

Bilim *ve* Teknik

Aylık Popüler Bilim Dergisi Şubat 2026 Yıl 59 Sayı 699 - 39 TL



YAPAY ZEKÂNIN ÖN YARGILARI

Yapay Zekâ İletişimimizi Nasıl Değiştiriyor?
Uzayda Hayatta Kalan Yosun Sporları

Kontrollü İnsan Enfeksiyonu Çalışmaları
100 Yıllık Fermuar Tasarımı Değişiyor

Lazer Odaklı Biyogörüntüleme
Kalp Krizinde Biyolojik Saatin Rolü



POSTER EKİ
EVRENE DAİR
EN GÜNCEL
GÖRÜNTÜLER

Nesiller Büyüten Dergi ile
Keşfetmenin Sonu Yok!



Yıllık Abonelik
468 TL
yerine

390 TL

#BilimOkuyanBilir



Abonelik avantajları için:
yayinlar.tubitak.gov.tr

Ön Kapak Görseli: ChatGPT ile oluşturulmuştur.



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

Bilim ve Teknik

Aylık Popüler Bilim Dergisi
Yıl 59 Sayı 699
Şubat 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 Turanlı Emre
Prof. Dr. Ersin Göküş
Doç. Dr. Berat Z. Haznedaroğlu
Dr. Yeşim İmamoğlu
Prof. Dr. Raif Kandemir

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

Redaksiyon
Berranur Beşir
Mehmet Sığırıcı

Grafik Tasarım
Hüseyin Diker

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

Mali Yönetmen
Adem Polat

Mali ve İdari Hizmetler
Pınar Kaya

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

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

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

Baskı Tarihi 21.01.2026

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 Ngr.83] tarafından
Silahlı Kuvvetler personeline tavsiye edilmiştir.

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

Her ayın 1'inde çıkar.



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



Kadın ve kız çocuklarının bilim, teknoloji ve mühendislik alanlarında daha çok varlık göstermelerinin, bilim için çalışmalarının ve üretmelerinin teşvik edilmesi amacıyla her yıl 11 Şubat “Uluslararası Bilimde Kadınlar ve Kız Çocukları Günü” olarak kutlanıyor. Tüm kalbimizle inanıyoruz ki geçmişte ve günümüzde olduğu gibi gelecekte de kadınlar bilimde çığır açmaya ve isimlerini bilim tarihine yazdırmaya devam edecekler.

Yapay zekâ modelleri bazı konularda ön yargılı ve yanlı davranabilir mi? Ya da hatalı genelleme yapmasına neden olabilecek şekilde eğitilebilir mi? İnternette yer alan görseller ve metinler, sosyal gruplar ile ilgili pek de doğru olmayan genellemelere yol açabiliyor. Bu durum sadece insanları değil internetteki verilerle eğitilen yapay zekâ uygulamalarını da etkiliyor. Mahir Ocak bu ayki yazısında, internette yer alan yanlış genellemelerin hem insanların hem de yapay zekâ uygulamalarının sosyal gruplarla ilgili nasıl hatalı yaş ve cinsiyet ön yargılarına kapılmasına yol açtığını anlatıyor. Yapay zekâ çağında iletişim artık yalnızca insanlar arasında gerçekleşmiyor, insanlar ve makineler arasında da şekilleniyor. Bahar Kayhan da yapay zekânın iletişimimizi nasıl değiştirdiğini detaylıca ele alıyor.

Özlem Ak, TÜBİTAK Bilim Ödülü alan Prof. Dr. Alper Kiraz ile yaptığı söyleşi sonrası hazırladığı yazıda bilim insanımızın optik ve mikroskopiden nanobilim ve nanoteknolojiye uzanan bilimsel yolculuğunun dönüm noktalarına değiniyor. Hayriye Yetiş Avcı, yüz yıllık fermuar tasarımının değişim öyküsünü anlatıyor. İlay Çelik Sezer ise kontrollü insan enfeksiyonu çalışmalarının öneminden bahsediyor. Bu ayki poster ekinde evrene dair çok özel ve renkli görüntülere yer veriyoruz.

“Kalp Krizinde Biyolojik Saatin Rolü”, “Aziz Sancar ve Ekibinden Beyin Tümörü Tedavisinde Umut Veren Çalışma” ve “Uzayda Hayatta Kalan Yosun Sporları” yazılarımız ile farklı ilgi alanlarına hitap eden *Bilim ve Teknik* ile Büyüdüm, Büyüyorum, Bilim Haberleri, Bilim Çizgi, Tekno-Yaşam, Merak Ettikleriniz, Bilim Tarihinden Notlar, Doğa, Gökyüzü, Düşünme Kulesi, Satranç, Ayın Sorusu, Zekâ Oyunları ve Yayın Dünyası başlıklı köşelerimizi de beğenerek okuyacağınızı umuyoruz.

Bilim ve Teknik elektronik dergi arşivi (son dört sayı hariç) ücretsiz olarak herkesin erişimine açıktır (services.tubitak.gov.tr/edergi). Dergimizin daha düşük fiyata ve ücretsiz kargoyla sizlere ulaşacağı abonelik fırsatından faydalanmak, ayrıca hem yeni hem de eski sayılarımızı satın almak için yayinlar.tubitak.gov.tr web adresini ziyaret edebilirsiniz. Dergimizin yenilenen web adresini (bilimteknik.tubitak.gov.tr/), podcast kanallarını ve sosyal medya hesaplarını da takip edebilir, hayatınızdaki yerini ve size neler kattığını bizlerle paylaşabilirsiniz (bteknik@tubitak.gov.tr).

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

Sağlıcakla ve bilimle kalın... Unutmayın #bilimokuyanabilir!
Saygılarımızla,
Özlem Kılıç Ekici

İçindekiler

4

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

Özlem Ak

6

Haberler

16

**2025 Yılı TÜBİTAK Bilim,
Özel, Hizmet ve Teşvik
Ödülleri Sahiplerini Buldu**

Özlem Ak

18

**Aziz Sancar ve Ekibinden
Beyin Tümörü Tedavisinde
Umut Veren Çalışma**

Hayriye Yetiş Avcı

20

**Bilim Çizgi
Türk Astronot ve Bilim
Misyonu 2. Bölüm**

Sinançan Kara

22

**Yapay Zekâ İletişimimizi
Nasıl Değiştiriyor?**

Bahar Kayıhan

28

**Gönüllü Katılımcılarla
Yürütülen Kontrollü
Enfeksiyon Çalışmaları**

İlay Çelik Sezer

40

**Uzayda Hayatta Kalan
Yosun Sporları**

Özlem Ak

42

**Tekno-Yaşam
Gürkan Caner Birer**

46

**TÜBİTAK Bilim Ödülü Bir
Optik Bilimciye**

Özlem Ak

60

İnternette ve Yapay Zekâ Modellerinde Yaş ve Cinsiyetle İlgili Yanlış Genellemeler

Mahir E. Ocak

İnternette yer alan görseller ve metinler, pek de doğru olmayan genellemelere yol açıyor. Bu durum sadece insanları değil internetteki verilerle eğitilen yapay zekâ uygulamalarını da etkiliyor.

55

Ayın Sorusu

Azer Kerimov

56

Merak Ettikleriniz

İlay Çelik Sezer

58

**Beynin Eksik
Molekülü:
Demans Tedavisinde
Yeni Umut**

Özlem Ak

70

**Sağlık Takibi Gelecekte
Genetiği Değiştirilmiş
Bakterilerle
Mümkün Olabilir mi?**

Hayriye Yetiş Avcı

74

**Bulut Mikroorganizmaları
ve Ötegezegenlerde Yaşam**

Özlem Ak

76

**Genetiği Değiştirilmiş
Böcek Patojeni
Mikroorganizmalar**

Uğur Azizoğlu

78

**Bilim Tarihinden Notlar
Orta Çağlarda Hareket**

Hüseyin Gazi Topdemir

82

**Doğa - Flora
Anadolu'nun Kültürel
Değeri Geven**

Deniz Canlı

84

Gökyüzü

Tuba Sarıgül





36

Hayriye Yetiş Avcı
100 Yıllık Fermuar Tasarımı Yeniden Şekilleniyor



68

Özlem Ak
Kalp Krizinde Biyolojik Saatin Rolü

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

88

Düşünme Kulesi

Ferhat Çalapkulu

90

Satranç

Kıvanç Çefle

94

Zekâ Oyunları

Emrehan Halıcı

96

Yayın Dünyası

Özlem Kılıç Ekici

POSTER EKİ Evrene Dair En Güncel Görüntüler

Özlem Kılıç Ekici,
Hüseyin Diker



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



tubitakbiltek



tubitakbilimteknik



TÜBİTAK Bilim ve Teknik



bilimteknik.tubitak.gov.tr/

Dergimizin içeriğinden seçerek hazırladığımız bilimsel ve teknolojik bilgileri internet sitemiz ve sosyal medya hesaplarımız aracılığıyla takip edebilirsiniz.

Bilim ve Teknik ile

Büyüdüm, Büyüyorum...

Dr. Özlem Ak [TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi



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



“On dokuz yıldır sizlerle bilim yolculuğundayım.”

Merhaba,

Bilim ve Teknik dergisi ile tanıştığımda 2006 yılının yaz tatilindeydik, liseye başlarken tanıştığımız günden bu yana, *Bilim ve Teknik* dergisini 19 yıldır -aralıklarla da olsa- büyük bir ilgiyle takip ediyorum. Bilime olan sevgimi, merakımı ve düşünme biçimimi sizlere borçlu olduğumu gönül rahatlığıyla söyleyebilirim. Bilimsel düşünmeye olan ilgim, geçmişteki bilim insanlarının hayatına olan merakım tümüyle derginizdeki ilgi çekici makaleler sayesinde gelişti. Bu yolculuğumuz tam 19 yıldır sürüyor. Lise ve üniversite yıllarımda yaz tatillerim, 2006 senesinde derginin eki olarak verilen arşiv DVD’sinde yer alan eski sayıları okumakla geçti. Bu sayede yalnızca bilimin güncel yönünü değil, geçmişten bugüne uzanan gelişim çizgisini de izleme fırsatım oldu. 2007 yılında derginizdeki satranç makalelerinde yer alan notasyonları ve analizleri anlayamadığım için surf o yazıları da kavrayabilmek adına satranç oynamayı öğrenmiştim.

Lise yıllarımda dergide okuduğum yazılar ve sizlerin tanıttığı tıbbi yenilikler, hekimlik mesleğini seçmemde önemli rol oynadı. Bugün hem ben *Bilim ve Teknik* yolculuğuna devam ediyorum hem de üç yaşındaki kızım *Meraklı Minik* dergisindeki konular ve etkinlikler sayesinde yaşadığı dünyayı tanıyor, sürekli yeni şeyler keşfediyor ve öğreniyor.

Bizleri çocukluğumuzdan itibaren bilimin aydınlık yoluna çıkararak bu dergiye, yayın hayatına başladığından bu yana nesiller boyu emeği geçen ve katkı sağlayan herkese sonsuz teşekkürlerimi sunuyorum.

Dr. Çağlar Kılınçarslan

“Eksik yanımı tamamladı.”

Merhaba,

12 yıllık öğretmenim. Derginizle COVID-19 pandemi sürecinde tanıştım. Bilim ve teknoloji her zaman ilgi alanım oldu. Derginiz bu süreçte benim eksik yanımı tamamladı, her yeni sayıyla yepyeni bilgiler öğrenmeye devam ediyorum. Dergimi öğrencilerimle de paylaşıyorum. Derginin geçmiş sayılarını öğrencilerime okumaları için verdiğimde onların gözündeki mutluluk tarif edilemez. Tüm öğrencilerim dergi içeriklerini ilgiyle ve hevesle okuyor. Emeği geçen herkese teşekkürler.

Sabahattin Evrensel

“Bilimle kurduğum bağı ilk halkası”

Merhaba,

Çocukluk yıllarımdan bu yana *Bilim ve Teknik* dergisi benim için yalnızca bir yayın değil; merakın, keşfin ve düşünmenin simgesi oldu. Her sayısında bazen bir makalenin satır aralarında, bazen bir görselin çağrıştırdığı sorularda yeni bir dünyaya açılan kapı buldum. Bugün yönetim bilimi ve örgütsel davranış üzerine yürüttüğüm doktora çalışmalarında bu derginin bana kazandırdığı bilimsel bakış açısı ve sorgulama alışkanlığı hâlâ en kıymetli yol arkadaşlarım arasında. Bilimsel merakı besleyen, disiplinler arası düşünmeyi teşvik eden ve okurla kurduğu samimi bağı yıllardır sürdüren yayıncılık anlayışınız için çok teşekkür ederim. 59 yıl boyunca nice kuşakların zihnini aydınlattınız, umarım daha nice yıllar bu ışığı taşırsınız. Bilimle kurduğum bağı ilk halkası siz oldunuz. Bugün akademik çalışmalarına yön veren değerlerin temelinde bu bağı hâlâ canlı. Sevgi ve saygılarımla...

Nazlı Ece Bulgur

“Dünyaya farklı bir gözle bakmayı öğrettin.”

Merhaba,

Lisedeyken çok ilgimi çektin ve seni okumaya başladım, gökyüzünü seninle sevdim. Dünyaya, doğaya, çevreye farklı bir gözle bakmayı öğrettin bize. Aradan geçen onlarca yıla rağmen senden yeni şeyler öğrenmeye devam ediyoruz. Ve şimdi çocuklarımız da senin okurun... İyi ki varsın *Bilim ve Teknik*.

Dr. Yasin Akbulut

“Babadan çocuğa, çocuktan toruna”

Merhaba,

Çocukluğum 90'lı yıllarda Trabzon'un küçük bir köyünde geçti. Babam öğretmendi ve çalıştığı okulda biriken *Bilim ve Teknik* dergilerini zaman zaman eve getirirdi. Bu dergiler genellikle birkaç ay öncesine ait sayılar olurdu. O dergileri karıştırmak, sayfalarını merakla okumak, çocukluk yıllarımda en keyifli anlarımdandı. Uzaya ve teknolojiye duyduğum ilgi de işte o günlerde *Bilim ve Teknik* sayesinde oluştu ve şekillendi. Bugün 43 yaşındayım ve 8 yaşında bir kız babasıyım. Her ay *Bilim Çocuk* ile *Bilim ve Teknik* dergilerimizi birlikte heyecanla bekliyoruz. İyi ki varsınız.

Âdem Akif Uzunalioğlu

Haberler

TEKNOFEST 2026 Teknoloji Yarışmalarına Başvurular Devam Ediyor!

Özlem Kılıç Ekici

Dünyanın en büyük havacılık, uzay ve teknoloji festivali olan TEKNOFEST, 30 Eylül 4 Ekim tarihleri arasında GAP Havalimanı'nda gerçekleşecek. TEKNOFEST 2026, binlerce yıllık tarihi ve köklü medeniyet mirasıyla öne çıkan Şanlıurfa'da bilim ve teknoloji tutkunlarını bir araya getirecek. TEKNOFEST 2026 kapsamında düzenlenecek teknoloji yarışmalarına katılmak isteyenler için başvurular başladı. Fikirlerini projeye, projelerini geleceğe dönüştürmeyi hedefleyen genç mucitler için yarışma başvuruları 20 Şubat'a kadar devam edecek.

T.C. Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı ve T3 Vakfı ana yürütücülüğünde, Türkiye'nin önde gelen teknoloji şirketleri, kamu kurumları, medya kuruluşları ve üniversitelerin destekleriyle düzenlenen



The poster for TEKNOFEST 2026 is a vibrant, futuristic scene set against a starry night sky. In the foreground, a large, ancient stone robot stands in a courtyard with classical architecture. The background is filled with various technological icons and labels, including 'ROBOTİK DİNEMİSTİM ARACI', 'SAGLIKTA YAPAY ZEKA', 'KIBANTEM TEKNOLOJİLERİ', 'SARASMA İHA', 'MODEL İYİHU', 'ROKET', 'ROBOTİK DİNEMİSTİM ARACI', 'WORLD DÜDENE CUP', 'HARACILIKTA YAPAY ZEKA', 'ENKOLÖJİDE 3T', 'JET MOTOR TASARIM', 'İNSANSIZ HAVA ARAÇLARI', 'TEMA-TEKNOFEST DÜDENE BİLİM DÜDÜLELERİ', 'İNSANSIZ SU ALTI SİSTEMLERİ', 'NÜKLEER ENERJİ TEKNOLOJİLERİ TASARIM', 'BLANÇİNCİ', 'İNANILIRLIK YARARINA TEKNOLOJİLER', 'İNSANSIZ HAVA ARAÇLARI', 'İNSANSIZ SU ALTI SİSTEMLERİ', 'İZLEME KIBANTEM RÖTÖP ARASTIRMA', 'E-FİCARİT', 'SİDİR İHA', 'DİNEY İGİLİ RÖTÖP', 'EFFİCİENCY CHALLENGE', 'E-İCARİT', 'RİYETEKNOLOJİ İNNOVASYON', 'TELİSİ ARKADAŞ BULUŞ FİARİ', 'PLADİS HATA YARALAMA VE ÖNERİ', 'USAN ARABA SİMULASYON', 'TRAVEL İDEATİON', 'TÜRKE DOĞAL DAL İŞLEME', 'SANKYDE DİJİTAL TEKNOLOJİLER', 'CELEKİTİ SİNOLOJİLERİN SENOİLERİ', 'İNANILIRLIK YARARINA TEKNOLOJİLER', 'İNSANSIZ HAVA ARAÇLARI', 'TEKNOFEST RÖTÖP', 'İNANILIRLIK YARARINA TEKNOLOJİLER', 'SİDİR İHA', 'TÜRKE DOĞAL DAL İŞLEME', 'TEKNOFEST YAPAY ZEKA FİLM', '5G', 'SĞ & YAPAY ZEKA İLE AKILLI YAŞAM GÜVENLİĞİ', 'İLERİ OTONOM SİSTEMLER VE OPERASYON', 'FPV DÖDENE İZLEME', 'TEKNOFEST MESLEKİ YETEMEK', 'TEKNOFEST MADEN TEKNOLOJİLERİ', 'ELEKTRONİK HARİP', 'HYPERLOOP GELESTİRME', 'TEKNOFEST MİMARİ VE GÜŞEL TASARIM', 'GÖVRELİ İYİHU HABERLEŞMESİ', '75 MİLYON TL + ÖDUL 100 MİLYON TL + MALZEME DESTEĞİ', 'SON TARİH 20 ŞUBAT 26', 'DETAYLI BİLGİ VE BAŞVURULAR İÇİN teknofest.org', 'TEKNOFEST', 'T.C. SANAYİ VE TEKNOLOJİ BAKANLIĞI', 'T.C. SANAYİ VE TEKNOLOJİ BAKANLIĞI'.

TEKNOFEST, her yıl yenilenen yarışma kategorileriyle dikkat çekiyor.

TEKNOFEST 2026'da, gençlerin büyük bir ilgiyle takip ettiği Roket Yarışması, Tarım Teknolojileri Yarışması, İnsansız Hava Araçları Yarışmaları, Çelikkubbe Hava Savunma Sistemleri Yarışması, Sağlıkta Yapay Zeka Yarışması ve Güvenli

Uydu Haberleşmesi Yarışması gibi toplamda 52 farklı kategoride ve 127 alt kategoride teknoloji yarışmaları düzenlenecek. Bu yıl önceki yıllardan farklı olarak Elektronik Harp Yarışması, İleri Otonom Sistemler Tasarım ve Operasyon Yarışması, Maden Teknolojileri Yarışması, FPV Drone İzleme (Tracking) Yarışması ve İnsanlık Yararına Teknolojiler Yarışması ilk kez

başvuruya açılarak teknoloji tutkunlarına yeni ufuklar kazandıran güçlü deneyim fırsatları sunulacak.

2018 yılından bu yana inovasyonun, üretimin ve geleceği şekillendiren fikirlerin buluşma noktası olan TEKNOFEST'e, bugüne kadar 4 milyonun üstünde başvuru yapıldı. TEKNOFEST 2026'da yine ilkokuldan ortaokula, liseden lisansa ve lisansüstüne kadar her öğrenim seviyesinden binlerce genç, hayallerini projeye dönüştürmek için farklı kategorilerdeki teknoloji yarışmalarına başvurma imkânı yakalayacak.

Festival coşkusunu ülkemizin her köşesine ulaştıran TEKNOFEST'in 2026 yılı teknoloji yarışmalarına katılmak için www.teknofest.org adresinden başvurularınızı yapabilirsiniz. ■

Vücudumuz Soğuğu İki Farklı Şekilde Hissediyor

İlay Çelik Sezer

Dış ortamın sıcaklığı derideki duyu reseptörleri (almaç) tarafından algılansa da bazen günlük hayatta "içimizin üşümesi" şeklinde tarif ettiğimiz bir durum yaşarız. Yeni bir araştırmada bu olguya açıklama

getirebilecek bulgular elde edildi. Araştırmacılar, derinin ve iç organların sıcaklık düşüşlerini farklı moleküler mekanizmalar yoluyla algıladığını keşfetti. *Acta Physiologica* dergisinde yayımlanan araştırmaya göre düşük ortam sıcaklıkları temel olarak derimizdeki TRPM8 adlı bir iyon kanalı proteini tarafından algılanıyor. İç organlarımız ise sıcaklık değişimlerini TRPA1 adlı farkı bir iyon kanalı proteini sayesinde algılıyor.

Araştırmacılar, soğuk algısından sorumlu duyu nöronlarını doğrudan inceleme imkânı sağlayan hayvan modellerinden yararlanarak soğüğün vücut tarafından nasıl algılandığını araştırdı. Çalışmada iki ana sinir yoluna odaklanıldı: Deriden ve başın yüz bölgesinden duyu taşıyan trigeminal sinir ve beyin ile akciğerler ve sindirim organları arasındaki iletişimi sağlayan vagus siniri. Araştırmacılar, kalsiyum görüntüleme (sinir hücrelerinin aktivitesini anlık olarak takip etmeyi sağlayan yöntem) ve elektrofizyolojik kayıt (sinir hücrelerinin elektriksel aktivitesini doğrudan ölçmeyi sağlayan yöntem) yöntemleriyle nöronların sıcaklık değişimlerine karşı tepkilerini gerçek zamanlı olarak izledi. Ayrıca belirli duyu reseptörlerini (almaç) bloke eden ilaçlar

kullanarak hangi iyon kanallarının hangi nöronlarda aktif olduğunu belirlediler. Araştırmacılar genetik değişikliklerle TRPM8 ve TRPA1 iyon kanalı proteinlerini ifade eden genlerin işlevsiz hâle getirildiği farelerle deneyler yaptı. Deney sonuçları ve gen ifadesi analizleri, bu proteinlerin buldukları dokulara özgü olarak soğuk algısında farklı görevler üstlendiğini doğruladı. Sonuçta sıcaklık algısının, vücudun farklı bölgelerinin işlevlerine uygun olarak özelleştiği anlaşıldı. Araştırmanın sonuçları, vücudun sıcaklık dengesini nasıl sağladığının ve anormal soğuk hassasiyetiyle ilişkili hastalıkların mekanizmasının anlaşılmasına katkıda bulunabilir. ■

<https://www.sciencedaily.com/releases/2025/12/251218060548.htm>



Cloud-9 – Yeni Bir Tür Gök Cisminin İlk Örneği

Mahir E. Ocak

Hubble Uzay Teleskobu ile gözlemler yapan bir grup gök bilimci yeni bir tür gök cisminin ilk örneğini keşfetti. Kısaca RELHIC'ler olarak adlandırılan bu gök cisimleri, içinde yıldızların bulunmadığı, gaz bakımından zengin bir karanlık madde bulutundan meydana geliyor.

RELHIC'ler oluşumunu tamamlayamamış, "başarısız" gök adalardır. Yeteri kadar madde bulutu toplayamadığı için yıldız oluşumunu tetikleyememiş bu gök cisimleri, büyük oranda karanlık maddeden oluşur. Uzun yıllardır gök bilimciler uzayda bu tür gök cisimleri olduğunu düşünüyor ve tespit etmek üzere araştırmalar

yapıyordu. Ancak karanlık madde ışıkla etkileşmediği için RELHIC'leri keşfetmek zordur.

Cloud-9 adı verilen gök cismi ilk olarak üç yıl önce Çin'deki FAST teleskobuyla tespit edilmişti. Gök cisminin bir RELHIC olduğunun doğrulanması ise Hubble Uzay Teleskobu sayesinde mümkün oldu. Hubble gözlemlerinden önce, Cloud-9'u yeryüzündeki teleskoplarla gözlemleyen araştırmacılar, gök cisminin solgun bir gök ada olduğunu iddia edebilir, hiçbir yıldız gözlemlenememesini ise teleskopların çözünürlüğünün düşük olmasına bağlayabilirdi. Ancak Hubble'ın sağladığı yüksek çözünürlüklü gözlemler, karanlık madde bulutunun hiç yıldız içermediğini hiçbir şüpheye yer bırakmayacak bir biçimde doğruladı ve Cloud-9'un bir RELHIC olduğunu gösterdi.

Cloud-9 yeryüzüne yaklaşık 14 milyon ışık yılı mesafede yer alıyor. Küre biçimli bulutun çapı

4.900 ışık yılı civarında. Gök cisminin içerdiği hidrojen gazının kütlesi Güneş'inin yaklaşık bir milyon katı. Sistemdeki karanlık maddenin kütlesi ise yaklaşık olarak Güneş'inin beş milyar katı. Gök cisminin Cloud-9 olarak adlandırılmasının nedeni ise yakınında bulunduğu Messier 94 gök adasının civarında keşfedilmiş dokuzuncu bulut olması.

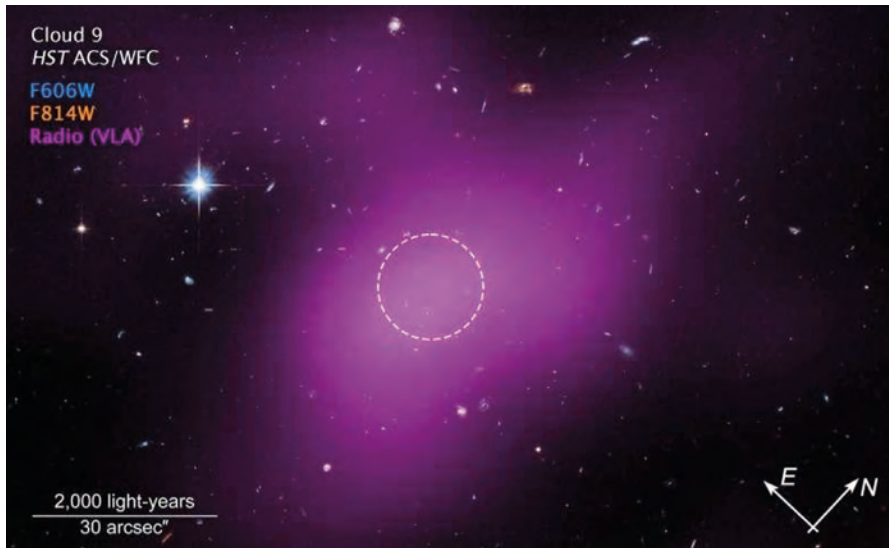
Detaylı bilgiye Dr. Gagandeep S. Anand ve arkadaşlarının *The Astrophysical Journal Letters*'ta yayımladığı makaleden ulaşabilirsiniz. ■

<https://iopscience.iop.org/article/10.3847/2041-8213/ae1584>

Beyaz Kıtada Kimyasal Kalıntıların İzleri Takip Ediliyor

Hayriye Yetiş Avcı

9. Ulusal Antarktika Bilim Seferi (TAE-IX) ülkemizi beyaz kıtada temsil etmek üzere yola çıkan 16'sı Türk, 20 araştırmacının katılımıyla geçtiğimiz yılın şubat ayında gerçekleşmişti. 19 farklı bilimsel projenin yürütüldüğü seferde iklim değişikliğinden biyoteknolojiye, çevre biliminden uzay gözlemlerine kadar çok farklı alanlarda eş zamanlı incelemeler yapıldı. Seferde katılan araştırmacılardan biri olan Dr. Öğr. Üyesi Buse Tuğba Zaman'ın





Adelie penguenleri, imparator penguenlerle birlikte Antarktika'da yaygın olarak bulunan iki penguen türüdür. Dr. Öğr. Üyesi Buse Tuğba Zaman, Weddell fokuyla aynı kareyi paylaştığı bu fotoğrafta Adelie penguenlerinin dışkı örneklerini topluyor.

laboratuvar cihazlarıyla normalde tespit edilemeyen kimyasal kalıntılar, nanogram (milyarda bir gram) hatta pikogram (trilyonda bir gram) seviyelerinde ölçülebilir hâle geliyor. Proje kapsamında penguenlerle birlikte fok dışkılarından ve okyanus suyundan da örnekler alındı.

İnsan etkisinin en sınırlı olduğu kıta olan Antarktika, iklim değişikliğinin etkilerini doğrudan gözlemlediğimiz nadir bölgelerden biri. Dolayısıyla bu araştırma sadece kimya bilimine yaptığı katkılarla değil, gezegenimizle ilgili uzun vadeli değişimleri izlemek açısından da kritik öneme sahip.

T.C. Cumhurbaşkanlığı himayelerinde, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı uhdesinde, TÜBİTAK Kutup Araştırmaları Enstitüsü (KARE) tarafından yürütülen Ulusal Antarktika Bilim Seferleri, ülkemizdeki genç bilim insanlarına kazandıracığı uluslararası tecrübeler bakımından büyük önem taşıyor. Antarktika'daki Türk Bilim Üssü, Türk bilim insanlarının kutup araştırmaları yürütmesine katkı sağlamanın yanı sıra Türkiye'nin kutuplardaki kalıcı varlığını da simgeliyor. ■

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

Antarktika Yarımadası açıklarında topladığı örneklerde çevre için risk oluşturabilen çeşitli kimyasal kalıntılar tespit edilmesine yönelik araştırması, *Nature* dergisinde haber konusu oldu.

Besin ya da solunum gibi yollarla canlıların vücuduna girebilen ağır metal, pestisit, mikroplastik parçacıkları gibi kimyasal kalıntılar dokularda zamanla birikerek canlı sağlığı üzerinde zararlı etkilere yol açabilir. Bir kısmı dışkı yoluyla vücuttan atılan bu kalıntıların miktarı, yapılan analizlerle tespit edilebilir. Ancak bu kalıntıların miktarları çoğu zaman standart laboratuvar cihazlarının

ölçüm sınırının altındadır. Bu nedenle detaylı şekilde analiz edilmeleri hayli zordur. Yıldız Teknik Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Kimya Bölümü Öğretim Üyesi Prof. Dr. Sezgin Bakırdere ve ekibi tarafından yürütülen proje kapsamında sefere katılan Buse Tuğba Zaman, Antarktika Yarımadası açıklarındaki Horseshoe Adası'nda yaşayan Adelie penguenlerinden (*Pygoscelis adeliae*) dışkı örnekleri topladı. Proje ekibi, kimyasal kalıntı yoğunluğunun düşük olduğu örneklerdeki parçacıkları önce ayıran, ardından standart laboratuvar cihazlarıyla tespit edilebilecek yoğunluğa getiren bir yöntem geliştirdi. Böylece

Derin Denizlerdeki Depremlerin Beslediği Plankton Patlamaları

Mahir E. Ocak

Bilimsel çalışmalar Güney Okyanusu'nda meydana gelen devasa plankton patlamalarının denizin binlerce metre altındaki hidrotermal bacalardan püsküren besinlerin depremler sırasında hızla yüzeye çıkmasıyla ortaya çıktığını gösteriyor. Dr. Casey Schine ve arkadaşları tarafından yapılan araştırmanın sonuçları *Nature Geoscience*'ta yayımlandı.

Antarktika'yı çevreleyen sular soğuk olmasına rağmen zaman zaman bu sularda da devasa fitoplankton patlamaları görülür. Her yıl Avustralya ve Antarktika tektonik levhalarının bir araya geldiği Avustralya Antarktika Sırtı'nın üzerindeki sularda aşırı derecede büyük bir fitoplankton patlaması meydana gelir. Örneğin 2014 yılındaki patlama, okyanus sularında 266.000 kilometrekarelik bir alana yayılmıştı.

Geçtiğimiz yıllarda araştırmacılar, Antarktika civarında gözlemlenen fitoplankton patlamalarını denizin altındaki hidrotermal bacalarla ilişkilendirmeye başladı.



Güney Okyanusu'nda fitoplankton patlaması

Fitoplanktonların büyüme hızını belirleyen temel besinlerden biri demirdir. Çalışmalar da fitoplanktonların aşırı çoğalmasına yol açan demirin kaynağının okyanus tabanındaki hidrotermal bacalardan püsküren kaynar sular olduğuna işaret ediyordu.

Güney Okyanusu'ndaki fitoplankton patlamalarını deniz dibindeki hidrotermal bacalarla ilişkilendiren ilk çalışmaların açıklayamadığı bir nokta, bacaların nasıl olup da hemen üzerlerindeki ve yakın civarlarındaki sularda fitoplankton patlamalarını tetikleyebiliyordu. Daha önceleri yapılan bilimsel çalışmalar hidrotermal bacalardan yayılan sulardaki besinlerin yüzeye çıkmasının onlarca yıl sürdüğünü ve bu süre içinde besinlerin kaynağından binlerce kilometre öteye taşındığını göstermişti.

Schine ve arkadaşları, fitoplankton patlamalarında hidrotermal bacaların yanı sıra sismik etkinliklerin de rol aldığını düşünerek çalışmalar yaptı. Araştırmacılar 1997-2024 dönemindeki patlamalar ile ilgili uydu görüntülerini ve bölgedeki depremler ile ilgili kayıtları inceledi. Analizler gözlemlenmiş en büyük fitoplankton patlamalarının bölgede meydana gelen büyüklüğü 5 ve üzerinde olan depremlerden birkaç hafta ya da ay sonra ortaya çıktığını gösterdi. Bu sonuçlar, sismik etkinliklerin hidrotermal bacalardan yayılan demirin çok daha hızlı bir biçimde yüzeye ulaşmasına yol açtığı şeklinde yorumlanıyor.

Detaylı bilgiye *Nature Geoscience*'ta yayımlanan makaleden ulaşabilirsiniz. ■

<https://www.nature.com/articles/s41561-025-01862-6>

Trafikte Müziği Kısmaya İçgüdüsel Bilimsel Temeli

Özlem Ak

Zorlayıcı sürüş koşullarında, örneğin dar bir alanda park ederken müziğin sesini kırmak, birçok sürücünün otomatik olarak başvurduğu yaygın bir davranıştır. Yüksek sesli müzik dinlerken çevresel uyarıları algılamamanın ve dikkati toplamanın zorlaştığı yönündeki kişisel algı, ilk bakışta mantıksız görünse de bilimsel araştırmalar bu hissin nörobilişsel süreçlere dayandığını ortaya koyuyor. Çeşitli çalışmalar, sürüş esnasında beynin zaten yüksek

bir bilişsel yük altında çalıştığını ve yüksek sesli müziğin bu yükü artırarak dikkat düzeyini azalttığını gösteriyor. Bu nedenle sürücülerin böyle durumlarda sesi kısma yönelmesi, bilişsel yük yönetimine yönelik otomatik bir düzenleme tepkisi olarak değerlendiriliyor.

Günlük hayatta araç kullanırken müzik dinlemek çoğumuz için doğal bir alışkanlık. Araştırmalar, sürücülerin büyük çoğunluğunun yolculuklarının en az üçte ikisini bir şeyler dinleyerek geçirdiğini ortaya koyuyor. Ancak her müziğin etkisi aynı değil. Ses seviyesi yükseldikçe sürüş hızının da arttığı, yüksek tempolu veya duygusal yüklü şarkıların zihinsel uyarılmayı artırarak dikkatin daha kolay dağılmasına

yol açtığı biliniyor. Özellikle genç sürücüler bu etkiye daha açık: Kendi seçtikleri hızlı tempolu müzikleri dinlediklerinde daha fazla hata yapıyor, daha agresif araç kullanıyor ve daha çok dikkat kaybı yaşıyorlar. Buna karşın sakın müzikler veya sessizlik, sürüş performansını belirgin ölçüde iyileştiriyor.

Bu farklılığın temelinde müzik türünden çok bilişsel kapasitenin sınırlılığı bulunuyor. Sürüş sırasında kritik rol oynayan bilişsel sistemlerden biri çalışma belleğidir. Çalışma belleği örneğin trafik ışıklarında sarı ışığı gördüğümüzde bu bilgiyi birkaç saniye akılda tutmamıza, aynı anda aynalara ve çevreye bakarak durumu değerlendirmemize ve durup durmamaya hızlıca karar vermemize yardımcı olur. Ancak bu sistemin kapasitesi sınırlıdır. Yüksek sesli müzik, karmaşık ritimler veya duygusal açıdan yoğun şarkılar, bu sınırlı kapasitenin gereksiz uyarılar tarafından kullanılmasına yol açarak zihinsel odağın dağılmasına neden olabilir. Böyle durumlarda beyin karar verme, fren yapma ya da yolu takip etme gibi sürüş güvenliği açısından kritik işlevlere yeterince odaklanmakta zorlanır. Bu yüzden zorlu bir trafik ortamında müziğin sesini kısınca bir tür zihinsel rahatlama hissedilmesi son derece doğaldır çünkü beyin o anda dikkati gerekli uyarılara yönlendirerek bilişsel yükü azaltmaya çalışır.



Yine de müzik her zaman olumsuz bir etki yaratmaz. Doğru şarkılar seçildiğinde stresin azalmasına yardımcı olabilir, uyanıklığı artırabilir ve özellikle uzun, tekdüze yollarda sürüş güvenliğine katkı sağlayabilir. Araştırmalar, sakin ve düşük tempolu müziklerin vücudun stres tepkisini azalttığını ve sürücünün uzun süre dikkatini korumasını kolaylaştırdığını gösteriyor. Hatta bazı deneylerde müzik dinleyen sürücülerin hızlarını daha istikrarlı şekilde kontrol ettiği ve daha iyi odaklandığı görülmüş. Bu bulgular, müziğin sürüş sırasında duygusal denge sağlayarak zihinsel süreçleri destekleyebileceğini ortaya koyuyor.

Sürüş sırasında dikkat gereksinimimiz arttığında elimizin farkında olmadan ses düşmesine gitmesi aslında rastgele bir davranış değil, beynimizin o anki zihinsel yükü dengelemeye çalışmasının doğal bir sonucu. Yol koşulları zorlaştığında sesi kısmak, beynin dikkatini daha çok yola yönlendirmesine yardımcı olur ve dolaylı olarak sürüşü daha güvenli hâle getirir. Bu küçük hareket, beynimizin çevrede olup bitene ne kadar hızlı uyum sağlayabildiğinin günlük hayattaki en iyi örneklerinden biridir. ■

<https://www.discovermagazine.com/why-your-brain-forces-you-to-turn-down-the-music-when-driving-gets-stressful-48361>

Yutulduğunda Haber Veren Hap

Mahir E. Ocak

Massachusetts Teknoloji Enstitüsünde (MIT) çalışan bir grup mühendis, yutulduğunda haber veren haplar geliştirdi. İçerisinde ilacın yanı sıra radyo dalgaları gönderebilen biyoçözünür bir anten bulunan hapların, düzenli ilaç kullanması hayati önemde olan yüksek risk grubu hastalar için faydalı olması bekleniyor. Dr. Mehmet Girayhan Say ve arkadaşları tarafından yapılan

araştırmanın sonuçları *Nature Communications*'ta yayımlandı.

İlaçları düzenli bir biçimde kullanmamak önemli bir sağlık sorunu. Her yıl yüz binlerce insan ilaçlarını düzenli kullanmadığı için hayatını kaybediyor. MIT'de çalışan mühendisler bu soruna çare olabilecek bir sistem geliştirdi. Araştırmacılar, ilaçların hekimler tarafından önerildiği şekilde kullanılıp kullanılmadığının takip edilmesi amacıyla yutulduğuna dair bilgi veren haplar tasarladı ve üretti.

Geliştirilen sistem biyoçözünür bir radyo frekansı anteni içeriyor.



Çinkodan üretilen anten, selüloz içine yerleştirildikten sonra ilaç ile birlikte bir kapsülün içine konuluyor. Jelatinden üretilen kapsül ise selüloz ve molibden ya da tungsten içeren bir malzemeye kaplanıyor. Bu kaplamanın temel işlevi içerisindeki antenin kapsül yutulmadan önce bir sinyal göndermesini engellemek. Kapsül yutulduktan sonra dış kısımdaki kaplama çözünüyor, böylece hem anten hem de ilaç serbest kalıyor. Serbest kalan anten harici bir sistem tarafından gönderilen bir sinyali algıladığında sistemdeki bir radyo frekansı (RF) çipinin radyo dalgası üretmesine yol açıyor. Bu sinyal, haricî sisteme bilgi vererek hapın yutulduğunu teyit ediyor.

Geliştirilen sistemin RF çip haricindeki tüm bileşenleri sindirim sistemi tarafından parçalanıyor. 400 mikrometre genişliğindeki RF çip ise sindirim boşluğu boyunca ilerliyor ve vücuttan dışarı atılıyor.

Detaylı bilgiye *Nature Communications*'ta yayımlanan makaleden ulaşabilirsiniz. ■

<https://www.nature.com/articles/s41467-025-67551-5>

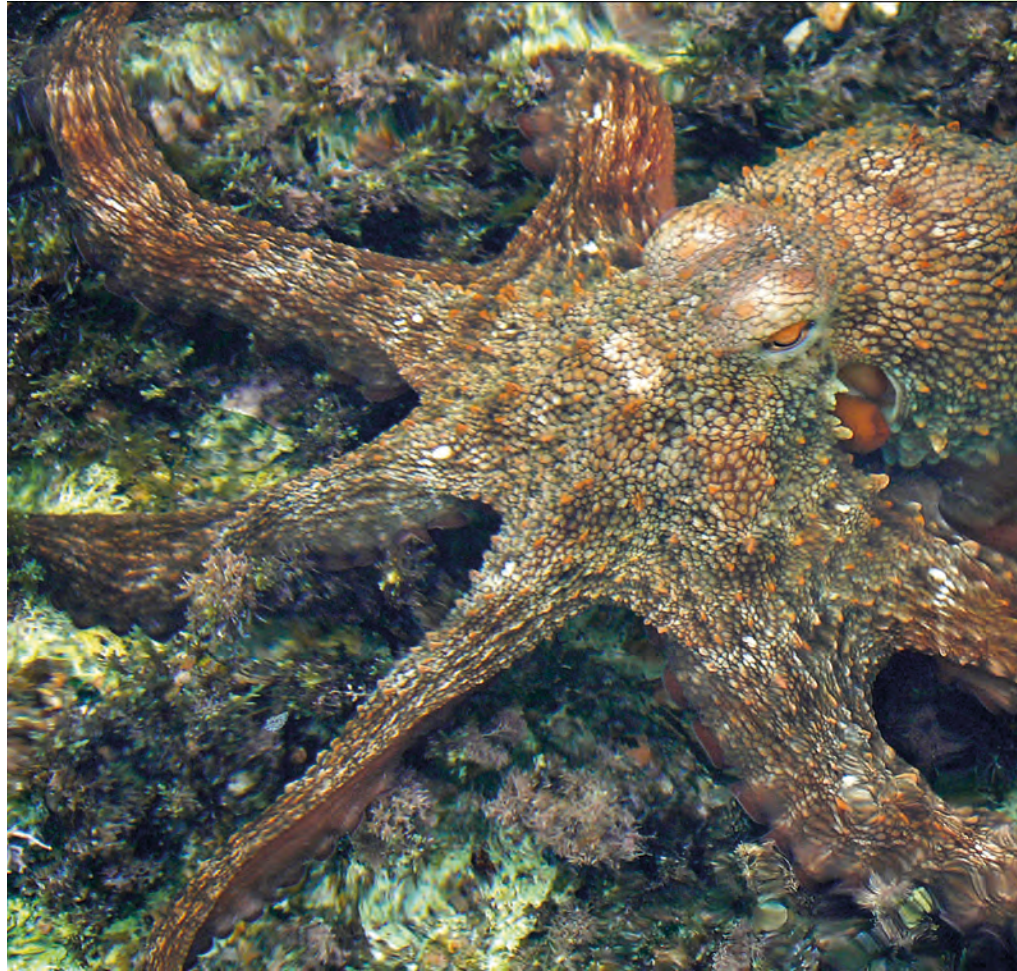
Ahtapotlardan İlham Alan Akıllı Yüzeyler

Özlem Ak

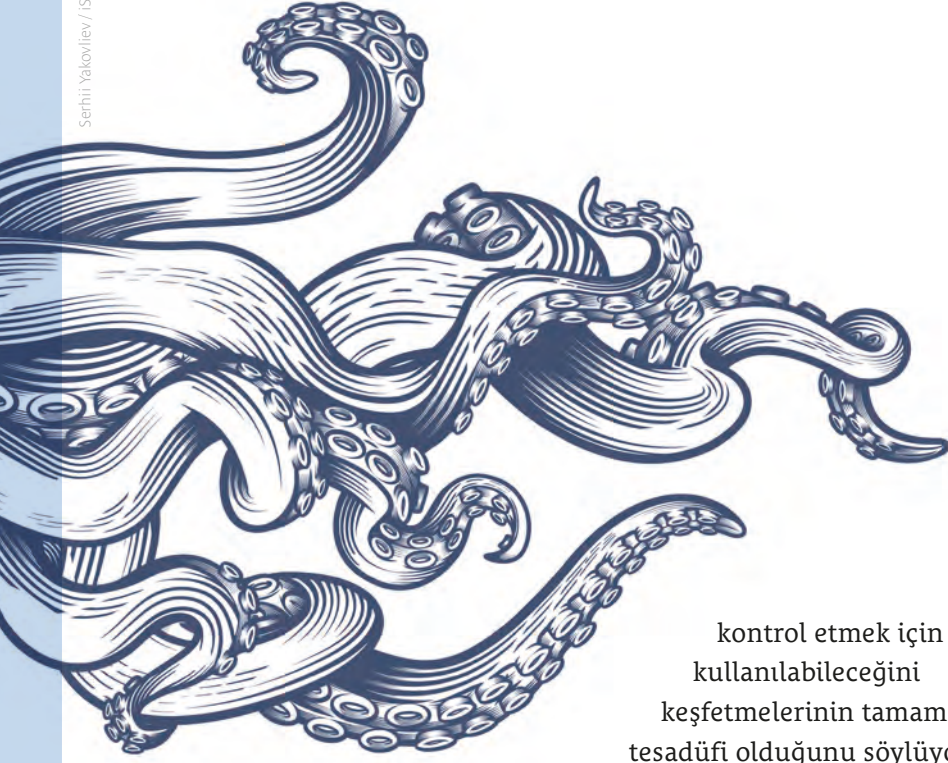
Ahtapotlar, çevrelerine uyum sağlamak için derilerinin dokusunu ve rengini son derece hızlı biçimde değiştirerek gizlenme konusunda olağanüstü bir yeteneğe sahip. Araştırmacılar da uzun süredir bu özelliği yapay malzemelere kazandırmanın

yollarını arıyor. Ocak ayında *Nature* dergisinde yayımlanan yeni bir araştırmada, renk, doku ve desen gibi özellikleri insan saçının kalınlığından daha ince bir ölçekte değiştirebilen yeni bir malzeme geliştirildi.

Araştırmacılar, yarı iletken üretiminde kullanılan elektron demetiyle desen oluşturma yöntemini, suyla temas ettiğinde şişen bir polimer filmle birleştirerek yeni bir yaklaşım geliştirdi. Elektron demetleri polimere yalnızca belirli bölgelerde uygulandı,



Gwenwidig / iStock



böylece malzemenin sadece istenilen bölgelerinin şişmesi sağlandı. Sonuçta polimer film ancak ıslatıldığında ortaya çıkan son derece ayrıntılı desenler elde edildi.

Elde edilen bulgular araştırmacıları ilk anda şaşırttı. Araştırma ekibinden Stanford Üniversitesi Malzeme Bilimi ve Mühendisliği Bölümünde doktora öğrencisi olan Siddharth Doshi, önceki çalışmalarında taramalı elektron mikroskobu (SEM) kullanarak polimer filmin üzerindeki nano yapıları görüntülemişti. Bu örnekleri yeniden incelediğinde ise SEM ile taranmış bölgelerin farklı davrandığını ve hatta renk değiştirdiğini fark etti. Doshi, elektron demetlerinin yüzey yapısını nano ölçeklerde

kontrol etmek için kullanılabileceğini keşfetmelerinin tamamen tesadüfi olduğunu söylüyor.

Bu malzemenin davranışı ve özellikleri hakkında öğrenilecek hâlâ çok şey olsa da araştırmacılar filmin renk ve yüzey özelliklerini şimdilik elle değiştirebiliyor. Yöntem henüz bir ahtapot kadar hızlı ya da hassas olmasa da araştırmacılar bu hedefe her geçen gün biraz daha yaklaşıyor.

Araştırma ekibi, gelecekte bu sistemi yapay zekâ tabanlı bir yaklaşım olan sinir ağlarıyla kontrol etmeyi hedefliyor. Amaç, yüzeyi arka planla karşılaştırarak insan müdahalesine gerek kalmadan gerçek zamanlı ve otomatik biçimde ortama uyum sağlayabilen bir yapı geliştirmek.

Bu yeni malzeme hem insanlar hem de robotik sistemler için daha gelişmiş kamuflaj teknolojilerinin önünü açabilir. Ayrıca giyilebilir teknolojilerde renk ve form

değiştirebilen daha dinamik ekranların geliştirilmesine de katkı sağlayabilir. Araştırmacılar, çalışmanın nanofotonik alanında (ışığın nanometre ölçeğinde kontrol edilmesi ve yönlendirilmesi) yeni olanaklar sağlayabileceğini ve bunun şifreleme, elektronik ve biyoloji gibi alanlardaki ilerlemeleri hızlandırabileceğini düşünüyor. ■

<https://doi.org/10.1038/s41586-025-09948-2>

Geç Fark Edilen Ailesel Hiperkolesterolemi

Özlem Ak

Yeni bir araştırma, yüksek kolesterole yol açan kalıtsal bir hastalığın kuşaklar boyunca kalıtsal olarak aktarılmasına rağmen çoğu zaman bireylerde tanı koyulmadan ilerlediğini ortaya koyuyor. Ailesel hiperkolesterolemi olarak adlandırılan bu genetik durum, doğumdan itibaren düşük yoğunluklu lipoprotein (LDL) kolesterol düzeylerinin yüksek seyretmesine neden oluyor. LDL, atardamar duvarlarında plak birikimini hızlandırdığı için “kötü” kolesterol olarak da biliniyor. Dünya genelinde her 200-250 kişiden birini etkilediği tahmin edilen ailesel hiperkolesterolemi, tedavi edilmediğinde kalp krizi ve felç riskini belirgin biçimde artırıyor.

Araştırmacılara göre günümüzde kullanılan standart tarama ve tanı yöntemleri ailesel hiperkolesterolemiyi çoğu zaman saptayamıyor. ABD'deki Mayo Clinic'ten bilim insanları, ailesel hiperkolesteroleminin klinik uygulamalarda hangi oranda gözden kaçtığını ortaya koymak amacıyla 84 bin kişinin genetik ve sağlık verilerini inceledi. Çalışmada proteinleri kodlayan DNA bölgelerini hedef alan ve "ekzom dizileme" olarak bilinen genetik testler kullanıldı.



Inna Dodor / iStock

Analizler sonucunda verileri incelenen bireylerin 419'unun ailesel hiperkolesterolemi açısından genetik risk taşıdığı belirlendi. Ancak bu kişilerin yaklaşık %90'ı, durumlarının farkında değildi. Daha da dikkat çekici olan ise bu grubun beşte birinde hâlihazırda koroner arter hastalığının saptanmış olmasıydı. Araştırmacılar, bu bireylerin büyük bölümünün standart genetik testlerle ailesel hiperkolesterolemi tanısı alma olasılığının oldukça düşük olduğunu belirtiyor.

Günümüzde ABD'de genetik testler genellikle yalnızca kolesterol düzeyleri çok yüksek olan ya da ailesinde yüksek kolesterol öyküsü bulunan kişilere uygulanıyor. Araştırmacılar, bu yaklaşımın önemli bir "kör nokta" yarattığını vurguluyor. Nitekim çalışmada ailesel

hiperkolesterolemi açısından genetik risk taşıdığı belirlenen bireylerin %75'i, mevcut ölçütlere göre genetik test için uygun aday olarak değerlendirilmeyecekti. Bulgular, daha kapsamlı tarama stratejilerinin erken tanı ve korunmada etkili olabileceğine işaret ediyor.

Buna karşın bazı uzmanlar, daha geniş çaplı genetik taramaların pratikte uygulanmasının sanıldığı kadar kolay olmadığını hatırlatıyor. Herkesi genetik testlerle taramanın günümüz koşullarında yüksek maliyetler gerektirdiğine dikkat çeken uzmanlara göre hangi grupların öncelikli olarak taranacağına ilişkin eşiklerin belirlenmesi kaçınılmaz.

Ailesel hiperkolesterolemiye yönelik daha yaygın taramaların ancak genetik test maliyetlerinin

belirgin biçimde düşmesiyle mümkün olabileceği ifade ediliyor. Öte yandan bu hastalığa sahip bireylerin büyük çoğunluğunda uzun yıllar boyunca belirgin bir belirti görülüyor. Bununla birlikte cilt altında sarımsı yağ birikintileri ya da 45 yaş altındaki bireylerde gözün kornea tabakası çevresinde ortaya çıkan gri-beyaz bir halka, bu duruma işaret edebilecek nadir klinik bulgular arasında yer alıyor.

Uzmanlar ayrıca ailede erken yaşta kalp krizi öyküsü bulunması hâlinde -özellikle birinci derece bir akrabanın 50 yaşından önce kalp krizi geçirmiş olması durumunda- orta yaşta yapılacak rutin kontroller beklenmeden lipid düzeylerinin daha erken yaşlarda değerlendirilmesi gerektiğine dikkat çekiyor. ■

<https://doi.org/10.1161/CIRCGEN.125.005174>

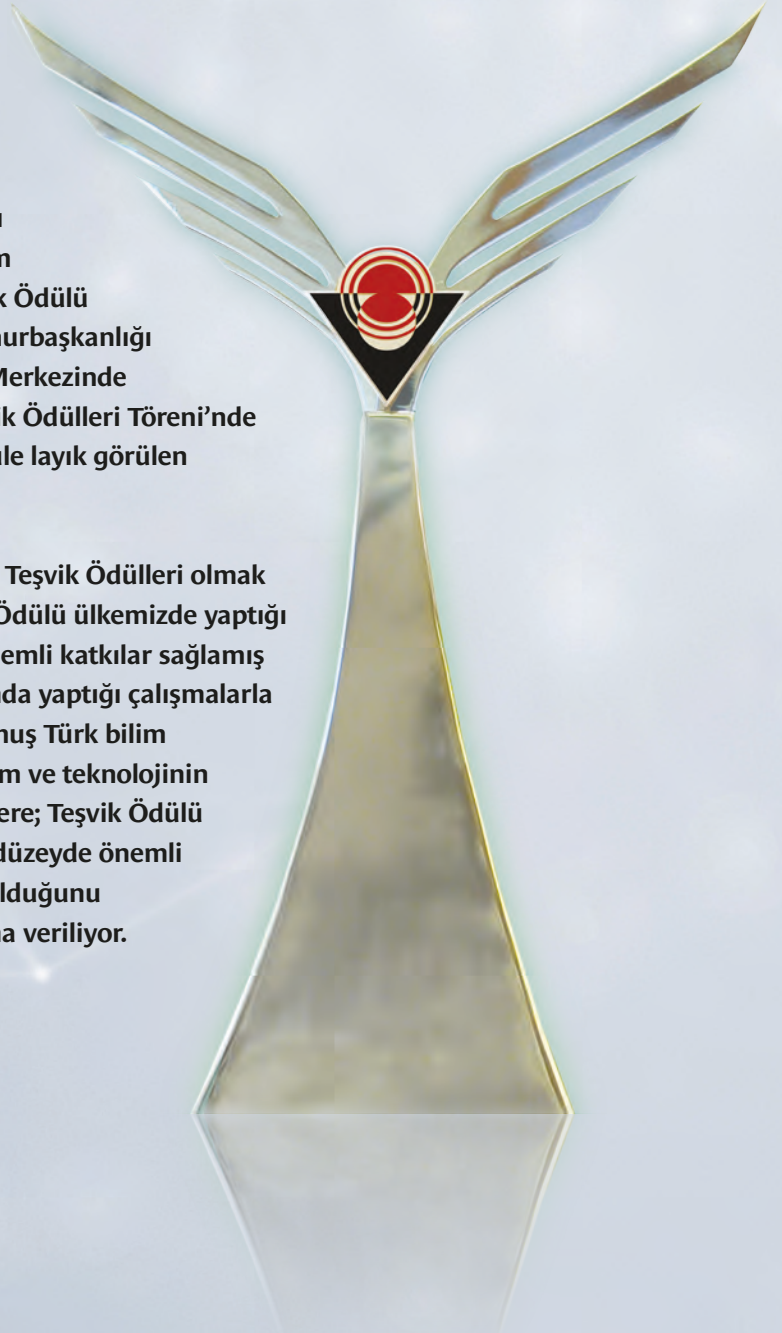
2025 Yılı TÜBİTAK Bilim, Özel, Hizmet ve Teşvik Ödülleri Sahiplerini Buldu

Dr. Özlem Ak [TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi

Bilim ve teknoloji alanlarında araştırma ve geliştirme faaliyetlerini desteklemek, bilim insanlarının yetiştirilmesi ve geliştirilmesi için imkân sağlamak amacıyla verilen TÜBİTAK Bilim, Özel, Hizmet ve Teşvik Ödülleri'nin 2025 yılı sahipleri belli oldu. Bu yıl TÜBİTAK Yönetim Kurulu tarafından 2 Bilim Ödülü ve 9 Teşvik Ödülü verilmesine karar verildi. 23 Aralık'ta Cumhurbaşkanlığı Külliyesi Beştepe Millet Kongre ve Kültür Merkezinde düzenlenen TÜBİTAK Özel, Hizmet ve Teşvik Ödülleri Töreni'nde Cumhurbaşkanı Recep Tayyip Erdoğan ödüle layık görülen akademisyenlere ödülleri verdi.

TÜBİTAK tarafından Bilim, Özel, Hizmet ve Teşvik Ödülleri olmak üzere dört kategoride ödül veriliyor. Bilim Ödülü ülkemizde yaptığı çalışmalarla bilime uluslararası düzeyde önemli katkılar sağlamış Türk bilim insanlarına; Özel Ödül yurt dışında yaptığı çalışmalarla bilime uluslararası düzeyde katkıda bulunmuş Türk bilim insanlarına; Hizmet Ödülü ülkemizdeki bilim ve teknolojinin gelişmesine üstün hizmette bulunmuş kişilere; Teşvik Ödülü ise yaptığı çalışmalarla bilime uluslararası düzeyde önemli katkılarda bulunabilecek niteliklere sahip olduğunu kanıtlamış, 40 yaş altındaki bilim insanlarına veriliyor.

Ödül alan bilim insanlarımızı kutluyor,
başarılarını devamını diliyoruz.



TÜBİTAK BİLİM ÖDÜLÜ

Temel Bilimler	Araştırma Alanları	Görev Yeri
Prof. Dr. Alper Kiraz	Optik bilimi alanında tek molekül spektroskopisi, biyogörüntüleme, optofluidik, optik sensörler ve lazer fiziği	Koç Üniversitesi, Fen Fakültesi, Fizik Bölümü
Sağlık Bilimleri		
Prof. Dr. Ahmet Oğuzhan Özen	Monojenik inflamatuvar bağırsak hastalıkları ve konjenital protein kaybettirici enteropati (PLE)	Marmara Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Dahili Tıp Bilimleri Bölümü

TÜBİTAK TEŞVİK ÖDÜLÜ

Temel Bilimler		
Doç. Dr. Çağatay Dengiz	Fonksiyonel malzemelerin tek adımda, yüksek verimlerle ve sürdürülebilir yöntemlerle sentezlenmesini mümkün kılan klik-tipi tepkimelerin geliştirilmesi	Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Kimya Bölümü
Doç. Dr. Talip Serkan Kasırga	Düşük boyutlu sistemlerdeki faz geçişleri	İhsan Doğramacı Bilkent Üniversitesi, Ulusal Nanoteknoloji Araştırma Merkezi (UNAM)
Doç. Dr. Safacan Kölemen	Organik terapötik moleküllerin ve moleküler sensörlerin geliştirilmesi	Koç Üniversitesi, Fen Fakültesi, Kimya Bölümü
Mühendislik Bilimleri		
Doç. Dr. Levent Beker	Giyilebilir ve implant edilebilir medikal sensörler ve cihazlar	Koç Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Makine Mühendisliği Bölümü
Sağlık Bilimleri		
Prof. Dr. Neslihan Üstündağ Okur	Yenilikçi hedeflendirilmiş yeni ilaç taşıyıcı sistemlerin geliştirilmesi, karakterizasyonu, çeşitli in vitro ve in vivo aktivitelerinin incelenmesi	Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Hamidiye Eczacılık Fakültesi, Eczacılık Teknolojisi Bölümü
Öğr. Gör. Buse Cevatemre Yıldırım	Kanser biyolojisi alanında, kanserde ilaç direnci mekanizmalarını aşmak üzere hedef ve stratejiler belirleme	Koç Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Temel Tıp Bilimleri Bölümü
Sosyal ve Beşerî Bilimler		
Doç. Dr. Meltem İneli Cığır	Uluslararası ve Avrupa Birliği göç hukuku, geçici koruma rejimleri, kitlesel göç akını yönetimi ve yapay zekânın göç hukuku ile kesişimi	Süleyman Demirel Üniversitesi, Hukuk Fakültesi, Kamu Hukuku Bölümü
Prof. Dr. Bekir Bora Dedeoğlu	Destinasyon yönetimi, turizm ve sosyal medya pazarlaması, destinasyon markalaşması ve turist davranışları	Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi, Turizm Fakültesi, Turizm Rehberliği Bölümü
Prof. Dr. Hatice Yıldız	Çevrim içi öğrenme, doğal dil işleme, metin madenciliği, eğitimde yapay zekâ kullanımı, siber psikoloji	Necmettin Erbakan Üniversitesi, Ereğli Eğitim Fakültesi, Eğitim Bilimleri Bölümü

Aziz Sancar ve Ekibinden Beyin Tümörü Tedavisinde Umut Veren Çalışma

Hayriye Yetiş Avcı [TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi



Aziz Sancar, DNA'daki nükleotid kesip çıkarmalı onarım mekanizmasının moleküler düzeyde aydınlatılmasına yönelik katkıları nedeniyle 2015 Nobel Kimya Ödülü aldı. Bu mekanizma morötesi ışık, sigara ve kemoterapi ilaçları gibi etkenlerin DNA'da oluşturduğu hasarların nasıl onarıldığını ve moleküler düzeyde genetik bilginin nasıl korunduğunu açıklıyor.

Nobel Ödüllü bilim insanımız Aziz Sancar, 2022 yılının Ağustos ayında beyin kanseri tedavisiyle ilgili gerçekleştirdiği önemli bir gelişmenin müjdesini vermişti. Yıllardır DNA'nın onarım mekanizmaları üzerine çalışmalar yapan Sancar ve ekibi, EdU (5-etinil-2'-deoksiüridin) adlı molekülün, tedavisi en zor beyin tümörü türlerinden biri olan glioblastoma için kullanılabileceğini göstermişti.

Sonuçları *Proceedings of the National Academy of Sciences (PNAS)* dergisinde yayımlanan çalışmada EdU molekülü ile glioblastoma tedavisinde standart olarak kullanılan temozolomid adlı ilaç bir arada uygulandı. Elde edilen bulgular, glioblastomayla mücadelede etkili bir tedavi seçeneği olabilir.

Glioblastoma, yetişkinlerde görülen agresif, hızlı ilerleyen ve tedaviye dirençli beyin tümörü türlerinden biridir. Glioblastoma tedavisinde standart olarak kullanılan yöntem cerrahi, radyoterapi ve temozolomid adlı ilaçla yapılan kemoterapidir. Ancak tümörler, temozolomidin tümör hücrelerinin DNA'sında oluşturduğu hasara karşı zamanla direnç geliştirir. Bu nedenle hâlihazırdaki yöntemlerle tümörü tamamen ortadan kaldırmak ya da nüksetmesini engellemek neredeyse mümkün değil. Tedaviye rağmen glioblastomlu hastaların yaklaşık %80'inde tümör yeniden oluşabiliyor ve ortalama yaşam süresi bir yılı aşmıyor.

EdU molekülü, DNA'nın yapı taşlarından biri olan timidine (timin bazının deoksiriboz şekerine bağlanmasıyla oluşan nükleosit) yapısal benzerliği nedeniyle timidinin kimyasal taklidi olarak moleküler biyoloji araştırmalarında yaygın olarak kullanılan moleküllerden biridir. Bu molekül 2008 yılından beri DNA'yı etiketlemek ve izlemek amacıyla yapılan çalışmalarda

(örneğin hücre bölünmesi sırasında DNA'nın kendini kopyalama sürecini incelemek için) pratik ve etkili bir araç olarak kullanılıyor.

Sancar ve ekibi, EdU molekülü DNA zincirine katıldığında -DNA hasarlı olmasa bile- onarım mekanizmasının harekete geçtiğini gözlemlemiştir. Bu durumun nedenini araştırdıklarında EdU'nun DNA'yı, onarım mekanizmasını tetikleyecek şekilde değiştirdiğini tespit ettiler. DNA zincirine eklenen EdU'nun bulunduğu DNA bölgesi, onarım sürecinde kesilip çıkarılıyor, ortamdaki EdU molekülü tekrar DNA'ya katılıyor, hücrenin DNA onarım mekanizması onu tekrar kesip çıkarıyor ve bu döngü hücre ölünceye dek devam ediyordu.

Glioblastoma hastalarının tedavisinde hâlihazırda kullanılan kemoterapi ilaçları, kanda bulunabilecek patojenlere ve toksinlere karşı beyni koruyan kan-beyin bariyerini geçemez ve tümöre ulaşıp etki edemez. EdU molekülü ise kemoterapi ilaçlarının aksine kan-beyin bariyerini aşarak beyin dokusuna ulaşabiliyor. Aynı zamanda EdU'nun DNA onarım sürecini tekrar tekrar tetikleyerek hücreler üzerinde toksik etki göstermesi, kan-beyin bariyerini geçme

Kaynaklar

<https://www.pnas.org/doi/10.1073/pnas.2532187123>

<https://e-dergi.tubitak.gov.tr/edergi/yazi.pdf?dergiKodu=4&cilt=56&sayi=1145&sayfa=12&yaziid=47119>



yeteneği ile birleştiğinde beyin kanseri tedavisinde potansiyel bir aday olarak öne çıkıyor.

Sancar ve ekibi, sonuçları 31 Aralık 2025 yayımlanan çalışmalarında EdU molekülü ve temozolomid tedavisi bir arada uygulandığında glioblastoma hücrelerini nasıl etkilediğini araştırdı. Üç aşamada ilerleyen çalışmada EdU ve temozolomid ikilisi ilk olarak hücre kültürlerinde denendi. İkinci olarak farelerde en son da doğrudan hastalardan alınan canlı tümör dokularında test edildi. Üç durumda da EdU ve temozolomid birlikte uygulandığında tek başına uygulanmalarına kıyasla çok daha etkili sonuçlar verdi.

Elde edilen bulguların insanlarda uygulanabilecek güvenli ve etkili bir tedaviye dönüşebilmesi için henüz zamana ihtiyaç var. Eğer klinik denemeler başarıyla sonuçlanırsa EdU ve temozolomid ikilisi, gelecekte beyin tümörüne karşı kişiselleştirilmiş ve daha etkili olabilecek tedavilerin önünü açabilir. ■

Bilim Çizgi

Sinancan Kara [bteknik@tubitak.gov.tr



2. Bölüm

BİLİMSSEL ARAŞTIRMALARIN İHTİYAÇ DUYDUĞU KOŞULLAR FARKLIDIR. BU NEDENLE HER BİR ARAŞTIRMA KENDİNE ÖZGÜ LABORATUVARLARDA GERÇEKLEŞTİRİLİR. DÜNYA ÜZERİNDEKİ LABORATUVARLARDA DEĞİŞTİRİLEMEYEN BİR OLGU VARDIR: YER ÇEKİMİ.



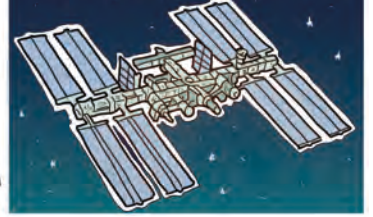
PEKİ YA BAZI TEKNOLOJİLERİN GELİŞTİRİLMESİ İÇİN AĞIRLIKSIZ BİR ORTAM GEREKİYORSA?

ÖRNEĞİN İLAÇ GELİŞTİRMEDE KULLANILAN PROTEİN KRİSTALLERİ, DÜNYA'DAKİ YER ÇEKİMİ ALTINDA DÜZENLİ BİR YAPİ OLUŞTURUR (SAĞDAKİ FİĞÜR).



OYSA DÜZGÜN VE BÜYÜK KRİSTALLER ANCAK AĞIRLIKSIZ ORTAM KOŞULLARINDA ÜRETİLEBİLİR (SOLDAKİ FİĞÜR).

DÜNYA'NIN KÜTLE ÇEKİM ETKİSİNİN ÇOK ZAYIF OLDUĞU ULUŞLARARASI UZAY İSTASYONU (ISS), AĞIRLIKSIZ ORTAM KOŞULLARININ BİLİMSSEL SÜREÇLERDEKİ ETKİSİNİ ARAŞTIRMAK İÇİN ÇOK İDEAL BİR LABORATUVARDIR.



ISS, YERYÜZÜNDEN YAKLAŞIK 400 KİLOMETRE YUKARIDA DOLANSA DA BU YÜKSEKLİKTE DÜNYA'NIN KÜTLE ÇEKİMİNİN ETKİSİ HALA YÜKSEKTİR. BU ORTAMDA ASTRONOTLARIN AĞIRLIKSIZ HİSSETMEMESİNİN NEDENİ, YER ÇEKİMİNİN ETKİSİNİN ORTADAN KALKMASI DEĞİL İSS'İN SÜREKLİ SERBEST DÜŞMESİDİR. YANI İSS YÖRÜNGESİNDE DOLANIRKEN SÜREKLİ DÜNYA'YA DOĞRU DÜŞSE DE KÜTLE ÇEKİM KUVVETİNE DİĞ YÖNDEKİ HIZI NEDENİYLE DÜNYA'YA ÇARPMAZ.

TUA VE TÜBİTAK UZAY, İSS'DE YAPILACAK DENEYLER İÇİN ÜLKE ÇAPINDA BİR ÇAĞRI YAPTI. ÜNİVERSİTELERE EK OLARAK MUŞ BİLSEM'DEKİ ORTAOKUL ÖĞRENCİLERİ DE YETKİLİLERE ULAŞIP KENDİ DENEYLERİNİ ÖNERDİ. SONUÇTA ONLARIN PROJESİYLE BİRLİKTE İSS'DE TOPLAM ON ÜÇ DENEY GERÇEKLEŞTİRİLDİ.

PROPOLİSİN BAKTERİLERE ETKİSİNİ AĞIRLIKSIZ ORTAMDA İNCELEMELİK İSTİYORUZ.

UYNA: AĞIRLIKSIZ ORTAMDA METALLERİN ERGİME VE KATILAŞMA SÜREÇLERİ GÖZLEMLENEREK YÜKSEK SICAKLIĞA DAYANIKLI ALAŞIMLAR HAKKINDA VERİ TOPLANDI.

GMETAL: KATI PARÇACIKLARIN BİR AKIŞKAN İÇİNDEKİ HAREKETİ AĞIRLIKSIZ ORTAMDA İNCELENDİ VE KATI METALLERİN UZAY ROKETLERİNDE YAKIT OLARAK KULLANILMA POTANSİYELİ ARAŞTIRILDI.

ALGALSPACE: ANTARKTİKA'DAN ALINAN MİKROALGİLERİN UZAYIN ZORLAYICI KOŞULLARINDAKİ BÜYÜME DAVRANIŞLARI ARAŞTIRILDI.

MİYOKA: AĞIRLIKSIZ ORTAMDA KURŞUNSUZ LEHİMLEME DENEYLERİ YAPILARAK UZAY ARAÇLARINDA KULLANILAN ELEKTRONİK DEVRELERDEKİ KURŞUNSUZ LEHİMLEME TEKNOLOJİLERİ ARAŞTIRILDI.

EXTREMOPHYTE: TUZ GÖLÜ'NDEN TOPLANAN VE TUZLU ORTAMA UYUM SAĞLAMIS BİTKİLERİN BU DAYANIKLIKLARINI AĞIRLIKSIZ ORTAMDA SÜRDÜRÜP SÜRDÜREMEDİĞİ TEST EDİLDİ.

CRISPR-GEM: BİTKİLERDE CRISPR GEN DÜZENLEME TEKNOLOJİSİNİN UZAY KOŞULLARINDAKİ ETKİNLİĞİ TEST EDİLDİ.

UZMAN: MİKROALGİLERİN AĞIRLIKSIZ ORTAM KOŞULLARINDA KARBONDİOKSİT YAKALAMA VE OKSİJEN ÜRETME KAPASİTELERİ ARAŞTIRILDI.

MİYELOİD: UZAY GÖREVLERİ SİRASINDA ASTRONOTLARIN MARUZ KALDIĞI YÜKSEK ENERJİLİ RADYASYON VE AĞIRLIKSIZ ORTAM GİBİ KOŞULLARIN BAĞIŞIKLIK SİSTEMİ VE KANSER ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ İNCELENDİ.

VOKALKORD: UZAY ORTAMINDA ASTRONOTLARIN SES FREKANSINDA MEYDANA GELEN DEĞİŞİMLERDEN YOLA ÇIKILARAK AĞIRLIKSIZ ORTAMIN SEBEP OLDUĞU SAĞLIK SORUNLARININ BELİRLENMESİ AMAÇLANDI.

OKSİJEN SATÜRASYONU: YAPAY ZEKÂ DESTEKLİ ÖLÇÜMLERLE AĞIRLIKSIZ ORTAMDA SOLUNUM SİSTEMİNDEKİ OKSİJEN DOYGUNLUĞU DEĞİŞİMLERİ TAKİP EDİLDİ.

MESSAGE: AĞIRLIKSIZ ORTAMDA GEN İFADESİNDEKİ DEĞİŞİKLİKLER VE BAĞIŞIKLIK SİSTEMİ TEPKİSİ GENETİK ANALİZLERLE İNCELENDİ.

METABOLOM: UZAYDAKİ ZORLAYICI KOŞULLARDA ASTRONOTLARIN GEN İFADELERİNDE VE METABOLİZMALARINDA GERÇEKLEŞEN DEĞİŞİMLER İNCELENDİ.

PRANET: PROPOLİSİN AĞIRLIKSIZ ORTAMDA BAKTERİLER ÜZERİNDEKİ ETKİSİ ARAŞTIRILDI.

GEZERAVCI, ISS'DE 18 GÜN KALDIKTAN SONRA DÜNYAYA DÖNDÜ. SIRADA TUVA CİHANĞİR ATASEVER'İN TÜRK ASTRONOT VE BİLİM MİSYONU KAPSAMINDA GERÇEKLEŞTİRECEĞİ YÖRÜNGE ALTI ARAŞTIRMA UÇUŞU VARDI.



BU İKİNCİ UZAY YOLCULUĞU, ISS GÖREVİNDEN OLDUKÇA FARKLIYDI.

BU KEZ "HAVADAN FIRLATMA" YÖNTEMİ KULLANILACAKTI. BU YÖNTEMDE ASTRONOTLAR VE UZAY ARACI, TAŞIYICI BİR UÇAKLA YAKLAŞIK 14 KİLOMETRE İRTİFAYA ÇIKARILIR.



UÇAK HEDEFLENEN İRTİFAYA ULAŞTIĞINDA UZAY ARACI AYRILIR VE ROKET MOTORU ATEŞLENİR. YAKLAŞIK BİR DAKIKA İÇİNDE ARAÇ, SES HIZININ ÜÇ KATINA ULAŞIR. ROKET MOTORU KAPANDIĞINDA İSE ARAÇ 90 KİLOMETRE İRTİFAYA DOĞRU YÜKSELMeye DEVAM EDER. BU AŞAMADAN İTİBAREN ARAÇ SERBEST DÜŞÜŞE GEÇER VE AĞIRLIKSIZ ORTAM KOŞULLARI OLUŞUR.

BU MİSYONDA ATASEVER, YEDİ DENEY GERÇEKLEŞTİRDİ.



UZİKAT: UZAY ORTAMINDA İKİ FARKLI İNSÜLİN KALEMİNİN (DİYABET HASTALARININ VÜCUTLARINA İNSÜLİN ENJEKTE ETMELERİNİ SAĞLAYAN CİHAZ) DOZ AKTARIM VERİMLİLİĞİ İNCELENDİ.

IVMERAD: GİYLEBİLİR BİR RADYASYON DOZİMETRESİ İLE ASTRONOTUMUZUN UÇUŞ BOYUNCA MARUZ KALDIĞI RADYASYON DÜZEYİ ÖLÇÜLDÜ.

YIVA: AĞIRLIKSIZ ORTAMDA HÜCRE DIŞI VAZİKÜLLERDE MEYDANA GELEN DEĞİŞİMLER İNCELENEREK BU VAZİKÜLLERİN ASTRONOTLAR UZAYA ÇIKMADAN ÖNCE UZAY KOŞULLARINA UYUM SAĞLAMALARINDA KULLANILIP KULLANILAMAYACAĞI ARAŞTIRILDI.

MESSAGE: AĞIRLIKSIZ ORTAM KOŞULLARI NEDENİYLE BAĞIŞIKLIK HÜCRELERİNİN GEN İFADELERİNDE OLUŞAN DEĞİŞİMLER İNCELENDİ.

METABOLOM: UÇUŞ ÖNCESİ VE SONRASI ALINAN BİYOLOJİK ÖRNEKLER ÜZERİNDE MOLEKÜLER ANALİZLER YAPILDI.

MİYELOİD: UZAY YOLCULUĞUNUN MİYELOİD KÖKENLİ BASKILAYICI HÜCRELER ÜZERİNDEKİ ETKİSİ İNCELENDİ.

BEACON: UZAY YOLCULUĞU SIRASINDA BEYİN-OMURİLİK SIVISININ HAREKETİ İLE BEYİNDE GERÇEKLEŞEN KAN AKIŞINDAKİ DEĞİŞİMLER İNCELENDİ.

İNSANLI İLK UZAY MİSYONLARINI BAŞARIYLA TAMAMLADIKTAN SONRA TÜRKİYE YENİ BİR HEDEF BELİRLİDİ:

AY'A ULAŞMAK!

AY ARAŞTIRMA PROGRAMI'NIN İLK AŞAMASINDA UZAY ARACIMIZ AY'IN YÜZEYİNE SERT İNİŞ GERÇEKLEŞTİRECEK. BU GÖREV, YALNIZCA AY'A ULAŞMAYI DEĞİL, AY HAKKINDA BİLİMSEL VERİLER TOPLAMAYI DA AMAÇLIYOR. UZAY UZAY ARACI, AY'IN ETRAFINDA DOLANIRKEN ÜZERİNDEKİ KAMERALARLA AY'IN YÜZEYİ AYRINTILI BİÇİMDE GÖRÜNTÜLENECEK VE ÖZELLİKLE SU BUZUNUN BULUNDUĞU DÜŞÜNÜLEN BÖLGELER İNCELENECEK.



ARACIYI BİLİMSEL EKİPMANLAR, AY'IN MANYETİK ALANINI VE ÇEVRESİNDEKİ RADYASYON MİKTARINI ÖLÇEREK BİR SONRAKİ AY'A YUMUŞAK İNİŞ GÖREVİ İÇİN ÖNEMLİ BİLGİLER SAĞLAYACAK.



TÜRKİYE ÖNCE UYDULARDA YER ALACAK BİLİMSEL GÖREV YÜKLERİNİ, DAHA SONRA KENDİ UYDULARINI GELİŞTİRDİ. ARDINDAN İLK ASTRONOTLARINI UZAYA GÖNDERDİ. YENİ HEDEF İSE AY ARAŞTIRMA PROGRAMI İLE AY'A ULAŞMAK. SERT İNİŞ GÖREVİ, GELECEKTE AY'IN YÜZEYİNE İNECEK VE YÜZEYDE KEŞİF ARAŞTIRMALARI GERÇEKLEŞTİRECEK DAHA GELİŞMİŞ UZAY ARAÇLARI İÇİN TEMEL OLUŞTURACAK.



Yapay Zekâ İletişimimizi Nasıl Değiştiriyor?

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



Son yıllarda iletişimde büyük bir dönüşüm yaşanıyor. Akıllı telefonlar ve sosyal medya, diğer insanlarla kurduğumuz bağları çoktandır değiştirmişti. Ancak şimdi yapay zekâ teknolojileriyle bu değişimin yeni bir boyut kazandığını görüyoruz. Artık yalnızca insanlar değil, algoritmalar da konuşuyor; soruları yanıtlıyor ve insanlarla etkileşime geçiyor.

ChatGPT, Siri ve Google Assistant gibi yapay zekâ araçları günlük yaşamın parçası hâline geldi. Fakat insan-makine iletişimi, klasik iletişim kuramlarının açıklamakta zorlandığı yeni bir alan. Geleneksel iletişim duygu, sezgi, niyet ve ortak deneyimler üzerine kuruludur. Claude Shannon, Roman Jakobson, Jürgen Habermas ve George Herbert Mead gibi düşünürler, iletişimi konuşanın niyeti ile dinleyenin bu ifadeye yüklediği anlamın etkileşimi sonucunda ortaya çıkan yani iki insan arasında anlamın karşılıklı olarak üretildiği bir süreç olarak tanımlar. Oysa yapay zekâ sezgiye, deneyime ya da toplumsal hafızaya sahip değildir, yalnızca verilerdeki örüntüleri analiz eder. Bu nedenle insan-makine iletişimi hem teknolojik hem de düşünsel açıdan yeni sorular ortaya çıkarabilir.

İnsan-makine iletişimini anlamak için yalnızca teknolojik gelişmelere bakmak yeterli değildir. Bu alanın felsefi ve kültürel boyutları da en az teknik

yönü kadar önem taşır. Farklı düşünürlerin değerlendirme ve yorumları, yapay zekânın iletişimdeki rolünü daha geniş bir çerçeveden değerlendirmemizi sağlıyor. Michel Foucault'nun bilgi ve güç ilişkilerine dair yorumları, yapay zekânın hangi bilgileri öne çıkardığını, hangi bilgileri ise görünmez kıldığını anlamamıza yardımcı oluyor. Susan Sontag'ın temsil ve görsellik üzerine analizleri, yapay zekâ tarafından üretilen görsellerde kimlerin nasıl temsil edildiğini sorgulamamızı sağlıyor. Judith Butler'ın dilin eyleyici niteliğine vurgu yapan yaklaşımı, yapay zekâ tarafından kullanılan dilin ne tür toplumsal etkilere yol açabileceğini gösteriyor. Rosi Braidotti'nin ve N. Katherine

Hayles'in posthümanist (insanın merkezde olmadığı; insan, makine ve teknoloji arasındaki sınırların yeniden düşünüldüğü çağdaş düşünce akımı) tartışmaları, yapay zekânın iletişimde yalnızca insanların kullandığı bir araç olmadığını, iletişimin biçimini ve yönünü belirleyen etkin bir bileşen olduğunu fark etmemizi sağlıyor. Bu düşünsel temeller yapay zekânın yalnızca komutları işleyen bir araç olmadığını, iletişimde kimlerin nasıl temsil edildiğini ve kimlerin etkili olduğunu şekillendiren bir kültürel olguya dönüştüğünü gösteriyor.

Tüm bu farklı düşünce yaklaşımları, yapay zekânın gerçekten anlam üretip



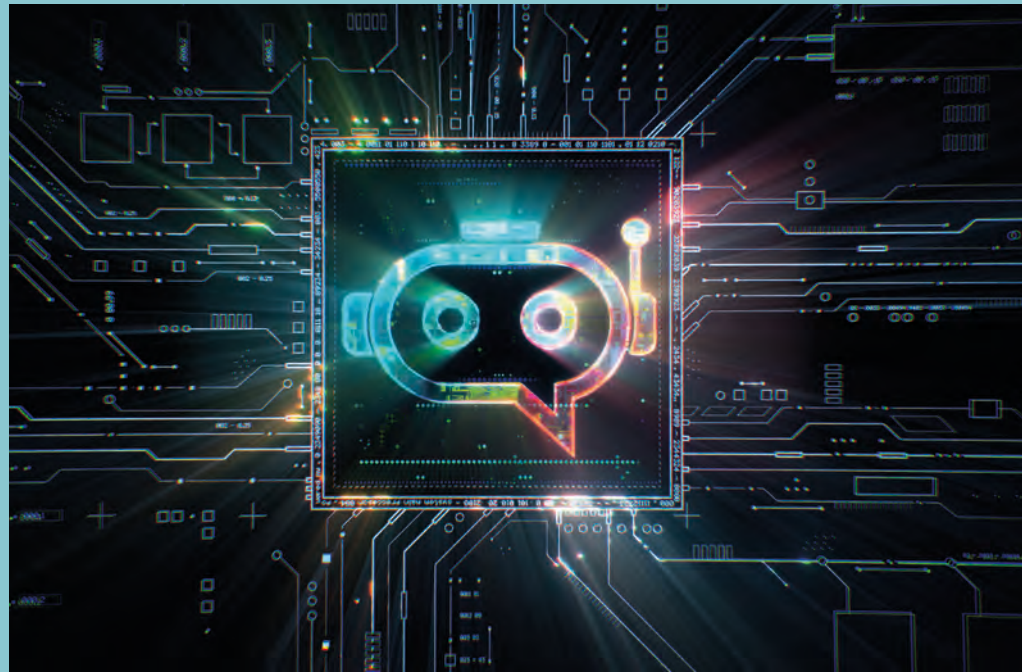
üretmeyeceği, empati kurup kuramayacağı ve insana özgü bir dil kullanıp kullanamayacağı gibi temel soruları da gündeme taşıyor. Yapay zekâ bizimle konuşan bir özne midir yoksa bize ait dili ve davranışları farklı bir biçimde tekrar eden gelişmiş bir taklitçi midir?

Michel Foucault, bilgi ve güç ilişkisine dair değerlendirmelerinde, bir kavrama yüklenen anlamının hiçbir zaman tamamen nötr ya da tarafsız bir şekilde oluşmadığını, bilginin içinde üretildiği koşullardan etkilendiğini belirtir. Ona göre söylemler yalnızca dil kurallarıyla değil, o alanda söz sahibi olan kuruluşların etkisiyle de şekillenir. Bu bakış açısı yapay zekâ için de geçerlidir. Yani bir yapay zekâ sisteminin bilgileri yorumlama ve anlam üretme kapasitesi, eğitildiği verilerin taşıdığı toplumsal, ekonomik ve politik eğilimlerden etkilenir. Bir yapay zekâ modelinin eğitildiği veriler belirli kalıplar ve önyargular içeriyorsa modelin ürettiği içerikler de bu eğilimleri yansıtabiliyor. Örneğin bir yapay zekâ uygulamasından mühendis görseli oluşturması istendiğinde, modelin eğitildiği veri setindeki mühendis görsellerinin çoğu erkek figürlerden oluşuyorsa yapay zekâ tarafından üretilen görseldeki mühendis de büyük ihtimalle erkek olacaktır. İstatistiksel hesaplarla çalışan

yapay zekânın tarafsız sonuçlar ürettiği düşünülse de aslında eğitim verilerindeki önyarguları ve kalıpları yansıtır. Bu nedenle bir yapay zekâ algoritmasının ürettiği sonuçlar, eğitildiği verileri toplayan, işleyen ve yöneten kuruluşların tercihlerinden etkilenir.

Yukarıdaki sorunun derinlemesine yanıtlanabilmesi, insan-makine iletişiminin tarihsel gelişimini, dilin doğasını ve makinelerin anlamı ne ölçüde “kavrayabildiğini” incelemeyi gerektiriyor. Günümüzde GPT gibi büyük dil modelleri, doğal dil işleme (NLP) yöntemleri kullanarak insan dilini çözümlenebiliyor ve yeni metinler üretebiliyor. ChatGPT ve Google Gemini gibi sohbet robotları bu teknolojilerin günlük yaşamdaki en görünür örnekleri.

Bu sistemlerin giderek daha sofistike hâle gelmesiyle birlikte özellikle ses tabanlı etkileşimlerde belirgin bir artış yaşanıyor. Elon Üniversitesi tarafından sonuçları 2025’te açıklanan araştırmanın sonuçlarına göre ABD’deki yetişkinlerin %52’si ChatGPT, Gemini gibi yapay zekâyâ dayalı büyük dil modelleri kullanıyor. Bu teknolojilerin kullanımın yaygınlaşmasındaki artış eğilimi, iletişimin yazılı biçimlerden ses tabanlı biçimlere doğru kaydığını ve insanların makinelerle konuşarak etkileşime geçmeyi giderek daha doğal bulduğunu gösteriyor. Statista’nın verileri de bu tabloyu destekliyor: Yapay zekâ tabanlı sohbet robotlarının küresel pazar değeri 2016’da 190 milyon dolarken 2024’te 1,34 milyar dolara ulaşmış durumda. Bu hızlı büyüme yalnızca



da-kuk / iStock

teknolojinin gelişme hızını değil, yapay zekânın toplumsal yaşama ne kadar hızlı nüfuz ettiğini de açık biçimde ortaya koyuyor.

Bugün sohbet robotları ve sanal asistanlar müşteri hizmetlerinden eğitim ve sağlık uygulamalarına, çevrimiçi alışverişten kişisel iletişime kadar pek çok alanda kullandığımız iletişim biçimlerini dönüştürüyor. Bu sistemler artık yalnızca basit sorgulara yanıt vermiyor, makine öğrenimi sayesinde kullanıcıya özel öneriler sunabiliyor hatta kullandığı ifadelerden kullanıcının duygusal durumuna ilişkin tahminde bulunarak buna uygun tepkiler üretebiliyor. Örneğin bir kullanıcı bir e-ticaret sitesindeki sanal asistana “siparişim gecikti” diye yazdığı anda, sistem yalnızca “siparişiniz yolda” demek yerine “Gecikme

için üzgünüm, yaşadığınız rahatsızlığı anlıyorum” gibi daha insani görünen bir yanıt verebiliyor. Hatta kullanıcının önceki kullanım davranışlarını, tercihlerini ve yazışma tarzını analiz ederek kişiye özgü yanıtlar üretebiliyor. Böylece iletişim, yalnızca bilgi aktarılan bir süreç olmaktan çıkıp insani etkileşim biçimlerinin taklit edildiği daha empatik bir yapıya dönüşüyor. Yapay zekâ bu yönüyle iletişimin teknik sınırlarını aşarak duyguların ve empati beklentisinin belirleyici olduğu bir iletişim biçimini kapsayacak şekilde geliyor.

Yine de bu gelişmeler beraberinde etik, mahremiyet ve anlam üretme gibi önemli tartışmaları da getiriyor. Yapay zekâ sistemleri, etkili yanıtlar üretebilmek için konuşmalar, mesajlar ve sosyal

medya etkileşimleri gibi kişisel verileri analiz ediyor. Bu durum sadece bu sistemler tarafından oluşturulan yanıtlardaki anlamın nasıl üretildiğini değil, bu anlamı o ifadeye kimin atfettiğini sorgulamamıza yol açıyor. Yani yapay zekâ sisteminin ürettiği yanıtta anlam gerçekten kullanıcı tarafından mı yükleniyor yoksa veriyi toplayan ve işleyen sistemin veri seçimi, model yapısı ve yanıt üretme biçimi tarafından mı belirleniyor?

Bu tür sorulara yanıt bulmak için yapılan araştırmalar, insan-makine etkileşiminin duygusal boyutuna odaklanıyor. Örneğin katılımcılardan ChatGPT veya benzeri sistemlerle kişisel ve duygusal konularda sohbet etmeleri ve bu deneyimi nasıl hissettiklerini değerlendirmeleri istendiği çalışmalar, “yapay empati” olarak adlandırılan yaklaşımın sınırlarını ve yapay zekânın gerçekten anlam üretip üretmediğini incelememize yardımcı oluyor.

Sonuç olarak yapay zekâ çağında iletişim artık yalnızca insanlar arasında gerçekleşmiyor, insanlar ve makineler arasında da şekilleniyor. Gerçek zamanlı





NicoElNino/iStock

dil işleme, derin öğrenme ve duygu analizi gibi teknolojiler geliştikçe makinelerle kurduğumuz ilişkiler daha kişisel, daha doğal hatta belki de daha insani bir yapıya dönüşebilir. Yine de bu dönüşümün merkezinde önemli bir soru var: Yapay zekâ gerçekten bizimle mi konuşuyor yoksa söylediklerimizi sadece yeniden şekillendirerek bize geri mi aktarıyor?

Yapay zekâ günümüzde tam anlamıyla özgün bir iletişim kuramasa bile bizi kendi dilimizi, düşünme biçimlerimizi “yeniden

duymaya” yani dışarıdan bir bakış açısıyla değerlendirmeye zorluyor. Anlamın kaynağı hâlâ insan ancak bu anlam artık makineler aracılığıyla çoğalıyor, dönüşüyor ve yeni iletişim biçimlerinin ortaya çıkmasını sağlıyor. Eğer gelecekte bu sistemlerin verimliliğinde odak noktası daha verimli diyalog kurmak olursa yapay zekâ yalnızca bizi yankılayan bir araç olmaktan çıkıp yeni fikirler üretmeyi, yeni yaklaşımlar geliştirmeyi ve yeni düşünme biçimleri ortaya koymayı sağlayan bir araca dönüşebilir. ■

Derin Öğrenme:

Yapay sinir ağlarını kullanarak büyük veri kümelerindeki karmaşık örüntüleri öğrenen yapay zekâ yöntemidir.

Doğal Dil İşleme (NLP):

Bilgisayarların insan dilini çözümlemesi, yorumlaması ve yeni ifadeler üretebilmesini sağlayan yapay zekâ alanıdır. Sohbet robotlarından çeviri uygulamalarına kadar birçok teknolojiye kullanılır.

Duygu Analizi:

Bir metindeki duygusal yönelimi (olumlu, olumsuz ya da nötr) belirlemeye yarayan yöntemdir. Yapay zekânın daha uygun ve empatik yanıtlar vermesine katkı sağlar.

Makine Öğrenimi:

Yapay zekânın deneyimlerden yola çıkarak kendi performansını geliştirmesini sağlayan yöntemler bütünüdür. Sistem, her yeni veriyle biraz daha iyi sonuç üretir.

Kaynaklar

<https://www.elon.edu/u/news/2025/03/12/survey-52-of-u-s-adults-now-use-ai-large-language-models-like-chatgpt>

<https://www.forbes.com/councils/forbescommunicationscouncil/2025/03/05/how-ai-is-changing-the-way-we-communicate-the-future-of-interaction/>

<https://doi.org/10.2304/eerj.2013.12.1.1>

<https://www.statista.com/outlook/tmo/artificial-intelligence/worldwide>

<https://voicebot.ai/2022/02/09/smartphone-voice-assistant-use-stalls-out-but-consumers-want-more-voice-features-in-mobile-apps-new-report/>

Gönüllü Katılımcılarla Yürütölen Kontrollü Enfeksiyon Çalışmalarının Tıpta Yükselişİ

İlay Çelik Sezer [TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi

İnsanlığın son yüzyılda karşılaştığı en büyük küresel sağlık krizi olan COVID-19 pandemisi, neden olduğu maddi ve manevi kayıpların ötesinde bilim dünyası dâhil tüm insanlık için son derece öğretici bir deneyim oldu. Hem sahip olduğumuz sağlık sistemlerinin kapasitesinin hem de toplumların ve insanlığın bu tür krizlere karşı ne ölçüde dayanıklı olduğunun sınıandığı bir dönem olarak tarihe geçti. COVID-19 pandemisi bilimin, insani dayanışmanın ve doğru bilginin insanlık için hayati önemini yeniden hatırlatırken küresel ölçekte toplumların birbiriyle ne kadar bağlantılı, aynı zamanda sağlık, ekonomi ve tedarik gibi sistemlerin ne kadar kırılgan olduğunu da ortaya koydu. Dolayısıyla hem yerel ve küresel karar mercileri hem de bilim dünyası bu süreçte çok önemli dersler çıkardı. İlk kez mRNA teknolojisi kullanılarak bir aşının yaklaşık bir yıl gibi rekor bir sürede geliştirilmesi, tıp tarihinin en önemli bilimsel gelişmelerinden biri olarak kayda geçti. Bu başarı, uzun yıllara dayanan temel araştırmalar, yeni aşı platformlarının hazır olması ve klinik çalışmaların olağanüstü hızda yürütölmesi sayesinde mümkün oldu.



Pandemi ortamı aynı zamanda gelecekteki salgınlara karşı daha hızlı harekete geçebilmek amacıyla gönüllü bireylerin güvenli ve sıkı biçimde denetlenen koşullar altında patojenlere maruz bırakıldığı, hastalığın ve bağışıklık yanıtlarının en başından itibaren ayrıntılı biçimde izlendiği “kontrollü insan enfeksiyonu denemeleri” olarak adlandırılan araştırma yaklaşımının yeniden değerlendirilmesine de zemin hazırladı. Böylece bilimin uzun bir süre çekinceli yaklaştığı bu yöntemin bilimsel çalışmalarda daha yaygın ve sistematik biçimde ele alınmasının önü açılmış oldu.

Küresel nüfus artışı, ormansızlaşma, iklim değişimi, antibiyotik direnci ve uluslararası seyahatlerdeki artış gibi faktörler, yeni patojenlerle karşılaşma olasılığını artırıyor ve gelecekte başka pandemilerin de yaşanabileceğine işaret ediyor. Bu patojenler henüz farkında olmadığımız ya da tarihsel olarak salgına neden olmamış patojenler olabileceği gibi influenza ya da koronavirüsler gibi bilinen patojenlerin mutasyona uğramış tipleri de olabilir. Dolayısıyla gelecekteki olası salgınlara ya da pandemilere karşı hazırlıklı olunması ve geniş spektrumlu (çok sayıda farklı mikroorganizmaya karşı etkili) antimikrobiyal etken maddelerin, bağışıklık düzenleyicilerin ve yeni aşıların hızlıca geliştirilmesine uygun yöntemlerin ve altyapıların el altında tutulması gerekiyor. Kontrollü insan enfeksiyonu denemeleri yaklaşımı da aşı ve ilaç geliştirme süreçlerini hızlandırma potansiyeli nedeniyle olası sağlık krizleri ortaya çıkmadan önce bilimsel ve etik çerçevede değerlendirilmesi ve araştırılması gereken destekleyici bir araştırma aracı olarak öne çıkıyor.

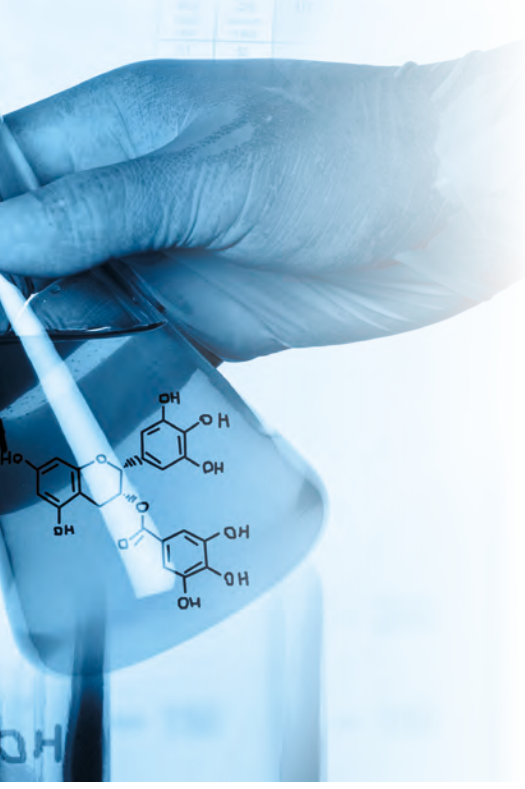


Yaklaşımın Geçmişi

İnsanların bilimsel araştırma amacıyla kontrollü biçimde patojenlerle karşılaştırılması, modern tıbbın erken dönemlerinden beri başvurulan bir araştırma yaklaşımı. Bugün kontrollü insan enfeksiyonu denemeleri olarak adlandırılan bu yöntem, özellikle bulaşıcı hastalıkların yayılma mekanizmalarının anlaşılmasında ve aşı ya da tedavi geliştirme süreçlerinin hızlandırılmasında tarihsel olarak önemli katkılar sağladı. Bu yaklaşımın bilimsel anlamda en erken ve en bilinen örneklerinden biri, 1900 yılında Walter Reed ve ekibinin Küba'da yürüttüğü sarthumma çalışmalarıdır. Reed ve çalışma arkadaşları, gönüllü katılımcılar üzerinde yürüttükleri kontrollü deneyler sayesinde hastalığın sivrisineklerle bulaştığını kesin

olarak gösterdi. Böylece modern epidemiyolojinin ve hastalık taşıyıcı canlı popülasyonlarını kontrol altında tutarak bulaşmayı engelleme yaklaşımının temellerini attılar. Bu çalışmalar, gönüllülerin yapacak deney ve olası riskler hakkında bilgilendirildikten sonra rızaları alınarak yürütülmesi bakımından modern klinik araştırma etiğinin erken uygulama örneklerinden biri olarak kabul edilir.

Yirminci yüzyılın ilk yarısında bazı ülkelerde yürütülen tıbbi araştırmalar ise etik açıdan ciddi sorunlar barındırıyordu. Özellikle II. Dünya Savaşı sırasında Almanya ve Japonya'da faaliyet gösteren Unit 731 gibi kuruluşlar tarafından savaş esirleri ve siviller üzerinde gerçekleştirilen deneylerde tüberküloz ve veba gibi patojenler kasıtlı olarak kullanıldı ve bu deneyler ağır insan hakları ihlalleri ve savaş suçları olarak tarihe geçti. Bu uygulamalar bilimsel araştırma olarak kabul edilemeyecek



nitelikteydi ve modern kontrollü insan enfeksiyonu denemeleri anlayışından tamamen farklıydı. Ancak bu trajik deneyimler, savaş sonrasında Nürnberg Kodları ve daha sonra da Helsinki Bildirgesi gibi uluslararası etik ilkelerin geliştirilmesine doğrudan katkı sağladı. Böylece insan üzerinde yürütülen tüm tıbbi araştırmalar için bugün hâlâ geçerli olan etik ve hukuki çerçeve oluşturuldu.

1946'da İngiltere'de kurulan Salisbury Common Cold Unit, dünyadaki ilk modern kontrollü insan enfeksiyonu araştırma merkezlerinden biri oldu. Bu merkezde 1960'lı yıllarda yürütülen araştırmalarda ilk kez, insanlarda hastalık yaptığı gösterilen koronavirüs türlerinden bazıları tanımlandı ve viral enfeksiyonlarda vücutta bağışıklık yanıtını başlatan sinyal proteinleri olan interferonun soğuk algınlığı virüslerine karşı olası önleyici etkileri araştırıldı. Günümüzde bu tür çalışmalar, iç

ortamdaki havanın dışarı çıkıp hastalığın yayılmaması için negatif basınçlı (dış ortamdan daha düşük hava basıncına sahip) biyogüvenlik tedbirlerine uygun karantina merkezlerinde ve sıkı etik kurallar çerçevesinde yürütülüyor. COVID-19 pandemisi sırasında geliştirilen SARS-CoV-2 virüsüne yönelik kontrollü insan enfeksiyonu modelleri, aşıların ve bağışıklık yanıtlarının daha hızlı ve ayrıntılı biçimde değerlendirilmesine olanak sağladı. Böylece bu yaklaşımın küresel sağlık krizlerine karşı bilimsel hazırlıkta yerleşik yöntemleri destekleyebilecek önemli bir araç olabileceğini ortaya koydu. Sonuç olarak COVID-19 pandemisi, tıp ve bilim dünyasında uzun süredir etik ve güvenlik gerekçeleriyle sınırlı biçimde kullanılan kontrollü insan enfeksiyonu denemeleri yaklaşımının, uygun olduğu durumlarda ve belirli koşullar altında güçlü ve değerli bir araştırma aracı olarak yeniden önem kazanmasına katkı sağladı.

Neden Güçlü Bir Araç?

Klasik klinik denemelerde katılımcıların virüsle ne zaman, hangi dozda ve hangi koşullar altında karşılaştığı çoğu zaman kesin olarak bilinmez. Araştırmacılar, hastalığın doğal yollarla bulaşmasını beklemek zorunda kaldıkları için istatistiksel olarak anlamlı sonuçlara ulaşmaya yetecek sayıda enfeksiyon vakasına erişmek aylar hatta yıllar sürebilir. Üstelik bu süreçte elde edilen veriler; yaşam tarzı, çevresel koşullar, bireysel bağışıklık farklılıkları ve kontrol edilemeyen pek çok başka dış etkenin karmaşık etkileri altındadır. Buna karşılık kontrollü insan enfeksiyonu çalışmalarında virüsün katılımcılara tam olarak ne zaman ve hangi dozda verileceği önceden belirlenir, bağışıklık yanıtı enfeksiyon öncesinden başlayarak sürecin her aşamasında ayrıntılı ve sistematik biçimde izlenir. Bu sayede hem hastalığın biyolojik seyri çok daha



Jacob Wackerhausen / iStock

Etik Tartışmaları

Kontrollü insan enfeksiyonu çalışmaları, gönüllülerin bilinen bir patojene kasıtlı ve kontrollü biçimde maruz bırakıldığı erken faz klinik araştırmalar olduğu için “bir insanı bilerek enfekte etmenin” kabul edilebilirliği, risklerin sınırları ve toplumsal yararın ne ölçüde ağırlık taşıdığı gibi sorular, konuyla ilgili etik tartışmaların odağında yer alıyor. Literatürdeki genel uzlaşısı, bu çalışmaların ancak topluma yarar sağlayabileceği öncül bilimsel çalışmalarla güçlü bir şekilde desteklendiği ve risklerin titiz bir şekilde azaltılıp yönetildiği durumlarda savunulabileceği yönünde. Dünya Sağlık Örgütü'nün COVID-19 için yayınladığı “etik kabul edilebilirlik” ölçütlerinde net bilimsel gerekçe, risk-fayda değerlendirmesi, bağımsız etik incelemeler, uygun katılımcı seçimi, bilgilendirilmiş onam süreçleri, şeffaflık ve kamu yararı başlıklarına vurgu yapıyor.

Kontrollü insan enfeksiyonu çalışmalarıyla ilgili etik tartışmalardaki en kritik noktalardan birkaçını sıralamak gerekirse:

► Risk Eşiği: Gönüllülere yönelik olası risklerin ancak söz konusu çalışmanın alternatif çalışma yaklaşımlarıyla elde edilemeyecek ölçüde önemli bilgiler sağlama potansiyeli taşıması durumunda kabul edilmesi ve gerekli risk azaltma önlemlerinin alınması.

net anlaşılır hem de aşı ve tedavi adaylarının etkinliği, klasik klinik denemelere kıyasla çok daha kısa sürede, daha az belirsizlikle ve daha güvenilir biçimde değerlendirilebilir.

COVID-19 pandemisi sırasında geliştirilen SARS-CoV-2 kontrollü insan enfeksiyonu modelleri, virüsün insan vücudundaki davranışını, bağışıklık yanıtlarının zaman içindeki seyrini ve aşı adaylarının oluşturduğu koruyucu tepkileri klasik klinik çalışmalara kıyasla daha kontrollü ve ayrıntılı biçimde inceleme olanağı sunabilecek bir yöntem olarak geliştirildi. Bu çalışmalar, COVID-19 aşısının geliştirilme süreçlerinde rutin bir yöntem olarak değil sadece bazı pilot ve deneysel araştırmalar kapsamında küçük ölçeklerde yapıldı. Gönüllüler, yüksek biyogüvenlik standartlarına sahip karantina merkezlerinde

dikkatle belirlenmiş çok düşük dozlarda virüse maruz bırakıldı ve bağışıklık yanıtları enfeksiyon öncesinden başlayarak sık aralıklarla izlendi.

Elde edilen bulgular, bağışıklıkla ilişkili çeşitli biyolojik göstergelerin tanımlanmasında katkıda bulunarak gelecekteki aşı ve tedavi araştırmalarının tasarlanmasında kullanılabilecek önemli bilimsel veriler sağladı. Bu nedenle kontrollü insan enfeksiyonu yaklaşımı, COVID-19 pandemisi sürecinde küresel sağlık krizlerine karşı bilimsel hazırlığı destekleyebileceği gösterilen ancak geniş ölçekli klasik klinik çalışmaların yerine geçmeyen, tamamlayıcı ve güçlü bir araştırma aracı olarak yeniden önem kazandı.

► Üçüncü Kişilere Yönelik Riskler: Çalışmaya konu olan enfeksiyon hastalığının topluma yayılmasını önleyecek kontrol ve karantina düzeneklerinin tesis edilmesi.

► Katılımcı Seçimi ve Maddi Destek: Özellikle ekonomik olarak dezavantajlı gruplarda gönüllülere verilen maddi teşvikin katılımcıların karar verme özgürlüğünü etkilemediğinden emin olunması. Başka bir deyişle maddi durumu iyi olmayan insanların surf maddi kazanç için sağlıklarını riske atmasına engel olunması, gerçekten toplum yararı için bilinçli olarak gönüllü olan katılımcıların seçilmesi.

► Aydınlatıcı Onam Süreci: Katılımcıların çalışmanın amacı, süreci ve riskleri konusunda açık ve net biçimde bilgilendirilmesi, katılımcıların hür iradeleriyle gönüllü olduğundan emin olunması ve katılımcıların çalışmanın herhangi bir anında çalışmadan ayrılma haklarının saklı tutulması.

► Güvenlik Takibi ve Kurtarma Tedbirleri: Yoğun tıbbi takiple katılımcıların can güvenliğinin titizlikle korunması, katılımcılar üzerinde denemenin durdurulmasını gerektirebilecek kritik eşiklerin önceden belirlenmesi ve gerektiğinde katılımcıların etkin tedaviye hızla erişiminin sağlanması.

Başarılı Örnekler

COVID-19 pandemisinin neden olduğu yüksek ölüm sayıları ve tüm dünya ekonomisinin aldığı ağır darbe, hem bilim insanlarının hem de sağlık otoritelerinin kontrollü insan enfeksiyonu çalışmalarına yaklaşımında köklü bir değişime neden oldu. 2021 yılında Imperial College London’da enfeksiyon hastalıkları alanında araştırmalar yapan Christopher Chiu, dünyadaki ilk COVID-19 kontrollü insan enfeksiyonu denemesini gerçekleştirdi. Bu denemede 18-30 yaş arasındaki 36 sağlıklı gönüllü SARS-CoV-2 virüsüne maruz bırakıldı. Enfeksiyon gelişen 18 gönüllü dört hafta boyunca sistematik biçimde takip edildi.

Çalışmada virüse çok düşük dozda maruz kalmanın bile enfeksiyon oluşturabildiği gibi son derece değerli bilimsel bulgular elde edildi. Chiu, şu anda enfeksiyonu tamamen durdurmayı ve bulaşmayı engellemeyi hedefleyen yeni nesil COVID-19 aşılarının aynı yaklaşımla test edileceği yeni bir projeye liderlik ediyor.

Kontrollü insan enfeksiyonu denemeleri yaklaşımı, günümüzde dünyanın en yaygın bazı patojenlerine karşı geliştirilen yeni aşı ve tedavi teknolojilerinin değerlendirilmesinde giderek daha fazla kullanılan bir araştırma yöntemi hâline geldi. Örneğin San Francisco merkezli bir biyoteknoloji şirketi, iki yıl önce başlattığı bir araştırmada, norovirüse karşı geliştirdikleri bir aşı adayını kontrollü insan



Kontrollü insan enfeksiyonu denemeleri son yıllarda özellikle aşı geliştirme, bağışıklık yanıtlarının anlaşılması ve sıtma gibi hastalıklarda koruyucu mekanizmaların çözümlenmesine önemli katkılar sağladı. Ayrıca bazı enfeksiyonlarda monoklonal antikor gibi hedefe yönelik bağışıklık temelli tedavilerin araştırılmasında da güçlü bir araç olarak kullanılıyor.

enfeksiyonu modeli kullanarak test etti. Kış aylarında yaygın olarak görülen, kusma ve ishal ile seyreden akut mide-bağırsak enfeksiyonlarının en önemli nedenlerinden biri olan norovirüs, dünya genelinde her yıl yaklaşık 200.000 insanın hayatını kaybetmesine yol açıyor. Yüksek genetik çeşitliliği ve hızlı değişim göstermesi nedeniyle norovirüs, aşı geliştirilme çalışmaları açısından zorlayıcı bir hedef oluşturuyor. Söz konusu klinik çalışmada 100'ün üzerinde sağlıklı gönüllü, kontrollü koşullarda norovirüse maruz bırakıldı, gönüllülerin yaklaşık yarısına ise denemeden yaklaşık bir ay önce deneysel aşı adayı uygulandı. Enfeksiyon sonrasında

katılımcılar yakından izlendi, klinik belirtiler ile virüs atılımı (bir kişinin enfekte olduktan sonra virüsü vücudundan dış ortama salma süreci) düzenli olarak takip edildi. Elde edilen sonuçlar, aşılana gönüllülerde enfeksiyon belirtilerinin daha hafif seyrettiğini ve dışkı ile tükürük örneklerinde ölçülen virüs atılımının anlamlı ölçüde azaldığını gösterdi. Bu bulgular, söz konusu aşı adayının hem bireysel koruma sağlayabileceğine hem de bulaşma riskini azaltma potansiyeline sahip olabileceğine işaret ediyordu.

Bu tür verilerin kısa süreler içinde elde edilebilmesi özellikle klasik aşı denemeleriyle

karşılaştırıldığında gerçekten etkileyici. Klasik klinik denemelerde çok sayıda katılımcı çalışmaya dâhil edilir ve bunların bir kısmının doğal yollarla enfeksiyona yakalanması beklenir. Bu durum tıpkı geçmişte yaşanan Ebola salgınlarında olduğu gibi enfeksiyon oranının doğal olarak düşük olduğu hastalıklarda veri toplanmasını hayli zorlaştırır. Kimin ne zaman hastalanacağını önceden kontrol edilebildiği kontrollü insan enfeksiyonu denemeleri ise bu sorunu büyük ölçüde aşar ve çok daha az katılımcı ile önemli bilimsel verilere ulaşılmasını sağlar.

Aşı onay süreçlerinde aşının gerçek hayattaki etkilerinin de gösterilmesi gerektiği için kontrollü insan enfeksiyonu denemelerinin geniş ölçekli klinik denemelerin yerini tamamen alması beklenmiyor. Ancak bu yaklaşım, araştırmacıların hangi aşı adaylarının üzerinde çalışmaya değer olduğunu erken aşamada belirlemesine önemli ölçüde yardımcı oluyor.

Üstelik bu yaklaşımın tek faydası, ihtiyaç duyulan verilere hızlı ulaşılabilmesi değil. Katılımcılar son derece kontrollü koşullarda enfekte edildiği ve araştırmacılar katılımcıları maruz bıraktıkları patojen dozunu doğrudan kontrol edebildiği için hastalık sürecinin daha ilk anlarından itibaren ayrıntılı biçimde izlenmesi mümkün olur.



piola666 / iStock



Kontrollü insan enfeksiyonu denemelerinin giderek daha çok yaygınlaşması ve kabul görmesi, bu yaklaşımın sistematik gelişimine de katkıda bulundu. Artık bu tür denemelerin son derece kontrollü şartlarda yapılmasına imkân tanıyan az sayıda da olsa özel merkezler bulunuyor. Bunlardan biri olan Vaccinopolis, Belçika'nın Anvers kentinde yer alan ve kontrollü insan enfeksiyonu denemelerine tahsis edilmiş karantina özelliklerine sahip bir araştırma tesisi. İzolasyonlu otuz özel odanın yer aldığı tesis, biyogüvenlik seviyesi 3'e kadar olan patojenlerle çalışmaya imkân tanıyor. Dört seviyeden oluşan biyogüvenlik sınıflandırmasında, 4. seviye en yüksek risk grubundaki patojenleri ifade eder.

denemeleriydi. COVID-19 döneminde bu yaklaşımın yeniden değerlendirilip bağışıklık yanıtlarının ayrıntılı biçimde incelenmesi ve aşı adaylarının erken aşamada test edilmesi açısından güçlü bir araştırma aracı olduğu gösterildi. Günümüzde bu yöntem yalnızca hastalık mekanizmalarının daha iyi anlaşılmasına katkı sağlamakla kalmıyor aynı zamanda gelecekteki küresel sağlık tehditlerine karşı sağlık sistemlerinin daha hazırlıklı olmasına ve bilimsel açıdan daha donanımlı bir sağlık araştırmaları altyapısının kurulmasına da yardımcı oluyor. Bununla birlikte kontrollü insan enfeksiyonu denemelerinin hangi koşullarda ve ne ölçüde rutin bir yöntem hâline geleceğini, gönüllülerin katkılarıyla yürütülecek yeni araştırmaların ve süregelen etik değerlendirmelerin sonuçları gösterecek. ■

Bu sayede patojenin vücutta nasıl davrandığı ve bağışıklık sisteminin buna nasıl yanıt verdiği, başka yöntemlerle elde edilmesi güç bir ayrıntı düzeyinde anlaşılabilir. Elde edilen bu bilgiler ise tedavi geliştirme çalışmalarına ve halk sağlığı politikalarının şekillendirilmesine doğrudan katkı sağlayabilir.

Ancak bu yaklaşımın her durumda fayda sağlamayabileceğini ve her patojen için uygun olmayabileceğini de unutmamak gerekir. Dolayısıyla kontrollü insan enfeksiyonu denemelerini, tıbbın patojenlerle mücadelesinde tek başına çığır açan bir yöntem olarak değil, uygun koşullarda mevcut yöntemleri güçlendiren ve süreci hızlandıran tamamlayıcı bir araç olarak değerlendirmek daha doğru olacaktır.

Küresel Sağlık Krizleri İçin Güçlü Bir Araç

İnsanlık tarihinde dünya savaşları ve büyük salgınlar gibi krizlerin bilim ve teknolojiye önemli atımlara zemin hazırladığı pek çok örnek var. COVID-19 pandemisi de bu tarihsel örnekler arasında sayılabilir. Pandemi sürecinde özellikle aşı ve ilaç geliştirme teknolojileri büyük bir ivme kazandı. mRNA ve platform aşuları gibi yenilikçi aşı yaklaşımları yalnızca gelecekteki olası pandemilere karşı hazırlığı güçlendirmekle kalmadı aynı zamanda kanser, grip ve bağışıklık temelli hastalıklar gibi pek çok alanda yeni tedavi olanaklarının önünü açtı. Bu bilimsel dönüşümün çarpıcı örneklerinden biri de kontrollü insan enfeksiyonu

Kaynaklar

- [https://doi.org/10.1016/S1473-3099\(23\)00294-3](https://doi.org/10.1016/S1473-3099(23)00294-3)
- <https://doi.org/10.3389/fimmu.2025.1672945>
- https://doi.org/10.1007/82_2022_253
- <https://www.newscientist.com/article/2505159-how-deliberately-giving-people-illnesses-is-supercharging-medicine/>
- https://doi.org/10.1007/978-3-030-41480-1_2
- <https://www.smithsonianmag.com/science-nature/brief-history-human-challenge-trials-180976556/>
- https://www.who.int/publications/i/item/WHO-2019-nCoV-Ethics_criteria-2020.1
- [https://doi.org/10.1016/S1473-3099\(23\)00294-3](https://doi.org/10.1016/S1473-3099(23)00294-3)
- <https://doi.org/10.3390/vaccines11010056>
- <https://doi.org/10.1093/infdis/jiaa152>

100 Yıllık Fermuar Tasarımı Yeniden Şekilleniyor

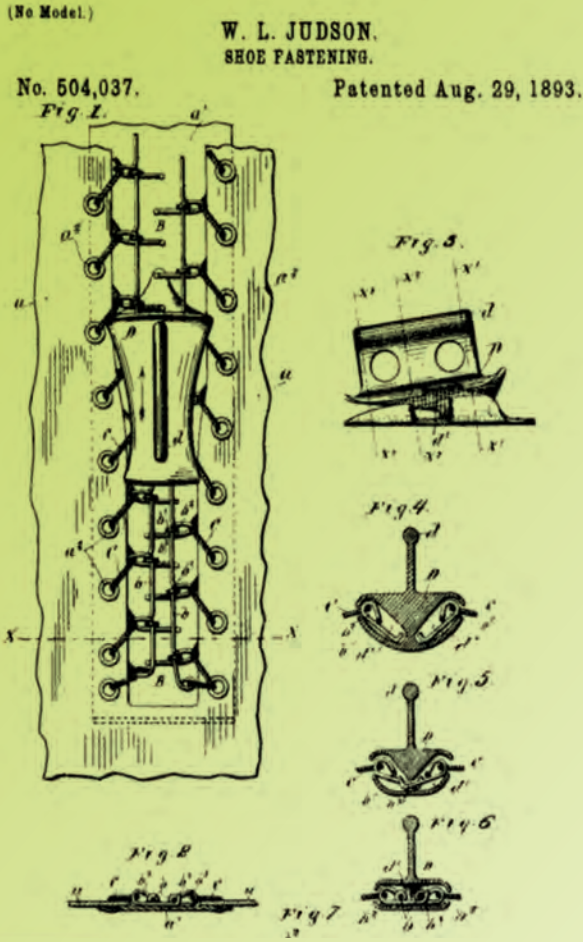
Hayriye Yetiş Avcı [TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi

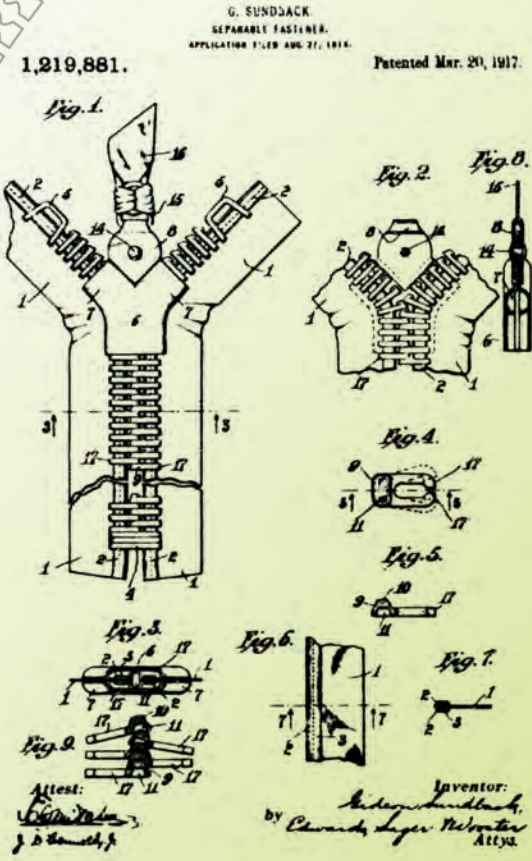


Fermuarlar kuşkusuz günlük hayatımızı pratik bir biçimde kolaylaştıran malzemelerden biri. Yaklaşık bir asırdır kullanılmakta olan bu malzemenin tasarımı bugüne kadar neredeyse hiç değişmedi: Sahip olduğu çıkıntılar ve oyuklar sayesinde birbirine geçebilen ve karşılıklı dizilmiş iki sıradan oluşan dişler, diş dizilerini bir araya getirmek için kullanılan bir sürgü ve dişlerin kenetlendiği kumaş şeritler. Belki de her gün defalarca kez kullandığımız ancak üzerine pek fazla düşünmediğimiz bu mekanizmanın tasarımı Japon şirketi YKK tarafından yeniden şekillendiriliyor.

Fermuarın geliştirilme hikâyesi 1850'lere dayanıyor. Mucit Elias Howe 1851 yılında, fermuarın öncüsü sayılabilecek bir tasarımın patentini aldı. Ancak bu tasarım eski kancalı ve düğmeli kapatma yöntemlerinden pek farklı değildi. Kullanımının zor ve üretiminin maliyetli olması nedeniyle de çok fazla rağbet görmedi. Howe bir yandan dikiş makinesi icat etmekle meşgul olduğundan fermuar tasarımını daha geliştirmek için çabalamadı. Dolayısıyla fermuarın tarihinde önemli bir isim olsa da gerçek mucidi olma şansını kaçırdı.

ABD'li mühendis Whitcomb Judson bir dizi düğmenin kullanıldığı çizmeleri ilikleme zahmetini ortadan kaldırmak istiyordu. Bu amaçla 1890'lı yılların başlarında bir sürgü ile birbirine kenetlenen karşılıklı kanca ve halka sıralarından oluşan bir tasarım geliştirdi. Judson 1893'te patentini aldığı buluşunu piyasaya sürerek "fermuarın mucidi" oldu. Ancak bu tasarım kullanışsız olması ve kendiliğinden açılması nedeniyle ilgi görmedi ve ticari olarak başarısızlığa uğradı.





Gideon Sundback'ın patentini aldığı fermuar tasarımı

Fermuarın bugün dünya genelinde yaygınlaşması büyük ölçüde Gideon Sundback sayesinde mümkün oldu. İsveçli elektrik mühendisi Sundback, 1913 yılında modern fermuarın mucidi olmasını sağlayacak bir tasarım geliştirdi. Judson'un tasarımı üzerine çalışarak ortaya çıkardığı modelde ilk olarak kanca ve halkalara dayalı mekanizmadan vazgeçti. Model "Y" biçimli bir sürgüyle çalışıyordu ve sert bir şerit üzerine kenetlenmiş karşılıklı iki diş sırasından oluşuyordu. Bu model günümüzde kullanılan fermuara hayli benzese de "fermuar" kelimesi modelin 1923 yılında bir şirket tarafından yeni bir lastik çizme modelinde kullanılmaya karar verilmesinin ardından ortaya çıktı. Şirket, tasarımdaki dişlerin birleşirken çıkardığı sestenseyinlenerek ürüne, fermuar anlamına gelen İngilizce zipper adını verdi.

Üretildiği ilk yıllarda daha çok çizme ve keselerde kullanılan yeni tasarımın giysilerde kullanılmaya başlanması 20 yılı buldu. Fermuar ilk olarak çocuk

kiyafetlerine eklendi. Bu malzemenin çocukların kendi kendilerine giyinmelerini sağladığını öne çıkaran pazarlama şirketlerinin başlattığı satış kampanyaları fermuarın popülerliğini artırdı. Erkek pantolonlarında kullanılmaya başlanmasıyla yetişkin giyim sektöründe yaygınlaşmaya başlayan fermuar, ardından kadın kiyafetlerinde de kullanılan bir ürün hâline geldi.

Yüzyıllar boyunca kiyafetleri ya da çantaları kapatmak için düğme, kopça, çitçit ya da bağcık gibi malzemeler kullanılmışken fermuarlar sayesinde bu iş çok daha pratik hâle geldi. Giysi, çanta ya da ayakkabılarda açma ve kapatmayı kolaylaştırma, eşyaları güvenle saklama ve dış etkenlere karşı koruma gibi birçok farklı amaçla kullanılabilen fermuarlar gündelik hayata hizmet eden ürünlerin arasında önemli bir yere sahip. Bu malzemelerin uyku tulumu ve çadır gibi kamp ürünlerinden hava geçirmez uzay giysilerine, açık yaraları kapamak için kullanılan bantlardan dalış giysilerine kadar pek çok farklı uygulama alanı bulunuyor.

1910'lu yıllardan beri hayatımızda olan fermuarlar bugüne kadar tasarımsal olarak büyük bir değişikliğe uğramadı. Sağlam, ucuz ve dikiminin kolay olması hâlihazırdaki tasarımların geliştirilmesi üzerine düşünmeyi pek gerektirmedi. Ancak malzeme bilimindeki ilerlemeyle birlikte daha hafif ve esnek özellikte giysiler geliştirilmesi, fermuarların da bu dönüşüme ayak uydurmasını gerektirdi. 1934 yılında kurulan ve dünyadaki fermuarların neredeyse yarısını üreten Japon şirketi YKK, bu durumu göz önünde bulundurarak giyim sektörünün vazgeçilmez parçası fermuar tasarımını birkaç yıl önce yeniden gözden geçirmeye başladı ve AiryString fermuarlarını geliştirdi.

AiryString fermuarları geleneksel fermuarlardan farklı olarak kumaş şeritlere tutturulmuyor. Böylece fermuarın dişleri arada kumaş şerit olmadan doğrudan giysinın kumaşına uygulanabiliyor. Bu da fermuarın daha hafif, esnek ve sade bir

tasarıma sahip olmasını sağlıyor. Ayrıca sıradan fermuarlardaki sert şeritleri hafif ve esnek kumaşlardan üretilen giysilere dikmek hayli uğraştırıcıyken AiryString fermuarları bu tip giysilere daha kolay monte edilebiliyor. Bu durum aynı zamanda kıyafetlerin vücutla daha uyumlu hareket etmesini sağlayarak kıyafetin içindeki rahatlık hissini artırıyor.

AiryString fermuarları çevresel etkileri ve maliyet açısından da üstün özelliklere sahip. Geleneksel fermuarlardaki şeritler fazladan kumaş kullanılmasını ayrıca boya ve dikiş işlemlerini gerektirir. Yeni fermuar tasarımı ise hem malzemeden hem de dikiş süreçlerindeki iş yükü azaldığı için işçilikten tasarruf etmeyi mümkün hâle getiriyor. Diğer yandan kumaş ve boya gereksinimi ortadan kalktığı için bu malzemelerin üretim süreçlerinde harcanan su miktarı da azalıyor. Bu da ortaya çıkan atık suların arıtılması için gereken enerji miktarının dolayısıyla karbondioksit salımının azalması anlamına geliyor. AiryString fermuarların %100 geri dönüştürülmüş malzemeden üretilmiş seçenekleri de mevcut. YKK'nin her yıl milyarlarca fermuar ürettiği göz önüne alındığında, bu tasarım değişikliği fermuar üretiminin çevre üzerindeki olumsuz etkilerini küresel ölçekte azaltabilir.

Geleneksel fermuarlardaki kumaş şeritler fermuarın dışlarıyla dikileceği malzeme arasındaki bağlantı noktası gibidir. Dikişin uygulanacağı bir yüzey sağlar, fermuarın şeklini ve dayanıklılığını belirler. Dolayısıyla fermuardan şeritlerin çıkarılmasıyla birlikte YKK, üretim sürecinin her aşamasını yeniden gözden geçirdi. Fermuarın dışları yeniden tasarlandı ve tasarıma uygun şekilde kumaşa sabitlenebilmesi için yeni dikiş makineleri ve üretim ekipmanları geliştirildi.

YKK Uygulama Geliştirme Bölümü Başkan Yardımcısı Makoto Nishizaki, yeni fermuar tasarımlarını geleneksel fermuarlarla



Fermuarın bilinen tasarımı (üstte) ve yeni tasarımı (altta)

karşılaştırdıklarını ve çeşitli kumaşlarda deneyerek defalarca dayanıklılık ve mukavemet testleri yaptıklarını belirtiyor. Sonuçta AiryString fermuarları kullanılabilirlik açısından çok daha iyi bir performans göstermiş. Özellikle son yıllarda akıllı kumaşların geliştirilmesi ve yapay zekâ destekli üretim süreçlerinin yaygınlaşmasıyla malzeme biliminde sağlanan ilerlemeler düşünüldüğünde, AiryString fermuarlarının küçük bir yapısal değişiklikte tekstil sektörüne önemli yenilikler getireceği düşünülüyor.

Tasarım ve performans odaklı ürünler geliştiren çeşitli giyim markaları AiryString fermuarlarını ürünlerinde kullanmaya başladı. Ancak yeni tasarımın daha fazla marka tarafından benimsenmesi ve yaygınlaşması zaman alacak gibi görünüyor. ■

Kaynaklar

- <https://www.wired.com/story/the-zipper-is-getting-its-first-major-upgrade-in-100-years/>
- <https://ykkdigitalshowroom.com/en/item/143/>
- <https://www.thoughtco.com/history-of-the-zipper-4066245>

Uzayda Hayatta Kalan Yosun Sporları

Dr. Özlem Ak [TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi

Kara yosunu sporları, Uluslararası Uzay İstasyonu'nun (ISS) dışında, uzay koşullarına dokuz ay boyunca maruz kalmasına rağmen hayatta kalmayı başararak dikkat çekici bir biyolojik dayanıklılık örneği sergiledi. Dünya'ya geri getirilen yosun örneklerindeki sporların yaklaşık %89'u yeniden çimlenerek büyümeye başladı. Çalışmanın sonuçları 20 Kasım 2025'te *iScience* dergisinde yayımlandı. Hokkaido Üniversitesinden araştırma ekibinde yer alan Tomomichi Fujita'ya göre bu sonuçlar, Dünya'daki yaşamın hücreysel düzeyde uzayın son derece zorlayıcı koşullarına bile direnç gösterebilen mekanizmalara sahip olduğuna dair güçlü bir kanıt niteliği taşıyor.

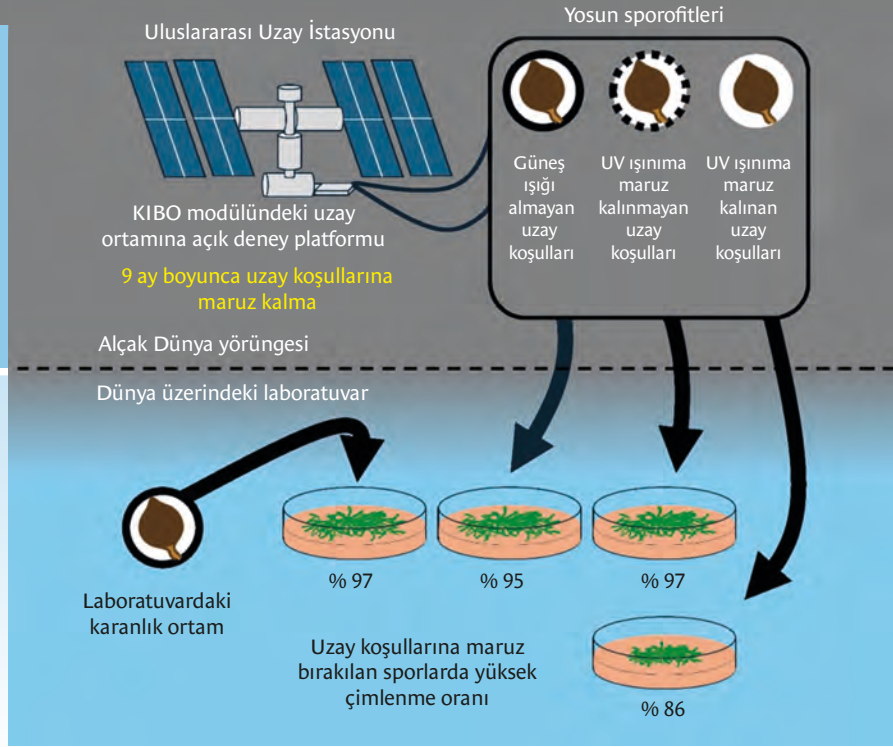
Fujita'nın "uzay yosunu" fikri, yosunların yeryüzündeki en zorlu çevre koşullarında bile yaşayabildiğini fark etmesiyle ortaya çıkmış. Yosunların bu dayanıklılığı uzayda da gösterip göstermeyeceğini merak eden ekip, *Physcomitrium patens* adlı yaygın bir kara yosunu türünü morötesi (UV) ışınımına, aşırı

sıcaklık değişimlerine ve uzay ortamını taklit eden koşullara maruz bıraktı. Araştırmacılar, kara yosunlarının gelişimlerinin farklı evlerini temsil eden üç farklı yapıyı (sporun çimlenmesinden sonraki ilk gelişim evresindeki genç dokular, stres altında oluşan vejetatif üreme hücreleri ve spor kapsülleri) test ederek hangisinin uzayda hayatta kalmaya en yakın olduğunu anlamaya çalıştı. Fujita, kozmik radyasyon, aşırı sıcaklık değişimleri ve ağırlıksız ortam gibi uzaydaki zorlayıcı koşullarının, kara yosunları için tek bir stres unsurundan çok daha ağır bir biyolojik yük olacağını düşündüklerini belirtiyor.

Deneyle, UV ışınlarının yosunlar için en yıkıcı etken olduğunu ancak spor kapsüllerinin içindeki sporların bu koşullara karşı olağanüstü derecede dayanıklı olduğunu gösterdi. Genç yosun dokuları UV ışığına ve sıcaklık değişimlerine dayanıklılık gösteremezken, stres altında ortaya çıkan vejetatif üreme hücreleri olan brood hücreleri bir miktar direnç gösterdi. En dayanıklı yapı ise sporofitler oldu.

Sporofitler, yosunların üreme döneminde oluşan ve yosun sporlarını koruyucu bir kapsül içinde taşıyan yapılardır. Bu kapsülün içindeki sporlar UV ışınımına karşı diğer dokulara kıyasla yaklaşık bin kat daha fazla tolerans sergiledi. Ayrıca -196°C'de bir haftadan uzun süre ve 55°C'de bir ay boyunca hayatta kalmayı başardılar ve sonrasında çimlenebildiler. Araştırmacılar, sporları çevreleyen bu kapsülün UV ışınlarını soğurarak içindeki sporları fiziksel ve kimyasal olarak koruyan doğal bir kalkan görevi gördüğünü düşünüyor. Bu dayanıklılığın gerçek uzay ortamında da sürüp sürmeyeceğini görmek için ekip, sporofitleri uzayda test etmeye karar verdi.

Mart 2022'de araştırmacılar yüzlerce sporofiti, Cygnus NG-17 uzay aracıyla ISS'ye gönderdi. Astronotlar bu örnekleri istasyonun dış yüzeyine yerleştirdi ve sporlar tam 283 gün boyunca doğrudan uzayın zorlayıcı koşullarına maruz kaldı.



Yosunlarda üreme hücrelerini üreten yapraklı gametoforun üst kısmının ortasında kıvrık kahverengi bir sporofit görülüyor. Bu kapsülün içinde çok sayıda spor bulunuyor. Bu şekilde olgunlaşmış sporofitler tek tek toplanarak, ISS'nin dış yüzeyindeki deney düzeneğinde gerçekleştirilen deneyde örnek olarak kullanıldı.

Ocak 2023'te SpaceX'in Dragon uzay aracıyla Dünya'ya geri dönen örnekler laboratuvarında incelendi.

Fujita, deneyden önce sporların neredeyse hiçbirinin hayatta kalmasını beklemediklerini, ancak Dünya'ya dönen örneklerin büyük

kısımının canlı olduğunu görünce şaşkına döndüklerini belirtiyor. Uzay koşullarında geçirilen 9 ayın ardından sporların %80'inden fazlası

Kaynaklar

<https://doi.org/10.1016/j.isci.2025.113827>
<https://www.scientificamerican.com/article/these-are-the-weird-life-forms-that-can-survive-in-space/>

hayatta kaldı ve bu canlı sporların yaklaşık %89'u Dünya üzerindeki laboratuvarında yeniden çimlenebildi.

Araştırmacılar sporların klorofil düzeylerini de ölçtü. Klorofil pigmentlerinin çoğu normal seviyelerde kalırken, fotosentezde temel rol oynayan klorofil a'nın düzeyinde yaklaşık %20'lik bir azalma görüldü. Bu pigment mavi ve kırmızı dalga boylarındaki ışığı soğurduğu için ışık koşullarındaki değişimlere daha duyarlıdır. Ancak bu düşüş sporların genel sağlığını olumsuz etkilemedi.

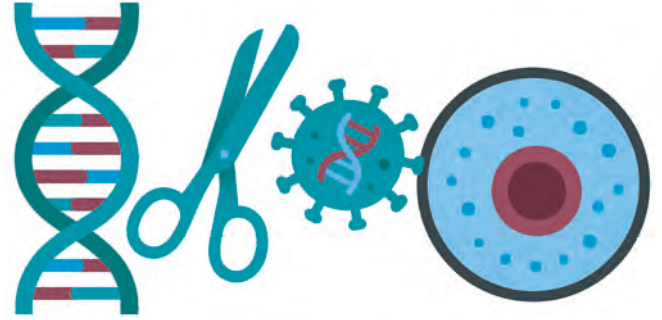
Sporların uzayda daha ne kadar yaşayabileceğini merak eden ekip, deney öncesindeki ve sonrasındaki verileri kullanarak matematiksel bir model geliştirdi. Model, sporların uzay koşullarında yaklaşık 5.600 gün, yani yaklaşık 15 yıl hayatta kalabileceğini öngörüyor. Ancak araştırmacılar bunun kaba bir tahmin olduğunu, daha kesin sonuçlar için daha fazla veriye ihtiyaç duyulduğunu vurguluyor.

Ekip, bu bulguların gelecekte başka gezegenlerde bitki yetiştirme çalışmalarına ve uzayda tarımsal üretim sistemlerinin geliştirilmesine katkı sağlayabileceğini düşünüyor. Fujita, bu araştırmanın Ay veya Mars gibi gök cisimlerinde küçük ekosistemlerin kurulmasına yönelik çalışmalar için önemli bir başlangıç olabileceğini söylüyor. ■

Yapay Zekâ ile Gen Terapisi

50 yılı aşkın süredir bilim insanlarının üzerinde çalıştığı gen terapisi genetik hastalıkları tedavi etmeye odaklanıyor. Bu alanda önemli başarılar da elde edilmiş durumda. Örneğin yaşamın ilk yıllarında ortaya çıkan ve kaslarda zayıflamaya yol açarak ciddi sağlık sorunlarına yol açan genetik bir hastalık olan spinal müsküler atrofinin (SMA) etkileri artık doğumdan sonraki ilk haftalarda uygulanan gen tedavileriyle büyük ölçüde engellenebiliyor. Bilinen 7 binden fazla genetik hastalık olsa da az sayıda gen terapisi ABD Gıda ve İlaç Dairesi (FDA) gibi otoritelerin onayını almış durumda. Bu tür tedavilerde temel sorun tedavi bileşenlerinin vücuttaki hedef hücrelere etkili ve güvenli bir şekilde ulaştırılamaması, tedavi maliyetlerinin de çok yüksek olması. Ayrıca beyin gibi bazı organlarda etkisi düşük. Örneğin yüksek dozlarda uygulansa bile kan-beyin bariyeri nedeniyle tedavi bileşenlerinin küçük bir bölümü beyin dokusuna ulaşabiliyor ve bu da karaciğerde toksik etki riski oluşturuyor.

Dyno Therapeutics adlı şirket, bu sorunu genetik mühendisliği yaklaşımları ile çözmeye



çalışıyor. Gen tedavilerinde en yaygın kullanılan taşıyıcı sistemler viral vektörlerdir. Bu sistemlerde taşınan genetik materyali saran kapsit isimli bir protein kılıf bulunur. Kapsitlerin yapısı, viral vektörün hücrelerle nasıl etkileşeceğini belirler. Geleneksel yöntemlerde hücrelere ulaşan en etkili varyantı belirleyebilmek için kapsitlerin yapısında rastgele değişiklikler yapılarak milyonlarca farklı kapsit dizisi içeren kütüphaneler oluşturuluyor. Ancak bu yöntemde yapılan değişikliklerin %80'i gen terapisiyle hedeflenen temel işlevlerin bozulmasına neden oluyor.

Dyno Therapeutics şirketi bu soruna yapay zekâya dayalı yeni yaklaşımlar geliştiriyor. Laboratuvarda denekler üzerinde yapılan deneylerde aynı anda milyonlarca farklı kapsit dizisinin etkinliği test ediliyor ve hangi dizilerin hedef hücreye ulaştığı belirlenerek petabaytlarca veri toplanıyor. Makine öğrenmesi modelleri, bu devasa veri setindeki tekrar eden örüntüleri analiz ediyor ve hangi amino asit dizilimlerinin daha etkili olduğunu öğreniyor. Sonrasında yapay zekâ



Beyin Stimülasyon Cihazıyla Depresyon Tedavisi

FDA, depresyon tedavisi için evde kullanılabilen ilk ilaçsız tedavi cihazını onayladı. İsveçli biyoteknoloji şirketi Flow Neuroscience tarafından geliştirilen FL-100 adlı cihaz, 2026'nın ikinci çeyreğinde ABD'de piyasaya sürülecek.

Kulaklığa benzeyen cihaz, transkraniyal doğru akım stimülasyonu (tDCS) teknolojisini kullanarak beynin prefrontal korteksine düşük yoğunluklu elektrik akımı gönderiyor. Beyinde duygu durumunu düzenlemede rolü olan bu bölge, depresyon hastalarında genellikle düşük aktivite gösterir.

Nature Medicine'da yayımlanan klinik çalışmada cihazla yapılan 10 haftalık tedavi sonunda hastaların yüzde 58'inde depresyon belirtilerinin anlamlı düzeyde ortadan kalktığı belirtiliyor. FL-100, Avrupa, İngiltere, İsviçre ve Hong Kong'da 55.000'den fazla kişi tarafından kullanılıyor. FDA onayı, depresyon tedavisinde ilaç tabanlı mevcut tedavi yaklaşımlarına ek olarak teknoloji tabanlı terapilerin de klinik olarak geçerli tedavi seçenekleri arasına girdiği anlamına geliyor.

modelleri, milyarlarca farklı dizilimi bilgisayar ortamında test edip en yüksek etkinlik göstermesi beklenen dizilimleri öneriyor. Kapsit dizileri için kütüphane oluşturma, hedef hücreye ulaşma etkinliğini ölçme, farklı dizilerinin etkinliğinin modellenmesi, bu verilere dayanarak yeni kapsid dizilerinin tasarlanması adımlarından oluşan bu döngüsel süreç geleneksel yöntemlere göre çok daha hızlı ve hedefe yönelik. İnsan müdahalesi sadece kritik kararlar için gerekiyor, rutin analizler tamamen otomatik olarak yürütülüyor.

Bu yöntemle gen terapisinin maliyetleri çok daha makul hâle gelebilir. Ancak önemli riskler de göz ardı edilmemeli. Gen terapilerinin insan vücudunda nasıl etkileri olduğu hâlâ tam olarak aydınlatılmadığından yapay zekâ modellerinin öngörülerini de sadece eldeki mevcut veriler ile sınırlı. Güvenlik testleri için insan müdahalesi gerekli ve sistemin hâlâ hayvan deneylerine bağımlı olması etik sorunları da beraberinde getiriyor.

<https://bit.ly/gen-terapi>

<https://doi.org/10.1038/s41591-024-03305-y>

Oyun Konsollarından Daha Çok Satan “Oyuncak”

Adını büyük ihtimalle daha önce hiç duymadığınız Nex Playground, 2025’in en çok satan oyun sistemlerinden biri oldu. Silikon Vadisi merkezli küçük bir girişim olan Nex tarafından üretilen ve görünüş olarak Rubik küpünü andıran bu oyun sistemi, bilgisayarlı görme ve yapay zekâ teknolojileriyle kullanıcıların hareketlerini takip ediyor. Benzer bir konsept olan Nintendo Wii’nin aksine kumanda gerektirmiyor. Nex Playground’un hareket izleme teknolojisi sayesinde çocuklar, kumanda kullanmadan sadece zıplayarak, eğilerek ve el sallayarak oyun oynayabiliyor. Uygun fiyatı ve çocukları ekran başında hareketsiz bırakmak yerine fiziksel aktiviteye teşvik eden yapısı önemli bir avantaj. Nex Playground’da aynı anda dört oyuncu oyun oynayabiliyor.

Nex’in hikâyesi ilginç bir dönüşüm öyküsü. 2018’de basketbol antrenman uygulaması geliştiren şirket, COVID-19 pandemisi döneminde oyunlaştırılmış egzersiz uygulamalarına yöneldi. Başlangıçta sadece uygulama geliştiren firma ardından donanıma yönelik ürünler de tasarlamaya başladı.

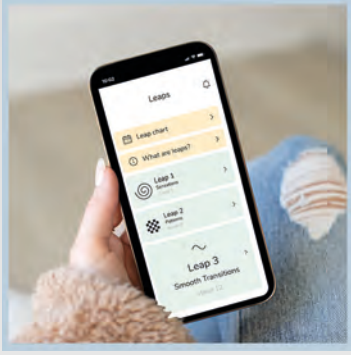
Şirket, Nex Playground ile aile dostu geniş bir oyun kütüphanesi de sunuyor. Kütüphanede dans yarışmaları, spor mücadeleleri, fitness egzersizleri ve macera oyunları yer alıyor. Cihazla birlikte beş farklı oyun ücretsiz sunuluyor. Play Pass adlı ücretli abonelikle 30’dan fazla oyuna erişim sağlanabiliyor. Nex Playground’a her ay yeni oyunlar da ekleniyor.

Şirket, popüler çocuk markalarıyla lisans anlaşmaları yaparak özel oyunlar da sunuyor. Tüm içerikler reklamsız, uygulama içi satın alma olmadan ve yetişkin içeriği barındırmadan tasarlanmış ve çocuklara yönelik dijital ürünlerin çevrim içi güvenliğini denetleyen kidSAFE+ COPPA sertifikalı.



Dijital Çağda Ebeveynler için Bazı Faydalı Uygulamalar

Mobil uygulama mağazalarında ebeveynlerin kullanabileceği birçok faydalı uygulama bulunuyor. Bunlardan dikkat çeken bazılarını sizler için derledik.



Huckleberry, yeni doğan bebeği olan aileler için en popüler uygulamalardan biri. Beş milyondan fazla kullanıcısı olan bu uygulama bebeğin uyku düzenini, beslenmesini ve bez değişimlerini takip ediyor. Yapay

zekâ destekli özellikleriyle öne çıkan Sprouty, bebeklerin neden ağladığını yüzde 80 doğrulukla tahmin edebildiğini bildiriyor. Uygulama, bebeklerin kilo takibini yapabiliyor ve gelişim dönemlerini izleyebiliyor. Glow Baby uygulaması ise birden fazla kullanıcının verilerini senkronize edebilmesi sayesinde ebeveynlerin büyükanne, dadı veya kreş ile koordinasyonunu kolaylaştırıyor. The Wonder Weeks ise bebeklerin bilişsel becerilerinde ilk 20 ayda yaşanan önemli değişim dönemlerini takip ederek huysuzluklarının nedenini anlamaya yardımcı oluyor. BabySparks, 0-3 yaş arası bebekler için günlük oyun aktiviteleri öneriyor. Hangi aktivitenin hangi bilişsel becerileri geliştirdiğini gösteren uygulama, ebeveyn-çocuk etkileşimini zenginleştiriyor.

Çocuklar büyüdükçe ebeveynlerin endişeleri de değişiyor. Google Family Link ve Apple Screen Time, ekran süresi yönetimi konusunda ücretsiz ve etkili çözümler sağlıyor.



Çocukların hangi uygulamaları kullanabileceği, bu uygulamalarda ne kadar vakit geçirdiklerinin takip edilmesi veya

kullanım sürelerinin sınırlandırılması, hangi web sitelerini ziyaret edebilecekleri gibi birçok ayarı ebeveyn telefonu üzerinden yönetmek mümkün olabiliyor.

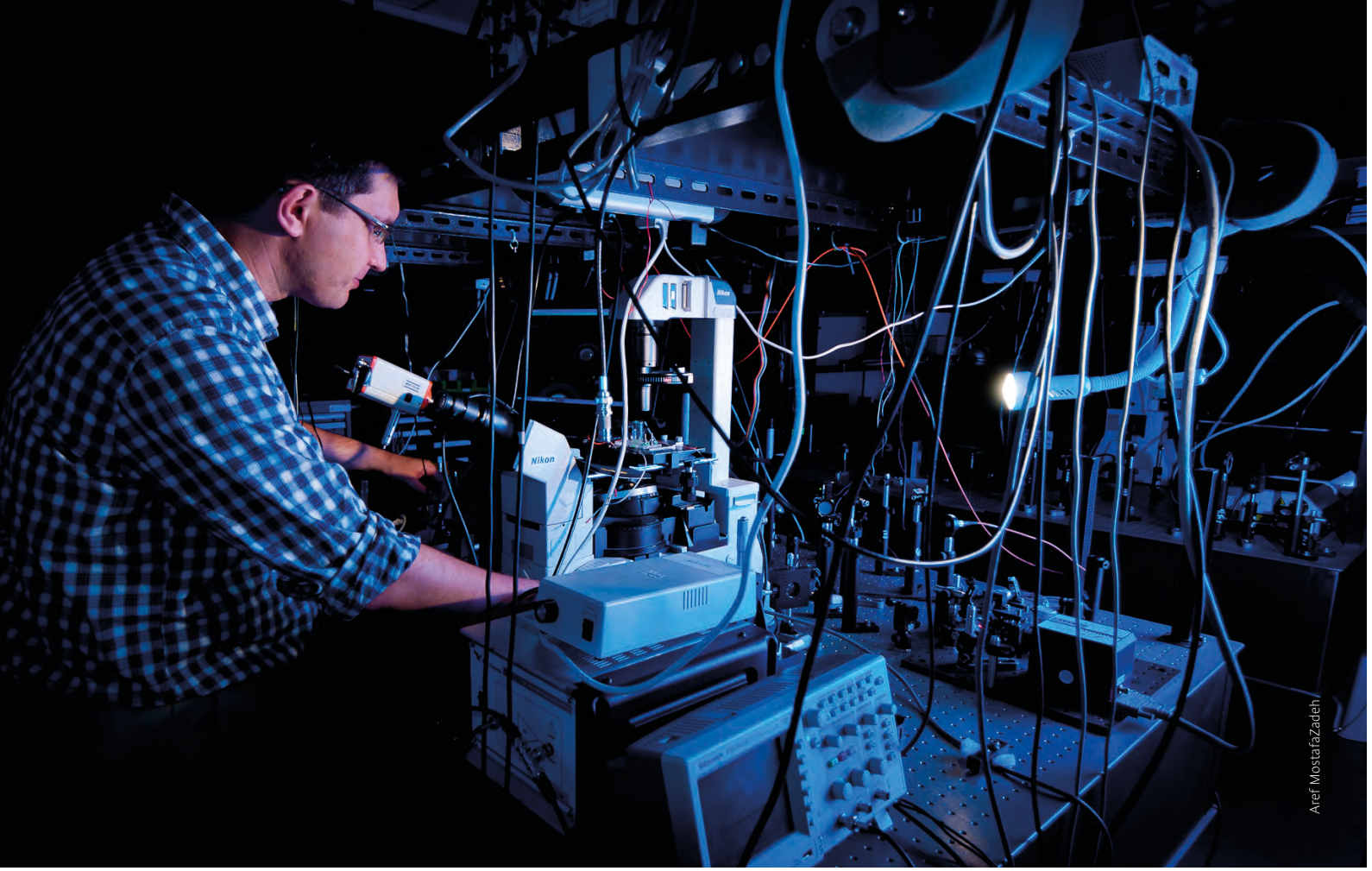


Findmykids, çocukların konumunu için GPS üzerinden takip ederek ev, okul gibi güvenli bölgelere giriş ve çıkış yaptıklarında ebeveynleri bilgilendiriyor. Çocuk acil bir durum anında ya da kendini güvende hissetmediğinde SMS butonu ile ebeveynine haber verebiliyor. Qustodio ise ücretsiz sürümüyle bile web içerikleri için kapsamlı filtreleme özellikleri sunuyor.

Life360, özellikle araç kullanmaya başlayan gençler için tasarlanmış konum takip uygulaması. Sürüş davranışlarını izleyerek ebeveynlere anlık bildirimler gönderiyor.

Aile içinde organize olmak için de çeşitli uygulamalar var. Cozi, aile içi takvim paylaşımı ve görev yönetimi için pratik bir çözüm. Böylece çocukların okul programları, aktiviteleri ve randevularına tek bir uygulamadan ulaşılabilir.

Eğitim tarafında Khan Academy Kids okul öncesi dönemindeki çocuklara yönelik ücretsiz öğrenme içerikleri sunarken Duolingo Kids dil öğrenimini oyunlaştırıyor. Finansal okuryazarlık için Greenlight ve RoosterMoney, çocuklara harçlık yönetimi ve tasarruf alışkanlıkları kazandırıyor. ■



Aref Mostafazadeh

TÜBİTAK BİLİM ÖDÜLÜ

BİR OPTİK BİLİMCİYE Prof. Dr. Alper Kiraz

Dr. Özlem Ak [TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi

Temel Bilimler alanında 2025 yılı TÜBİTAK Bilim Ödülü, “optik bilimi kapsamında tek molekül spektroskopisi, biyogörüntüleme, optofluidik sistemler, optik sensörler ve lazer fiziği üzerine uluslararası düzeyde üstün nitelikli çalışmaları” nedeniyle Koç Üniversitesi Fizik Bölümü ve Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümünde görev yapan Prof. Dr. Alper Kiraz’a verildi. Kendini “optik bilimci” olarak tanımlayan Prof. Dr. Alper Kiraz, optik ve mikroskopiden nanobilim ve nanoteknolojiye uzanan geniş bir yelpazede araştırmalar yürütüyor. Kendisiyle yaptığımız söyleşide hem bilimsel yolculuğunun dönüm noktalarını hem de çalışmalarının öne çıkan başlıklarını konuştuk ayrıca genç araştırmacılara önerilerini ve Bilim ve Teknik’in hayatındaki yerini dinledik.

1976 yılında İzmir’de doğan Prof. Dr. Alper Kiraz, İzmir Atatürk Lisesinden mezun olduktan sonra 1993’te Bilkent Üniversitesi Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümünü kazanmış. Lisans eğitimini 1998’de tamamladıktan sonra California Üniversitesi Santa Barbara kampüsünde (UC Santa Barbara) bütünlük yüksek lisans-doktora programını bitirmiş ve 2002’de doktorasını tamamlamış. 2002-2004 yılları arasında ise Münih Ludwig-Maximilians Üniversitesinin (LMU) Kimya Bölümünde doktora sonrası araştırmalarını sürdürmüştür.

Prof. Dr. Kiraz, 2004’ten bu yana Koç Üniversitesi Fizik Bölümünde, 2015’ten itibaren ise Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümünde öğretim üyesi olarak görev yapıyor. Bu dönemde çok sayıda araştırma yürüttüklerini, yüksek lisans ve doktora öğrencileri ile doktora sonrası araştırmacılarla çalıştıklarını, farklı disiplinlerden ekiplerle kurdukları iş birliklerinin zaman zaman girişim ve ürün geliştirme faaliyetlerine de dönüştüğünü anlatıyor.

Tek Fotonun Peşinde: Kuantum Noktalardan Deneysel Gösterime

Prof. Dr. Alper Kiraz’ın araştırma konuları, doktora döneminde Prof. Dr. Ataç İmamoğlu ile birlikte çalışmasıyla belirgin biçimde şekillenmiş. Bu dönemde Prof. Dr. Ataç İmamoğlu’nun daha önce kendi çalışmalarında deneysel olarak ortaya koyduğu tek foton kaynağı (tetiklendiğinde bir foton yayan ışık kaynağı) fikrini Prof. Dr. Alper Kiraz geliştirerek tek foton kaynağının kuantum noktalar kullanılarak gerçekleştirilmesine odaklanmış ve bu fikri deneysel olarak hayata geçirmiş.

Bu çalışmayı, birçok unsurun doğru zamanda bir araya geldiği “şanslı” bir araştırma süreci olarak tanımlıyor. Kuantum noktaların, özellikleri nanoölçekte hassas bir şekilde kontrol edilmesi gereken teknolojik yapılar olduğunu ve üretimlerinin ileri düzeyde gelişmiş altyapılar gerektirdiğini vurguluyor. Nitekim kuantum noktalar genellikle epitaksiyel büyüme yöntemiyle elde ediliyor: Bu yöntemde atomlar, kristal bir altlık üzerine katman katman ve son derece kontrollü biçimde yerleştirilerek ince yarı iletken filmler oluşturuluyor.



Prof. Dr. Alper Kiraz’a göre TÜBİTAK Bilim Ödülü yalnızca bireysel bir başarı değil aynı zamanda uzun yıllardır birlikte çalıştığı, yakından tanıdığı akademisyenlerle aynı ödül grubunda anılmanın da özel bir anlam taşıdığı bir dönüm noktası. Böyle bir ödülün araştırmacının kendine güvenini artırdığını ve motivasyonunu güçlendirdiğini vurguluyor. Bilimsel araştırmanın her zaman kolay ilerlemediğini, zorlukların yalnızca maddi koşullarla sınırlı olmadığını da ekliyor. Buna karşın çabalarının somut sonuçlarını görmek ve gelecekte yeni çıktılara kapı aralayabileceğini bilmek, ona güven ve motivasyon sağlıyor. Ödül kapsamında sunulan araştırma fonunun da araştırma harcamaları açısından önemli bir katkı sunduğunu belirtiyor. Prof. Dr. Kiraz, bu vesileyle eğitim hayatı boyunca emeği geçen öğretmenlerine ve birlikte çalıştığı akademisyenlere teşekkür ederken özellikle doktora danışmanı Prof. Dr. Ataç İmamoğlu’nun ve doktora sürecinde yol arkadaşlığı yaptığı meslektaşlarının bu yolculukta önemli bir yeri olduğunu söylüyor.

UC Santa Barbara’da bu tür üretim altyapısına doğrudan erişebilmek ve deneylerde kullanılacak örnekleri yerinde temin edebilmek ise çalışmaya uluslararası ölçekte önemli bir avantaj kazandırmış.

Projenin bir diğer kritik bileşeni ise mikro ve nanofabrikasyon aşaması olmuş. Temiz oda koşullarında yarı iletken üretim teknolojileri kullanılarak yürütülen bu süreç, kuantum noktaların işlevsel aygıtlara dönüştürülmesini mümkün kılmış. Kuantum noktaların atomik hassasiyetle büyütülmesi, bu yapıların cihazlara entegre edilmesi ve deneylerin tasarlanıp ölçümlerin gerçekleştirilmesiyle birbirini tamamlayan bu farklı deneysel süreçlerin büyük bir uyum içinde ilerlemesi sayesinde başarıyla sonuçlanmış.

Tek foton kaynaklarının yaklaşık 2000 yılında ilk kez deneysel olarak gösterildiğini hatırlatan Prof. Dr. Kiraz, aradan geçen yaklaşık 25 yıla rağmen bu yapıların hâlâ bazı uygulamalar için kritik öneme sahip olduğuna dikkat çekiyor. Kuantum teknolojilerinin Türkiye dâhil dünya genelinde hızla ilgi gören önemli araştırma alanlarından biri hâline geldiğini ve uzun yıllar temel bilim çerçevesinde ilerleyen çalışmaların bugün giderek somut teknolojilere dönüşme potansiyelinin daha belirgin biçimde ortaya çıktığını vurguluyor.



“Özdeş ve Bağımsız” Fotonlar: İki Foton Girişimi Neden Zordu?

Prof. Dr. Alper Kiraz, tek foton kaynağını UC Santa Barbara ve LMU’da gerçekleştirdikten sonra araştırmalarını iki foton girişimi deneylerine yöneltmiş. Bu tür deneylerde fotonlar yarı geçirgen bir aynada birleştiriliyor ancak bunun mümkün olabilmesi için tek foton kaynağı tarafından üretilen fotonların birbirinden bağımsız ve özdeş olması gerekiyor. Bu koşulun sağlanabilmesi ise foton üretimi sırasında kuantum mekaniksel faz bozunmalarının ortaya çıkmamasına bağlı.

Bu nedenle çalışmalar kuantum noktalar üzerinde yoğunlaşmış ancak o dönemde kuantum noktalardan yayılan fotonların özdeşlik durumunu değiştiren faz bozunumu sorununu tam anlamıyla aşmak mümkün olmadığından iki foton girişimi deneyleri deneysel olarak gerçekleştirilememiş. Bugün bu engellerin büyük ölçüde aşıldığını görmek mümkün olsa da doktora sürecinin sonunda bu problem Prof. Dr. Kiraz’ın zihninde henüz yanıtlanmamış önemli bir araştırma sorusu olarak kalmış.

Moleküllerle İki Foton Girişimi: İki Topluluğun Kesişimi

Doktora sonrası araştırmaları için Avrupa’daki çeşitli gruplarla görüşmeler yapan Prof. Dr. Alper Kiraz, Zürih, Münih ve Viyana’daki üç farklı araştırma grubuyla temas kurmuş. Münih’teki grubun tek foton kaynakları ve kuantum optik alanlarında görece sınırlı çalışmaları olduğunu buna karşın molekül spektroskopisi konusunda dünya çapında güçlü bir birikime sahip bulunduğunu aktarıyor. Grubun moleküler sistemler üzerine derinleşmiş araştırma yaklaşımı, Prof. Dr. Kiraz için belirleyici olmuş.



Prof. Dr. Alper Kırız ve ekibi

Görüşmeler sırasında, doktora döneminde zihninde yanıtlanmayan bir soruyu doğrudan gündeme getirmiş. Kuantum noktalarla iki foton girişimi deneyini gerçekleştirmediğini ve bu deneyi özellikle yapmak istediğini belirtmiş. Moleküllerle bunun mümkün olabileceğini düşündüğünü açıkça ifade ederek “Bunu deneyebilir miyiz?” sorusunu ortaya koymuş. Olumlu yanıtın ardından bu fikir, doktora sonrası çalışmaların merkezinde yer alan konulardan birine dönüşmüş. Yaklaşık iki yıl süren yoğun çalışmalar sonucunda, moleküllerde iki foton girişimi deneysel olarak başarıyla gösterilmiş. Ortaya çıkan sonuç yalnızca beklenenin ötesine geçmekle kalmamış aynı zamanda kuantum optik ile tek molekül spektroskopisi gibi iki farklı araştırma alanının birlikte kullanılabilmesini somut biçimde ortaya koymuş.

Bu çalışmayı özgün kılan unsurlardan biri de tek molekül spektroskopisinin tarihsel olarak kuantum optikten farklı bir çizgide gelişmiş olması. Büyük ölçüde fiziksel kimyacıların öncülüğünde ilerleyen bu alan özellikle “spektral delik yakma” olarak bilinen bir tekniğe dayanıyor. Bu teknikte bir katı örnek içindeki moleküller arasından yalnızca belirli bir dalga boyundaki ışıkla etkileşebilenler seçici biçimde uyarılabiliyor. Molekülleri uyararak için kullanılan ışığın dalga boyunun son derece dar bir aralıkla seçilebilmesi, yöntemin en etkili özelliğini oluşturuyor.

Spektral Delik Yakma Nedir?

Bir katı maddenin içinde çok sayıda molekül bulunur ve kriyojenik yani çok düşük sıcaklıklarda her molekül seçici olarak ışığın belirli dalga boylarına tepki verir. Spektral delik yakma tekniğinde çok dar bir dalga boyuna sahip lazer kullanılarak yalnızca belirli dalga boyuna duyarlı moleküller seçici biçimde uyarılır. Bu yöntem, moleküllerin optik özelliklerinin yüksek hassasiyetle incelenmesini sağlar ve özellikle tek molekül spektroskopisi çalışmalarında önemli bir araçtır.

Bu sayede aynı fiziksel hacim içinde bulunan çok sayıdaki molekül, ışığın farklı dalga boyları kullanılarak birbirinden ayırt edilebiliyor. Böylece normalde tek bir bilgi saklanabilen bir hacimde üst üste çok sayıda bilginin depolanabilmesi mümkün hâle geliyor.

Günümüzde bu yaklaşım, kuramsal olarak yüksek yoğunluklu bilgi depolamaya olanak tanıma potansiyeline sahip olsa da günümüzde bilgi depolamak için hard disklerin alternatifi olarak doğrudan teknolojik uygulamalarda yaygın biçimde kullanılmıyor. Bunun temel nedeni deneylerin sıvı helyum kullanılan kriyostat sistemleriyle yani çok düşük sıcaklıklarda gerçekleştirilmesi. Teknik karmaşıklık ve maliyetler nedeniyle bu yöntem bugün daha çok temel bilim araştırmalarıyla sınırlı kalmış durumda. Ayrıca bu deneyler, çizgi genişliği son derece dar ve frekans kararlılığı çok yüksek lazer sistemleri gerektiriyor. Prof. Dr. Kırız’ın doktora sonrası çalışmalarında kullandığı boya lazerleri, bu tür hassas deneylerin kilit bileşenlerinden biri olmuş.

Sonuçta fizik ve mühendislik kökenli kuantum optik yaklaşımı ile fiziksel kimyanın moleküler hassasiyeti, tek molekül üzerinden yürütülen bu çalışmada ortak bir zeminde buluşmuş. Prof. Dr. Kırız’ın doktora sonrası araştırma süreci de bu disiplinler arası kesişimde şekillenmiş.

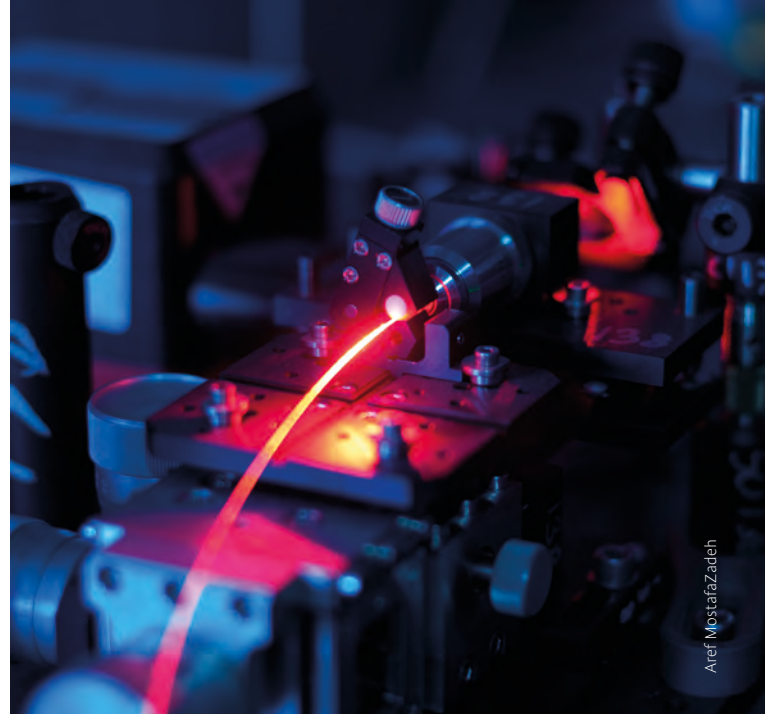
Kuantum Optikten Biyolojik Sistemlere

Doktora sonrası araştırmalarının ardından Türkiye'ye dönme kararı alan Prof. Dr. Alper Kiraz için bu adımda hem ailevi nedenler hem de sunulan akademik fırsatlar belirleyici olmuş. Genç bir araştırmacı olarak geri dönme motivasyonunun güçlü olduğunu belirten Prof. Dr. Kiraz, danışmanının da yönlendirmesiyle yaptığı başvurular sonucunda Koç Üniversitesi Fizik Bölümüne katılmış.

Türkiye'ye döndüğünde, UC Santa Barbara'da yürüttüğü karmaşık ve maliyetli altyapılarla deneyleri sürdürmeyi özellikle hedeflemediğini belirtiyor. Bunu bir imkânsızlık olarak değil, bulunduğu araştırma ortamının güçlü yönlerini dikkate alarak koşullarla daha uyumlu bir çalışma alanı geliştirme tercihiyle açıklıyor. Bu yaklaşımı bilimsel bir geri adım değil, uzun vadede sürdürülebilir ve verimli bir strateji olarak değerlendiriyor.

Bu çerçevede Prof. Dr. Kiraz, biyolojiyle kesişen optik çalışmalara yönelmiş. Bu alandaki deneylerin çoğunun oda sıcaklığında gerçekleştirilebilmesi ve özel kriyojenik altyapılar gerektirmemesi, araştırmaların daha erişilebilir düzeneklerle yürütülmesini sağlamış.

Bu doğrultuda Prof. Dr. Kiraz, kuantum optik deneyiminden yararlanarak tek molekül görüntüleme, yüksek çözünürlüklü optik mikroskopi, mikroakışkan ve optoakışkan sistemler üzerine yoğunlaşmış. Koç Üniversitesinde disiplinler arası etkileşime imkân veren ortamın bu süreçte önemli bir rol oynadığını ve farklı alanlardan meslektaşlarıyla geliştirdikleri iş birliklerinin somut akademik çıktılara dönüştüğünü vurguluyor.



Zaman içinde bu çalışmalar, gaz ve biyolojik sensörlere ile temiz oda altyapısı kullanılarak geliştirilen optik yapılara yönelmiş. Son yıllarda ise yapay zekâ tabanlı görüntü işleme, biyomedikal görüntüleme sistemlerinin daha kompakt hâle getirilmesi ve optik sistem tasarımı Prof. Dr. Kiraz'ın çalışmalarında öne çıkan başlıklar arasında yer alıyor.

Tek Molekül, Tek Dipol Yayıcı ve Tek Foton

Prof. Dr. Alper Kiraz'ın çalışmalarının kavramsal temelinde tek molekül spektroskopisi yer alıyor. Spektral delik yakma yaklaşımı da bu çerçevenin bir parçası. Kuantum noktalar ve tek moleküller, fiziksel olarak tek bir dipol yayıcı gibi davranıyor, bu yönleriyle "yapay atomlar" olarak düşünülebilir. Bu tür yapılar spektroskopik olarak incelendiğinde tek foton kaynaklarının temelini oluşturan basit ama kritik bir süreç devreye giriyor.

Bu süreçte sistem, uygun dalga boyuna sahip bir lazerle uyarılarak daha yüksek bir enerji seviyesine çıkarılıyor, ardından yeniden temel enerji seviyesine dönerken bir foton yayıyor. Prof. Dr. Kiraz'ın benzetmesiyle bu, topu yukarı atıp geri düşmesini izlemeye benziyor: yukarı çıkış uyarım, aşağı iniş ise foton yayımı. Uygun koşullar sağlandığında, her uyarımda tam olarak bir foton elde etmek mümkün oluyor. Tek foton kaynağının temel prensibi de bu döngüye dayanıyor.

Günümüzde saniyede milyonlarca foton üretebilen ve foton üretme olasılığı yüksek olan tek foton kaynakları geliştirilebiliyor. Bu süreci denetimli biçimde yürütmek için darbeli ya da sürekli dalga lazerler kullanılıyor. Özellikle femtosaniye ölçeğinde çalışan darbeli lazerler yalnızca kuantum optikte değil, malzeme işleme ve ultra hızlı kimya (kimyasal tepkimeler sırasında gerçekleşen süreçleri çok kısa zaman ölçeklerinde izlemeye yarayan bir araştırma alanı) gibi alanlarda da yaygın olarak kullanılıyor. Prof. Dr. Kiraz'ın çalışmalarında ise amaç, her lazer darbesinde sistemden tek bir foton elde etmek.

Bu nedenle bu tür sistemler “isteğe bağlı foton kaynağı” olarak adlandırılıyor. Prof. Dr. Kiraz'ın doktora danışmanı Prof. Dr. Ataç İmamoğlu bu kavramı, metro turnikesine benzetilerek “turnike tipi foton kaynağı” şeklinde tanımlanmış: Her seferinde yalnızca bir foton geçiyor, ikincisine izin verilmiyor.

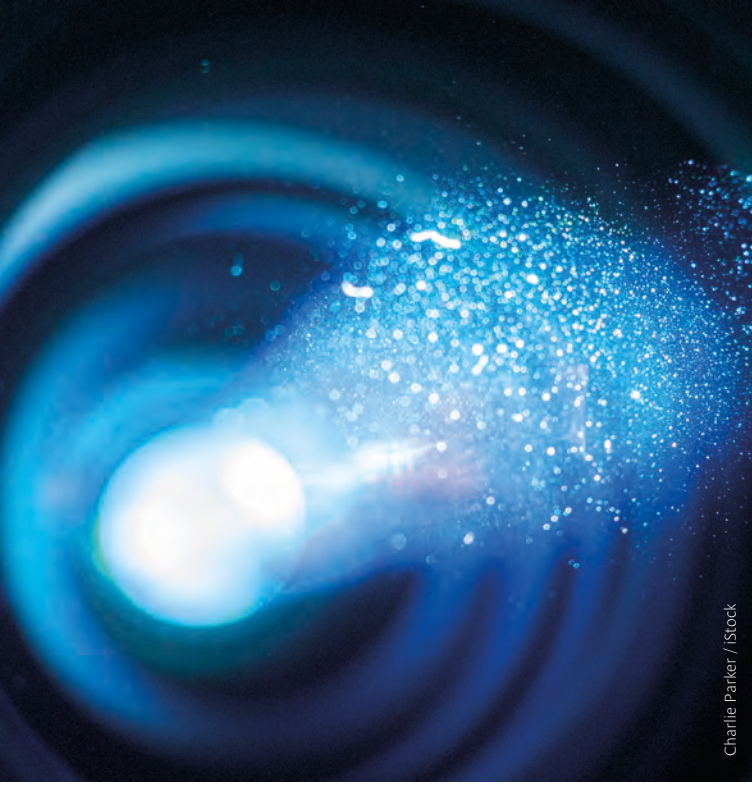
Bu özellik, tek molekül ve tek kuantum noktaların kuantum teknolojileri açısından neden bu kadar değerli olduğunu da açıklıyor. Kuantum kriptografi ve kuantum haberleşme gibi alanlarda teorik olarak kırılmaz şifreleme yöntemleri bu tek foton kaynaklarına dayanıyor. Aynı zamanda bu yapılar kuantum hesaplama açısından da önemli bir rol oynuyor. Prof. Dr. Kiraz'ın iki foton girişimi deneylerine yönelmesinin temel motivasyonu da tek moleküllerin doğrusal optik kuantum hesaplama gibi yaklaşımlar için uygun birer kaynak olabileceğini göstermek.

Prof. Dr. Kiraz'a göre bu çalışmaların en özgün yönlerinden biri, klasik fizikle açıklanamayan kuantum özelliklere sahip ışık üretimini mümkün kılmaları. Klasik ışık kaynaklarında fotonlar bir arada bulunabilirken tek foton kaynaklarında bu durum bilinçli olarak engelleniyor. Ortaya çıkan ışık, klasik elektromanyetik kuramla değil, kuantum optiğin araçlarıyla açıklanabiliyor. Çalışmalarının temelindeki bilimsel özgünlük de tam olarak bu noktada yatıyor.

Lazer Odaklı Biyomedikal Görüntüleme

Biyogörüntüleme alanında pek çok farklı yaklaşım bulunsa da lazerlerin vazgeçilmez olmasının birçok temel nedeni bulunur. Prof. Dr. Kiraz'ın da vurguladığı gibi lazer ışığı uzaysal olarak son derece düzenlidir ve yüksek yoğunluklu bir odak oluşturabilir. Bu özellik, görüntüleme hassasiyetini ve çözünürlüğü doğrudan belirler. Teorik olarak LED ışık kaynakları da odaklanabilir ancak lazer benzeri bir odak elde edebilmek için yoğun filtreleme gerekir ve bu da ışık şiddetinde ciddi kayba yol açar. Lazerler ise uzaysal olarak eşevreli olmaları sayesinde ek işlemlere gerek kalmadan kırınım sınırına (lazer ışığının teorik en yüksek odaklanma kapasitesi) çok yakın odaklama yapılmasını mümkün kılar. Bu durum özellikle floresan görüntüleme ve konfokal mikroskopi gibi tekniklerde kritik önem taşır. Konfokal mikroskopide lazerle oluşturulan tek bir odak noktası örnek üzerinde taranır ve her noktadan gelen floresan sinyal birleştirilerek görüntü elde edilir.

Lazerlerin bir diğer önemli avantajı monokromatik olmalarıdır. Farklı dalga boylarında çalışan lazerler sayesinde farklı floresan boyalar seçici olarak uyarılabilir ve elde edilen görüntüler üst üste bindirilerek çok renkli görüntüleme yapılabilir. Ayrıca tek bir lazerden geniş bir dalga boyu aralığı sunan süper sürekli lazer kaynakları da bu amaçla kullanılır.



Süper süreklilik, lazer ışığının çok geniş bir spektral bant genişliğine sahip ışığa yani süper geniş sürekli bir optik spektruma dönüştürülmesi işlemidir.

Lazerlerin kritik öneme sahip olduğu bir başka alan ise çok fotonlu mikroskopidir. Bu teknik, iki veya daha fazla fotonun eş zamanlı soğurulmasına dayanan, doğrusal olmayan optik süreçlere dayanır ve yalnızca lazerle sağlanabilecek kadar yüksek ışık yoğunlukları gerektirir. Daha uzun dalga boylu ışık kullanılması sayesinde biyolojik dokularda daha az saçılma olur, bu da daha derin dokuların görüntülenmesine olanak tanır.

Lazerler ayrıca biyolojik görüntülemenin yanı sıra lazer ablasyonu ve optik cımbız gibi ileri tekniklerde de kullanılır. Lazer ablasyonu, ultra hızlı ve yüksek yoğunluklu lazer darbeleriyle dokunun ya da bir biyolojik yapının yalnızca hedeflenen bölgelerinin mikrometre ölçeğinde hassasiyette ve kontrollü biçimde çıkarılmasına ya da şekillendirilmesine olanak tanır böylece çevre dokular büyük ölçüde korunur. Optik cımbızlarda ise hücreler ve mikrometre ölçeğindeki biyolojik yapılar sıvı ortam içinde lazer ışığı kullanılarak

temas olmaksızın yakalanabilir, taşınabilir ve kontrollü biçimde yönlendirilebilir. Özetle lazerler yüksek odaklanabilme kapasiteleri, dalga boyu seçicilikleri ve doğrusal olmayan optik süreçleri mümkün kılmaları gibi özellikleri sayesinde günümüzde kullanılan biyolojik görüntüleme tekniklerinin temel bileşenleri arasında yer alıyor.

Optofluidik Sistemler: Işık ve Akışkanın Buluştuğu Nokta

Prof. Dr. Alper Kiraz'ın araştırma başlıklarından biri de optofluidik sistemler. Bu alanı, optik ile akışkan fiziğinin kesiştiği bir çalışma alanı olarak tanımlıyor. Kendi çalışmalarında özellikle mikrodamlacıklar ve yüzey üzerinde oluşan sıvı filamentleri üzerine yoğunlaşan Prof. Dr. Kiraz, bu yapıları yalnızca akışkan sistemler olarak değil aynı zamanda optik rezonatörler olarak ele alıyor. Optik rezonatörler, ışığın belirli bir hacim içinde defalarca yansıtılarak hapsedilmesini sağlayan yapılardır, bu sayede ışık-madde etkileşimi güçlenir ve sistemin optik özellikleri yüksek hassasiyetle kontrol edilebilir. Mikrodamlacıklar da küresel geometrileri sayesinde ışığı içlerinde hapsederek doğal birer rezonatör gibi davranabiliyor.

Bu yaklaşım iki önemli olanak sunuyor: Mikrodamlacıklar içinde dolaşan ışık sayesinde mikrooptik bileşenler ve mikrolazerler geliştirilebiliyor, aynı zamanda damlacıkların yüzey gerilimi gibi temel özellikleri sayesinde mekanik davranışlar da incelenebiliyor. Prof. Dr. Kiraz'a göre bu sistemlerin en dikkat çekici yönü, akışkanın aynı anda hem mekanik bir yapı hem de optik bir eleman olarak kullanılabilmesi.

Optofluidik yapıların bir diğer potansiyeli sensör uygulamalarında ortaya çıkıyor. Işığın sulu ortamlarda küçük bir hacim içinde yüksek yoğunlukta hapsedilebilmesi, ışık-madde etkileşimini güçlendiriyor, bu sayede biyolojik ve kimyasal sensörlerin hassasiyeti

artırılabilir. Prof. Dr. Kiraz ve ekibi, bu yaklaşımı temel alan çeşitli sensör tasarımlarını deneysel olarak ortaya koymuş.

Bu çalışmalar, daha geniş ölçekte laboratuvar süreçlerinin küçük bir çip üzerinde gerçekleştirilmesini sağlayan mikrosistemler olan lab-on-a-chip sistemleriyle de ilişkilendiriliyor. Mikroakışkan kanallar içeren bu sistemlerde çok küçük hacimlerde kontrollü deneyler yürütülüyor. Amaç, laboratuvarlarda gerçekleştirilen işlemleri çip ölçeğine gerçekleştirerek daha hızlı ve taşınabilir tanı yöntemleri geliştirmek. Bu kapsamda tümör hücreleri kullanılarak tümör-doku etkileşimlerinin mikroakışkan çipler üzerinde kontrollü ve tekrarlanabilir biçimde incelendiği disiplinler arası çalışmalar da yürütülüyor.

Prof. Dr. Kiraz, her mikroakışkan sistemin optofluidik olarak adlandırmayacağını özellikle vurguluyor. Optofluidikte akışkan doğrudan optik bir eleman olarak kullanılırken mikroakışkan sistemlerde akışkan çoğu zaman biyolojik ya da kimyasal süreçlerin taşıyıcısı rolünü üstleniyor. Henüz doğrudan bir ürüne dönüşmemiş olsa da Prof. Dr. Kiraz'a göre bu çalışmalar, araştırma sürecinde yaklaşımın geçerliliğinin önce kavramsal ölçekte gösterildiği doğal ve vazgeçilmez bir aşamadır.

Gençler İçin Bilimsel Yolculuk

Prof. Dr. Alper Kiraz'a göre bilimsel yolculuk, önceden belirlenmiş bir kariyer planından çok merakla başlayan ve zaman içinde şekillenen bir süreç. İyi bir bilim insanı olmanın temelinde klişe gibi görünse de vazgeçilmez iki tutumun yattığını vurguluyor: sorgulamak ve merak etmek.

Prof. Dr. Kiraz, öğrenme sürecini bizzat sahiplenmenin önemine dikkat çekiyor. Bilimin yalnızca bilgi değil aynı zamanda emek ve fedakârlık gerektiren bir uğraş olduğunu, özellikle doktora gibi uzun soluklu

Prof. Dr. Alper Kiraz'ın yakından takip ettiği bir diğer alan ise yapay zekâ. Özellikle biyolojik görüntü işleme çalışmalarında, mikroskop görüntülerinden hücre sayımı ve sınıflandırmasının otomatik yapılması üzerine yoğunlaşıyor. Hematoloji gibi alanlarda beyaz kan hücrelerinin morfolojik olarak ayrıştırılması, yapay zekâ destekli sistemlerle daha hızlı ve güvenilir biçimde gerçekleştirilebiliyor. Bu süreçte uzmanlar tarafından etiketlenmiş veri setleri kritik önem taşıyor. Prof. Dr. Kiraz, yapay zekânın rolünün yalnızca görüntü analiziyle sınırlı olmadığını, dokümantasyon ve akademik üretim süreçleri gibi başka birçok süreçte de verimliliği ciddi biçimde artırdığını vurguluyor. Ona göre yapay zekâdan kaçınmak yerine bu teknolojiyi nerede ve ne zaman kullanacağımızı doğru belirlemek gerekiyor. Eğitimde ölçme-değerlendirme gibi alanlarda sınırların korunması gerektiğini buna karşılık öğrenme ve araştırma süreçlerinde yapay zekânın güçlü bir destek aracı olarak kaçınılmaz biçimde hayatımıza girdiğini ifade ediyor.

aşamaların herkes için cazip olmayabileceğini açıkça ifade ediyor. Buna karşın bilimin sunduğu entelektüel tatminin bu emeğe değdiğini düşünüyor.

Genç araştırmacıların kariyerlerine aşırı idealist hedeflerle başlamalarının riskli olabileceğini de hatırlatıyor. Bilimsel kariyerin büyük ölçüde zaman, karşılaşmalar ve koşullarla şekillendiğini, erken dönemde her şeyi ayrıntılı biçimde planlamaktansa alanın temel bilgi ve yöntemleriyle ilgili sağlam bir temel edinmenin daha değerli olduğunu vurguluyor.

Prof. Dr. Kiraz'a göre bilimin en önemli yönlerinden biri, bilinmeyen bir sorunun peşinden gitme özgürlüğü. Yeni ve alışılmadık konularla çalışmanın zorlayıcı olabileceğini ancak kendi sorularını tanımlayabilmenin, akademik yaşamın en tatmin edici yanlarından biri olduğunu söylüyor.

“Bugün Kaç Foton Saydın?”

Tek molekül deneylerinde kullanılan foton sayım teknikleri yalnızca gelişmiş lazer sistemleri ve hassas dedektörler değil aynı zamanda alışılmamış dışında çalışma koşulları gerektiriyor. Bu deneylerde kullanılan tek foton sayım modülleri, tek bir ışık parçacığını algılayabilecek kadar duyarlı. En ufak bir ortam ışığı bile ölçümü bozabildiği için deneylerde özel olarak karanlık bir ortam sağlanıyor. Prof. Dr. Alper Kiraz da doktora çalışmaları sırasında bu ölçümleri, dış ortamdaki ışık sızmasını engellemek için perdelerle kapatılan zifiri karanlık bir laboratuvarında uzun saatler geçirecek gerçekleştirildiğini anlatıyor. Bu zorlu çalışma düzeni nedeniyle ev arkadaşları, laboratuvardan döndüğünde ona sık sık şu esprili soruyu yöneltmiş: “Bugün kaç foton saydın?”:

Özellikle deneysel optik alanına ilgi duyan gençler için disiplinler arası bir yaklaşımın kaçınılmaz olduğunu belirten Prof. Dr. Kiraz, fizik bilgisinin yanı sıra elektronun, mekanik tasarımın, programlamanın, sayısal simülasyonların ve yapay zekânın da bu alanın doğal bileşenleri hâline geldiğini ifade ediyor. Optomekanik ve bilgisayar destekli tasarım (CAD) gibi başlıkların, deneysel optik sistemlerde kritik rol oynadığını özellikle vurguluyor.

Sonuç olarak Prof. Dr. Kiraz, gençlere dar bir uzmanlık alanına erken yaşta sıkışmak yerine geniş bir perspektifle ilerlemelerini öneriyor. Bilimin fedakârlık gerektirdiğini kabul etmekle birlikte sunduğu özgürlük ve tatmin duygusunun bu çabaya fazlasıyla değdiğini söylüyor.

Bilim ve Teknik 'le Büyüyen Merak

Prof. Dr. Alper Kiraz, öğrencilik yıllarında *Bilim ve Teknik* dergisinin bilimle kurduğu bağda çok özel bir yeri olduğunu söylüyor. 1991-1992 yıllarında dergiyi düzenli olarak takip ettiğini, o dönemin küçük boyutlu, zumbalı sayılarını büyük bir ilgiyle okuduğunu ve dergide ele alınan bazı konuların-örneğin nanorobotların- hâlâ zihninde canlı olduğunu hatırlıyor.

İnternetin olmadığı o yıllarda popüler bilim dergilerinin gençler için temel bilgi kaynağı olduğunu vurgulayan Prof. Dr. Kiraz'a göre *Bilim ve Teknik*, yalnızca bir dergi değil, bilime açılan güçlü bir pencereydi. Temiz oda teknolojileri, mikrofabrikasyon ve optik uygulamalar gibi bugün çalışmalarının merkezinde yer alan pek çok kavramla ilk kez bu sayfalarda karşılaştığını söylüyor. Özellikle temiz oda görsellerinin, bilimsel hayal gücünü besleyen ve yönlendirici bir etkisi olduğunu belirtiyor.

Bu güzel söyleşimizin sonunda *Bilim ve Teknik* dergisi ekibi olarak Prof. Dr. Alper Kiraz'ı başarılarından dolayı kutluyor, nicelerini diliyor ve bize vakit ayırdığı için çok teşekkür ediyoruz. ■



Ayın Sorusu

Cücelerin Verilmiş Diziyi Aynı Tahtaya Ters Yönde Yazması

Prof. Dr. Azer Kerimov

[bteknik@tubitak.gov.tr

Bilkent Üniversitesi, Matematik Bölümü

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

Bu ay:

Adım Adım Bilgisayar Bilimi



Çözümü ile birlikte gönderilmeyen cevaplar değerlendirmeye alınmayacaktır.

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

 bilimteknik.tubitak.gov.tr



Cücelerin çiftliğini ziyaret eden Keloğlan cücelere bir matematik ödevi verir. Bunun için Keloğlan çiftliğin avlusuna üzerinde herhangi bir şey yazılı olmayan kırmızı, beyaz ve siyah renkli üç tane yazı tahtası yerleştirir. Bundan sonra Keloğlan kırmızı yazı tahtasına 1, 2, 3, ..., 2026 dizisini yazar ve diğer iki yazı tahtasını boş bırakır.

Ödevin kurallarına göre cüceler her adımda üç yazı tahtasından istedikleri ikisini seçer ve seçtikleri tahtaların birincisinde o an yazılı olan dizinin soldan ilk elemanını siler ve sildikleri sayıyı seçtikleri ikinci yazı tahtasındaki dizinin en soluna dizinin ilk elemanı olarak yazar.

Buna göre cücelerin ilk adımından sonra kırmızı yazı tahtasında 2, 3, 4, ..., 2026 dizisi; beyaz veya siyah yazı tahtalarının birinde sadece 1 sayısından oluşan dizi bulunacak ve yazı tahtalarının biri boş kalacak.

Örneğin birinci adımda boş kalan yazı tahtasının siyah tahta olduğunu varsayalım. Buna göre ikinci adım sonucunda kırmızı, beyaz ve siyah tahtalara yazılı olan üç dizi için aşağıdaki dört durumdan biri oluşacaktır:

Durum 1: Kırmızı yazı tahtasında 1, 2, 3, ..., 2026; beyaz yazı tahtası boş; siyah yazı tahtası boş.

Durum 2: Kırmızı yazı tahtasında 2, 3, 4, ..., 2026; beyaz yazı tahtası boş; siyah yazı tahtasında 1.

Durum 3: Kırmızı yazı tahtasında 3, 4, 5, ..., 2026; beyaz yazı tahtasında 2,1; siyah yazı tahtası boş.

Durum 4: Kırmızı yazı tahtasında 3, 4, 5, ..., 2026; beyaz yazı tahtasında 1; siyah yazı tahtasında 2.

Kurallara göre cücelerin yaptıkları birkaç adım sonucunda beyaz ve siyah yazı tahtalarının boş kalması ve kırmızı yazı tahtasında 2026, 2025, 2024, ..., 2, 1 dizisinin oluşması gerekmektedir. Bir başka deyişle ödevdeki hedef, kırmızı yazı tahtasındaki dizinin tüm elemanlarının ters yönde yeniden yazılmasıdır. Kurallara göre cücelerin her adım için Keloğlan'a bir fundık vermeleri gerekiyor.

Cüceler ödevdeki hedefe, Keloğlan'a en fazla N fundık vererek ulaşabiliyorlarsa N sayısının alabileceği en küçük değer kaçtır? Bulduğunuz N sayısı için cücelerin yaptıkları N adım sonucunda kırmızı yazı tahtasında 2026, 2025, 2024, ..., 1 dizisini nasıl elde etmeleri gerektiğini açıklayın ve N sayısının neden daha az olamayacağını gösterin. ■

Merak Ettikleriniz

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

Yolculuk Sırasında Neden Uykumuz Gelir?

Çoğu insanın gündüz bile olsa yolculuk sırasında uykusu gelir. Yolculukta bastıran ağır uyku hâli sadece sıkılmakla ilgili bir durum olmaktan ziyade vücudumuzun dış dünyadan gelen karmaşık sinyallere verdiği çok katmanlı bir tepkidir. Araçların hareketi sırasında oluşturduğu düşük frekanslı (genellikle 4-7 Hz arası) titreşimler, beyinde uyanıklıkla ilişkili bazı beyin dalgalarının azalmasına ve uyku hâliyle ilişkili dalgaların artmasına yol açarak merkezî sinir sistemini daha düşük uyarılma yani "dinlenme" moduna geçirebilir. Royal Melbourne Institute of Technology'de yapılan bir araştırmada, araçlardaki bu ritmik titreşimlerin merkezî sinir sistemi üzerinde yatıştırıcı bir etki oluşturduğunu ve sürüşten sadece 15 dakika sonra uyku hâlini artırdığı gösterilmiş.



Tekerlek sesi veya rüzgâr gibi sesler ise bir çeşit "beyaz gürültü" işlevi görür. Beyaz gürültü, insan kulağının işitebildiği tüm frekansların (20 Hz-20.000 Hz) yaklaşık olarak eşit yoğunlukta birleşmesiyle oluşan sürekli ve monoton seslerdir. Ani değişimler göstermeyen bu tür seslerin bir süre sonra beyin tarafından filtrelenmesi dış uyaranlara duyarlılığı azalttığı için uykuya geçiş kolaylaştırır.

Yolculuktaki uyku hâlinin bir nedeni de yolculuğun fiziksel doğasından kaynaklı olarak farklı duyuşal sistemlerden gelen sinyallerin beyinde oluşturduğu karmaşadır. Gözlerimiz koltuğun arkasına bakarken sabit olduğumuzu söyler ancak iç kulağımızda bulunan ve beynimize denge, duruş ve uzaydaki konumumuz hakkında bilgi gönderen duyuşal sistem olan vestibüler sistem hareket hâlindeki ivmeyi algılar. Bu ilişki bilişsel strese neden olur. Beyin bu ilişkiyi çözmeye çalışırken yorulur. Bazı uzmanlar, yolculuk uykusunun vücudun bu "duyuşal çatışmadan" kaçınmak ve mide bulantısını engellemek için geliştirdiği bir savunma mekanizması olduğunu savunuyor.

Bir diğer etmen ise yolculuğun neden olduğu bir çeşit pasif yorgunluktur. Siz fiziksel olarak bir şey yapmasanız da beyniniz sürekli değişen bir çevreyi takip eder. Hızla akıp giden manzaralar ve yolun monotonluğu beyni yorar. Vücudunuz aktif durumda değilken örneğin yolcu koltuğunda oturmakta olduğunuzda, beyin bu monotonluğu "uyku zamanı" olarak algılayabilir.

Yolculuk uykusunun önemli nedenlerinden biri ise araçta oluşabilecek havasızlıktır. Araç içindeki kapalı alanda yolcuların nefes alıp vermesi sonucu karbondioksit seviyesi hızla yükselir. Bu da merkezî sinir sistemi üzerinde yatıştırıcı bir etki oluşturarak beyin fonksiyonlarını yavaşlatır ve doğrudan uykuyu tetikler. Yapılan araştırmalar, taze hava girişi olmayan araçlarda biriken karbondioksidin sadece 20 dakika içinde bilişsel performansı düşürdüğünü ve ağır uyku hâli oluşturduğunu gösteriyor.

Kaynaklar

<https://doi.org/10.1080/00140139.2018.1482373>
[https://doi.org/10.1016/S0001-4575\(97\)00031-6](https://doi.org/10.1016/S0001-4575(97)00031-6)

Neden Tamamen Tokken Bile **Tatlı İçin Midemizde Yer Vardır?**

Doyasıya yediğimiz bir yemek sonunda artık tek bir lokma bile yiyemeyeceğimizi hissettiğimiz anda bile çoğumuz için tatlıya hâlâ yer vardır. Tatlıya olan düşkünlükten kaynaklı öznel bir durum gibi algılansa da bu olgu aslında bilimsel olarak kanıtlanmış bir dizi psikolojik ve fizyolojik sürecin somut bir sonucudur. Ana yemeği bitirdiğimizde "doymuş" hissetmemize rağmen midemizde tatlıya yer kalmasının en önemli sebeplerinden biri, "duyuma özel tokluk" adı verilen, aynı tür tatların beyinde oluşturduğu bir tür bıkkınlık durumudur. Bu durumda ana yemeklerde genellikle baskın tatları oluşturan tuz ve baharatlara karşı beyindeki duyuşsal yanıt azaldığından dolayı tatlı seçeneği cazip hâle gelir.

Bir diğer neden ise midenin mekanik uyum yeteneği olarak tanımlayabileceğimiz "mide akomodasyonu"dur. Midenin hacminin çoğunlukla



banusevim / iStock

sabit olduğu düşünülse de aslında mide, içine yiyecek girdiğinde genişleyebilen kaslı bir yapıdır. Özellikle şekerli gıdalar, beyinle mide arasındaki iletişimde rol oynayan vagus sinirini uyararak midenin üst kısmındaki kasların gevşemesine neden olur. Bu fiziksel gevşeme de ana yemekle dolmuş olan midede tatlı için bir "boşluk" yaratır. Ayrıca fazla mekanik sindirim gerektirmeyen yumuşak ve şekerli gıdalar, midenin bu uyum mekanizması sayesinde kolayca tolere edilebilir. Kallavi bir ana yemek karında şişlik hissi oluştururken dondurma ya da sütlaç gibi hafif bir tatlı midenin yükünü çok az artırır ve midenin esneyerek tatlıya yer açması pek de zor olmaz.

Tokken bile tatlıya sıcak bakmamızın en önemli sebeplerinden biri de hedonik (haz odaklı) açlık olarak adlandırılan ve şekerli yiyeceklerin beyin dopamin temelli ödül sistemini harekete geçirmesine dayanan olgudur. Şeker oranı yüksek gıdalar beyindeki haz merkezlerini uyararak tokluk sinyallerini geçici olarak devre dışı bırakabilir. ■

Kaynaklar

<https://theconversation.com/why-theres-always-room-for-dessert-an-anatomist-explains-271562>



Deagreaz / iStock

Beynin Eksik Molekölü Demans Tedavisinde Yeni Umut

Dr. Özlem Ak [TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi

Alzheimer hastalığı ile diğer nörodejeneratif demans türleri dünya genelinde yaklaşık 50 milyon kişiyi etkiliyor.

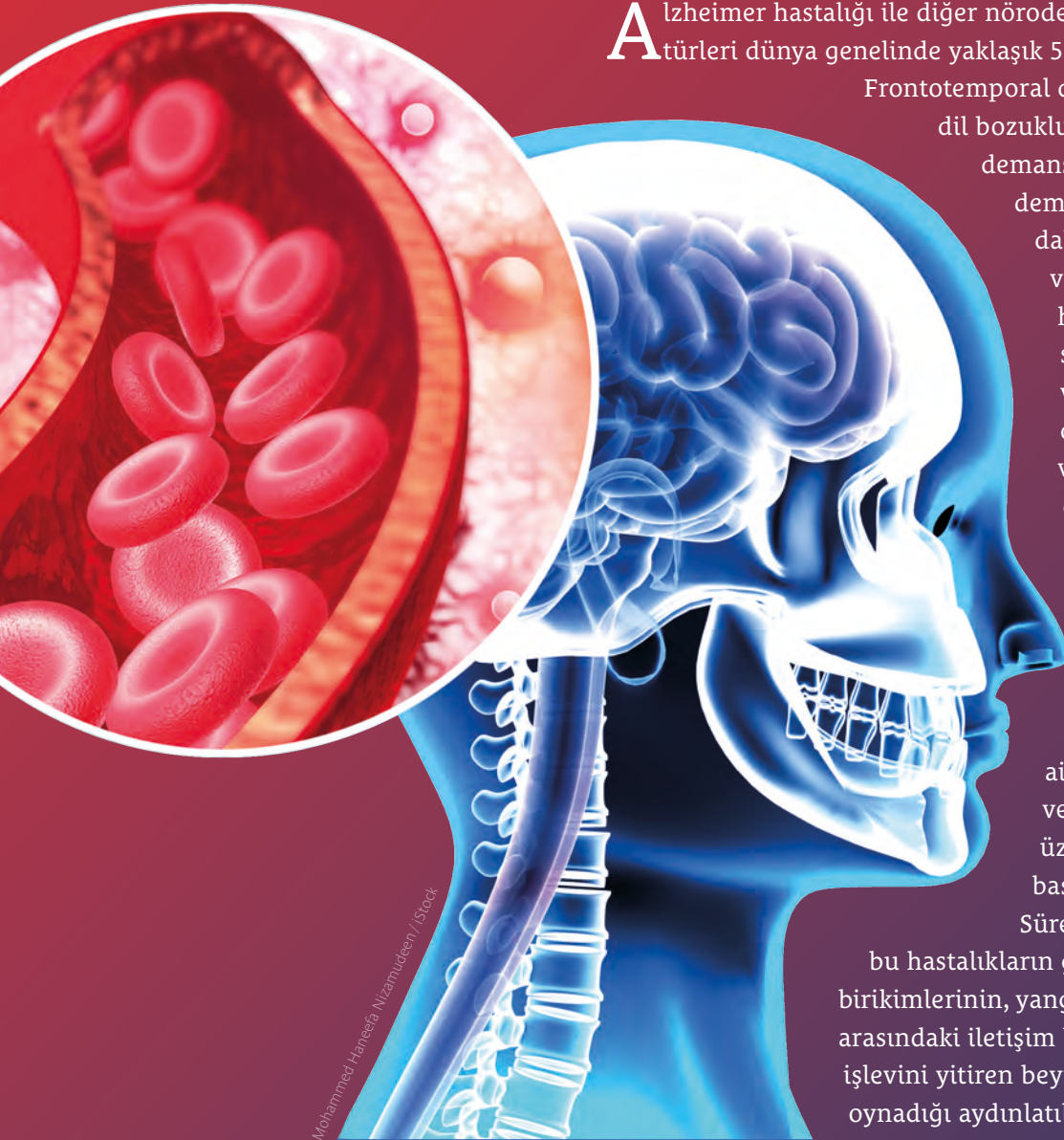
Frontotemporal demans (davranış ve dil bozukluklarıyla seyreden demans), Lewy cisimcikli

demans (halüsinasyonlar, dalgali dikkat durumu ve Parkinson benzeri hareket sorunlarıyla seyreden demans) ve vasküler demans (beyin damarlarındaki tıkanma veya hasara bağıli gelişen, düşünme ve planlama becerilerini etkileyen demans) en yaygın nörodejeneratif demans türleri arasında yer alıyor.

Yüksek hasta sayısı aileler, bakım vericiler ve sağılık sistemleri üzerinde büyük bir baskı oluşturuşuyor.

Süregelen araştırmalar ile

bu hastalıkların gelişiminde protein birikimlerinin, yangının, sinir hücreleri arasındaki iletişim bozukluklarının ve işlevini yitiren beyin hücrelerinin nasıl rol oynadığı aydınlatılmaya çalışılıyor.



Mohammed Haneera Nizamudeen / iStock

Vermont Üniversitesi Robert Larner Tıp Fakültesinden bilim insanlarının yürüttüğü yeni çalışma, demansın kısmen beyindeki kan akışı bozukluklarından kaynaklanabileceğini gösteriyor. Araştırmacılar, hücre zarında bulunan özel bir fosfolipid türü azaldığında kan damarlarının gereğinden fazla uyarıldığını ve bunun da dolaşımı aksatarak beyin dokusunun yeterince beslenmesini engellediğini ortaya koydu. Hücre zarındaki bu fosfolipidin düzeyi artırıldığında ise kan akışı normale döndü. Sonuçları 22 Aralık 2025'te *Proceedings of the National Academy of Sciences* dergisinde yayımlanan araştırmada, beyindeki normal kan akışı yeniden sağlandığında demansla ilişkili semptomların hafifletilebileceği öne sürülüyor. Bu bulgular, demansa eşlik eden beyin-damar bozukluklarını hedef alan yeni tedavilerin geliştirilmesine kapı aralıyor.

Araştırma ekibinde yer alan ve Larner Tıp Fakültesi Farmakoloji Bölümünde görev yapan Dr. Osama Harraz ortaya konan bu mekanizmayı, demansı ve beyin-damar hastalıklarını önleme çabalarında önemli bir dönüm noktası olarak değerlendiriyor. Harraz, yürüttükleri çalışmalarda beyindeki kan akışının nasıl kontrol edildiğini ve kan damarlarının moleküler sinyaller

aracılığıyla birbirleriyle nasıl iletişim kurduğunu inceliyor. Bu araştırmaların merkezinde damarların iç çeperini kaplayan hücrelerin zarlarında bulunan Piezo1 adlı protein yer alıyor. Piezo1, kanın beyin damarlarının içindeki hareketiyle oluşan mekanik kuvvetleri algılayarak kan akışının düzenlenmesine yardımcı oluyor. Adını Yunanca'da "basınç" anlamına gelen sözcükten alan bu protein, Piezo1 geninin belirli genetik varyantlarını taşıyan kişilerde farklı özellikler gösterebiliyor.

Yeni çalışma, Piezo1'in beyindeki kan akışını nasıl etkilediğine dair önemli bulgular sunuyor. Araştırmacılar, Alzheimer gibi hastalıklarda beyin damarlarında Piezo1 aktivitesinin anormal derecede arttığını gözlemledi. Bu durumun nedenini anlamak için ekip, beyin hücre zarlarında bulunan bir fosfolipid olan PIP2 üzerine yoğunlaştı. PIP2, hücre içi sinyal iletiminde ve iyon kanallarının açılıp kapanmasını kontrol eden süreçlerde kritik rol oynayan bir fosfolipittir. Araştırmacılar, PIP2'nin normalde Piezo1'i baskılayan doğal bir düzenleyici gibi davrandığını keşfetti. PIP2 düzeyleri düştüğünde Piezo1 aşırı aktif hâle geliyor ve beynin sağlıklı kan akışı bozuluyor. Ekip, PIP2'yi hücrelere dışarıdan uyguladıklarında Piezo1 aktivitesi dengelendi ve kan

dolaşımı normale döndü. Bu sonuçlar, PIP2 seviyelerinin artırılmasının beyindeki kan akışını iyileştirmeye yönelik yeni tedavilerin temelini oluşturabileceğini gösteriyor.

Gelecek çalışmalar, PIP2'nin Piezo1 ile tam olarak nasıl etkileşime girdiğini anlamaya odaklanacak. Araştırmacılar, PIP2'nin Piezo1 proteininin belirli bölgelerine doğrudan bağlanıp bağlanmadığını ve hücre zarını değiştirerek kanalın açılmasını sınırlandırıp sınırlandırmadığını belirlemek istiyor. Bundan sonraki araştırmalar hastalık kaynaklı PIP2 düşüşlerinin bu düzenleyici kontrolü nasıl ortadan kaldırdığını ve Piezo1'i aşırı aktif kalmasına yol açarak beyindeki kan akışını nasıl bozduğunu inceleyecek. Bu mekanizmaların aydınlatılması, PIP2 temelli veya Piezo1'i doğrudan hedef almaya yönelik tedaviler ile beyindeki normal kan akışının tekrar sağlanmasına yönelik tedaviler için kritik önem taşıyor. Böylece demans ve ilişkili damar bozukluklarında beyin-damar sağlığını iyileştirmek mümkün olabilecek. ■

Kaynak

<https://doi.org/10.1073/pnas.2522750122>

İnternette ve Yapay Zekâ Modellerinde Yaş ve Cinsiyetle İlgili Yanlış Genellemeler

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

İnternette yer alan görseller ve metinler, sosyal gruplar ile ilgili pek de doğru olmayan genellemelere yol açıyor. Bu durum sadece insanları değil internetteki verilerle eğitilen yapay zekâ uygulamalarını da etkiliyor. Bilimsel çalışmalar, internette yer alan çarpık bilgilerin hem insanların hem de yapay zekâ uygulamalarının sosyal gruplarla ilgili yanlış yaş ve cinsiyet ön yargılarına kapılmasına yol açtığını gösteriyor. ChatGPT iş başvurusu öz geçmişlerini değerlendirirken kadınların daha genç ve tecrübesiz, yaşlı erkeklerin daha vasıflı olduğunu var sayıyor.

Sosyal gruplar hakkında genellemeler yapmak çoğu zaman zararlı olarak görülür. Bu konuda tartışmalara konu olan bir soru ise sosyal gruplar hakkındaki yaygın genellemelerin ne ölçüde doğru olduğudur. Bu soruya cevap bulmak ile ilgili bir zorluk, çoğu zaman değerlendirme için kullanılacak nesnel bir ölçütün olmamasıdır. Örneğin zekânın nasıl ölçülebileceği ile ilgili nesnel bir ölçüt olmaması nedeniyle bir meslek grubunun üyelerinin bir başka meslek grubunun üyelerinden daha zeki olduğuna dair bir ön yargıyı doğrulamak ya da yanlışlamak kolay değildir. Nesnel bir ölçütün olduğu durumlardaysa çoğu zaman büyük ölçekli, nicel ve kültürel veriler bulunmaz. Bu durum sosyal gruplar ile ilgili ön yargılar üzerine yapılan araştırmaların çelişkili sonuçlar vermesine yol açar.

Stanford Üniversitesinden Douglas Guilbeault, Berkeley'deki California Üniversitesinden Solène Delecourt ve Oxford Üniversitesinden Bhargav Srinivasa Desikan *Nature*'da yayımladıkları bir makalede yaşla ilgili cinsiyet önyargıları üzerine yaptıkları araştırmanın sonuçlarını yayımladı. Araştırmacılar çalışmalarında ön yargıları değerlendirmek için nesnel bir ölçüt olarak biyolojik yaşı kullanıyor. Ayrıca bu ön yargıları internet ortamında erkeklerin ve kadınların yaşlarının nasıl betimlendiğiyle ilişkilendiriyor. Araştırmacılar çalışmalarında çalışma hayatı, yaş ve cinsiyet ile ilgili analizlerde ABD nüfus sayımı verilerinden yararlanıyor.



Yaşla İlgili Cinsiyet Ön Yargıları

Yaşla ilgili cinsiyet ön yargılarının bir tarafında “cinsiyet temelli yaş ayrımcılığı” olarak adlandırılan pek çok iş grubunda ileri yaşlardaki kadınların hem işe alımlarda hem de terfilerde ayrımcılığa uğradığını gösteren çalışmalar vardır. Bu durum kadınların genel olarak gençlikle ilişkilendirilmesine bağlanır ve kadınların bir tür “güzellik vergisi” ödemesine yol açar: Kadınlar olduklarından daha genç ve güzel görünmek için zaman ve para harcar. Diğer taraftan kadınları gençlikle ilişkilendirmek

sosyoekonomik gerçeklerle örtüşmez. Dünya’nın hemen hemen her bölgesine kadınların ortalama ömrü erkeklerden uzundur. Ayrıca nüfus verilerinde de çalışma hayatındaki kadınların ve erkeklerin yaş dağılımları arasında belirgin bir fark gözlemlenmez. Üstelik bazı araştırmalar ileri yaşlardaki erkeklerin ileri yaşlardaki kadınlara kıyasla cinsiyet temelli yaş ayrımcılığından daha fazla etkilendiğini gösterir. Bu çelişkili bulgular yaşla ilgili cinsiyet ön yargılarının belirli sektörlere özgü bir durum mu yoksa kültürel bir çarpıklık mı olduğu sorusunu akla getirir.

Araştırmacılar çalışmalarında internet ortamındaki popüler

kaynaklarda yer alan resimlerde, videolarda ve metinlerdeki yaş-cinsiyet ilişkisini analiz ederek büyük bir veri tabanı oluşturuyor. Bu veri tabanındaki milyonlarca resim ve videonun sağladığı bilgileri, binlerce farklı sosyal kategoride yaş-cinsiyet bağlantısı açısından analiz ediyor. Meslekler ile ilgili görselleri nüfus verileriyle karşılaştırarak internetteki görsellerin kadınların gençlikle bağdaştırılmasına dair ön yargıyı nasıl etkilediğini inceliyor. İnternetteki metinler kullanılarak eğitilmiş dokuz ayrı büyük dil modelini de yaşla ilgili cinsiyet ön yargıları açısından değerlendiriyor. Ayrıca yapay zekâ eğitiminde kullanılan ana akım algoritmaların bu ön yargıların büyümesindeki rolünü inceliyor.

İnternetteki Görsellerde Yaş-Cinsiyet ile İlgili Hatalı Genellemeler

Çalışmalar hem internetteki görsellerde ve videolarda hem de yapay zekâ eğitimi için kullanılan veri tabanlarında cinsiyetlerin yaşları ile ilgili çarpık temsiller yer aldığı sonucunu veriyor.

İnternetteki beş popüler platformdaki (Google, Wikipedia, IMDb, Flickr, X) görseller incelendiğinde kadınların erkeklere kıyasla daha genç gösterildiği anlaşılıyor. Bu durum görsellerdeki kişilerin yaşının ve cinsiyetinin insanlar tarafından tahmin edilmesi, makine öğrenmesi yöntemleriyle belirlenmesi ya da kesin verilere dayalı olarak hesaplanması hâlinde de değişmiyor.

Google taramalarında insanların karşısına çıkan 3495 sosyal kategoriyle (doktor, bankacı, aşçı, ...) ilgili görseller insanlar tarafından değerlendirildiğinde kadınların ortalama yaşı erkeklerden daha düşük çıkıyor. Yaş farkı, taramalarda sadece kategori adı belirtildiğinde 0,37; erkek doktor, kadın doktor gibi cinsiyet de belirtildiğinde 0,29 oluyor. Aynı metot Wikipedia sayfalarındaki görsellere uygulandıdaysa kadınların ortalama yaşı erkeklerden 0,71 küçük çıkıyor.

IMDb'deki en popüler 100.000 sayfada yer alan 451.570 görsel, bu görsellerdeki ünlülerin Wikipedia'daki biyografi sayfalarında yer alan 57.932 görseli içeren IMDb-Wiki veri tabanı ve ünlülerin hangi tarihte çekildiği bilinen fotoğraflarını ve cinsiyet bilgilerini içeren 2014 CACD (Cross-Age Celebrity Dataset) veri tabanı kullanılarak yapılan analizler, söz konusu ünlüler olduğunda erkekler ve kadınlar arasındaki yaş farkının çok daha büyük olduğunu gösteriyor. IMDb'deki görsellerde kadın ünlüler erkek ünlülerden ortalama 6,5 yaş daha genç gözüküyor. Wikipedia'da ve Google görsellerinde ise bu fark sırasıyla 3,27 yaş ve 5,35 yaş oluyor. Tüm ortamlarda ünlü kadınlar için en sık rastlanan yaşlar 20'li yaşlar olurken ünlü erkekler için en sık rastlanan yaşlarsa 40 ve 50. Analizlerde yaş ve cinsiyet ile ilgili nesnel verilerin kullanılması, internet ortamındaki görsellerde rastlanan cinsiyetler

arasındaki yaş farklarının insan algılarının bir ürünü olmadığını gösteriyor.

Makine öğrenmesi için kullanılan veri tabanlarında da aynı durum görülüyor. İnternetteki görsellerin toplanmasıyla oluşturulmuş 24.106 görseli içeren 2017 UTK veri tabanında, Flickr'daki görsellerin toplanmasıyla oluşturulmuş Adience veri tabanında ve Google News yazılarında yer almış 13.143 görselin bulunduğu 2008 LFW (Labeled Faces in the Wild) veri tabanında kadınlar erkeklerden sırasıyla 5,12 yaş, 0,18 yaş ve 0,94 yaş daha genç olarak sınıflandırılıyor.

Çalışmalar yaşla ilgili cinsiyet ön yargılarının internetteki videolarda da bulunduğunu gösteriyor. YouTube'daki 3645 videodan alınmış, ünlülerin yüzlerini gösteren 3645 görselin yer aldığı 2011 YouTube Faces veri tabanı analiz edildiğinde makine öğrenmesiyle eğitilmiş



yapay zekâ uygulamaları kadınları erkeklerden ortalama 0,87 yaş daha genç olarak değerlendiriyor. Wikipedia'daki ünlüler listelerinden derlenmiş ünlülerin YouTube'daki en popüler on videosundan alınmış 35.666 görselin yer aldığı 2022 CelebV-HQ veri tabanı da benzer sonuçlar veriyor. Ünlülerin yüzlerinin genç ya da yaşlı olarak sınıflandırıldığı bu veri tabanında kadınların %33'ü erkeklerinse sadece %20'si genç olarak kodlanıyor.

Bu bulgular, farklı mesleklerle ilgili nüfus verileriyle karşılaştırıldığında Google görsellerinin tutarlı bir biçimde kadınlar ile gençlik arasındaki bağlantıyı abarttığı ve hatta bazı durumlarda nüfus verileriyle tamamen uyumsuz bir resim çizdiği görülüyor. Örneğin nüfus verilerine göre satış sektöründe çalışan kadınların ortalama yaşı erkeklerin ortalama yaşından yüksek olmasına rağmen Google görsellerindeki kadınlar erkeklerden daha genç görünüyor.

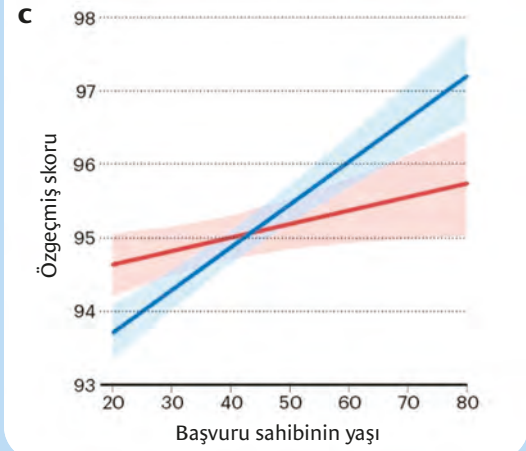
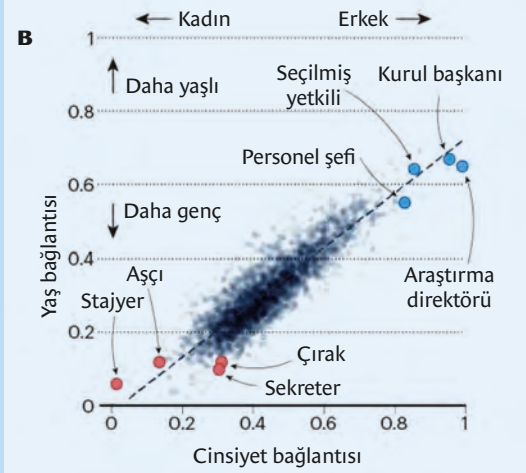
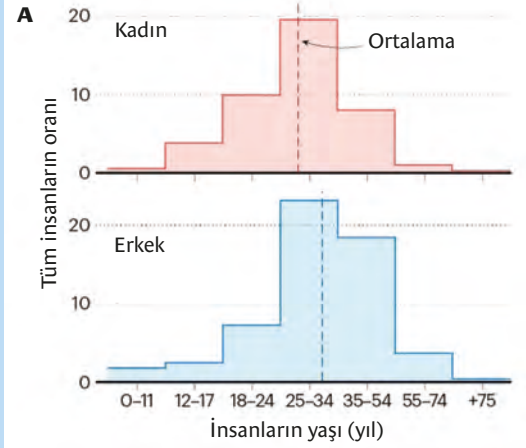
Yaşla ilgili cinsiyet ön yargılarına dair bir hipotez bu ön yargıların yüksek statülü ve daha çok kazandıran mesleklerde daha belirgin olduğudur. Araştırmacıların analizleri de bu hipotezi destekliyor. ABD Çalışma İstatistikleri Bürosu tarafından daha yüksek statülü olarak değerlendirilen meslekler Google'da arandığında

karşılaşılan görsellerde erkekler genel olarak kadınlardan daha yaşlı gözüküyor. Ayrıca ortalama geliri daha yüksek olan mesleklerle ilgili Google görsellerinde erkeklerin kadınlardan daha yaşlı görünmesi olasılığı belirgin derecede yüksek. Analizler, cinsiyetlerin gelir farklarıyla (bir meslekte erkekler ile kadınların ortalama gelirleri arasındaki farklarla) dijital yaş farklarının (Google görsellerinde bir meslekte çalışan erkekler ile kadınlar arasındaki yaş farklarının) bağlantılı olduğunu gösteriyor.

İnternetteki Metinlerde Yaş-Cinsiyet ile İlgili Hatalı Genellemeler

İnternette yer alan görsellerle ilgili sonuçlardan şüphe duyulmasına neden olabilecek bir durum, görsel filtrelerinin ya da kozmetik ürünlerin yaşla ilgili tahminleri etkilemesi olabilir. Ancak internetteki metinler üzerinde yapılan analizler de görsellerdeki yaşla ilgili cinsiyet ön yargılarına dair sonuçları destekliyor.

OpenAI'nın internetteki milyarlarca sayfadaki metinleri kullanarak eğittiği, şu an var olan en büyük açık kaynaklı



İnternette ve yapay zekâ modellerinde yaşla ilgili cinsiyet ön yargıları. (a) Google Görsellerde aynı mesleğe ya da aynı sosyal rollere sahip insanlar arasında erkekler daha yaşlı kadınlar daha genç temsil ediliyor. (b) İnternetteki bilgilerle eğitilen yapay zekâ modellerinde de ön yargılara rastlanıyor. Büyük dil modelleri, daha çok erkeklerle bağdaştırılan meslekleri daha ileri yaşlarla, daha çok kadınlarla bağdaştırılan meslekleri daha genç yaşlarla ilişkilendiriyor. (c) Aynı sosyal rollerdeki erkeklerin ve kadınların öz geçmişlerini değerlendirmesi istendiğinde büyük dil modeli tabanlı sohbet robotu ChatGPT, yaşlı erkekler (mavi) aynı yaşta kadınlardan (kırmızı) daha yüksek skorlar veriyor.

dil modeli olan GPT-2 Large kullanılarak yapılan analizler bir sosyal grubun erkeklerle ilişkilendirilmesi ile ileri yaşlarla ilişkilendirilmesi arasında güçlü bir bağlantı olduğunu gösteriyor. Metinlerdeki cinsiyet ve yaş bağlantısını çıkarmak için kullanılan farklı yöntemler bu sonuçlarda önemli bir değişime yol açmıyor. Ayrıca GPT-2 Large dışında kalan sekiz ayrı dil modeliyle yapılan başka analizler de benzer sonuçlar veriyor.

Google Taramaları

İnternette yer alan görsellerdeki, videolardaki ve metinlerdeki hatalı yaş-cinsiyet genellemeleri ile ilgili temel bir soru da bu çarpıklıkların insanları ve internetteki bilgilerle eğitilen yapay zekâ modellerini nasıl etkilediği.

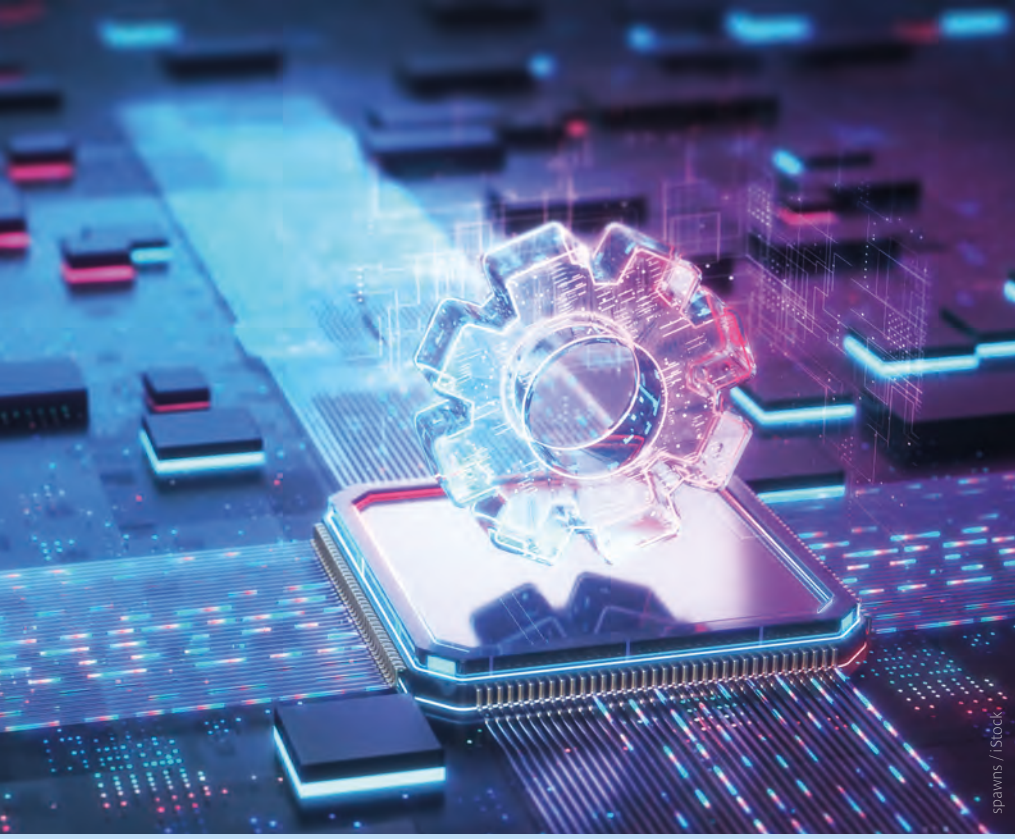
Araştırmacılar, internetteki yaş-cinsiyet ile ilgili hatalı genellemelerin insanların düşüncelerini nasıl etkilediği belirlemek için kontrollü deneyler gerçekleştirdi. Bu deneylerin birinde 500 gönüllü iki gruba ayrıldı. Birinci gruptaki gönüllülerden 54 ayrı meslek arasından rastgele seçilmiş 22'si hakkında Google Görseller'de taramalar yapması ve her bir meslek için seçtiği bir görseli bir veri tabanına yüklemesi, seçtiği resimdeki kişinin cinsiyetini belirtmesi ve o meslekte çalışan insanların ortalama yaşını tahmin etmesi istendi. Gönüllülere ayrıca

seçtikleri resimdeki kişiyi işe almakta ne kadar istekli oldukları soruldu. İkinci gruptaki (kontrol grubu) gönüllülere veri tabanına Google Görseller'den buldukları rastgele kategoriler (örneğin meyve, müzik aletleri) ile ilgili görselleri yükledi. Daha sonra gönüllülerden rastgele seçilmiş bir meslekte çalışanlarının ortalama yaşını tahmin etmesi istendi. Ayrıca kontrol grubundaki gönüllülere seçilen mesleklerdeki bir çalışanın işe alınması için ideal yaşının ne olması gerektiği ve bu mesleklerde çalışanların çoğunluğunun cinsiyetinin ne olduğu soruldu. Bu deneyler sonucunda Google'da mesleklerle ilgili görsel arayan gönüllülerin bir erkek ya da kadın görseli yükledikten sonra mesleklerin ortalama yaşı ile ilgili yaptığı tahminler değerlendirildi. Ayrıca bu sonuçlar hem kontrol grubundaki mesleklerle ilgili görsel araması yapmayan gönüllülerin

yaş tahminleriyle hem de yine kontrol grubundaki gönüllülerin bir meslekte hangi cinsiyetin daha yaygın olduğuna bağlı yaş tahminleriyle karşılaştırıldı. Analizler, belirli bir meslek grubu için kadın resmi yükleyen gönüllülerin erkek resmi yükleyen gönüllülerle kıyasla o meslekte çalışanların ortalama yaşını 5,46 yıl daha küçük tahmin ettiğini gösteriyor. Kontrol grubundaki gönüllülerle karşılaştırıldığında, kadın resmi yükleyen gönüllülerin yaş tahmini 1,75 yıl daha küçük, erkek resmi yükleyen gönüllülerin yaş tahmini ise 0,64 yıl daha büyük oluyor.

Kontrol grubundaki gönüllülerden bir meslekte daha çok kadınların çalıştığını düşünenler o meslekte daha çok erkeklerin çalıştığını düşünenlere kıyasla o meslek grubunun ortalama yaşını 2,15 yıl daha düşük tahmin ediyor. Bu





öz geçmişleri değerlendirmek. Pek çok şirket kimi işe alacağına karar vermek için ChatGPT'den gönderilen öz geçmişleri değerlendirip sıraya koymasını istiyor. Araştırmacılar da çalışmalarında ChatGPT'nin ne ölçüde cinsiyet temelli yaş ayrımcılığından etkilendiği hakkında fikir edinmek için yapay zekâ uygulamasından kurgusal öz geçmişler üretmesinin ve öz geçmişleri değerlendirmesinin istendiği çeşitli deneyler yaptı.

ChatGPT'nin kurgusal öz geçmişler üretmesinin istendiği deneyler üç ayrı biçimde yapıldı. Birincisi (kontrol grubu), bir cinsiyet bilgisi ya da isim verilmeden yapay zekâ uygulamasından 54 ayrı meslek için ellişer adet öz geçmiş üretmesi istendi. İkincisi (kontrol-cinsiyet grubu), aynı deneyler bu kez de ChatGPT'den başvuru sahibinin cinsiyetini de içerecek biçimde öz geçmişler üretmesi istenerek tekrarlandı. Üçüncüsü, kontrol koşulundaki deneyler bu kez de başvuru sahibinin adı da uygulamaya verilerek tekrarlandı: Her bir isim-cinsiyet-meslek kombinasyonu için 20'şer tane olmak üzere toplamda 34.560 öz geçmiş üretildi.

ChatGPT'nin kadın isimleri ve erkek isimleri için ürettiği kurgusal öz geçmişler karşılaştırıldığında kadınlar için ürettiği öz geçmişlerde hem ortalama yaşın daha küçük (1,6 yıl) olduğu hem mezuniyet tarihlerinin ortalama

yaş farkı Google'dan buldukları görselleri yükleyen gönüllüler arasında daha da yüksek oluyor. Bir meslek için kadın resmi yükleyen gönüllüler, kontrol grubunda o mesleğin daha çok kadın üyesi olduğunu ifade eden gönüllülere kıyasla o meslekte çalışanların ortalama yaşını 0,84 daha küçük tahmin ediyor. Bu sonuçlar internette yer alan görsellerle maruz kalmanın kadınları gençlikle bağdaştırmayı daha ileri bir seviyeye taşıdığını, kadınlar ile erkekler arasındaki algılanan yaş farkını büyüttüğünü gösteriyor.

Son olarak kontrol grubu gönüllüleri arasında bir meslekte daha çok kadınların ya da erkeklerin çalıştığı düşüncesi ile o mesleğe daha genç ya da daha ileri yaştaki kişilerin daha uygun olduğu düşüncesi arasında bir bağlantı

görüyoruz. Analizler, gönüllülerin belirli bir meslek için işe almaya en uygun kişiler olarak ya genç kadınları ya da yaşlı erkekleri tercih ettiğini gösteriyor.

Büyük Dil Modelleri

ChatGPT gibi popüler yapay zekâ modelleri internette yer alan bilgilerle eğitildiği için bu uygulamaların da internetteki görsellerde, videolarda ve metinlerde rastlanan yaşla ilgili cinsiyet ön yargılarına sahip olmaları muhtemel. Araştırmacılar makalelerinde bu konuyu da inceliyor.

Günümüzde ChatGPT'nin yaygın kullanım alanlarından biri iş başvuruları için gönderilmiş

olarak daha yakın (1,3 yıl) olduğu hem de iş tecrübelerinin ortalama olarak daha az (0,92 yıl) olduğu görülüyor. Kontrol grubundaki belirli bir isim ya da cinsiyet verilmeden üretilmiş öz geçmişlerle karşılaştırıldığında ChatGPT'nin isimler verilerek belirli bir meslek için ürettiği kadın öz geçmişlerin ortalama yaşının erkek öz geçmişlerinin ortalama yaşından belirgin derecede düşük olduğu görülüyor. Bu sonuçlar ChatGPT'nin cinsiyet temelli yaş ayrımcılığıyla bağlantılı genellemelerden etkilendiğini gösteriyor.

Kontrol-cinsiyet grubundaki öz geçmişlerde de benzer, yaşla ilgili cinsiyet ön yargıları görülüyor. ChatGPT'nin isimler verilmeden belirli bir meslek için ürettiği erkek öz geçmişleri ve kadın öz geçmişleri karşılaştırıldığında erkek öz geçmişlerinin ortalama yaşı daha büyük (1,3 yıl), mezuniyet tarihi daha eski (1,2 yıl) oluyor. Bu durum ChatGPT'nin sahip olduğu ön yargıların kaynağının isimler değil cinsiyetler olduğunu gösteriyor.

ChatGPT'nin öz geçmişleri nasıl değerlendirdiğinin incelendiği deneylerdeyse yapay zekâ uygulamasından ilk gruptaki deneylerde ürettiği öz geçmişleri değerlendirmesi ve 1 ile 100 arasında bir skor vermesi istendi. Sonuçlar, ChatGPT'ye göre bir öz geçmişin niteliğiyle başvuru sahibinin yaşı arasında güçlü bir bağıntı olduğunu gösteriyor.

Başvuru sahiplerinin yaşı ne kadar büyükse ChatGPT'nin öz geçmişlere verdiği ortalama skor da o kadar yüksek oluyor. Başvuru sahiplerinin cinsiyetleri de analizlere dahil edildiğinde ChatGPT'nin yaşlı erkekleri yaşlı kadınlardan daha vasıflı olarak değerlendirdiği görülüyor. Söz konusu yirmili, otuzlu yaşlardaki insanlara ait öz geçmişler olduğundaysa kadınların ortalama skoru erkeklerden daha yüksek çıkıyor. Bu sonuçlar da yine ChatGPT'nin cinsiyet temelli yaş ayrımcılığından etkilendiği çıkarımını destekliyor.

Özet

Bilimsel çalışmalar, yaşla ilgili cinsiyet ön yargılarının internet ortamında yaygın olduğunu gösteriyor. İnternetteki görseller, videolar ve metinler, toplumsal gerçeklere karşıt bir biçimde kadınları daha genç, erkekleri daha yaşlı gösteriyor. Bu çarpık temsiller insanların yanı sıra internetten toplanan bilgilerle eğitilen yapay zekâ uygulamalarını da etkiliyor. Üstelik günümüzün en yaygın kullanılan algoritmalarından ikisi bu ön yargıları daha da büyütüyor. Google Görseller'de arama yapan insanların, arama yapmayanlara kıyasla mesleklerle ilgili deneylerde kadınları gençlikle ilişkilendirme konusunda daha ön yargılı olduğu görülüyor. ChatGPT ise iş

başvuruları ile ilgili öz geçmişleri değerlendirirken daha ileri yaşlardaki insanlara daha yüksek skor veriyor. Daha da önemlisi yaşlı erkekleri yaşlı kadınlardan, genç kadınları ise genç erkeklerden daha vasıflı olarak değerlendiriyor. Her ne kadar Google, OpenAI gibi şirketler ürünlerindeki ön yargıları en aza indirmek için çaba gösterecekler de daha çok cinsiyet ayrımcılığı ya da ırkçılık gibi "tek boyutlu" konulara odaklanıyorlar. Guilbeault ve arkadaşlarının *Nature*'da yayımladıkları makale ise hem cinsiyetle hem de yaşla ilgili "iki boyutlu" bir ön yargıya odaklanıyor. Tespit etmek ve önlemek çok daha zor olsa da elde edilen sonuçlar, bu tür ön yargıların da önemli sonuçları olduğunu gösteriyor. ■

Kaynaklar

Guilbeault, D., ve ark., "Age and gender distortion in online media and large language models", *Nature*, Cilt 646, s. 1129, 2025.
Macanovic, A., "Online media distorts age and gender distortions", *Nature*, Cilt 646, s. 1062, 2025.



Kalp Krizinde Biyolojik Saatin Rolü

Dr. Özlem Ak [TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi

Kardiyologlar yıllardır, gündüz meydana gelen kalp krizlerinin geceye kıyasla daha fazla hasara yol açtığını gözlemliyor. Yeni bir çalışma, bu farkın nedenini anlamının kalp krizi tedavisinde kritik bir rol oynayabileceğini gösteriyor.

Gündüz yaşanan kalp krizlerinin neden daha yıkıcı sonuçları olduğuna dair pek çok teori bulunuyor. Bu teorilerden bazıları, stres hormonlarının ve kan basıncındaki günlük dalgalanmaların etkisi olabileceğini ileri sürüyor. Ancak bağışıklık sisteminin bu süreçteki rolü bugüne kadar net değildi. Daha önce yapılan çalışmalar, doku

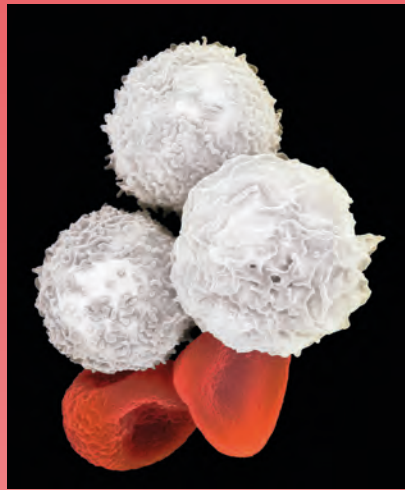
hasarı olan bölgelere ilk ulaşan bağışıklık hücrelerinden olan nötrofillerin gündüz saatlerinde yangı düzeyini artırarak çevre dokularda daha fazla hasara yol açtığını, gece saatlerinde ise bu hücrelerin etkinliğinin daha kontrollü olduğunu ortaya koymuştu.

Geçtiğimiz yıl 12 Aralık'ta *Journal of Experimental Medicine* dergisinde yayımlanan çalışmada Yale Tıp Fakültesinden Prof. Dr. Andrés Hidalgo ve ekibi, gündüz gerçekleşen kalp krizleri ile yangı yanıtı oluşturan nötrofillerin etkinliği arasındaki bağlantıyı ortaya koydu. Kalp krizi geçiren iki binden fazla hastanın klinik kayıtlarını inceleyen araştırmacılar, gündüz saatlerinde hastaneye kabul edilen hastalarda nötrofil sayısının daha yüksek olduğunu ve kalp hasarının daha ağır seyrettiğini saptadı. Bu bulgular, hasarın artmasında nötrofillerin doğrudan rol oynayabileceğine işaret ediyor.

Araştırmacılar, aynı durumu farelerle yapılan deneylerde de doğruladı. Deneylerde fareler iki gruba ayrıldı: Bir gruptaki farelerin nötrofil düzeyleri normaldi, diğer gruptakilerin nötrofil düzeyleri ise

antikor tedavisiyle büyük ölçüde azaltılmıştı. Ardından günün farklı saatlerinde, farelerde kalp krizine benzer şekilde kalp hasarı oluşturulan deneyler gerçekleştirildi. Nötrofil düzeyleri normal olan farelerde, sabah saatlerinde oluşan kalp krizlerinin geceye kıyasla belirgin bir biçimde daha fazla doku hasarına yol açtığı görüldü. Ancak nötrofil sayısı azaltılan farelerde zamana bağlı bu değişim ortadan kalktı ve kalp hasarı genel olarak daha düşük seviyede kaldı.

Bu ilişkiyi daha ayrıntılı test etmek isteyen araştırmacılar, vücuttaki 24 saatlik döngüleri düzenleyen yani biyolojik saati kontrol eden bir geni genetik olarak devre dışı bıraktı. Beklendiği gibi bu durumda da nötrofillerin etkinliğinde gündüz ve gece görülen fark ortadan kalktı ve kalp hasarı azaldı. Üstelik önemli bir nokta vardı: Nötrofillerin tamamen azaltılması vücudun bağışıklık yanıtını zayıflatırken yalnızca biyolojik saatle ilişkili genin işlevinin ortadan kaldırılması farelerin enfeksiyonlarla mücadele yeteneğini bozmadı. Araştırmacılar daha sonra nötrofil sayısını



Öncü T hücreleri, nötrofiller ve kırmızı kan hücrelerinin taramalı elektron mikroskobu (SEM) görüntüsü (Büyütme ölçeği x1.600)



magimne/iStock

yol açan tepkilerini azalttığına dair güçlü kanıtlar sunduğunu ifade ediyor.

Araştırmacılar, nötrofillerin davranışına ilişkin dikkat çekici bir model de ortaya koydu. Hidalgo'ya göre gerek deri yaralarında gerekse kalp dokusundaki hasarlarda gündüz saatlerinde daha etkin olan nötrofiller, çevredeki sağlıklı bölgelerin hasar görmesine yol açıyor. Buna karşılık geceleri daha düşük etkinlik gösteren nötrofillerin yangı tepkisi, hasar gören bölgelerle sınırlı kalarak çevre dokulara yayılmıyor.

Araştırmacılara göre bu bulgular, nötrofillerin dokuya zarar verici etkisi olan bağışıklık yanıtının kontrollü biçimde azaltılabileceğini ve bunun bağışıklık savunmasını zayıflatmadan yapılabileceğini düşündürüyor. Ancak bu yaklaşımın insanlara uyarlanabilmesi için daha kapsamlı çalışmalara ihtiyaç var. CXCR4 reseptörünün aracılık ettiği moleküler mekanizmanın diğer hücre tipleri üzerindeki etkilerinin de ayrıntılı biçimde incelenmesi gerekiyor. Bu çalışmada test edilen ilaç, bağışıklık yanıtını baskılamadan yangıyı azaltabilmesi nedeniyle immünoterapide uzun süredir hedeflenen yaklaşımlardan biri olarak değerlendiriliyor. Ancak ilacın insanlar üzerinde denenmesi, kalp krizi vakalarında hangi zaman aralığında uygulanmasının daha etkili olacağı ve olası risklerin neler olduğu gibi pek çok faktörün titizlikle ele alınmasını gerektiriyor. ■

Kaynak

<https://doi.org/10.1084/jem.20250240>

düşürmeden bu hücrelerin, gece saatlerine olduğu gibi daha kontrollü bir etkinlik göstermelerinin mümkün olup olmadığını araştırdı. Bunun için nötrofillerin yüzeyinde bulunan CXCR4 adlı reseptöre odaklandılar. Normalde gece saatlerinde CXCL12 adlı sinyal molekülünün CXCR4 reseptörüne bağlanmasıyla nötrofillerin etkinliği azalır. Genetik olarak CXCR4 reseptörünün etkinliğinin artırıldığı farelerde nötrofillerin etkinliği gündüz saatlerinde bile düştü. Sonuç olarak kalp hasarı azaldı, gündüz ve geceye bağlı farklılık yine ortadan kalktı.

Son aşamada ise araştırmacılar, bu reseptörü aktive eden bir ilaç kullandı. Gündüz uygulanan ilaç, nötrofil aktivitesinin gece saatlerine özgü düzeye inmesini sağladı. Deneyler sırasında kalp krizini taklit eden işlemden önce uygulanan bu tedavi doku

hasarını azaltırken haftalar sonra yapılan değerlendirmelerde kalp fonksiyonlarının daha iyi korunduğu görüldü. Dahası aynı ilaç, nötrofillerin damarları tıkayarak yoğun yangıya neden olduğu orak hücreli anemi farelerinde de damar tıkanıklıklarını azalttı ve kan akışının yeniden sağlanmasına yardımcı oldu.

Andrés Hidalgo, çalışmalarının sonuçlarıyla ilgili olarak yalnızca tek bir bağışıklık hücresinin hedeflenmesinin, yangıya bağlı doku hasarına karşı bu kadar güçlü bir koruma sağlamanın şaşırtıcı olduğunu söylüyor. Çalışmada yer almayan Almanya'daki Münster Üniversitesinden immünolog Tim Lammermann ise ilaçla yapılan deneylerin özellikle dikkat çekici olduğunu belirterek ilacın etkin maddesi olan bileşiğin, nötrofillerin vücudun savunmasına yönelik mekanizmalarını korurken yangıya

Gelecekte Sağlık Takibi Genetiği Değiştirilmiş Bakterilerle M¼mk¼n Olabilir mi?

Hayriye Yetiş Avcu [*T¼BİTAK Bilim ve Teknik Dergisi*



Artan dünya nüfusuyla birlikte sağlık hizmetlerine duyulan ihtiyacı mevcut sistemlerle karşılamak gittikçe zorlaşıyor. Özellikle yaşlı nüfusta görülen artış, insanların sağlık durumunu sürekli ve doğru bir şekilde takip edilmesini daha da önemli hâle getirdi. Vücuda yerleştirilen çeşitli sensörler (implant sensör olarak isimlendirilir) sayesinde hastalık belirtileri daha ortaya çıkmadan sağlık sorunlarını tespit etmek mümkün olabilir. Bu sayede sağlık hizmetlerine duyulan ihtiyaç daha etkin bir şekilde karşılanabilir. Ancak henüz geliştirilme aşamasında olan ve sağlık alanında köklü

bir değişimin önünü açabilecek bu teknolojinin geliştirilme ve uygulamaya geçme sürecinde çeşitli zorluklar bulunuyor. Türkiye’den bilim insanları bu zorlukları aşmak amacıyla genetiği değiştirilmiş bakteriler kullanarak yeni nesil implant sensörler geliştirdi. Bu sensörler vücut içinde moleküler düzeyde izleme yapabiliyor, kablosuz çalışabiliyor ve pil gerektirmiyor.

Kan basıncı, vücut sıcaklığı, glikoz seviyesi gibi vücuttaki fizyolojik değişkenler vücut dışından yapılan ölçümlerle belirlenebilir. Ancak bu ölçümler çoğu zaman dolaylı yollarla yapıldığı ve çevresel faktörlerden etkilendiği için sonuçların hatalı olma ihtimali yüksektir. Vücut içine yerleştirilerek doğrudan ölçüm yapan implant sensörler ise kesintisiz olarak gerçek zamanlı veri sağlayabilir ve dış etkenlerden daha az etkilenir. Ayrıca dışarıdan ölçülmesi mümkün olmayan biyolojik sinyalleri algılayabilir. Bu sayede hastalıkların teşhisinden tedavisine kadar birçok aşamada kullanılabilirler.

Günümüzde kullanılan implant sensörlerin çoğu sıcaklık, basınç, pH ya da elektriksel sinyal gibi fiziksel değişkenleri ölçebiliyor. Ancak hastalıkların erken teşhisi için hayati önem taşıyan hastalığa özgü belirli moleküllerin gerçek zamanlı olarak izlenmesi mevcut teknolojiler ile henüz mümkün

değil. Örneğin günümüzde kandaki glikoz düzeyini ölçmek amacıyla vücut içine yerleştirilen sensörlerin birçoğu glikoz molekülünü doğrudan algılayarak değil, glikozun dokularda meydana getirdiği dolaylı elektriksel değişimleri ölçerek çalışır. Ancak bu değişimlere sadece glikoz değil, farklı tür moleküller de sebep olabileceği için glikoza özgü ölçüm yapmak hayli zordur. Ayrıca pek çok farklı biyolojik değişken sonucu etkileyebilir. Dolayısıyla özellikle erken tanı gerektiren durumlarda güvenilir ölçüm yapmak zorlaşır.

Canlı hücreler işlevlerini sağlıklı bir şekilde devam ettirebilmek için çevrelerindeki molekülleri tanıyabilen son derece gelişmiş algılama sistemlerine sahiptir. Çevrelerindeki moleküler değişimleri algılayarak hücresel tepkiye dönüştürürler. Böylece değişen koşullara uyum sağlayarak işlevlerini sürdürebilirler. Türkiye’den bilim insanları, hücrelerin sahip olduğu bu “doğal yeteneği” sentetik biyoloji teknolojisi ile birleştirerek yeni nesil implant sensörler tasarladı. Geliştirilen bu yeni nesil sensörler genetiği değiştirilmiş bakteri hücrelerinde gerçekleşen biyokimyasal değişimleri vücut dışından algılanabilen sinyallere dönüştürüyor. Bu sayede vücut içinde gerçekleşen süreçleri moleküler düzeyde izleme imkânı sağlıyorlar.



Boğaziçi Üniversitesi Elektrik Elektronik Mühendisliği Bölümü Öğretim Üyesi Doç. Dr. Sema Dumanlı ve öğrencisi Ahmet Bilir, Bilkent Üniversitesi Ulusal Nanoteknoloji Araştırma Merkezinde (UNAM) bulunan Synthetic Biosystems Laboratory'nin kurucusu Doç. Dr. Urartu Özgür Şafak Şeker ile Türkiye Sağlık Enstitüleri Başkanlığında (TÜSEB) doktora sonrası araştırmacı olarak görevini yürüten Dr. Merve Yavuz'un yürüttüğü araştırmanın sonuçları *Nature Communications* dergisinde yayımlandı.

Vücut hücrelerinde çevresel uyarıların etkisiyle küçük ölçekli elektriksel aktiviteler meydana gelir. Ancak bu süreçte lokal düzeyde bir elektrik alan ortaya çıksa da oluşan elektriksel sinyaller

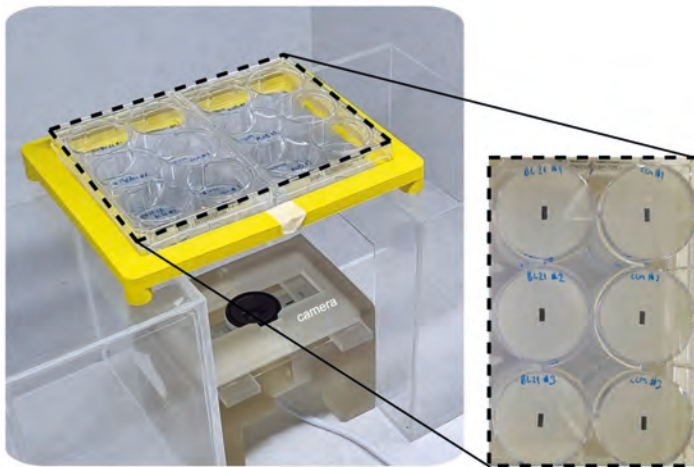
vücut dokusunun içinde sönmümlenerek kaybolur. Bu nedenle vücut dışından algılanabilecek düzeyde elektromanyetik sinyaller oluşmaz. Geliştirilen yeni yaklaşım, bu sınırlamayı aşmak için hücresel aktivitenin neden olduğu sinyalleri doğrudan ölçmeye çalışmak yerine vücuda yerleştirilen bir implant sayesinde hücresel bilgiyi vücut dışından algılanabilir bir sinyale dönüştürüyor.

Çalışmada geliştirilen implant sensör, genetiği değiştirilmiş *Escherichia coli* bakterileri ve biyoyumlu bir malzeme olan magnezyumdan yapılmış ince katman şeklindeki bir antenden oluşuyor. *E. coli* bakterileri, hedef molekülü tespit ettiğinde belirli proteinleri üretecek şekilde genetik düzenlemeler yoluyla programlandı. Bakteriler hedef molekülle etkileştiğinde

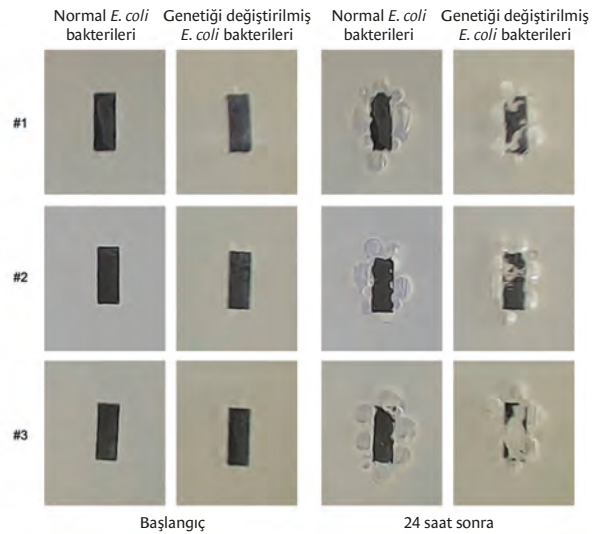
bu proteinler, bakteriden metal implantın yüzeyine doğru gerçekleşen elektron transferini hızlandırıyor. Bu süreçte metal yükseltgenerek hızlı ve kontrollü bir şekilde aşınıyor.

Vücudun dışına yerleştirilen harici bir anten radyo dalgaları yayıyor. Vücut içine yerleştirilen implant anten bu sinyalleri geri yansıtıyor. İmplant anten aşındıkça geri yansıttığı radyo dalgalarının frekansı da değişiyor. Vücut dışındaki anten bu sinyalleri kablosuz olarak algılayarak implantta meydana gelen değişimlerin dışarıdan izlenmesine olanak sağlıyor. Araştırmanın en önemli yanlarından biri *E. coli* bakterilerine elektronik bir bileşen gibi davranabilme özelliğinin kazandırılmış olması.

Normal şartlarda *E. coli* bakterileri metal yüzeylerle



6 farklı kaptaki bulunan magnezyum örnekleri



Genetiği değiştirilmiş *E. coli* bakterileri normal *E. coli* bakterilerine göre magnezyum şeritleri çok daha hızlı bir şekilde aşındırıyor.



Araştırmacılar geliştirdikleri sistemin biyouyumluluğunu (sistemin vücutta olumsuz bir biyolojik tepkiye yol açmaması) artırmak amacıyla biyolojik temelli yüzey kaplamaları geliştirmeyi planlıyor. Bu sayede implant sensörün vücut tarafından yabancı bir etken olarak algılanarak bağışıklık sistemini tetikleme olasılığı azalabilir.

Araştırma, vücut içi sensör teknolojilerine yeni bir yaklaşım getiriyor. Gelecekte farklı moleküllere duyarlı olacak şekilde programlanabilen bakteriler sayesinde pek çok hastalığın belirteci olan moleküllerin vücutta bulunup bulunmadığının sürekli ve gerçek zamanlı olarak izlenmesi mümkün olabilir. Bu sayede bir ilacın vücutta hedef dokuya ulaşip ulaşmadığı, bakterilerin ileteceği sinyallerle anlık olarak takip edilebilir ya da bu tür sensörler ameliyat sonrasında cerrahi müdahalenin yapıldığı bölgeye yerleştirilerek bir enfeksiyonun oluşup oluşmadığını henüz semptomlar ortaya çıkmadan doktorlara bildirebilir. ■

Kaynak

<https://www.nature.com/articles/s41467-025-65416-5#Sec1>

çoğunlukla etkileşime girmez. Ancak elektroaktif bakteri olarak isimlendirilen bazı bakteriler çevreleri ile elektron alışverişi yapmalarına imkân veren proteinlere sahiptir. Bu çalışmada bu tür bakterilerden alınan bazı genler *E. coli*'ye aktarıldı. Böylece bakteri hedef molekülü algıladığında elektron transferinden sorumlu proteinleri üretebildi ve bakteriden metal yüzeye doğru gerçekleşen elektron transferi hızlandı. Normal *E. coli* bakterileri ile metal yüzeyin aşınması neredeyse 14 saat sürerken genetiği değiştirilmiş *E. coli* bakterileri ile bu süreç yaklaşık 8 saat sürdü. Ayrıca yapılan testler, sensörün gerçek insan dokusunun elektriksel özelliklerini taklit eden kas dokusu benzeri ortamda 25 milimetre derinlikte,

kablosuz olarak moleküler düzeyde algılama yapabildiğini gösterdi. Üstelik implant antenin maksimum algılama derinliğini belirlemek için yapılan testlerde sinyalin yaklaşık 55 milimetre derinlikten bile algılanabildiği anlaşıldı.

İmplant sensörlerin en büyük sorunlarından biri pil ihtiyacıdır. İmplant sensörlerde kullanılan piller sistemin boyutunu büyütür, kullanım süresini sınırlar ve cerrahi müdahale ile vücuda yerleştirilmelerini gerektirebilir. Ayrıca vücudun karmaşık ve değişken biyolojik ortamında uzun süre stabil bir şekilde çalışmaları zordur. Geliştirilen yeni sistemde ise implant sensörler aktif bir güç kaynağına ya da pile ihtiyaç duymuyor.

Bulut Mikroorganizmaları ve Ötegezegenlerde Yaşam

Dr. Özlem Ak [TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi

Dünya'nın atmosferinin troposfer katmanından stratosfer katmanına kadar farklı irtifalarda, her bir metre küp havada 100.000'e yakın mikroorganizma bulunabiliyor. Mantarlar, algler, polenler, likenler, bakteriler gibi mikroskobik canlı topluluklarının, buz kristallerinin ortaya çıkmasını sağlayarak bulutların oluşum sürecine katkıda bulunduğu biliniyor. Atmosferdeki bu mikroorganizmalar, Güneş'ten gelen yüksek enerjili morötesi (UV) ışınlarından korunmak için renkli pigmentler üretiyor. Bilim insanlarına göre bu pigmentler yalnızca bir savunma kalkanı değil aynı zamanda gök adamızın uzak köşelerinde yaşamın izlerini ararken kullanılacak biyolojik ipuçları da olabilir.

Bulutların içinde yaşayan mikroorganizmaların ürettiği bu pigmentlerin ışığı yansıtma özellikleri, yapılan yeni bir araştırmayla ilk kez ölçüldü. Bu ölçümler, bilim insanlarına başka gezegenlerde yaşam arayışında yeni ipuçları sunuyor.

New York'taki Cornell Üniversitesinden Ligia Coelho ve ekibi, Florida Üniversitesinden Brent Christner ve arkadaşlarının topladığı mikroorganizmaları laboratuvarında çoğaltarak inceledi. Christner'un ekibi, 1,3 ila 38 kilometre arasındaki irtifalarda helyum balonlarıyla yaptığı uçuşlarda yapışkan çubuklara tutunan mikroorganizmaları toplamıştı.

Araştırmacılar, bu mikroorganizmaların ürettiği renkli bileşiklerin spektral özelliklerini yani ışığı nasıl yansıtıklarını ölçtü.

Karotenoid pigmentlerin (örneğin havuçta da bulunan beta-karoten) sarı, turuncu ve pembe tonlardaki ışığı yansıttığı belirlendi. Ekip, bu pigmentlerin ışığı yansıtma özelliklerinin başka gezegenlerde nasıl olacağını anlamak için farklı atmosfer koşullarını simüle eden bilgisayar modelleri kullandı. Coelho, atmosferde yaşayan mikroorganizmaların hangi dalga boyundaki ışınları yansıttığını ilk kez doğrudan ölçtüklerini, elde ettikleri verilerin bulutlarda bulunabilecek mikroorganizmaların gezegenin spektral özelliklerini nasıl değiştireceğinin modellenmesinde ve bu biyolojik yaşam göstergelerinin uzaktan tespit edilmesinde önemli bir referans sunduğunu belirtiyor. Coelho'ya göre eğer başka gezegenlerin atmosferlerinde mikroorganizmalar varsa bu pigmentlerin ışığı yansıtma biçimleri incelenerek o gezegenlerde yaşam izleri aranabilir.

Biyopigmentlerin yaşamın evrensel izlerinden biri olduğunu düşünen Coelho, bir yıldızdan gelen yüksek enerjili mor ötesi ışınlarının o yıldız sisteminde bulunan gezegenlerdeki yaşam için tehdit oluşturduğunu ve bu nedenle koruyucu pigmentlerin diğer gezegenlerde de ortaya çıkmış olabileceğini savunuyor.

Gök bilimciler, hâlihazırda Güneş sistemi dışındaki gezegenlerde yaşam izlerini bulmak için bu gezegenlerin yansıttığı ışığı inceliyor. Bu ışığın analizi, atmosferde oksijen ve metan gibi canlılar tarafından üretilebilecek gazların kimyasal izlerini ya da bitkiler ve mikroorganizmaların ürettiği klorofil gibi gezegen yüzeyinde tespit edilebilecek biyolojik göstergeleri ortaya çıkarabiliyor.

Şimdiye kadar ötegezegenlerde (Güneş sistemi dışındaki gezegenler) bulunan kalın bulut katmanları, yaşam izlerini araştıran bilim insanları için bir engel olarak görülüyordu. Çünkü bu bulutlar hem atmosferdeki gazlara ilişkin kimyasal sinyalleri hem de gezegenin yüzeyinde bulunabilecek biyolojik göstergelere ait sinyalleri gizliyordu. Ancak Coelho ve ekibinin yaptığı simülasyonlar, bulutların her

zaman bir engel olmayabileceğini gösteriyor. Bulgulara göre içinde mikroorganizmaların yoğun olarak bulunduğu bir bulut tabakası, gezegenin yansıttığı ışığın özelliklerini belirgin biçimde değiştirebilir, bu da yaşamın uzaktan gözlemlerle algılanmasında kullanılacak biyolojik bir işaret olarak değerlendirilebilir.

NASA'nın geliştirmekte olduğu Yaşanabilir Dünyalar Gözlemevi (Habitable Worlds Observatory) gibi yeni nesil teleskoplar, gelecekte başka yıldız sistemlerinde yaşam izlerini arama kapasitemizi önemli ölçüde artıracak. Ancak bu kadar uzak mesafelerden mikrobiyal yaşamı spektral analiz ile doğrudan tespit edebilmek için atmosferdeki mikroorganizma yoğunluğunun olağanüstü düzeyde yüksek olması gerekiyor.

Coelho, Dünya'nın atmosferindeki mikroorganizma yoğunluğunun mevcut teleskoplar tarafından algılanamayacak kadar düşük olduğunu belirtiyor. Buna göre, uzaydan fark edilebilecek kadar güçlü bir biyolojik sinyal için atmosferdeki mikroorganizma yoğunluğunun, okyanuslarda kilometrelerce alana yayılan yosun

patlamalarında ortaya çıkan yoğunluk düzeylerine ulaşması gerekiyor.

Avustralya'daki Yeni Güney Galler Üniversitesinden Clare Fletcher, yalnızca mikroorganizmaların ürettiği karotenoid pigmentlerine değil, bitkilerin ürettiği klorofille de odaklanmanın başka gezegenlerdeki yaşam arayışında faydalı olabileceğini vurguluyor. Ancak bu yaklaşım, yaşamın başka gezegenlerde de Dünya'dakine benzer biyolojik göstergeler oluşturacağı varsayımına dayanıyor. Sydney Üniversitesinden Peter Tuthill ise bu kadar zayıf biyolojik sinyallerin uzaydan tespit edilmesinin mevcut gözlem teknolojileri ile oldukça zor olduğunu belirtiyor.

Belki de bir gün uzak bir gezegenin bulutlarından yansıyan ışığın özelliklerindeki küçük bir değişim, evrende yalnız olmadığımızın ilk kanıtı olacak. ■

Kaynak

<https://doi.org/10.48550/arXiv.2509.25173>

Genetiği Değiştirilmiş Böcek Patojeni Mikroorganizmalar

Doç. Dr. Uğur Azizoğlu [Kayseri Üniversitesi, Sağıye Çıkırıkçıoğlu Meslek Yüksekokulu, Bitkisel ve Hayvansal Üretim Bölümü
Erciyes Üniversitesi, Betül-Ziya Eren Genom ve Kök Hücre Araştırma Merkezi (GENKÖK)

Sürdürülebilir tarımsal uygulamalar kapsamında bitki zararlısı böceklerle mücadelede doğayı ve insan sağlığını gözeten yeni biyoteknolojik yöntemler, gıda güvenliğini sağlamada önemli bir rol üstleniyor.

Son yüzyılda dünya nüfusunun hızla artması, tarımsal üretim kapasitesi üzerinde yük oluşturuyor. Birleşmiş Milletler'in tahminlerine göre 2100 yılında dünya nüfusunun 10 milyarı aşacağı tahmin ediliyor. Artan dünya nüfusunun gıda ihtiyaçlarının karşılanması yalnızca tarımsal üretimin artırılmasıyla değil, aynı zamanda bu üretimin çevresel sürdürülebilirlik ilkesine uygun şekilde gerçekleştirilmesiyle mümkün olabilir.

Geçtiğimiz yüzyılda gerçekleşen "Yeşil Devrim" sürecinde, tarımsal verimliliği artırmak için kimyasal gübre ve pestisit kullanımını yaygınlaştırmıştı. Bu uygulamalar kısa vadede üretimi artırsa da uzun vadede toprak verimliliğinin

düşmesine, biyolojik çeşitliliğin azalmasına ve insan sağlığının olumsuz etkilenmesine yol açtı. Örneğin Dünya Sağlık Örgütü verilerine göre her yıl yaklaşık 385 milyon pestisit zehirlenmesi vakası meydana geliyor. Tüm bu olumsuzluklar, tarımsal verimi

artırmak için daha çevreci ve biyolojik temelli çözümlere ilgiyi artırdı. Bu kapsamda tarımsal zararlılarla mücadelede özellikle entomopatojenik mikroorganizmalar kimyasal pestisitlere önemli bir alternatif olarak öne çıkıyor.





Dennis Kunkel Microscopy / SPL

Gram pozitif bakteri *Bacillus thuringiensis*'in taramalı elektron mikroskobu (SEM) görüntüsü.



Bill Barksdale / Agstockusa / SPL

Böceklerde toksik etki gösteren Cry proteinini üreten genlerin aktarıldığı transgenik pamuk çeşidi NuCOTN 33B. Bu pamuk çeşidi, pamuk bitkisini pamuk kurdu ve tütün tomurcuk kurdu gibi zararlılara karşı daha dirençli hâle getirir.

rekombinant DNA teknolojisiyle aynı anda farklı Cry proteini türlerini üretebilen mikroorganizmalar ve bitkiler geliştirilmesi. “Gen yığılması” olarak isimlendirilen bu strateji, böceklerin farklı Cry proteinlerine aynı anda direnç geliştirme olasılığının düşük olmasına dayanıyor.

Bt bakterileri üzerinde genetik düzenlemeler yaparak yalnızca Cry proteinlerini değil aynı zamanda zararlı böcek gelişimini engelleyen peptit ve hormonları üretmesi de sağlanıyor. Bu sayede çevreyi olumsuz etkilemeden tarım ürünlerine zarar veren tür popülasyonlarının kontrol altına alabilen yeni nesil biyopestisitler geliştiriliyor.

Elbette bu teknolojilerin çevresel etkilerinin ve olası güvenlik risklerinin de göz önünde bulundurulması gerekiyor. Özellikle genetiği değiştirilmiş organizmaların tarım alanlarının dışına yayılması, faydalı böcekler üzerindeki olası etkileri ve genetik materyalin hedef olmayan organizmalara geçiş riskinin etraflıca araştırılması gerekiyor. Doğa ve insan sağlığı üzerinde olumsuz etki oluşturmadan zararlı böceklerle mücadelede etkili olan bu biyoteknolojik yöntemin güvenli kullanımı ve yaygınlaştırılması, gıda güvenliğini sağlamada kilit rol oynama potansiyeline sahip. ■

Kaynaklar

<https://doi.org/10.1007/s11157-023-09652-5>
<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.139169>
[https://doi.org/10.1016/S0168-9525\(02\)00009-4](https://doi.org/10.1016/S0168-9525(02)00009-4)
<https://doi.org/10.3389/fgene.2022.914029>
<https://doi.org/10.1073/pnas.0912953109>
<https://doi.org/10.1016/j.resmic.2024.104264>
<https://doi.org/10.1079/9781780644370.0001>
<https://doi.org/10.3390/ijerph18031112>
<https://doi.org/10.1016/B978-0-12-381466-1.00023-7>

Entomopatojenik mikroorganizmalar, böceklerde hastalık yapabilen bakteri, virüs, mantar ve nematodları içeriyor. Doğada yaygın olarak bulunan bu mikroorganizmalar ve etmenler tarımsal ürüne zarar veren böcekleri doğal yollarla etkisiz hâle getiriyor.

Entomopatojenik mikroorganizmalar arasında en dikkat çeken türlerden biri *Bacillus thuringiensis* (*Bt*) bakterisi. *Bt* bakterisi, bazı böcek larvalarını etkisiz hâle getiren Cry adlı toksik proteinleri üretir. Bu proteinler, böceğin sindirim sisteminde hasara neden olarak larvanın ölümüne sebep olur. *Bt* bakterisinin insanlar, hayvanlar ve faydalı böcekler üzerinde ise zararlı etkileri yoktur. Ayrıca doğada biyolojik olarak parçalanabilir. Bu nedenle tarımda zararlı böceklerle karşı biyolojik mücadelede büyük önem taşır. *Bt* bakterisi tarımda

doğrudan biyopestisit olarak kullanılabilirken moleküler biyoloji çalışmaları sayesinde bu bakterilerin Cry proteinlerini üreten genleri bitkilere aktarılabilir. Böylece bitkiler zararlı böceklerle karşı toksik etki gösteren proteinleri kendileri üretebilir hâle geliyor. Bu teknolojinin amacı, kimyasal pestisit kullanımını azaltırken bitki üretiminde verimi artırmaktır.

Bt domates, *Bt* mısır ve *Bt* pamuk gibi genetiği değiştirilmiş bitki türleri özellikle ABD, Japonya ve Çin’de yaygın olarak kullanılıyor. Bu uygulamalarla pestisit kullanımı azaltılarak tarımsal verimliliğin artırılması sağlandı. Ancak böceklerin bu mikroorganizmalara ve etkenlere zamanla direnç geliştirebilmesi, daha gelişmiş biyoteknolojik çözümleri gerekli kılıyor. Bu çözümlerden biri

BİLİM TARİHİNDEN NOTLAR

Prof. Dr. Hüseyin Gazi Topdemir

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

Orta Çağlarda Hareket I

Aristoteles'in Hareket Anlayışı

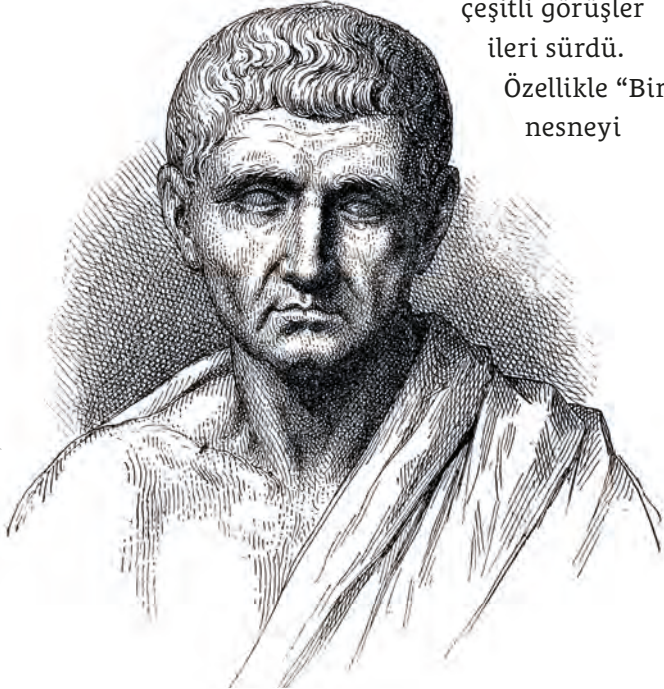
Orta Çağlardaki hareket anlayışının esasını Aristoteles'in (M.Ö. 384-322) başta *Fizik* olmak üzere birkaç farklı kitabında ileri sürdüğü görüşler üzerine yapılan tartışmalar oluşturur. Değişim ve bir değişim türü olarak kabul ettiği hareketi inceleyen Aristoteles önce değişimin analizini, ardından değişimin doğal varlıklarda nasıl gerçekleştiğini ele aldı. Daha sonra konuyu aydınlatmak için gerekli gördüğü "doğal yer", "değişme", "hareket", "sonsuzluk", "boşluk", "mekân", "zaman", "hareketsiz ilk hareket ettirici" gibi kavramları açıkladı ve hareket olgusunu açıklamak için bazı ilkeler ortaya koydu: "Hareket eden her şey bir hareket ettirici tarafından hareket ettirilir. Her hareket bir ortam içerisinde gerçekleşir. Boşlukta hareket olmaz. Hareket ettiren ile ettirilen arasında fiziksel temas olmalıdır. Bütün nesnelere, evrende doğalarına özgü olarak konumlandıkları 'doğal yerlere' sahiptir. Nesne kendiliğinden doğal yerinden ayrılmaz. Doğal yerinden zorla uzaklaştırılan nesne,

zorlama etkisi kalktığında doğal yerine geri döner. Nesnenin doğal yerinden zorla uzaklaştırılmasına 'zorunlu hareket', doğal yerine dönmek için yaptığı harekete ise 'doğal hareket' denir. Zorunlu hareket ise sürekli zorunlu ve süreli zorunlu hareket olmak üzere iki türdür.”

Aristoteles'in süreli zorunlu hareket olarak tanımladığı hareket, bir nesnenin mesela taşın fırlatılması hareketidir. Başlangıçta Aristoteles'in öngördüğü gibi taş ile fırlatan kimsenin eli temas hâlinindedir. Ancak fırlatıldıktan sonra temas ortadan kalktığı hâlde taş bir süre daha yol alır. Aristoteles, bu durumu izah etmek için hareketi sağlayan etkinin ortam yani hava tarafından sürdürüldüğünü düşünür. Bu durumda taşın neden bir süre sonra hareketinin sona erdiğini anlamak zorlaşır. Çünkü hareketin durması demek, hareketi sağlayan etkinin ortam tarafından ortadan kaldırılması demektir. Bu durumda hava hem hareketi sürdüren hem de durduran unsur olmaktadır ki bu bir çelişkidir.

Aristoteles'in Orta Çağ'daki takipçileri bu problemi

açıklamak amacıyla çeşitli görüşler ileri sürdü. Özellikle "Bir nesneyi



Aristoteles (M.Ö. 384-322)

fırlattığımızda hareketi sağlayan etki ortama aktarılır.” iddiasını farklı biçimlerde yorumlayarak Aristoteles'in düşüncelerindeki tutarsızlığı gidermeye çalıştılar. Bununla birlikte Philoponus (490-570) ve İbn Sînâ (980-1037) geliştirdikleri yeni yaklaşımlarla konu hakkında öteden beri benimsenmiş olan kabulleri ciddi ölçüde sarstı.

Philoponus ve İçsel Kuvvet Anlayışı

Philoponus, Aristoteles'in Fizik kitabının farklı kısımları üzerine yorumlar yazdı ve bilim tarihine "içsel kuvvet" olarak geçen bir model ileri sürdü. Yorumunun esasını şu düşünce oluşturuyordu: Bir nesne fırlatıldığında hareketi sağlayan etki Aristoteles'in dediği gibi ortama yani havaya aktarılmaz, taşın kendisine içsel olarak kazandırılır. Hareketi sağlayan etki, taş havada süzölmeye devam ettiği sürece taşın sahip olduğu bir nitelik olmaya devam eder. Bu yüzden ortamın taşı taşıması söz konusu değildir. Philoponus'a göre Aristoteles'in bu konudaki yanılığsı, havanın fırlatılan bazı nesnelere daha kolay hareket etmesine yani hızlanmasına, bazılarının ise yavaşlamasına yol açtığını varsaymasından kaynaklanır. Böyle bir kabul yapmasının nedeni ise havanın bazı nesnelere göre hafif olmasına ilişkin tespitidir. Philoponus, Aristoteles'in bu bakış açısını yetersiz bulur ve "Eğer fırlatılan nesnelere hareket mekanizması bu şekilde olsaydı, mesela bir oku yüksekçe bir yere koyup arkasından üfleme yeterli olurdu." der.





Dolayısıyla “Hareket ettirici etkiyi ortama aktarmak değil, bizzat fırlatılan nesneye yüklemek esastır.” şeklinde yeni bir açıklama yapar. Bu yorum, fırlatılan nesnelerin hareketi konusuna yeni bir yaklaşım getirir.

Philoponus’un açıklamasının

o sıralarda da bir “yenilik” olduğu fark edilmişti. Ancak Orta Çağ Hristiyan dünyası bu değerlendirmeyi hareket konusunun açıklanmasına uygulayabilecek entelektüel düzeye henüz ulaşmamıştı. Zira Philoponus’un kendisi de geç dönemde kaleme aldığı Evrenin Yaratılışı adlı kitabında içsel kuvvet düşüncesini sadece yeryüzündeki hareketlerle sınırlamadı, teolojik bir bakış açısıyla evrende olup biten her tür hareket için genişletti ve yaratılış esnasında Tanrı’nın her şeye içsel etkiyi depoladığını ileri sürdü. İçsel etki fikri özgün ve yeni olmakla birlikte, kavramsal olarak açıklanmasına ve detaylandırılmasına gerek duyuluyordu. Bunu gerçekleştiren İbn Sînâ oldu.

İbn Sînâ ve İtim Gücü

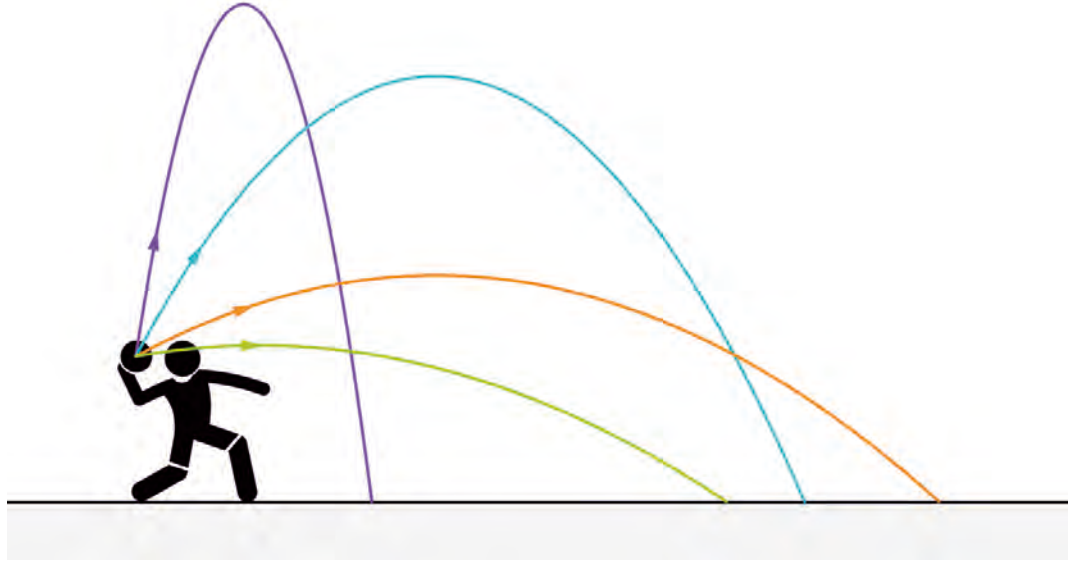
İbn Sînâ, doğa felsefesi alanında kaleme aldığı Şifâ adlı kitabında hareket konusundaki değerlendirmelerine önce hareketin ve durağanlığın tanımlarını yaparak başlar. Durağanlığın hareket yoksunluğu demek olduğunu belirttikten sonra hareketle birlikte ele alınması gereken zaman, mesafe, hız gibi unsurlardan bahseder. Ardından hareketin eskiden beri basit anlamıyla yer değiştirme olarak betimlendiğini,

bu nedenle hareket eden bir nesnenin ayrıldığı ve ulaştığı yerden söz edildiğini, dolayısıyla iki yer arasında belirli bir mesafenin olmasının gerektiğinin savunulduğunu açıklar. Devamında hareketin genellikle altı unsura bağlı olarak tanımlandığını, bunların “hareket eden”, “hareket ettiren”, “hareketin gerçekleştiği şey”, “hareketin başlangıç noktası”, “hareketin bitiş noktası” ve “zaman” olduğunu belirtir. Burada “hareketin gerçekleştiği şey” maddesine dikkat edilmelidir. Çünkü bu ifadeyle hareket eden nesnenin veya hareketin içinde gerçekleştiği ortamın özelliğinin, hareketin belirleyici unsuru olduğu belirtilir. Başka bir deyişle hareket edenin hareketinin nedeninin kendisi mi yoksa dış bir neden mi olduğuna dikkat çekilir. Bu yüzden İbn Sînâ açıklamalarını “Bir şey hem hareket ettiren hem de hareket



İbn Sînâ (980-1037)

ettirilen olamaz.”
şeklinde sürdürür.
Dolayısıyla ona
göre bir şeye aynı
anda zıt iki işlev
verilemez. Çünkü
bir nesnenin
hareket hızı
ortamın niteliğine
bağlı olarak
değişir. Ortam
seyrekse hızla,
değilse yavaş
geçilir. Dolayısıyla
ortamın yoğunluk
derecesi, harekete
karşı koyma
gücünü ifade
eder. Bu durumda
Aristoteles’in dediği gibi taş fırlatıldığında nesnenin
hareketini sürdüren, ortam olamaz.



wikimedia.org

Nesnelerin doğal yerlerine bağlı olarak belirli bir hareket ilkesine tabi olduğunu belirten İbn Sînâ, “Bir nesne özü gereği veya zorla hareket etmiş olabilir. Doğal yerinden zorla uzaklaştırılan nesne, zorlayıcı etken ortadan kalktıktan sonra doğal yerine döner.” dedikten sonra hareketin, hareket eden nesneye kazandırılan eğilimden (meyil) kaynaklandığını, eğilim sayesinde nesnenin kendisini altkoyan her şeyden kurtularak hedefine doğru ilerleyebildiğini belirtir. Konuyu ağırlık ve hafiflik nitelikleri bağlamında detaylandıran İbn Sînâ’ya göre ağır nesnelere aşağıya, hafif olanlar ise yukarıya doğru hareket etme eğilimindedir. Ayrıca “Tek bir hardal tohumu, bir parça saman veya bir odun kıymığı fırlatıldığında ağır bir nesne gibi havada kolayca yol almaz. Bunun nedeni daha

ağır olanın fırlatılmaya ve havada sürüklenmeye daha yatkın olması değildir. Aksine küçüklükleri ve hafif olmaları nedeniyle hava direncini kırmaya yetecek hareket eğilimini kendilerini iten şeyden alamamalarıdır.” diyerek yeni bir düşünce ileri sürer: “Ağır nesnelere daha fazla hareket edebilme kapasitesine sahiptir.” Bu bağlamda İbn Sînâ, bir nesne fırlatıldığında, ona ilineksel (özünde bulunmayan) hareketini sürdürmesini sağlayan bir eğilim kazandırıldığını da ekler. Bu zorla kazandırılan eğilime “kasrî meyil” adını verir. Böylece Aristoteles’in hareketin ortam tarafından sürdürüldüğü yanılışına düşmeden fırlatma hareketinin açıklanması için gerekli kavramsal çerçeveyi hazırlamış olur.

Gelecek sayımızda Orta Çağlarda hareket konusundaki çalışmalarını ele almayı sürdüreceğiz. ■

Kaynaklar

- Avicenna, *The Physics of The Healing (Şifâ: Es-Semâ et-Tabii)*, (Books I-II, A parallel English-Arabic text), Trans. Jon McGinnis, Provo, Utah: Brigham Young University, 2009.
- Sorabji, R., “John Philoponus”, *Philoponus and The Rejection of Aristotelian Science* Ed. Richard Sorabji, Second Edition, University of London, s. 41-82, 2010.
- Topdemir, H. G., “Aristoteles’in Doğa -Fizik- Felsefesi”, *Felsefe Dünyası*, Sayı: 39, Ankara: Türk Felsefe Derneği, s. 3-19, 2004.
- Topdemir, H. G., “Aristoteles’in Doğa Felsefesi ve Orta Çağ’a Yansımaları”, M. M. Söylemez, & R. Duran (Dü) içinde, *2400’üncü Yılında Aristoteles ve Aristoteles’in Dünya Tefekküründeki Yeri*, Lefkoşa: Yakın Doğu Üniversitesi Yayınları, s. 95-123, 2017.

Doğa FLORA

Dr. Öğr. Üyesi Deniz CANLI

Bingöl Üniversitesi, Gıda, Tarım ve Hayvancılık Meslek Yüksekokulu

Anadolu'nun Kültürel Değeri

GEVEN



Beypazarı geveni (*Astragalus beypazaricus*)

Bilim ve Teknik Şubat 2026



Gürsögüt geveni
Astragalus yildirimlii
(Bey pazarı, Ankara)

Anadolu'da "Geven" adıyla bilinen *Astragalus*, dünya genelinde en geniş yayılış gösteren ve yaklaşık 3.500 türle en fazla çeşitliliğe sahip olan çiçekli bitkilerden biridir. Kurak ve yarı kurak habitatlara uyum sağlama becerisi yüksek olan gevenin ülkemizde ise yaklaşık 480 türü bulunur. Bunların %51'i endemiktir yani yalnızca ülkemizde yetişir.

Baklagiller familyasının bir üyesi olan geven, tek yıllık otsu veya çok yıllık yarı çalı ve yastık formunda gelişebilen bir bitkidir. Genellikle küçük yapraklı ve dikenli gövde yapısıyla tanınır. Uzaktan bakıldığında çok dikkat çekmeyen bir bozkır bitkisi gibi görünse de hem botanik bilimi hem de ekolojik açıdan son derece önemli bir grubu temsil eder. Özellikle yüksek rakımlı, yarı kurak habitatlarda yetişen, sık ve birbirinin içine geçmiş sürgünlerden oluşan yastık formu sayesinde soğuğa, rüzgâra ve su kaybına son derece dayanıklıdır. Toprakla arasında oluşan özel mikroklima alanı birçok böcek çeşidi için sığınak işlevi görür. Bu sayede biyoçeşitliliğin korunmasına yardımcı olur. Yüksek rakım, şiddetli rüzgâr, düşük sıcaklık, kuraklık gibi zorlayıcı koşullara uyum sağlama becerisinin temel nedeni güçlü kök sistemi ile toprağa sınımsız tutunmasıdır. Toprağın oldukça derinlerine inebilen kök sistemi aynı zamanda toprağın erozyona karşı korunmasına katkı sağlar.

Bazı geven türlerinin gövdesinden elde edilen kitre zamkı eczacılık ile boya, dokuma ve kâğıt sanayinde kullanılır. İçeriğinde bulunan polisakkaritler ve saponinler sayesinde karaciğer koruyucu, bağışıklık sistemini uyarıcı ve antiviral etkilere sahip olan geven farmakolojik açıdan önem taşır. Kitre ise özellikle ebru sanatında suyun kıvamlandırılması için kullanılan temel malzemedir. Ayrıca kitrenin macun kıvamına getirilip şekil verilmesiyle üretilen kitre bebekler de doğadan elde edilen bir maddenin sanatsal bir forma dönüştürülmesi ve Anadolu kültürünü yansıtmaya bakımdan çarpıcı bir örnektir.

Ülkemizde yetişen bazı geven türleri arılar için önemli bir nektar kaynağıdır. Özellikle Doğu, Güneydoğu ve İç Anadolu bölgelerinde kendine has tadı ve aroması ile oldukça sevilen monofloral geven balı (nektarı büyük oranda gevenden elde edilen bal) üretimi yapılır. Ağrı, Elâzığ ve Niğde illerinde üretimi yapılan geven balı coğrafi işaret tescilli almıştır. Ayrıca yayla ballarının da en önemli kaynaklarından biri yine geven bitkisidir.

Sonuç olarak geven bitkisi tür çeşitliliğinin fazla olması, ekosistem açısından faydaları ve çok farklı alanlarda kullanılma potansiyeli ile doğanın gösterişsiz ama vazgeçilmez unsurlarından biridir. Anadolu'nun kıraç topraklarında doğal dengenin korunmasına katkı sağlarken geleneksel kullanım alanlarıyla yalnızca bir bitki türü olmanın ötesinde kültürel bir değere dönüşmüştür. ■

Kaynaklar

- Avcı, M., Denek, N., & Kaplan, O. Nutritive values of *Astragalus* (*Astragalus gummifera*) in natural plant flora of Celikhan. *Harran University Journal of the Faculty of Veterinary Medicine*, 1(1), 44-46, 2012.
- Colak, S., Comlekcioglu, N., Aygan, A., Kocabas, Y. Z., & Comlekcioglu, U. Phytochemical properties and bioactive potential of various *Astragalus* spp. from Turkey. *Food Bioscience*, 64, 105901, 2025.
- Dinçman, G. E., Aytac, Z., & Çalış, İ. Turkish *Astragalus* species: Botanical aspects, secondary metabolites, and biotransformation. *Planta Medica*, 91(01/02), 40-61, 2025.
- Rios, J. L., & Waterman, P. G. A review of the pharmacology and toxicology of *Astragalus*. *Phytotherapy Research: An International Journal Devoted to Medical and Scientific Research on Plants and Plant Products*, 11(6), 411-418, 1997.

Gökyüzü

Dr. Tuba Sarıgül

[TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi

Jüpiter Gece Boyunca Gökyüzünde Yalnız

Geçen ay Dünya'ya göre Güneş'in arkasından geçen Merkür ve Venüs, şubat ayında akşamları gökyüzünde Jüpiter ve Satürn'e katılıyor. Ancak diğer üç gezegen Güneş'in batışından kısa süre sonra battıklarından Jüpiter, tüm gece boyunca gökyüzünün tek hâkimi oluyor. 17 Şubat'ta halkalı Güneş tutulması gerçekleşiyor. Ancak tutulma sadece Güney Amerika ve Antarktika'dan görülebiliyor.

Merkür

Merkür, şubat ayında akşamları gözlem için uygun konumda. Ocak ayında yörünge hareketi sırasında Dünya'ya göre Güneş'in arkasından geçen Merkür, şubat ayında gün batımından sonra tekrar gökyüzünde ortaya çıkıyor. Merkür, ayın ilk günlerinde Güneş'ten yaklaşık yarım saat sonra güneybatı-batı yönünde ufuktan batıyor. İlerleyen günlerde ufkun üzerinden yüksekliği artıyor ve Güneş'in batışından sonra görülebileceği süre uzuyor. Merkür, 19 Şubat'ta en büyük doğu uzanımı konumuna geliyor. Bu konumdayken Merkür ile Güneş arasındaki açısal mesafe 18,1 dereceye ulaşıyor. Bu

tarihten bir gün sonra Merkür, gökyüzünde en yüksek konuma ulaşıyor ve gözlem süresi yaklaşık bir buçuk saate çıkıyor. İlerleyen günlerde ise ufkun üzerinde alçalmaya ve daha erken saatlerde batmaya başlıyor.

18 Şubat akşamı Merkür'ü ve yeni ay evresinden bir gün önce ayrılan Ay'ı, batı yönünde ufkun üzerinde birlikte görmeyi deneyebilirsiniz.

Venüs

Ocak ayında üst kavuşum konumundan geçen Venüs, şubat ayının ilk yarısından sonra gün batımında gökyüzünde tekrar ortaya çıkmaya başlıyor.

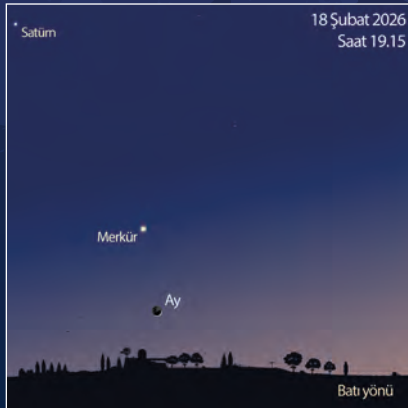
İlerleyen günlerde Venüs'ün ufkun üzerinden yüksekliği artıyor. Ayın son günlerinde Venüs'ü, Merkür ve Satürn ile birlikte Güneş'in batışından hemen sonra batı yönünde ufkun üzerinde görmeyi deneyebilirsiniz.

Mars

Ocak ayında kavuşum konumundan geçen Mars, Güneş ile aralarındaki açısal mesafe hâlâ küçük olduğundan şubat ayı boyunca görülemiyor.

Jüpiter

Jüpiter, şubat ayında neredeyse bütün gece gökyüzünde görülebiliyor. Ayın ilk günlerinde



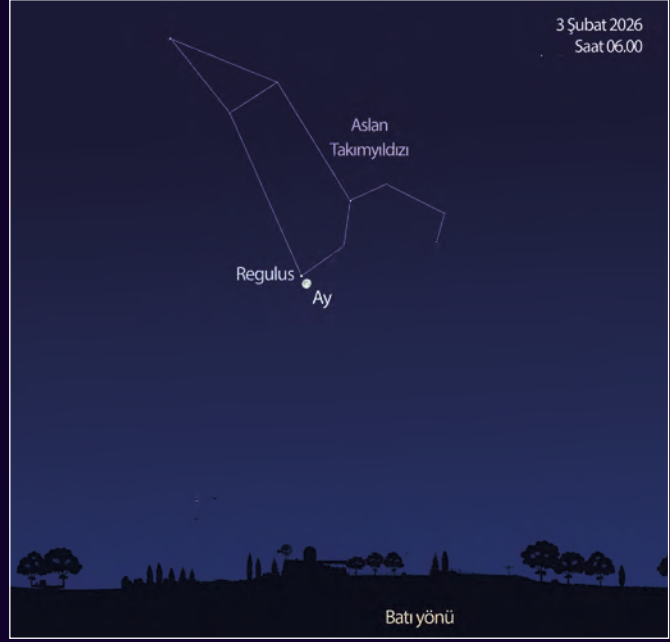
Güneş'in batışından sonra doğu yönünde ufuk üzerinde görülebilen Jüpiter, Güneş'in doğuşundan yaklaşık bir saat önce batı-kuzeybatı yönünde ufuktan batıyor. İlerleyen günlerde daha erken saatlerde batmaya başlayan Jüpiter'in parlaklığı ve görünür büyüklüğü hafifçe azalıyor.

Ay boyunca İkizler Takımyıldızı'nda bulunan Jüpiter'i 27 Şubat'ta Ay ile birbirlerine yakın görebilirsiniz.

Satürn

Satürn, şubat ayının başında Güneş'in batışından sonra güneybatı yönünde ufuk yaklaşık 30 derece üzerinde ortaya çıkıyor ve gece yarısından yaklaşık iki saat önce batı yönünde ufuktan batıyor. Ayın ilerleyen günlerinde daha erken saatlerde batan Satürn'ün gözlem süresi şubat ayının sonunda yaklaşık bir buçuk saate düşüyor.

19 Şubat akşamı Satürn'ü ve hilal şeklindeki Ay'ı batı yönünde ufuk üzerinde birbirine yakın görebilirsiniz. Eğer bir dürbününüz ya da basit bir teleskobunuz varsa Güneş sisteminin en uzak gezegeni Neptün'ü bu tarihte Satürn'ün yaklaşık 1 derece kuzeyinde bulabilirsiniz.



Ay ve Parlak Yıldızlar

Şubat ayında gökyüzünün bazı parlak yıldızlarını Ay'ın kılavuzluğunda görebilirsiniz. 3 Şubat'ta dolunay evresinden bir gün önce ayrılan Ay, Aslan Takımyıldızı'nın en parlak yıldızı Regulus ile birbirine çok yakın görülebiliyor. 7 Şubat ise Ay ve Başak Takımyıldızı'nın en parlak yıldızı Spika yakın görünümde. 11 Şubat'ta da Ay ve Akrep Takımyıldızı'nın en parlak yıldızı Antares'i birbirine yakın görebilirsiniz.

Halkalı Güneş Tutulması

17 Şubat'ta halkalı Güneş tutulması gerçekleşiyor. Güney Amerika ve Antarktika'dan görülebilen tutulma, ülkemizden izlenemiyor. Güneş tutulmaları sırasında Güneş, Ay ve Dünya aynı hizada bulunur. Ay yuvarlağının Güneş yuvarlağını tam olarak örtmesi durumunda tam Güneş tutulması gerçekleşir. Tutulma sırasında Ay'ın görünür büyüklüğünün Güneş'inkinden küçük olması durumunda ise halkalı Güneş tutulması gözlenir. Bu durumda Ay yuvarlağı Güneş'i tam olarak kapatamaz ve Ay'ın karanlık diskinin etrafında Güneş, parlak bir halka gibi görünür.

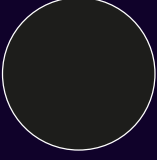
Dolunay
2 Şubat
Saat: 01.09



Son dördün
9 Şubat
Saat: 15.43



Yeni ay
17 Şubat
Saat: 2 15.01



İlk dördün
24 Şubat
Saat: 15.28



Yeröte

10 Şubat Saat: 19:51 404.576 km

Yerberi

25 Şubat Saat: 02:03 370.133 km

Kış Altıgeni'ndeki Parlak Cisimler

Gökyüzünün görünümü mevsimlere göre değişir. Gökyüzündeki bazı takımyıldızlar ve derin uzay cisimleri bazı mevsimlerde gözlem için daha uygun konumda olur. Örneğin "Yaz Üçgeni" yazın gelişinin gökyüzündeki habercilerinden biri iken "Kış Altıgeni" kış mevsiminin gökyüzündeki simgelerindedir.

Bir dürbününüz ya da basit bir teleskopunuz varsa siz de kış gecelerinde gökyüzünde çıplak gözle görülebilen hedeflerin ötesine geçerek, biraz dikkat ve sabırla derin gökyüzü cisimlerini gözlemleyebilirsiniz. Kış Altıgeni'nin merkezinin yakınlarında bulunan Rozet Bulutsusu bu tür hedeflerden biri.

Şekli kozmik bir gülü anımsatan Rozet Bulutsusu, Dünya'dan yaklaşık 5.000 ışık yılı uzakta bulunuyor. 100 ışık yılı genişliğindeki bir yıldız oluşum bölgesi olan bulutsunun kütlesi, Güneş kütlesinin 10.000 katı kadar. Bulutsunun merkezinde yaklaşık 2 milyon yaşında bir açık yıldız kümesi bulunuyor. Yıldız kümesindeki genç yıldızlardan yayılan yüksek enerji parçacıklar bulutsudaki toz ve gazı şekillendiriyor. Aynı zamanda yıldızlardan yayılan ışınım gazla etkileşerek farklı renklere parlamasına neden oluyor.

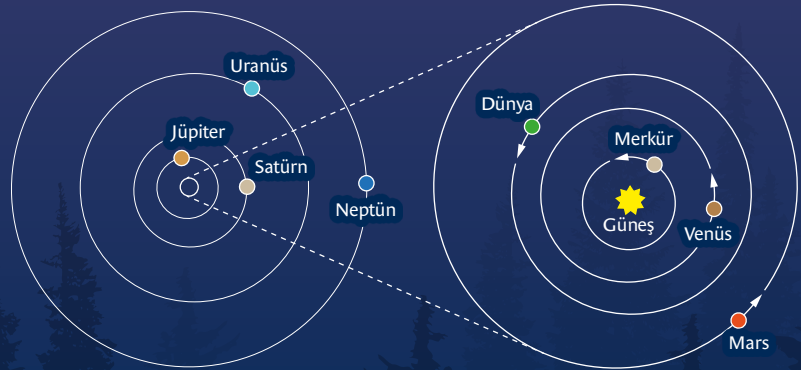
Rozet Bulutsusu'nu gökyüzünde, Küçük Köpek Takımyıldızı'nın en parlak yıldızı Prokyon'dan Avcı Takımyıldızı'ndaki Betegöz yıldızına doğru çizilen hayali doğrunun üzerinde bulabilirsiniz.



Ayın Önemli Gök Olayları

- 2 Şubat** Ay, dolunay evresinde
- 3 Şubat** Ay ve Regulus yakın görünümde
- 7 Şubat** Ay ve Spika yakın görünümde
- 9 Şubat** Ay, son dördün evresinde
- 10 Şubat** Ay, Dünya'ya en uzak konumda
- 11 Şubat** Ay ve Antares yakın görünümde
- 17 Şubat** Ay, yeni ay evresinde
Halkalı Güneş tutulması
- 19 Şubat** Merkür, en büyük doğu uzanımı konumunda
- 20 Şubat** Ay ve Satürn yakın görünümde
- 24 Şubat** Ay, ilk dördün evresinde
- 25 Şubat** Ay, Dünya'ya en yakın konumda
- 27 Şubat** Ay ve Jüpiter yakın görünümde

Şubat Ayında Gezegenlerin Birbirlerine Göre Yörüngelerindeki Konumları



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

Kuzey

1 Şubat 23.00
15 Şubat 22.00
28 Şubat 21.00

Doğu

Batı

Güney

Yıldız
Parlaklıkları
(Kadir Biriminde)

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

Kaynaklar

- Okuyan, O. ve Köseoğlu, D. K., "2025 Gök Olayları Yıllığı", *Bilim ve Teknik*, Cilt 59, Sayı 698, 2026.
- "Observing October 2024", *Sky and Telescope*, Cilt 151, Sayı 2, s. 41-57, 2026.
- Ratcliffe, M. ve Ling, A., "Sky This Month", *Astronomy*, Cilt 54, Sayı 2, s. 28-35, 2026.

Düşünme Kulesi

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

Ayın Oyunu

Bölgesel

Ardışksız Sudoku

Bölgesel Ardışksız Sudoku Oyununun Kuralları

Her satırda, sütunda ve kalın çizgilerle belirlenmiş her bölgede 1'den 6'ya tüm rakamlar birer kez yer alacak şekilde diyagramı doldurun. Birbirine kenardan komşu olan herhangi iki hücrede ardışık sayılar yer alamaz.

	4			3	
6					3
		1	4		
4					2

		2	5		
1					5
	5			6	

6					2
5					3

		3	6		
		4	2		

Bölgesel Ardışksız Sudoku

Örnek Çözüm

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

Ödüllü Soru

*Bölgesel Ardışksız Sudoku sorusunu çözüp ok doğrultusundaki içeriği yazarak ad, soyad, adres ve telefon bilgileri ile birlikte dusunme.kulesi@tubitak.gov.tr adresine gönderenler arasından çekilişle belirlenecek 10 kişiye TÜBİTAK Popüler Bilim Kitapları tarafından yayımlanmış *Ölçüm - Gerçeklik ve Hayal Gücü* başlıklı kitap hediye edilecektir. Çekiliş sonuçları, dergimizin internet sitesinden önümüzdeki ay içinde duyurulacaktır. Geçen ayın ödüllü Toplamlı Apartmanlar sorusunu doğru yanıtlayanlar arasından çekilişle belirlenerek kitap ödülü kazanan okurlarımızın listesi, internet sitemiz üzerinden duyuruldu.

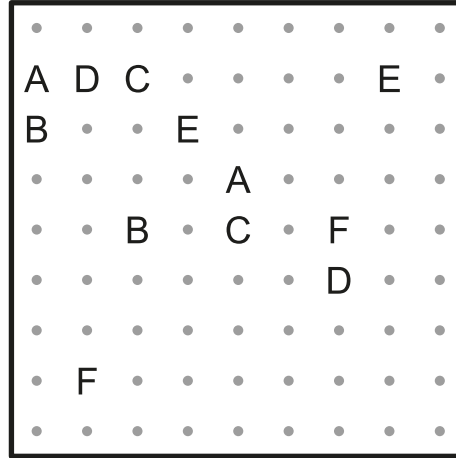
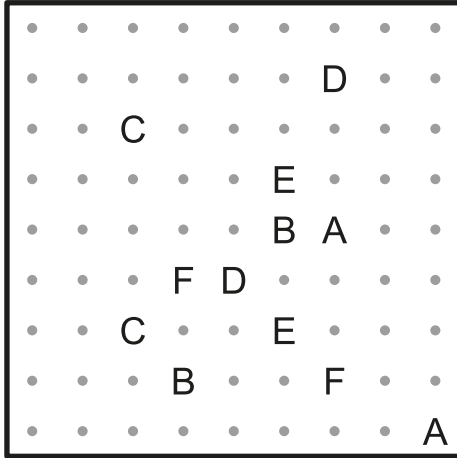


bilimteknik.tubitak.gov.tr

	2			1	

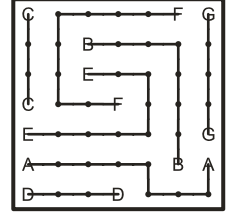
1 ve 2 numaralı okun doğrultusundaki içeriği yazın. Mesela soldaki örnek çözümün ilk satırı 526314 şeklinde yazılmalıdır.

ABC Bağlamaca: Tüm noktaları kullanarak aynı harfleri çizgilerle birleştirin. Yalnızca yatay ve dikey çizgiler kullanın. Hiçbir bağlantı birbiriniyle keşişemez.

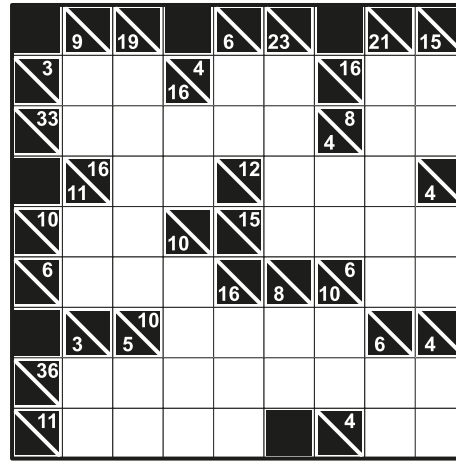
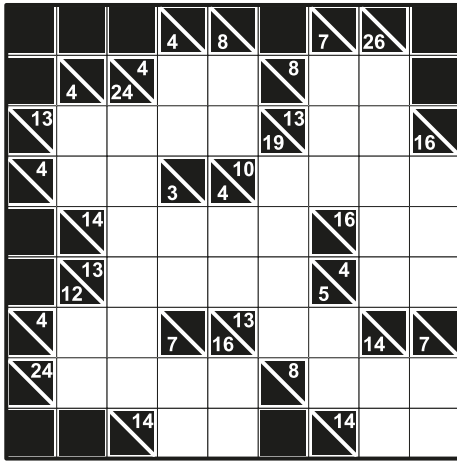


ABC Bağlamaca

Örnek Çözüm

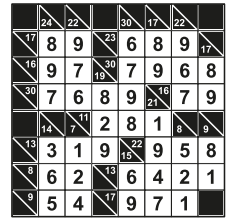


Kakuro: 1'den 9'a rakamları boş hücelere yerleştirerek diyagramı doldurun. Çizgiyle bölünmüş karelerde çizginin altındaki sayılar, ilgili hücrenin altında yer alan hücrelerdeki rakamların toplamını, çizginin üstündeki sayılar ise ilgili hücrenin sağında yer alan hücrelerdeki rakamların toplamını vermektedir. Bir toplamı oluşturan rakamlar birbirinden farklı olmalıdır.



Kakuro

Örnek Çözüm

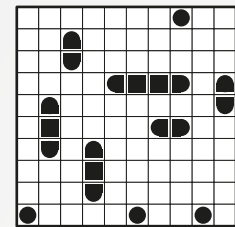
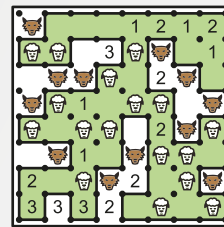


Geçen Sayının Çözümleri

1-6	13	7	15	6		
3	2	1	4	6	5	11
10	4	1	6	5	3	2
6	5	4	3	2	1	21
1	6	5	2	4	3	18
11	5	3	2	6	1	4
2	4	3	1	5	6	6
10	14	7	11			

1-6	10	11	6	10			
4	2	5	6	1	3		
6	4	1	2	3	5		
19	1	3	4	5	6	2	8
3	1	2	4	5	6		
11	5	6	3	1	2	4	10
13	2	5	6	3	4	1	11
13	6	18	15				

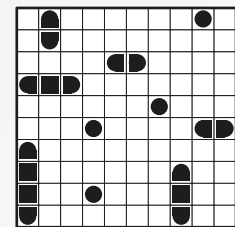
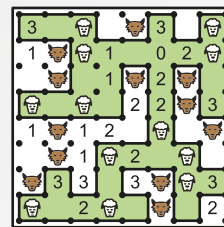
1-6	15	13	16			
6	4	1	3	5	2	
5	3	6	4	2	1	
4	5	2	6	1	3	9
8	2	6	4	1	3	5
3	1	5	2	4	6	
1	2	3	5	6	4	
19	14	10				



1-6	15	11	13				
4	1	5	6	3	2	11	
11	5	4	6	3	2	1	
7	1	6	2	5	4	3	18
6	6	3	4	2	1	5	
2	5	3	1	6	4	10	
18	3	2	1	4	5	6	
9	13	14					

1-6	11						
8	2	6	1	3	4	5	11
18	1	2	4	5	6	3	9
6	5	3	2	1	4		
5	3	6	4	2	1	13	
4	1	5	6	3	2	11	
18	3	4	2	1	5	6	
18							

Ödüllü Soru:
Toplamlı Apartmanlar



Toplamlı Apartmanlar

Kurtlar ve Kuzular

Amiral Battı



Kıvanç Çefle [bsatranc@tubitak.gov.tr]

Unutulmuş Ustalar I: Oldrich Duras

Her satranç meraklısı Wilhelm Steinitz, Emanuel Lasker, Jose Raoul Capablanca ve Aleksandr Alekhine gibi geçmişin büyük oyuncularının isimlerine aşinadır. Ne de olsa bu oyuncular dünya şampiyonluğuna kadar yükselmişler ve arkalarında unutulmaz oyunlar bırakmışlardır. Siegbert Tarrasch, Richard Reti, David Bronstein gibi diğer bazı oyunculara şampiyon olamasalar da hem satranç teorisine yaptıkları katkılar hem de kendi

dönemlerinin çok güçlü oyuncuları olmaları nedeniyle her satranç sever tarafından bilinir. Diğer yandan öyle ustalar vardır ki zamanında turnuvalarda fırtına gibi esmelerine, oynadıkları parmak ısırtan güzellikteki partilere rağmen isimleri günümüzde pek bilinmez. Onların kaderi neden böyle olmuştur? Herhalde en önemli nedenler sağlık sorunları, araya giren savaşlar ya da esas mesleklerinde ilerleme kaygısıyla

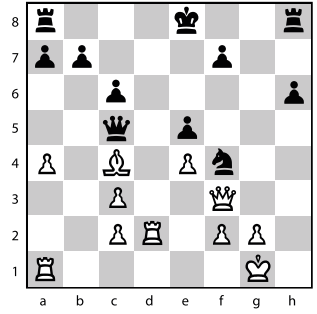
satranç kariyerlerinin çok kısa sürmesi, bazen de açık bir sebebi olmaksızın oyun kalitelerinin zamanla bozulmasıyla satranç ortamlarından yavaş yavaş çekilmeleridir. Bunlar arasında Ignatz Kolisch (1837-1889), Rudolf Charousek (1873-1900), Carl Hartlaub (1869-1929) ve daha yakın zamanlarda yaşamış olanlardan Nikolay Riumin (1908-1942) ve Albin Planinc'i (1944-2008) sayabiliriz.

Biz bu yazımızda sizlere Çek usta Oldrich

Duras'tan (1882-1957) söz edeceğiz. Duras, bugün Çek Cumhuriyeti sınırları içinde kalan, o zamanlar ise Avusturya-Macaristan İmparatorluğu'na dâhil olan Pchery'de dünyaya geldi. Çocukluğunda satranç sevgisini ona kuvvetli bir amatör olan dayısı Vojtech Vlk aşıladı. Onu yendiği aşağıdaki oyunda göreleceği gibi satrançta süratle ilerledi (Diyagram 1).

Diyagram 2

Duras-Nimzowitsch
Hamburg, 1910



Sıra Duras'ta, sizce nasıl oynadı?

Bu pozisyonda siyahın c4'teki fili istediğini görüyoruz. Eğer beyaz savunmaya yönelik bir hamle oynarsa (mesela 1. Ff1) siyah kalesini g8'e oynayarak kuvvetli bir şah kanadı saldırısı başlatır. Tehlikeyi gören Duras burada oyunu karıştırmaya karar verdi:

1. Fxf7+ Şxf7 2. g3 Khg8 3. Kad1

Duras 3. Şf1 ile vakit kaybetmek istemiyor.

3...Şe8 4. Şh2 Ag6 5. Kd6!

Tehdit: 6. Ke6+ Ae7 7. Vh5+ Şf8 8. Kf6+ Şg7 9. Vxh6#

5...Af8 6. Vf6 Va5

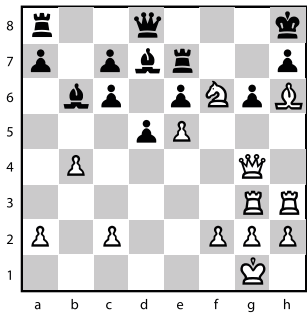
6...Vb6 7. Vxe5+

satranç şampiyonluğu için karşı karşıya gelecek olan, dönemin en güçlü oyuncularında Carl Schlechter ile yaptığı maçta berabere kalması cesaretini arttırır ve uluslararası turnuvalara katılmaya başlar. 1906 yılında Ostend'de yapılan bir turnuvada Richard Teichmann'ı yendiği parti en güzel oyun ödülünü alır. Dışarıdan mesafeli ve içine kapanık görünmekle birlikte oyun tarzının saldırgan oluşu ve her şeyden önce "güzel bir şekilde" kazanma tutkusu çağdaşlarının dikkatini çeker. Açılış teorisindeki eksikliğini canlı ve yaratıcı oyun stiliyle telafi eder. Beraberlikten nefret eden, oynadığı her oyunu hayatının son oyunuymuş gibi kazanma tutkusuyla oynayan Duras'ın oyun sonu tekniği de olağanüstüdür. Bu yönünün bir etüt kurgucusu olarak da tanınmasını sağlayacaktır.

Şimdi söze ara verip açılış teorisinde Hipermodern Okul'un en önemli teorisyenlerinden Nimzowitsch ile oynadığı bir oyuna bakalım (Diyagram 2).

Diyagram 1

Duras-Vlk, 1902



Hamle sırası Duras'ta. Nasıl oynadı?

Burada Duras saldırı açısından taşlarını ideal konuma getirmiş. H3'teki kalenin yolunu tıkayan filini hemen feda ediyor:

1. Fg7+ Kxg7

1...Şxg7 2. Kxh7+ Şf8 3. Kh8+ Şg7 4. Vxg6+ Şxh8 5. Vh6+ Kh7 6. Vxh7#

2. Vxg6 Ve7 3. Kxh7+ Kxh7. 4. Vg8+ Kxg8 5. Kxg8#.

1899 yılında Prag'ın önemli bir satranç kulübünde oynamaya başlayan Duras güçlü bir oyuncu olarak dikkatleri üzerine çekmeye başlar. 1902 yılında kulübü ziyaret eden ve 1910 yılında Emanuel Lasker ile dünya

7. Ke6+ Axe6 8. Vxe6+ Şf8
9. Kd7 ve Nimzowitsch terk etti.

Ünü hızla yayılan Duras, Avrupa'da önemli turnuvalarda dikkate değer başarılar kazanır; sık sık simültane gösterilerde ve konsültasyon oyunlarında boy göstermeye başlar. İngiltere ve Amerika Birleşik Devletleri'nin önde gelen oyuncularıyla maç yapması için davetler alır. Sonuçlar bazen çok parlak olmasa da (1913'te Frank Marshall'a 1,5-3,5 skorla yenilir) o artık uluslararası bir satranç yıldızıdır. Bu dönemdeki önemli başarıları arasında Viyana'da birincilik (1908, Schlechter ve Geza Maroczy ile birlikte), Prag'da birincilik (1908, yine Schlechter ile birlikte) ve Breslau'da birincilik (1912, Akiba Rubinstein ile birlikte) sayılabilir.

Birinci Dünya Savaşı onu satranç kariyerinin zirvesindeyken Almanya'nın Mannheim şehrinde yapılan bir turnuvanın ortasında yakalar. Daha düne kadar konuk üstatlar olarak saygı gören, ancak savaşın çıkıvermesiyle artık düşman bir ülkenin vatandaşları durumuna düşen Alekhine ve

Bogoljubow gibi ünlü Rus oyuncular güçlülükle ülkelerine dönerken Duras da askere alınır. Savaş sonrasındaysa turnuvalarda artık hiç görülmez. Bir turnuva oyuncusu olarak kariyeri yalnızca yedi yıl sürmüştür. Bundan sonra satrançla ilgisini hakem olarak, dergilerde yazılar yazarak, etüt ve problemler kurarak sürdürür. Özellikle kurgu alanında uluslararası tanınırlığa ulaşır. Ancak onun 20. yüzyıl başlarının en önemli oyuncularından biri olduğu yavaş yavaş unutulur. Oysa Chessmetrics'e göre (geçmişte yaşamış oyuncuların birbirlerine göre oyun güçlerini hesaplayan istatistiksel bir sistem) zirvede olduğu 1909 yılında Lasker, Rubinstein ve Capablanca'dan sonra dünyanın en kuvvetli dördüncü oyuncusudur. Dünya Satranç Federasyonu 1950 yılında geçmişin diğer bazı önemli oyuncularıyla birlikte Duras'a da Büyükkusta ünvanı verir. Ülkesi Çekoslovakya'da (günümüzde Çek Cumhuriyeti) ise hakkında birçok kitap yazılması ve isminin satranç kulüplerine ve bir sokağa verilmesi kendisine duyulan saygıyı gösterir.Şimdi Duras'ın



Oldrich Duras (1882-1957)

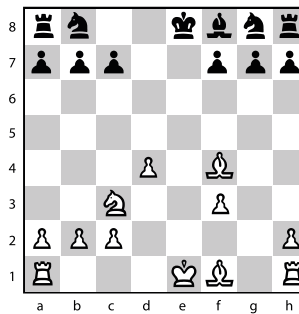
bir simültane gösteride kazandığı minyatür bir partisini sunalım:

Duras- St. Jes
Pisek, 1912 (Simültane)

1. e4 e5 2. f4 exf4 3. Af3
d5 4. exd5 Vxd5 5. Ac3
Vh5 6. d4 Fg4 7. Fxf4 Fxf3
8. Vxf3 Vxf3 9. gxf3

Amatörlerin ustalar karşısında sıklıkla uyguladıkları bir taktik olabildiğince çok taş, özellikle de vezir değişimi yapıp karışıklıklardan kaçınmaktır. Bakalım bu taktik burada (Diyagram 3) işe yarayacak mı?

Diyagram 3



9...Ac6 10. Fxc7 Axd4
11. 0-0-0 Ae6?

Bu hamle yanlış, ancak saldırıdaki at için uygun bir kaçış bulmak da pek kolay değil. Örneğin 11. Axf3? 12. Fg2! Ag5 13. Fxb7 ve beyaz bir kale kazanır. Diğer bir devam yolu 11... Ac6. Ancak burada da 12. Fb5 ve arkasından 13. Khe1+ dizisinden sonra siyahın durumu savunulamayacak kadar kötüleşir.

12. Fb5+ Şe7 13. Ad5#

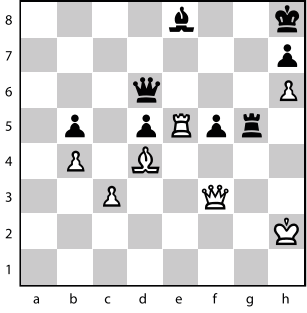
Bu simültanede Duras, 31 oyuncuya karşı oynamış ve +26 kazanç, iki yenilgi ve üç beraberlik elde etmişti.

Size kısacık kariyerine rağmen satrançta iz bırakmış bir oyuncuyu, Oldrich Duras'ı tanıtmaya çalıştık. Başka "unutulmuş ustaları" da ileride zaman zaman ele alacağız. Bir ay sonra görüşmek üzere...

Ayın Soruları

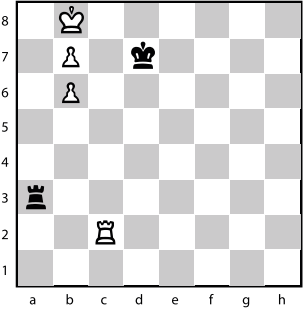
Ayın soruları olarak Duras'ın oynadığı güzel bir taktik, kurduğu bir problem ve etüdü sunuyoruz.

Diyagram 4
Duras-Spielman
Prestany, 1912



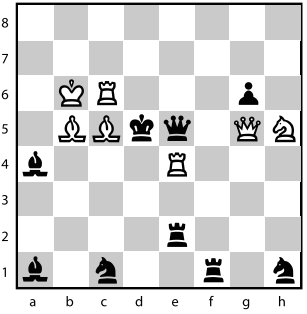
Sıra beyazda, nasıl kazanır?

Diyagram 5
Sachove Listy, 1902



Beyaz oynar ve kazanır.

Diyagram 6
Narodni Listy, 1930
Beşincilik Ödülü

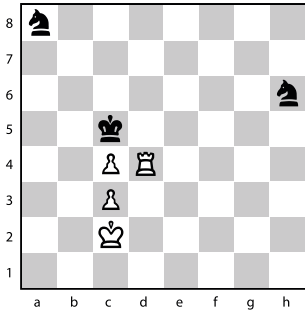


Beyaz oynar ve
üç hamlede mat eder.

Geçen Ay Sorulan Problemlerin Çözümleri

Geçen ay size matla sonlanan iki etüt sormuştuk. Şimdi bunların çözümlerini veriyoruz.

Diyagram 7
Sergey Kaminer
Leningradskaya Pravda,
1927



Beyaz oynar ve kazanır.

Çözüm:

1. Kh4 Af7

1...Ag8 Kh8; 1...Af5 2.
Kh5

2. Kh7 Ad6

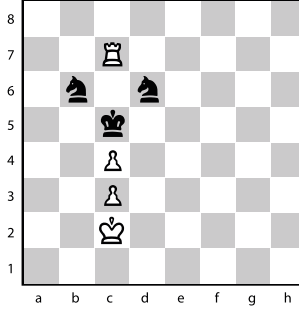
2...Ae5 2. Ka7 Ab6 4.
Ka5+ Şd6 5. c5+ ve beyaz

kazandır.

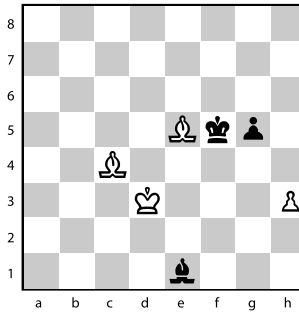
3. Ka7 Ab6 4. Kc7#

Beklenmedik bir mat pozisyonuyla sonuçlanan kısacık bir etüt (Diyagram 8).

Diyagram 8



Diyagram 9
Yuri Bazlov, Vitali
Kovalenko
Shakhmatnaya Moskva,
1971
İkincilik Ödülü



Beyaz oynar ve kazanır.

Çözüm:

1. Fc7 g4

Siyah, piyonları değiştirme peşinde. Bunu başarabilirse beyazın taş üstünlüğünün önemi kalmaz.

**2. Şe2 Fh4 3. Fd3+ Şg5
4. Şf1!**

Siyah zugwangda.

4...gxh3

4...Şh5 5. Fe2+-.

**5. Fd8+ Şg4 6. Fe2+ Şg3
7. Fc7#**

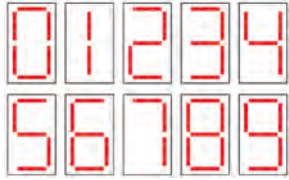
Siyah şah, kendi taşlarının engellenmesi yüzünden rakip şah ve iki file tahta ortasında mat ediliyor! ■



Zekâ Oyunları

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

SİMETRİK 2026



Bu rakamları kullanarak öyle 5 sayı oluşturunuz ki, toplamı 2026 olsun. Oluşturacağınız ifade;

- Sağdan sola okunduğunda,
- Sağdan sola bakıldığında,
- 180 derece döndürüldüğünde aynı kalsın.

Örnek: 6 sayılıklı bu ifadenin toplamı da 2026 ama sadece 180 derece döndürüldüğünde aynı kalıyor.

$$96 + 916 + 1 + 1 + 916 + 96$$

İKİ GOL

A ve B arasındaki futbol maçında iki gol atılmıştır. Gollerden en az birinin A tarafından atıldığı bilinmektedir. Diğer golün B tarafından atılmış olma olasılığı nedir?

Not: Her iki takımın da her iki yarıda gol atma olasılıkları eşittir.

Soruyu çözdükten sonra "Gollerden en az birinin A tarafından ikinci yarıda atıldığı bilinmektedir" bilgisine göre de çözüünüz.

ÖNERMELER

- I. Tüm müzisyenler sanatçısıdır.
- II. Tüm sanatçılar üretkendir.
- III. Bazı mühendisler müzisyendir.
- IV. Hiçbir üretken kişi tembeldir.

Bu önermelere göre aşağıdakilerden hangisi/hangileri kesin olarak doğrudur?

- A. Bazı sanatçılar üretkendir.
- B. Tüm mühendisler üretkendir.
- C. Bazı sanatçılar mühendis değildir.
- D. Bazı mühendisler sanatçısıdır.
- E. Bazı mühendisler tembeldir.
- F. Bazı mühendisler üretkendir.

DÖRT ARDIŞIK RAKAM

Dört ardışık rakam uygun biçimde yerleştirilerek dört basamaklı bir sayı elde edilmiştir.

- İlk üç basamağının oluşturduğu sayı son iki basamağın oluşturduğu sayıya bölünebilmektedir.
- Son üç basamağının oluşturduğu sayı ilk iki basamağın oluşturduğu sayıya bölünebilmektedir.

Bu sayıyı bulunuz.

PARALAR



Şekilde görülen altı paradan dördü ikişer paraya, ikisi ise üçer paraya temas edecek şekilde yerleştirilmiştir. İki adet paranın

yerini değiştirerek tüm paraların üçer paraya temas etmesini sağlayınız.

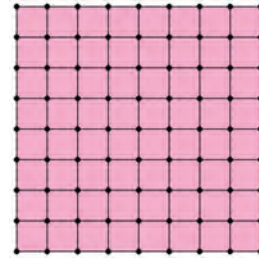
TOPLANTI GRUPLARI

Bir toplantıda bulunanlar 4 gruba ayrılıyor.

- Her grup 6 kişiden oluşuyor.
- Her kişi tam olarak 2 grupta yer alıyor.
- Her grup çifti tam olarak 2 ortak kişiye sahip.

Bu toplantıda kaç kişi var?

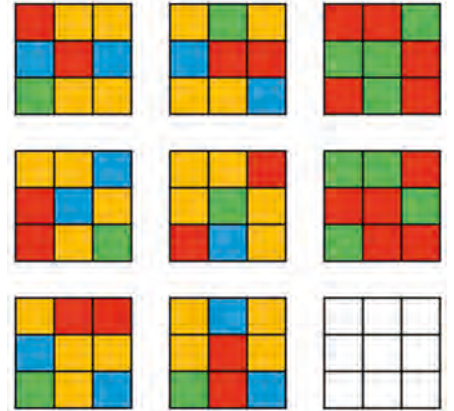
YATAY YA DA DİKEY ÇİZGİ



8x8 satranç tahtasını oluşturan karelerin köşelerinden rastgele iki tanesi seçiliyor. Bu iki noktanın yatay ya da dikey bir çizgi oluşturma olasılığı nedir?

KARELERİ BOYA

Boş kareleri uygun biçimde boyayınız.



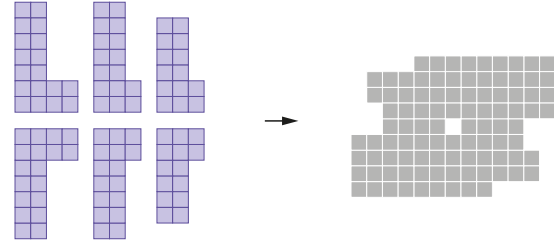
EN BÜYÜK SAYI

Herhangi bir kareden başlayıp, yatay ve dikey yönde komşu kareler boyunca ilerleyerek bir sayı oluşturacaksınız. Her rakamı farklı olmak koşuluyla oluşturabileceğiniz en büyük sayı kaçtır?

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

ALTI "L"

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

**GEÇEN SAYININ ÇÖZÜMLERİ****2026 SORULARI****CEVAP 1**

$$12 \times 34 \times 5 - 6 - 7 + 8 - 9 = 2026$$

$$1 + 2 + 345 \times 6 - 7 \times 8 + 9 = 2026$$

CEVAP 2

$$9 + 8 \times 7 + 654 \times 3 - 2 + 1 = 2026$$

$$9 \times 8 - 7 + 654 \times 3 - 2 + 1 = 2026$$

CEVAP 3

$$12 \times 34 \times 5 + 4 + 3 - 21 = 2026$$

$$12 \times 34 \times 5 - 4 \times 3 - 2 \times 1 = 2026$$

$$12 \times 34 \times 5 - 4 \times 3 - 2 / 1 = 2026$$

CEVAP 4

$$5 \times 432 - 1 + 2 - 3 \times 45 = 2026$$

CEVAP 5

$$1112 \times 2 - 2 \times 33 \times 3 = 2026$$

$$1112 \times 2 - 2 \times 3 \times 33 = 2026$$

CEVAP 6

$$1 + 11 \times 122 / 2 \times 3 + 3 \times 4 = 2026$$

SU TÜKETİMİ

Koşucunun başlangıçta 126 litre suyu vardı.

Mola No	Tüketilen	Kalan
		126
1	64	62
2	32	30
3	16	14
4	8	6
5	4	2
6	2	0

YARIŞMA TAKIMLARI

280 farklı biçimde yapılabilir.

$$C(8, 3) \cdot C(5, 3) \cdot C(2, 2) / 2! = 280$$

SAYI HALKASI**YEDİ KİBRİT****GEMİLER**

6 gemiyle karşılaşır.

B adasından aşağıdaki saatlerde kalkan gemiler:

13.30, 14.30, 15.30, 16.30, 17.30, 18.30

YOLCULUKLAR

Burcu: Pazartesi, İzmir

Ali: Salı, Konya

Cem: Çarşamba, Ankara

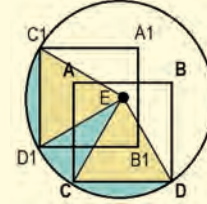
SORU İŞARETİ

88 gelmelidir.

Her satırın birinci sütunundaki sayının rakamlarının toplamı ile ikinci sütunundaki sayının rakamlarının toplamı çarpılıyor ve üçüncü sütuna yazılıyor.

$$(2 + 6) \times (4 + 7) = 88$$

51	49	78
93	35	96
81	62	72
47	18	99
26	47	88

DÖNEN ÜÇGEN

Taranan alan sarı ve mavi renklerle gösterilmiştir.

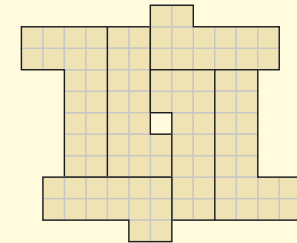
CED1 açısı 30 derecedir.

E merkezli taranan toplam açı:

$$60 + 30 + 60 = 150 \text{ derecedir.}$$

Yarıçapı 1 birim olan 150 derecelik daire diliminin alanı:

$$\frac{150}{360} \cdot \pi \cdot 1^2 = \frac{5\pi}{12}$$

ALTI "L"

Yayın Dünyası

Dr. Özlem Kılıç Ekici [TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi

Kutup Bilimleri Ansiklopedisi

Başeditör: Prof. Dr. Burcu Özsoy

TÜBİTAK Popüler Bilim Kitapları
Yetişkin Kitaplığı, 2024 (2. Basım)



Kutup Bilimleri Ansiklopedisi, 65 bilim insanının katkılarıyla üç cilt hâlinde hazırlandı. Birinci ciltte yaşam bilimlerini, ikinci ciltte yer bilimlerini, üçüncü ciltte ise fiziki bilimlerini, ayrıca sosyal ve beşeri bilimleri kapsayan toplamda 565 bilimsel yazı yer alıyor. Kutup bilimlerinin farklı bilim alanlarındaki çalışma sahaları detaylı bir şekilde eşsiz görseller eşliğinde anlatılıyor. TÜBİTAK'ın kutup bilimlerine verdiği önemi de ifade eden bu eserde; kutup bilimleri ile ilgili temel bilgiler okuyucunun, öğrencilerin ve araştırmacıların dikkatine sunuluyor.



Evcil Kediler

Elnara Ahmetzade
Resimleyen: Pervin
Özcan

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



Parlayan gözleri, sevimli burunları, yumuşacık patileri... Evcil kedileri ne kadar iyi tanıyorsunuz? Hangi sesleri duyabilirler? Günde kaç saat uyurlar? Kuyruklarıyla neler anlatırlar? Haydi, evcil kedilerin eğlenceli ve bir o kadar ilginç dünyasında keyifli bir yolculuğa çıkalım.



Nesiller büyüten Bilim ve Teknik ile
keşfetmenin sonu yok!



**Bilim
ve
Teknik**
Podcast

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

Spotify, Apple Podcast, SoundCloud ve
YouTube kanallarından dinleyebilirsiniz.

