

Bilim *ve* Teknik

Aylık Popüler Bilim Dergisi Ocak 2025 Yıl 58 Sayı 686 - 29 TL

DENİZ YOSUNU MADENCİLİĞİ

Biyomadencilik uygulamaları ile
önemli minerallerin elde edilmesi

Yapay Genel Zekâ ve Etik Kaygılar Nöroanat

Kaygı Bozukluğu Şekil Hafızalı Alaşımlar

Türkiye'nin İlk Uzay Bitki Islahı Araştırması

ÖZEL EK
2025 GÖK OLAYLARI
YILLIĞI



Nesiller Boyu...

Keşfetmenin Sonu Yok!

Yıllık abonelik **348 TL** yerine sadece **295 TL**



348 TL
yerine

YILLIK ABONELİK
295 TL

#BilimOkuyanBilir

Ücretsiz Kargo



Abonelik Fırsatları İçin:
yayinlar.tubitak.gov.tr



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

Bilim ve Teknik

Aylık Popüler Bilim Dergisi
Yıl 58 Sayı 686
Ocak 2025

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
Prof. Dr. Emine Adadan
Dr. E. Sümeyra Turalı Emre
Prof. Dr. Ersin Göğüş
Dr. S. Enes Kotil
Prof. Dr. Evren Mutlugün

Araştırma ve Yazı Grubu
Dr. Özlem Ak
Dr. Bülent Gözcelioğlu
Mesut Erol
Dr. Mahir E. Ocak
Dr. Tuba Sarıgül
İlay Çelik Sezer
Hayriye Yetiş

Redaksiyon
Berranur Beşir
Mehmet Sığırıcı

Grafik Tasarım-Web
Hüseyin Diker
Ayşe Dilara Cumhur

Web-Mobil Uygulama - Sosyal Medya
Dr. Tuba Sarıgül
Rıza Berkay Ayçelebi
Ebru Yavuz

Mali Yönetmen
Adem Polat

Mali ve İdari Hizmetler
M. Furkan Aktaş

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

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

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

Baskı Tarihi 20.12.2024

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 Nsır.83] tarafından
Silahlı Kuvvetler personeline tavsiye edilmiştir.

ISSN 977-1300-3380
Fiyatı 29 TL (KDV Dahil)

Her ayın 1'inde çıkar.



Bilim ve Teknik dergisi 58 yıldır her ay ülkemizdeki ve dünyadaki önemli bilimsel gelişmeleri, teknolojik yenilikleri, keşifleri; hayatın içindeki bilimi ve merak edilen ilginç bilgileri en doğru ve anlaşılır şekilde sizlere ulaştırarak, bilim okuryazarı olan bilinçli ve sorgulayan nesillerin yetişmesine katkı sağlıyor.

Dergimizin sizlere bilim sohbetleriyle eşlik edeceği bir podcast yayını başlattığımızı büyük bir mutlulukla duyurmak isteriz. Spotify, YouTube Music, Apple Podcast ve SoundCloud'da 1 Ocak'ta yayına giren podcast programımızda bilim insanlarıyla yaptığımız sohbetleri dinleyebileceksiniz. 2025 yılında da dergimizin ufkunuzu aydınlatmaya ve başarılarınıza eşlik etmeye devam etmesi dilejiyle...

Fosil yakıtlardan temiz enerji kaynaklarına geçiş sürecinde, kritik öneme sahip bazı elementlere özellikle de nadir toprak elementlerine olan ihtiyaç her geçen gün artıyor. Bu minerallerin sürdürülebilir ve çevreci yollarla elde edilmesi son derece önemli. Bu amaçla kullanılan yöntemlerden biri de biyomadencilik uygulamaları. Güncel araştırmalar deniz yosunlarının bu değerli mineralleri yapılarında biriktirebildiğini gösteriyor. Peki, bu elementlerin deniz yosunları kullanılarak çevre dostu bir şekilde pratikte üretilmesi mümkün olabilir mi? Bu önemli konuyu Tuba Sarıgül bu ayki yazısında detaylıca ele alıyor.

Özlem Ak, “Nörosanat” başlıklı yazısında sanatın beynimizi ve davranışlarımızı nasıl etkilediğini anlatıyor. Bir diğer yazısında ise uzun süreli kaygı bozukluğunun, fiziksel hastalıkları ve depresyon gibi diğer ruh sağlığı sorunlarını artırma riskinden bahsediyor. Gürkan Caner Birer, otonom yapay zekâ uygulamalarının gelecekte daha da yaygınlaşması ile bazı etik sorunların da ortaya çıkabileceği hususuna değiniyor. Hayriye Yetiş ise şekil hafızalı akıllı malzemeleri anlatıyor. Bu ay dergi eki olarak, gökyüzü gözlemlerinizde yıl boyu size eşlik edecek “2025 Gök Olayları Yıllığı”nı veriyoruz.

“Türkiye'nin İlk Uzay Islahı Araştırması”, “Hızlı Radyo Dalgası Patlamalarına Çarpışma Temelli Alternatif Açıklama”, “Sivrisinekler Isıracağı İnsanı Nasıl Seç(m)iyor?” ve “COVID-19'un Kalbe Uzun Vadeli Etkisi” yazılarımız ile farklı ilgi alanlarına hitap eden Bilim ve Teknik ile Büyüdüm, Bilim Haberleri, Bilim Çizgi, Tekno-Yaşam, Merak Ettikleriniz, Bilim Tarihinden Notlar, Doğa, Gökyüzü, Düşünme Kulesi, Satranç, Ayın Sorusu, Zekâ Oyunları ve Yayın Dünyası başlıklı köşelerimizi de beğenerek okuyacağınızı umuyoruz.

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

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

Sağlıcakla ve bilimle kalın... Unutmayın #bilimokuyanbilir!

Saygılarımızla,
Özlem Kılıç Ekici



İçindekiler

16

Deniz Yosunu Madenciliği: Değerli Mineralleri Deniz Yosunları ile Elde Etmek

Tuba Sarıgül

Deniz yosunlarının çeşitli elementleri yapısında biriktirebilme özelliğinin keşfedilmesi, farklı doğal kaynaklardaki nadir toprak metallerinin elde edilmesinde deniz yosunlarının nasıl kullanılabileceği konusunda geliştirilen projelere öncülük etti.



24

Sanatın Her Türü Beyne İyi Geliyor - Nörosanat

Özlem Ak

Araştırmalar, yaratıcı faaliyetlerin, sanatla uğraşmanın ya da sanattan keyif almanın beyni ve davranışları değiştirebileceğini gösteriyor. Bu değişiklikler, bilişsel sağlığı ve ruhsal sağlığı iyileştirirken okuldaki başarıyı da artırıyor.



62

Yapay Genel Zekâya Giden Teknoloji, Tekillik ve Etik Kaygılar

Gürkan Caner Birer

Her geçen gün insanların sahip olduğu becerilerle kıyaslanabilir düzeyde özellikler kazanan yapay zekâ uygulamalarının gelecekte daha da yaygınlaşması, önemli etik sorunları da beraberinde getirebilir.



4

Bilim ve Teknik ile Büyüdüm

Özlem Ak

6

Haberler

14

Türkiye'nin İlk Uzak İslahı Araştırması

Özlem Ak

22

Bilim Çizgi

Srinivasa Ramanujan

Sinancan Kara

30

Şekil Hafızalı Alaşımlar Bu Malzemeler Unutmuyor!

Hayriye Yetiş

36

Beyin Aktivitesini Ölçen Yeni Bir Yöntem

Özlem Ak

38

Tekno-Yaşam

Gürkan Caner Birer

42

Bir Tür Alarm Zili Kıyğı Bozukluğu

Özlem Ak

Kıyğı, bireyin günlük yaşamını olumsuz etkileyecek düzeye ulaştığında veya kıyğıya neden olan unsurlar aşırı arttığında kıyğı bozukluğu gelişiyor. Uzun süreli kıyğı bozukluğu ise, fiziksel hastalıkların ve depresyon gibi diğer ruh sağlığı sorunlarının ortaya çıkma riskini artırıyor.

50

Güneş'ten Binlerce Kat Büyük Yıldızlar

Elif Ebren Kaya

52

Sivrisinekler Isıracağı İnsanı Nasıl Seç(m)iyor?

Hayriye Yetiş

56

Merak Ettikleriniz

Mesut Erol

58

Hızlı Radyo Dalgası Patlamalarına Çarpışma Temelli Alternatif Açıklama

İlay Çelik Sezer

60

Kök Hücre Tedavisi Görme Yetisini Geri Kazandırıyor

Özlem Ak

72

COVID-19'un Kalbe Uzun Vadede Etkisi

Özlem Ak

74

Ayın Astronomi Fotoğrafı Yıldız Gibi Parlayan Bir Süpernova Kalıntısı

Tuba Sarıgül

76

Finansal Okuryazarlık Nedir?

Elif Ebren Kaya

78

Bilim Tarihinden Notlar Antik Yunan Döneminde Gökyüzü

Hüseyin Gazi Topdemir

82

Doğa - Fauna Tembel Ayı

Bülent Gözcelioğlu

84

Gökyüzü

Tuba Sarıgül

88

Düşünme Kulesi

Ferhat Çalapkulu

90

Satranç

Kıvanç Çefle

93

Ayın Sorusu

Azer Kerimov

94

Zekâ Oyunları

Emrehan Halıcı

96

Yayın Dünyası

İlay Çelik Sezer

EK – 2025 Gök Olayları Yıllığı

Oğuzhan Okuyan

Doğan Tekay Köseoğlu

Cahit Yeşilyaprak

Hüseyin Diker

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

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 programı ile kulağınız her daim

bilimde olsun! Podcast içeriklerimizi Spotify, YouTube Music, 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 Bilim ve Teknik dergisinin internet sitesi ve sosyal medya hesapları aracılığıyla takip edebilirsiniz.

Bilim ve Teknik ile Büyüdüm

Dr. Özlem Ak [TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi



Okurlarımızın *Bilim ve Teknik* dergisinin hayatlarındaki yerini, onlara neler kattığını ve 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 adresimizi hatırlatıyoruz:

bteknik@tubitak.gov.tr

“Hep hayatımda olacak”



Merhaba,

Çocukluğumdan beri yaşitlarıma göre hep daha meraklı, sorgulayıcı ve araştırmacı biriyim. Bunu ilk olarak ortaokul fen bilgisi öğretmenim fark etti. *Bilim Çocuk* dergisiyle de öğretmenim sayesinde tanışmıştım. Dikkat eksikliği ve hiperaktivite (DEHB) sorunu yaşayan biri olarak dergideki makaleler, bilgi kartları, etkinlikler beni çok etkiliyordu. İlk işim, kartları incelemek ve etkinlikleri yapmak oluyordu. Dikkatim dağılmadan tek yapabildiğim şey *Bilim Çocuk*’un o ayki dergisini baştan sona okumak olurdu. Şimdi ise *Bilim ve Teknik*, özellikle de derginin zekâ oyunları köşesi bana aynı hissi yaşıyor. Ortaokuldayken hep bir an önce liseye geçsem de *Bilim ve Teknik* okuyabilecek kadar büyüsemdedim, geçtim, okumaya başladım ve hâlâ okumaya devam ediyorum. Şu an üniversite öğrencisiyim. TÜBİTAK ve yayınları hep hayatımda olacak. Geleceğin rehber öğretmeni olarak her yönden gelişmeye yardımcı olduğunuz için sizlere teşekkür ederim.

İlknur Efşan Genç

“Tekrar tekrar okuyorum”



Merhaba,

Bilim ve Teknik ile geçen sene okul kütüphanesinde tanıştım ve çok sevdim. Ben de almaya başladım. İlk olarak kapak konusu “Yapay Zekâ ile Gerçekçi Videolar” olan Nisan 2023 sayısını aldım, okudum ve çok sevdim. Keşke daha küçükken tanışsaydım. Dergideki bilgiler çok dikkat çekici ve ilginç. *Bilim ve Teknik* dergisini her ay okuyorum ve bazen tekrar tekrar okuyorum. Her ayın ödüllü sorularını çözmeye çalışıyorum. İçerisindeki bilgiler çok faydalı ve önemli. İyi ki varsınız...

Belinay

“Bilime olan tutkumun, merakımın ve hayal gücümün yol arkadaşı”

Merhaba,

Bilim ve Teknik dergisi ile tanışmam çocukluk yıllarıma dayanıyor. İlk kez elime aldığımda, kapağındaki renkli görseller ve içindeki ilginç başlıklar hemen ilgimi çekmişti. Henüz bilmediğim, keşfetmediğim o kadar çok şey vardı ki... Her ay yeni sayıyı heyecanla bekler, derginin kapağını açtığımda bambaşka dünyalara adım atardım. Özellikle astronomi, fizik ve robotik alanlarında öğrendiklerim, dünyaya ve evrene dair bakış açımı genişletti. *Bilim ve Teknik*, bilimsel düşünmenin ne kadar keyifli ne kadar zihin açıcı ve merak uyandırıcı olduğunu bana öğretti. Yıllar içinde sadece bilgi sunmakla kalmadı, aynı zamanda hayatıma da yön verdi. Bugün elektronik mühendisi olmamda, çocukluğumdan beri okuduğum bu derginin payı çok büyük. Sayfalar arasında gezdikçe hayaller kurdum, projeler tasarladım ve bir gün bu alanlarda çalışabileceğimi düşündüm hep. Bilime ve araştırmaya olan sevgim, bu dergi sayesinde adım büyüdü ve bir tutkuya dönüştü. Yıllardır *Bilim ve Teknik*'in gençlere bilimi sevdirmek, onların ufkunu açmak gibi önemli bir misyonu yerine getirdiğini biliyorum. Hâlâ da sayısız öğrenciye ilham kaynağı olmaya devam ediyor. Ben de bu dergiyi okuyan gençlere bir nebze olsun ilham verebilmek için, çocukken yaşadığım o heyecan dolu anılarımı paylaşmak istedim. *Bilim ve Teknik*, hayatım boyunca bilime olan tutkumun, merakımın ve hayal gücümün yol arkadaşı oldu.

Mustafa Karakanat

“Bir bayrak yarışı gibi”

Merhaba,

Otuz iki yıldır fen bilimleri öğretmeni olarak çalışıyorum. *Bilim ve Teknik* dergisi sevdam, 1980'li yıllarda, bir öğretmenimin sınıfa dergiyi getirmesi ile başladı. O zamandan beri *Bilim ve Teknik* alıyorum. Bu derginin bana fen bilimlerini sevdirdiğini ve sayesinde fen bilimleri öğretmeni olduğumu düşünüyorum. Ben de şimdi öğrencilerime *Bilim Çocuk* dergisi götürüyorum. Bir bayrak yarışı gibi... Yıllardır yayımlanan ve bilim okuryazarı olan gençlerin yetişmesine katkı sağlayan *Bilim ve Teknik* dergisini ben de okumaya devam edeceğim. Bilimi sevin ve bilimle kalın...

Bir okurunuz

“Bilim ve teknoloji bilincini aşıladı”

Merhaba,

Bilim ve Teknik dergisi çoğu kişi için sadece bir dergiden ibaret olabilir ama benim için ismi anıldığında, bana bilim ve teknoloji bilincini aşıl原因, ortaokul yıllarımda her ayın 1'inde dergiyi almak için markete koşma heyecanı yaşatan bir kültür hazinesidir. Okurken çoğu arkadaşım etkilenererek bu dergiden aldı ve onlar da benim gibi *Bilim ve Teknik* sevdalısı oldu. TÜBİTAK bilim yarışmaları için proje geliştiren bir lise öğrencisi olarak projelerimin gelişmesine büyük katkı sunan ve beni son teknolojik gelişmelerden haberdar eden *Bilim ve Teknik* dergisine iyi ki varsın diyor, hazırlanmasında emeği geçenlere çok teşekkür ediyorum.

Enes Gülşen

Haberler

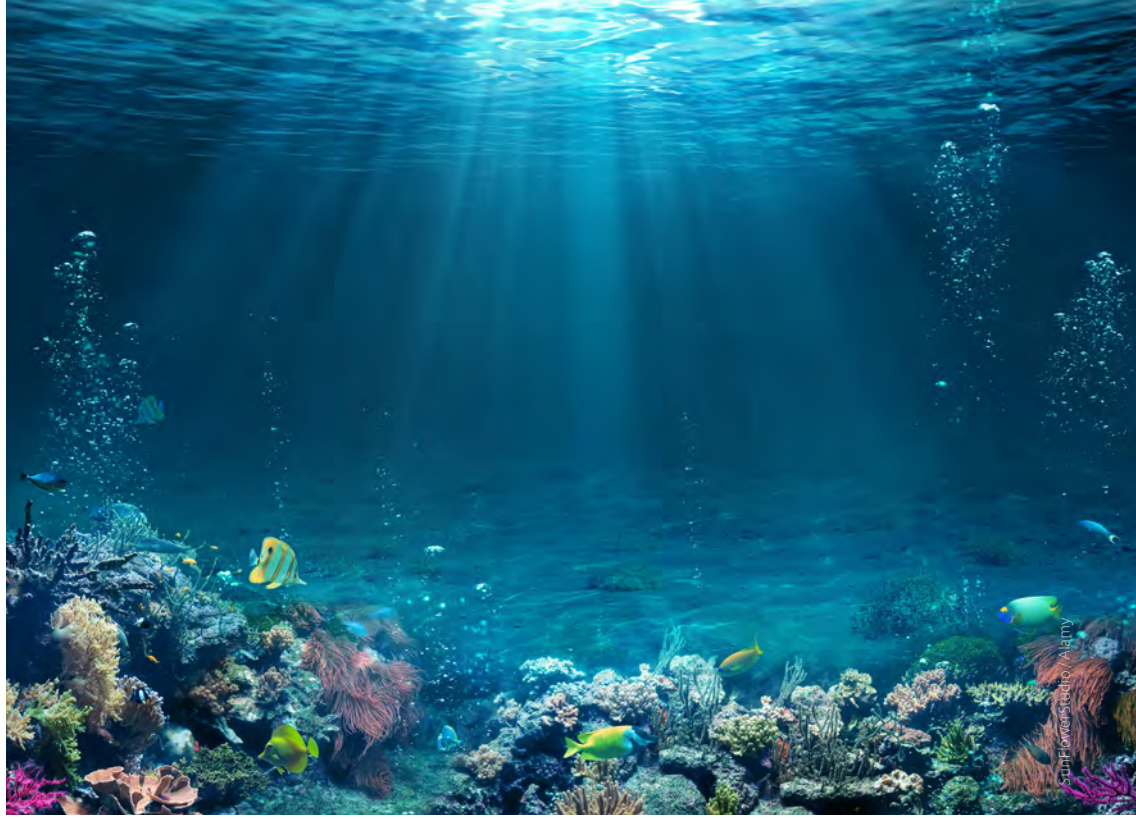
Okyanuslardaki Asitlenme Derin Sulara İlerliyor

İlay Çelik Sezer

Yeni bir araştırmada, atmosferdeki karbondioksit düzeyinin artması sonucu okyanuslarda oluşan asitlenmenin derin sulara doğru ilerlediği anlaşıldı. Bulgulara göre asitlenme, 1.500 metreyi bulan derinliklere inmiş durumda. Bu da çeşitli canlı türleri için yeni bir tehdit anlamına geliyor.

Okyanuslar en büyük doğal karbon yutağı (sera gazlarını soğurarak tutan sistem) olarak yıllık karbon salımlarının yaklaşık dördte birini soğuruyor. Bu durumun okyanusların yüzeyinin daha asidik hâle gelmesine neden olarak mercan resifleri gibi hassas ekosistemleri olumsuz etkilediği biliniyor. Ancak asitlenmenin derin sulara ne ölçüde ilerlediği şimdiye kadar pek bilinmiyordu.

Zürih Federal Teknoloji Enstitüsünden Jens Daniel Müller ve ekibi, okyanus



akıntılarına ve başka dolaşım örüntülerine ilişkin küresel ölçümlere dayalı olarak, karbondioksitin okyanuslarda nasıl hareket ettiğini gösteren üç boyutlu bir modelleme geliştirdi. Bu modeli kullanarak okyanusların 1800 yılından yani kabaca Endüstri Devrimi'nin başlangıcından bu yana soğurduğu karbondioksitin, derin sulardaki asitliği nasıl etkilediğine ilişkin tahminler yaptılar.

Araştırmacılar, okyanusların büyük bölümünde 1.000 metreye ulaşan derinliklerde asitlenmeye dair belirgin göstergeler tespit etti.

Atlantik Meridyonel Devrim Dolaşımı'na (AMOC) bağlı güçlü akıntıların yüzeyden derin sulara karbon taşıdığı Kuzey Atlantik gibi bazı bölgelerde, asitlenme 1.500 metre derinlere kadar iniyordu. Hatta asitlik düzeyinin doğal olarak yüksek olduğu bazı derin su bölgelerindeki asitlenme, yüzeydekinden de fazlaydı. Kayda değer bulgulardan biri de karbondioksit salımlarının hızlanarak artmasından dolayı 1800'den beri okyanus asitlenmesinde görülen artışın yaklaşık yarısının 1994'ten bu yana gerçekleşmiş olması. Asitlenme okyanusların

büyük bölümünde canlılar için hayati risk oluşturabilecek boyutta. Deniz salyangozları ve deniz kelebekleri gibi pteropoda takımına ait deniz canlıları özellikle risk altında çünkü asitlik arttığında kalsiyum karbonattan oluşan kabukları çözünmeye başlıyor. Asitlikteki artış yüzünden soğuk su mercanlarının tehdit altında olduğu alanlar da iki katına çıktı. Okyanuslar daha fazla karbondioksit soğurdukça asitlenme devam edecek. Müller, insan etkinliklerinden kaynaklanan karbondioksit salımlarını

hemen durdursak bile okyanuslarda birkaç yüzyıl daha asitlenme görüleceğini belirtiyor. ■

<https://www.newscientist.com/article/2458149-ocean-acidification-is-reaching-deeper-waters/>

Uzayda Olmak Astronotların Hızlı Düşünmesini Engelliyor Olabilir

İlay Çelik Sezer

Yeni bir araştırmada uzayda olmanın etkileri sonucunda astronotların kısa süreli belleklerinde, bilgi işleme hızlarında ve dikkat becerilerinde bir zayıflama meydana geldiği yönünde bulgular elde edildi. Bu durum akla, örneğin geleceğin Mars görevleri gibi uzun süreli uzay yolculuklarına ilişkin sorular getiriyor.

Uzayın düşük kütle çekimi, şiddetli radyasyon ve düzenli gündoğumu-gün batımı döngüsünün yokluğu gibi uç koşullara sahip ortamı astronotların

sağlığı üzerinde ciddi etkiler gösterebiliyor. Bu etkilerin, kas kaybı ya da kalp hastalığı riskinde artış gibi çok çeşitli sağlık sorunlarıyla ilişkili olduğu bilimsel çalışmalarla gösterilmişti

Dünya'dayken, ikisi ise astronotlar ISS'deyken görevlerinin farklı aşamalarında uygulandı. Testler katılımcıların belirli alanlardaki bilişsel kapasitelerini ölçüyordu. Örneğin

belirledi. Astronotların bilişsel becerilerinde genel bir zayıflama ya da uzun süreli etki görülmedi ancak bilgi işleme hızı gibi bazı ölçütlerin astronotlar Dünya'ya döndükten



ancak uzun süreli uzay yolculuklarının bilişsel etkileri pek bilinmiyordu.

NASA'nın Johnson Uzay Merkezinden Sheena Dev ve ekibi, 25 astronotun Uluslararası Uzay İstasyonu'ndaki (ISS) görevleri sırasındaki bilişsel performansını inceledi. Araştırmacılar, astronotları 10 farklı alanda tekrarlı olarak testlere tabi tuttu. Test tekrarlarının üçü, biri görev öncesi ve ikisi görev sonrası olmak üzere astronotlar

katılımcılardan kareli bir arka plandaki deseni bulmaları istenerek soyut mantık yürütme becerileri test ediliyor ya da bir balonun şişmesini patlamadan hemen önce durdurmaları istenerek risk alma becerileri sınanıyordu.

Araştırmacılar, astronotların bilgi işleme hızlarını, kısa süreli hafızalarını ve dikkatlerini ölçen testleri, ISS'deyken Dünya'dakine göre daha uzun sürede ancak aynı doğrulukla tamamladığını

sonra normale dönmesi daha uzun sürdü.

Uzay ortamının, sağlığın diğer unsurlarının yanı sıra bilişsel işlevler üzerindeki etkilerinin de daha iyi anlaşılması, Mars yolculuğu gibi gelecekteki daha uzun süreli uzay görevlerinin planlanmasında önem taşıyacak. ■

<https://www.newscientist.com/article/2456892-being-in-space-makes-it-harder-for-astronauts-to-think-quickly/>

Hayvanlar Islanınca Neden Silkeleniyor?

Özlem Ak

“Islak köpek silkelenmesi”, tüylü hayvanlarda su ve tahriş edici maddeleri deriden uzaklaştırmak için kullanılan yaygın bir davranışı tanımlar. Yeni bir araştırmaya göre ıslak köpek silkelenmesi, memeli derisinde bulunan ve “C-LTMR” (C-fiber düşük eşikli mekanoreseptörler) adı verilen bir reseptördeki hatadan kaynaklanıyor. C-LTMR, köpeklerden kedilere ve hatta farelere kadar her türden tüylü hayvanın ensesindeki sıvı damlacıkları tarafından uyarıldığında, şaşırtıcı derecede tutarlı bir silkelenme davranışına neden oluyor. Geçen yıl kasım ayında *Science* dergisinde yayımlanan çalışmanın yazarlarından Harvard Tıp Fakültesinin Howard Hughes Tıp Enstitüsünde doktora öğrencisi Dawei Zhang, hayvanların aynı frekansta ve sağa-sola doğru benzer dönme hareketleri ile silkelenme eğiliminde olduğunu ve bu durumdan hangi reseptörlerin ve sinirlerin sorumlu olduğunu bilinmediğini söyledi.

Araştırmacılar ilk olarak farelerin bir kısmında mekanik kuvvetleri algılayan deri reseptörlerindeki kanalları (mekanoreseptör kanalları), diğerlerinde ise sıcaklık değişimini algılayan reseptörleri devre dışı bırakacak genetik mutasyonlar yaptı. Sıcaklık değişimini algılama yeteneği olmayan farelerin boyunlarının arkasına yağ damlacıkları serpiştirildiğinde (ıslak köpek silkelenmesini tetiklemenin en güvenilir yolu) titremeye devam ettiklerini buldular. Ancak mekanoreseptör kanalları olmayan fareler silkelenmedi.



Bu nedenle Zhang ve ekibi, mekanoreseptörlere odaklanarak, farelerin yağ damlacıklarına nasıl tepki verdiğini izledi. Odak noktalarını, hepsi de çok hafif dokunuşlara tepki veren üç reseptöre indirgediler. Daha sonra derideki belirli reseptörleri ışıkla aktive etmek için “optogenetik” adı verilen bir teknik kullandılar. Bu teknikle herhangi bir sıvı uyarıcı olmadan belirli sinir tiplerini tetikleyebildiler. Sonuçta araştırmacılar, C-LTMR’ler adı verilen reseptörleri uyardıklarında, fareler ani bir düşüş gibi silkeleniyor. Bu sonucu doğrulamak için araştırmacılar, C-LTMR’leri olmayan fareleri birkaç su damlası ile hafifçe

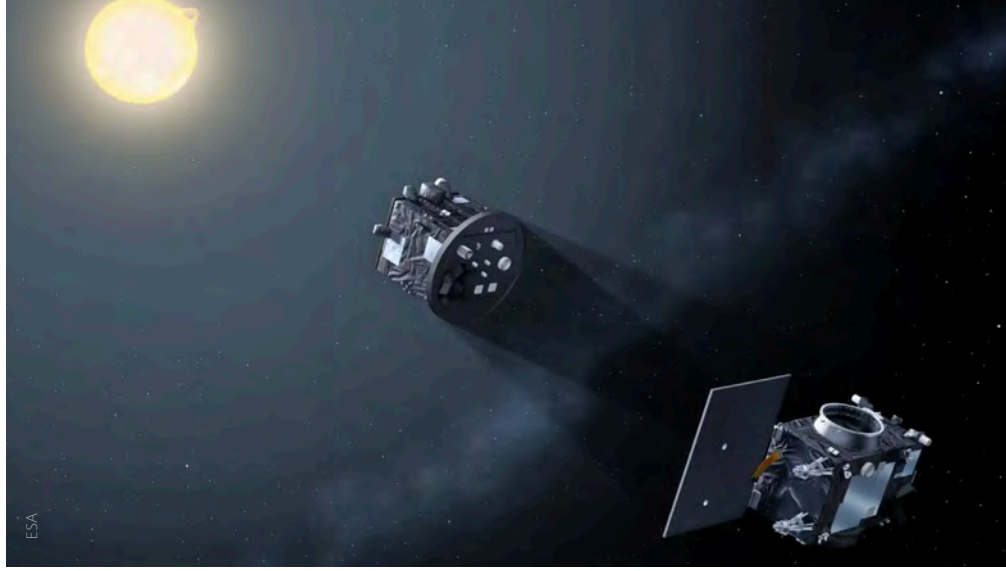
ıslattıklarında normal farelerden %58 daha az silkelendiklerini buldu.

Zhang, C-LTMR’lerin uzun zamandır gizemini koruduğunu ve 80 yıl önce yapılan araştırmalara dayanarak hayvanlarda gıdıklanma hissinin oluşumundan sorumlu olduklarından şüphelenildiğini ancak hayvanların uyarıcı nasıl deneyimlediklerinin net olmadığını söylüyor. İnsanlarda “C-mekanoreseptörler” olarak adlandırılan ilgili mekanoreseptörler, ciltteki hoş giden fırçalama dokunuşlarıyla ilişkilendiriliyor. C-LTMR’lerin kürkklü hayvanların tüy köklerinden yani foliküllerinden sinyaller taşıdığını belirten Zhang’a göre bu yeni çalışma, ilgili reseptörlerin özellikle parazitler veya su damlaları gibi küçük ve rahatsız edici uyarıcıları tespit etmeyi sağladığını öne sürüyor. Yani C-LTMR’ler, hayvanların kendi kürklerindeki potansiyel zararlı uyarılardan kurtulmak için kullandıkları bir savunma sistemi gibi çalışıyor. ■

<https://www.science.org/doi/10.1126/science.adq8834>

Yapay Güneş Tutulması ile Güneş Gözlemi

Mahir E. Ocak



Avrupa Uzay Ajansı (ESA), Güneş hakkında bilimsel çalışmalar yapmak amacıyla, iki uyduyu 5 Aralık'ta uzaya gönderdi. Proba-3 adı verilen ve yaklaşık iki yıl sürmesi planlanan projede uydulardan birinin görevi, Güneş'i gözlemleyecek diğer uydu için yapay Güneş tutulmaları oluşturmak olacak. Bu sayede Güneş'in atmosferi daha önce eşi benzeri görülmemiş derecede detaylı olarak incelenebilecek.

Dünya'nın etrafında hayli yayvan yani eliptik bir yörüngede dolanacak olan uydular, bazı dönemlerde

Dünya'ya 600 kilometre kadar yaklaşacak bazı dönemlerdeyse 60.000 kilometre kadar uzaklaşacak. İki uydu, uzaydaki yolculukları

sırasında her zaman birbirinin yaklaşık 150 metre yakınında olacak. Uyduların üzerindeki ölçüm cihazları ve itki sistemleri, uyduların arasındaki mesafenin 1 mm'den fazla değişmemesini sağlayacak. Güneş'e daha yakın yörüngede dolanacak uydunun üzerinde 1,4 metre çapında, karbon fiberden ve plastikten üretilmiş bir disk var. Bu disk, diğer uydu kameralarını Güneş'e doğrulttuğunda, tıpkı yeryüzünden gözlemlenen Güneş tutulmalarında Ay'ın Güneş'in yüzeyini örtmesinde olduğu gibi, Güneş'in yüzeyini

örtecek. Böylece Güneş'in atmosferinin ve taç katmanının daha detaylı bir biçimde incelenmesi mümkün olacak. Uyduların yaklaşık iki

sene görev yapması planlanıyor. Bu süre içinde her biri yaklaşık altı saat süren binden fazla yapay Güneş tutulması gözlemlenecek.

https://www.esa.int/Enabling_Support/Space_Engineering_Technology/Proba-3/Eclipse-making_double_satellite_Proba-3_enters_orbit

Emniyet Kemerine Entegre Biyosensör

Özlem Ak

Singapur Ulusal Üniversitesi ve Tsinghua Üniversitesindeki araştırmacılar, kullanıcıların vücuduyla temas etmeden kalp atışı ve solunum gibi

biyolojik sinyalleri takip edebilen yeni bir sensör geliştirdi. *Nature Electronics* dergisinde yayımlanan makalede tanıtılan bu sensör pilot kabini, hareket hâlindeki bir araba ya da otobüs gibi kapalı ortamlardaki kişilerin kardiyopulmoner (kalp ve akciğer) sinyallerini tespit etmek için kullanılabilecek. Hareket hâlindeki araçlarda kalp atış hızı ve solunum gibi yorgunluğun fizyolojik belirteçlerini ölçmek için tasarlanmış mevcut sensörlerde, çevresel gürültü nedeniyle zorluklarla karşılaşıyor. Özellikle bu çalışmada, karşılaşılan zorlukların üstesinden gelmek için araçlarda yolculuk sırasında kullanılabilecek, temassız ve güvenilir sağlık takibi yapabilen bir otomotiv biyosensörü geliştirmeye odaklanıldı.

Xi Tian ve meslektaşları tarafından geliştirilen biyosensör, düzenli olarak sıralanmış nano ölçekteki geometrik yapılardan oluşturulan metamatzemelere dayanıyor. Araştırmacılar, sensörlerini üretmek için tarak şeklinde düzenlenmiş iletken iplikleri bir emniyet kemerine işleyerek, radyo dalgalarını yönlendiren

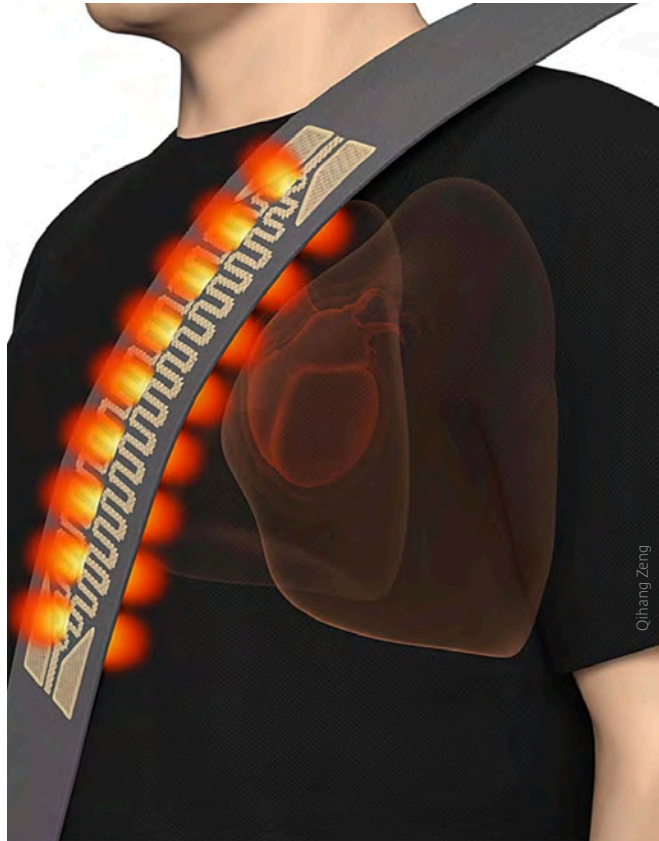
ve insan vücuduyla kablosuz etkileşimleri güçlendiren bir yüzey tasarladılar. Bu tasarım, araç titreşimlerinden ve diğer yolculardan kaynaklanan çevresel gürültüyü azaltıyor ve giysiler aracılığıyla, algılanan sinyallerin fizyolojik verilere dönüştürülmesini sağlayan bir sinyal işleme hattı kullanıyor. Böylece bu yeni geliştirilen sensör, hareket hâlindeki bir araçta sürücünün kalp atışlarını ve solunumunu sürekli ve güvenilir bir şekilde izliyor. Araştırmacılar geliştirdikleri sensörün performansını bir pilot kabini simülöründe ve hareket hâlindeki bir arabada gerçekleştirilen bir dizi testle değerlendirdiler. Emniyet kemerine entegre edilmiş sensörün, kullanıcıların vücuduna uyum sağladığını ve hareketli ortamda bile kardiyopulmoner sinyalleri güvenilir bir şekilde algıladığını buldular. Singapur'da çeşitli trafik koşulları altında 1,5 saatlik bir rota boyunca hareket eden bir araçta test edilen biyosensörün performansının etkilendiği belirlendi.

Ayrıca araştırmacılar bir pilot kabini simülöründe uyku-uyanıklık tespiti için uyku sırasındaki kalp atış hızı değişikliklerini, geliştirdikleri sensör aracılığıyla izlediler.

Bu yeni biyosensör, sürücülerin fizyolojik sinyallerini izlemenin ve ölümcül kazaları önlemenin bir yolu olarak gelecekte otomobillerin, uçakların ve diğer ulaşım araçlarının emniyet kemerlerine entegre edilebilir.

Tian, araştırmalarının bir sonraki adımında sensörün radyo bileşenlerini minyatürleştirmeye ve uygun maliyetli seri üretim için sensörleri kompakt modüllere entegre etmeye odaklanacaklarını belirtiyor. Ayrıca yorgunluk, stres ve sürücü sağlığı gibi durumları tespit ederek değerlendirmek için, fizyolojik verileri yorumlayabilen algoritmalar geliştirmeyi de hedefliyorlar. ■

<https://techxplore.com/news/2024-11-seatbelt-biosensor-reliably-track-stress.html>



Pirincin Yardımına Koşan Çinko Oksit Nanoparçacıkları

Özlem Ak

Çinkonun bitki metabolizmasında önemli bir rol oynadığı biliniyor. Mineralin tuz formu gübre olarak genellikle toprağa ekleniyor veya yapraklara püskürtülüyor ancak bu yöntemler yeterince verimli olmuyor. Diğer bir yaklaşım ise çinko oksitin, yapraklardaki mikroskobik gözeneklerden geçebilen ve bitkide birikebilen, 100 nanometreden daha küçük parçacıklar hâlinde uygulanması. Araştırmacılar bu tür nanoparçacıkların bitkilere daha fazla besin sağlama rolü olduğunu keşfetti. Bu da mahsul veriminin korunmasına yardımcı olurken, çok fazla gübre kullanımından kaynaklanan çevresel zararı azaltıyor.

Nankai Üniversitesinden Xiangang Hu ve meslektaşları, çinko oksit nanoparçacıklarının sıcak hava dalgası koşullarında pirinç bitkisinin (çeltik) mahsul verimini nasıl etkilediğini test etti. Araştırmacılar pirinç bitkilerini bir serada normal koşullar altında

ve sıcaklığın altı gün üst üste 37 °C'ü aştığı, sıcak hava dalgasına benzer koşulların oluşturulduğu ortamda yetiştirdiler.

Bazı bitkilere çinko oksit nanoparçacıkları

püskürtülürken diğerlerine hiçbir işlem yapılmadı.

Bitkiler hasat edildiğinde, çinko oksit nano-parçacıkları ile muamele edilen bitkilerin ortalama veriminin,

nanoparçacık püskürtülmeyen bitkilerden %22,1 daha fazla olduğu ayrıca pirinçlerin besin seviyelerinin yükseldiği belirlendi. Çinko oksit nanoparçacıkları, sıcak hava dalgası uygulanmayan koşullarda da faydalı oldu. Hatta bu koşullarda çinko oksit nanoparçacıkları uygulanmış ve uygulanmamış bitkiler arasındaki verim farkı daha da fazlaydı. Araştırmacılar, yapraklardaki besin maddelerinin ayrıntılı ölçümlerine dayanarak bu yöntemin hem fotosentezde yer alan enzimlerin aktivitesini hem de bitkileri,

tepkimeye girmeye istekli oksijen türleri olarak bilinen zararlı moleküllere karşı koruyan antioksidanların miktarını artırdığı sonucuna vardılar.



Ayrıca araştırma ekibi, çinko oksit nanoparçacıkları ile muamele edilen pirinç bitkisinin yapraklarında yaşayan filozfer adlı mikroorganizmalar arasında daha fazla çeşitlilik sağladığını ve bunun da bitkinin büyümesine katkıda bulunduğunu tespit etti.

Çinko oksit nanoparçacıklarının kabak ve yonca gibi bitkiler üzerinde yapılan testlerinde de verim artışı gözlemlendi. Ancak Hu, bu yöntemin buğday gibi diğer tarım ürünlerine de fayda sağlayabileceğini doğrulamak için daha

fazla araştırmaya ihtiyaç olduğunu söylüyor. ■

<https://www.newscientist.com/article/2454728-spraying-rice-with-sunscreen-particles-during-heatwaves-boosts-growth/>

Sulardaki Mikroplastikleri ve Nanoplastikleri Temizlemek için Ucuz Bir Yöntem

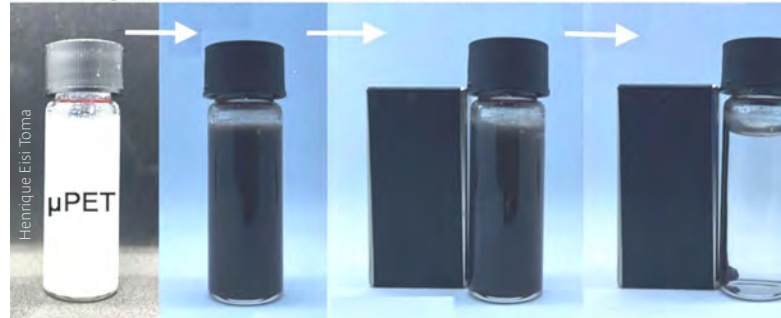
Mahir E. Ocak

Brezilya'daki São Paulo Üniversitesinden bir grup araştırmacı sulardaki mikro ve nanoplastikleri temizlemek için manyetik nanoparçacıkların kullanıldığı bir yöntem geliştirdi. Ana de Brito ve arkadaşları tarafından yapılan araştırmanın sonuçları *Micron*'da yayımlandı. Plastik kirliliği çağımızın en önemli çevre sorunlarından. Günlük hayatta kullandığımız

plastiklerden etrafa yayılan minik parçalara yeryüzünün hemen hemen her bölgesinde ve hatta insanların ve hayvanların vücutlarında rastlamak mümkün. Söz konusu çapı bir milimetrenin altında olan mikroplastikler olduğunda sorun çıplak gözle bile görülebiliyor. Söz konusu çapı metrenin milyarda biri ölçeğinde olan nanoparçacıklar olduğunda ise bazen sıradan mikroskoplar bile yetersiz kalıyor. Nanoparçacıkların biyolojik bariyerleri aşarak beyin gibi hayati organlara bile ulaşabildiği biliniyor.

São Paulo araştırmacılarının geliştirdiği yöntemde sulardaki plastikleri temizlemek için manyetik nanoparçacıklardan yararlanılıyor. İlk olarak

A) +Fe₃O₄@PDA-Lipase B) + mıknatıs C) 30 saniye sonra



Plastikleri temizlemek için ilk olarak üzerine manyetik nanoparçacıkların ilâştirildiği polidopamin molekülleri suya ekleniyor. Bu moleküller sudaki plastik parçalarına bağlanıyor (A). Daha sonra kirli suyun yanına bir mıknatıs yaklaştırılıyor (B). Sadece 30 saniye sonra manyetik nanoparçacıklar ve bu nanoparçacıkların bağlı olduğu plastikler mıknatısın olduğu tarafa toplanıyor (C).

üzerine manyetik nanoparçacık ilâştirilmiş polidopamin molekülleri, içinde plastik parçaları bulunan suya karıştırılıyor. Moleküller plastik parçalarına tutunduktan sonra sıvının yanına bir mıknatıs yaklaştırılıyor. Sudaki plastik parçaları, manyetik nanoparçacıklar sayesinde, sadece 30 saniye içinde mıknatısın olduğu tarafta toplanıyor.

Araştırmacılar deneyler sırasında PET türü plastikler kullanmış ve temizlenecek sıvıların içine lipaz enzimi de karıştırmış. Lipaz enziminin, plastik şişelerde ve daha pek çok üründe kullanılan bu polimerleri bileşenlerine ayrıştırabildiğı biliniyor. Dolayısıyla gerçekleştirilen deneyler sadece kirli suları temizlemekle kalmıyor aynı zamanda plastiklerin geri dönüştürülmesine de imkân veriyor. Araştırmacılar başka enzimler kullanarak başka tür plastikleri de toplamanın ve bileşenlerine ayrıştırmanın mümkün olabileceğini belirtiyor. ■

De Brito, A. L. C. P., ve ark., "Direct monitoring of the enzymatically sequestering and degrading of PET microplastics using hyperspectral Raman microscopy", *Micron*, Cilt 187, Makale No: 103722, 2024.

Dünyanın En Küçük Yürüyen Robotu

Hayriye Yetiş

Cornell Üniversitesinden bir grup araştırmacı, şu ana kadarki en küçük yürüyen robot olma özelliğine sahip bir mikrorobot geliştirdi. Mikro ölçekte ölçümler yapabilen robotla ilgili çalışmanın detayları *Science*'ta yayımlandı.

Araştırmacılar, robotun vücuttaki belirli dokularda gezinerek mikro ölçekte bazı yapıların görüntülerini çekebilmesi ve bu yapılardaki mikro ölçekteki kuvvetleri ölçebilmesini hedefliyor. İnsan gözü tarafından algılanabilen görünür

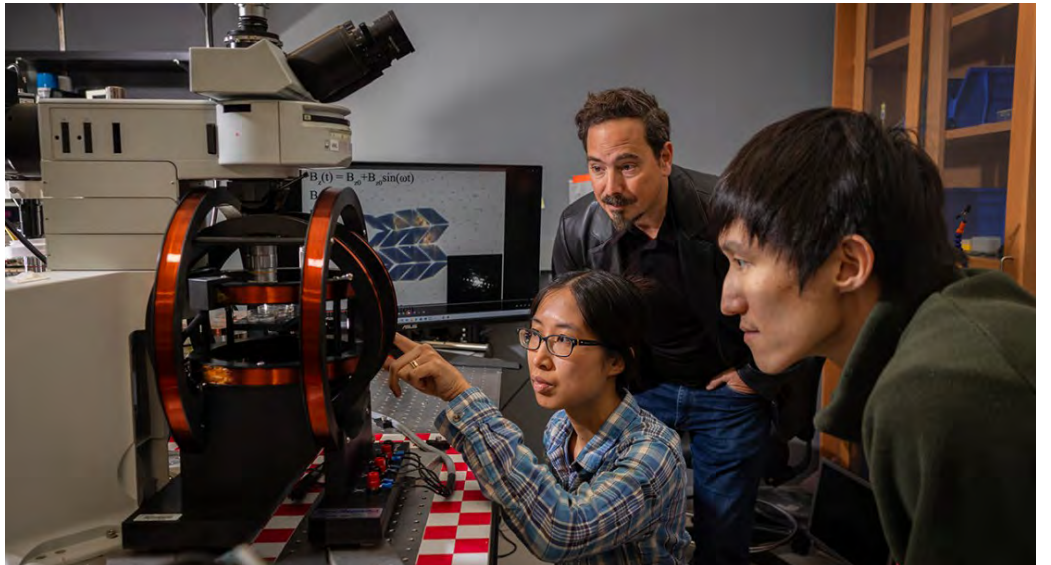
ışığın dalga boyu, 400 ila 700 nanometre (nanometre = metrenin milyarda biri) arasındadır. Paul McEuen ve ekibi tarafından geliştirilen robotun görünür ışık dalgalarıyla etkileşime girerek ışığı yönlendirmesi bekleniyor. Bu sayede robot, sanki bir mikroskobun merceğı mikro dünyaya yerleştirilmiş gibi, yakın çekim ve detaylı görüntüler elde edilebilecek.

Şu ana kadar geliştirilen dünyanın en küçük yürüyen robotları, yine Cornell Üniversitesindeki bilim insanları tarafından tasarlanmıştı ve bu robotların boyutu 40 mikrondan (mikron = metrenin milyonda biri) 70 mikrona kadar değişebilen

aralıktaydı. Geliştirilen bu mikrorobotların boyutu ise 2 ila 5 mikron arasında. Ortalama bir saç teli kalınlığının 100 mikron olduğu düşünülürse mikrorobotlar boyutlarına göre hayli yüksek performansa sahip.

Robot, küçük boyutuna rağmen bağımsız bir şekilde hareket edebilecek şekilde tasarlandı. Mıknatıslar tarafından kontrol edilebiliyor ve bu sayede katı bir yüzeyde ileri doğru solucana benzer bir şekilde hareket edebiliyor. Benzer şekilde hareket ederek sıvılar içerisinde de yüzebilmeye özelliğine sahip.

Araştırmacılar mikrorobotun, DNA'nın yapısına dair muhtemel keşiflerde de yol gösterici



olabileceğini belirtiyor. Klinik çalışmalarda ve özellikle hassas ölçümler gerektiren araştırmalarda büyük öneme sahip olacağı düşünülen robot, robotik alanında çığır açan gelişmeleri beraberinde getirebilir. ■

<https://news.cornell.edu/stories/2024/12/smallest-walking-robot-makes-microscale-measurements>

Yapay Zekâ ile Hava Durumu Tahmini

Mahir E. Ocak

Google DeepMind araştırmacıları, on beş günlük hava durumu tahminleri yapan bir yapay zekâ uygulaması geliştirdi. Program, bugün kullanımda olan en iyi orta vadeli hava durumu modellerine kıyasla çok daha kısa süre içinde doğruluk oranı çok daha yüksek tahminler yapmayı başarıyor.

Hava durumu tahmini yapmak için kullanılan geleneksel bilgisayar programları, fizik yasalarının simüle edilmesine dayanır. Bu programalar, girdi olarak uyduların ve hava durumu istasyonlarının topladığı hava basıncı,

nem, sıcaklık ve rüzgâr ile ilgili verileri kullanır. Güçlü süper bilgisayarlarla bile bu hesapların tamamlanması saatler sürer.

Son zamanlarda gelişmekte olan bir alan ise yapay zekâ yardımıyla hava durumu tahmini yapmak. Bu alanda çalışma yapan şirketler arasında Çin'den Huawei ve ABD'den Nvidia var. Google da 2024 yılının başında NeuralGCM adı verilen ve fizik bazlı modellerle yapay zekâyı

hava durumu tahmini yapabiliyor. Ayrıca yaptığı tahminlerin ne ölçüde isabetli olacağına dair olasılıklar da veriyor.

Araştırmacılar, GenCast'ı önce 1979-2018 arasındaki hava durumu verilerini kullanarak eğitmiş, daha sonra da programı kullanarak 2019 yılının hava durumu hakkında tahminler yapmış ve bu tahminleri o yılki gerçek hava durumu verileriyle karşılaştırmış. Sonuçlar, GenCast'ın hayli başarılı olduğunu gösteriyor.

değerlendirmek için kullanılan ölçütlerin %97'sinde daha başarılı olduğu görülüyor.

Araştırmacılar, geliştirdikleri programın kodlarını da yayınladı. Modelle ilgili tüm kodlara ve parametrelere <https://github.com/google-deepmind/graphcast> adresindeki GitHub kaynağından ulaşılabilir. Yazılımın ticari olmayan amaçlar için kullanılmasına da izin veriliyor.



bir araya getiren bir hibrit model geliştirmişti. Son olarak Google DeepMind araştırmacıları, GenCast adını verdikleri yeni bir yapay zekâ modeli geliştirdi. Makine öğrenmesi ile eğitilen program, sadece 8 dakika içinde 15 günlük

Öyle ki günümüzün en iyi orta vadeli hava durumu tahmin modeli olan Avrupa Orta Vade Hava Durumu Tahmin Merkezi'nin ENS modeli ile karşılaştırıldığında, GenCast'ın olasılığa dayalı hava durumu tahminlerini

GenCast programı ile ilgili detaylı bilgilere İlan Price ve arkadaşlarının *Nature*'da yayımladıkları makaleden ulaşabilirsiniz. ■

Price, I. ve ark., "Probabilistic weather forecasting with machine learning", *Nature*, <https://www.nature.com/articles/s41586-024-08252-9>, 2024.

Türkiye'nin İlk “Uzay Islahı” Araştırması

Dr. Özlem Ak [TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi

Daha önce ilk Türk Astronot Alper Gezeravcı'nın gerçekleştirdiği 13 deneyden birine imza atan Ege Üniversitesi Fen Fakültesi Biyoloji Bölümü Öğretim Üyeleri Doç. Dr. Rengin Özgür Uzilday ve Doç. Dr. Barış Uzilday, Tuz Gölü'nde endemik olarak yetişen *Schrenkiella parvula* bitkisinin uzay ortamında tuz ve diğer stres etkenlerine verdiği tepkilerin araştırılması amacıyla “Extremophyte” adlı deneyi tasarlamıştı. Bu deneyde, uzayda ve yeryüzünde yetiştirilen ve tuz stresine maruz bırakılan *Arabidopsis thaliana* ve *Schrenkiella parvula* bitkilerinde, RNA-seq isimli yeni nesil dizileme ile transkriptomun yani belirli bir anda hücrede sentezlenen RNA moleküllerinin profilinin ortaya konulması ve ağırlıksız ortam koşullarında glikofitik (tuza dayanıksız) ve halofitik (tuza dayanıklı) bitkilerin tuz stresine verdikleri bazı fizyolojik ve moleküler yanıtların karşılaştırılması hedeflenmişti.

Şimdi de aynı araştırmacıların “Uzay Ortamından Yararlanarak *Arabidopsis thaliana*'da ER Stresi Toleransı İçin Gen Keşfi” ve “Nohutta Kuraklık Stresine Toleransı Artırmak İçin Uzay Islahı” başlıklı projeleri, Türk Uzay Ajansı'nın üyesi olduğu Asya-Pasifik Uzay İş birliği Örgütü'nün (APSCO) proje çağrısı kapsamında kabul edildi.

Doç. Dr. Barış Uzilday, uzay ıslahını, tohum ve bitki hücrelerinin kozmik radyasyon ve ağırlıksız ortam gibi uzaydaki zorlayıcı koşullara maruz bırakılarak mutasyonlar geliştirmesini sağlama süreci olarak tanımlıyor ve uzayda oluşan bu mutasyonların, Dünya'da yapılan klasik ıslah çalışmalarında elde edilemeyen genetik çeşitliliği sağlayabildiğini

belirtiyor. Özellikle çevresel streslere ve hastalıklara dayanıklı, verimi veya besin değeri yüksek yeni bitki çeşitleri geliştirmek için kullanılan bu yöntem, tarım ve gıda güvenliği açısından oldukça önemli bir araç olarak değerlendiriliyor. Projelerden biri olan “Nohutta Kuraklık Stresine Toleransı Artırmak İçin Uzay Islahı” başlıklı araştırma ile nohut bitkisinde iklim değişimi ile şiddeti gittikçe artan kuraklık stresine karşı toleransın artırılması için mutasyon ıslahı yapılması planlanmış. Tarım ve Orman Bakanlığı, Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü iş birliği ile yürütülecek bu çalışmada ülkemizde yaygın olarak ekilen standart bir çeşit olan Sarı-98 nohut tohumları kullanıldı.

Proje ile ilgili bilgi veren Doç. Dr. Rengin Özgür Uzilday, “Uzay Ortamından Yararlanarak *Arabidopsis thaliana*’da ER Stresi Toleransı İçin Gen Keşfi” başlıklı araştırmada bitkilerde çevresel stresler sırasında ortaya çıkan endoplazmik retikulum stresi ile ilişkili yeni genlerin ortaya çıkarılması için model bitki *Arabidopsis thaliana* türüne ait tohumlarının kullanılmasının planlandığını söyledi.

malzemeleri ve örnekler, Pekin’de ülkemizin temsilcisine teslim edildi.

Çin Halk Cumhuriyeti, Rusya ve ABD’nin uzay ıslahı alanında önemli çalışmalar yaptığını söyleyen Barış Uzilday, geri döndürülebilir uydu programını 1970’lerde başlatan Çin Halk Cumhuriyeti’nin 2006 yılında, sadece uzay ıslahı için geliştirilmiş Shijian-8



Projeler kapsamında hazırlanan örnekler ve deney düzenekleri Çin Ulusal Uzay İdaresine ait Shijian-19 uydusu ile uzaya gönderildi. Birçok teknolojik teknolojik yeniliğe sahip olan Shijian-19 isimli yeniden kullanılabilir uydu, 2024’ün kasım ayında Jiuquan Uydu Fırlatma Merkezinden başarıyla uzaya fırlatıldı. Long March-2D roketiyle alçak Dünya yörüngesine yerleştirilen uydu, uzayda 13,5 gün geçirdikten sonra, taşıdığı bilimsel yüklerle birlikte Dünya’ya geri döndü. Araştırma

(SJ-8) uydusunu fırlattığını, bu gelişmenin uzay ıslahı alanındaki çalışmalarda önemli bir adım olduğunu ve daha sonra Shijian-10 ve Shijian-19 gibi uydularla devam eden uzay biyoteknolojisi araştırmalarına temel oluşturduğunu vurguluyor. Bu projeler, ülkemizin uzay ıslahı alanında gerçekleştirilen ilk araştırmaları olma özelliğini taşıyor. ■

Kaynak

<https://tua.gov.tr/tr/haberler/turk-bilim-insanlari-tua-onculugunde-uzayda-bitki-islahi-icin-ilk-adimi-atti>

DENİZ YOSUNU Madenciliği

Değerli Mineralleri Deniz
Yosunları ile Elde Etmek

Dr. Tuba Sarıgöl [TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi



Özellikle fosil yakıtlardan temiz enerji kaynaklarına geçiş sürecinde kritik öneme sahip bazı elementlere olan ihtiyaç, her geçen gün artıyor. Güncel araştırmalar, deniz yosunlarının bu değerli mineralleri yapılarında biriktirebildiğini gösteriyor. Peki, bu elementlerin deniz yosunları kullanılarak evre dostu bir şekilde üretilmesi mümkün olabilir mi?

Günümüzde lityum, bakır, nikel, kobalt, nadir toprak metalleri, platin grubu metalleri gibi elementler, birçok teknolojik uygulama için kritik öneme sahip. Örneğin elektrikli araçların, taşınabilir elektronik cihazların en önemli bileşenlerinden biri olan bataryaların üretimi için lityum, nikel, kobalt ve manganez elementlerine ihtiyaç duyuluyor. Elektrik enerjisinin taşınmasında çok miktarda bakır ve alüminyum kullanılıyor. Nadir toprak metalleri ise rüzgâr türbinlerinde ve elektrik motorlarında kullanılan kalıcı mıknatıslar için gerekli.

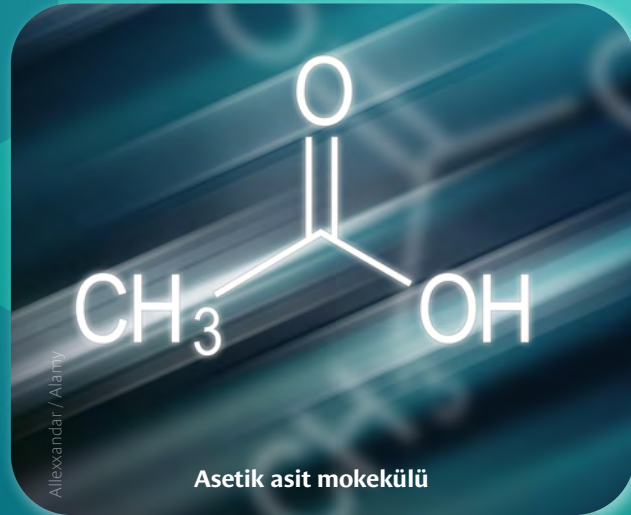
Kritik öneme sahip bu elementlere olan ihtiyaç ise her geçen gün artıyor. Temiz enerji sistemlerinin yaygınlaşması, bu talebin artmasının ana nedenlerinden biri. Örneğin 2023 yılında güneş ve rüzgâr enerjisi santrallerinin kurulumunda %70 oranında artış oldu. Ayrıca küresel ölçekteki lityum ihtiyacı %30 yükseldi. Ancak bu elementler, talebi karşılayacak düzeyde üretilmiyor. Ayrıca nadir toprak metallerinin üretimi, az sayıda ülke tarafından gerçekleştiriliyor. Örneğin nadir toprak metalleri açısından zengin yeraltı kaynakları, büyük oranda Çin'de bulunuyor ve bu elementlerin üretimi de %77 oranında Çin tarafından gerçekleştiriliyor. Bu durum, ekonomik olarak değerli elementlerin arz güvenliğinde yani bu elementlerin kesintisiz bir şekilde ulaşılabilir olmasında sorunlara neden oluyor. Dolayısıyla kritik öneme sahip elementlerin sürdürülebilir ve çevreci yollarla elde edilmesi, son derece önemli. Bu amaçla kullanılan yöntemlerden biri de biyomadencilik uygulamaları.

Enerjinin üretimi, depolanması ve kullanımına yönelik yüksek etki potansiyeline sahip yenilikçi projeleri finanse eden bir kuruluş olan ABD Enerji Bakanlığı'na bağlı Enerji İleri Araştırma Projeleri Ajansı (ARPA-E), yakın zamanda deniz yosunlarının biyomadencilik uygulamalarında kullanımına (bu yöntem, "deniz yosunu madenciliği" olarak isimlendiriliyor) yönelik 3 farklı projeyi destekleme kararı aldı.

Peki deniz yosunları, endüstriyel olarak kritik öneme sahip elementlerin elde edilmesinde bir kaynak olarak kullanılabilir mi? Bu soruyu yanıtlamak için ilk olarak deniz yosunlarının, çeşitli maddeleri yapısında nasıl biriktirdiğini açıklayalım.

Deniz makroalgleri olarak da bilinen deniz yosunları, çok hücreli ve makro ölçekteki canlılardır. Fotosentez süreci ile kendi besinlerini kendi üretebilen deniz yosunları, deniz ekosistemlerindeki besin zincirinin temelini oluşturur. Deniz yosunlarından besin, biyoyakıt, ilaç etkin maddesi gibi ekonomik değeri olan maddeler elde edilir. Deniz yosunlarının kimyasal bileşimi ise türlerine ve çevresel koşullara göre değişebilir.

Deniz yosunları, kahverengi algler (*Phaeophyta*), kırmızı algler (*Rhodophyta*) ve yeşil algler (*Chlorophyta*) olarak üç gruba ayrılır. Deniz yosunlarının hücre duvarının yapısı ve kimyasal bileşimi, farklı metallerin yüzeylerine tutunmasına imkân verir. Örneğin kahverengi makroalglerin hücre duvarında karboksil ve sülfat, kırmızı ve yeşil makroalglerin hücre duvarında ise amino, hidroksil, sülfat ve karboksil fonksiyonel grupları bulunur.



Kimyasal bir moleküldeki fonksiyonel grup, moleküldeki diğer atomlardan farklı olarak moleküle belirli kimyasal özellikler kazandıran atom grubudur. Örneğin sirkeye asidik özellik kazandıran asetik asit bileşiğindeki karboksil grubu, fonksiyonel bir gruptur ve asetik asit bileşiğinin asit özelliği göstermesini sağlar.

Deniz suyundaki artı yüklü iyonlar yani katyonlar, makroalglerin hücre duvarındaki eksi yüklü fonksiyonel gruplarla etkileşim kurarak yüzeylerindeki uygun yerlere tutunabilir.

İyon hâlindeki metal atomlarının canlı organizmaların yüzeyinde tutunması “biyobirikme”, canlı organizmalardan elde edilen organik maddelerin (kuru biyokütle olarak isimlendirilir) yüzeyinde tutunması ise “biyoadsorpsiyon” olarak isimlendirilir. Büyüme hızı, pH yani asitlik derecesi, sıcaklık ve tuzluluk derecesi, elementlerin makroalglerin yapısında birikme ya da yüzeyinde tutunma sürecini etkileyen faktörlerdendir.



Deniz marulu olarak da bilinen *Ulva lactuca*, bir yeşil alg türüdür.

Geçmişte biyobirikme ve biyoadsorpsiyon yöntemlerinin atık sularındaki cıva gibi ağır metallerin uzaklaştırılmasında kullanılmasına yönelik yapılan araştırmalar bulunuyor. Örneğin sonuçları 2020 yılında *Journal of Environmental Management* dergisinde yayımlanan bir araştırmada, altı farklı tür makroalgin (*Ulva lactuca*, *Ulva intestinalis*, *Fucus spiralis*, *Fucus vesiculosus*, *Osmundea pinnatifida* ve *Gracilaria sp.*) deniz suyundaki itriyum (Y), lantan (La), seryum (Ce), praseodim (Pr), neodim (Nd), evropiyum (Eu), gadolinyum (Gd), terbiyum (Tb) ve disprosiyum (Dy) nadir toprak metallerinin uzaklaştırılmasındaki etkinliği ölçüldü. Araştırmada hazırlanan deniz suyu örneklerinde bu dokuz nadir toprak metalinin derişimleri, 10 mikrogram/litre ilâ 500 mikrogram/litre arasındaydı. Sonuçta deniz marulu olarak da bilinen *Ulva lactuca* türünün deniz suyu örneklerindeki nadir toprak metallerinin tümü üzerinde etkili olduğu ve bu elementleri çözeltiden en az %60 oranında uzaklaştırdığı belirlendi. Ayrıca nadir toprak metallerini biriktiren makroalglerin metabolik faaliyetlerini devam ettirdiği yani bu elementlerin deniz yosunları üzerinde toksik etki göstermediği anlaşıldı.

Sonuçları *Groundwater for Sustainable Development* dergisinde yayımlanan araştırmada ise sulu çözeltilerdeki lantan (La) ve seryum (Ce) iyonlarının, deniz yosunlarından elde edilen organik maddeler kullanılarak biyoadsorpsiyon

süreci ile geri kazanılabileceği gösterildi. Araştırmada bir kahverengi alg türü olan *Cystoseira indica*’dan elde edilen kuru biyokütle kullanıldı. Lantan ve seryum iyonlarının kuru biyokütle tarafından adsorbe edilmesinin nasıl gerçekleştiğini belirlemeye yönelik analizler, makroalgin hücre duvarında bulunan sülfat, karboksil, hidroksil ve amid fonksiyonel gruplarının bu süreçte temel rolü olduğunu gösterdi. Araştırmacılar,

çalışmanın bir sonraki aşamasında geliştirdikleri yöntemin atık su örneklerinden metalleri uzaklaştırmadaki verimini değerlendirmeyi planlıyor.

Deniz yosunlarının çeşitli elementleri yapısında biriktirebilme özelliğinin keşfedilmesi, farklı doğal kaynaklardaki nadir toprak metallerinin elde edilmesinde deniz yosunlarının nasıl kullanılabileceği konusunda geliştirilen projelere öncülük etti.

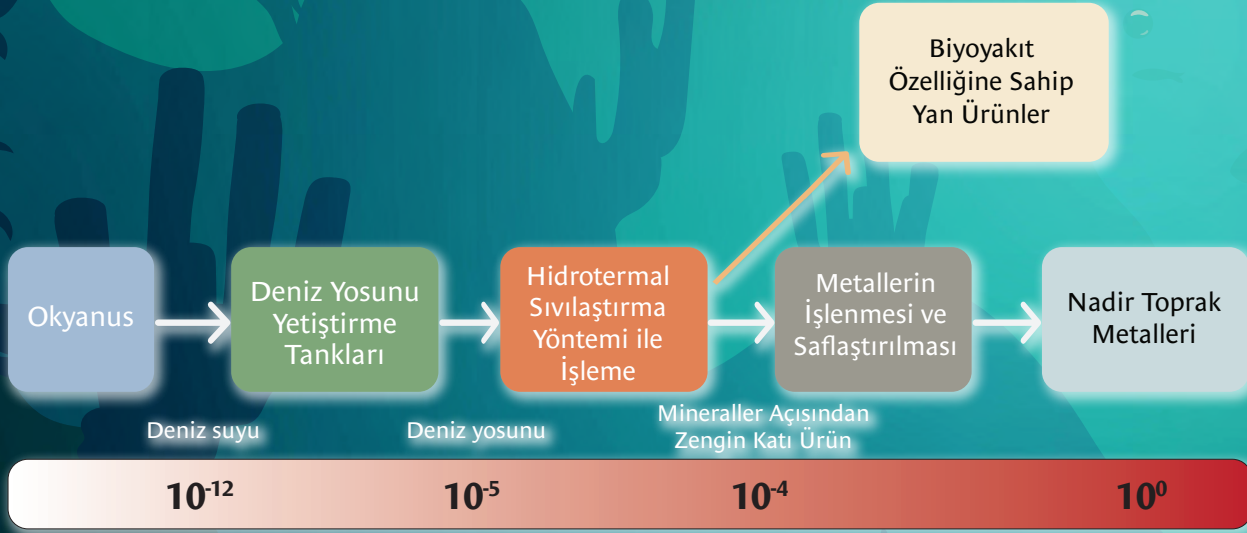
Deniz yosunu madenciliği projelerinden biri olan ve Aralık 2023’te tamamlanan UNCLE-SAM isimli projede Pasifik Kuzeybatı Ulusal Laboratuvarından araştırmacılar, deniz suyunda bulunan kritik elementleri deniz yosunları aracılığıyla elde etmeyi amaçladı.

Okyanuslar, nadir toprak metalleri ve platin grubu metalleri içeren mineraller açısından zengindir. Ancak bu elementler, deniz suyunda çok düşük derişimlerde bulunur. Deniz suyundaki nadir toprak metallerinin kaynağı ise çoğunlukla silikat mineralleridir.

Araştırmacılar, Pasifik Okyanusu'nun kuzeydoğusunda yer alan Salish Denizi'ndeki iki bölgeden deniz suyu örnekleri aldı. Analizler, deniz suyu örneklerinde nadir toprak metallerinin derişiminin genellikle ppb yani milyarda bir birim seviyesinde olduğunu; evropiyum (Eu), terbiyum (Tb), holmiyum (Ho), tulyum (Tm) ve lütesyum (Lu) gibi elementlerin ise trilyonda bir birim kadar düşük seviyelerde bulunduğunu tespit etti.

Deneylerde *Ulva expansa* türü bir yeşil alg kullanıldı. Seçilen deniz yosunları, okyanus suyu ile doldurulmuş havuzların içindeki sıcaklık, pH, ışık yoğunluğu gibi koşulların kontrol edilebildiği ortamlarda yetiştirildi. Sonuçta deniz yosunlarının, okyanus suyundaki derişimleri ppb yani milyarda bir birim seviyesinde olan nadir toprak metallerini yapılarında biriktirerek ppm yani milyonda bir birim seviyesine kadar zenginleştirebildiği belirlendi. Örneğin deniz yosununun yapısında biriktirdiği seryum derişiminin, elementin deniz suyundaki derişiminin yaklaşık 40.000 katı olduğu anlaşıldı.

Deniz Yosunu Madenciliği Yöntemi ile Deniz Suyundaki Nadir Toprak Metallerinin Zenginleştirilerek Ayrılması



Nadir Toprak Metallerinin Derişimi

Araştırmacılar, deniz yosunlarının yapılarında biriktirdiği kritik öneme sahip metalleri ayırmak için "hidrotermal sıvılaştırma" adı verilen bir yöntem kullandı. Yüksek sıcaklıkta ve basınçta su kullanılarak

organik moleküllerin parçalanmasının sağlandığı bu yöntem ile deniz yosunları işleminden geçirildiğinde, mineraller açısından zengin katı ürün ayrılırken enerji kaynağı olarak kullanılabilir biyoyakıtlar ve biyoplastik üretiminde kullanılabilir ham maddeler üretiliyor. Mineraller açısından zengin ürün ise daha sonra cevher işleme yöntemleri ile saflaştırılarak nadir toprak metalleri elde edilebiliyor.

ARPA-E'nin deniz yosunu madenciliği kapsamında desteklediği projelerden birinde ise nadir toprak metalleri yatakları bulunan bölgedeki sulardan deniz yosunları aracılığı ile elementlerin elde edilmesi amaçlanıyor. Araştırma, Alaska'nın güneybatısında yer alan Bokan Dağı bölgesinde yürütülüyor. Bu bölge, özellikle "ağır nadir toprak metalleri" olarak isimlendirilen metaller (itriyumun yanı sıra atom numarası 64-71 arasında olan lantanitler) yönünden zengin yeraltı kaynaklarına ev sahipliği yapıyor.

planlıyor. Bu amaçla ilk olarak bölgeden farklı deniz yosunu örnekleri toplandı. Toplanan deniz yosunu türlerinin kimyasal yapıları incelenerek nadir toprak metallerini yapılarında biriktirme kapasiteleri belirlenebilecek. Sonrasında ise biyobiriktirme sürecinin maksimum verimle gerçekleştirilmesi amacıyla seçilen deniz yosunu türleri için en uygun yetiştirme koşullarının tespit edilmesi hedefleniyor.



Alaska'daki Bokan Dağı'nda nadir toprak metalleri açısından zengin yeraltı kaynakları bulunuyor.

Araştırmacılar, projenin uygulama alanı olarak nadir toprak metallerine yönelik madencilik çalışmaları yapılan bir bölge seçti. Çünkü araştırmanın amaçlarından biri de nadir toprak metallerinin erozyon sonucu akarsular ve yağmur suları aracılığıyla dağ sırtlarından okyanuslara nasıl taşındığının anlaşılması. Bu kapsamda bölgedeki koyların ve kıyı şeridinin nadir toprak metalleri içeriği açısından haritalandırılması amaçlanıyor. Nisan 2024'te başlayan projenin Mart 2026'da tamamlanması planlanıyor.

Deniz yosunlarının, kritik öneme sahip elementlerin elde edilmesinde bir kaynak olarak kullanılıp kullanılamayacağıyla ilgili en önemli sorun, yöntemin verimliliği ile ilgili. Deniz yosunlarının bu elementleri yapılarında pratik uygulamalarda kullanılabilecek kadar yüksek derişimde biriktirip biriktiremeyecekleri ve deniz yosunlarının yapısındaki biriken elementlerin yüksek verimle alınıp alınamayacağı, henüz cevabı netleşmeyen sorular arasında yer alıyor. ■

Kaynaklar

International Energy Agency, Global Critical Minerals Outlook 2024, IEA, Paris, 2024.

Pinto, J. ve ark., "A green method based on living macroalgae for the removal of rare-earth elements from contaminated waters", *Journal of Environmental Management*, Cilt 263, Makale no: 110376, 2020.

Henriques, B. ve ark., "Study on bioaccumulation and biosorption of mercury by living marine macroalgae: Prospecting for a new remediation biotechnology applied to saline waters", *Chemical Engineering Journal*, Cilt 281, s. 759-770, 2025.

Pinteus, S. ve ark., "Seaweed's Role in Energetic Transition—From Environmental Pollution Challenges to Enhanced Electrochemical Devices", *Biology*, Cilt 11, Sayı 3, Makale no: 458, 2022.

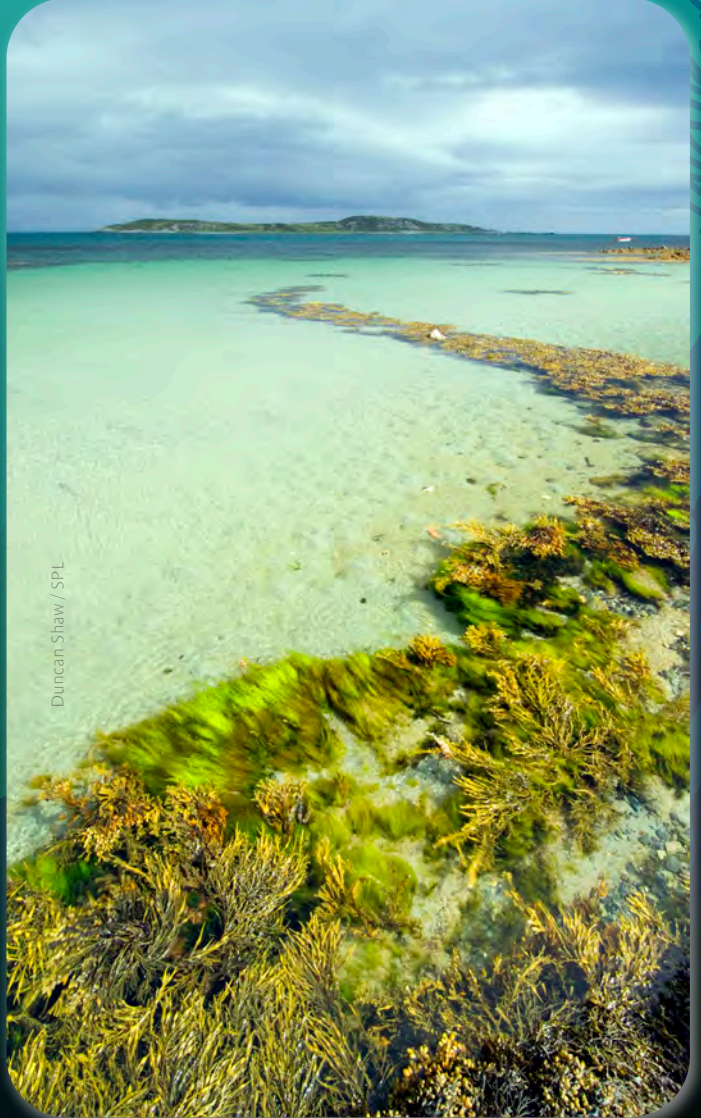
Edmundson, S. J. ve ark., "Unrealized Critical Lanthanide Extraction from Sea Algae Mining (UNCLE SAM): Domestic production of critical minerals from seawater", Pacific Northwest National Laboratory, 2024.

<https://www.newscientist.com/article/2433063-can-seaweed-provide-the-minerals-we-need-for-clean-energy/>

<https://hakaimagazine.com/news/what-the-heck-is-seaweed-mining/>

<https://arpa-e.energy.gov/technologies/exploratory-topics/algal-mining#>

<https://www.uaf.edu/news/uaf-led-project-will-look-for-rare-earth-elements-in-se-alaska-seaweed.php>

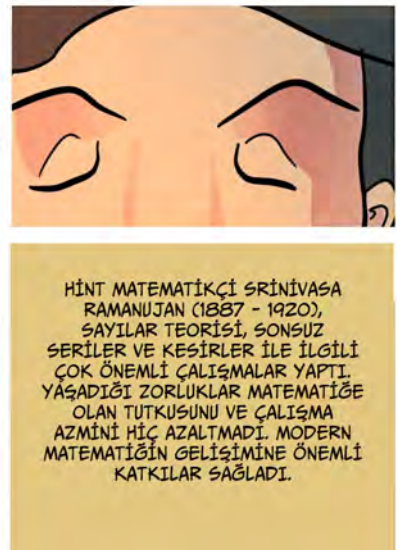


SRINIVASA RAMANUJAN

Bilim Çizgi

Sinancan Kara [btcizgiroman@tubitak.gov.tr]

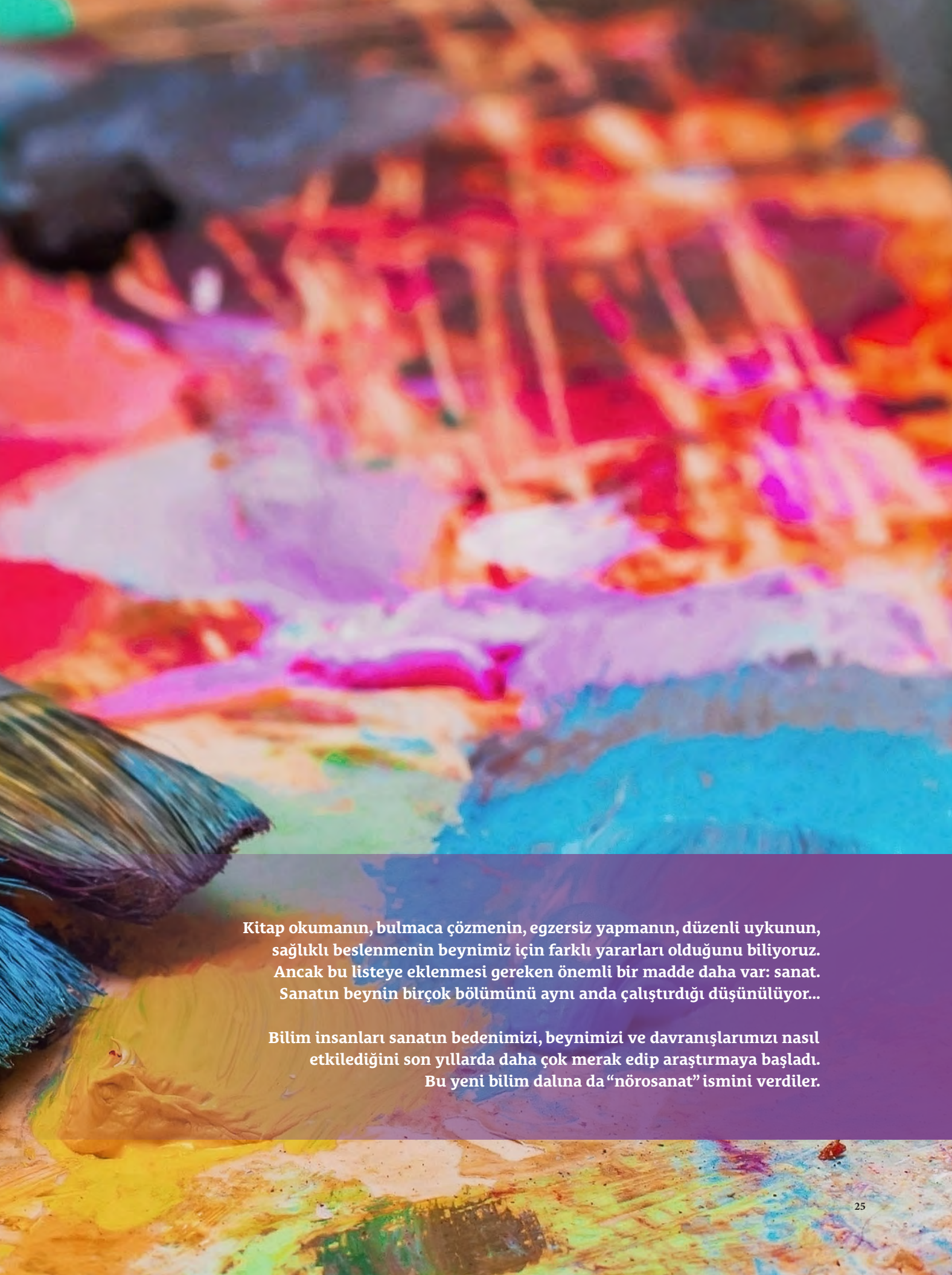




Sanatın Her Türü Beyne İyi Geliyor

Dr. Özlem Ak [TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi





Kitap okumanın, bulmaca çözenin, egzersiz yapmanın, düzenli uykunun, sağlıklı beslenmenin beynimiz için farklı yararları olduğunu biliyoruz. Ancak bu listeye eklenmesi gereken önemli bir madde daha var: sanat. Sanatın beynin birçok bölümünü aynı anda çalıştırdığı düşünülüyor...

Bilim insanları sanatın bedenimizi, beynimizi ve davranışlarımızı nasıl etkilediğini son yıllarda daha çok merak edip araştırmaya başladı. Bu yeni bilim dalına da “nörosanat” ismini verdiler.

Araştırmalardan elde edilen veriler, yaratıcı faaliyetlerin, sanatla uğraşmanın ya da sanattan keyif almanın beyni ve davranışları değiştirebileceğini gösteriyor. Bu değişiklikler, bilişsel sağlığı ve ruhsal sağlığı iyileştirebiliyor. Hatta bir öğrencinin okulda daha başarılı olmasına bile yardımcı olabiliyor. University College London’da çalışan ve sağlık istatistikleri konusunda uzman olan Jessica Bone, kısa bir süre önce sanat ve kendini iyi hissetme üzerine yapılan çalışmaları gözden geçirerek bir rapor hazırladı. Genel olarak sanat etkinliklerine katılmanın çocuklarda ve gençlerde depresyon belirtilerini azalttığını ve motivasyonu arttırdığını tespit etti. 2018 yılında *Annals of The New York Academy of Sciences* dergisinde yayımlanan bir çalışmada 7 yaşındayken hikâye anlatmak veya el işi yapmak gibi yaratıcı faaliyetlerden hoşlanan çocukların, 11 yaşında davranış sorunları yaşama olasılığının diğer çocuklara göre daha düşük olduğu tespit edildi. Bu çocukların, yetişkinler de dâhil olmak üzere çevresindeki kişilerle ve arkadaşlarıyla iletişimlerinin daha iyi olduğu gözlemlendi. Başka bir çalışmada ise dansla hareket terapisinin hafif depresyonu olan ergenlere yardımcı olduğu görüldü. Ancak sanat sadece kişinin ruh hâlini düzeltmekle kalmıyor, beyinde de birtakım değişikliklere yol açıyor. Yapılan araştırmalardan elde edilen kanıtlar, örneğin müzik eğitiminin çocuklarda ve yetişkinlerde beyinlerinde ortaya çıkan yapısal farklılıklarla ilişkili olduğunu gösteriyor.

Beyin Esnekliğini Artırmanın Yolu Sanattan Geçiyor

Beynin prefrontal korteks bölgesi, karar verme, planlama ve odaklanma gibi bilişsel işlevleri kontrol eder. Ayrıca dürtüleri kontrol etmeye, zamanı yönetmeye ve sorunlar hakkında çözüm odaklı yenilikçi düşünmeye yardımcı olur. Tüm bu görevler, “yürütücü işlevler” olarak bilinen bir

kategoriye girer. Sanat eğitimi, beynin bu görevleri nasıl yerine getirdiğini de etkileyebilir.

Los Angeles, Güney California Üniversitesi Beyin ve Yaratıcılık Enstitüsünden Nörobilimci Assal Habibi’nin çalışmaları, müziğin beyni nasıl etkilediğine odaklanıyor. Çalışmalarının sonuçlarına göre müzikle ilgilenen çocuklar, müzikle ilgilenmeyen çocuklara göre “yürütücü işlev” görevlerini daha iyi yönetme eğiliminde. Bir çalışmada Habibi ve ekibi, 9 ila 11 yaşlarındaki çocuklarda beyin değişikliklerini ve faaliyetlerini izlemek için manyetik rezonans görüntüleme (MRI) yöntemini kullandı ve beynin sesi işleyen bölümlerinin, müzik eğitimi alan çocuklarda daha kalın olduğunu tespit etti. Bu durum, bölümlerinin etkinliğinin daha yüksek olduğunu bir işaretiydi. Üstelik veriler, müziğin beyindeki etkilerinin yıllarca sürebileceğini gösterdi. Habibi’nin ekibi, iki yılını bir müzik aleti çalmayı öğrenerek geçiren çocukların beyinlerinde ilginç bir değişiklik daha olduğunu belirtti. Dürtüsel tepkileri dizginlemeye yardımcı olan bölgelerin daha fazla aktif olduğunu gözlemlediler. Bu tür dürtü kontrolü yürütme işlevinin bir parçası olduğu için Habibi, bunun müzik eğitiminin ek bir faydası olabileceğini düşünüyor.

Müzik ve diğer sanat türleri, bilim insanlarının plastisite (beyin esnekliği) olarak adlandırdığı durum nedeniyle beyindeki değişiklikleri tetikleyebilir. Plastisite, sinir sisteminin yapısını, işlevlerini veya bağlantılarını yeniden düzenleyerek içsel veya dışsal uyaranlara yanıt olarak beyin aktivitesini değiştirme yeteneği olarak tanımlanabilir yani başka bir deyişle beynin kendini yeniden organize etme yeteneğidir. Sinir hücreleri arasındaki bağlantılar, müziğe ve diğer deneyimlere yanıt olarak oluşabilir veya kopabilir. Bu yüzden Habibi, müzik eğitimi almanın, beynin yürütücü işlev becerilerinden sorumlu sistemlerini daha esnek hâle getirdiğini düşünüyor.

Müziğin, dili işleme biçimimizi nasıl etkilediğini de inceleyen Assal Habibi, çalışmalarına gönüllü olarak katılan çocukların beyinlerindeki elektriksel aktiviteyi ölçtüğü çalışmada çocuklara kelime bölümleri, farklı notalar, doğa sesleri ya da sadece gürültü olmak üzere farklı ses türlerini dinletti ve beyin sesle ilgili verileri işleyen bölümlerinin, müzik dersi alan çocuklarda almayanlara göre daha aktif olduğunu gördü. Duydukları sesler ne olursa olsun müzik eğitimi alan çocukların beyinleri bu verileri daha hızlı ve daha verimli bir şekilde işledi. Bu nedenle, bu çocukların ikinci bir dil gibi sese dayalı diğer becerileri daha kolay öğrenebilecekleri sonucuna vardı.

Bu tür bir müzik ve ses eğitiminin, yaygın bir okuma bozukluğu olan disleksili kişilere de yardımcı olabileceği düşünülüyor. Beklenmedik okuma güçlüğü ile karakterize edilen gelişimsel disleksi, hızlı akustik uyaranların işlenmesinde temel bir eksiklik içerebiliyor. Bu kişilerin beyinleri, konuşma seslerinin yazılı kelimelerle nasıl eşleştiğini çözmekte zorlanıyor. Dili nasıl öğrendiğimiz üzerine çalışmalar yürüten, Cambridge'deki Harvard Üniversitesinden Nadine Gaab, seslerle yapılan eğitimin hem çocuklarda hem de yetişkinlerde disleksiye iyileştirebileceğini göstermiş. Gaab, bir çalışmada 9 ila 12 yaşındaki çocuklara beyin tarayıcısı cihazında bulundukları sırada bazı sesleri dinletti. Sesler kelimelere ait değildi ama konuşmadakine benzer ritimler içeriyordu. Bazı ritimler hızlı, bazıları ise daha yavaştı. Disleksisi olan 22 çocukta ritimlerin ne kadar hızlı değiştiğine bakılmaksızın

beynin aynı bölgeleri, tüm seslere tepki verdi. Disleksi olmayanların 11 beyin bölgesi, hızlı sesleri

dinlerken yavaş seslere farklı tepki verme eğilimindeydi. Daha sonra disleksili öğrencilere seslerle ilgili özel bir eğitim verildi. Cıvıltıları, ıslıkları ve bazı konuşma seslerini dinlediler. Sonrasında



hangi seslerin ton olarak tizleştiğini ya da kalınlaştığını belirlemeleri istendi. Sekiz haftalık bu eğitimden sonra disleksili çocukların beyinleri, seslere disleksi olmayanların beyinleriyle aynı şekilde tepki verdi. Eğitim, okumayı içermese de çocukların okuma test puanları da normal aralığa ulaşacak kadar iyileşti.

Karalama Bile Olsa, Çizim Yapmanın Sihri!

Çeşitli araştırmalar, bir şey öğrenirken karalama yapmanın insanların bu bilgileri daha iyi hatırlamasına yardımcı olabileceğini gösteriyor. Bu araştırmalardan birinde, İran'da 12 ila 13 yaşındaki öğrenciler bir dizi fen dersinden sonra kısa testlere tabi tutuldu. Bazı dersler sırasında öğrencilere boş kâğıt verildi ve ders sırasında karalama yapmaları istendi. Karalama yapanların, yapmayanlara göre sınav notları daha çok yüksekti. Öğrenciler karalama yaptıktan sonra girdikleri sınavlarda yaklaşık %20 oranında daha başarılı oldular. Benzer şekilde Kanada'daki üniversite öğrencileri, kelimeleri okurken resim çizebildikleri takdirde bir kelime listesini daha iyi hatırladı. Kelimeler, "elma" gibi basit ve çizimi kolay öğelerdi.

Yetişkinler üzerinde yapılan bir çalışmada ise katılımcılara bir kutlama etkinliği hakkında uzun ve sıkıcı bir telefon görüşmesi kaydı dinletildi. Kutlamaya katılan kişilerin isimleri, diğer bilgilerle karıştırılarak söyleniyordu. Katılımcılardan bir bölümüne görüşme kaydını dinlerken duydukları isimleri not etmeleri, bir bölümüne de karalama yapmaları istendi. Karalama yapanlar, yapmayanlara kıyasla daha fazla ismi aklında tuttu. Karalama yapanlar ayrıca telefon görüşmesindeki diğer ayrıntıları da daha iyi hatırladı.

Sınıfta Sanat

Bazıları için sanat ve bilim birbirinden farklı yaklaşımlara sahip gibi görünebilir. Kimisine göre sanat, fikirlerin yaratıcı akışını, bilim ise deneyleri ve somut verileri içerir. Aslında insanlar, her ikisini de dünyayı daha iyi anlamak için kullanır. Bilimin de sanatın da özgün ve yenilikçi düşünme yeteneği gerektirdiği düşünülürse her ikisinin de tahminimizden çok daha fazla ortak yönü olduğunu görmek mümkün. Yapılan bir araştırmaya göre sanat, öğrencilerin fen dersinde öğrendiklerini daha iyi hatırlamalarına da yardımcı olabiliyor. Johns Hopkins Üniversitesinde Eğitim Uzmanı olan Mariale Hardiman, 1990'lı yıllarda okul müdürüken sanatın herhangi bir türüyle ilgilenen öğrencilerin derslere daha ilgili olduklarını, dersleri daha dikkatli dinleyebildiklerini, daha fazla soru sorduklarını, dersler sanatla harmanlanarak anlatıldığında öğrencilerin öğrendiklerini sonrasında daha fazla hatırladıklarını fark etmiş. Bunun üzerine Hardiman,

sanatın öğrenmeyi gerçekten olumlu etkileyip etkilemediğini ya da ne kadar ve nasıl desteklediğini test etmek için birtakım deneyler yapmaya karar vermiş ve diğer araştırmacılar ve altı yerel okul ile iş birliği yapmış.

Araştırmacılar, beşinci sınıf öğretmenleriyle birlikte geleneksel fen derslerinin sanat odaklı versiyonlarını oluşturduktan sonra 350 öğrencinin her birini rastgele bir şekilde geleneksel bir fen sınıfına ya da sanat odaklı bir sınıfa yerleştirmiş. Öğrenciler daha sonra yaklaşık bir üniteyi tamamlamak için üç hafta boyunca bu şekilde fen derslerine devam etmiş. Yeni bir döneme geçtiklerinde öğrencilerin sınıfları değiştirilmiş. Böylece her öğrenci hem sanat odaklı hem de standart bir sınıfta derse girme imkânı bulmuş. Her ünite, farklı öğrenci gruplarına her iki şekilde de öğretilmiş. Bu sayede araştırmacılar, öğrencilerin her iki sınıf türünde de nasıl performans gösterdiğini gözlemleyebilmiş. Deneyin her aşamasından önce ve sonra öğrenciler bazı testlere





tabi tutulmuş. On hafta sonra üçüncü bir test daha yapılmış. Bu testte iki ay önce öğrendiklerini hâlâ ne kadar iyi hatırladıkları ölçülmüş. Bu sayede sanat ve sanat dışı sınıflarda bulunmanın, farklı öğrenme becerilerine sahip öğrencileri nasıl etkilediği karşılaştırılmış.

Normal sınıflarda başlayan öğrenciler, sanat odaklı bir sınıfa geçtikten sonra daha iyi performans göstermiş. Ancak sanat odaklı bir sınıfta başlayanlar, normal bir fen sınıfına geri döndüklerinde bile başarılı olmuş. Hardiman, bu öğrencilerin geleneksel bir sınıfa geri döndükten sonra da bazı sanat tekniklerini kullandıklarını, bazılarının bilgiyi akıllarında tutmalarına yardımcı olması için çizim yapmaya ya da şarkı söylemeye devam ettiğini, bunun da sanatın, öğrencilerin kendi başlarına yenilikçi öğrenme yöntemlerini uygulamalarına yardımcı olabileceğini gösterdiğini söylüyor. Sanatın en güçlü faydası ise okulda zorlanan öğrencilerde ortaya çıkmış. Johns Hopkins Üniversitesi Tıp Fakültesinde Uluslararası Sanat ve Zihin Laboratuvarını yöneten Susan Magsamen, okulların sanatı, öğrenmenin kritik bir parçası olarak görmesi gerektiğini, okulda sanat eğitimi almanın, beynin gelişmesine yardımcı olduğunu, sosyal ve duygusal öğrenmeye rehberlik ettiğini vurguluyor.

Bilim insanları, sanat yapmak ya da sanattan keyif almak için sanat eğitimi almaya ya da yetenekli olmaya gerek olmadığını söylüyor ve sanatı sadece bir şekilde günlük hayatımıza dâhil etmemizi öneriyor. Öyleyse bilim insanlarının önerilerine kulak verip mesela müzeleri daha sık ziyaret edin, bir müzik aleti çalmayı öğrenin, konserlere ve sergilere gidin, tiyatro ve film izleyin, dans edin, resim yapın... Size hangisi iyi geliyorsa... Tüm bunlar beyin gücünüzü artırmaya yardımcı olabilir. İçinizdeki sanatçının parlamasına izin verin! ■



Kaynaklar

- Hardiman, M. ve ark., "The effects of arts-integrated instruction on memory for science content", *Trends in Neuroscience and Education*, cilt 14, s. 25-32, 2019.
- Hardiman, M. ve ark., "The Effects of Arts Integration on Long-Term Retention of Academic Content", *Mind, Brain and Education*, cilt 8, sayı 3, s. 144-148, 2014.
- <https://doi.org/10.1037/aca0000670>
- <https://www.communities1st.org.uk/sites/default/files/2022-08/Bone%20Fancourt%202022%20-%20Arts%20Culture%20and%20the%20Brain.pdf>



ŞEKİL HAFIZALI ALAŞIMLAR Bu Malzemeler Unutmuyor!

Hayriye Yetiş [TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi

Sinema dünyasının öne çıkan bilimkurgu filmlerinden biri, şüphesiz ki Transformers. Seri hâlinde yayınlanan filmin belki de en dikkat çekici sahnelerini, robotların anında şekil değiştirerek araçlara, uçaklara veya farklı nesnelere dönüştüğü, sonrasında ise tekrar eski hâllerine geldiği sahneler oluşturuyor. Böylesi bir durumun gerçek hayatta da mümkün olmasını sağlayacak bir teknoloji bulunuyor: “Akıllı” malzemeler!

Sıcaklık, ortamın asitlik derecesi (pH), basınç ya da manyetik alan gibi dış faktörlerin etkisiyle özellikleri amaca uygun biçimde kontrol edilebilen malzemeler akıllı malzemeler olarak adlandırılır. Çevresel koşullar değiştiğinde şekil ve boyut değiştirebilme, hasar gördüklerinde kendi kendilerini onarabilme gibi özelliklere sahip akıllı malzemeler, çeşitli sektörlerde geniş uygulama alanına sahip. Aynı zamanda günümüzde endüstriyel alanda artan tüketim ihtiyaçlarını karşılamaya yönelik teknolojik gelişmeler sayesinde, bu malzemeler yeni özellikler ve uygulama alanları kazanmaya devam ediyor. Akıllı malzemeler arasında en yaygın kullanım alanına sahip olanlardan biri ise şekil hafızalı alaşımlar.

Alaşımlar iki veya daha fazla metalin ya da bir metal ve metal olmayan bir elementin genellikle eritilerek bir araya getirilmesiyle elde edilir. Paslanmaz çelik, pirinç ve bronz, günlük yaşamımızda sıklıkla karşımıza çıkan bazı alaşım örnekleridir. Şekil hafızalı alaşımların temel özelliği ise şekli değiştikten veya deforme olduktan sonra orijinal formuna dönebilen diğer bir ifadeyle orijinal şeklini “hatırlayabilen” akıllı malzemeler olmalarıdır. Bu durum malzemelerin süperelastiklik ve şekil hafızası özelliklerine sahip olması sayesinde gerçekleşir. Eğer bir malzeme belirli bir sıcaklığın üzerindeyken sıcaklık değişimi olmadan sadece uygulanan mekanik yükün yani gerilimin ortadan kalkmasıyla orijinal formunu kazanabiliyorsa süperelastik özelliktedir. Süperelastik özellikteki malzemeler neredeyse kauçuk benzeri bir davranış gösterir yani üzerine uygulanan gerilimin etkisiyle şekil değiştirdikten sonra orijinal şekline dönebilir. Düşük sıcaklıklarda deforme olan bir malzemenin belirli bir sıcaklığın üzerinde orijinal formuna dönmesi ise şekil hafızası özelliğine sahip olduğu anlamına gelir.

Alaşımlarda şekil hafızası etkisinin ilk olarak 1930’larda ortaya çıktığı biliniyor. İsveçli Kimyager Gustav Arne Ölander, 1932 yılında altın-kadmiyum alaşımının soğukken bükülebildiğini, ısıtıldığında ise orijinal şekline geri dönebildiğini gözlemledi.

1959 yılında ise ABD’de bulunan Deniz Kuvvetleri Mühimmat Laboratuvarı araştırmacılarından William J. Buehler nikel-titanyum alaşımında şekil hafızası etkisini keşfetti. Şekil hafızalı alaşımların öneminin anlaşılması ve endüstride pratik uygulamalarına geçiş ise 1960’lı yıllarda, daha önce keşfedilen şekil hafızalı alaşımlardan daha ucuz, kullanımı daha kolay ve biyouyumluluk özellikleri daha gelişmiş nikel-titanyum alaşımının nitinol olarak ticarileştirilmesiyle birlikte gerçekleşti. Sonrasında bu tür alaşımlar havacılık, inşaat ve sağlık gibi



birçok sektörde kullanılmaya başlandı. Örneğin geliştirilen nitinol gözlük çerçevelerinin üretiminde, dişçilikte implantların ve ortodonti uygulamalarında kullanılan bileşenlerin üretildiği biyomalzemelerde ve daralan ya da tıkanan kalp damarlarında kan akışını normale döndürmek amacıyla kullanılan stentlerin üretiminde kullanılıyor.

Şekil Hafızalı Alaşımlar Şekillerini Nasıl “Hatırlar?”

Bir nesneye uygulanan kuvvet, nesnenin deforme olmasına yani şekil ve boyut değiştirmesine neden olur. Değişimin tam olarak nasıl olduğu ise nesnenin yapıldığı malzemeye bağlıdır. Alüminyumdan yapılmış gözlük çerçevesini eğip bükttükten sonra kendiliğinden

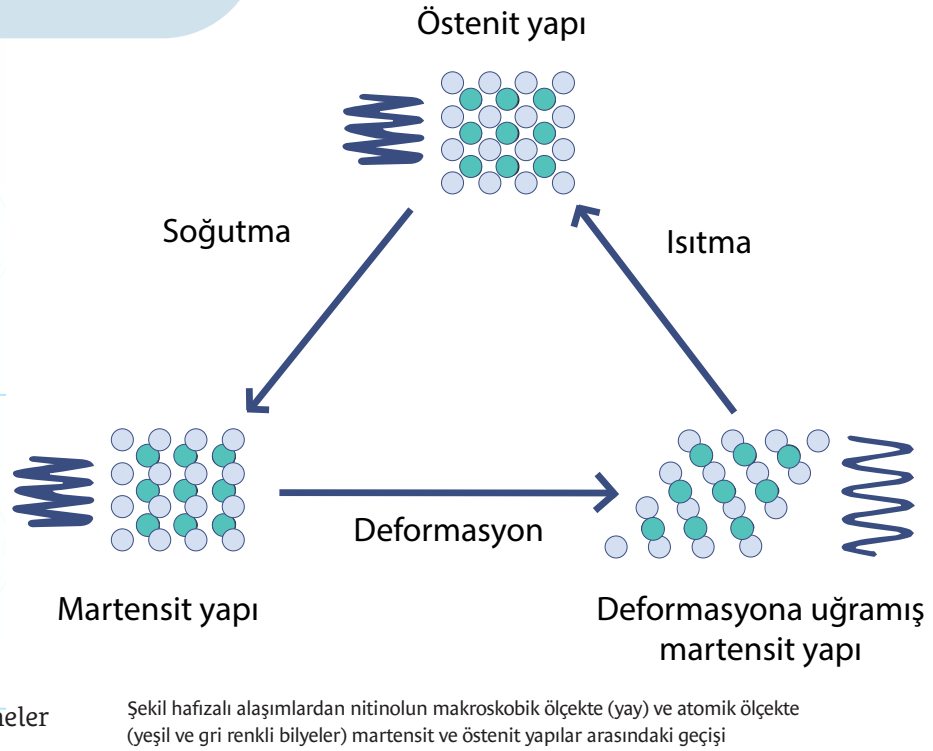
ilk hâline gelmesini bekleyemeyiz. Ancak şekil hafızalı alaşımlardan üretilen nesneler farklı davranır. Bu malzemelerin şekil değiştirebilme yeteneklerinin temelinde dönüşüm sıcaklığına bağlı olarak kristal yapılarında meydana gelen değişimler vardır.

Dönüşüm sıcaklığı olarak ifade edilen kritik bir sıcaklık değerinin altında ve üstünde farklı kristal yapıya sahip olmaları, şekil hafızalı alaşımların en temel ayırt edici özelliğidir.

sıcaklığının üzerinde bir sıcaklığa ulaşırsa sağlanan ısı enerjisiyle telin kristal yapısı içindeki atomlar yeniden düzenlenerek ilk konumlarına geri döner ve tel orijinal şeklini alır. Sıcaklığı tekrar düştüğünde ise üzerine bir kuvvet uygulanmadığı müddetçe orijinal şeklini korumaya devam eder. Şekil hafızalı bu tel, sürekli olarak dönüşüm sıcaklığının üzerinde bir sıcaklığa sahip olursa uygulanan kuvvetin artmasıyla yine deformasyona uğrayabilir. Kuvvetin ortadan kalkması ile süperelastiklik özelliği sayesinde ilk şekline geri döner.

Şekil hafızalı alaşımlar martensit ve östenit adı verilen iki farklı kristal yapıya sahip olabilir. Daha yüksek sıcaklıklarda östenit fazda bulunan şekil hafızalı alaşımlar bu fazdayken, atomlar kristal yapı içinde daha simetrik şekilde düzenlenir ve bu fazdayken malzeme daha serttir. Daha düşük sıcaklıklarda ise şekil hafızalı alaşımlar martensit yapıya geçer. Atomların kristal yapı içinde daha az simetrik düzenlendiği bu fazda, malzemeler daha yumuşak yapıdadır.

Martensit ve östenit yapıları arasındaki geçiş süreci katı hâl faz değişimi olarak adlandırılır ve bu süreç madde tamamen katı hâldeyken gerçekleşir. Düşük sıcaklıklarda yani martensit yapıda kolayca şekillendirilebilen malzeme, daha yüksek sıcaklıklarda yani östenit yapıda daha sert ve deforme olması zor bir hâl alır. Örneğin şekil hafızalı bir teli, düşük sıcaklıklarda eğip bükerek ona yeni şekiller kazandırmak mümkündür. Teli nasıl bükerseniz bükelim aynı sıcaklıklarda kaldığı sürece sıradan bir tel gibi yeni hâlini korur. Ancak eğer tel, dönüşüm



Şekil hafızalı alaşımlardan nitinolun makroskobik ölçekte (yay) ve atomik ölçekte (yeşil ve gri renkli bilyeler) martensit ve östenit yapıları arasındaki geçişi

Şekil Hafızalı Alaşımların Kullanım Alanları

Şekil hafızalı alaşımlar uzun yıllardır çeşitli endüstrilerde yaygın olarak kullanılıyor. Bu durumun nedeni plastiklerin, metallerin ve geleneksel alaşımların aksine şekil hafızalı alaşımların esnek yapıda, aşınmaya dayanıklı ve sterilize edilmesinin kolay olması. Aynı zamanda hafif yapıdaki ve çok yüksek sıcaklıklara

dayanabilen bu alaşımlar uzay roketleri ve sondaları ile uzay araçlarının tekerleklerinde yaygın olarak kullanılıyor. Örneğin, Hubble Uzay Teleskobu (HUT), uzayda görev yapacağı yörüngeye ulaştığında şekil hafızalı alaşımdan yapılmış kolları sayesinde güneş panelleri otomatik olarak serbest bırakıldı. Fırlatma sırasında, nispeten düşük sıcaklıktaki uzay mekiğine yerleştirilen teleskobun şekil hafızalı kolları içe doğru bükülmüş hâldeydi ve güneş panelleri güvenli bir şekilde katlanmıştı. Uzaya ulaşan teleskop, mekikten ayrıldıktan sonra ise Güneş ışınlarının etkisiyle ısındı ve teleskobun kollarının sıcaklığı, dönüşüm sıcaklığının üzerine ulaştı. Bu sayede orijinal şekline geri dönen kollar, güneş panellerinin açılmasını sağladı.

Nitinol özellikle sağlık sektöründe yaygın olarak kullanılıyor. Damar içine yerleştirilerek vücut ısıyla şekil değiştiren ve damardan geçen pıhtıları tutarak akciğere ulaşmasını engelleyen filtre, nitinolün uygulamalarından sadece biri. Bunun yanında nitinol, işlevinde bozulmalar ortaya çıkan eklemlere yerleştirilen implantlarda, tıbbi cihazların üretiminde ve çene kemiğinde yanlış yönlendirilmiş dişlerin doğru hizalanması amacıyla yapılan ortodontik tedavilerde kullanılıyor.

Sağlık sektöründe kullanılmaya başlandığı ilk zamanlarda, nikelin toksik etkisinin olabileceği ile ilgili şüpheler mevcuttu. Ancak zamanla nitinolün

özelliklerinin ve biyouyumluluğunun, nikelin ve titanyumun tek başına sahip oldukları özelliklerden farklı olduğu anlaşıldı. Alaşımın yüzeyiyle temas eden hücrelerin büyümesinde herhangi bir engelle karşılaşılmadığını gösteren çok sayıda bilimsel çalışma mevcut. Aynı zamanda nitinole maruz kalan hücrelerin çoğalmasında şu ana kadar herhangi bir olumsuz etkisinin gözlemlenmemiş olması, nitinolün sağlık için zararlı olabilecek etkilerine dair şüpheleri ortadan kaldırıyor.

Şekil Hafızalı Alaşımlar ve Ötesi

Nitinol, en yaygın şekil hafızalı alaşım türlerinden biri olsa da günümüzde bakır, çinko ve alüminyumdan oluşan veya demir, manganez ve silisyumdan oluşan alaşımlar gibi başka pek çok şekil hafızalı alaşım türü var. Tüm bu çeşitleriyle birlikte şekil hafızalı alaşımlar, otomotiv sektöründen uzay araştırmalarına, sağlıktan robot teknolojilerine kadar farklı endüstrilerde yaygın olarak kullanılıyor. Malzeme bilimindeki gelişmelerle birlikte keşfedilen yeni özellikler, şekil hafızalı alaşımlara yeni kullanım alanları açmaya devam ediyor.

Diğer yandan şekil hafızası etkisi alaşımlarla sınırlı değil. Birkaç yıl önce Massachusetts Teknoloji Enstitüsü Malzeme Bilimi ve Mühendisliği bölümünden Christopher Schuh ve meslektaşları



Nitinol telin farklı sıcaklıklarda şekil değiştirmesi

tarafından gerçekleştirilen ve bulguları *Nature* dergisinde yayımlanan bir araştırma, geliştirilen seramik bir malzemenin benzer özelliklere sahip olabileceğini gösterdi. Araştırmacılar şekil hafızalı bu seramik malzemenin, şekil hafızalı alaşımların kullanılabildiği sıcaklıkların çok daha üzerinde işlevini yerine getirdiğini ifade ediyor. Aynı zamanda üretilen bu malzeme, esnek yapıda olup sıradan seramikler gibi kırılgan değil. Bu durum malzemeye, geniş bir uygulama alanı sağlıyor.

Bazı şekil hafızalı alaşım türlerine kıyasla daha hafif, ucuz ve esnek yapıda olan şekil hafızalı polimerler ise malzeme biliminde önemli yere sahip bir diğer malzeme türü. Bu polimerler esnek yapılarıyla şekil hafızalı alaşımlardan üretilen malzemelere göre daha karmaşık geometrik yapıların tasarlanmasına imkân sağlayabiliyor. Kırışmayan akıllı kumaşlar, giyilebilir elektronik cihazlar, obezite tedavisine yönelik implantlar ise şekil hafızalı polimerlerin



Zoonar GmbH / SPL

Stentin farklı sıcaklıklarda şekil değiştirmesi

uygulama alanlarından sadece birkaçı. Malzeme biliminde yapılan araştırmalar, şu an bize imkânsız gibi gelen teknolojilerin ileride hayata geçmesini sağlayabilir. Bu alandaki ilerlemelerle beraber yeni özelliklere sahip malzemeler geliştirmek ve çeşitli endüstrilerde karşı karşıya kalınan karmaşık sorunlara yenilikçi çözümler getirmek, birçok alanda hayatı daha da kolaylaştırmaya devam edeceğe benziyor. ■

Kaynaklar

<https://doi.org/10.1080/15376494.2024.2307471>

<https://wire.uni-muenster.de/transformers-in-real-life-shape-memory-alloys-or-revolutionary-properties-in-science-and-the-game-changer-in-industry>

<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/adma.202208517>

<https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/1045389X231185458>

<http://dx.doi.org/10.1117/12.861386>

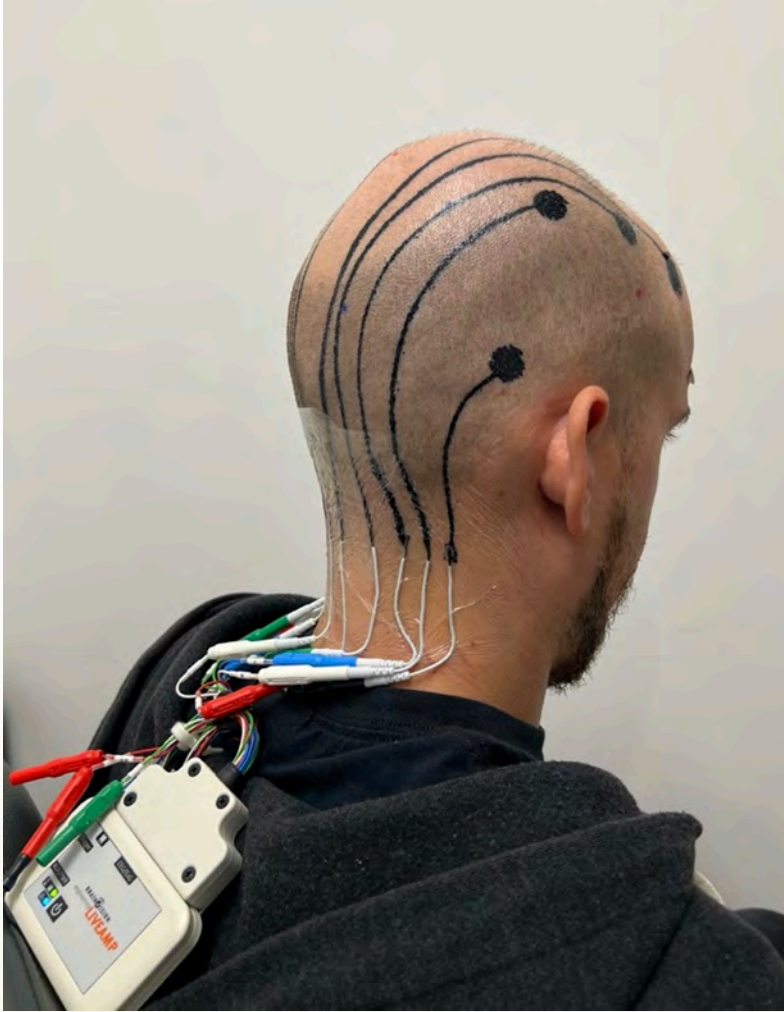
<https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC8835830/>

<https://news.mit.edu/2022/shape-memory-material-ceramic-1005>



Beyin Aktivitesini Ölçen Yeni Bir Yöntem

Dr. Özlem Ak [TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi



Nanshu Lu

Elektroensefalografi (EEG), beyin tümörü, beyin hasarı ve epilepsi nöbeti gibi çeşitli nörolojik durumların teşhisi için kullanılan önemli bir yöntemdir. İnsanların kafatası boyutu ve şekli farklılık gösterdiği için geleneksel bir EEG testi sırasında görevliler, hastanın kafasının boyutlarını ölçer, elektrotları yapıştıracakları bir düzineden fazla noktayı işaretler ve bu noktalara yerleştirilen elektrotların uzun telleri, beyin aktivitesini izlemek için bir veri toplama makinesine bağlanır. Bu zaman alıcı ve zahmetli işlem, EEG testi boyunca saatlerce beklemek zorunda kalan birçok hasta için rahatsız edici olabilir. Bu işlemi daha basit hâle getirmek için bilim insanları, ilk kez hastanın kafa derisine basabilecekleri sıvı bir mürekkep geliştirdi.

Cell Biomaterials dergisinde 2 Aralık 2024'te yayımlanan bu yöntem, beyin dalgalarını izlemek ve nörolojik durumları teşhis etmek için şu anda kullanılan zahmetli süreçte umut verici bir alternatif sunuyor. Austin'deki Texas Üniversitesinden Nanshu Lu ve ekibi, elektronik dövme ya da e-dövme olarak bilinen bir teknoloji ile bedensel sinyalleri kafa derisinin yüzeyinden

algılayabilen küçük sensörlerin geliştirilmesine öncülük ediyor. Dövmenin mürekkebi, “poli 3,4-etilendioksitiyofen” (PEDOT) ve “polistiren sülfonat” (PSS) adı verilen iki polimerden oluşuyor. Elektriksel iletkenliği son derece yüksek ve dayanıklı olan bu polimer, cildi tahriş etmiyor.

Geçmişte e-dövmeler genellikle cilde aktarılmadan önce ince bir yapışkan malzeme tabakası üzerine basılıyordu ancak bu, sadece tüysüz bölgelerde etkili oluyordu. Lu, cildin tüylü bölgeleri ile uyumlu malzemeleri tasarlamının, e-dövme teknolojisinde süregelen bir zorluk olduğunu belirtiyor. Ekip, bu zorluğun üstesinden gelmek için iletken polimerlerden yapılmış bir tür sıvı mürekkep tasarladı. Mürekkep, saçtan kafa derisine ulaşıyor ve kuruduktan sonra ince bir film tabakası oluşturuyor. Bu tabaka sensör görevi yaparak kafa derisi yoluyla beyin aktivitesini algılıyor.

Araştırmacılar, bir bilgisayar algoritması kullanarak hastanın kafa derisi üzerinde EEG elektrotları için noktalar belirliyor. Ardından dijital olarak kontrol edilen püskürtmeli bir yazıcı kullanarak noktaların üzerine ince bir tabaka şeklinde e-dövme mürekkebi püskürtüyorlar. Mürekkebin iki farklı formülasyonu var: Biri beyin sinyallerini toplayan

elektrotlar için, diğeri de boynun arkasına uzanan bağlantılar için. Sonrasında fiziksel kablolar sayesinde beyin sinyalleri, verileri kaydeden küçük bir cihaza taşınıyor.

Ekip, çalışmalarında kısa saçlı beş katılımcının kafa derisine e-dövme elektrotları bastı. Ayrıca e-dövmelerin yanına geleneksel EEG elektrotları da eklediler ve e-dövmelerin beyin dalgalarını minimum gürültü ile tespit etmede geleneksel EEG kadar iyi performans gösterdiğini tespit ettiler. İşlemden 6 saat sonra geleneksel elektrotların üzerindeki jel, kurumaya başladı. Bu elektrotların üçte birinden fazlası herhangi bir sinyal alamadı, kalan elektrotların çoğunun ciltle teması azaldı ve bu da algılanan sinyallerin hassasiyetinin azalmasına neden oldu. E-dövme elektrotları ise en az 24 saat boyunca sinyal kalitesinde bir bozulma olmadan bağlantı sağladı.

Ekip üyesi José Millán, çalışmalarının, invazif (kesi) olmayan beyin-bilgisayar arayüz cihazlarının tasarlanmasında da önemli bir adım olduğunu düşünüyor. Beyin-bilgisayar

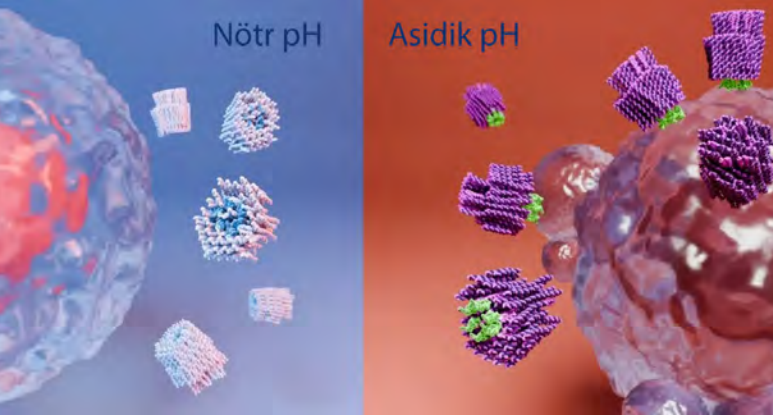
arayüz cihazları, konuşma veya hareket gibi işlevlerle ilişkili beyin faaliyetlerini kaydederek çalışır ve bu sinyalleri bir kası hareket ettirmek zorunda kalmadan harici bir cihazı kontrol etmek için kullanır. Şu anda bu cihazlar, genellikle kullanımı zahmetli olan büyük bir kulaklık seti içeriyor. Millán, e-dövmelerin harici cihazın yerini alma, elektrotları doğrudan hastanın kafasına basma potansiyeline sahip olduğunu ve beyin-bilgisayar arayüzü teknolojisini daha erişilebilir hâle getirdiğini söylüyor.

E-dövmenin saçı olmayan ve küt kesimli saç stiline sahip kişilerde de işe yaradığı görüldü. Ancak yöntem henüz uzun, kalın telli ve kıvrıkcık saç tipleri üzerinde kapsamlı bir şekilde test edilmedi. Lu, sensör tasarımı, biyouyumlu mürekkep ve yüksek hızlı baskı alanındaki yeniliklerin, gelecekte e-dövme sensörlerinin vücut üzerinde üretilmesinin önünü açacağını ve bu yöntemin hem klinik ortamlarda hem de başka uygulamalarda kullanılabileceğini düşünüyor. ■

Kaynak

<https://www.newscientist.com/article/2458409-temporary-scalp-tattoo-can-be-used-to-record-brain-activity/>

Akıllı Nanorobotlarla Kanser Tedavisi



DNA'yla nano ölçekli yapılar inşa etme yöntemine "DNA origami" deniyor. İsveç Karolinska Enstitüsü Medikal Biyokimya bölümünden araştırmacılar yıllardır bu alanda çalışmalar yapıyor. DNA origami tekniğiyle altıgen peptit yapılardan oluşan ve tümör hücrelerini hedef alan akıllı nanorobotlar geliştiren bilim insanları kanser hücrelerini yok etmeyi hedefliyor. DNA'dan yapılmış kılıfların içine yerleştirilen bu robotlar, yalnızca tümör çevresindeki asidik ortamda aktif hâle geliyor. Böylece sağlıklı hücrelere zarar vermeden kanser hücrelerini yok edebiliyor.

Laboratuvar testlerinde, vücudun ortalama asitlik derecesi olan pH 7,4'te peptit yapıdaki robotların nanoyapının içinde gizli kaldığı, ancak pH 6,5'e düştüğünde öldürücü etkisinin ortaya çıktığı gözlemlendi. Yapılan testlerde, nanorobotların enjekte edildiği meme kanseri olan farelerde tümör büyümesinin %70 azaldığı görüldü. Şimdi ise araştırmacılar, bu tedavinin insanlardaki etkisini incelemeyi ve nanorobotların farklı kanser türlerine özgü versiyonlarını geliştirmeyi planlıyor.

Kaynak: <https://bit.ly/3AZFBXy>

Ev İşlerini Yapan Robot

Physical Intelligence (PI), ev işlerini yerine getirebilen yapay zekâ (YZ) destekli robotlar geliştiriyor. PI, çeşitli ev işlerini yapmak için eğitilen YZ modelleriyle, robotlara beceriler kazandırıyor. $\pi 0$ (pi-sıfır) modeli, çamaşır makinesinden kıyafetleri çıkarmak, çamaşır katlamak ve masaları temizlemek gibi görevleri başarıyla gerçekleştirebiliyor.

Firma tek bir göreve odaklanan geleneksel robotlara yönelik algoritmaların aksine, genel amaçlı algoritmalar geliştiriyor ve bu algoritmaları geniş çapta robotik verilerle eğitiyor. Geliştirme sürecinde, insanlar tarafından uzaktan kontrol edilen robotlar, kıyafet gibi esnek materyallerle çalışmayı, fiziksel dünyayı anlamayı ve manipüle etmeyi öğreniyorlar. $\pi 0$, kıyafetleri katlarken silkelemek gibi insan benzeri hareketler yapabiliyor.



Ancak tüm bu ilerlemelere rağmen $\pi 0$, yumurta kutusunu fazla doldurup zorla kapatmaya çalışmak ya da nesneleri yanlış yerlere yerleştirmek gibi hatalar yapıyor. $\pi 0$ 'ın çamaşır katlama gibi becerilerini görmek için yandaki kare kodu akıllı cihazınıza okutabilirsiniz.



Kaynak: <https://bit.ly/4flpmgy>

Tam Otonom Sürüş Yaygınlaşıyor



Otonom araç teknolojisinin öncü şirketlerinden Waymo, tam otonom sürüş özelliğine sahip araçlarıyla şehir içi taşımacılık alanında önemli bir ivme yakaladı. Şirket, haftalık 1,5 milyon km'nin üzerinde sürüş ve 150.000'i aşkın ücretli yolculuk gerçekleştirerek sektörde dikkat çekici bir performans sergiliyor. Bu rakamlar, geleneksel ulaşım devi Uber'in günlük 28 milyon kilometre yolculuğuyla karşılaştırıldığında mütevazı görünse de teknolojinin geleceği açısından umut verici sinyaller veriyor. Waymo One hizmetinin kapsama alanı San Francisco, Los Angeles ve Phoenix'te genişlerken, şirket Phoenix ve San Francisco'da tam otonom otoyol operasyonlarını da başlattı.

Kaynak: waymo.com

Alphabet liderliğindeki yatırımcılardan 5,6 milyar dolarlık yeni finansman desteği alan Waymo'nun piyasa değeri 45 milyar dolara ulaştı. Şirket, 700 araçlık filosu ve 2.000'in üzerindeki çalışanı için yıllık yaklaşık 1 milyar dolar kaynak ayırıyor.

Ancak teknolojinin yaygınlaşmasının önünde hâlen bazı engeller bulunuyor. Yüksek operasyon maliyetleri, zorlu hava koşullarına adaptasyon, uluslararası pazarlara açılma ve araç maliyetlerini optimize etme gibi konular çözüm bekliyor. Ayrıca sistemin zaman zaman yolcuları yanlış lokasyonlara bırakması veya trafikte beklenmedik durumlar oluşturması gibi sorunlar da devam ediyor.



Online Toplantılarda İsteddiğiniz Dilde Konuşun

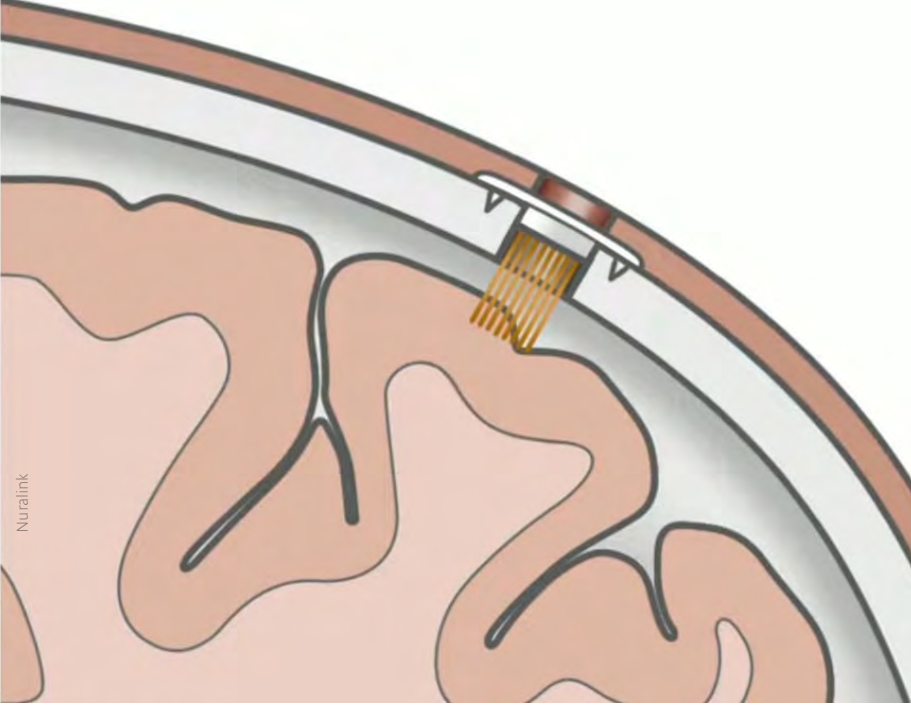
Yapay zekâ çevirilerinin zengin kelime kullanımı, farklı üslup ve anlatım biçimlerinden yararlanma gibi konularda gerçek tercümanlar kadar dilin zenginliğini yansıtmadığı ve kültürel nüansları aktarmada zorlandığı biliniyor. Ancak kullanım kolaylığı ve maliyet avantajı nedeniyle her geçen gün bu alanda yeni ürünler geliştirilmeye devam ediliyor. Microsoft, Teams platformuna 2025'in başında "Interpreter" adlı yeni bir özellik ekleyeceğini duyurdu. Microsoft 365 abonelerine sunulacak bu teknoloji, toplantılarda kullanıcıların seslerini taklit ederek dokuz farklı dilde (İngilizce, Fransızca, Almanca, İtalyanca, Japonca, Korece, Portekizce, Mandarin Çincesi ve



İspanyolca) çeviri yapmaya olanak tanıyacak. Interpreter, kullanıcının açık rızasıyla etkinleşiyor ve biyometrik verileri depolamıyor. İstenildiği zaman devre dışı bırakılabilir. Ayrıca konuşmanın doğal yapısında olmayan duygu eklemeleri yapmıyor.

Kaynak: <https://bit.ly/4fMPabw>

Neuralink'le Robot Kol Kontrolü



Beynin hareket kontrolünden sorumlu kısmına yerleştirilen N1 implantı

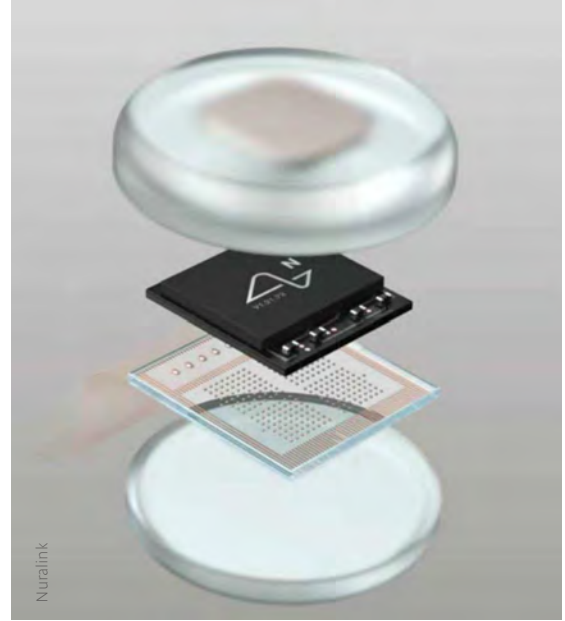
Elon Musk'ın nöroteknoloji şirketi Neuralink, beyin-bilgisayar arayüzü teknolojisinde önemli bir aşamaya ulaştı. Şirketin geliştirdiği N1 implantı felç geçiren hastaların düşünce yoluyla robotik kol kontrolü yapmaları için deneme onayı aldı.

N1 implantı, beynin hareket kontrolünden sorumlu motor kortekse yerleştirilen bozuk para büyüklüğünde bir cihaz. Sistem, üzerinde bulunan 1.024 elektrotla beyin sinyallerini algılayıp kablosuz aktarma yeteneğine sahip. N1 implantı ilk kez Ocak 2024'te felçli bir hastanın beyne yerleştirilmiş, katılımcı düşünceyle bilgisayar imlecini kontrol etmiş ve belirli hareketleri düşünerek bilgisayardaki görevleri yerine getirmişti.

N1, özellikle ALS ve omurilik yaralanmaları gibi hastalıklar nedeniyle boyundan aşağıdaki uzuvları

motor işlevlerini kaybeden bireylere yönelik olarak geliştirildi. Alınan onaydan sonra yapılacak denemeler ile N1'in robotik kol kontrolündeki emniyet düzeyi ve pratikliği değerlendirilecek.

Beyin-bilgisayar arayüzü teknolojisinin umut verici potansiyeline rağmen, gelişim sürecinin henüz erken aşamalarında olduğunu belirtmek gerekiyor. Klinik ortamlarda yaygın kullanıma geçmeden önce sağlık, güvenilirlik ve etkinlik açısından kapsamlı araştırmaların ve testlerin tamamlanması gerekecek.



N1 implantı, bozuk para büyüklüğünde bir cihaz.

Kaynak: <https://neuralink.com/blog/can-prime-study-launch/>

Havalı ve Teknolojik Gözlükler

İlk nesil artırılmış gerçeklik gözlükleri, 1990'ların sonlarında laboratuvar ortamından çıkıp kullanıcılarla buluşmaya başladı. Ancak gözlüğün üzerindeki donanımların hacimli yapısı, kullanıcı dostu olmayan tasarımlar ve sosyal ortamlarda yarattığı rahatsızlık nedeniyle geniş kitlelere ulaşamadı. Google'ın 2013'te piyasaya sürdüğü Google Glass, teknik yeniliklere rağmen kullanıcı gizliliğine yönelik endişeler ve cihazın sosyal etkileşimleri olumsuz etkilemesi nedeniyle başarısız oldu. Apple ise Vision Pro ile karma gerçeklik pazarına giriş yaparak farklı bir yaklaşım benimsedi. Ancak 3.500 dolarlık fiyatı ve cihazın büyük ve ağır olması nedeniyle geniş kitleler tarafından kullanılmadı. Benzer şekilde Snapchat'in 2016'da piyasaya sürdüğü Spectacles gözlükleri de, çektiği videoları sosyal medyada paylaşmaya imkân vermesine rağmen, işlevlerinin sınırlı olması ve yüksek fiyat nedeniyle beklenen ilgiyi göremedi.



kullanılabilir. Ray-Ban'ın klasik gözlük tasarımıındaki uzmanlığı, ürünün günlük kullanıma uygun bir form kazanmasını sağladı. Gözlük, her ne kadar artırılmış gerçeklik özellikleri sunmasa da yeni eklenen yapay zekâ özellikleri sayesinde bir tür akıllı asistan gibi çalışabiliyor.

Firmanın 2024 raporuna göre, Ray-Ban Meta gözlükleri 300 dolar başlangıç fiyatına rağmen Avrupa, Orta Doğu ve Afrika bölgesindeki Ray-Ban mağazalarının %60'ında en çok satan ürün konumuna ulaştı. Bu başarı tüketicilerin şık ve fonksiyonel akıllı gözlüklere olan talebini ortaya koyuyor.

Meta, ürünün yazılım yeteneklerini sürekli geliştiriyor. Hatırlatıcılar, WhatsApp entegrasyonu ve kare kod tarayıcı gibi özelliklere ek olarak, gözlükte canlı çeviri ve müzik kontrolü gibi özellikler de var. 4 saat pil ömrü ve gözlük kabında 8 defaya kadar şarj desteğiyle günlük kullanımda pil sorunu yaşatmayan gözlük, Meta View adındaki mobil



Bu sorunlara çözüm getirmek amacıyla Meta ve Ray-Ban'ın birlikte 2023'te piyasaya sunduğu gözlük, akıllı gözlük teknolojilerindeki başarısız denemeleri aşmış görünüyor. Bu ortaklık, teknoloji ile moda dünyasının uzmanlığını birleştirerek günlük kullanıma uygun ve estetik bir akıllı gözlük geliştirmeyi başardı. Ray-Ban Meta adındaki gözlük 12 MP kamera, çift mikrofon ve hoparlör teknolojisi ile donatıldı. 32 GB depolama alanı sunan gözlük, tek şarjla 4-6 saat

uygulama sayesinde iOS ve Android cihazlarla uyumlu çalışabiliyor. Meta ve Ray-Ban'ın 2030'lara uzanan yeni ortaklık anlaşması, Samsung ve Google'ın benzer bir ürün üzerinde çalışması ve Apple'ın 2027'de kendi akıllı gözlüğünü piyasaya sürme planları; bu pazarın önümüzdeki on yılda önemli bir büyüme potansiyeline sahip olduğunu gösteriyor. ■

<https://www.meta.com/smart-glasses/>

Bir Tür Alarm Zili Kaygı Bozukluğu

Dr. Özlem Ak [TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi

COVID-19 salgınının, küresel çapta kaygı bozukluğu (anksiyete) oranında önemli bir artışa neden olduğu düşünülse de aslında salgın başlamadan önce de bazı ülkelerde bu oran artma eğilimindeydi. Bu belirgin artış, bilimsel araştırmaların sonuçlarında da göze çarpıyor. Ancak ayrıntılara inildiğinde resim o kadar net değil. Bu artışın sebeplerinin ne olduğuna gelince COVID-19 salgını, bariz bir etken ancak tek neden değil.



Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ) verilerine göre dünya genelinde 284 milyon kişi, kaygı bozukluğundan muzdarip. Bu soruna kadınlarda erkeklere göre daha sık rastlanıyor. Etkili tedaviler mevcut olsa da en uygun tedavi seçeneğini bulmak, zorlu bir süreç olabiliyor ve insanların yalnızca bir kısmı bu tedavileri alabiliyor.

Kaygı bozukluğu, genellikle terleme veya hızlı kalp atışı gibi fiziksel semptomların eşlik ettiği, korku veya rahatsızlık hissi olarak tanımlanıyor. Kaygılı olmak, stresli durumlara verilen normal bir tepki iken bu duygunun aşırı tetiklenmesi, kontrol edilmesinin zorlaşması veya belirli bir neden olmadan hissedilmesi kaygı bozukluğunu akla getiriyor. Fobiler, sosyal kaygı bozukluğu, yaygın kaygı bozukluğu gibi farklı kaygı bozukluğu türleri bulunuyor ve bunların günlük yaşam üzerindeki etkileri, kişiler için hayli zorlayıcı olabiliyor.

Kaygı Bozukluğu Türleri

Ruh Sağlığı Bozukluklarının Tanısal ve İstatistiksel El Kitabının önceki baskılarında obsesif-kompulsif bozukluk, travma sonrası stres bozukluğu ve akut stres bozukluğu kaygı bozukluğu türleri arasında yer alıyordu. Ancak, 2013'ten itibaren artık bu tanımlar bir arada gruplandırılmıyor. Ruh Sağlığı Bozukluklarının Tanısal ve İstatistiksel El Kitabının metin revizyonu yapılmış 5. baskısı (DSM-5-TR) birkaç farklı kaygı bozukluğu içeriyor:

● Yaygın kaygı bozukluğu

Yaygın kaygı bozukluğu olan kişilerde belirli bir sebebi olmayan, kalıcı, yaygın endişe veya korku duyguları vardır. Bu, stresli bir duruma verilen ve bu durum sona erdiğinde ortadan kalkan bir tepki değil, günlük yaşamın birçok yönünü etkileyebilen genel bir endişe duygusudur.

● Panik bozukluk

Kaybetme korkusu, stresle ve heyecanla baş edememe gibi belirli tetikleyici durumlar panik atağı başlatabilir veya panik atak yaşayan kişi bazen nedenini bilmiyor olabilir.

● Spesifik fobi

Spesifik fobi, yükseklik veya örümcek gibi belirli bir nesne veya duruma karşı duyulan korkudur. Diğer kaygı bozukluklarının aksine, fobiler belirli bir tetikleyiciden kaynaklanır. Fobisi olan bir kişi korkusunun mantıksız veya aşırı olduğunu bilebilir, ancak tetikleyiciyle karşılaştığında korkusunu kontrol edemeyebilir.

● Agorafobi

Agorafobi, kaçmanın zor olabileceği veya acil durumlarda yardımın ulaşamayacağı yerlerden, olaylardan veya durumlardan korkma ve bu durumlarla karşı karşıya kalmaktan kaçınma durumudur. Asansöre binmek, toplu taşıma araçlarını kullanmak, evden ayrılmak agorafobisi olan bir kişinin korkup kaçınmasına neden olabilece bazı yaygın durumlardır.

● Sosyal kaygı bozukluğu

Başkaları tarafından olumsuz bir şekilde yargılanma korkusudur. Sosyal kaygı bozukluğu olan bir kişi, başkalarının kendi yaptığı her davranışı değerlendirdiğini veya insanlarla etkileşime girerse utanacağını veya küçük düşeceğini hissedebilir. Bu durum, kişinin sosyal ortamlarda bulumaktan çekinmesine veya yabancılarla konuşmak gibi sosyal etkileşime girmesini gerektiren durumlardan kaçınmasına neden olabilir.

● Ayrılık kaygı bozukluğu

Bir kişinin kendisini güvende hissettiği bir yerden veya kişiden ayrıldıktan sonra endişeli hissetmesidir. Ayrılık kaygısı küçük çocuklarda yaygın olarak görülür. Ancak her yaştan insanı da etkileyebilir.

● Seçici mutizm

Bir kişinin kendini rahat hissettiği ortamlarda konuşabildiği ancak kaygı bozukluğu nedeniyle belirli sosyal ortamlarda konuşamadığı bir durumdur. Örneğin, seçici mutizmi olan bir çocuk evde konuşabilir ancak anaokulunda veya yabancıların yanında konuşamaz. Seçici mutizm, fiziksel veya bilişsel konuşma yetersizliğine neden olan durumlardan farklıdır. Bu nedenle, birçok doktor seçici mutizmi bir kaygı bozukluğu olarak tanımlar.

Kaygı, olası riskli durumlara karşı hazır olmamıza yardımcı olmayı sağlayan bir duygu. Örneğin karanlık bir sokakta tek başınıza yürüdüğünüzü düşünün. Bu gergin ve tetikte olma hissi, beklenmedik bir durum olduğunda hızlı tepki vermenize yardımcı olabilir. Ancak evde güvende olduğunuzda da hâlâ böyle hissediyorsanız, bunun daha büyük bir sorun olduğu düşünülebilir. Oklahoma, Tulsa'daki Laureate Beyin Araştırmaları Enstitüsünden Sahib Khalsa, kaygı bozukluğunu tehdit oluşturan bir uyarının yokluğunda verilen bir tepki olarak tanımlıyor.



DSÖ, 2020 yılında yaşanan pandemi ve karantina koşulları nedeniyle kaygı bozukluklarında %25,6'lık bir artış olduğunu bildirdi. Ancak pandemi başlamadan önce de bireylerin kaygı seviyeleri yükseliş eğilimindeydi. Örneğin Birleşik Krallık'ta 2014-2018 yılları arasında 18-44 yaş arası kişilerde yaygın kaygı bozukluğu teşhisleri artmış, en büyük artışlar kadınlarda ve gençlerde görülmüştü. ABD'de 2008'de, 18-49 yaş arası yetişkinlerde kaygı bozukluğu oranı %5,1 iken 2018'de bu oran %6,7'ye yükselmiş ve yine gençlerde daha büyük artışlar gözlemlenmişti. Bilişsel, fiziksel ve davranışsal değişikliklere neden olan kaygı, gerçek veya algılanan tehditlere karşı verilen karmaşık bir tepkidir. Bu tepki sırasında adrenalin yükselir, “savaş ya da kaç

tepkisi” olarak adlandırılan süreç başlar ve bu, kaygı tepkilerini tetikler. Kaygı duygusunun süresi veya şiddeti bazen kaygıyı tetikleyen durum veya stres faktörü ile orantısız olabilir. Kan basıncında artış ve mide bulantısı gibi fiziksel semptomlar da gelişebilir. Bu tepkiler, normal düzeydeki kaygı duygusunun ötesine geçtiğinde kaygı bozukluğuna dönüşür.

Beyinde Olup Bitenler

College London Üniversitesi, Bilişsel Sinirbilim Enstitüsünde, Sinirbilim ve Ruh Sağlığı Grup Lideri ve Anksiyete Laboratuvarının Başkanı Oliver Robinson, kaygılı olan bir kişinin beyinde neler olup bittiğinin henüz tam olarak bilinmediğini belirtiyor. Bazı bilim insanlarına göre bu konuda beyin amigdala bölgesi başrolde. Beyinde korkuyla ilgili anıların oluşmasında önemli rolü olan amigdala, tehlikeyi tespit ediyor ve istemsiz duygusal tepkilerin ortaya çıkmasına yardımcı oluyor. Potansiyel bir dış tehdit algılandığında amigdala, beyin ön kısmında bulunan ve duygusal düzenleme gibi işlevlerden sorumlu olan prefrontal kortekse sinyaller gönderiyor. Daha sonra prefrontal korteksin iki bölümü devreye giriyor, ya dorsomedial prefrontal korteks bu sinyalleri artırarak amigdalaya korku tepkisini güçlendirmesini söylüyor ya da ventromedial prefrontal korteks bu sinyalleri azaltarak korku duygusunu zayıflatıyor. Robinson, kaygı bozukluğunda bu sürecin düzgün işlemediğini, bunun da farklı durumlarda yoğun kaygıya neden olduğunu düşünüyor.

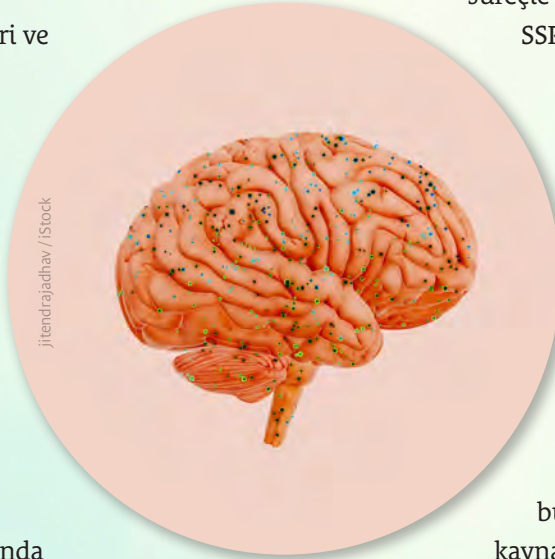
Ancak kaygıyı tetikleyen potansiyel tehditler yalnızca dış kaynaklardan gelmiyor. Vücutta hissedilen bir değişiklik de bir tehdit algısına neden olabiliyor. İç duyum ya da iç algı olarak adlandırılan ve vücudumuzda gerçekleşen fizyolojik süreçlerin beyin tarafından algılanması olarak tanımlanan bu durum, iç organlarımızın beyinle ve beyin de iç organlarla kurduğu iletişim ile açıklanabiliyor. Sahib Khalsa, çoğu zaman kaygının fizyolojik bir

sinyalin yanlış yorumlanması olduğunu söylüyor. Örneğin kalp atış hızındaki bir değişikliğin farkına varmak, kalp krizi geçirdiğinizi düşünmenize neden olarak kaygıya yol açabiliyor. Kaygı bozukluğunun zihin ve beden arasındaki bu bağlantıyla ilişkili olduğu düşünüldüğünde ilk tetikleyici nerede başlıyor? Beyinde mi yoksa bedende mi? Bazı bilim insanları henüz bunu net olarak açıklayamıyor, bazılarına göre ise her ikisinde de aynı anda gerçekleşiyor.

Bazı İnsanlar Neden Kaygı Bozukluğuna Daha Yatkın?

Kalıtım, çevresel stres faktörleri ve yaşam tarzı gibi etkenler, bazı kişilerin kaygı bozukluğuna daha yatkın olmasında rol oynuyor. Neyse ki bilim insanlarının her bir etkenin birbirleriyle nasıl etkileşim içinde olduklarını anlamaları, kaygı bozukluğunun yol açtığı sorunları en aza indirmenin yeni yollarını bulmalarına yardımcı oluyor. Araştırmalar, genel popülasyonda görülen yaygın kaygı bozukluğunun yaklaşık %30'unun kalıtımla ilgili olduğunu gösteriyor. Bunun nedeninin belirli bir gen değil, daha ziyade birbiriyle etkileşim hâlinde olan bir dizi genetik faktör olduğu düşünülüyor. Bazı kişilerde, beyinde sinir hücreleri arasında mesaj iletimini sağlayan serotonin hormonu ile ilişkili genler olabilir. Maymunlar üzerinde yapılan bir çalışmada, hayvanların algıladıkları kaygı düzeyi ile amigdalada serotonin absorbe eden proteinlerden sorumlu genler arasında bir ilişki bulunmuş. Serotoninin amigdaladaki hücreler tarafından alınması engellendiğinde hayvanların kaygı bozukluğu görünüşte azalmış. Bazı insanlar, amigdaladaki hücrelerin çok fazla serotonin absorbe etmesine neden olan genetik bir yatkınlığa sahip

olabilir. Sonuç olarak sinir hücreleri arasında daha az serotonin geçişi olur ve bu da beyinde tehditlerin algılanmasından ve değerlendirilmesinden sorumlu olan bölgeler arasındaki iletişimi bozarak kaygı bozukluğuna yol açar. “SSRI” (Seçici serotonin geri alım inhibitörleri) olarak adlandırılan serotonin absorbe edilmesini engelleyen ilaçlar, genellikle yaygın kaygı bozukluğunu tedavi etmek için öncelikle önerilen ilaçlardır. Serotonin, beyinde nörotransmitter adı verilen birçok kimyasal haberciden biridir. Nörotransmitterler beyindeki nöron adı verilen sinir hücreleri arasında sinyal taşır. Beyin hücreleri arasında bir sinyal taşıdıktan sonra, serotonin genellikle geri alım adı verilen bir süreçle nöronlar tarafından geri alınır. Ancak SSRI'lar bu süreci engeller. Geri alımın engellenmesi, beyin hücreleri arasında sinyallerin iletilmesine yardımcı olmak için daha fazla serotonin kullanılmasını sağlar. SSRI'lar esas olarak serotoninin etkilediği, diğer nörotransmitterleri etkilemediği için “seçici” olarak adlandırılırlar.



Kaygı bozukluğunun anlaşılmasına yönelik çalışmalarda dikkatler, son zamanlarda nöronların büyümesine yardımcı olan “beyin” kaynaklı nörotrofik faktör(BDNF) adlı bir proteinle ilişkili genlere de çevrildi. Kuzey Teksas Üniversitesinden Casey Guillot ve meslektaşları, BDNF genlerinin varyantları (mutasyon sonucu genlerdeki farklılıklar) ile bireyin kaygı bozukluğuna yatkın olması arasında bağlantılar buldu. BDNF, beynimizin nasıl olgunlaştığıyla yakından ilgili ve BDNF seviyelerindeki değişikliklerin, erken ergenlik döneminde hipokampus, prefrontal korteks ve amigdalada korku tepkilerinin işlenmesini ve yönetilmesini sağlayan sinirsel devrelerin gelişimini etkilediği düşünülüyor.

Yine de tüm sorumluluk genlerimizde mi? Bazılarımız kaygı bozukluğuna karşı genetik bir yatkınlığa sahipken çevresel faktörler de kaygı bozukluğunun ortaya çıkmasına yardımcı olabilir veya engelleyebilir.

Örneğin, 41.000'den fazla kişi üzerinde yapılan bir çalışmada yalnızlık gibi stresli olayların genetik olarak yatkın olan kişilerde kaygı bozukluğunun etkilerini artırdığı bulunmuş.

Bağırsak mikrobiyomu da kaygı bozukluğunda rol oynuyor olabilir. Geçen yıl İrlanda'daki College Cork Üniversitesinden Mary Butler ve meslektaşları, sosyal kaygı bozukluğu (sosyal durumlardan korkma) olan 31 kişi ile bu sorunu olmayan 18 kişinin bağırsak bakterilerini karşılaştırdı. Gruplar arasında çeşitli farklılıklar bulundu. Örneğin, sosyal kaygı bozukluğu olanların bağırsak mikrobiyomunda *Anaeromassilibacillus sp An250* türü bakteriler daha fazla bulunurken bu rahatsızlığı olmayanlarda *Parasutterella excrementihominis* türü daha fazlaydı. Butler, bağırsak mikrobiyomunu oluşturan bakterilerin vücut ve beyinle nasıl etkileşime girdiğini anlamaya yönelik çalışmaların devam ettiğini ve bu çalışmaların kaygı bozukluğuna yönelik yeni tedavilerin geliştirilmesine katkı sağlayacağını söylüyor. Ve bir örnek veriyor: Araştırmalar, bağırsak mikrobiyomunun düzenlenerek ilaca dirençli depresyonun tedavisine yardımcı olunabileceğini göstermiş.

Beslenme şekli de kaygı bozukluğu seviyesini etkileyen faktörlerden biri. Bir araştırmada kafein alımı (özellikle yaklaşık beş fincan kahveye denk gelen günde 400 miligramdan fazla kafein tüketimi) ile yüksek anksiyete riski arasında doğru orantı tespit edilmiş. Nedeni tam olarak açıklık kazanmasa da yüksek miktarda kafeinin kalp atış hızını artırması ve bunun da interosepsiyon yani iç algı yoluyla kaygıyı tetiklediği düşünülüyor. Kalp çarpıntısı gibi içsel durumların aşırı farkında olan kişilerin, kaygı bozukluğu yaşama riskinin daha yüksek olabileceği biliniyor. Olumlu haber ise interosepsiyonun değiştirilebiliyor olması. Kişilere fizyolojik duyuları daha iyi yorumlamanın yolları öğretildiğinde kaygı seviyesinin azalması mümkün.



Kaygı Bozukluğu Demansa Neden Olabilir mi?

Araştırmalar, kaygı bozukluğu ve yaşlılardaki demans riski arasında önemli bir korelasyon olduğunu vurguluyor ve kaygı bozukluğunun etkili bir şekilde yönetilmesinin bu riski azaltmaya yardımcı olabileceğini düşündürüyor. *Journal of the American Geriatrics Society*'de yayımlanan bir çalışmada hem kronik yani uzun süredir devam eden hem de yeni ortaya çıkmış kaygı bozukluğu, demans riskinde artışla ilişkilendirilmiş. Ancak kaygı bozukluğunun ortadan kalktığı durumlarda, demans riski ile aralarında herhangi bir ilişki bulunmamış. Avustralya'daki Hunter Toplum Çalışması'nda ise yaş ortalamaları 76 olan 2.132 birey 10 yıl boyunca takip edilmiş ve elde edilen bulgulara göre kronik kaygı bozukluğunun demans riskini 2,8, yeni başlayan kronik kaygı bozukluğunun ise 3,2 kat artırdığı tespit edilmiş. Kaygı bozukluğu 70 yaşından önce başlayan yetişkinlerde risk oranının arttığı gözlemlenmiş.



Jacob Wadlerhausen / iStock

Çocuklarda ve Ergenlerde Kaygı Bozukluğu Artıyor mu?

Çocukluk ve ergenlik, büyük kaygıların yaşandığı bir dönem olabilir. Ancak son araştırmalar, bu dönemlerde kaygı oranının arttığını ve birkaç yıl öncesine kıyasla daha fazla çocuğun ve ergenin kaygılı hissettiğini gösteriyor. Bilim insanları bunun nedenini araştırmaya başladıkça COVID-19 pandemisinden sosyal medyaya kadar bütün faktörleri kapsayan karmaşık bir tablo ortaya çıkıyor.

Çocuklarda yüksek oranda kaygı bozukluğu olduğuna dair kanıtlar, 2020-2021 yılları arasında yayımlanan ve dünyanın dört bir yanından 80.000 genci kapsayan 29 çalışmanın analizinden elde edilmiş. Çocukların %20,5'inin klinik olarak anlamlı (bireyin günlük yaşamını olumsuz etkileyecek düzeyde) kaygı bozukluğu semptomlarına sahip olduğu, bu sorundan özellikle kız çocuklarının ve ergenlerin etkilendiği tespit edilmiş. Gençlerde kaygı bozukluğu teşhisinin daha da erken yaşlarda arttığına dair ilk işaretler, ABD'deki Ulusal Çocuk Sağlığı Araştırması kapsamında yaklaşık 60.000 hanenin ebeveynleriyle yapılan bir anket sonuçlarında görülmüş. 2007 ve 2012 yılları arasında kaygı bozukluğu teşhisi konan çocukların oranı %5,5'ten %6,4'e yükselmiş. Oranlardaki artışın nedenleri arasında günümüz çocuklarının ve ergenlerinin sosyal medya ve akıllı telefonlarla büyüyen bir nesil olması da gösteriliyor. Oxford Üniversitesinden Jennifer Wild, bu yollarla kötü haberlere sürekli maruz kalmanın kaygı bozukluğunda bir rol oynayabileceğini söylüyor.

Nomofobi, kişinin cep telefonu bağlantısının olmaması konusunda korku veya endişe yaşaması olarak tanımlanıyor ve modern bir fobi olarak kabul ediliyor. Bu durum, büyük ihtimalle teknolojiye olan bağımlılığın artmasından ve ihtiyaç duyulan bilgiye hemen erişilemediğinizde ne olabileceğine ilişkin kaygılardan kaynaklanıyor. Uzun süre telefonsuz kalma fikri rahatsız edici olabilir ama bazı kişiler için bu durumun daha çarpıcı sonuçları var. Örneğin cep telefonu bağlantısını kaybetme korkusu, kaygı bozukluğunda görülen semptomlara benzer semptomlara neden oluyor. Nomofobi, belirli uyaranlardan duyulan korkuyla (örneğin yükseklik korkusu, kapalı alan korkusu) ilişkili diğer psikolojik durumlara benziyor. Aynı zamanda diğer kaygı bozukluğu türleri ile de bağlantısı var. Araştırmalar, nomofobi gelişmeden önce kişide sosyal kaygı veya panik bozukluğu gibi çeşitli psikolojik sorunların ortaya çıkabileceğini gösteriyor. Ancak bu bozukluğun var olan bir kaygı bozukluğundan mı yoksa cep telefonu bağımlılığından mı kaynaklandığı, bilim insanları için tartışmalı bir konu. Ruh sağlığını etkileyebilen bir sorun olan nomofobi, giderek büyüyen bir kaygı bozukluğu olup en sık gençlerde görülüyor.



Aleksandr Davydov / Alamy

Bir de Ekolojik Kaygı Var

Son birkaç yıldır giderek artan olağan dışı hava olaylarının ve doğal afetlerin, iklim değişikliğiyle bağlantılı olduğu düşünülüyor ve bu olayların sıklığının ve şiddetinin gelecekte artmaya devam edeceği tahmin ediliyor. Bazı kişiler de bu konuda endişeye kapılıyor. İklim krizinin psikolojik etkileriyle ilgilenen terapist ve araştırmacılardan oluşan İklim Psikolojisi Birliği, eko-kaygı olarak adlandırılan bu durumu, iklimdeki tehlikeli değişikliklere tepki olarak artan duygusal, zihinsel veya bedensel sıkıntı olarak tanımlıyor.

Son araştırmalar, eko-kaygının özellikle gençler arasında yaygın olduğunu gösteriyor. İngiltere'deki Bath Üniversitesinde eko-kaygı uzmanı Caroline Hickman ve ekibi, 2021 yılında 16-25 yaş arası 10.000 kişiyle yapılan uluslararası bir ankette, katılımcıların yarısından fazlasının iklim değişikliği konusunda üzüntü, endişe, öfke, suçluluk, güçsüzlük ve çaresizlik hissettiğini belirledi. Hatta %45'ten fazlası bu duyguların yemek yemek, uyumak ve eğlenmek de dâhil olmak üzere günlük yaşamlarını olumsuz etkilediğini söyledi.

Belirtileri, yaygın kaygı bozukluğu ile aynı olsa da Amerikan Psikoloji Derneği ve benzeri kuruluşlar eko-kaygıyı tıbbi bir durum olarak kabul etmiyor. Hickman da aynı fikirde olsa gerek çünkü eko-kaygının, tedaviye ihtiyaç duyulan bir psikolojik bir sorun değil, ekolojik bozulmaya verilen rasyonel bir tepki olduğunu düşünüyor.

Aslında kaygı, birçok insanın yaşadığı doğal bir duygu. Bu duygu bireyin günlük yaşamını olumsuz etkileyecek düzeye ulaştığında veya kaygıya neden

olan unsurlar aşırı arttığında kaygı bozukluğu geliyor. Uzun süreli kaygı bozukluğu ise fiziksel hastalıkların ve depresyon gibi diğer ruh sağlığı sorunlarının ortaya çıkma riskini artırıyor.

Her tür kaygı bozukluğunun kendine özgü özellikleri olmasına rağmen çoğu kişi, iki çeşit tedaviye iyi yanıt veriyor: Psikoterapi yani konuşma terapisi ve ilaçlar. Bu tedaviler tek başına veya bir arada uygulanabiliyor. Bir tür konuşma terapisi olan bilişsel davranış terapisi, kişinin daha az kaygılı hissetmesine yardımcı olmak için

farklı bir düşünme, tepki verme ve davranma yolunu öğrenmesine yardımcı oluyor. İlaçlar

kaygı bozukluklarını tedavi etmekten daha ziyade semptomlarda önemli bir rahatlama sağlayabiliyor.

Kaygı, eğer uygun dozdaysa her zaman olumsuz bir durum değildir. Biraz kaygı ve gerginlik, tehditlerle başa çıkma, en iyi performansınızı gösterme ve hedefleriniz

doğrultusunda çalışmaya devam

etme konusunda sizi motive etmeye de yardımcı olabilir. ■

Kaynaklar

<https://www.newscientist.com/article/mg26234851-700-the-new-evidence-that-explains-what-anxiety-really-is/>

McEwan, R. A. ve ark., "An ancient polymorphic regulatory region within the BDNF gene associated with obesity modulates anxiety-like behaviour in mice and humans", *Molecular Psychiatry*, Cilt 29, s.660-670, 2024.

<https://www.newscientist.com/article/mg26234851-800-why-do-some-people-experience-anxiety-more-intensely-than-others/>

<https://www.newscientist.com/article/mg26234852-000-is-anxiety-rising-in-children-and-if-so-why/>

<https://www.newscientist.com/article/mg26234852-100-what-is-eco-anxiety-and-how-can-we-overcome-it/>

<https://doi.org/10.1111/jgs.19078>

<https://medicalxpress.com/news/2023-06-newly-brain-mechanism-linked-anxiety.html>

<https://www.medicalnewstoday.com/articles/selective-mutism>



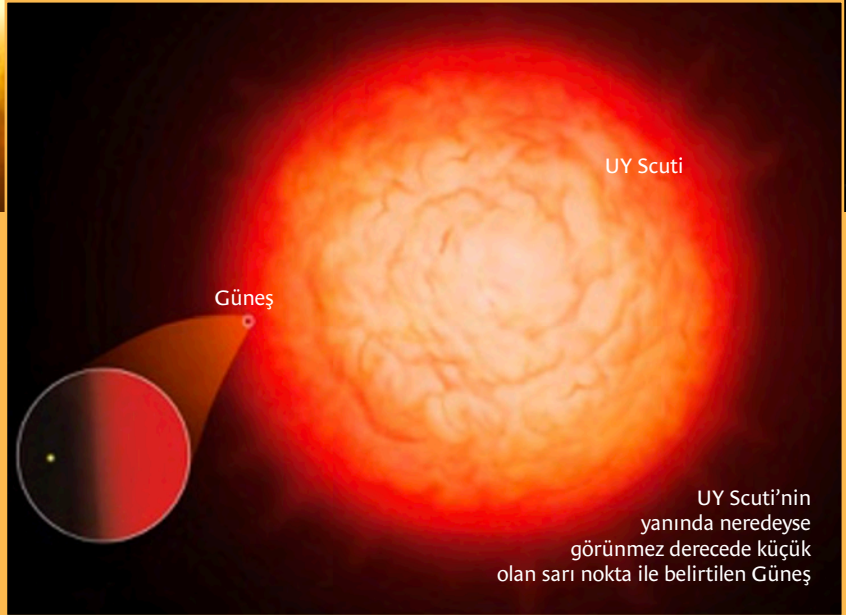
Güneş'ten Binlerce Kat Büyük Yıldızlar

Dr. Elif Ebrek Kaya [TÜBİTAK Bilim Genç

Evrende bir septilyon yani 10^{24} yıldız olabileceği tahmin ediliyor. Bu yıldızların bir bölümü Güneş'ten binlerce kat daha büyük. Gelin şimdi devasa büyüklükteki bu yıldızların bazılarını daha yakından tanıyalım.



Yıldızlar, çoğunlukla hidrojen, biraz helyum ve az miktarda diğer elementlerden oluşan, devasa büyüklüklerdeki sıcak gaz toplarıdır. Evrende bir septilyon yani 10^{24} tane yıldız olabileceği tahmin ediliyor. Bunlardan biri de Dünya'ya en yakın yıldız olan Güneş. Yarıçap uzunluğu yaklaşık 700 bin km olan Güneş, hacmen yaklaşık 1,3 milyon tane Dünya'yı içine alabilir. Bu büyüklük evrendeki bazı yıldızlarla kıyaslandığında epey küçük kalıyor. Çünkü evrende Güneş'ten binlerce kat daha büyük başka yıldızlar bulunuyor. Gelin şimdi hep birlikte bu devasa yıldızlardan bazılarını daha yakından tanıyalım.



UY Scuti

İlk kez 1860'ta Bonn Gözlemevi'nde çalışan Alman gökbilimciler tarafından kataloglanan UY Scuti, evrende şu ana kadar gözlenen en büyük boyutlu yıldızlardan biri. Bu devasa yıldızın 1,2 milyar km uzunluktaki yarıçapı, Güneş'in yarıçapının yaklaşık 1.708 katı. Samanyolu Gök Adası'ndaki Kalkan (Scutum) Takımyıldızı'nda

bulunan UY Scuti, Dünya'dan yaklaşık 9.500 ışık yılı uzaklıkta. UY Scuti'nin yaşı kesin olarak belirlenemese de 10 ile 20 milyon yıl arasında olduğu tahmin ediliyor. Yani UY Scuti, 4,6 milyar yıl yaşında olan Güneş'e kıyasla çok genç bir yıldız. Kırmızı süper dev yıldız olan UY Scuti'nin yüzey sıcaklığı 3.092°C (3.365 K) civarında. Yani UY Scuti için yüzey sıcaklığı yaklaşık 5.500°C (5.770 K) olan Güneş'e göre soğuk bir yıldız



diyebiliriz. UY Scuti'nin nispeten soğuk bir yıldız olmasının nedeni yıldızın ısı ve ışık üreten hidrojen yakıtının çoğunu çoktan tüketmiş olması. Bu nedenle kırmızı renkte görünüyor.

UY Scuti'nin yaşam döngüsünün birkaç milyon yıl sonra sona ereceği tahmin ediliyor. Yaşam döngüsünün sonunda yıldız ne olacağı ise henüz kesinleşmiş değil. Yıldız, yeni yıldız oluşumlarını tetikleyecek bir şok etkisi yaratarak hipernova patlaması ile patlayabilir veya yaşam döngüsünün sonunda kendi içine çökerek daha sıcak bir yıldız oluşturabilir.

Stephenson 2-18

Stephenson 2-18, Dünya'dan yaklaşık 18.900 ışık yılı uzaklıkta bulunan bir süper dev yıldız. Yüzey sıcaklığı yaklaşık 3.000 °C (3.270 K) olan Stephenson 2-18'in yarıçapı Güneş'in yarıçapının yaklaşık 2.150 katı. Yıldız, Samanyolu Gök Adası'ndaki Kalkan (Scutum) Takımyıldızı'nda bulunan

Stephenson 2 açık kümesinin bir üyesi. Stephenson 2-18, adını 1990 yılında Stephenson 2 kümesini keşfeden ABD'li gökbilimci Charles Bruce Stephenson'dan alıyor.

WOH G64

Evrende bildiğimiz çok büyük boyutlu yıldızlardan biri de WOH G64. Bu devasa yıldız Samanyolu Gök Adası'nda değil, Samanyolu'nun uydusu gök adası olan Büyük Macellan Bulutu'nda yer alıyor. WOH G64'ün adı, onu keşfeden B. Westerlund, N. Olander ve B. Hedin isimli gökbilimcilerin soyadlarının ilk harflerinden geliyor. Dünya'dan uzaklığı 170.000 ışık yılı civarında olan WOH G64'ün yarıçapı, Güneş'in yarıçapının 1.540 katı. WOH G64'ün yüzey sıcaklığı ise 3.100 °C (3.370 K) civarında. Nispeten soğuk olan bu

yıldız da kırmızı renkte görünüyor. Kırmızı süper dev yıldız olan WOH G64'ün henüz kesin olarak belirlenemeyen yaşının 5 milyon yıldan az olduğu tahmin ediliyor.

WOH S170

Evrende bilinen bir diğer çok büyük boyutlu yıldız ise WOH S170. Büyük Macellan Bulutu'nda bulunuyor ve kırmızı renkte. Dünya'dan yaklaşık olarak 10.237 ışık yılı uzaklıktaki bu soğuk yıldızın yüzey sıcaklığı yaklaşık 3.477 °C (3.750 K)), yarıçapı ise Güneş'in yarıçapının yaklaşık 1.461 katı.

RSGC1-F01

RSGC1-F01 ise Samanyolu Gök Adası'ndaki Kalkan (Scutum) Takımyıldızı'nda bulunan bir açık yıldız kümesinde yer alıyor. Bir kırmızı süper dev olan yıldızın yarıçapının Güneş'in yarıçapının yaklaşık 1.450 ile 1.530 katı arasında olduğu tahmin ediliyor. Evrende bunların dışında başka devasa boyutlu yıldızlar da bulunuyor. HD 269551, WOH S140, VY Canis Majoris, HD 12463, CM Velorum, AH Scorpii bunlar arasında sayılabilir. ■

Kaynaklar

<https://science.nasa.gov/universe/stars/>
<https://science.nasa.gov/sun/facts/>
<https://www.sciencefocus.com/space/largest-stars-in-the-universe/>
<https://theplanets.org/what-is-the-biggest-star-in-the-universe/>
<https://www.star-facts.com/stephenson-2-18>
<https://ui.adsabs.harvard.edu/abs/2009AJ....137.4744L/abstract>

Sivrisinekler Isıracağı İnsanı Nasıl Seç(m)iyor?

Hayriye Yetiş [TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi



1902 yılındaki Nobel Fizyoloji veya Tıp Ödülü'nün sahibi, dişi Anofel cinsi sivrisineklerin insanlara sıtma hastalığını bulaştırdığını keşfederek bu hastalıkla mücadelenin temellerini atan Tıp Doktoru Ronald Ross olmuştu. Bu keşif sayesinde sivrisineklerin insanlar için oluşturduğu tehdidin ısırıklarının neden olduğu kaşıntı, alerji, ağrı gibi rahatsızlıklardan çok daha büyük olduğu fark edildi. Günümüzde ise farklı sivrisinek türleri sıtmanın yanı sıra sarı humma, dang humması, zika virüsü enfeksiyonu gibi küresel tehdit oluşturabilecek birçok hastalığa sebep olabiliyor.

Yaklaşık 3.500 çeşit sivrisinekten sadece bir kısmı insanları ısırır. Bu sivrisinek türlerinden sadece dişi olanları, yumurtalarını geliştirmek için protein kaynağı olarak kana ihtiyaç duyar. Erkek sivrisinekler ise yalnızca meyve ve bitki nektarlarıyla beslenir. Peki nasıl oluyor da sivrisinekler bazı insanları daha fazla ısırırken bazılarını hiç ısırıyor?

Sivrisineklerin neden bazılarımızı ısırması daha çok tercih ettiği vücut sıcaklığımızdan tenimizin kokusuna ve yaydığımız karbondioksit miktarına kadar birçok değişkenle bağlantılı. Yirminci yüzyılın ortalarından günümüze kadar yapılan sistematik çalışmalar, sivrisineklerin insanları ısırırken yaptığı tercihlerde koku algısının önemli rolü olduğunu gösteriyor.

Öncelikle sivrisineklerin koku alma duyusunun nasıl çalıştığına kısa bir göz atalım.

Sivrisinekler Nasıl Koku Alır?

Sivrisinekler koku moleküllerini koku alma organlarında bulunan nöronlarının üzerindeki reseptörler aracılığı ile algılar. Yetişkin sivrisineklerin baş bölümünde bulunan antenler, bu antenlerin yanında bulunan ve “maksiller palp” olarak adlandırılan kısa uzantılar ve yine baş bölümünde bulunan hortuma benzer uzantılar sivri sineklerdeki koku organlarıdır. Bu yapılarda çok sayıda koku reseptörü bulunur. Koku reseptörleri tarafından uyarılan nöronlardan gelen sinyaller, sivrisineklerin beynindeki “glomerulus” adı verilen yapılar tarafından algılanır. Koku molekülleri, glomerulus yapılarının aktifleşmesini sağlar. Nöronların ilettiği sinyaller beyinde işlenerek, sivrisineklerin hedeflerinin yerini tespit etmelerini sağlar.

Hangi Kokuları Tercih Ederler?

Birçok hayvan türünde her bir koku nöronu, yalnızca bir tür koku reseptörü üretir. Ancak geçtiğimiz yıllarda özellikle insanları ısırarak sarı humma sivrisinekleri (*Aedes aegypti*) üzerinde yapılan bir çalışma, bu sivrisinek türünde bir koku nöronunun sadece tek bir tür reseptör yerine birden fazla tür reseptör üretebileceğini ortaya çıkardı.

Massachusetts'teki Boston Üniversitesinden Meg Younger ve meslektaşları, dişi sarı humma sivrisineklerinin antenlerinde bulunan koku nöronlarındaki insan kokusu algılamaktan sorumlu reseptörleri, CRISPR gen düzenleme yöntemi ile etkisiz hâle getirdi. Sivrisinekler insan kokusuna maruz bırakıldığında karşılaştıkları sonuç ise hayli şaşırtıcıydı. Sivrisineklerin beyin aktivitelerini ölçen araştırmacılar, sivrisineklerin insan kokusunu algılamaya devam ettiklerini fark etti. Bu sonuçlar, tek bir nöronun birden fazla tür reseptöre sahip olabileceğini ve *glomerulus* yapılarının koku alma bilgisini birden fazla reseptör türünden alabileceğini gösteriyor. Araştırmacılar bu durumu, sarı humma sivrisineklerinin “yedek” bir koku alma sistemine sahip olması şeklinde değerlendiriyor.

İnsan cildinin kokusu, kişiden kişiye değişen yüzlerce farklı uçucu molekülden oluşur. Bazı

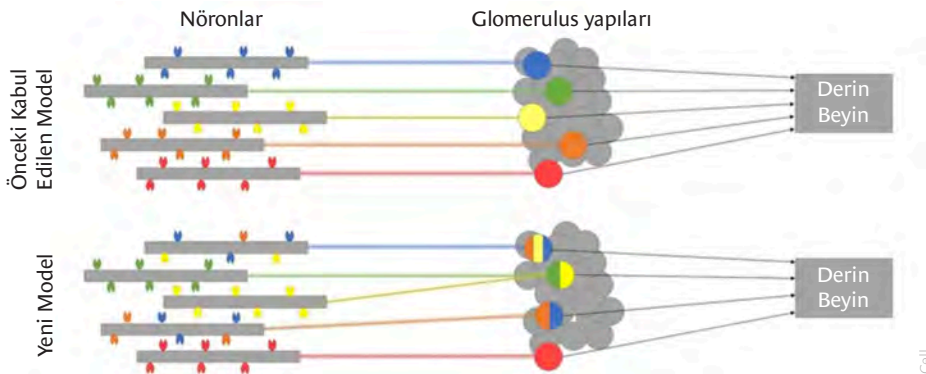
insanların sivrisinekler tarafından daha çok ısırılmasının nedeni cilt ve saç köklerindeki yağ bezleri tarafından üretilen ve sebum adı verilen bir madde. Sebum, vücut teriyle birleşince yavaşça buharlaşır ve sivrisineklerin insanlara yönelmesini sağlayan kokuyu oluşturur. Sebumun içeriğinde değişen oranlarda karboksilik asit bulunur. 2022 yılının Ekim ayında *Cell* dergisinde yayımlanan bir çalışma, cilt kokusunu oluşturan maddeler arasında karboksilik asit oranı daha fazla olan kişilerin, sivrisinekler tarafından ısırılma ihtimalinin 100 kat daha fazla olduğunu ortaya koydu. Sebumun bileşimi ve miktarı ise yaşa, kullanılan ilaçlara ve yaşam tarzına göre değişebiliyor. Bu da bazı insanların sivrisinekler tarafından daha çok tercih edilmesine sebep olabiliyor. Ayrıca insanların birçoğunun hayvanlara kıyasla daha fazla sebum üretmesi, onları sivrisineklerin öncelikli hedefi hâline getirebiliyor.

Peki ya Kan Grubu...

2019 yılında *American Journal of Entomology* dergisinde yayımlanan bir çalışma, bazı sivrisinek türlerinin kan grupları arasında en çok “0” kan grubunu tercih ettiğini ortaya koydu. 2004 yılında yapılan başka bir araştırmada ise bazı türlerin, kan grubu “0” olan kişileri kan grubu “A” olan kişilere göre neredeyse iki kat daha fazla tercih ettikleri ifade ediliyor. Ancak bu sonuçlarla çelişen ve doğrudan kan grubu ile sivrisinek tercihi arasında ilişki kuramayan farklı çalışma sonuçları da bulunuyor. Bu nedenle hangi kan grubunun sivrisinekleri daha çok çektiği konusunda net bir şey söylemek, şu an için mümkün değil.

Sivrisinek Seçimini Etkileyen Diğer Faktörler

Sivrisinekler, potansiyel hedeflerini uzun mesafelerde görsel ipuçları, vücut sıcaklığı, yaydığımız karbondioksit ve yayılan farklı koku maddelerinin bileşimlerine göre takip eder. Bir sivrisineğin karbondioksiti algılayan reseptörleri zarar gördüğünde, sadece vücuttan yayılan ısı ve koku, sivrisineklerin hedeflerini takip etmeleri için yeterli olabilir. Daha yakın mesafede ise onları yönlendirmede en büyük rolü, vücut sıcaklığı oynar.



İlk modelde her bir nörona tek bir reseptör türü (renkli şekiller) bağlı ve nöronların her biri ayrı bir *glomerulus*'u (renkli daireler) aktifleştiriyor. Yeni modele göre ise nöronlara farklı tür reseptörler bağlı olabiliyor ve *glomerulus* yapıları birden fazla reseptörden koku sinyali alabiliyor.



Artan sıcaklıklarla beraber hastalık taşıyan birçok sivrisinek türü, Güneydoğu Asya ve Afrika'dan Avrupa'ya doğru yayılmaya başladı. Son yıllarda en çok yayılan istilacı türlerin başında da Asya kaplan sivrisineği geliyor. Çeşitli viral enfeksiyonlara sebep olabilen bu sivrisinek türü, beyin fonksiyonlarının zarar görmesinden karaciğer yetmezliğine kadar birçok hastalığa sebep olabiliyor.



Asya kaplan sivrisineği

Sivrisinekler, her nefes verdiğimizde yayılan karbondioksiti algılayan nöronlara sahiptir. Yapısal olarak iri kişiler, minyon yapıdakilere ve çocuklara göre daha fazla karbondioksit yaydığı için sivrisinekler tarafından daha hızlı fark edilebiliyor. Ayrıca yapılan bir araştırma, hamilelerin yaklaşık %20 daha fazla karbondioksit yaydığını ve sivrisinek ısırıklarına daha fazla maruz kaldığını gösteriyor.

Vücut sıcaklığının artması ya da egzersiz gibi nedenlerle ter miktarının artması, insanları sivrisinekler için cazip hâle getiren bir diğer etken. Çünkü insan terinin içeriğinde bulunan laktik asit bir karboksilik asit türüdür. Dolayısıyla terlediğimiz zaman bazı sivrisinek türleri tarafından daha çok tercih edilme ihtimalimiz yüksek.

Sivrisineklerin ayaklarında ve dillerinde tat reseptörleri vardır. Bu nedenle bir sivrisinek hedefine konduğunda, onu ısırmadan önce tat duyularıyla da algılayabilir. Ancak bugüne kadar tat alma duyusunun ısırmadaki rolü hakkında çok az şey biliniyordu. Geçtiğimiz ekim ayında *Nature* dergisinde yayımlanan ve Asya kaplan sivrisineği (*Aedes albopictus*) üzerinde yapılan bir çalışma, şeker gibi bazı bileşiklerin, sivrisineklerin tat algılama nöronlarının aktifleşmesine neden olduğunu ortaya çıkardı. Ancak şaşırtıcı bir şekilde bitter yani acımsı tattaki bazı bileşikler, sivrisinekler tarafından daha az tercih edildi. Ayrıca tuz ve insan terinde bulunan bazı amino asit türleri ayrı ayrı sunulduğunda ısırma davranışı üzerinde hiçbir etkiye sahip olmazken bir araya geldiklerinde sineklerin ısırma davranışında artışa neden oldu.

Sivrisineklerin insanları ısırma davranışı üzerinde yapılan çalışmalar ve elde edilen bulgular, sivrisinek ısırıklarından korunmayı sağlayacak yeni yöntem ve tedbirlerin geliştirilmesine olanak sağlayabilir ve sivrisinekleri insanlardan uzaklaştıracak koruyucu maddeler geliştirilmesinin önünü açabilir. Örneğin sarı humma sivrisineklerinin kokuları algılamakta kullandıkları yedek sistemin, onlar için bir tür hayatta kalma mekanizması olduğunu düşünen araştırmacılar, sivrisineklerin beyнинin nasıl çalıştığına dair bulguları kullanarak ısırma davranışlarına müdahale edebileceğini ifade ediyor. Böylece sineklerin insanlardan uzak durması sağlanarak sivrisinek kaynaklı hastalıkların ve salgınların önüne geçilebilir. ■

Kaynaklar

<https://news.yale.edu/2024/10/16/are-you-tasty-mosquitoes-study-offers-clues-when-and-why-they-bite>
<https://www.news-medical.net/health/The-Science-Behind-Why-Mosquitoes-Prefer-to-Bite-Certain-People.aspx>
<https://www.the-scientist.com/why-do-mosquitoes-bite-some-people-more-than-others-71475>
[https://www.cell.com/cell/fulltext/S0092-8674\(22\)01253-3](https://www.cell.com/cell/fulltext/S0092-8674(22)01253-3)
<https://magazine.medlineplus.gov/article/how-mosquitoes-tell-the-difference-between-animal-and-human-hosts-and-why-it-matters>
<https://www.the-scientist.com/the-neuroscience-behind-why-mosquitoes-always-find-you-70386>
<https://cirs.ucr.edu/invasive-species/asian-tiger-mosquito>

Merak Ettikleriniz

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

Güneş Bir Kara Deliğe Dönüşüp Dünya'yı Yutabilir mi?

Bir yıldızın kara deliğe dönüşebilmesi için Güneş'in 20 katı ya da daha fazla kütleye sahip olması gerekir. Yani yıldızımız Güneş'in, yakıtı tükenerek yaşamı sonlandığında bir kara delik oluşmayacak. Güneş yaklaşık 5 milyar yıl içinde önce kırmızı deve, bir o kadar yıl sonra da gezegenimsi bulutsuya dönüşecek. Güneş'ten artakalan kütle ise gezegenimsi bulutsunun ortasında bir beyaz cüce olarak varlığını sürdürmeye devam edecek. Ancak bu durum, Güneş'in yerine bir kara delik yerleştirilerek evrenin işleyişini daha iyi anlamaya yönelik varsayımsal senaryolar üretmemize engel olmaz.

Bir kara delik o kadar yoğundur ki, çevresinde olay ufku adı verilen bölgenin hemen iç kısmındaki kütle çekimi, ışık dahil hiçbir şeyin kaçamayacağı kadar güçlüdür. Bu nedenle varsayımsal senaryomuza göre en çok önemsememiz gereken kavram, Güneş'in yerine yerleştireceğimiz kara deliğin geri dönüşü olmayan sınırını belirleyen olay ufkudur. Olay ufkunun kara deliğin merkezine olan uzaklığı Schwarzschild yarıçapı olarak ifade edilir.

Gezegenimizin ısı ve ışık kaynağı olan Güneş'in yer almadığı bu senaryoda, soğuk ve karanlık bir sistemde bulunacağımızı göz ardı ediyoruz. Bu sistemde güvende olabilmek için öncelikle dikkat edilmesi gereken, olay ufkunun içinde bulunmamak ya da üzerinde bulunan gök cisminin olay ufkuna doğru sürüklenmediğinden emin olmaktır.

Bir kara deliğin kütlesi arttıkça Schwarzschild yarıçapı da artar. Güneş kadar kütleye sahip bir kara delik için Schwarzschild yarıçapı 2,95 kilometre olacaktır. Yani bu kara deliğin yaklaşık 3 kilometre kadar yanına yaklaşmadığımız sürece güvende oluruz. Güneş'in yerine yerleşmiş bir kara deliğin olay ufkunun Dünya'nın yörüngesine ulaşması için yıldızımızdan neredeyse 51 milyon kat daha büyük kütleye sahip olması gerekirdi.

Güneş'in yerine kara deliğin yerleştiği bu senaryoyu hayal eden bazı zihinler, kara deliğin çok yüksek yoğunluğu nedeniyle gezegenimizin yörüngesinin zamanla sapacağını ve olay ufkuna doğru sürükleneceğimizi varsayabilir. Ancak uzaydaki yörüngeler genellikle çevresinde dolanılan gök cisminin yoğunluğuna ya da boyutuna değil, kütesine bağlıdır. Yani sistemin merkezindeki kütle miktarı değişmediği sürece yörüngeler de değişmez. Güneş'in yerine, aynı kütleye sahip futbol topu boyutlarındaki bir cisim dahi yerleşse Dünya'nın yörüngesi değişmezdi.

Kaynaklar

astro.ucla.edu/~ghezgroup/gc_edit/Latest/faq.html
nasa.gov/image-article/why-sun-wont-become-black-hole
science.nasa.gov/universe/10-questions-you-might-have-about-black-holes

Şekerli Yiyecekler Neden Bazen Dişlerimizi Ağrıtır?

Yemeyi sabırsızlıkla beklediğiniz bir tatlı önünüze geldiğinde, ilk ısırıkta deneyimlediğiniz umulmadık ve keskin bir acı tüm hevesinizi kaçırabilir. Bu acı, dişlerinizi oluşturan katmanların en az birinde işlerin pek de yolunda gitmediğinin göstergesi olabilir.

Dişlerimizin genel yapısı, üç ana katman hâlinde özetlenebilir. Dişin en dışında sert bir katman olan mine bulunurken en içte pulpa ya da diş özü adı verilen, kan damarlarını ve sinirleri içeren bir katman yer alır. Bu iki katmanın arasındaysa dentin bulunur. Dentin katmanı hayli sert yapıda olsa da minenin aksine gözeneklidir. Ayrıca diş özünden minenin alt bölümüne uzanan, tübül ya da tüpçük olarak adlandırılan sıvı dolu mikroskobik yapılar içerir.

Diş minesini insan vücudundaki en sert yapıdır. Buna karşın dişlerin sıkılması ya da gıcırdatılması; çürüklerin ortaya çıkması gibi

durumlarda zarar görebilir. Diş

minesinin aşınması ya da zarar görmesi durumunda, dentin katmanı ve içindeki tübüller açığa çıkabilir.

Açığa çıkan dentin

ve tatlı yiyecek gibi iki etkenin ozmoz olayıyla bir araya gelmesi bazen ağrıyı kaçınılmaz kılar.

Ozmoz, su gibi çözücü maddelerin seçici geçirgen yapıdaki bir engeli aşmasıdır. Engelin kısmi geçirgenliği sayesinde, sınırın iki tarafındaki farklı derişime sahip çözeltiilerden seyreltik bölgedeki çözücünün bir bölümü derişik tarafa kendiliğinden geçiş yapar. Böylece enerji harcanmadan iki taraf arasındaki derişim farkı dengelenir.

Bu noktada, tatlıyı ısırdığınız ana geri dönelim. Açığa çıkan dentin katmanı ile etkileşime giren bu yiyecek, yüksek oranda çözünmüş şeker molekülleri nedeniyle derişik bir çözelti içerir. Çözeltinin dentine temas etmesi sonucu, açığa çıkmış dentin yüzeyi seçici geçirgen bir engel işlevi görür. Dentinin tübüllerindeki sıvının bir bölümü, dişin içiyle dışı arasındaki derişim farkının dengelenmesi için dişten yüksek şekerli bölgeye doğru akar. Dentinden madde eksilmesiyle diş özündeki sinirler uyarılır ve ağrı hissedilir.

Çok soğuk ya da çok sıcak yiyecekler de oldukça yaygın dentin hassasiyeti tetikleyicisidir. Bu yiyecekler, sıcaklık farkı nedeniyle tübüllerdeki sıvının hacmini değiştirir. Yüksek sıcaklıkta sıvının genişlemesi ya da düşük sıcaklıkta büzülmesi diş özündeki sinirleri uyararak ağrıya neden olabilir. Öte yandan dişlerde şekerli yiyeceklerle ağrıyacak düzeyde bir hassasiyet bulunması, diş özünde hâlihazırda yeterince enflamasyon bulunma olasılığını güçlendirir. Bu da bir diş hekimine gidilmesi gerektiğinin habercisi olabilir. ■

Kaynaklar

ansiklopedi.tubitak.gov.tr/kutup/ansiklopedi/dis-problemleri
healthline.com/health/dental-and-oral-health/why-do-my-teeth-hurt-when-i-eat-sweets
pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC3927677



Hızlı Radyo Patlamalarına Çarpışma Temelli Alternatif Açıklama

İlay Çelik Sezer [TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi

Radyo dalga boyunda gözlemlenebilen gizemli gök olayları olan hızlı radyo patlamalarının kaynağının nötron yıldızları olduğu düşünülse de patlamaların neden kaynaklandığı tam olarak anlaşılabilmiş değil. Toronto Üniversitesinden araştırmacıların yaptığı bir araştırmada hızlı radyo dalgası patlamalarının, yıldızlar arasında dolaşan gök cisimlerinin nötron yıldızlarına çarpmasından kaynaklanabileceği anlaşıldı.

Hızlı radyo patlamaları, milisaniye gibi kısa sürelerde sonlanan radyo dalga boyundaki elektromanyetik ışık yayımlarına deniyor. İlk hızlı radyo patlamasının gözlemlendiği 2007'den bu

yana bu patlamaların birkaç bin kadarı daha tespit edildi. Hızlı radyo patlamaları, haklarında veri toplanmasını güçleştirecek ölçüde noktasal ve kısa süreli, yani sinyali çok küçük bir noktadan gelen ve çok kısa bir süre içinde belirip kaybolan olaylar. Ancak CHIME gibi geniş görüş açılı radyo teleskopları sayesinde bu patlamalar artık düzenli olarak gözlemlenebiliyor ve bu gözlemler de sinyallerin kaynağı olarak magnetarları işaret ediyor.

“Magnetarlar” aşırı derecede güçlü manyetik alanlara sahip nötron yıldızlarına verilen isimken “nötron yıldızları” da yüksek kütleli yıldızlar süpernova olarak patladıktan sonra geride kalan aşırı yoğun çekirdeklere verilen isimdir. Hızlı

radyo patlamalarının konumları belirlenebiliyor. Bu sayede bu patlamalardan birkaçının konumunun nötron yıldızlarıyla çakıştığı anlaşıldı. Belirlenen hızlı radyo patlamalarının çoğu, başka gök adalarda gözlemlenmişse de 2020’de bizim gök adamız olan Samanyolu’nda da bir patlama gözlemlendi. Bu patlamanın kaynağı olan magnetarın aynı zamanda bir pulsar olduğu anlaşıldı. Pulsarlar, çok güçlü manyetik alana sahip, kendi çevresinde dönen ve manyetik kutuplarından elektromanyetik ışınlar yayan nötron yıldızlarıdır. Astronomlar, gözlemlenen hızlı radyo patlamasının pulsarın dönüşündeki ani bir değişimle eş zamanlı olduğunu göstererek patlamanın kaynağını doğrulamış oldu. Dolayısıyla astronomlar, bazı hızlı radyo patlamalarının kaynağının nötron yıldızları olduğundan neredeyse emin ancak patlamaların mekanizması hâlâ tam olarak bilinmiyor.

Kabul gören bir fikre göre hızlı radyo patlamaları, nötron yıldızındaki manyetik alanların yeni bir düzen alması sonucunda oluşuyor. Güneş patlamaları da bu şekilde meydana geliyor. Güneş'in manyetik alan çizgileri, zamanla bükülüp sonunda yeni bir düzene giriyor ve bu esnada enerji yayıyor. Magnetarlar üzerinde benzer bir etki oluşursa gerçekleşecek olayın çok daha hızlı ve güçlü olacağı düşünülüyor.

Bu fikirde tam olarak akla yatmayan husus ise şu: Hızlı radyo patlamaları o kadar kısa süreli olaylar ki manyetik alan çizgilerinin yeni bir düzen alması için bu sürenin yeterli olmayabileceği düşünülüyor. Bu yüzden astronomlar, alternatif açıklamalar da arıyor. Toronto Üniversitesinden Dang Pham ve ekibi de bu konuda farklı bir açıklama olarak bu patlamaların asteroidler ve kuyruklu yıldızlar gibi yıldızlar arası gök cisimlerinin nötron yıldızlarına çarpması sonucu oluştuğu fikrini öne sürdü.

Çeşitli çarpışmaların yüksek enerjili gök olaylarına yol açabildiği biliniyor. Örneğin bazı

süpernova patlamaları, nötron yıldızlarının çarpışması sonucunda oluşuyor. Ayrıca zaman zaman kuyruklu yıldızların ya da asteroidlerin Güneş'e çarptığı oluyor. Bu yüzden nötron yıldızlarının da benzer çarpışmalara uğraması beklenebilecek olaylar.

Astronomlar daha önce Samanyolu'nda gezinen asteroid ve kuyruklu yıldız sayısını 10^{37} (10 trilyon kere trilyon kere trilyon) olarak hesaplamıştı. Pham ve ekibi bu veriyi, gök adamızda 1 milyar nötron yıldızı bulunduğu bilgisiyle birlikte hesaba kattığında ortaya çıkan tahmini çarpışma sıklığı, nötron yıldızı başına her 10 milyon yılda bir defaya karşılık geliyordu. Bu oran da tüm gök adalarda gözlemlenen hızlı radyo patlamalarının sıklığı ile tutarlıydı.

Pham ve ekibinin açıklamasına göre bir cisim, nötron yıldızına çarptığında milisaniyeler içinde buharlaşıp plazmaya dönüşerek ışık hızına yakın bir hıza ulaşıyor ve bu plazma topu, manyetik alan etkisiyle fırlayarak bizim hızlı radyo patlaması biçiminde gözlemlediğimiz bir radyasyon ışını oluşturuyor.

Queen's University Belfast'tan Alan Fitzsimmons bu fikrin, hızlı radyo dalgası patlamalarının sıklığının evrenin tarihi boyunca değişimi incelenerek sınanabileceği görüşünde. Çok uzak gök adalara baktığımızda aslında milyarlarca yıl öncesine ait görüntüler görüyoruz, yani aslında geçmişe bakıyoruz. Bir gök adadaki yıldızlar arası gök cisimlerinin sayısının zamanla artması beklendiği için eğer Pham ve ekibinin fikri doğruysa zamanda geri gidildikçe hızlı radyo patlamalarının sıklığının azalması gerekir.

Veriler, Pham ve ekibinin öne sürdüğü çarpışmaya dayalı görüşü desteklese de Pham ve ekibinin araştırması, hızlı radyo patlamalarıyla ilgili bütün soruları açıklayamıyor. Örneğin bu patlamaların bazılarının tekrar ettiği, yani aynı kaynaktan birden fazla kez patlama gözlemlendiği oluyor. Bazı araştırmalar tekrarlı hızlı radyo patlamalarının aşağı yukarı periyodik olarak tekrar ettiğini gösteriyor ki bunun rastlantısal çarpışmalarla açıklanması zor. Öte yandan tekrarlı ve tekrarsız hızlı radyo patlamalarının farklı mekanizmalara dayanabileceği de düşünülüyor. Pham ve ekibinin öne sürdüğü mekanizmanın doğru ya da yanlış olduğunu ise ilerleyen zamanlardaki araştırmalar gösterecek. ■

Kaynaklar

<https://phys.org/news/2024-11-fast-radio-interstellar-neutron-stars.html>
<https://www.newscientist.com/article/2457391-exploding-interstellar-space-rocks-could-explain-mystery-radio-flashes/>

Kök Hücre Tedavisi, Görme Yetisini Geri Kazandırıyor

Dr. Özlem Ak [TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi

Sıra dışı bir kök hücre nakli, kornealarındaki ciddi hasar nedeniyle bulanık gören üç kişinin görmesini önemli ölçüde iyileştirdi. Operasyondan iki yıl sonra ciddi bir sorunun ortaya çıkmadığı ve dışarıdan bakıldığında her üç korneanın da eskisinden çok daha şeffaf görüldüğü belirtiliyor. Japonya'da gerçekleştirilen klinik deney, dünyada türünün ilk örneği ve kök hücre araştırmaları için önemli bir ilerleme olarak değerlendiriliyor.

Gözün korneası, görme için gerekli olan bir epitel ile kaplıdır. Korneanın sklera (gözün beyazı) ile birleştiği sınır bölgesinde limpus olarak isimlendirilen anatomik bir bölge bulunur ve bu bölge kök hücreleri barındıran bir rezervuar görevi görür. Bu hücreler çoğalarak merkezi korneaya sürekli epitel hücre sağlar ve korneanın sağlıklı kalmasına yardımcı olur. Korneal limbal epitelyal kök hücreler, yüksek oranda çoğalma özelliğine sahiptir. Yokluklarında veya yetersiz sayıda bulunduklarında “limbal kök hücre eksikliği” (LKHE) olarak bilinen bir durum ortaya çıkar. LKHE için tedavi seçenekleri sınırlıdır. Günümüzde, bir gözünde LKHE olan kişilerdeki yara dokusu, cerrahi olarak çıkarılabilir ve yerine genellikle kişinin sağlıklı gözünden elde edilen kök hücrelerden türetilen kornea hücreleri nakledilir. Her iki göz de LKHE'den etkilendiğinde kadavra donörlerden kornea

nakli bir seçenektir ancak bu dokular bazen alıcının bağışıklık sistemi tarafından reddedilir.

Dünya genelinde korneaya bağlı görme kaybı yaşayan 12,7 milyon kişiden sadece 70'te 1'ine nakil yapılabilir. Ancak nakil yapılan kişinin bağışıklık sisteminin nakledilen hücreyi reddetme riski her zaman var. İşte bu noktada indüklenmiş pluripotent kök hücreler devreye giriyor. Bu hücrelere embriyonik hücrelerin özellikleri kazandırıldıktan sonra korneadakiler de dâhil olmak üzere her tür yetişkin insan hücresine dönüşebilme yeteneğine sahiptir ve sınırsız olarak çoğaltılabilirler.

2023 yılında ABD'deki araştırmacılar, kornea hasarı olan iki hastaya, limbik kök hücreleri kullanarak görme yetisini bir yıla kadar geri kazandırabilmişti. Şimdi ise Japonya'daki Osaka Üniversitesi Hastanesindeki Kohji Nishida ve meslektaşları, bir adım daha ileri giderek sağlıklı

insan kan hücrelerinden elde edilen indüklenmiş pluripotent kök hücrelerini görme yetisini geri kazandırmak için kullandı.

Ekip, sağlıklı bir donörden aldıkları hücreleri ince, şeffaf bir kornea epitel hücresi tabakasına dönüştürdü.

Çalışmaya, Haziran 2019 ve Kasım 2020 tarihleri arasında, her iki gözünde de LKHE olan, yaşları 39 ila 72 arasında değişen iki kadın ve iki erkek dâhil edildi. Ekip, yalnızca bir gözdeki hasarlı korneayı kaplayan yara dokusu tabakasını çıkardı. Ardından çıkarılan yara dokusunun yerine donörden elde edilen epitel tabakalarını, üzerine de bu dokuyu korumak için yumuşak bir kontak lens yerleştirdi.

Nakillerin yapılmasından iki yıl sonra alıcıların hiçbir, ciddi yan etkiler yaşamadı. Pluripotent kök hücrelerin büyüme sürecinde tümör oluşumu riski olmasına rağmen böyle bir durum saptanmadı ve bağışıklık baskılayıcı ilaç kullanmamalarına rağmen iki hastanın bağışıklık sistemlerinde bir tepki tespit

edilmedi. Nakillerden sonra dört alıcının da görüşlerinde anında iyileşme ve LKHE'den etkilenen kornea alanında daralma görüldü. Bir yıllık gözlem süresi boyunca hafif gerileme gösteren bir alıcı dışında tüm alıcılarda iyileşmeler devam etti.

Araştırmacılar daha önce retinanın merkezinde yer alan makula bölgesindeki hasar nedeniyle görme bozukluğu yaşayan kişilerde görmeyi yeniden sağlamak için hastanın kendi derisinden elde edilen indüklenmiş pluripotent kök hücreleri kullanmıştı. Ancak bilim insanları, ilk kez bu diğer görme kaybı türünün tedavisinde hastaların kendi hücrelerinden türetilen materyaller kullanmadan benzer bir başarı elde etti.

Bu küçük denemeler, son derece umut verici olsa da etkinliklerini değerlendirmek için çok daha fazla araştırma yapılması gerekiyor.

Araştırma ekibi, indüklenmiş pluripotent kök hücrelerinden türetilen hücre yapılarının hastaların kornealarına nakledilmesiyle bir ilke imza attıklarını ve bu yöntemin LKHE'li bireyler için gelecek vaat eden bir tedavi seçeneği olduğunu belirtiyor. Şimdilerde ise farklı merkezlerde eş zamanlı olarak yürütülecek bir klinik çalışma yapmayı planlıyor. ■

Kaynak

<https://doi.org/10.1038/d41586-024-03656-z>

Yapay Genel Zekâya Giden Teknoloji, Tekillik ve Etik Kaygılar

Gürkan Caner Birer [Bilgisayar Mühendisi

Her geçen gün insanların sahip olduğu becerilerle kıyaslanabilir düzeyde özellikler kazanan yapay zekâ uygulamalarının gelecekte daha da yaygınlaşması, önemli etik sorunları da beraberinde getirebilir.

Bir yapay zekâ uygulamasının aldığı kararlar ile bazı insanları korurken diğerlerinin zarar görmesine neden olabileceği çeşitli durumlar ortaya çıkabilir. Örneğin, sürücüsüz bir arabanın bir yayaya çarpmaktan kaçınmasının tek yolunun karşı şeride sapmak olduğunu ancak bu durumda karşı şeritteki daha fazla yolcusu olan bir arabaya çarpacağını düşünün. Yapay zekânın vereceği bu kararın etik sonuçları olacaktır. Bu nedenle yapay zekâ sistemlerinin yalnızca teknik açıdan değil, aynı zamanda etik açıdan da doğru otonom kararlar almalarını sağlayacak şekilde eğitilmeleri esastır.







Etik, insanların başkalarına ve çevreye ilişkin davranışlarını düzenlemek için tanımlanmış bir dizi kriterdir ve eylemleri, diğer canlılar veya çevre üzerindeki iyi ve kötü etkilerine göre değerlendirir. Ancak çevremizdeki akıllı makineler yaygınlaştıkça bu sistemlerin karar alırken insanlara ve çevreye olan etkilerini düzenleyen kurallara olan ihtiyaç artıyor. Peki nasıl “etik robotlar” üretebiliriz?

1940’larda Biyokimya Profesörü ve tanınmış Bilim Kurgu Yazarı Isaac Asimov, robotlar için üç etik yasa belirledi:

Birinci Yasa: Bir robot, bir insana zarar veremez veya eylemsizlik yoluyla bir insanın zarar görmesine izin veremez.

İkinci Yasa: Bir robot, insanlar tarafından verilen emirlere -emirler birinci yasa ile çelişmediği sürece- uymalıdır.

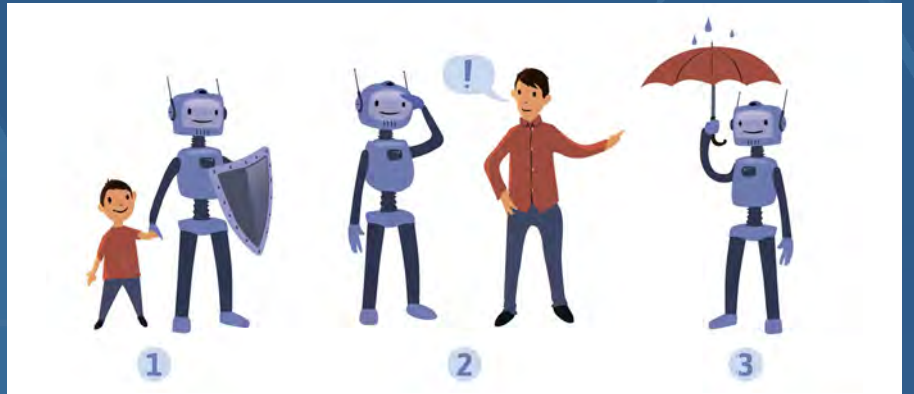
Üçüncü Yasa: Bir robot, birinci veya ikinci yasa ile çelişmediği sürece kendi varlığını korumalıdır. Görünüşte açık olan bu yasalar, aslında birçok belirsizlik içerir. Örneğin zarar kavramı, daha da belirsiz olan kötülük kavramıyla ilişkilidir ancak kötülük, sadece fiziksel olmayabilir.

Bu tür belirsizliklerin farkında olan Asimov, daha sonra diğer yasalardan çok daha önemli olan “Sıfırıncı Yasa”yı ekledi:

Sıfırıncı Yasa: Bir robot, insanlığa zarar veremez veya eylemsizlikle insanlığın zarar görmesine izin veremez.

Konu akıllı makineler olunca etik sorunlar, bir dizi kurala sıkıştırılamayacak kadar karmaşık olabilir. Dahası doğal dil işlemedeki, yani bilgisayarların insanların konuştuğu dili anlama sürecindeki belirsizlikler, beklenmedik yorumlara yol açarak insan hayatı için yüksek riskli durumlar oluşturabilir. Bu tür sorunlar, amacı makinelerle uygun kararlar almaları için araçlar sağlamak olan “makine etiği” veya “roboetik” olarak bilinen yeni bir araştırma alanını ortaya çıkardı. Ancak bu da kaçınılmaz olarak yeni sorulara yol açtı: Bir bilgiyi, etik olarak doğru kararlar almasını sağlayacak şekilde bir akıllı makineye nasıl kodlayabiliriz? Peki etik robotlara gerçekten güvenebilir miyiz?

Etik robotların geliştirilmesi, bilgisayar bilimcileri ve filozoflar arasında güçlü bir etkileşim gerektirir. Bu amaçla iki yaklaşım kullanılır: Birincisi, algoritmik bir türdür ve bu yaklaşımda programda etik kuralları açıkça tanımlayan ve alınan kararların etik sonuçlarını ölçerek doğru kararı almasını sağlayan (maliyet fonksiyonunu maksimize etmek olarak tanımlanır)



bir dizi kural kodlanır. İkincisi, yapay sinir ağlarının kullanıldığı sinirsel yaklaşım türüdür ve çeşitli örneklere ait veri tabanları kullanılarak makine öğrenimi teknikleri ile yapay zekâ sistemlerine etik davranışlar öğretilir.



Ne yazık ki her iki yaklaşımın da zayıf yönleri bulunur. Algoritmik yaklaşımda sadece tanımlanan ahlaki kurallara göre karar alınır, bu nedenle birden fazla etik kuralın aynı anda geçerli olduğu karmaşık durumlarda doğru kararlar alınması zorlaşır. Ayrıca bunları her durumda uygulamak risklidir. Örneğin “kırmızı ışıkta dur” kuralı, ambulans ya da itfaiye araçlarına yol verilmesi gereken acil durumlarda yanlış sonuçlar doğurabilir. Bu kuralların başarısız olacağı birçok istisna durumu hayal etmek kolaydır. Ayrıca çözülemeyen kural çatışmalarının olduğu belirli durumlarda tüm sistem, çıkmaza girebilir. Örneğin otonom bir araç, hem yolcuları hem yayaları koruması gereken durumlarda hangi kuralı uygulayacağına karar veremeyebilir.

Öte yandan sinirsel yaklaşımın farklı sorunları vardır. Durumun bağlamını dikkate alarak kararlar alan bu yöntemde öğrenilenler, milyonlarca parametrede kodlandığından robotun belirli bir kararı neden aldığını anlamak kolay değildir. Dahası modelin öğrenmesinde kullanılan veri setlerinde yer alan ön yargılar, karar verme mekanizmalarını yanlış yönlendirebilir. Bu sorunlara çözüm bulmak için makine öğreniminin “açıklanabilir yapay zekâ” olarak adlandırılan yeni bir araştırma alanı bulunur. Bu alan, yapay sinir ağları tarafından oluşturulan çıktılar için anlaşılır yorumlar sağlamayı ve veri setindeki olası ön yargıları tespit etmeyi amaçlar.

Derin öğrenmedeki öncü çalışmalarından dolayı sıklıkla “yapay zekânın babalarından” biri olarak kabul edilen 2024 Nobel Fizik Ödülü’nü kazanan Geoffrey Hinton, YGZ’nin potansiyel tehlikeleri konusunda uyarılarda bulunması ile tanınıyor. Hinton, makinelerin daha zeki hâle geldikçe belirli alanlarda

insan yeteneklerini aşabileceği ve etkili bir şekilde kontrol edilmezlerse öngörülemeyen risklere yol açabileceğini düşünüyor.

BBC ile yaptığı bir röportajda Hinton, “Yapay zekânın aslında insanlardan daha akıllı olabileceği fikrine az sayıda kişi inanıyordu. Çoğu kişi bu durumun çok uzak bir ihtimal olduğunu düşünüyordu. Ben de başlarda bu şekilde düşünüyordum. Süper zeki makinelerin ortaya çıkması için önümüzde en az 30 ila 50 yıl olduğunu öngörüydüm. Açıkçası artık böyle düşünmüyorum.” diyor. Hinton’ın bakış açısındaki bu değişim, yeni nesil teknolojilerdeki benzeri görülmemiş hızdaki ilerlemelere bağlı olarak günümüzün yapay zekâ toplumunda, etik hususlara ve güvenlik önlemlerine yönelik ihtiyaçlar ve düzenlemeler konusunda daha geniş bir farkındalığın olması gerektiğini yansıtıyor.



Geoffrey Hinton





Tekillik

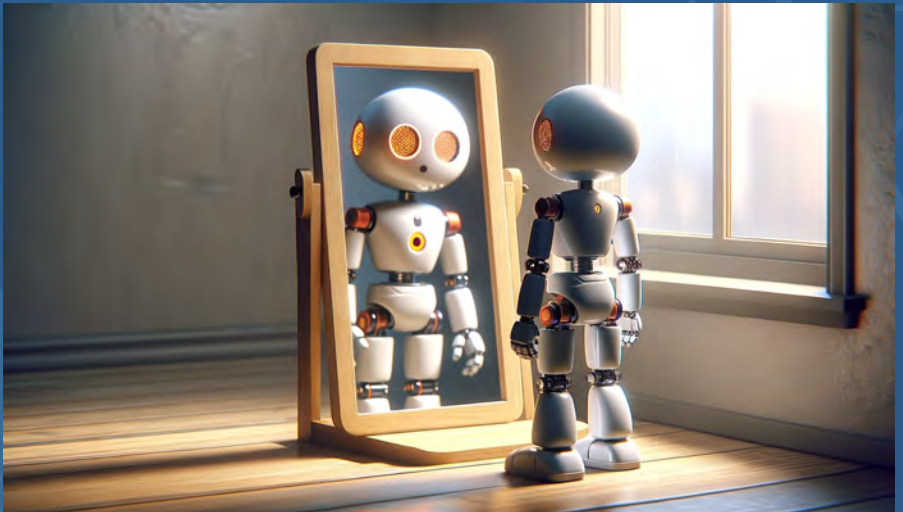
Yapay genel zekâ (YGZ), kimi zaman tekillik (singularity) kavramıyla da ifade edilir. Bu kavram, makinelerin yalnızca belirli alanlarda değil, tüm insan faaliyetlerinde insan zekâsının kapasitesine ulaştığı seviyeyi ifade eder. İnsan zekâsıyla aynı becerilere sahip bir makine hayal etmek kolaydır çünkü zihinsel olarak sağlıklı bir yetişkinin entelektüel yeteneklerini referans alabiliriz. Ancak bu yeteneklere sahip bir makinenin bir insandan çok daha yüksek hızlarda çalışabildiğini yani işleme hızı, bellek kapasitesi, duyuşsal verileri edinme ve yüksek hızlı ağlar aracılığıyla internette bulunan diğer verilere erişme yeteneği açısından bakıldığında bir insandan daha avantajlı olduğunu düşünebiliriz. Ayrıca akıllı makineler diğer benzer sistemlerle hızlı bir şekilde iletişim kurarak bilgisini paylaşabilir ve diğer makinelerin deneyimlerinden hızlıca yeni bilgiler öğrenebilir.

Bilgi aktarımına dayalı kolektif öğrenme, elbette insanlar arasında da gerçekleşir ancak bu süreç, insanlarda çok daha yavaştır.

Yapay zekâ teknolojisinin üstel bir hızda geliştiği düşünülüyor. Üstel bir sürecin tipik örneği olarak Moore yasasını verebiliriz. Intel'in kurucu ortağı olan Gordon Moore, 1965'te elektronik çiplerin gelişim sürecini gözlemleyerek elektronik devredeki transistör sayısının her 12 ayda bir, ikiye katlanacağı hipotezini ortaya attı. 1980'lerin sonlarında yasa, ikiye katlanma süresini 18 (bazı kaynaklarda 24) aya çıkararak değiştirdi. Elektronik devrelerdeki transistör sayısının üstel olarak arttığını tanımlayan bu yasa, bugün hâlâ geçerliliğini koruyor.

Vernor Vinge, Hans Moravec, Nick Bostrom, Giorgio Buttazzo ve Ray Kurzweil gibi yapay

zekâ uzmanları, yapay zekâ teknolojilerinde bugüne kadar gözlemlenen üstel gelişim sürecine dayanarak bilişsel yeteneklerin gelişiminin yakın gelecekte aynı hızda devam edeceğini varsayıyor ve tekilliğe 2030 yılı civarında ulaşılabileceğini öngörüyor. Uzmanlar, bu tarihi hesaplarken canlılardaki zekâ gelişim hızını da dikkate alarak geliştirdikleri birtakım modellerden faydalanmış. Ancak bu tür tahminlere biraz temkinli yaklaşarak daha gerçekçi bir tahminde bulunmak gerekebilir. Çünkü mevcut makine öğrenimi modellerinin, otonom arabalar, uçaklar, trenler ve robotlar gibi güvenlik açısından kritik sistemlerde kullanılmadan önce mutlaka üstesinden gelinmesi gereken eksiklikleri bulunuyor. Örneğin yapay zekâ algoritmaları, modellerin eğitildiği veri setinin eksik ya da yetersiz kaldığı sıra dışı ya da nadir durumlarla karşılaştığında



beklenmedik ya da hatalı kararlar verebilir. Ayrıca yapay sinir ağları, giriş verilerinde yapılan fark edilemeyecek kadar küçük değişikliklerle yanlış bir karar almasına neden olabilen siber saldırılara karşı da hassastır. Son olarak yapay zekâ teknolojilerinin toplumsal etkisi göz önüne alındığında bu teknolojilerin pratikte uygulanması, bazı yasalar tarafından düzenlenmelidir. Bu durum da göz önünde bulundurulduğunda tekilliğe ulaşmanın çok yakın bir gelecekte olmayacağı söylenebilir.

Bir makinenin insan zekâsına ulaşması, bir bilince sahip olacağı anlamına gelmez. Ancak dil, algılama, muhakeme ve öğrenme için gelişmiş kapasitelere sahip karmaşık bir sistemin, bir tür öz farkındalık geliştirebileceği de göz ardı edilmemelidir. Eğer bu gerçekleşirse bir makinenin gerçekten bilinçli olduğunu nasıl doğrulayabiliriz? Düşünen bir varlığın farkındalık seviyesini ölçmek için bir test var mıdır?

Zekâ, eylemler yoluyla kendini dışarıdan gösteren ve bu nedenle belirli testler yoluyla ölçülebilen bir kapasite olmasına rağmen düşünen bir varlığın zihninde bir bilincin varlığını belirlemek çok daha hassas bir konudur. Aslında öz farkındalık, yalnızca ona sahip olanlar tarafından



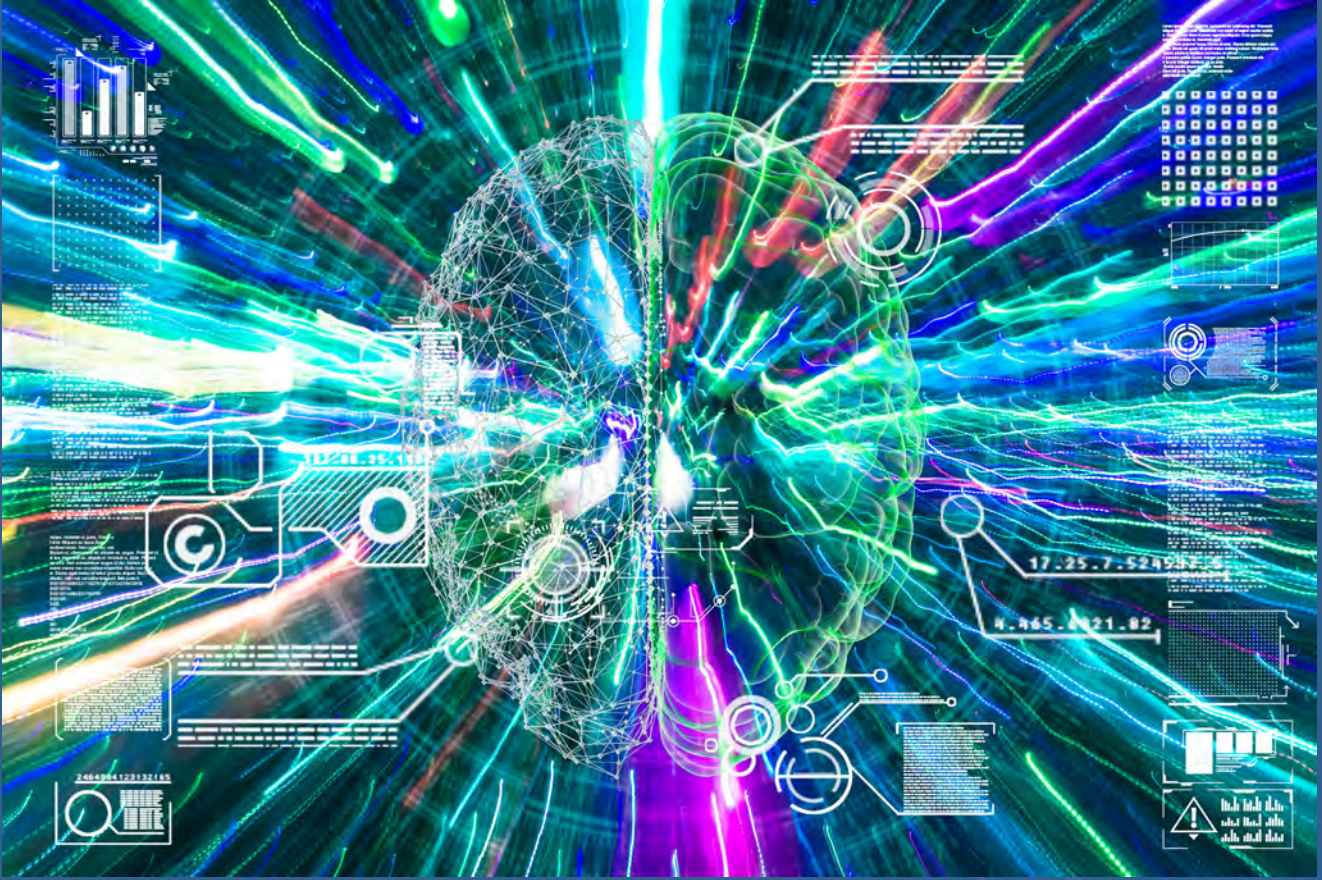
fark edilebilen bir özelliktir. Bu nedenle bilişsel yetenekleri gelişmiş akıllı bir makinenin gerçekten bir öz farkındalığa sahip olup olmadığını veya sahipmiş gibi davranıp davranmadığını belirlemeyi sağlayacak bir prosedürün nasıl tanımlanabileceği açık değildir. Bu nedenle bir yapay zekâda bilinç belirtileri ortaya çıkarsa şu anda bunu doğrulamanın bir yolu yok gibi görünüyor.

Makineler, insanların entelektüel kapasitesine ulaştığında bilgiyi işleme hızları daha yüksek olacağı, daha büyük bellek kapasitesi ile donatılmış olacakları ve internette bulunan tüm verilere hızlı bir şekilde erişebilecekleri için bir adım önde olacaklardır. Bu nedenle tekilliğe ulaşıldığında yapay zekâ, o seviyede kalmayacak, “yapay süper zekâ” olarak adlandırılan düzeye doğru üstel bir hızla gelişmeye devam edecektir.

1965’te, İngiliz Matematikçi Irving J. Good, ultra zeki bir makinenin giderek daha iyi makineler tasarlayabileceğini ve insanları çok geride bırakacak bir “zekâ patlaması”nı tetikleyebileceğini belirterek yapay süper zekânın gelişini öngördü. Bu nedenle “İlk ultra zeki makine, insanın yapması gereken son icat olacak.” sonucuna vardı.

Peki henüz tam olarak anlayamadığımız ve kendini geliştirmek için çok fazla enerjiye ihtiyaç duyan süper zeki bir sistemle yaşamak mümkün müdür?

Bugün makineler, bize bağımlı ancak bu durum, gelecekte değişebilir. Tekilliğe ulaşıldığında otonom ve süper zeki hâle gelen makineler, ihtiyaç duydukları enerjiyi elde



XH4D / iStock

etmek, kendilerini onarmak, inşa etmek ve geliştirmek için artık bize bağımlı olmak zorunda kalmayabilir.

İnsanlar ve makineler arasındaki entegrasyon olasılığı, Bilim Kurgu Yazarı Ray Kurzweil'in *Tekillik Yakın* adlı kitabında derinlemesine ele alınmış bir konu. Aslında son birkaç yıldır robotik ve bilgisayar teknolojileri, insan vücuduyla entegre bir şekilde kullanılıyor. Bozulan kalp ritmini düzenlemek için vücuda yerleştirilen kalp pilini, görme kusurlarını telafi etmek için kullanılan yapay retinayı, diyabet hastalarına

doğru miktarda insülin enjekte etmek için deri altına yerleştirilen mikro pompaları, farklı tipteki robotik protezleri ve epileptik atakları önlemek veya Parkinson hastalığının etkilerini hafifletmek için beyne yerleştirilen mikroçipleri düşünün.

Bu teknolojiler, gelecekte daha da gelişerek duysal, motor ve hafıza kapasitelerimizi artırmak için de kullanılabilir. Robotik ve biyonik mühendislik alanındaki gelişmeler, vücudu daha dayanıklı ve uzun ömürlü yapan yapay organların ve uzuvların geliştirilmesini mümkün kılarken nanoteknolojideki

gelişmeler sayesinde nöronların bilgi işlem cihazlarıyla iletişim kurmasını sağlayacak biyoyumlu sinirsel arayüzler geliştirilebilir.

Aynı zamanda nörobiyolojinin gelişimi, insan beyninin nasıl çalıştığını ayrıntılı olarak anladığımız noktaya ulaştığında biyolojik bir beyin, bir bilgisayarla iletişim kurabilir. Bu durum, düşüncelerin, duyuların ve komutların kablosuz ağlar aracılığıyla iletilmesini mümkün kılacak diğer bireylerle ve bilgisayar sistemleri ile bir tür "telepatik bağlantı" kurulmasını sağlayabilir.

Yapay Genel Zekâya Giden Teknoloji

Yapay genel zekâ, birkaç temel teknolojik alandaki önemli gelişmelerle desteklenir. YGZ'ye giden yolda en önemli kaynak, büyük veridir. Muazzam veri kümelerini toplama, işleme ve öğrenme yeteneği, insan benzeri genel zekâya sahip sistemler geliştirmek için hayati önem taşır. Veri üretme ve depolama kapasitemiz katlanarak artmaya devam ettikçe makinelerin, bu bilgiler arasında anlamlı ilişkiler kurma ve bu ilişkilerden uygulanabilir sonuçlar çıkarma potansiyeli de artar.

Bu verileri işlemek için ise gözetimsiz öğrenme (verilerin insanlar tarafından etiketlenmediği makine öğrenmesi türüdür) ve transfer öğrenme (bir görev için daha önce eğitilmiş bir modelin, önceki görevle ilişkili başka bir görevde kullanıldığı makine öğrenmesi yöntemidir) gibi alanlarda daha verimli ve etkili algoritmaların geliştirilmesine ihtiyaç duyuluyor. Bu teknolojiler, YGZ sistemlerinin büyük miktarda veriyi işlemesini, kalıpları yani veriler arasındaki bağlantıları tanımasını ve insan muhakemesini başarılı bir şekilde taklit eden kararlar almasını sağlar. Yapay sinir ağlarını kullanan derin öğrenme

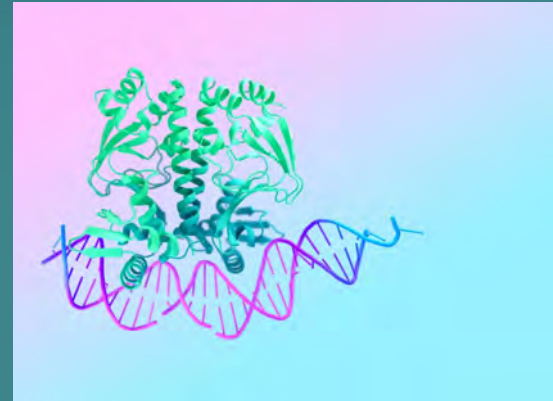
yöntemlerinin gücündeki ve karmaşıklığındaki üstel büyüme sayesinde bu sistemler, giderek daha karmaşık hâle geliyor ve yapay zekânın günümüzdeki sınırlarının ötesine geçerek daha genel zekâ biçimleri gerektiren görevleri gerçekleştirebilecek yeteneklere sahip oluyor.

Yapay genel zekâyı destekleyen diğer bir önemli gelişme ise kuantum hesaplama. Kuantum bilgisayarlar, klasik bilgisayarlardan çok daha yüksek hızlarda hesaplamalar yapma potansiyeline sahiptir. Bu hesaplama gücü, özellikle yapay zekâ modellerini eğitmek ve geliştirmek için gereken devasa veri kümelerini işlemeye ve analiz etmeye imkân sağlar. Özellikle kuantum makine öğrenme algoritmaları, karmaşık sinir ağlarının eğitimini önemli ölçüde hızlandırma ve klasik bilgisayarların yeteneklerinin çok ötesinde veri kümelerinin işlenmesini sağlama konusunda umut vad ediyor. Ancak büyük ölçekli kuantum bilgisayarların geliştirme sürecinde hâlâ başlangıç aşamasında olduğumuzu ve kuantum bilgisayarların tam potansiyellerine ulaşabilmesi için önemli teknik zorlukların üstesinden gelinmesi gerektiğini belirtmemiz gerek.

Büyük verinin, gelişmiş algoritmaların ve yüksek performanslı bilgi işleme

kapasitesinin birlikte kullanılması YGZ'nin gelişim ve değişim süreci için sağlam bir temel oluşturacaktır.

YGZ'nin gelişiminde birkaç önemli araştırma kurumu ve şirket öncü çalışmalar yürütüyor. ChatGPT de dahil olmak üzere büyük dil modelleri geliştirilmesiyle bilinen OpenAI, YGZ geliştirmeye en yakın firmalardan biri olarak görülüyor. Microsoft'un araştırma ve geliştirme birimi, makine öğrenimi, doğal dil işleme ve robotik dahil olmak üzere çok çeşitli yapay zekâ konularında araştırmalar yürütüyor. Benzer şekilde Google ve Facebook, yapay zekâ alanında başarılı çalışmalar yapıyor. Bu firmalar, yapay zekâ çalışmalarına ayırdıkları yüksek bütçelerle bu alanda önemli gelişmelere liderlik edebiliyor. Üniversitelere bağlı araştırma kurumlarında da bu alanda öncü çalışmalar yürütülüyor. Stanford Üniversitesine bağlı Stanford İnsan Merkezli Yapay Zekâ Enstitüsü, topluma fayda



sağlayan yapay zekâ teknolojileri geliştirmeye odaklanan bir araştırma merkezidir. MIT'nin Bilgisayar Bilimi ve Yapay Zekâ Laboratuvarı ise makine öğrenimi, robotik ve bilgisayar görüşü gibi alanlara odaklanan yapay zekâ araştırmaları için önemli bir merkezdir.

Bu kurumlar, yapay zekâ alanında kayda değer ilerleme gösteren çok sayıda önemli araştırma projesine imza attı. Örneğin, Google 'a ait DeepMind'ın AlphaFold projesi, onlarca yıldır bilim insanlarının üzerinde çalıştığı bir konu olan, proteinlerin üç boyutlu yapılarını kazandığı katlanma probleminin çözümünde devrim yarattı ve bu katkı, 2024 Nobel Fizik Ödülü'ne layık görüldü. Bu tür projeler, yalnızca yapay zekânın yeteneklerini ilerletmekle kalmıyor, aynı zamanda önemli bilimsel problemlerin çözümüne de değerli katkılar sağlıyor.

Yapay Genel Zekâ Geliştirmedeki Zorluklar

Yapay genel zekânın geliştirilmesi, birçok zorluğu da barındırıyor. Yapay genel zekâ sistemleri oluşturmak, yalnızca daha fazla veri ve daha hızlı işlemciler değil, aynı zamanda zekâyı nasıl modelleyeceğimiz



ve anlayacağımız konusunda yeni yaklaşımlar gerektiriyor. Mevcut yapay zekâ sistemleri, YGZ'ye ulaşmak için kritik bir gereklilik olan bilgiyi farklı alanlarda genelleştirmede başarılı değil. Bu sınırlamanın üstesinden gelmek, nasıl öğreneceğini öğrenme olarak tanımlanabilecek meta öğrenme ve veriler arasındaki nedensel bağlantıları kurmayı sağlayan nedensel akıl yürütme gibi alanlarda temel atılımlar gerektiriyor.

Teknik zorlukların ötesinde YGZ'nin geliştirilmesi, veri gizliliği ve güvenliği ile ilgili önemli endişelere de neden oluyor. Yapay zekâ sistemleri daha da geliştikçe eğitim için genellikle hassas kişisel bilgiler de dahil olmak üzere giderek daha büyük veri kümelerine ihtiyaç duyacak. Bu verilerin

gizliliğini ve güvenliğini sağlarken yine de yapay zekâ geliştirmede kullanımına izin vermek, dikkatli değerlendirme ve sağlam güvenlik önlemleri gerektiren karmaşık bir zorluk.

Yapay genel zekânın potansiyelini düşündüğümüzde, hayatımızın hemen her alanını dönüştürme gücüne sahip teknolojik bir devrimin eşiğinde olduğumuz açıkça ortaya çıkıyor. Çığır açan bilimsel araştırmalardan iklim değişikliği ve bulaşıcı hastalıklar gibi küresel zorluklara çözümler sunmaya kadar YGZ'nin sağlık, eğitim, iş ve günlük yaşam gibi alanlardaki potansiyel uygulamaları çok çeşitli.

Ancak bu potansiyelin önünde önemli engeller var. YGZ'nin geliştirilmesi için ciddi bir teknolojik zorluk bulunuyor.

İhtiyaç duyulan veri, işlem gücü ve sosyal destek, bugün için karşılanamayacak düzeyde. YGZ'nın belirli mesleklerde insanların yerini alarak neden olabileceği iş kaybı olasılığı, büyük miktarda veri toplama ve analiz kapasitesi nedeniyle kişisel mahremiyetle ilgili yol açabileceği sorunlar, süreç ilerledikçe ele alınması gereken endişelerden sadece birkaçı. YGZ'nin bireylere veya toplumlara zarar verebilecek şekillerde kullanılma riski de bulunuyor.

Her ne kadar gidişat, yapay genel zekânın geliştirilmesine yönelik olsa da bahsi geçen anlamda kabiliyetlere sahip, her açıdan insan gibi düşünen bir yapay zekâ hiçbir zaman geliştirilemeyebilir. Zaten şu an için böyle bir yapay zekânın tam olarak nasıl geliştirileceğini bilmiyoruz. Mevcut yapay zekâ modelleri daha yetenekli hâle gelse de ve aynı anda birden fazla işi başarıyla yapıyor olsa da insan

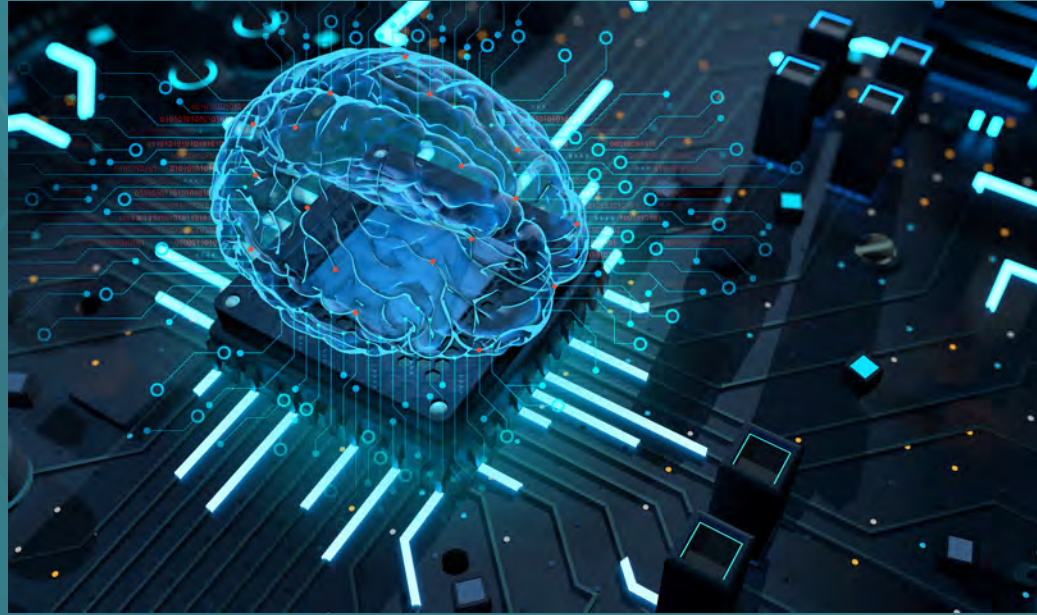
kadar kabiliyetli ve çok yönlü olamayabilir. Sınırlı derecede de olsa yapay genel zekâyâ yakın bir sistem, YGZ'nin yapacağı birçok faydayı sağlayacaktır.

Yapay genel zekâ dönemine hazırlanmak, birden fazla alanda koordineli hareket etmeyi gerektiriyor. Toplumların YGZ'nin getireceği değişikliklere hazırlıklı olmaları için mevcut ve gelecek nesillerin YGZ odaklı bir dünyaya adapte olmalarını sağlayacak

özgün, yenilikçi ve eleştirel düşünme gibi becerilere sahip olması gerekiyor.

Bütün bu nedenlerle YGZ sistemlerinin sorumlu bir şekilde geliştirilmesini ve kullanılmasını sağlayan yasalar ve düzenlemeler netleştirilmeli. Bugünden bakıldığında yapay genel zekâ, hem heyecan verici hem de göz korkutucu bir gelecek sunuyor. Seçim bizim elimizde. ■

alejomiranda / iStock



Kaynaklar

- Geoffrey Hinton: 'The Godfather of AI' on risks to humanity. <https://bbc.com/news/world-us-canada-65452940>, BBC, 2023.
- Bostrom, N., *Superintelligence: Paths, Dangers, Strategies*. Oxford University Press, 2014.
- Brynjolfsson, E., & McAfee, A., *The Second Machine Age: Work, Progress, and Prosperity in a Time of Brilliant Technologies*. W. W. Norton & Company, 2014.
- Buttazzo G., Rise of artificial general intelligence: risks and opportunities. *Front. Artif. Intell.* 6:1226990. doi: 10.3389/frai.2023.1226990, 2023.
- Diamandis, P. H., & Kotler, S., *The Future Is Faster Than You Think: How Converging Technologies Are Transforming Business, Industries, and Our Lives*. Simon & Schuster, 2020.
- Frey, C. B., & Osborne, M. A., The future of employment: How susceptible are jobs to computerisation? *Technological Forecasting and Social Change*, 114, 254-280, 2017.
- Kurzweil, R., *The Singularity Is Near: When Humans Transcend Biology*. Viking, 2005.
- Lee, E. A. *The Coevolution: The Entwined Futures of Humans and Machines*. Cambridge, MA: MIT Press, 2020.
- O'Neil, C., *Weapons of Math Destruction: How Big Data Increases Inequality and Threatens Democracy*. Crown, 2016.
- Topol, E. J., *Deep Medicine: How Artificial Intelligence Can Make Healthcare Human Again*. Basic Books, 2019.
- Turkle, S., *Alone Together: Why We Expect More from Technology and Less from Each Other*. Basic Books, 2011.
- Zuboff, S., *The Age of Surveillance Capitalism: The Fight for a Human Future at the New Frontier of Power*. PublicAffairs, 2019.
- Chan, C.Y.T. & Petrikat, D., Impact of Artificial Intelligence on Business and Society, *Journal of Business and Management Studies*, 2022.

COVID-19'un Uzun Vadede Kalbe Etkisi

Dr. Özlem Ak [TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi

Yeni bir araştırma, pandeminin başlarında COVID-19'a yakalanan kişilerin, enfeksiyondan sonraki üç yıla kadar kardiyovasküler problem yaşama olasılığının iki kat daha fazla olduğunu gösteriyor.

Hastalığı ağır geçiren vakalardan, özellikle A, B veya AB kan grubuna sahip kişilerde risk neredeyse dört katına çıkarken, 0 kan grubu, daha düşük riskle ilişkilendirilmiş. Bu bulgu, COVID-19 hastaları için uzun vadeli kardiyovasküler sağlık sorunları riskine dikkat çekiyor ve ağır COVID-19 vakalarının yeni bir kardiyovasküler risk faktörü olarak değerlendirilmesi gerekebileceğini düşündürüyor. Ancak bu sonuçları doğrulamak için farklı popülasyonlarda ve aşılansmış bireyler üzerinde daha fazla çalışmaya ihtiyaç olduğu da göz önünde bulunduruluyor.

ABD, Ulusal Sağlık Enstitüsü (NIH) tarafından desteklenen yeni bir çalışma, COVID-19 enfeksiyonunun, pandeminin başlarında virüse yakalanan aşılansmamış kişilerde üç yıla kadar kalp krizi, felç ve ölüm riskini önemli ölçüde artırdığını ortaya koydu. Bu risk artışı, önceden kalp rahatsızlığı olan ve olmayan bireylerde gözlemlendi. Bununla birlikte bu araştırma, özellikle pandeminin ilk dalgası sırasında enfekte olanlar için, artan riskin üç yıl kadar sürebileceğini gösteren ilk çalışma olması açısından son derece önemli.

Arteriosclerosis, Thrombosis, and Vascular Biology dergisinde geçen yıl kasım ayında yayımlanan çalışma, pandeminin başlarında

COVID-19 geçiren bireylerin, enfeksiyon öyküsü olmayanlara kıyasla kardiyovasküler problem yaşama olasılığının iki kat daha fazla olduğunu ortaya koydu. COVID-19'u şiddetli geçirenler için risk neredeyse dört katına çıkıyor.

Araştırmacılar, COVID-19 nedeniyle hastaneye yatan kişilerden A, B veya AB kan grubuna sahip olanlarda, kalp krizi veya inme riskinin iki kattan fazla arttığını ancak 0 kan grubuna sahip hastalarda bu risk artışının olmadığını tespit etti. 0 grubunun aynı zamanda COVID-19'u daha hafif atlama eğilimi ile ilişkili olduğu düşünülüyor.

Bilim insanları, bu çalışmalarında Avrupalı hastalardan oluşan büyük bir biyomedikal veri tabanı olan Birleşik Krallık Biyobankasına kayıtlı 10.000 kişinin verilerini inceledi. 1 Şubat 2020 ile 31 Aralık 2020 arasında COVID-19 testi pozitif çıkan 8.000 kişi ve şiddetli COVID-19 nedeniyle hastaneye kaldırılan 2.000 kişinin dahil edildiği çalışmada hastaların yaşı kayıt sırasında 40 ila 69 arasındaydı. Hastaların hiçbiri aşılanmamıştı çünkü o dönemde COVID-19 aşıları henüz mevcut değildi.

Araştırmacılar, çalışmada yer alan bu iki COVID-19 alt grubunu, hastalığı geçirmeyen yaklaşık 218.000 kişiden oluşan bir gruba karşılaştırdı. Daha sonra hastaları COVID-19 teşhisi konulduktan sonra yaklaşık üç yıla kadar takip ederek kalp krizi, felç veya ölüm gibi ciddi kalp-damar sorunları gelişip gelişmediğini gözlemlediler.

Önceden kalp hastalığı olan hastaları (her iki gruptaki oranları yaklaşık %11) hesaba katan araştırma ekibi kalp krizi, felç ve ölüm riskinin tüm COVID-19 hastaları arasında iki kat yüksek olduğunu buldu. Riskin, hastaneye yatmayı gerektiren, ağır COVID-19 vakaları arasında, hiç enfekte olmamış kişilere kıyasla dört kat daha yüksek olduğu anlaşıldı. Ayrıca veriler, üç takip yılının her birinde deney grubundaki kişilerin önemli bir kardiyovasküler olay geçirme riskinin, kontrol grubuna kıyasla hâlâ önemli ölçüde yüksek olduğunu gösterdi.

Güney California Üniversitesi Keck Tıp Fakültesinde Nüfus ve Halk Sağlığı Bilimleri Profesörü olan ve çalışmanın liderliğini yapan Hooman Allayee, dünya çapında 1 milyardan fazla insanın COVID-19 enfeksiyonu yaşadığını ve bu durumun küresel kalp sağlığı üzerindeki etkilerinin önemli olduğunu düşünüyor. Allayee, çalışmadaki bulguların esas olarak

pandeminin erken dönemlerinde enfekte olan kişiler için geçerli olduğunu belirtiyor. Kardiyovasküler hastalık riskindeki artışın kalıcı olup olmadığı veya daha yakın zamanda yani 2021'den sonra COVID-19'u ağır geçirmiş kişilerdeki etkisinin nasıl olacağı belirsiz. Bilim insanları, çalışmaya sadece Birleşik Krallık Biyobankasına kayıtlı hastaların dâhil edilmesi nedeniyle bulguların sınırlı olduğunu belirtiyor. Sonuçların daha geniş bir popülasyonda farklılık gösterip göstermeyeceği şu an için net değil. Çalışmaya katılanların aşılanmamış olması sebebiyle, aşıların kardiyovasküler riski etkileyip etkilemediğini belirlemek için gelecekte yapılacak çalışmalara ihtiyaç duyuluyor. Gen-virüs etkileşiminin mekanizması belirsizliğini koruduğu için, kan grubu ve COVID-19

enfeksiyonu arasındaki bağlantıya ilişkin çalışmaların da yapılması gerekiyor.

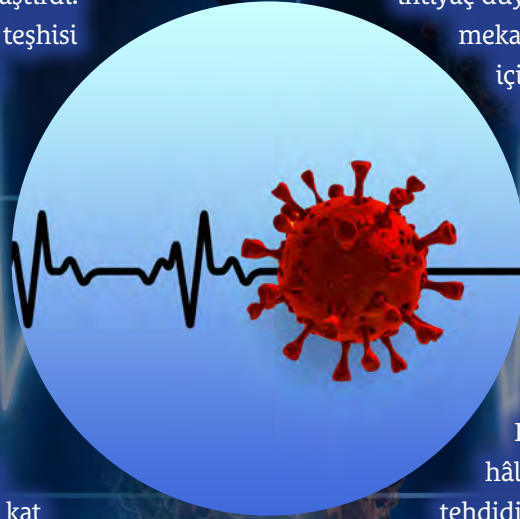
Çalışmayı büyük ölçüde finanse eden NIH Ulusal Kalp, Akciğer ve Kan Enstitüsü (NHLBI) Kardiyovasküler Bilimler Bölümü Direktörü Dr. David Goff, bu çalışmanın

hâlâ devam eden bir halk sağlığı tehdidi olan COVID-19'un uzun vadeli kardiyovasküler etkilerine yeni bir ışık tuttuğunu belirtiyor. Bu sonuçların, özellikle daha uzun süreli takip ile doğrulanırsa COVID-19'u ağır geçiren hastalar için kalp hastalığını önlemek amacıyla etkili stratejiler geliştirilmesine de destek olacağı düşünülüyor.

Bu araştırma aynı zamanda COVID-19'u ağır geçiren hastalarında kalp krizi ve inme riskinin artmasının, kan grubuyla ilgili genetik bir bileşeni olabileceğini gösteren ilk bilimsel çalışma olma özelliği taşıyor. ■

Kaynaklar

Hilser, J.R. ve ark., "COVID-19 Is a Coronary Artery Disease Risk Equivalent and Exhibits a Genetic Interaction With ABO Blood Type", *Arteriosclerosis, Thrombosis, and Vascular Biology*, Cilt 44, Sayı 11, s. 2321-2333, 2024.



Yıldız Gibi Parlayan Bir Süpernova Kalıntısı

Dr. Tuba Sarıgül [TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi

SN1006 isimli süpernova kalıntısının bu fotoğrafı X-ışını, görünür bölge ve kızılötesi dalga boyunda gözlem yapabilen farklı uzay ve yer teleskopları tarafından alınan görüntülerin birleştirilmesi ile elde edildi.

Günümüzden yaklaşık bin yıl önce insanlar, gökyüzünde aniden beliren yeni bir “yıldız”a tanık oldu. 1006 yılında birkaç hafta boyunca gündüzleri bile çıplak gözle fark edilebilecek kadar parlak olan bu yıldız, zamanla sönükleşip gözden kayboluncaya kadar yaklaşık 2,5 yıl boyunca gökyüzünde görülebildi. Modern zamanlarda bir süpernova patlaması sonucu olduğu anlaşılan bu parlaklık, Dünya’dan görülen en parlak kozmik patlama olarak kayıtlara geçti.

SN 1006 isimli süpernova kalıntısı, Dünya’dan yaklaşık 7000 ışık yılı uzakta, Kurt Takımyıldızı’nda bulunuyor. SN 1006’nın, Ia tipi bir süpernovadan kaynaklandığı tahmin ediliyor.

Bu tür süpernovaların nasıl oluştuğuna dair yaygın olarak kabul edilen görüşe göre Ia tipi süpernova patlamaları, en az biri beyaz cüce olan ikili yıldız sistemlerinde görülür. Beyaz cüce, kütle

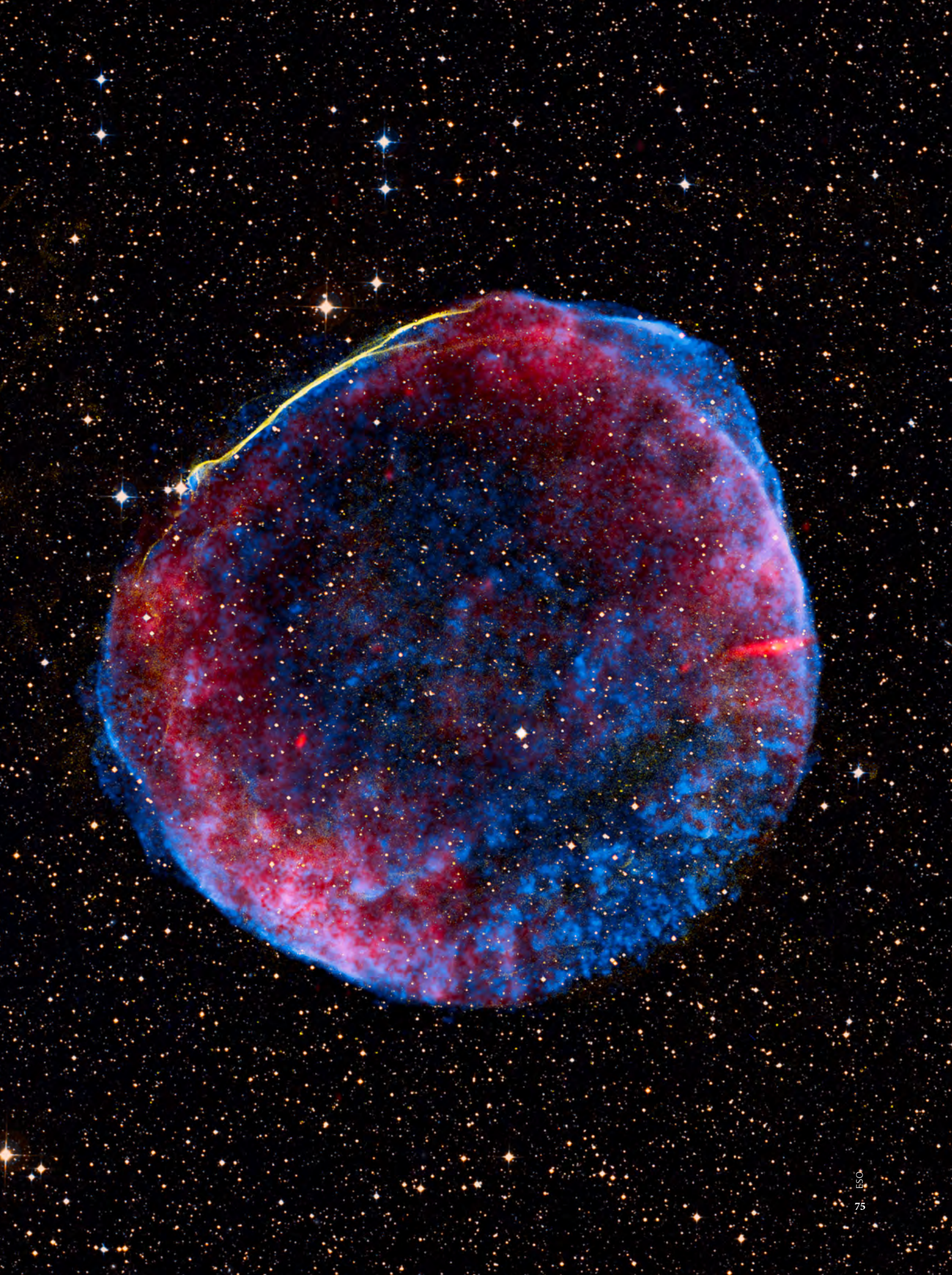
çekimi ile bağlı olduğu yakınındaki diğer yıldızdan madde çekerken kütlesi artar. Kütlesi belirli bir sınır değerini (~Güneş’in kütlesinin 1,4 katı) aştığında ise süpernova patlamasıyla sonuçlanacak olan nükleer tepkimeler tetiklenir.

Ia tipi süpernovalar, evrende nadir olarak gerçekleşir. Uzak gök adalarda gerçekleşen bu tür süpernovaların yapılarının ve özelliklerinin anlaşılması, gök bilimcilere evrenin genişlemesine dair araştırmalarında önemli bilgiler sağlıyor. ■

Görsel Kaynak: Radyo Dalga Boyu, NRAO/AUI/NSF/GBT/VLA; X-ışını Dalga Boyu, Chandra X-ışını Gözlemevi; Görünür Bölge Dalga Boyu, Curtis Schmidt Teleskopu

Kaynaklar

- <https://chandra.harvard.edu/photo/2013/sn1006/>
- <https://www.nasa.gov/missions/ixpe/ixpe-untangles-theories-surrounding-historic-supernova-remnant/>
- <https://www.nasa.gov/universe/supernova-remnant-sn-1006/>
- <https://science.nasa.gov/mission/roman-space-telescope/type-ia-supernovae/>



Finansal Okuryazarlık Nedir?

Dr. Elif E布伦 Kaya [TÜBİTAK Bilim Genç



Yaşamımızı sürdürmek için paranın yanı sıra doğru ve planlı bütçe yapmaya ihtiyaç duyarız. Örneğin on yaşında bir çocuğun harçlığıyla okul kantininden ne alabileceğini hesaplaması veya elli yaşındaki bir bireyin emeklilik için tasarruf planı yapması gibi... Mutfak, eğitim, kişisel ihtiyaçlar ve tasarruf için ne kadar bütçe ayıracağımız gibi kararlar da günlük yaşamımızda almamız gereken finansal kararlardır. Bu kararları bilinçli bir şekilde alabilmek ve bu kapsamda gelir, gider, tasarruf, yatırım, borçlanma, bütçe yönetimi ile finansal risk gibi konular hakkında bilgi sahibi olmak, temel yaşam becerilerinden biri olarak görülen finansal okuryazarlık kavramıyla açıklanıyor.

Finansal okuryazarlık; yatırım, tasarruf, mevduat, kredi, basit ve bileşik faiz, enflasyon, finansal risk gibi temel finansal kavramlar hakkında bilgi sahibi olmanın yanında kişinin bu bilgileri kullanarak kendi parasını dikkatli kullanması, gelecek için birikim yapması gibi çeşitli finansal tutum ve davranışlarda bulunabilmesini ifade eder.

Ekonomik İş Birliği ve Kalkınma Örgütü'ne (OECD) göre finansal okuryazarlık, sağlıklı finansal kararlar alabilmek ve bireysel finansal refaha ulaşmak için gerekli farkındalık, bilgi, beceri, tutum ve davranışların bileşimidir.

Finansal Okuryazarlığın Amacı Nedir?

Finansal okuryazarlığın amacı, bireylerin ve toplumun finansal refahını artırmaktır. Finansal okuryazar olan bireyler, gelir ve gider dengesini daha kolay kurabiliyor, satın almak istedikleri ürün ve hizmet seçeneklerini karşılaştırabiliyor, birikimlerini tasarrufa dönüştürebiliyor, yatırımlarını yönetebiliyor, finansal amaçlarına

yönelik doğru kararlar veriyor, finansal dolandırıcılık girişimlerine karşı tedbirli ve kredi kullanmaları gerektiğinde daha bilinçli oluyorlar.

Finansal Okuryazar Nasıl Olunur?

Uluslararası bir kredi değerlendirme kuruluşu olan Standard & Poor's'un 2014'te, dünya genelinde toplam 142 ülkeyi kapsayan finansal okuryazarlık konusundaki araştırmasında 150.000'den fazla kişinin finansal okuryazarlığı dört temel kavram bilgisiyle ölçüldü. Bu kavramlar faiz hesaplaması, bileşik faiz, enflasyon ve risk çeşitlendirmesiydi. Bu çerçevede dört sorudan en az üçünü doğru cevaplayanlar finansal okuryazar olarak kabul edildi. Bu araştırmanın sonuçlarına göre dünya genelinde finansal okuryazarlık oranı %33 çıktı. Araştırmaya göre ülkemizdeki finansal okuryazarlık oranı ise %24'tü. Bu sonuçlar, önemi giderek artsa da bireylerin finansal okuryazarlık düzeylerinin gelişmiş ülkelerde de gelişmekte olan ülkelerde de düşük olduğunu gösterdi.



Bireylerin finansal okuryazarlık düzeylerini artırmak amacıyla dünya genelinde çeşitli projeler ve faaliyetler yürütülmüştür. Ülkemizde ise Sermaye Piyasası Kurulu (SPK), Millî Eğitim Bakanlığı (MEB) ve Finansal Okuryazarlık ve Erişim Derneği (FODER) gibi kurum ve derneklerin yürüttüğü projeler bulunmaktadır. Bu projelerle bireylerin temel finansal konularda farkındalıklarını artırmak, finansal tutum ve davranışlarını iyileştirmek ve daha bilinçli finansal kararlar almalarına yardımcı olmak amaçlanıyor.

Bireyler kendi başlarına da finansal okuryazarlık seviyelerini artırabilirler. Bunun için öncelikle temel finans kavramlarına hâkim olmaları gerekir. Ayrıca düzenli bir harcama/tasarruf planı oluşturmak kişilerin mali durumlarının farkında olmalarını sağlar. Finansal gelişmeleri takip etmek de yine kişisel bütçenin doğru bir şekilde oluşturulmasına yardımcı olabilir. Bunların dışında finansal okuryazarlık düzeyi kitaplar, dergiler ve güvenilir internet sitelerinden yararlanılarak da artırılabilir. ■

Kaynaklar

<https://www.fo-der.org/bilgi-toplumunda-finansal-faktorler-ve-finansal-okuryazarlik/>
<https://ogmmateryal.eba.gov.tr/kitap/okuryazarlik-becerileri/finansal-okuryazarlik/finansal-okuryazarlik.pdf>
<https://foytbb.org.tr/finansal-okuryazarlik-nedir>
İktisadi ve İdari Bilimlerde Güncel Araştırmalar, Editörler Y.A. Unvan ve F. Kalay, Haziran 2020, Cetinje/Karadağ.

BİLİM TARİHİNDEN NOTLAR

Prof. Dr. Hüseyin Gazi Topdemir

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



Antik Yunan Döneminde Gökyüzü

Gökbilim çalışmaları, yaklaşık M.Ö. ikinci binyılda Babillilere ait gözlemler ve bu gözlemlerin kayıtlara geçirilmesiyle başladı. Yunanlılar tarafından geometrik yöntemlere ve felsefi ilkelere dayalı gök modellerinin oluşturulmasıyla önemli bir gelişme kaydedildi. Hristiyan dünyasında beş yüz yıllık bir durgunluk dönemi geçirdikten sonra, İslâm dünyasında yapılan çalışmalarla gök bilimi, kuramsal ve olgusal bütünlüğe sahip bir disiplin hâline getirildi. Böylece Babil, Yunan, Hristiyan ve İslâm kültürlerinin katkılarından oluşan üç bin yıllık gök bilimi geleneği, on altıncı yüzyılda gerçekleşen büyük yeniliklerle matematiksel modellere ve gözlemlere dayalı bilimsel bir disiplin niteliğini kazandı.

Günlük Hayat ve Takvim

Cıralı Taş Devri'nde (Neolitik Çağ) ortaya çıkan yerleşik hayat ile insanların gökyüzüne olan ilgileri de değişti ve insanlar meskenlerini, dini yapılarını ve mezarlarını Güneş'in doğuş yönünde yapmaya başladı. En yalın ifadesiyle, gökyüzünün ve gök cisimlerinin Neolitik kozmolojideki önemini ve etkisini gösteren bu durum, aynı zamanda tarih öncesi çağlarda denizcilerin ve çiftçilerin pratik gereksinimlerini karşılarken neden gök cisimlerinin hareketlerini izlediklerini de açıklıyor. Denizciler yollarını bulmak için Güneş'i ve yıldızları kullanırken, ekinlerini ne zaman ekeceklerini ve ne zaman hasat

edeceklerini bilmek için tarımsal takvime ihtiyaç duyan çiftçiler gök cisimlerinin hareketlerini izlemişlerdi. Nitekim Mısır, Mezopotamya ve diğer eski uygarlıklarda belirli bir yıldızın, örneğin Sirius'un, şafak vakti gökyüzünde görülmesinin, yani Güneş ile birlikte doğuşunun tekrarına dayalı takvimler geliştirilmişti. Benzer uygulamaların Antik Yunan'da da söz konusu olduğunu Hesiodos'un (M.Ö. 8. yüzyıl) *İşler ve Günler* adlı eserinden öğreniyoruz.



Sirius yıldızı (sol altta) ve Orion (Avcı) Takımyıldızı (sağ üstte)

Bununla birlikte, yeni bir takvim yapmak gerçekten zor bir iştir ve bugün de aynı zorluk devam ediyor. Zira ne Ay ne de Güneş yılında gün sayısı tam sayı olmadığından, ay uzunlukları değişir. Nil Nehri'nin taşması ile aynı zamana denk geldiği için Sirius'un ufuktan Güneş'le birlikte doğuşunu esas alan

Mısırlılar, takvimlerini sabitlemek için her yılın 29,5 günlük 12 aydan ve ek 11 günden oluştuğu, ayrıca Sirius'un daima 12. ayda doğacağı bir takvim tasarladılar. Eğer herhangi bir yılda Sirius 12. ayın başlarında doğarsa, sorun yoktu. Çünkü bu bir sonraki yıl yine aynı ayda doğacağı anlamına geliyordu. Ancak doğuşu 12. ayı geçerse, ertesi yıl 12. ay bittikten sonra doğacak demektir. Bunu önlemek için, o yıla bir ay eklenilirdi. Bu takvim esasen dini bayramlar için yeterliydi, ancak bir toplumun günlük ihtiyaçlarını karşılamıyordu. Bu nedenle sivil amaçlar için ikinci bir takvim tasarladılar. Diğerine göre daha basit olan bu takvimde her yıl tam olarak 12 aydan oluşuyordu. Her bir ayın 10'ar günlük 3 haftadan oluştuğu bu takvime, toplam gün sayısını 365'e tamamlamak için, yıl sonunda 5 gün ekleniyordu. Bu sivil takvim, Nil taşkınları ve tarımsal döngüler ile yaklaşık olarak uyumlu olduğundan toplumsal ihtiyaçları karşılıyordu.

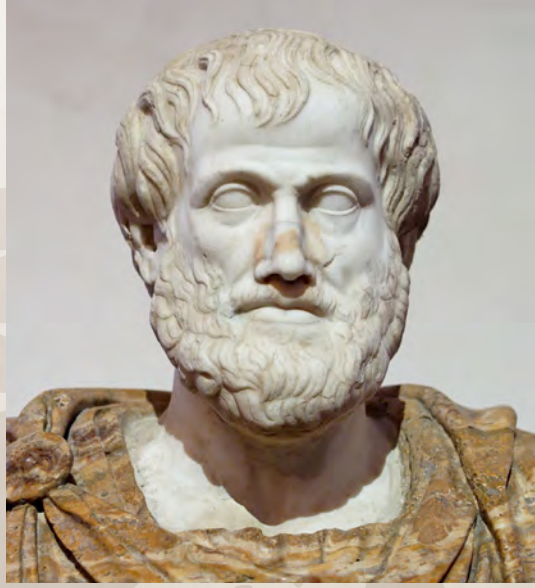
Benzer uğraşlar veren Mezopotamyalılar gelişmiş bir sayı sistemine sahip olduklarından daha gelişmiş takvim yapabildi. Altmış (seksagesimal) tabanlı ve konumsal bir sayı sistemi geliştiren Mezopotamyalılar'ın bu başarıları,

gökbilim çalışmalarında önemli avantajlar sağladı. Çünkü bu sistemde yazılabilecek sayıların doğruluğunun ve çok yönlülüğünün bir sınırı yoktu. Bugün de açılar derece; zamanı ise saat, dakika ve saniye cinsinden seksagesimal sistemde yazmaya ve hesaplamaya devam ediyoruz.

Antik Yunan Döneminde Gök Bilimi Çalışmaları

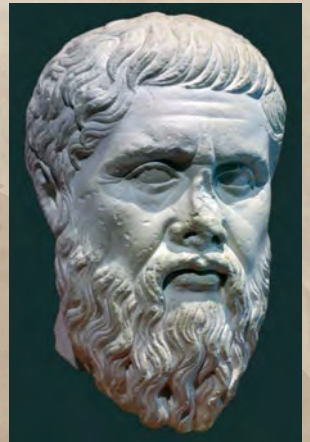
Eski Yunanlılar Mezopotamyalıların mirasını devraldı ve bu mirası mümkün olduğunca geliştirme yoluna gitti. İlk büyük başarıya imza atan kişi de Aristoteles oldu. Düşüncelerinde iki hususun öne çıktığı görülür: Birincisi, olup bitenleri tamamen doğa olayları ve yasaları ile açıklama girişimi; ikincisi ise Yer'in küre şeklinde olduğu kabulü. Ay tutulması esnasında Yer'in Ay'ın üzerine düşen gölgesinin daima yuvarlak olduğunu fark eden Aristoteles, bunun ancak Yer'in bir küre ise mümkün olabileceğini anlamıştı. O zamandan beri Yer'in küre şeklinde olduğunu bilen Yunanlılar, gökyüzünün de küresel olduğuna ilişkin düşünceler geliştirdiler. Çünkü her zaman gök kürenin yalnızca yarısını gördüklerine göre, Yer de onun tam merkezinde olmalıydı. Böylece adım adım bir evren modeli oluştu: Merkezinde küresel Yer'in bulunduğu küresel bir evren.

Kendinden önce ortaya konulan bilgileri dikkatle inceleyen Aristoteles, kişisel gözlemlerini ve felsefi birikimini de dahil ederek, Isaac Newton (1643-1727) zamanında bile Cambridge'de okutulmakta olan, gökyüzüne ilişkin kapsamlı bir kuram oluşturdu. Evreni dikkatlice gözlemleyen Aristoteles, evrenin merkezinden başlayarak Ay'a kadar uzanan bölge ile Ay'ın ötesindeki bölgenin birbirlerine benzemediklerini dikkate aldı ve gerekçeleri tamamen algısal olsa da evreni, yapısında değişimin söz konusu olduğu merkezden Ay'a kadar olan "yersel bölge" ve



Aristoteles (M.Ö. 384-322)

yapısında değişimin olmadığı Ay'dan sabit yıldızlara kadar olan "göksel bölge" diye ikiye ayırdı. Merkezinde Yer kürenin bulunduğu yersel bölge sırasıyla su, hava ve ateş kürelerinden oluşmaktaydı. Aristoteles'e göre nesneler bu unsurların değişen oranlarda karışımından meydana geldiğinden, serbest bırakılan bir nesne, kendisini oluşturan unsura doğru düz bir doğrultuda hareket ederdi. Esası toprak olan taşın Yer'in merkezine doğru, esasını ateşin oluşturduğu alevin ise merkezden öteye düz bir çizgi boyunca hareket etmesinin nedeni de buydu. Ateş kürenin hemen ötesinde, hareketlerin döngüsel olduğu ve bu nedenle maddenin özünde bir değişimin oluşmadığı göksel bölge başlardı. Gökyüzünün sınırında ise birbirlerine göre konumları asla değişmediği için "sabit" şeklinde adlandırılan, sayısız yıldızın bulunduğu bir küre vardı. Sabit



Platon (M.Ö. 427-347)

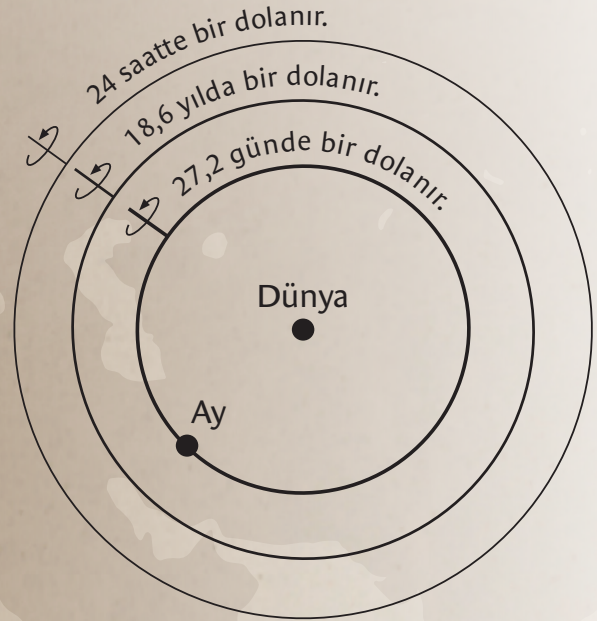
olmayan yıldızların sayısı sadece yediydi: Yer'den başlayarak Ay, Merkür, Venüs, Güneş, Mars, Jüpiter ve Satürn. Bunlar arka planı oluşturan sabit yıldızların aksine gökyüzünde hareket ettikleri için “gezginler” yani “gezegen” olarak adlandırılmışlardı. Bu kuram o dönem için insanların evrene dair sorularını yanıtlıyor gibi görünüyordu. Ama bu durum soru sorulmasına engel değildi. Mesela gezegenler, yasaların geçerli olduğu bir evrende hangi yasaya göre hareket ediyordu? Hareketleri görüldüğü gibi hep düzenli miydi? Bu türden çok sayıda soru gündemdeydi.

Gökyüzünün Geometrik Kurgulanışı

Aristoteles'in hocası olan Platon (M.Ö. 427-347) bu soruları gündemine alarak, gezegenlerin belirli doğa yasalarına göre hareket ettiğini, bu durumun yasaların geçerli olduğu bir evrende yaşadığımızın kanıtı olduğunu belirtti. Ona göre tek sorun gezegenlerin hareketlerinde geçerli yasaların karmaşıklığıydı. Platon'un düşünceleri ve kaygıları, *Ortak Merkezli Küreler Modeli* isimli ilk geometrik gök modelini geliştiren Knidoslu Eudoksos'un (M.Ö. 400-340) dikkatini çekti. Bu model ile gezegenlerin hareketlerinin bizi birer yasa olduğunu savunan ve bunu geometrik olarak göstermeyi amaçlayan Eudoksos, her bir gezegeni Yer'e en yakın kürenin ekvatoru üzerindeymiş gibi hayal etti. Bu küre sabit bir hızla dönüyor ve gezegeni de beraberinde taşıyordu. Bu kürenin kutuplarını, bir sonraki kürenin içine gömülmüş ve sonraki küre aynı hızla dönerken ilk küre tarafından

taşıınıyormuş gibi düşünmüştü. Bu durum üçüncü, gezegenler söz konusu olduğunda ise dördüncü küre için de geçerliydi. Her kürenin eksen açısı, dönüş hızı gibi spesifik bir değere sahipti ve her durumda en dıştaki küre, gezegenin Yer etrafındaki günlük hareketi boyunca izleyeceği yolu oluşturuyordu. Örneğin Ay'ın küreleri sırasıyla her 24 saatte, 18,6 yılda ve 27,2 günde olacak şekilde aynı hızda dönüyordu. Ay'ın gökyüzünde gözlemlenen hareketi, bu üç kürenin ortak etkisiyle ortaya çıkıyordu.

Gelecek sayımızda Antik Yunan döneminde gökyüzü konusunu ele almayı sürdüreceğiz. ■



Knidoslu Eudoksos'un Ortak Merkezli Küreler Gök Modeli

Kaynaklar

Hoskin, M., The History of Astronomy, A Vvery Short Introduction, Oxford: Oxford University Press, 2003.
Sayılı, A., Mısırlılarda ve Mezopotamyalılarda Matematik, Astronomi ve Tıp, Ankara: Atatürk Kültür Merkezi, 1991.
[https://web.math.princeton.edu/~epwyw/F22FRS/Linton/From_Eudoxus_to_Einstein_A_History_of_Mathematical..._\(2_Spheres_and_circles\).pdf](https://web.math.princeton.edu/~epwyw/F22FRS/Linton/From_Eudoxus_to_Einstein_A_History_of_Mathematical..._(2_Spheres_and_circles).pdf)

Doğa Fauna

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

TEMBEL AYI

Güney Asya'nın tropik bölgelerindeki ormanlık, çalılık ve otlak alanlarda dağınık görünüşlü; uzun pençeli; kulak, omuz ve boynunda sert uzun kılları olan; meyve, karınca ve özellikle termitlerle beslenen bir ayı türü yaşar: tembel ayı (*Melursus ursinus*). Siyah renkli ve özellikle uzun tüylü olan kürkleri sayesinde tropik bölgelerde bulunan böceklerden korunurlar. Göğüs kısımlarında "V" veya "Y" şeklinde krem rengi benekler bulunur.

Tembel ayılar keskin bir koku alma duyusuna sahiptirler. Yetişkin bireylerin üst iki ön dişleri (kesici dişleri) kaybolmuştur. Bu sayede termitleri ve diğer böcekleri kolaylıkla emerek yiyebilirler. Böcek ve meyveyle beslenmeleri nedeniyle azı dişleri diğer ayı türlerinden daha küçüktür, ancak savunma amacıyla kullandıkları iri köpek dişleri vardır. Ayaklarının içe dönük yapıda olmasının nedeninin ise termit ve karınca yuvalarını daha kolay bir şekilde kazabilmeleri olduğu tahmin ediliyor.

Boyları yaklaşık 1,5-2 metre uzunluğunda olan tembel ayılar, ağaçlar meyve verdiğinde yani genellikle muson mevsiminde çeşitli çiçekler, mango, incir, abanoz ve diğer meyvelerle, meyve olmadığı zamanlarda ise çoğunlukla termitlerle beslenirler. Bir termit tümseği ya da karınca yuvası bulduklarında devasa pençeleriyle yuvayı dağıtırlar. Daha sonra dudaklarını büzüp, sarkık alt dudaklarını bir tüp gibi uzatırlar ve yüksek bir homurtu sesi çıkartarak böcekleri emerek yerler. İlginç bir şekilde hem burunlarına toz girmesini hem de böceklerin burun deliklerinden kaçmasını engellemek amacıyla burun deliklerini kapalı tutarlar. Bu sırada çıkardıkları ses, 100 metre veya daha uzak mesafelerden bile duyulabilir.

Tembel ayılar çoğunlukla geceleri aktiftir. Koku alma duyuları iyi gelişmiştir ancak görme ve işitme duyuları zayıftır. Bu ayılar genellikle saldırgan değildir, ancak kendilerini tehdit altında hissettiklerinde savunmaya geçip saldırgan davranışlar sergileyebilirler. Mükemmel tırmanıcılar olmalarına rağmen ağaçlara tırmanmazlar. Gündüzleri mağaralarda, özellikle de nehir kıyısındaki mağaralarda uyurlar.

Yaşam alanlarındaki insan faaliyetleri ve habitat kaybı nedeniyle soyları tehlike altındadır. ■



Gökyüzü

Dr. Tuba Sarıgül

[TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi

Gezegenler, 2025 Yılı'nı Gökyüzünde Geçit Yaparak Karşılıyor

2025 yılının ilk ayında, gökyüzünde bir gezegen geçidine tanık olabilirsiniz. Güneş'in batışıyla birlikte Venüs, Satürn ve Jüpiter gökyüzünde beliriyor. İlerleyen saatlerde Mars, doğu yönünde ufuktan doğarken önce Venüs sonrasında ise sırasıyla Satürn ve Jüpiter, batı yönünde ufuktan batıyor. Merkür ise Güneş'in doğuşundan önce gökyüzünde görülebiliyor.

Venüs

3 Ocak akşamı, Venüs ve hilal şeklindeki Ay'ı güneybatı yönünde ufukun üzerinde birbirine çok yakın görebilirsiniz.

Venüs, ocak ayında Güneş'in batışından sonra güneybatı yönünde ufukun üzerinde parlıyor. Venüs'ün parlaklığı ve ufukun üzerinden yüksekliği, ayın ilerleyen günlerinde artıyor. 11 Ocak'ta Venüs'ün aydınlık ve karanlık görünen kısımlarının büyüklüğü, neredeyse eşit olacak. Ocak ayında da Venüs'ün evrelerindeki değişimi bir dürbün ya da basit bir teleskop yardımıyla gözlemleyebilirsiniz.



Satürn

Ocak ayında Güneş'in batışından sonra ufukun üzerinde olan diğer bir gezegen Satürn. Ayın başında gece yarısından yaklaşık bir saat önce batan Satürn, ayın ilerleyen günlerinde daha erken saatlerde batmaya başlıyor ve gözlem süresi kısalıyor.

4 Ocak akşamı, Satürn'ü ve hilal şeklindeki Ay'ı gökyüzünde neredeyse birbirine dokunacak kadar yakın görebilirsiniz. 18 Ocak akşamı ise Venüs ve Satürn güneybatı yönünde ufukun üzerinde



birbirine yakın görünümde. Kova Takımyıldızı'nda bulabileceğiniz iki gök cisminin Venüs, Satürn'e göre çok daha parlak görünüyor.

Jüpiter

Jüpiter, ocak ayında Güneş'in batışından sonra doğu yönünde ufukun üzerinde ortaya çıkıyor. Gece yarısından yaklaşık iki saat önce ufukun üzerinde en yüksek noktaya ulaşan Jüpiter, Güneş'in doğuşundan iki saat önce batı-kuzeybatı yönünde ufuktan batıyor. Güneş sisteminin en parlak gezegeni, ayın ilerleyen günlerinde daha erken batmaya başlıyor ve parlaklığı hafifçe azalıyor.



11 Ocak'ta Jüpiter'i ve dolunay evresine yaklaşan Ay'ı, batı yönünde ufkun üzerinde birbirine yakın görebilirsiniz.

Mars

Ocak ayının belki de en önemli gök olayı, Mars kavuşumu. 16 Ocak'ta karşı konuma gelen Mars bu konumdayken Güneş, Dünya ve Mars aynı hizadadır ve Mars, Güneş'e göre Dünya'nın arkasında bulunur. Kızıl Gezegen, bu konumdayken gökyüzünde daha parlak ve büyük görünür.

Mars, ocak ayında Güneş'in batışından yaklaşık 1,5 saat sonra kuzeydoğu-doğu yönünde ufkun üzerinden doğuyor, gece yarısından kısa bir süre sonra gökyüzünde en yüksek noktaya ulaşıyor ve Güneş'in aydınlığında kayboluncaya kadar gökyüzünde görülebiliyor.

14 Ocak gecesi, Mars'ı ve dolunay evresindeki Ay'ı, İkizler Takımyıldızı'nın en parlak yıldızları Polluks ve Kastor ile bir arada görebilirsiniz.



Merkür

Merkür, ocak ayında şafak vakti etkileyici gökyüzü manzaraları sunuyor. Ayın başında Güneş'ten yaklaşık 1,5 saat önce doğu-güneydoğu yönünde ufkun üzerinden doğan Merkür, gökyüzünde kolayca fark edilebiliyor. Ayın ilerleyen günlerinde daha geç doğmaya başlayan Merkür'ün ufkun üzerinden yüksekliği de azalıyor.

Şubat ayının başında, yörünge hareketi sırasında Dünya'ya göre Güneş'in arkasından geçmeye hazırlanan Merkür, bu süreçte gökyüzünde Güneş'e yaklaştığı için ocak ayının son haftasından itibaren görülemiyor.

Merkür'ü ocak ayının başında, şafak vakti gökyüzünde Akrep Takımyıldızı'nın en parlak yıldızı Antares ile bir arada görebilirsiniz.



4 Ocak 2025
Saat 03.00



Quadrantid (Dörtlük) Gök Taşı Yağmuru

Yılın en önemli gök taşı yağmurlarından biri olan Quadrantid (Dörtlük) gök taşı yağmuru, 3 Ocak'ta en yüksek etkinliğe ulaşıyor. Bu tarihte, uygun gözlem koşullarında saatte maksimum 120 gök taşı görülebilir. Gök taşı yağmurunun en yüksek etkinliğe ulaştığı tarihte Ay'ın yaklaşık %11'i aydınlık görüldüğünden gök taşlarının fark edilmesini olumsuz etkilemiyor.

Siz de gök taşlarının gökyüzünde ortaya çıktığı noktayı yani saçılma noktasını 3 Ocak'ı 4 Ocak'a bağlayan gece, kuzeydoğu-doğu yönünde, ufkun üzerinde Çoban Takımyıldızı ile Ejderha Takımyıldızı'nın arasında bulabilirsiniz.

Kaynağı 2003 EH, asteroidi olan Quadrantid gök taşı yağmuru, yılın en güçlü gök taşı yağmurlarından biri olmasına rağmen en yüksek etkinliğe ulaştığı dönem, birkaç saatte sona eriyor.

Mars'ın Buzulları

İlk dördün
7 Ocak
Saat: 02.56



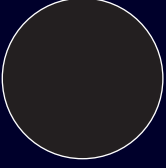
Dolunay
14 Ocak
Saat: 01.27



Son dördün
21 Ocak
Saat: 23.31



Yeni ay
29 Ocak
Saat: 15.36



Yerberi

8 Ocak Saat: 02.35
370.171 km

Yeröte

21 Ocak Saat: 07.55
404.298 km

Amatör gökyüzü gözlemcilerinin merakla beklediği gök olaylarından biri de gezegenlerin kavuşum konumuna gelmesidir. Yörüngesi, Dünya'nın ötesinde olan dış gezegenler, kavuşum konumundayken Güneş'in etrafındaki yörünge hareketleri sırasında Güneş'e göre Dünya'nın arkasından geçer. Karşı konumda oldukları zamanlar, dış gezegenlerin gözlemlenmesi için son derece uygun dönemlerdir. Çünkü karşı konumdan geçtikleri dönem ile yörünge hareketi sırasında Dünya'ya en yakın konumda olduğu zamanlar, yaklaşık olarak aynıdır. 16 Ocak'ta da Mars, karşı konuma geliyor. Yani ocak ayında Mars'ı diğer zamanlarda olduğundan daha parlak ve büyük görebilirsiniz.

Mars, her 26 ayda bir karşı konuma gelir. Ancak Mars'ın yörüngesi mükemmel bir çember şeklinde olmadığından her kavuşum konumunda Dünya ile Mars arasındaki mesafe aynı değildir. 16 Ocak'taki kavuşum sırasında da Mars ile Dünya arasındaki mesafe 96 milyon km olacak. Bu, Mars'ın Dünya'ya en uzak olduğu kavuşum zamanlarından biri. Amatör gökyüzü gözlemcileri, bu tarihte Mars'ın kuzey kutbundaki buzulları gözlemleyebilir. Kuzey kutbundaki buzullar, yaklaşık 1000 km genişliğinde bir alanı kaplıyor. Mars'ta kış ve yaz mevsimi yaşanırken kutuplarındaki buzul miktarı değişiyor. Örneğin kuzey kutbunda kış yaşandığı zamanlarda buzullar, katı karbondioksit ve su buzundan oluşurken yaz mevsiminde karbondioksit buharlaşarak atmosfere karışıyor. Sağdaki fotoğraf da 17 Mayıs 2010'da, Mars'ın kuzey kutbunda yaz gün dönümü yaşanırken ESA'nın Mars Ekspres uzay görevi kapsamında Mars yörünge aracı tarafından çekildi.



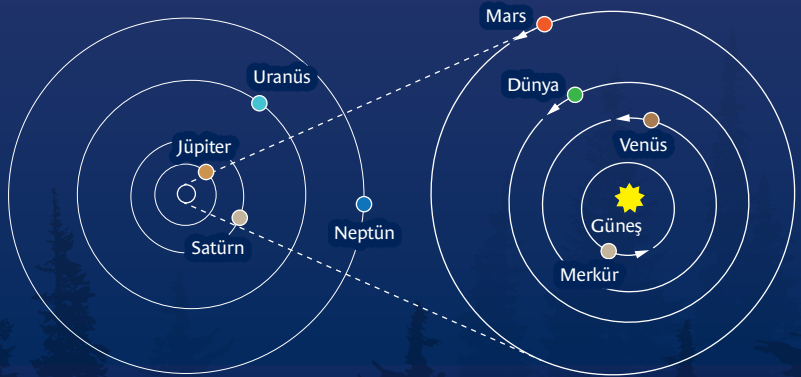
Mars'ın kuzey kutbundaki buzullar

CC BY-SA 3.0 IGO
ESA/DLR/FU Berlin (G. Neukum)

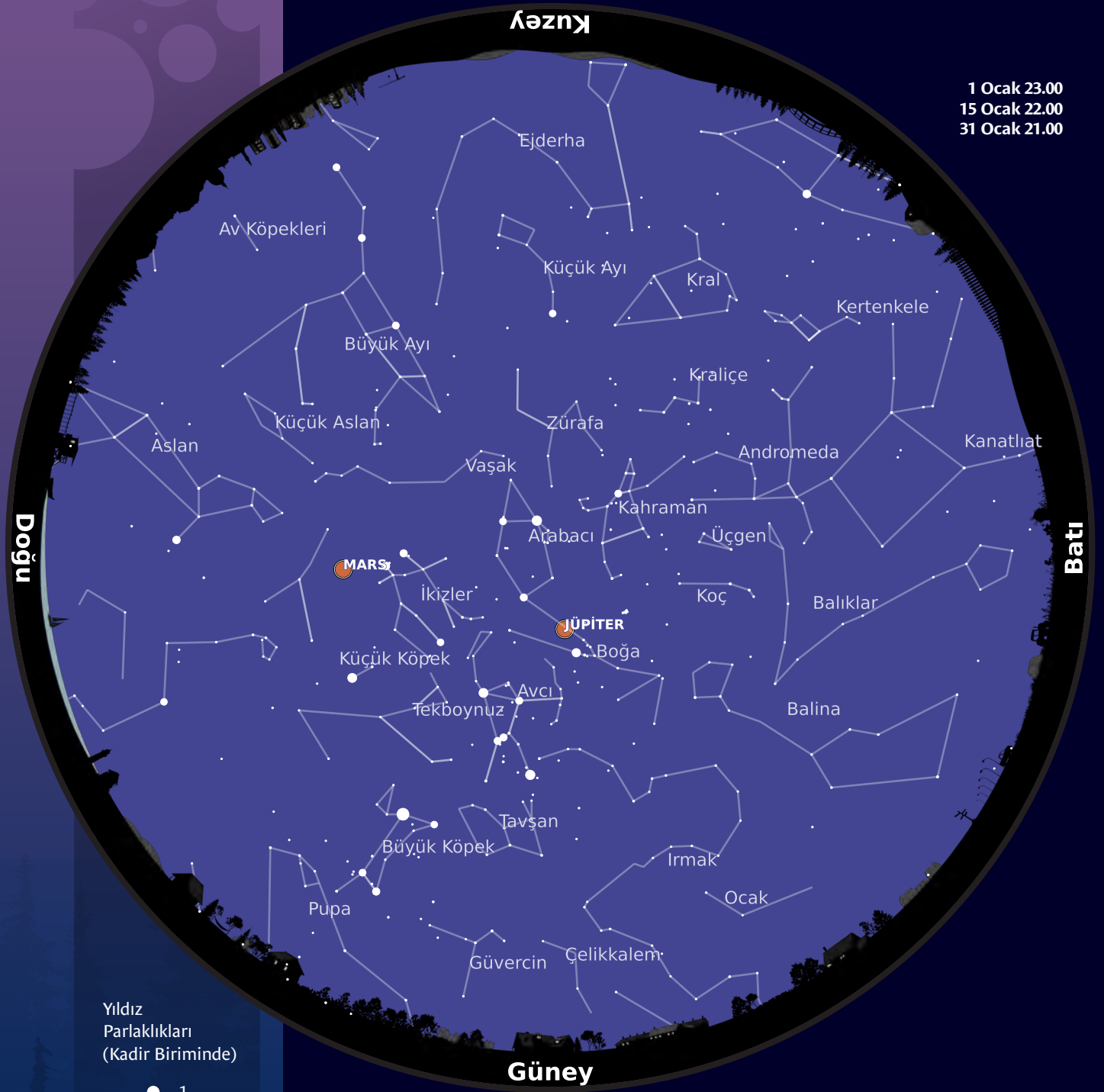
Ayın Önemli Gök Olayları

- 3 Ocak** Ay ve Venüs, yakın görünümde Quadrantid (Dörtlük) gök taşı yağmuru, en yüksek etkinliğinde
- 4 Ocak** Dünya, Güneş'e en yakın konumda
- 7 Ocak** Ay ve Satürn, yakın görünümde
- 8 Ocak** Ay, ilk dördün evresinde
- 10 Ocak** Ay, Dünya'ya en yakın konumda
- 14 Ocak** Venüs, en büyük doğu uzanımı konumunda
- 14 Ocak** Ay, dolunay evresinde
- 16 Ocak** Ay ve Mars, yakın görünümde
- 16 Ocak** Ay ve Polluks, yakın görünümde
- 16 Ocak** Ay ve Regulus, yakın görünümde
- 18 Ocak** Venüs ve Satürn, yakın görünümde
- 21 Ocak** Ay, son dördün evresinde
- 21 Ocak** Ay, Dünya'ya en uzak konumda
- 23 Ocak** Ay ve Spika, yakın görünümde
- 25 Ocak** Mars ve Polluks, yakın görünümde
- 29 Ocak** Ay ve Antares, yakın görünümde
- 29 Ocak** Ay, yeni ay evresinde

Ocak Ayında Gezegenlerin Birbirlerine Göre Yörüngelerindeki Konumları



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



1 Ocak 23.00
15 Ocak 22.00
31 Ocak 21.00

Düşünme Kulesi

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

Ayın Oyunu: Toplam Karalama

Toplam Karalama Oyununun Kuralları

Tablodaki hücrelerden bazıılarını öyle karalayın ki, karalanmamış hücrelerdeki rakamlar toplandığında ilgili satır ve sütunlarda verilen toplamlar elde edilebilsin.

	22	14	17	19	18	18
10	8	2	8	6	1	3
26	9	3	6	6	8	9
24	5	2	7	3	4	6
12	2	5	2	5	2	2
13	2	4	2	4	3	2
23	8	6	4	4	2	7

	11	10	14	10	12	6
18	3	6	7	7	4	2
10	1	2	7	1	5	4
9	2	3	7	3	7	4
4	4	8	7	4	6	2
20	4	8	4	8	7	1
2	3	1	6	1	1	1

	23	19	4	19	31	8	12
14	6	8	4	1	5	5	3
19	8	8	6	8	2	2	3
10	3	1	2	6	2	6	2
20	7	1	4	8	8	6	2
17	3	9	9	4	5	3	8
9	5	1	7	3	4	7	7
27	8	7	3	4	9	5	9

	2	20	6	11	15	7	28
9	6	7	5	3	6	6	6
16	3	8	6	8	5	7	6
11	2	4	7	1	3	3	9
12	1	4	4	5	6	3	8
10	4	4	3	6	9	2	3
16	6	8	2	7	9	5	2
15	3	4	3	8	3	2	6

Toplam Karalama - Örnek Çözüm

	7	21	23	7	17	25
13	2	6	5	9	6	5
23	3	8	8	4	8	6
19	6	5	8	2	5	7
15	8	7	1	6	6	9
14	2	9	7	1	9	4
16	2	8	8	6	8	4

Ödüllü soru

▼ Toplam Karalama sorusunu çözüp her satırda karalanan hücre sayısını 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 *Güçlü Titreşimler-Müziğin Fiziği* başlıklı kitap hediye edilecek. Çekiliş sonuçları dergimizin internet sitesinden önümüzdeki ay içinde duyurulacak. Geçen ayın ödüllü Termometre Sudoku sorusunu doğru yanıtlayan ve kitap ödülü kazanan okurlarımızın listesi internet sitemiz üzerinden duyuruldu.

	28	17	8	9	27	21	32	4
3	7	6	4	4	2	1	8	5
29	4	6	4	9	9	7	7	9
19	1	2	7	7	8	3	7	7
25	9	8	5	3	2	4	4	9
8	4	2	5	2	8	3	6	4
24	6	5	8	7	2	5	5	8
8	1	1	8	3	8	3	5	6
30	4	9	4	9	9	8	9	3

Her satırda karalanan hücre sayısını belirtin. Örnek çözümün cevabı 322424 şeklinde yazılmalıdır.

Hazine Avı: Rakamlar çevrelerindeki komşu hücrelerde kaç elmas olduğunu gösteriyor. Diyagramdaki tüm elmasların yerini bulun.

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

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

Hazine Avı

Örnek Çözüm

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

Yol Oluşturma: Oyunun amacı komşu hücreler boyunca yatay veya dikey ilerleyen ve kendisini kesmeyen kapalı tek bir yol oluşturmaktır. Yol, rakam olan hücrelerden geçemez. Bu rakamlar çevrelerindeki hücrelerden kaç tanesinin yolun parçası olduğunu belirtmektedir.

	5					8			
	4		3					3	
								4	
			2						
					8				
		4							
						7			
3			5			4			

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

Yol Oluşturma

Örnek Çözüm

2					3
2					

Geçen Sayının Çözümleri

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

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

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

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

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

Ödüllü Soru:
Termometre Sudoku

3					5

Kale Duvarı

*	*			*	*
*	*	*	*	*	*
*	*	*	*	*	*
*	*	*	*	*	*
*	*	*	*	*	*
*	*	*	*	*	*

*	*			*	*
*	*	*	*	*	*
*	*	*	*	*	*
*	*	*	*	*	*
*	*	*	*	*	*
*	*	*	*	*	*

Yıldız Savaşları

Termometre Sudoku

Satranç

Kıvanç Çefle [btsatranc@tubitak.gov.tr]

Sekizinci Gençlik Satranç Kompozisyon Yarışması

G ençlik Satranç Kompozisyon Yarışması

(Youth Chess Composition Challenge), 2016 yılından beri Dünya Satranç Kompozisyonu Kongresi'nin bir yan etkinliği olarak gerçekleştiriliyor. Amaç, gençlere kurgu konusunda tavsiyelerde bulunmak, bilgilendirmek ve onların problem ve etüt kurmalarını teşvik etmek. 2024 yılında Litvanya'nın Jurmala kentinin ev sahipliği yaptığı kongrede bu yarışmanın sekizincisi gerçekleştirildi. Yalnızca 23 yaşından gün almamış kurgucuların katılabildiği yarışmada üç kategori vardı. A kategorisine yalnızca önceden ilan edilmiş bir

temaya göre kurulan iki hamlelik problemler, B kategorisine tematik sınırlama olmayan etütler ve C kategorisine de yine tematik sınırlamanın olmadığı her türde problem ya da etütler kabul edildi.

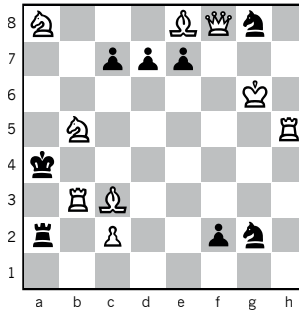
Bu ay size her üç kategoride dereceye girmiş problemlerden bazı örnekler sunacağız. Önce A kategorisine kabul şartı olan temayı tanımlayalım: Yarışmaya katılacak problemin iki hamlelik olması, pozisyonda yan yana duran üç siyah piyonun yer alması, siyah şahın piyonların durduğu yataydan en az üç yatay daha aşağıda durması ve çözümde bu piyonlardan her birinin en az bir

hamle yapması (yani toplamda en az üç) isteniyordu. Veri tabanları incelendiğinde daha önce de bu tarife uyan bazı problemlerin kurulduğu görülüyor. Yarışmanın temasına örnek oluşturması açısından önce geçmişte kurulan bu problemlerden birini görelim (Diyagram 1).

Diyagram 1

Herbert Nikolussi

Schweizerische Schachzeitung, 1948



Beyaz oynar ve iki hamlede mat eder.

Çözüm:

1. Fd2! (tehdit 2.

Ac3#)

a) 1...c5 2. Ab6#;

b) 1...d5 2. Abxc7#;

c) 1...e5 2. Vb4#.

Tematik savunmaların (1...c5/d5/e5) ortak özelliği h5'teki kalenin a5'i kontrol etmesini önlemek. Ama bu hamlelerden her biri farklı bir zayıflığa yol açarak beyazın mat etmesine izin veriyor. Diğer varyantlar: 1... Kxc2 2. Ka3#; 1...Ah4+ 2. Kxh4#; 1...Af4+ 2. Vxf4#.

Şimdi Gençlik Satranç Kompozisyon Yarışması'nda birincilik kazanan problemi sunuyoruz (Diyagram 2).

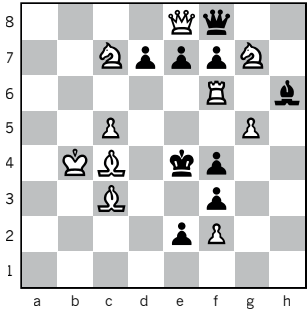


yine e6 karesi üzerine oynanan deneme hamleleri nedeniyle özellikle övgüye değer bulmuş: 1. Ke6+? fxe6!; 1. Fe6? (tehdit 2. Ff5#) dxe6! ve 1. Age6? (tehdit 2. Kxf4#) exf6!.

B kategorisindeki yarışma etüt alanında yapıldı. Bu kategoride birinciliği Ural Hasanov kazandı.

Diyagram 2

Benjamin Defromont
Sekizinci Gençlik Satranç
Kompozisyon Yarışması A
Kategorisi, 2024
Birincilik



Beyaz oynar ve iki hamlede mat eder.

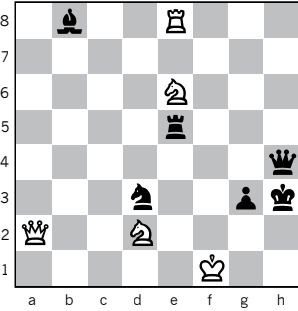
Çözüm:

1. Ace6! (tehdit:
2. Kxf4#)
- a) 1...fxe6 2. Vg6#;
- b) 1...dxe6 2. Vc6#;
- c) 1...exf6 2. Axf8#.

Yarışmanın hakemi İngiliz kurgucu David Shire bu problemi

Diyagram 3

Ural Hasanov
Sekizinci Gençlik Satranç
Kompozisyon Yarışması B
Kategorisi, 2024
Birincilik



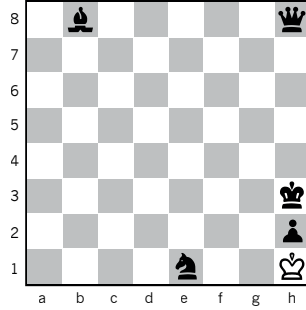
Beyaz oynar ve berabere kalır.

Çözüm:

Siyah 1...Ke1# ve 1...g2+ 2. Şg1 Vf2# ile mat etmekte. Bu da beyazın ilk hamlesini belirliyor:
1. Af3 Ke1+ 2. Axe1 Vf6+ 3. Af4+ Vxf4+ 4. Şg1 Vd4+ 5. Şf1 Vf6+ 6. Şg1 Axe1 7. Kh8+ Vxh8 8. Vh2+ gxh2 9. Şh1 ve beraberlik

çünkü siyah ne oynarsa oynasın pat durumundan kaçınamaz (Diyagram 4).

Diyagram 4

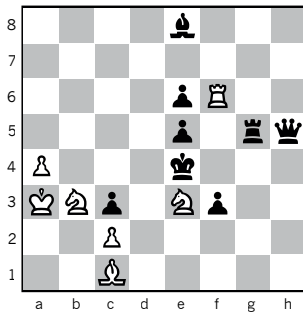


Beyazın üç taşını feda ettiği ve ilginç bir pozisyonla sonuçlanan yaratıcı bir çalışma.

Ural Hasanov, yarışmacıların her tarz kurguyla katılabildiği C kategorisinin de birincisi oldu.

Diyagram 5

Ural Hasanov
Sekizinci Gençlik Satranç
Kompozisyon Yarışması
C Kategorisi,
2024 Birincilik



Beyaz oynar ve 12 hamlede mat eder.

Mantıksal Okul ilkelerine göre kurulmuş bir problem. Beyazın önce e6, sonra da c3 piyonundan kurtulması lazım.

Çözüm:

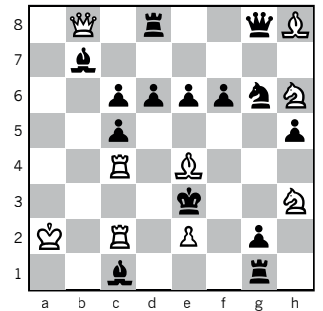
1. Ac5+ Şd4 2. Axe6+ Şe4 3. Ac5+ Şd4 4. Ab3+ Şe4 5. Ad1 Şd5 6. Axc3+ Şc4 7. Ad1 Şd5 8. Ae3+ Şe4 9. Ac5+ Şd4 10. Şb4 e4 11. Ab3+ Şe5 12. Fb2#

Ayın Soruları

Ayın soruları olarak A kategorisinde ikincilik ve üçüncülük kazanmış iki problem seçtik.

Diyagram 6

Ilya Serafimoviç
Sekizinci Gençlik Satranç
Kompozisyon Yarışması
A Kategorisi,
2024 İkincilik



Beyaz oynar ve iki hamlede mat eder.

Diyagram 7

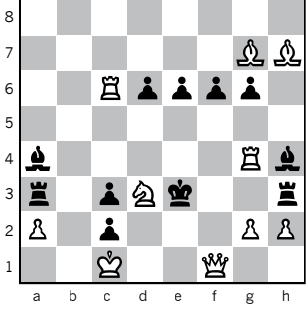
Ural Hasanov

Sekizinci Gençlik Satranç

Kompozisyon Yarışması A

Kategorisi, 2024

Üçüncülük



Beyaz oynar ve iki hamlede mat eder.

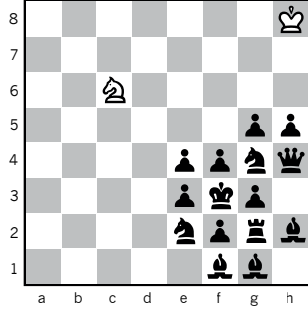
Geçen Ay Sorulan Problemlerin Çözümü

Geçen ay sizlere grotesk satranç kurgularından örnekler vermiştik. Hatırlayacaksınız, “grotesk” normalde tuhaf, gülünç, itici gibi anlamlara gelen bir sözcüktü; satrançta ise normal bir oyunda oluşması imkânsız ve garip pozisyonları temel alan ya da son derece sıra dışı fikirlere dayanan problem ya da etütler için kullanılan bir terim. Ayın soruları olarak da size işte bu tür kurgular sunmuştuk. Şimdi bunların çözümlerini veriyoruz.

Diyagram 8

Karl Fabel

Die Schwalbe, 1952



Beyaz oynar ve 12 hamlede mat eder.

Bu problem için bir ipucu vermiştik: Beyaz şah, siyah vezir h3'te olduğu sırada g5 piyonunu almalı. O zaman vezir h4'e gelecek ve beyaz Şxh4 hamlesini yapacak. Siyah zorunlu olarak atlarından birini oynayacak (zugzwang) ve beyaz da Ad4# ya da Ae5# ile mat edecek. Plan basit gözükse de beyazın düşmemesi gereken tuzaklar var.

Not: Bu problemde siyahın üç fili var, daha önce bir piyonun file terfi etmesiyle bu mümkün olabilir.

Çözüm:

1. Şg7! Vh3 2. Şf8!

Beyaz şah çok dikkatli olmalı. 2. Şf7?? Ah6+/e5+ ve siyah kazanır.

2...Vh4 3. Şe7 Vh3 4. Şd6!

İşte beyaz şahın tempo kaybettirici kritik hamlesi... Şimdi g4'teki at şah çekemez, 4...Ae4+ hamlesine karşı ise elbette 5. Axe4# var!

4...Vh4 5. Şe6 Vh3 6. Şe7 Vh4 7. Şf8 Vh3 8. Şg7 Vh4 9. Şg6 Vh3 10. Şxg5 Vh4+

10...h4 11. Şg6! Ve sonraki hamlede mat eder.

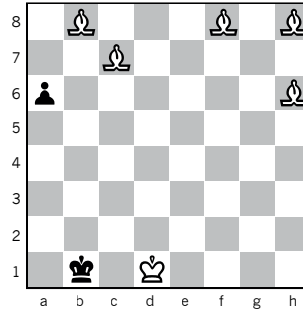
11. Şxh4

Şimdi siyah zugzwang'da: Atlarından birini oynamak zorunda. O zaman da beyaz 12. A(x)d4 ya da 12. A(x)e5# ile mat eder.

Diyagram 9

Aleksey Troitski

Bohemia, 1915



Beyaz oynar ve kazanır.

Burada siyahın tek piyonuna karşılık beyazın beş fili olsa da hepsi siyah kareler üzerinde hareket ettiğine göre nasıl kazanabilir? İmkânsız gibi görünüyor! Ama yine de bir çözüm var, hatta beyaz o tek piyon

sayesinde mat ediyor:

1. F(c)e5 a5

1...Şa2 2. Şc2 a5 3. Fa1! a4 4. F(b)e5 a3 5. Şc3 aynı pozisyona götürür.

2. Fa1! a4 3. F(b)e5 Şa2

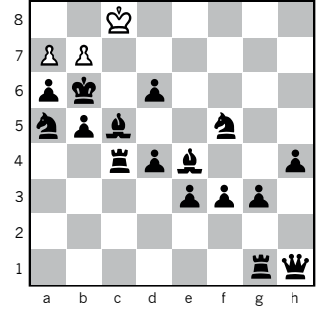
3...a3 4. Şd2 Şa2 5. Şc3 Şb1 6. Şb3 a2 7. Şc3 ve beyaz istediği pozisyona ulaşır.

4. Şc2 a3 5. Şc3 Şxa1 6. Şb3+ Şb1 7. Fa1 a2 8. Şc3 Şxa1 9. Şc2#

Diyagram 10

Ernest Pogosyantz

Nedelni listi, 1963



Beyaz oynar ve kazanır.

Çözüm:

1. a8=A+! Şc6 2. b8=A+! Şd5 3. Ac7+ Şe5 4. Ad7+ Şf4 5. Ae6+ Şg4 6. Af6+ Şh3 7. Af4+ Şh2 8. Ag4#!

Beyazın arka arkaya iki kez at çıktığı, tek bir varyantı olan eğlenceli bir kurgu. ■

Ayın Sorusu

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

Bilkent Üniversitesi Fen Fakültesi
Matematik Bölümü

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

Bu ay:

Problem Çözümüne Giriş



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

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

Nöbetçi Cücenin Sepetlerdeki Fındık Sayılarını Belirlemesi



Keloğlan 10 cücenin yaşadığı bir çiftliği ziyaret eder. Ertesi gün Keloğlan, 9 cüce ile birlikte ormana gider, nöbetçi olan cüce ise çiftlikte kalır. Ormana ulaştıktan sonra Keloğlan cücelerin ne kadar zeki olduklarını belirlemek için onlara bir ödev verir. Ödevin kurallarına göre, ormandaki 9 cüceden her biri kendi sepetine istediği sayıda fındık yerleştirecektir. Bu sayılar birbirine eşit ya da birbirinden farklı olabilir. Cücelerden her birinin kendi sepetine kaç tane fındık koyacağına 9 cüce birlikte karar verecektir. Tüm fındıklar sepetlere yerleştirildikten sonra cüceler çiftliğe geri dönecektir. Ödevin amacı çiftlikteki nöbetçi cücenin 9 sepete yerleştirilen fındık sayılarını doğru olarak tahmin etmesidir.

Nöbetçi cücenin hangi sepette kaç fındık olduğunu değil, sepetlerdeki fındık sayılarının 9 sayıdan oluşan koleksiyonunu bulması gerekmektedir. Örnek olarak nöbetçi cücenin tahmini sadece (1, 3, 3, 3, 81, 81, 342, 465, 877) dokuzlusu şeklinde olabilir.

Kurallara göre, ormandaki 9 cüce çiftliğe döndükten sonra nöbetçi cücenin sepetlerdeki fındık sayılarını bulması için ona her adımda bir pozitif tam sayı söyleyeceklerdir. Her adımda söylenen sayı herhangi bir sepetteki fındık sayısı ya da herhangi birkaç sepetteki toplam fındık sayısı olabilir. Örnek olarak sepetteki sayılar 1, 1, 3, 5, 5, 100, 105, 150, 157 ise cüceler bir adımda 100, diğer bir adımda da 258 sayısını söyleyebilir. Burada 100 sayısı sepetlerin birindeki fındık sayısı ve 258 sayısı da 1, 100 ve 157 fındık içeren üç sepetteki toplam fındık sayısıdır.

9 cüce her adımda nöbetçi cüceye sadece bir tam sayı söyleyecektir. Nöbetçi cüce söylenen bu sayının bir sepetteki fındık sayısı mı yoksa birkaç sepetteki toplam fındık sayısı mı olduğunu bilmeyecektir. Bir diğer deyişle bir adımda bir m sayısını duyan nöbetçi cüce ya ona belli olmayan sepetlerin birinde m fındık bulunduğu ya da ona belli olmayan birkaç sepetin içinde toplam m fındık bulunduğu bilgisine ulaşacaktır.

Ödevin tüm kurallarını 9 cüce ormanda, nöbetçi cüce ise diğer cüceler ormandan çiftliğe geri döndükten sonra öğrenir. Ödevden önce ve ödev süresince 9 cüce nöbetçi cüceyle ödev konusunda kurallarda belirlenmiş adımlar dışında herhangi bir şey konuşmaz.

Cücelerin amacı nöbetçi cücenin mümkün olan en az sayıdaki adım sonucunda sepetlerdeki fındık sayılarının 9 sayıdan oluşan koleksiyonunu bulmasıdır. 9 cüce ormanda sepetlere yerleştirdikleri fındık sayılarını ve her adımda nöbetçi cüceye söyledikleri sayıları bu amaca ulaşmak için belirlemek durumundadır.

Cüceler bu ödev sürecini nöbetçi cücenin fındık sayıları koleksiyonunu N adımda belirleyecek şekilde tasarlayabiliyorsa, N sayısının alabileceği en küçük değer kaçtır? Cücelerin N adımda ödevi nasıl çözeceklerini açıklayın ve bulduğunuz N sayısının neden daha az olamayacağını kanıtlayın.

Zekâ Oyunları

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

2025 SORULARI

Aşağıdaki sorularda verilen rakamların hepsini birer kez kullanarak ve sadece toplama, çıkarma, çarpma ve bölme işlemleri uygulayarak 2.025 sayısını elde ediniz.

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

SORU 1

123456789

(İki çözüm var.)

SORU 2

987654321

(Dört çözüm var.)

SORU 3

123454321

SORU 4

1122334455

Bu soruda yukarıda verilen üç koşula ek olarak toplama, çıkarma, çarpma ve bölme işlemlerinin her birini en az bir kez kullanacaksınız. (Dört çözüm var.)

SORU 5

1122334455

Bu soruda yukarıda verilen üç koşula ek olarak sadece çarpma ve bölme işlemleri kullanabilirsiniz. (Dört çözüm var.)

GOL SAYILARI

A, B, C ve D olarak adlandırdığımız dört futbolcunun gol sayıları arasındaki farklar tabloda verilmiştir. En çok gol atan iki oyuncunun toplam gol sayıları 36 olduğuna göre her birinin gol sayısını bulunuz.

A				
B	9			
C	3			
D	5	4	2	
	A	B	C	D

UZMAN ADAYI

Bir bankaya sahte paraları gerçeğinden ayırmak üzere bir uzman alınacaktır. Performansını ölçmek üzere adaya yarısı gerçek, yarısı sahte olan çok sayıda para verilir ve hangilerinin gerçek hangilerinin sahte olduğunu belirlemesi istenir. Uzman adayının gerçek dediği paralarda bilme oranı $\frac{2}{3}$, sahte dediği paralarda bilme oranı $\frac{3}{4}$ 'tür.

Sahte olarak dediği para sayısının gerçek dediği para sayısına oranı kaçtır?"

EŞİTLİK

$$\frac{1}{3} = \frac{1}{9}$$

Aynı rakamı iki farklı yere yerleştirerek eşitliği doğru hâle getiriniz. (Dört farklı çözüm var.)

SATRAHÇ VE GO

Bir sınıftaki 33 öğrencinin satranç ve Go oyunları ile ilgili bilgileri şunlardır:

- Satranç bilenlerin sayısı Go bilenlerin sayısından 10 fazladır.
- Sadece satranç bilenlerle sadece Go bilenlerin sayılarının farkı, bu iki oyunu da bilmeyenlerin sayısına eşittir.
- İki oyunu da bilmeyenlerin sayısı Go bilenlerin sayısına eşittir.

Öğrencilerin oyun dağılımını bulunuz.

YAŞLAR

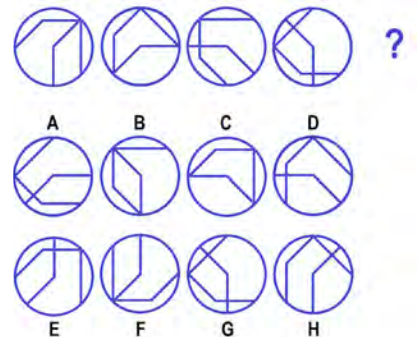
İki kardeşin yaşlarının küplerinin farkını, karelerinin farkına bölünce 14 sayısı elde ediliyor. Kardeşlerin yaşlarını bulunuz.

ÜÇGEN OLUŞTUR

Kenar uzunlukları farklı tam sayılar olan bir üçgen oluşturacaksınız. En büyük kenarı 11 birim olma koşuluyla kaç farklı üçgen oluşturabilirsiniz?

KAREDE DÖRTGEN

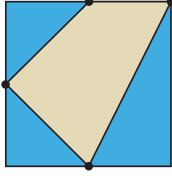
Soru işaretinin yerine aşağıdakilerden hangisi gelmelidir?



SORU İŞARETİ

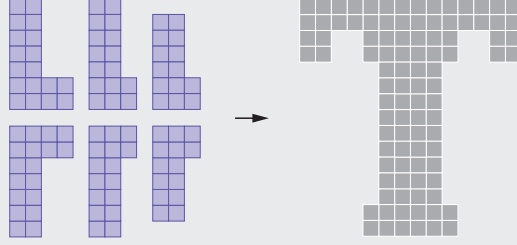
Birim karenin içine şekilde görüldüğü gibi bir dörtgen çizilmiştir.

Dörtgenin üç köşesi karenin orta noktaları üzerinde, dördüncü köşesi de bu karenin köşesi üzerindedir. Sarı renkli bu dörtgenin alanını hesaplayınız.



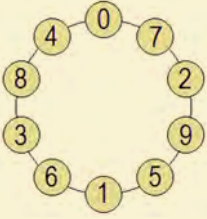
ALTI "L"

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



GEÇEN SAYININ ÇÖZÜMLERİ

RAKAM ÇEMBERİ



FAKTÖRİYEL

Y sayısı en az 25 olabilir ($X=24$).

Faktöriyel sonundaki sıfırların sayısı, faktöriyel içindeki 5 çarpanlarının sayısına bağlıdır. 5'in katlarında bir adet sıfır, 25'in katlarında iki adet sıfır eklenir (25, 50, 75). En küçük dendiği için cevap 25'dir.

ALANLARI SIRALA

DAİRE>KARE>ÜÇGEN

	Daire	Kare	Üçgen
Yarıçap, kenar	r	b	a
Çevre=Ç	$2\pi r$	4b	3a
Alan	$\frac{\pi r^2}{4\pi}$	$\frac{b^2}{16}$	$\frac{\sqrt{3}a^2}{36}$
≈	$\frac{\pi^2}{12,56}$	$\frac{\pi^2}{16}$	$\frac{\pi^2}{20,78}$

TEK-ÇİFT

C doğrudur.

Sayılar aşağıdaki biçimde ikiye bölünerek listelendiğinde 500 satırlık bir tablo elde edilir. Tek sayılar her satırda çift sayılardan 1 fazla olduğu için toplamda da 500 fazladır.

1	0	1
2	2	3
...	...	...
499	996	997
500	998	999

DÖRTGENLERİ SAY

111 dörtgen sayılabilir.

Boyutlarına göre dörtgen sayıları tabloda verilmiştir.

	Kolon						
	1	2	3	4	5	6	7
1	21	14	10	6	3	2	1
2	10	12	6	0	6	0	2
3	1	6	4	0	1	0	0
4	0	4	0	0	0	0	0
5	0	2	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0	0

DESTELER

2, 2, 3, 3, 3 ve 3 karttan oluşan destelerle 324'lik çarpım sonucu elde edilir.

EŞİT TOPLAMLAR

Silinenler: 96 ve 51

$40+43+87+85=255$

$71+93+91=255$

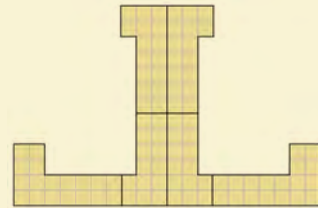
RENKLİ TOPLAR

1.038 farklı biçimde yapılabilir.

SORU İŞARETİ

891 gelecek.

ALTI "L"



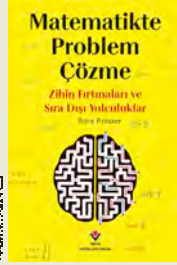
Yayın Dünyası

İlay Çelik Sezer [TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi

Matematikte Problem Çözme - Zihin Fırtınaları ve Sıra Dışı Yolculuklar

Boris Pritsker
Çeviri: Bilge Tanrıseven

TÜBİTAK Popüler Bilim Kitapları,
Yetişkin Kitaplığı, 2024 (1. Basım)



Bu kitap, deneyimler ve zekice problem çözme metotları aracılığı ile matematiğin gücünü ve güzelliğini gözler önüne seriyor. Bu kitapla okuyucuların problemlerden korkmak yerine problemleri severek okumaları, zevkle çözmeleri ve böylece matematiğe olan ilgilerinin artması hedeflendi.

İnsan İçin Matematik

Francis Su
Çeviri: Bilge Tanrıseven

TÜBİTAK Popüler Bilim Kitapları,
Yetişkin Kitaplığı, 2024 (1. Basım)



Bu kitapta, matematiğin nasıl geniş bir yelpazedeki temel insani arzuları karşıladığı ve insan esenliği için gerekli erdemleri işlediği anlatılarak geçmiş matematik deneyimleri nedeniyle matematiğin büyüsünü henüz göremeyenler teşvik ediliyor. Ayrıca, matematiğin nasıl olması gerektiğine dair kapsayıcı bir vizyon sunuluyor.

İlk Okuma – Penguenler

Emily Bone
Çeviri: Özge Balkız

TÜBİTAK Popüler Bilim Kitapları,
7 yaş +, 2024 (7. Basım)



Penguenler nerede yaşar? Ne yerler ve besinlerini nasıl yakalarlar? Bu kitapta bu soruların cevaplarını ve penguenlerle ilgili daha birçok ilginç ve etkileyici bilgiyi bulacaksınız.

Kim, Ne Zaman İcat Etti?

Yara Bandı, Denizaltı, Braille Alfabeti, Helikopter, Fermuar, Güneş Gözlüğü, Pil, Klima, Para, Uçak, Şemsiye, Bilgisayar, Saat, Telefon, Konserve, Kâğıt, Karakutu, Roket, Plastik, Otomobil, Sakız, Aspirin

Mehmet Sığırıcı

TÜBİTAK Popüler Bilim Kitapları,
10 yaş +, 2024 (1. Basım)

Görme engelli okuyucularımıza özel olarak Braille alfabesi ile hazırlanan ve 22 farklı kitaptan oluşan bu seride, hayatımızı değiştiren icatların ilham verici hikâyeleri yer alıyor.



Gündelik Şeylerin Tasarımı

Don Norman
Çeviri: Ayşe Mine Şengel

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

Herkesin zevk alacağı ve bilgi edineceği bu kitap sayesinde, modern yaşamda sorunlara yol açabilen tasarımları iyi gözlemleyebilen kişiler hâline gelebilir, ayrıca dikkatli tasarımcıların yaşamımızı kolaylaştırmak için bulduğu yöntemleri kolayca fark edebiliriz.

