 2026", *Sky and Telescope*, Cilt 152, Sayı 1, s. 41-57, 2026.
- Ratcliffe, M. ve Ling, A., "Sky This Month", *Astronomy*, Cilt 54, Sayı 7, s. 28-35, 2026.
- https://in-the-sky.org/newscal.php
- https://www.rmg.co.uk/stories/space-astronomy/delta-aquariid-meteor-shower-2026-when-where-see-it-uk
- https://esahubble.org/images/heic1808e/

Düşünme Kulesi

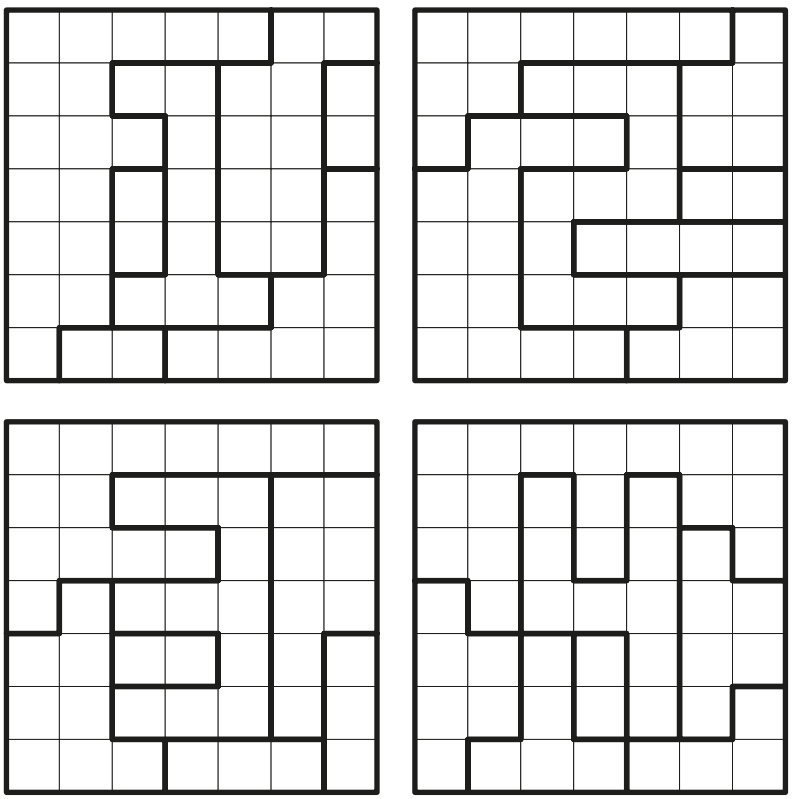
Ferhat Çalapkulu [*dusunme.kulesi@tubitak.gov.tr*

Ayın Oyunu
Yıldız Savaşları

Yıldız Savaşları Oyununun Kuralları

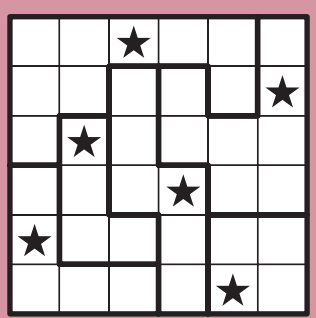
Diyagramdaki her satıra, sütuna ve kapalı alana bir yıldız yerleştirin.

Yıldızlar birbirlerine çaprazdan da olsa temas edemez.



Yıldız Savaşları

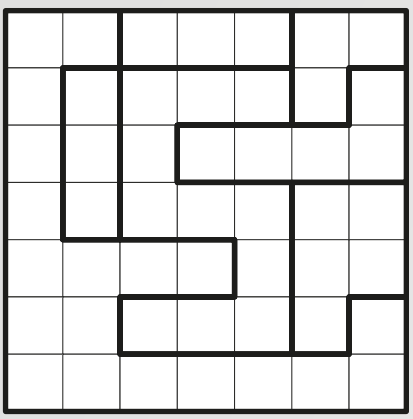
Örnek Çözüm



Ödüllü Soru

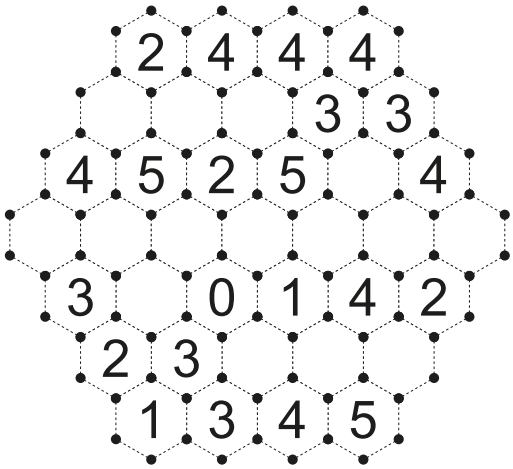
*Yıldız Savaşları sorusunun doğru çözümünü *Bilim ve Teknik* internet sitesi üzerinden gönderenler arasından çekilişle belirlenecek 10 kişiye TÜBİTAK Popüler Bilim Kitapları tarafından yayımlanmış *Bulutları Okumak* başlıklı kitap hediye edilecektir. Çekiliş sonuçları, dergimizin internet sitesinden önümüzdeki ay içinde duyurulacaktır. Geçen ayın ödüllü Fillomino sorusunu doğru yanıtlayanlar arasından çekilişle belirlenerek kitap ödülü kazanan okurlarımızın listesi, internet sitemiz üzerinden duyurulmuştur.

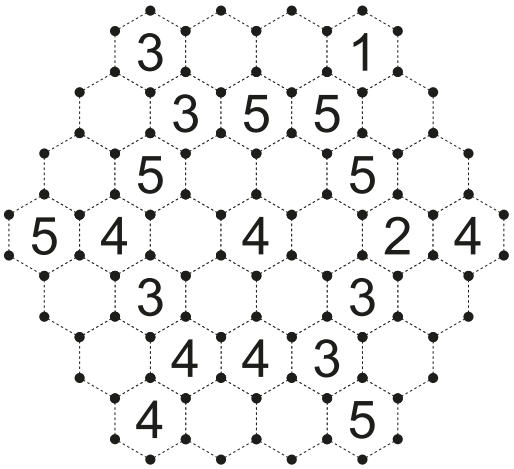
bilimteknik.tubitak.gov.tr



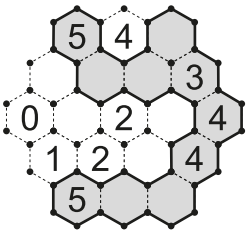
Her satırdaki yıldızın kaçıncı hücrede olduğunu yazın. Mesela soldaki örnek çözümün cevabı 362415 şeklinde yazılmalıdır.

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

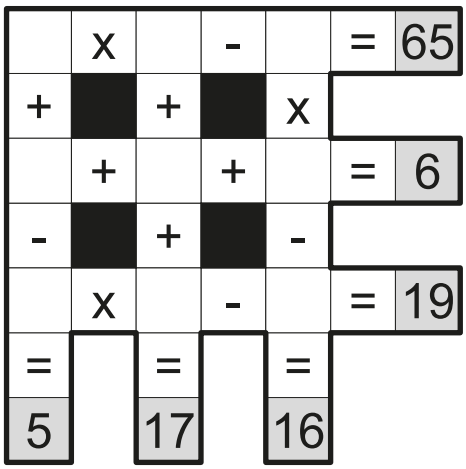


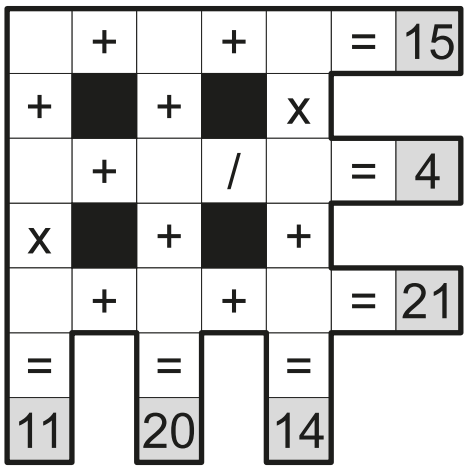


Altıgen Çit
Örnek Çözüm



İşlem Karesi: 1'den 9'a kadar olan rakamları sadece birer kez kullanarak diyagram dışında verilmiş olan eşitlikleri sağlayın. Matematiksel işlem öncelikleri geçerlidir. Örneğin 3+1x5=8 olmalıdır.





İşlem Karesi
Örnek Çözüm

6	+	7	-	2	=	11
/		+		/		
3	x	8	x	1	=	24
+		+		+		
4	+	9	x	5	=	49
=		=		=		
6		24		7		

Geçen Sayının Çözümleri

3	3	3	5	5	5	5
7	1	4	4	4	1	5
7	7	1	3	4	6	6
7	7	2	3	2	6	6
7	7	2	3	2	6	6
2	2	6	6	6	2	2
6	6	6	4	4	4	4

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

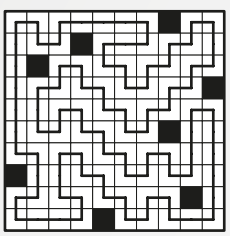
4	4	6	3	3	3	1
4	4	6	6	6	6	6
2	2	4	3	4	4	1
4	4	4	3	3	4	4
5	5	5	4	4	2	2
4	4	5	4	2	4	4
4	4	5	4	2	4	4

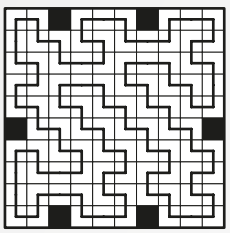
4	2	2	3	3	4	3
4	8	8	3	4	4	3
4	8	2	2	4	1	3
4	8	6	6	3	4	4
8	8	6	4	3	4	1
8	6	6	4	3	4	3
8	6	4	4	1	3	3

Fillomino

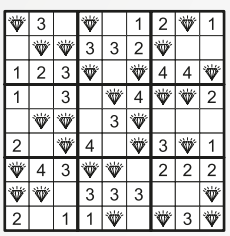
6	6	6	6	3	6	4
6	4	4	6	3	6	4
4	5	4	4	3	6	4
4	5	5	2	2	6	4
4	4	5	5	6	6	3
3	3	2	2	5	2	3
3	5	5	5	5	2	3

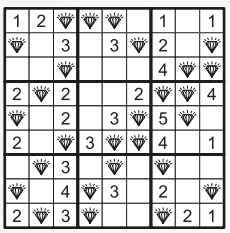
Ödüllü Soru:
Fillomino





Patika





Sudoku Mayın Tarlası

Satranç

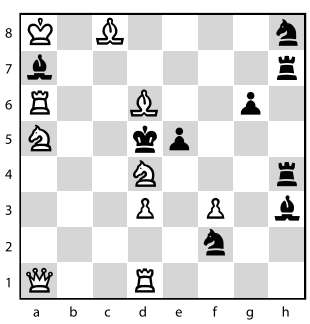
Kıvanç Çefle [*btsatranc@tubitak.gov.tr*

19. Avrupa Satranç Çözme Şampiyonası

19. Avrupa Satranç Çözme Şampiyonası (European Chess Solving Championship, ECSC) 9-10 Mayıs 2026 tarihleri arasında Makedonya'nın Üsküp şehrinde gerçekleştirildi. Bireysel sıralamada birincilik ve ikinciliği eşit puanla Rusya Federasyonu'ndan Danila Pavlov ve Ural Hasanov, üçüncülük ve dördüncülüğü de yine eşit puanla Polonya'dan Kacper Piorun ve Litvanya'dan Martynas Limontas kazandı. Takım sıralamasında Polonya, Litvanya ve Ukrayna ilk üç sıraya yerleşti.

Şimdi sizlere bu yarışmada sorulmuş bazı problemleri sunacağız.

Diyagram 1
Manuel Baptista
Problemas, 1952
Birincilik ödülü



Beyaz oynar ve iki hamlede mat eder.

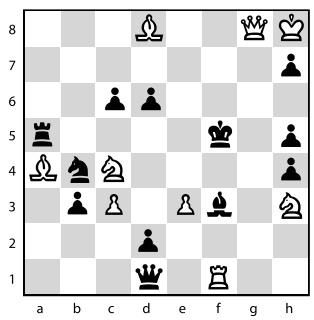
Çözüm:
Bu tür yarışmalarda sıklıkla olduğu üzere anahtar hamle adaylarıyla ya da denemelerle yarışmacıları zorlayan bir problem. Önce bu denemelere bakalım:

1. Ab5? (2. Vxe5#) Ke7!
1. Adc6? (2. Vxe5#) Kd4!
Doğru anahtar hamle
1. Af5! (2. Vxe5#)

a) 1…Ag4, Fd4 2. Va2#;
b) 1…Af7, Ke7 2. A(x) e7#;
c) 1…Kd4 2. Ae3#;
d) 1…Ke4 2. dxe4#.


funky-data / iStock

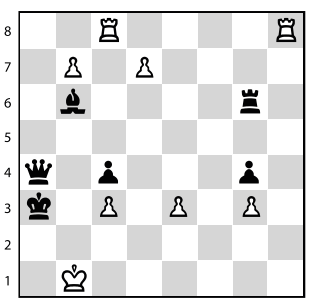
Diyagram 2
Ferenc Fleck
Magyar Sakkvilag, 1937



Beyaz oynar ve üç hamlede mat eder.

Çözüm:
1. Fxb3! (2. Axd6+ Şe5 3. Ve6#)
a) 1…Ad5 2. e4+ Şxe4 3. Vxh7#
b) 1…Kd5 2. Af2 ve 3 Vf7#;
c) 1…Vxb3 2. Vf7+ Şe4/g4 3. Af2/Vxf3#
d) 1…Şe4 2. Af2+ Şf5 3. Vf7#
e) 1…d5 2. Af4 ve 3. Ve6#

Diyagram 3
S. ve R. Tsurtsumia
Tsereteli-150 Anı Turnuvası, 1991-1992
Şeref mansiyonu



Beyaz oynar ve kazanır.

Çözüm:
1. Ka8 Fa5 2. Kxa5! Vxa5 3. Ka8 Ka6 4. Kxa6!

4. b8=V Vf5+ 5. Şc1 Vf1+ 6. Şd2 Vf2+ (ve sürekli şah ile beraberlik); 4. d8=V Vb5+ 5. Şc1 Vb2+ 6. Şd1 Vxb7 7. Vd6+ Şb3 8. Kxa6 Vh1+=.

4…Vxa6 5. b8=K!

5. b8=V? Vb5+ 6. Vxb5 pat

5…Va4 6. d8=K!

Beyaz ikinci kez kale çıkıyor! 6. d8=V oynasaydı 6…Vd1+ 7. Vxd1 ile yine pat olurdu. Şimdi beyaz 7. Ka8 ile tehdit ediyor.

6…Vc6

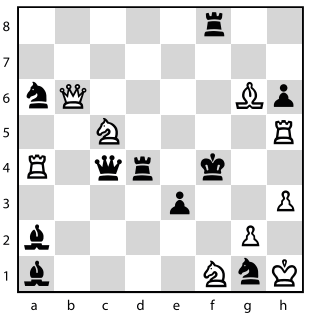
Tek hamle. Şimdi bir mat saldırısı başlıyor.

7. Ka8+ Şb3 8. Kdb8+ Şxc3 9. Ka3+ Şd2 10. Kb2+ Şd1 11. Ka1 c3 12. Şa2#.

Ayın Soruları

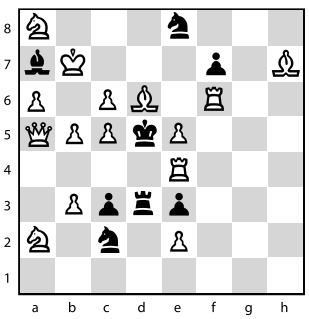
Aynı yarışmadan seçtiğimiz üç problemle sizleri baş başa bırakıyoruz.

Diyagram 4
Olexandr I. Zaizhdzhai
Mistetsi shakhi, 2000
Övgü



Beyaz oynar ve iki hamlede mat eder.

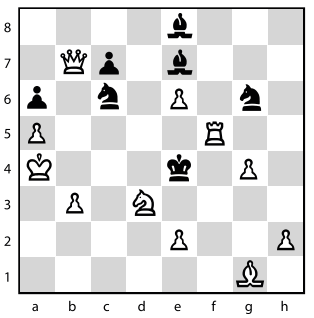
Diyagram 5
J. C. van Gool
Le Journal de Genéve, 1977



Beyaz oynar ve iki hamlede mat eder.


RobinOlimb / iStock

Diyagram 6
Peter Hoffmann
Schach, 2002
Birinci şeref mansiyonu



Beyaz oynar ve beş hamlede mat eder.

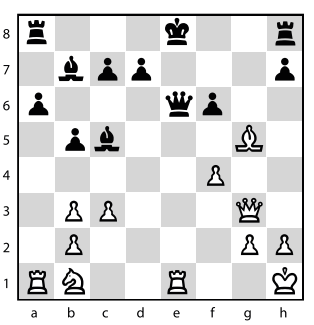


DawidMarkiewicz / iStock

Geçen Ay Sorulan Problemin Çözümü

Geçen ayki yazımızda sizlere "Unutulmuş Ustalar" dizisi kapsamında Büyükusta Albin Planinc'i tanıtmaya çalışmış ve çözmeniz için onun oyunlarından seçtiğimiz bir pozisyon sunmuştuk. Şimdi bunun çözümünü veriyoruz.

Diyagram 7
Ljubomir Ljubojevic-Albin Planinc, Boris Kostiç Anı Turnuvası, 1971



Çözüm:
Bu pozisyona ulaşıldığında beyaz son olarak 18. Kf1-e1 oynamıştı. Şimdi görünüşe göre siyah vezirinden vazgeçmek zorunda. Oyun şöyle devam etti:

18...0-0-0! 19. Kxe6 dxe6

20...Kd1+ tehdidiyle

20. Ve1 fxg5

Böylece siyah vezire karşılık bir kale ve fil almış oldu. Ama hepsi bu değil: Filleri rakip şaha karşı son derece tehditkâr bir şekilde yönelmiş durumda. Bundan sonra yavaş yavaş daralan bir mat ağına tanık olacağız.

21. Ad2 gxf4 22. Vxe6+ Şb8 23. Af3

Burada beyaz toparlanmış gibi görünüyor. Atı en sonunda aktif oyunda, kalesi de yardıma gelmek üzere.

23...Khg8

Kaleler açık hatlara aittir!
24. c4 b4

Planinc böylece vezir kanadında piyon yapısını sabitliyor. Aslında bu durum siyah şahın güvenliğini arttırıyor.

25. Kf1 Kg6 26. Vf5 Fe3 27. h3 Kg3 28. Vxh7

Beyaz, bir piyon daha alarak siyahı pozisyonel üstünlüğünü kanıtlamaya davet ediyor.

28...Fxf3 29. Kxf3 Kd1+ 30. Şh2 Fg1+ 31. Şh1 Kg7! 32. Vh8+

32. Vxg7 Fd4+ 33. Şh7 Fxg7 34. Kxf5 Fe5 ve kazanır.

32...Şb7 33. Kd3

Siyahın 33...Kxd3 oynayacağı umuduyla... Sonrasında beyaz 34. Vxg7 oynayabilir ve baskıdan kurtulur.

33...Ke1 34. g3

34. Kd5 Ff2+ 35. Şh2 Fg3#; 34. Kf3 Fd4+ 35. Şh2 Kxg2+ 36. Şxg2 Fxh8 ve siyah kazanır.

34...Fd4+ 35. Şh2 Kge7

Beyaz burada terk etti çünkü siyah hem 36... Fxh8 hem de 36...K7e2# ile tehdit ediyordu. Gerçekten ufuk açıcı ve dikkatle incelenmeye değer bir oyun. ■

Ali Baba'nın Satranç Tahtası Üzerindeki Gerçek Altın Sikkeleri Belirlemesi

Prof. Dr. Azer Kerimov
Bilkent Üniversitesi, Matematik Bölümü

Ali Baba ziyaret ettiği mağaradan ayrılırken mağaradaki altın renkli sikkelerden birkaç tane ödünç almak ister. Ancak mağara kapısındaki bekçi buna karşılık olarak Ali Baba'ya çözmesi için bir bulmaca hazırlar. Ali Baba'nın mağaradan alacağı altın renkli sikke sayısını, bulmaca çözümündeki başarısı belirleyecektir. Bekçi, Ali Baba'ya 12 × 12 boyutlarında bir satranç tahtası verir. Bu satranç tahtasının her birim karesinde, görüntü olarak tamamen benzer olan birer altın renkli sikke vardır. Bekçi, Ali Baba'ya bu 144 altın renkli sikkenin tam olarak 132 tanesinin gerçek altın olduğunu söyler.

Bulmacanın kurallarına göre Ali Baba'ya sahte altın sikkelerin bulundukları yerle ilgili şu bilgi verilir: Ya 12 sahte altın sikkenin tamamı satranç tahtasının tek bir satırında bulunuyor ya da 12 sahte altın sikkenin tamamı satranç tahtasının tek bir sütununda bulunuyor. Bekçi, Ali Baba'ya sikkelerin kütleleri ile ilgili de bilgi verir. Herhangi iki gerçek altın sikkenin kütleleri birbirine eşit olup herhangi iki sahte altın sikkenin kütleleri birbirine eşit veya farklı olabiliyor. Fakat herhangi bir gerçek altın sikke herhangi bir sahte altın sikkeden daha ağırdır. Bekçi, Ali Baba'ya iki kefeli bir tartı verip onun bu tartıyı tam olarak iki kez kullanabileceğini söyler. Ali Baba tartıyı her kullanışında tartının kefelerinden her birine bir veya birden fazla sikke yerleştirip kefelerin hangisinde toplam kütlenin daha fazla olduğunu veya iki kefedeki kütlelerin birbirine eşit olduğunu öğrenebiliyor.

Kurallara göre Ali Baba, tartıyı tam olarak iki kez kullandıktan sonra satranç tahtasının üzerindeki 144 sikkeden istediklerini bir keseye yerleştirecektir. Bundan sonra hangi altın renkli sikkelerin sahte hangi altın sikkelerin gerçek olduğu bilgisine sahip olan bekçi kesedeki tüm sikkeleri kontrol edecektir. Kesedeki altın renkli sikkelerin tamamı gerçekse bekçi, Ali Baba'nın bu altın sikkelerin tamamını almasına izin verecektir. Fakat kesedeki sikkelerden bir tanesinin bile sahte olması durumunda bekçi, Ali Baba'nın mağara dışına herhangi bir sikke çıkarmasına izin vermeyecektir.

Ali Baba tartıyı iki kez kullanarak keseye N tane gerçek altın sikkeyi yerleştirmeyi garantileyebiliyorsa N sayısının alabileceği en büyük değer kaçtır? Bulduğunuz bu N sayısı için Ali Baba'nın N gerçek altın sikkeyi belirleme stratejisini açıklayınız.

Ali Baba'nın herhangi bir başka strateji kullanarak N sayısından daha fazla gerçek altın sikkeyi bulmayı garantileyemeyeceğini kanıtlayınız. ■

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

Bu ay:
Öklid'i Okurken



Çözümü ile birlikte gönderilmeyen cevaplar değerlendirmeye alınmayacaktır.

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

bilimteknik.tubitak.gov.tr

sankai / iStock

Zekâ Oyunları

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

SORU İŞARETİ



Soru işaretinin yerine hangi harf gelmelidir?

SATRANÇ TURNUVASI

Dört kişi kendi aralarında bir satranç turnuvası düzenliyor. Herkesin diğer üç kişiyle birer kez oynadığı turnuvada galibiyete 1, beraberliğe 0,5, mağlubiyete 0 puan veriliyor. Turnuva sonunda dört oyuncunun puanları birbirinden farklı olduğuna göre aşağıdaki puan tablolarından hangisi mümkün değildir?

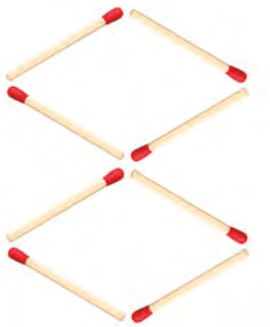
A) 3 – 2 – 1 – 0
B) 2,5 – 2 – 1 – 0,5
C) 3 – 2,5 – 0,5 – 0
D) 2,5 – 2 – 1,5 – 0

ÜÇ SAYI

A ve B, 0 ile C arasında seçilen iki pozitif reel sayıdır.

A+B < C olma olasılığı nedir?

KİBRİTLER



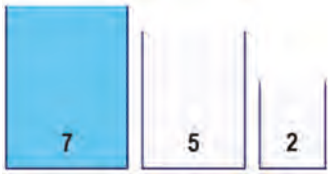
İki kibritin yerini değiştirerek ve bir kibrit ekleyerek üç eş üçgen oluşturunuz.

FARKLI TABANLAR

4 farklı rakam bir araya getirilerek bir sayı oluşturuluyor. Bu rakamlar yer değiştirildiğinde 7'lik tabanda da aynı sayıya karşılık geliyor.

Bu sayıyı bulunuz.

KAPLAR



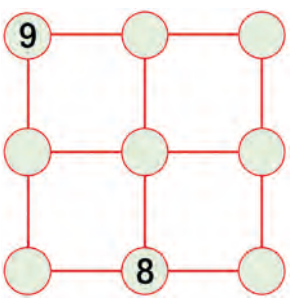
Hacimleri litre olarak gösterilen üç adet kap bulunuyor. Birinci kap tamamen dolu, diğer ikisi ise boş. Sadece bu kapları kullanarak 6 litre su elde edilmek isteniyor.

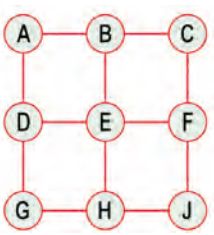
Bu işlem en az kaç adımda ve nasıl gerçekleştirilebilir?

SAYI YERLEŞTİR

Şekilde görülen 9 daire, dördü küçük ve biri büyük olmak üzere toplam beş kare oluşturmaktadır. 1'den 9'a kadar olan sayıları bu dairelere öyle yerleştiriniz ki tüm karelerin köşelerindeki dörder sayının toplamı aynı olsun.

Not: 8 ve 9 sayıları önceden yerleştirilmiştir.





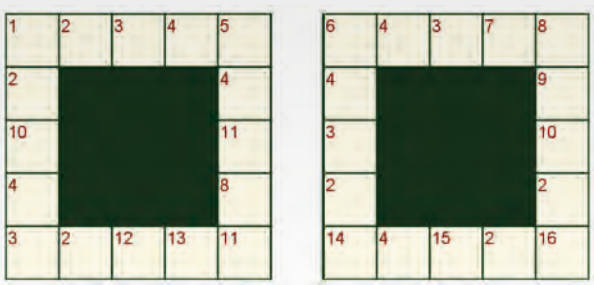
Küçük kareler: ABDE, BCEF, DEGH, EFHJ

Büyük Kare: ACGJ

SÖZCÜK TABLOLARI

İŞTAH, KENAR, KENDİ, LEZİZ, NABIZ, PANEL, PATEN, REFAH

İki bulmaca tablosunun satır ve sütunlarında yukarıdaki sözcükler yer almaktadır. Hücrelerdeki her harf farklı bir sayıyla gösterilmiştir.



Sayıları, karşılık geldikleri harflerle değiştirerek sözcükleri tabloya yerleştiriniz.

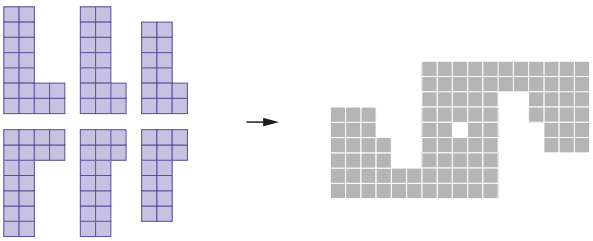
KULLANICI SAYISI

Bir sosyal medya uygulamasında her yeni kullanıcı, kendisinden önce kayıt olmuş her kullanıcının profilini birer kez beğeniyor. En son kayıt olan sekiz kullanıcının yaptığı toplam beğeni sayısı, bu kullanıcıların aldığı toplam beğeni sayısının 9 katıdır.

Bu uygulamada toplam kaç kullanıcı kayıtlıdır?

ALTI "L"

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



GEÇEN SAYININ ÇÖZÜMLERİ

BİN SAYISI

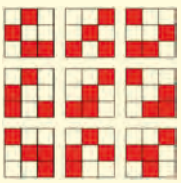
32. satırın 39. sütunundadır.

SPOR KULÜBÜ

A) Yalnız 2

BOYALI KARELER

C gelmelidir. Sütunlardaki kırmızı kareler her satırda birer kare sağa kayıyor.



GÜNDÜZLÜ-YATILI

Başlangıçta 127 gündüzlü, 133 yatılı öğrenci vardı.

KARE SEÇİMİ

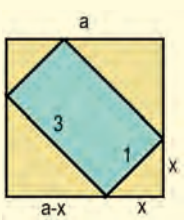
48 farklı biçimde yapılabilir.

ÜÇ SAYI

192, 384, 576

KAREDEKİ DİKDÖRTGEN

8 birim karedir. Karenin kenarına a, oluşan küçük üçgenin dik kenarlarına da x diyelim.



$1^2 = 2x^2$

$x = 1/\sqrt{2}$

$3^2 = 2(a - x)^2$

$a - x = 3/\sqrt{2}$

Toplayalım:

$a = 1/\sqrt{2} + 3/\sqrt{2}$

$a = 4/\sqrt{2}$

$a = 2\sqrt{2}$

Karenin alanı:

$a^2 = (2\sqrt{2})^2$

$a^2 = 8$

DAĞCI VE TÜNEL

En az iki yardımcı gerekir. Toplamda en az 12 saatlik oksijen tüketilir.
Ana dağcıyı A, birinci yardımcı dağcıyı Y1, ikinci yardımcı dağcıyı ise Y2 olarak gösterelim.

Başlangıç: Üç dağcının da yanında 4 saatlik dolu oksijen tüpü vardır.

1. saatin sonu: Hepsinin tüpü 3 saate inmiştir. Y1 bir saatlik oksijeni kendi dönüşü için tutar, diğer ikisine 1'er saatlik oksijen tüpü verir. Bu durumda A'nın ve Y2'nin tüpleri 4 saatlik tam dolmuş olur.
2. saatin sonu: A ve Y2 bir saat daha yürümüş oldukları için tüpleri 3 saate inmiştir. Y2 kendi dönüşü için 2 saatlik oksijeni tutar, kalan 1 saati A'ya verir. Böylece A'nın tüpü 4 saatlik dolmuş olur.

Son aşama: A, kalan 4 saatlik yolu 4 saatlik oksijen ile tamamlar ve tünelden çıkar.

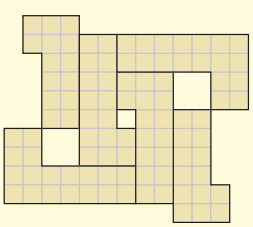
Kişi	Gidiş	Dönüş	Tüketim
Ana dağcı	6	0	6
1. yardımcı	1	1	2
2. yardımcı	2	2	4
Toplam			12

SORU İŞARETİ

Birinci sütunda sayılar 1, 2, 3, … biçiminde artıyor. İkinci sütunda ise birinci sütundaki sayılarla yazılışlarındaki harf adetlerinin toplamı bulunuyor.

SIFIR	5
BİR	4
ÜÇ	5
ALTI	10
ON	12

ALTI "L"



Yayın Dünyası

Dr. Özlem Kılıç Ekici [*TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi*

Düşün Çöz Öğren



Elnara Ahmetzade
Resimleyen: Göksu Karaca

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

Birbirinden ilginç 50 bulmaca! Bu kartlarla bazen dikkatinizi bazen hafızanızı bazen de hayal gücünüzü kullanarak harika zaman geçireceksiniz.

Nereden Çıktı Bu? Serisi



Mehmet Sığırcı
Çizer: Cuma Ünlüer

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

Mikroskop, Bisiklet, Karakutu, Plastik, Otomobil, Braille Alfabesi, Denizaltı, Asansör, Pil, Emoji, Helikopter, Bilgisayar, Klima, Uçak, Roket, ATM, Scooter, Teleskop YouTube, Konserve… Birbirinden ilginç 20 farklı kitaptan oluşan "*Nereden Çıktı Bu?*" serisi ile günlük hayatımızın ayrılmaz parçaları hâline gelen bazı icatların ilham verici yolculuğuna tanıklık edecek, ortaya çıkış öykülerini ve günümüze kadar geçirdikleri değişimleri keşfedeceksiniz. Heyecan dolu bu yolculuğa hazır mısınız?

ÜNİVERSİTE TERCİH DÖNEMİNDE UZMANLARDAN TAVSİYELER

Bilim ve Teknik podcast

Üniversite mi Bölüm mü? Üniversite Adayları Tercih Yaparken Nelere Dikkat Etmeli?
Konuk: Prof. Dr. Eren Kalay

Mühendislik mi Temel Bilim mi?
Konuk: Prof. Dr. Eren Kalay

Tıp Yazmalı mıyım? Sevmeden Tıp Okunur mu? Zor Diye Tıptan Kaçılır mı?
Konuk: Prof. Dr. Hakan Türkçapar

Spotify, Apple Podcast, SoundCloud ve YouTube kanallarından dinleyebilirsiniz.

