



Bilim *ve* Teknik

Aylık Popüler Bilim Dergisi Eylül 2024 Yıl 57 Sayı 682 - 29 TL

KOZMİK TOPOLOJİ

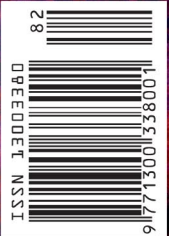
İçinde bulunduğumuz evren
karmaşık bir şekle sahip olabilir..

Sıvı Hidrojen Piller

Yalnızlık ve Sağlık

Akustik Sinyallerle Yer Tespiti

Deniz Tabanında Oksijen Üreten Mineral Yatakları



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



Bilim ve Teknik

Aylık Popüler Bilim Dergisi
Yıl 57 Sayı 682
Eylül 2024

İmtiyaz Sahibi

TÜBİTAK Adına Başkan V.
İsmail Doğan

**Genel Yayın Yönetmeni ve
Sorumlu Yazı İşleri Müdürü**
Ömer Kökçam

Dergiler Müdürü
Kübra Bal Çetinkaya

Yayın Yönetmeni - Editör
Dr. Özlem Kılıç Ekici

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
M. Furkan Aktaş
Dr. Bülent Gözcelioğlu
Dr. Mahir E. Ocak
Dr. Tuba Sarıgül
İlay Çelik Sezer
Hayriye Yetiş

Redaksiyon
Berranur Beşir

Grafik Tasarım-Web
Hüseyin Diker
Ayşe Dilara Cumhuri

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 19.08.2024

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 Ns:83] tarafından
Silahlı Kuvvetler personeline tavsiye edilmiştir.

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

Her ayın 1'inde çıkar.



İçinde bulunduğumuz ve yaşı yaklaşık 14 milyar yıl olan evrenin -kâinatın ya da kozmosun- şekli düz mü, yoksa eğri mi? Gezegenleri, yıldızları, gök adaları, karanlık maddeyi, kara delikleri, diğer madde ve enerjiyi, uzay ve zamanın tamamını kapsayan evrenin şeklini ve yapısını inceleyen bilimsel çalışmaların sonuçları evrenin şeklinin genel olarak düz olduğuna işaret ediyor. Peki bu durum, uzayın basit bir yapısı olduğu anlamına mı geliyor?

Mahir Ocak “Kozmik Topoloji” başlıklı yazısında üç boyutlu düz uzayların sahip olabileceği 18 ayrı topolojik yapı olduğunu ve uzayın yapısının karmaşık bir topolojiye sahip olabileceğini gösteren bilimsel verileri detaylı bir şekilde ele alıyor.

Özlem Ak bu ayki yazısında Dünya Sağlık Örgütü tarafından yeni bir halk sağlığı tehdidi olarak kabul edilen yalnızlık konusuna değiniyor. Bir diğer yazısında da koronavirüs pandemisini hiç COVID-19’a yakalanmadan geçiren kişilerin genetik bir avantaja sahip olabilecekleri ihtimaline değiniyor. İlay Çelik Sezer “Hindistan’da Akbabaların Kaybı Halk Sağlığı Krizinin Nedeni Olabilir” başlıklı yazısında biyoçeşitliliğin azalmasının insan yaşamı üzerindeki olumsuz etkisini somut bir örnekle bizlere gösteriyor. Tuba Sarıgül, yenilenebilir kaynaklardan elde edilen elektrik enerjisinin, sıvı organik hidrojen taşıyıcılar aracılığıyla depolanması için geliştirilen yeni bir yöntemden bahsediyor. Yine bir başka yazısında, on yıldır kayıp olan Malezya uçağının yerini bulmak için kullanılması planlanan hidroakustik görüntüleme yöntemini açıklıyor. Hayriye Yetiş ise zamanın gerçekte olduğundan daha hızlı geçtiğine inanmanın, fiziksel olarak iyileşmenin daha kısa sürede gerçekleşmesini mümkün kılıp kılamayacağını sorguluyor.

“26. TÜBİTAK Gökyüzü Gözlem Etkinliği Uludağ’da Gerçekleştirildi” ve “Deniz Tabanında Oksijen Üreten Mineral Yatakları” başlıklı yazılarımızı, ayrıca farklı ilgi alanlarına hitap eden Bilim Haberleri, Bilim Çizgi, Tekno-Yaşam, Merak Ettikleriniz, Bilim Tarihinden Notlar, Doğa, Gökyüzü, Düşünme Kulesi, Satranç, Ayın Sorusu ve Zekâ Oyunları başlıklı köşelerimizi 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. Yeni eğitim ve öğretim yılında tüm öğrencilerimize, öğretmenlerimize ve eğitimcilerimize başarılar diliyoruz.

Sağlıcakla ve bilimle kalın... Unutmayın #bilimokuyanbilir!

Saygılarımızla,

Özlem Kılıç Ekici

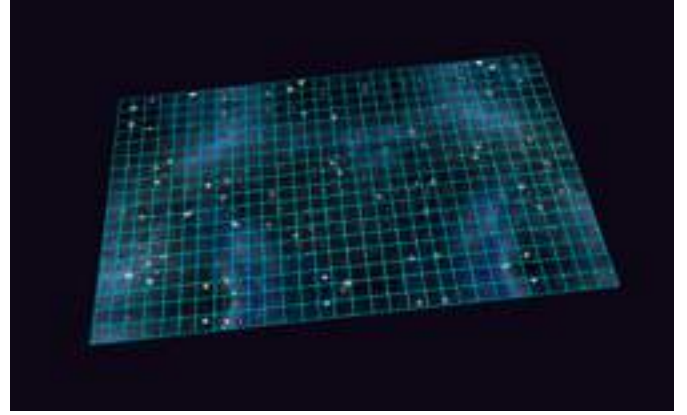
İçindekiler

22

Kozmik Topoloji

Mahir E. Ocak

Bilimsel veriler, uzayın büyük ölçekteki yapısının düz olduğuna işaret ediyor. Ancak bu durum, uzayın basit bir şekli olduğu anlamına gelmiyor. Üç boyutlu düz uzayların sahip olabileceği 18 ayrı topolojik yapı var.



44

Hindistan'da Akbabaların Kaybı Halk Sağlığı Krizinin Nedeni Olabilir

İlay Çelik Sezer

Biyoçeşitliliğin azalması insan yaşamı üzerinde olumsuz etkiler gösterebilir. Hindistan'daki akbabaların sayılarının yok oluş eşiğine kadar azalması yarım milyondan fazla insanın hayatını kaybetmesine neden oldu.



70

Yeni Bir Halk Sağlığı Tehdidi: Yalnızlık

Özlem Ak

Dünya Sağlık Örgütü, sosyal etkileşimi teşvik etmek ve yalnızlık sorununa hızlı çözüm üretmek için 2023 yılının Kasım ayında Sosyal Bağlantı Komisyonu kurduğunu ve yalnızlığı "acil bir sağlık tehdidi" olarak ilan ettiğini açıkladı.



4

Bilim ve Teknik ile Büyüdüm

Özlem Ak

6

Haberler

18

26. TÜBİTAK Gökyüzü Gözlem Etkinliği Uludağ'da Gerçekleştirildi

Özlem Ak

20

Bilim Çizgi Galileo Galilei

Sinançan Kara

30

Alzheimer Tanısı İçin Kan Testleri

Özlem Ak

32

Falcon 9 Roketi Kısa Bir Aranın Ardından Uçuşlarına Tekrar Başladı

Tuba Sarıgül

34

Ses Dalgaları Kayıp Malezya Uçağının Yerinin Bulunmasına Yardımcı Olabilir

Tuba Sarıgül

Nükleer denemelerin tespit edilmesinde kullanılan hidroakustik görüntüleme yöntemi kullanılarak Malezya Hava Yollarının kayıp uçağının düştüğü yerin belirlenmesi amaçlanıyor.

38

Ay'da Mağara Keşfedildi

Mahir E. Ocak

40

Tekno-Yaşam

Gürkan Caner Birer

48

Hiç COVID-19 Olmayanlardan mısınız?

Özlem Ak

50

"Sıvı Hidrojen Pillerin" Verimliliğini Artıran Yeni Yöntem

Tuba Sarıgül

52

Merak Ettikleriniz

Mesut Erol

54

Fosforunu Taştan Çıkaran Bitkiler!

Özlem Ak

56

Deniz Tabanında Oksijen Üreten Mineral Yatakları

Mahir E. Ocak

60

Egzersiz Hücresel Düzeydeki Etkileri

Özlem Ak

62

Orman Yangınları Kaynaklı Hava Kirliliği İnsan Sağlığını Olumsuz Etkiliyor

Tuba Sarıgül

64

Zaman Algısı İyileşme Hızını Etkiler mi?

Hayriye Yetiş

68

Emzirmenin Kemikleri Neden Zayıflatmadığı Anlaşıldı

İlay Çelik Sezer

76

Yıldız Denzinde Yüzen Kozmik Bir Denizanası

Tuba Sarıgül

78

Bilim Tarihinden Notlar Kuantum Elektrodinamiği I

Hüseyin Gazi Topdemir

82

Doğa - Fauna Çöl Tilkisi

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

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 services.tubitak.gov.tr/edergi internet adresinde (son dört sayı hariç) ücretsiz olarak herkesin erişimine açıktır. Son dört aya ait sayılara ise sadece abonelerimiz erişim sağlayabilir.



**TÜBİTAK
Popüler Bilim
Yayınları**



yayinlar.tubitak.gov.tr adresi üzerinden; dergilerimizin hem yeni hem de geçmiş sayılarını satın alabilir, ayrıca dergilerimize kolayca abone olabilirsiniz.



Bilim ve Teknik



tubitakbiltek



tubitakbilimteknik



TÜBİTAK Bilim ve Teknik



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

“*Bilim ve Teknik* ile filizlenen bilim tutkum”



Merhaba,

Bilim ve Teknik dergisi ile tanışmam çocukluğumun en özel anılarından biridir. Henüz ilkokul çağlarındayken, okulda bulduğum eski bir sayıyı okumamla başladı her şey. O zamandan beri, her ay yeni sayıyı sabırsızlıkla bekliyor, içindeki her bir yazıyı büyük bir heyecanla okuyorum. Bu dergi, bilimin kapılarını aralayan, merak duygumu körükleyen ve öğrenme aşkımı besleyen en büyük kaynağım oldu. Derginin her sayısında yer alan farklı konular, dünyada ne kadar çok keşfedilmeyi bekleyen şeyler olduğunu bana gösterdi. Özellikle uzay bilimi ve teknolojiye olan merakım, bu dergi sayesinde şekillendi.

Bilim ve Teknik dergisi ile büyümek, sadece akademik anlamda değil, aynı zamanda kişisel gelişimimde de önemli bir yere sahip. Bilimin evrensel dilini anlamamı sağladı, eleştirel düşünme yeteneğimi geliştirdi ve sürekli daha fazlasını öğrenme arzusu kazandırdı. *Bilim ve Teknik* ile büyümek, hayatımın en güzel ve en değerli deneyimlerinden biri oldu ve olmaya da devam ediyor. Bu mektubu yazarken geçmişe dönüp baktığımda, her sayfasında yeni bir dünya keşfettiğim bu derginin, bilime olan tutkumun temel taşlarını nasıl oluşturduğunu bir kez daha fark ediyorum. Her sayısında, yeni keşifler, heyecan verici gelişmeler ve merak uyandıran yazılarla dolu olan bu dergi, benim ve benim gibi pek çok kişinin hayatında silinmez izler bıraktı. Bilimin büyümlü dünyasının kapılarını bana açtığın için teşekkürler *Bilim ve Teknik*!

Oğuz Kağan Olgun

“Bilim ve Teknik sayesinde ilgi alanımı keşfettim”



Merhaba,

Öncelikle tüm *Bilim ve Teknik* ekibini hürmet ile selamlıyorum. Ben daha ilkokuldayken dayımlarda *Bilim Çocuk* dergisini görmüş ve çok beğenmiştim. Daha sonra babamdan almasını istemiştim. İnternetin olmadığı o yıllarda babam da hemen benim için yıllık abonelik yaptırmıştı. İlkokul öncesinde anneme ve babama her şey hakkında pek çok soru soruyordum. Zamanla bu soruların zorlaşmasıyla annem ve babamın verdiği cevaplar beni tatmin etmemeye başladı. İşte bu içimdeki öğrenme arzusu için *Bilim Çocuk* tam bir çare oldu. Daha sonraki senelerde *Bilim ve Teknik* okumaya başladım. Ardından havacılık ve uzay alanına oldukça ilgili olduğumu fark ettim. Aradan yıllar geçti, şu an lise öğrencisiyim. İki sene sonra üniversite sınavına gireceğim. Havacılık ve uzay alanında eğitim almayı düşünüyorum. Kendi ilgi alanımı keşfetmemde bana yardımcı olan *Bilim ve Teknik* dergisine teşekkürlerimi sunarım.

Enes Ramazan Aksoy

“Çok şey öğrendim”



Merhaba,

Bu yıl 6. sınıfı okuyacağım. *Bilim ve Teknik* dergisini ilk kez yakın bir zaman önce okudum ve ama şimdiden favorim oldu. Daha önce kardeşimle *Bilim Çocuk* okuyorduk. Dergide yayımlanan yazılardan birçok ilginç bilgi öğrendim. Sizin sayenizde yeni ilgi alanları keşfediyorum. Uzaya ve astronotluğa ilgim arttı. Her zaman okumaya devam edeceğim. Bize kattıklarınız için teşekkürler. İyi ki varsın *Bilim ve Teknik*!

Özgü Korkmaz

“Bilim ve Teknik ile büyüyen nice nesillere”



Merhaba,

Okuma ve yazma, hepimiz için hayatın ilk dönemeçlerinden biridir. Bu beceriler kazanıldığında artık gerçeklerle tanışmaya hazır hâle geliriz. Küçük yaşlarımdan itibaren beni, içinde yaşadığımız evrenin büyüklü gerçekleriyle buluşturan, doğruyu yanlıştan ayırmayı öğreten *Bilim ve Teknik* dergisine çok şey borçluyum. Bugün beni var eden düşüncelerimi, tam da şu anda gerçekleştirmek için peşinden koştuğum hayallerimi ve daha pek çok şeyi.

Biz okuryazarları büyütüp bugünlere getiren ekibinize teşekkürlerimi iletiyorum. *Bilim ve Teknik* ile büyüyen nice nesillere!

Berranur Beşir

“Hayalimdeki mesleğe her gün biraz daha yaklaşıyorum”



Merhaba,

Küçük yaşımdan beri bilime âşık olarak büyüdüm. Bu dergiyi okumak beni istediğim mesleğe her geçen gün daha çok yakınlaştırıyor. *Bilim ve Teknik*'i her ay büyük bir sevinçle bekliyorum ve çıkar çıkmaz hemen alıyorum. Okulda, evde, dışarıda, her yerde okuyorum. Beni her ay bilim ile yan yana getirdiğin için teşekkürler *Bilim ve Teknik*.

Elanur Yıldırım

Haberler

Lityum Bileşikle Kaplı Cam Gece Görüşü Sağlayabilir

İlay Çelik Sezer

Bilim insanları yeni bir araştırmada, gece görüşü teknolojisi için yeni bir yaklaşım ortaya koymaya yönelik çabalarında önemli bir ilerleme kaydetti. Araştırmacılar günün birinde sıradan gözlüklere entegre edilerek kullanıcıların kızılötesi ve görünür ışığı aynı anda görmesini sağlayabilecek çok ince bir film geliştirdi.

Hâlihazırda kullanılan gece görüş cihazları, kızılötesi ışık fotonlarının bir lensten ve fotonları elektronlara çeviren fotokatot adlı bir cihazdan geçirilmesini gerektiriyor. Daha sonra bu elektronlar bir fosfor ekrandan geçirilerek görünür ışık fotonlarına dönüştürülüyor. Bu süreç, görüntüde bozulma olmasını engellemek için çok düşük sıcaklık koşulları oluşturacak soğutma işlemi gerektiriyor.

Tüm bu işlemleri sağlayabilecek cihazlar da hayli hantal ve ağır olduğu için kullanımları askeri görevler, avcılık ve fotoğrafçılık gibi alanlarla sınırlı kalıyor.

Kızılötesi ışığı görünür ışığa dönüştürebilecek hafif bir malzeme üretmek bilim insanlarının en az on yıldır peşinde olduğu bir hedef. Yakın zamana kadar buna yönelik en olası aday galyum arsenür adlı bileşikti. Avustralya Ulusal Üniversitesinden Laura Valencia Molina ve ekibi, bir çeşit silisyum dioksit kafesle kaplanan lityum

niyobat yapılı bir filmin daha iyi performans gösterdiğini ortaya koydu. Yeni film, galyum arsenür yapılı filme göre kızılötesi ışığın görünür ışığa dönüşümünü 10 kat daha yüksek oranda gerçekleştiriyor.

Lityum niyobat film, nesneden gelen kızılötesi ışınlar maruz bırakılıyor. Ancak nesne aynı anda lazer ışıkla aydınlatılıyor. Lityum niyobat film, kızılötesi ve lazer ışığı birleştiriyor. Bu sırada lazer ışık, kızılötesi ışığın frekansını yükselterek onu görünür ışığa dönüştürüyor. Düzenekteki lazer şu

anki Ar-Ge aşamasında, nesneden gelen kızılötesi ışıkla birlikte kolayca filme yönlendirilebilecek şekilde ayarlandı. Araştırmacılar şimdi de lityum niyobat filmin üzerine yerleştirilebilecek nanolazer dizileri oluşturmaya çalıştıkları deneyler yapıyor. Araştırma çok hafif gece görüş ekipmanları ve hatta normal gözlüklere uygulanabilecek filmler geliştirilmesine yönelik önemli bir basamak olarak değerlendiriliyor. ■

[newscientist.com/article/2434145-glasses-coated-in-lithium-could-let-us-see-in-the-dark/](https://www.newscientist.com/article/2434145-glasses-coated-in-lithium-could-let-us-see-in-the-dark/)



Laura Valencia Molina et al. 2024

Sanal Gerçeklik Gözlüğü ile 360 Derece Görüş

Özlem Ak

Fransa'daki Montpellier Bilgisayar Bilimi, Robotik ve Mikroelektronik Laboratuvarından Ganesh Gowrishankar ve meslektaşları, bir kullanıcının sadece küçük boyun hareketleriyle tüm etrafını kolayca görmesini sağlayan bir sistem geliştirdi. Normalde insanlar başlarını bir yandan diğer yana çevirerek

karnumuzu da döndürürsek 360 dereceye çıkabiliyor. Şimdi Gowrishankar ve ekibinin geliştirdikleri sanal gerçeklik gözlüğü ve özel bir yazılımla bakışlarını bir baykuş gibi 360 derece çevirme becerisi kazanabilecek. Bu tekniğin özellikle savaş pilotlarına yardımcı olabileceği vurgulanıyor. Ekip, HTC Vive Pro Eye başlığının üstüne 360 derecelik bir kamera ekledi. Bu kamera, başın dönüş açısını ölçebiliyor ve kameradan gelen panoramik video akışının bir kısmını görüntüleyebiliyor. Araştırmacılar ayrıca kamera akışının hangi

10 derece çevirdiğinde görüş alanının 20 derece döndüğü anlamına geliyor. Boynunu 90 derece bir tarafa çevirdiğinde ise doğrudan arkasını görebiliyor. Gowrishankar, katılımcıların başlarını ne kadar döndürmeleri ve gördükleri bir nesneye dokunmak için elleriyle nereye uzanmaları gerektiğine hızla adapte olduklarını, ancak cihazı çıkardıklarında yeniden adapte olmak için benzer şekilde kısa bir süreye ihtiyaç duyduklarını söylüyor. Araştırmacılar bu tekniğin, insanların sanal ya da artırılmış gerçeklikte oturarak çalıştıkları yerlerde pratik uygulamalar bulabileceğine inanıyor. ■

newscientist.com/article/2431014-vr-headset-can-give-you-360-degree-vision-like-an-owl/

Beynin İç Yapısının Ayrıntılı Üç Boyutlu Haritası Çıkarıldı

Hayriye Yetiş

İnsan beyninin karmaşık yapısı bilim dünyasında en merak uyandıran konulardan biri. Yıllardır süren araştırmalara farklı bir boyut kazandıran bilim insanları, insan

beyin dokusundan alınan küçük bir örnekteki neredeyse her sinir hücresinin ve bu hücreler arasındaki bağlantıların şimdiye kadarki en detaylı üç boyutlu haritasını oluşturdu. Harvard Üniversitesi ve Google iş birliği ile oluşturulan harita, elektron mikroskobundan elde edilen görüntülerin yapay zekâ algoritmaları ile birleştirmesiyle beynin iç yapısına dair daha önce görülmemiş detayları ortaya çıkarıyor.

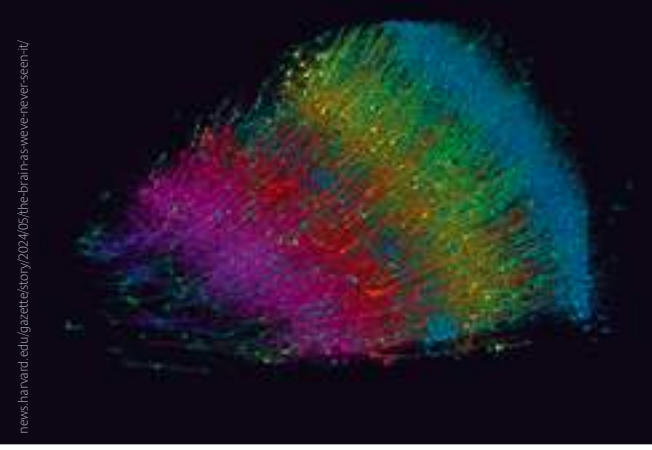
İnsan beyninden alınan bir milimetre küp büyüklüğündeki bu örnek 57 bin sinir hücresi, 230 milimetre uzunluğunda kan damarı ve 150 milyon sinaps (sinir hücrelerinin birbirine bağlandığı ve birbirleriyle iletişim kurduğu bölgeler) içeriyor. Bir milimetre küpün ortalama bir kum tanesi büyüklüğünde olduğu düşünülürse 1400 terabayta eşdeğer veri içerdiği belirtilen doku örneği, sağladığı bilgiler açısından hayli önemli.



Ganesh Gowrishankar, Montpellier Bilgisayar Bilimi, Robotik ve Mikroelektronik Laboratuvarı

sadece 180 derecelik bir görüş alanına sahip olabiliyor. Bu, gözlerimizi hareket ettirirsek 240 dereceye,

kısımının gösterileceğini seçerken başın dönüş açısını iki katına çıkaran bir yazılım da ekledi. Bu, kullanıcının başını



Peki tüm bu sayısal veriler ne anlama geliyor? Standart, çift katmanlı bir blu-ray diskin depolama kapasitesinin 50 GB olduğu düşünülürse doku örneğinden elde edilen veriler, 28 bin adet blu-ray diske (her bir blu-ray disk kutusu 13 mm kalınlığında) eş değer. Bu diskleri üst üste koyduğumuzda (364 metre) ise kaidesiz uzunluğu 300 metre olan Eiffel Kulesi'nin tepesine yerleştirilmiş 46 metre uzunluğundaki Özgürlük Anıtı'nın uzunluğunu aşan bir büyüklük elde edebiliyoruz. Ortalama bir kum tanesi boyutlarındaki beyin dokusunun içerdiği bu kadar fazla veri, insan beyninin olağanüstü kapasitesini kanıtlar nitelikte.

Daha önce benzeri görülmemiş ayrıntıların elde edildiği üç boyutlu harita, beynin iç yapısına yakından bakma imkânı tanıyor. Bilişsel süreçlerin

ve demans, epilepsi gibi nörolojik hastalıkların anlaşılmasına önemli ölçüde katkıda bulunacağı tahmin edilen veriler, yeni tedavi yöntemlerinin geliştirilmesi açısından umut vaat ediyor. ■

news.harvard.edu/gazette/story/2024/05/the-brain-as-weve-never-seen-it/

Virüs Öldüren Plastik

Özlem Ak

Virüsler katı yüzeylerde uzun süre kalabilir ve bu da dolaylı bulaşmaya neden olabilir. Bu konuyla ilgili gerçekleştirilen araştırmalar, günlük yaşamda bulaşıcı viral yükü azaltacak işlevselleştirilmiş yüzey malzemelerinin geliştirilmesine odaklanıyor. Finlandiya'daki Jyväskylä Üniversitesi Nanobilim Merkezinde hücre ve moleküler biyoloji

uzmanı olan Prof. Dr. Varpu Marjomäki ve araştırma ekibi, çeşitli yüzeylerin ve malzemelerin viral hastalıkların bulaşmasını azaltmaya nasıl yardımcı olabileceğini araştırıyor. Bu kapsamda özellikle de farklı nem ve sıcaklık koşulları altında koronavirüslerin farklı yüzeylerde kalma sürelerini inceliyorlar.

Araştırmacılar, reçine gömülü plastik yüzeyleri hem mevsimsel insan koronavirüsüne hem de SARS-CoV-2 virüsüne karşı inceledi. Son çalışmalarında, virüslerin hiç işlem görmemiş plastik yüzeylerde iki günden fazla kaldığını, buna karşılık reçine içeren plastik bir yüzeyin, virüs ile temas sonrasındaki on beş dakika içinde iyi bir antiviral etkinlik ve otuz dakika sonra mükemmel etkinlik gösterdiğini tespit ettiler. Yani reçine ile işlenmiş plastik, antiviral bir yüzey malzemesi

için umut verici bir aday oldu. Malzemenin antiviral işlevsellik özelliği sayesinde virüslerin potansiyel olarak uzun süre aktif olarak kalabileceği ve kolayca yayılabileceği restoran, okul, toplu taşıma araçları ve mağaza gibi yerlerde bulunan farklı yüzeylerde kullanılabileceği belirtiliyor.

BIOPROT projesi (Biyobazlı ve antimikrobiyal malzemelerin geliştirilmesi ve koruyucu ekipman olarak kullanılması) kapsamında gerçekleştirilen bu çalışma, mevcut antiviral çözümleri incelemeyi ve yeni çözümler geliştirmeyi amaçlıyor. Çalışmanın sonuçları potansiyel pandemiler ve salgın hastalıklarla mücadelede kullanılacak yeni, sürdürülebilir ve güvenli malzemelerin geliştirilmesine yardımcı olabilir. ■

journals.asm.org/doi/10.1128/spectrum.03008-23



Kişiselleştirilmiş İlaçlarınız Üç Boyutlu Yazıcıdan

Özlem Ak

İlaçlarını almayı hatırlamakta güçlük çeken kişiler için birkaç ilacın bir günlük tek bir hapta birleştirilmesi ya da sağlık ihtiyaçlarınıza en uygun ilaçların kişiselleştirilmiş dozlarda evinizin yakınındaki eczaneden anında temin edilmesi yeni bir sistem olan 3 boyutlu (3D) ilaç baskısının potansiyel avantajlarından sadece birkaçı.

ABD Gıda ve İlaç İdaresi 2015 yılında, epilepsi tedavisinde kullanılmak üzere ilk 3D yazıcıda basılan ilacı onayladı. Bazı ilaç üreticileri bu tür ilaçları geliştirmek için çalışmalarına devam ediyor. Ancak 3D ilaç baskısının yaygın olarak kullanılmaya başlanmasından önce, kişilerin doğru ilacı ve dozu almasını sağlayacak en etkili kalite kontrol yöntemlerinin belirlenip uygulanıyor olması gerekiyor. Çünkü baskı işlemi sırasında bir ilacın içeriğinin küçük bir yanlış ölçümü veya karışımı bile hastaların sağlığını tehlikeye atabilir.



ABD Ulusal Standartlar ve Teknoloji Enstitüsünden (NIST) araştırmacı Thomas P. Forbes, *Molecular Pharmaceutics* dergisinde yayımlanan çalışmasında, 3D yazıcıların doğru dozajlarda ve doğru kimyasal karışımıyla ilaç üretmesini sağlayacak en iyi prosedürleri ve protokolleri geliştirmeye yönelik “tasarım yoluyla kalite” analizi yöntemini uyguladı. Bu çalışma özelinde kişiselleştirilmiş ilaç basabilen mürekkep püskürtmeli yazıcılar ve benzeri sistemlere odaklanıldı. Kullanılan üç boyutlu yazıcı, üretilmesi planlanan ilacın içeriklerini sıvılaştırılmış malzemeler veya “mürekkepler” halinde bir tepsideki küçük oluklara veya doğrudan kapsüllere

ileten enjektörlere sahip. Dondurarak kurutma ve diğer yöntemlerle sıvı haldeki ilaç bir tablete dönüştürülebiliyor ya da toz halinde bir kapsülün içine konulabiliyor. Hatta ağızda çözünen ince bir film üzerine de yerleştirilebiliyor.

Makalede, bu araştırmacının asıl amacının 3D ilaç baskısında kalite kontrolünü sağlayabilmek için birkaç olası yöntemi ve tekniği tanımlamak ve test etmek olduğu, herhangi bir tavsiye verme amacı güdülmeyeceği özellikle belirtiliyor. ■

nist.gov/blogs/taking-measure/your-future-medications-could-be-personalized-you-3d-printer

Mars'ınkine Benzer Koşulları Atlatabilen Yosun Türü

İlay Çelik Sezer

Yapılan bir araştırmada, dünyanın çeşitli yerlerindeki çöllerde bulunan bir yosun türünün, başka hiçbir yaşam biçiminin hayatta kalamayacağı çevresel koşullara dayanabildiği gösterildi. Bu da söz konusu yosunun gelecekte Mars'ta koloniler kurulma aşamasında kullanılabileceğini düşündürüyor. *Syntrichia caninervis* adlı yosun türü, Tibet ve Antarktika gibi dünyanın en zorlu koşullarına sahip bazı bölgelerinde yaygın



olarak bulunuyor. Çin'deki Xinjiang Ekoloji ve Coğrafya Enstitüsünden Siaoshuang Li ve ekibi de bu türün zorlu koşullara ne ölçüde dayanıklı olduğunu anlayabilmek için bir dizi deney gerçekleştirdi.

Araştırmacılar, yosunun -80°C'de beş yıl ve -196°C'deki sıvı azot içinde bir ay bekletildikten sonra yeniden canlanabildiğini gözlemledi. Ayrıca tamamen kurutulmuş yosunlar, farklı dozlardaki gama ışınlarına maruz bırakıldı. Deney sonuçları 500 gray (Gy) birimine kadarki gama ışını dozlarının zarar vermek şöyle dursun,

yosunların yeniden canlanmasına yardım ettiği yönündeydi. 8000 Gy üzerindeki dozlar ise yosunlar üzerinde şiddetli hasara yol açtı. Çoğu bitki 500 Gy üzerindeki gama ışını radyasyonuna dayanamıyor. İnsanlar için ise yalnızca 50 Gy, kasılma nöbetleri ve ölüme neden olmaya yetiyor.

Araştırmacılar son olarak da yosunları, atmosferinin %95'i karbondioksitten oluşan, sıcaklıkların -60°C ile 20°C arasında gidip geldiği, yüksek düzeyde morötesi (UV) radyasyonunun bulunduğu ve düşük atmosfer basıncına sahip Mars'ın koşullarını

canlandırdıkları bir ortamda tuttu. Yosunların bu ortamda bir hafta süreyle tutulduktan sonra bile tamamen kendine gelebildiği görüldü. Araştırmada Mars topraklarında yaygın olarak bulunduğu düşünülen, paslandırıcı etkiye sahip ve zehirli kimyasal maddeler olan perkloratların etkisi ise test edilmedi.

Araştırmanın bulguları, söz konusu yosunun Mars'ta hayatta kalabileceğini düşündürmekle birlikte bazı araştırmacılar, yosunun Mars'ta gerçekten yetiştirilebileceği konusunda şüpheli. Avustralya'dan Yaşam Bilimci David Eldridge,

yosunun yaşayabilmesi için bir noktada zorlu koşullardan kurtulması gerektiğini, Mars'ta ise bu koşulların kesintisiz olduğunu belirtiyor. Avustralya'dan Sharon Robinson adlı başka bir yaşam bilimci ise söz konusu yosunun, besin olarak tüketilemediği için Mars'ta yetiştirilse bile faydalı olacağından şüpheli. Yine de araştırmanın sonuçları ve devamında yapılacak araştırmalar, gelecekte Mars'ta kurulabilecek olası kolonilerde tarım çalışmalarının temellerinin atılmasında faydalı olacak bilgiler sağlayabilir. ■

[newscientist.com/article/2437761-moss-that-survives-deep-freeze-and-radiation-could-live-on-mars](https://www.newscientist.com/article/2437761-moss-that-survives-deep-freeze-and-radiation-could-live-on-mars)

“Serin Çatılar” Şehirleri Soğutmanın En Etkili Yolu Olabilir

İlay Çelik Sezer

University College
Londondaki
araştırmacıların
yaptığı bir çalışmaya
göre çatı yüzeylerinin
beyaza boyandığı ya da
yansıtıcı bir malzemeyle

aracılığıyla çeşitli
soğutma stratejilerinin
yaygın olarak
kullanıldığı bir sanal
ortam oluşturdu
ve 2018 yazının en
sıcak iki gününde
Londra'daki hava
sıcaklığının (bu
ortamdaki) değişimini
inceledi. Araştırmacılar
serin çatılar, klima
kullanımı, soğutma
etkisi olduğu bilinen
güneş panelleri,
yeşil çatılar ve yer
seviyesinde daha

günlük zaman
aralığında şehirdeki
ortalama dış ortam
sıcaklığını 1,2°C, belirli
konumlarda da 2°C'ye
kadar düşürebileceğini
gösterdi. Buna karşılık
fazladan ağaç örtüsü
sadece 0,3°C'lik, güneş
panelleri ise sadece
0,5°C'lik soğutma
etkisine sahipti.

Araştırmada ayrıca
yaygın olarak klima
kullanımının, iç
ortam sıcaklıklarını

yaya seviyesindeki
sıcaklıkları
düşürmenin en
etkili yolu gibi
göründüğünü,
ayrıca çatılara açık
renk verilmesi ya
da yansıtıcı özellik
kazandırılmasının
görece basit ve ucuz,
hatta görünüşe göre
diğer tüm yöntemler
arasında en kolay
uygulanabilecek tedbir
olduğunu belirtiyor.
Büyük Londra İdaresi
tarafından 2023'te
yayınlanan bir raporda
da iklim değişimi
sonucunda yaz
sıcaklıklarının artmaya
başlamasıyla serin çatı
yaklaşımının şehir
yönetimi açısından
giderek daha çok
önem kazanabileceği
vurgulanmıştı. Öte
yandan Brousse, diğer
bazı teknolojilerden
yararlanmanın
soğutmanın da
ötesinde faydaları
olduğunu hatırlatıyor.
Örneğin, yeşil
çatılar biyoçeşitliliği
desteklerken güneş
panelleri temiz enerji
sağlıyor. ■

[newscientist.com/article/2438111-making-roofs-white-or-reflective-is-the-best-way-to-keep-a-city-cool/](https://www.newscientist.com/article/2438111-making-roofs-white-or-reflective-is-the-best-way-to-keep-a-city-cool/)



kaplandığı “serin
çatı” olarak da bilinen
strateji, Londra gibi
bir şehirde ortalama
sıcaklığı düşürmenin
en etkili yolu olabilir.
Oscar Brousse ve ekibi,
iklim simülasyonları

fazla ağaçlandırma
gibi stratejilerin olası
etkilerini karşılaştırdı.

Sonuçlar, serin çatıların
diğer tüm stratejilerden
daha etkili olduğunu
ve söz konusu iki

düşürmekle birlikte
Londra'nın merkezi
kısımlarındaki dış
ortam sıcaklıklarını
1°C'ye kadar
artırabileceği görüldü.
Brousse, Londra
için serin çatıların,

Yapay Zekâ Gördüklerinizi Olağanüstü Doğrulukla Canlandırıyor

İlay Çelik Sezer

Günümüzde, yapay zekâ sistemleri yardımıyla beyin etkinliğine ilişkin kayıtlar kullanarak bir kişinin gördüğü görüntüler, kayda değer bir doğrulukla canlandırılabilir.

ciddi ölçüde iyileştiği yönünde bulgular elde etti. Araştırmamanın lideri Umut Güçlü, elde ettikleri görüntülerin bildiği kadarıyla şimdiye kadarki gerçeğe en yakın canlandırmalar olduğunu belirtiyor.

Güçlü ve ekibi, daha önce de yapay zekâ kullanarak görüntü canlandırma konusunda bazı çalışmalar yapmıştı. Bunların birinde, üç kişiye bir dizi fotoğraf gösterirken

gösterirken elektrotlar yardımıyla beyin etkinliği kayıtları almışlardı. Yeni araştırmalarında Güçlü ve ekibi, bu iki çalışmada elde ettikleri verileri, beynin hangi bölgesine önem vermesi gerektiğini öğrenebilen daha gelişmiş bir yapay zekâ sistemi ile yeniden analiz etti.

Elektrotlar sayesinde beyin etkinlikleri doğrudan kaydedilen makak maymununa, kayıt sırasında gösterilen yapay

insanlara ya da hayvanlara yapay zekâ ürünü görüntüler gösterildiğinde görüntüleri yeniden oluşturmanın görece daha kolay olduğunu söylüyor.

Yeni yapay zekâ sistemiyle fMRI taramalarına dayalı olarak canlandırılan görüntüler de kayda değer ölçüde üstündü. Ancak makak maymununa ait verilerle oluşturan görüntüler kadar iyi değildi. Dado bunu, kısmen fMRI verisinin alındığı çalışmada katılımcılara gerçek görüntüler gösterilmesiyle, kısmen de fMRI taramalarına dayalı olarak görüntü canlandırmanın daha zor oluşuyla açıklıyor. Güçlü ve ekibinin nihai amacı, görme yetisini kaybetmiş insanların kullanabileceği daha gelişmiş beyin implantları geliştirmek. Araştırmacılar bu amaçlarına yönelik olarak da basitçe ışık örüntüleriyle sınırlı kalmayıp görme sisteminin nesneleri tanımayı sağlayan daha üst düzey kısımlarını uyarabilecek sistemler geliştirmek istiyor. ■



Üst sıra: Orijinal görüntüler

Orta sıra: Makak maymunundan alınan beyin etkinliği kayıtlarına dayalı olarak yeni yapay zekâ tarafından canlandırılan görüntüler

Alt sıra: Beynin hangi bölgesine odaklanacağını öğrenme yeteneği olmayan yapay zekâ sistemi tarafından canlandırılan görüntüler

Hollanda'daki Radboud Üniversitesinden araştırmacılar, yapay zekâ sisteminin beynin hangi bölgesine odaklanacağını öğrendiğinde canlandırılan görüntünün,

fMRI taramasıyla beyin etkinliği verileri toplamış, diğerinde ise başka bir amaçla beynine elektrotlar yerleştirilmiş bir makak maymununa yapay zekâ ürünü bazı görüntüler

zekâ ürünü görsellerin yeni sistemle elde edilen canlandırmaları, orijinal görüntülere çarpıcı bir şekilde benziyordu. Güçlü'nün çalışma arkadaşı Thirza Dado,

[newscientist.com/article/2438107-mind-reading-ai-recreates-what-youre-looking-at-with-amazing-accuracy/](https://www.newscientist.com/article/2438107-mind-reading-ai-recreates-what-youre-looking-at-with-amazing-accuracy/)

Levha Tektoniği Ne Zaman Başladı?

Mahir E. Ocak

Levha tektoniğinin genellikle günümüzden yaklaşık 3 milyar yıl önce, yerkürenin aşırı sıcak mantonun etrafında bir kabuk oluşmasına imkân verecek kadar soğumasından sonra başladığı kabul edilir. Okyanus tabanlarının mantoya batmasıyla tetiklenen volkanik patlamalar, adaların ve zamanla kıtaların oluşmasına yol açtı. Günümüzdeki ana karaların en yaşlı kısımlarının 3,5 milyar yıllık olması da bu düşüncüyü destekliyor. Ancak son zamanlarda çeşitli araştırma grupları, levha tektoniğinin 4 milyar yıldan da uzun bir süre önce, Dünya henüz birkaç yüz milyon yıl yaşındayken başladığını öne sürdü. Bu iddiayı destekleyen bir araştırma da yakın zamanlarda Dr. Jilian Jiang ve arkadaşları tarafından *Proceedings of National Academy of Sciences (USA)*'da yayımlandı. Çalışma, zirkon minerallerinin tarihlendirilmesine dayanıyor.

Zirkon, kum taneleri büyüklüğünde, parçalanması neredeyse imkânsız bir mineraldir. Zirkon minerallerinin bazıları mantoda, sıcak magma içerisinde oluşur. Bazıları ise karalarda oluşuktan sonra denizlere taşınır, yavaş yavaş mantonun içine batar ve daha sonra magma hareketleriyle yeniden yeryüzüne çıkar. S-tipi olarak adlandırılan bu ikinci tür zirkonlar,

bakarak zirkonun s-tipi olup olmadığını belirlemek kolay değildir.

Araştırmacılar bir yapay zekâ uygulamasını, kökeninin ne olduğu bilinen 374 zirkon mineralinin bileşimiyle ilgili verileri kullanarak eğitti ve testlerden geçirdi. Daha sonra geliştirilen uygulamayı kullanarak Avustralya'nın Jack Hills bölgesinde keşfedilen



Zirkon mineralleri

hem kıtaların hem tektonik etkinliklerin varlığına dair kanıt sunar. Mantoda oluşan zirkonlar ve s-tipi zirkonlar, yapılarına karışan alüminyum, fosfor ve mika gibi maddeler bakımından farklılık gösterir. Yine de zirkonların yapısına karışmış tek bir elemente ya da tek bir minerale

971 zirkon mineralinin s-tipi olup olmadığı hakkında tahminler yaptı. Elde edilen sonuçlar, Jack Hills bölgesinde keşfedilen zirkonların üçte birinden fazlasının s-tipi olduğunu gösterdi. Üstelik bu minerallerin bazılarının yaşı 4,2 milyar yıl civarında. Ayrıca s-tipi olduğu belirlenen zirkon

minerallerinin yaşlarının yıllara göre dağılımı incelendiğinde, Dünya tarihinde süperkıtaların oluşumu ve yok olması ile ilgili bilinen döngülere benzediği de tespit edildi. Araştırmacılar, bu sonuçları günümüzden 4,2 milyar önce tektonik hareketlerin var olduğuna dair bir kanıt olarak değerlendiriyor.

Yeryüzündeki minerallerin mantoya batmasının tek yolu tektonik hareketler değildir. Örneğin devasa bir gök taşının çarpması da yeryüzündeki minerallerin mantoya karışmasına yol açabilir. Dolayısıyla yeryüzünün tek bir bölgesinde keşfedilen mineraller, tek başına günümüzden 4 milyar yıl önce tektonik hareketlerin var olduğuna dair güçlü bir kanıt sunmuyor. Gelecekte Dünya'nın başka bölgelerinde de keşfedilecek zirkonlar bu iddiayı destekleyebilir ya da zayıflatılabilir. ■

Jiang, Jilian ve ark., "Sediment Subduction in Hadean Revealed by Machine Learning", *Proceeding of the National Academy of Sciences (USA)*, Cilt 121, Makale No: e2405160121, 2024.

Kendi Kendini Sulayan ve Besleyen Akıllı Toprak

Özlem Ak

Dünya nüfusu artmaya devam ederken tarımda küresel tatlı suyun %70'i hatta bazı gelişmekte olan ülkelerde ise %95'i kullanılıyor. Geleneksel tarım yöntemlerinin gübreleme, verimsiz su kullanımı ve çevresel arazi bozulması gibi önemli zorluklarla karşı

maddesi maruziyetine neden olarak besin maddesi alım etkinliğini azaltıyor, çevre kirliliğine ve tarıma elverişli arazinin bozulmasına yol açıyor. Bu nedenle BM Gıda ve Tarım Örgütü, sürdürülebilir gıda üretimi ve su kaynakları yönetimi için sulama verimliliğinin artırılması, su tasarrufu sağlayan teknolojilerin benimsenmesi ve daha düşük su ayak izine sahip ürünlerin üretilmesinin teşvik edilmesini gerektiğine dikkat çekiyor.

Tektaş Üniversitesi'ndeki araştırmacılar tarafından geliştirilen bir hidrojel malzeme yatıyor. Araştırmanın sonuçlarına göre hidrojel katkı toprak, daha az su ve gübre kullanımıyla normal toprağa göre daha büyük, daha sağlıklı bitkilerin büyümesini sağlıyor. Deneylerde, hidrojel toprakta köklenen bitkilerde, normal topraktaki kontrol grubuna kıyasla gövde uzunluğunda %138'lik bir artış görüldü. Ayrıca modifiye edilmiş

ACS Materials Letters dergisinde yayımlanan araştırmanın lideri Jungjoon Park, bu yeni jel teknolojisinin sık sulama ve gübreleme ihtiyacını azaltacağını ve aynı zamanda kurak bölgelerden ılıman bölgelere kadar geniş bir iklim yelpazesinde benimsenebilecek kadar çok yönlü olduğunu belirtiyor.

Modern sürdürülebilir tarımda su kıtlığı ve verimli besin alımının acil ihtiyaçlarını karşılamak için umut verici bir çözüm sunan bu yeni hidrojel sınıfı, atmosferden su çekebilen ve tarımı daha verimli hale getirebilen hidrojelleri içeren önceki keşiflere dayanıyor. Bu çalışmalarında esas olarak kalsiyum bazlı gübrelere odaklandıklarını belirten araştırmacılar, projenin bir sonraki adımında farklı gübre türlerini denemeyi ve tarlalarda daha uzun testler yapmayı planlıyor.■

phys.org/news/2024-07-smart-soil.html



karşıya olması, artan iklim krizi ve azalan su kaynakları gibi nedenlerle sürdürülebilir sulama uygulamalarına olan ihtiyaç gün geçtikçe artıyor. Ayrıca geleneksel gübreleme teknikleri, genellikle aşırı besin

Yeni tasarlanan akıllı toprak, bitkilerin su ve besin ihtiyacını karşılamak için havadaki suyu emebiliyor ve kontrollü gübre salınımı sağlıyor. Bu heyecan verici akıllı toprak sisteminin temelinde Austin,

toprak yaklaşık %40 su tasarrufu sağlayarak sık sulama ihtiyacını önemli ölçüde azaltıyor ve etkili bir ürün gelişimi sağlıyor. Walker Makine Mühendisliği Bölümünde yüksek lisans öğrencisi olan ve sonuçları

Curiosity'den Şaşırtıcı Keşif: Mars'ta Element Hâlinde Kükürt Bulundu

Tuba Sarıgül

30 Mayıs'ta NASA'nın Curiosity keşif robotunun üzerinden geçmesi sonucu ezilerek çatlayan kayada, element hâlinde kükürt bulundu. Bu beklenmedik keşifle Mars'ta ilk defa saf kükürte rastlanılmış oldu.

Geçmişte Mars'ta magnezyum sülfat, kalsiyum sülfat gibi kükürt içeren kimyasal bileşiklerden oluşan mineraller tespit edilmişti. Curiosity keşif robotu da Ekim 2022'den beri Mars'ın sülfat açısından zengin bölgelerinde araştırmalar yapıyordu. Bilim insanları sülfat içeren minerallerin, Mars'ta sıvı hâlde suyun bulunduğu bölgelerin kuraklaşması sırasında oluştuğunu düşünüyor. Dolayısıyla bu bölgede yapılan araştırmaların Mars'ın geçmişte canlı yaşama için uygun koşullara sahip olup olmadığına dair önemli bilgiler sağlaması bekleniyor.



Curiosity, Ağustos 2012'de Mars'ın Gale Krateri olarak bilinen bölgesine inerek görevine başladı. Keşif aracının görev yapacağı bölge, Mars'ta suyun bulunma olasılığının en yüksek olduğu yerler arasından seçildi. Gale Krateri'nin, 3,7 milyar yıl önce bir gök taşının Mars'ın yüzeyine çarpması sonucu oluştuğu tahmin ediliyor. 154 kilometre çapındaki kraterin içinde Aeolis Mons adında (Mount Sharp olarak da bilinir) ve yüksekliği yaklaşık 5 kilometre olan bir dağ bulunuyor. Curiosity, element hâlindeki kükürt kristallerinden oluşan kayaca, Aeolis Mons'un yamacı boyunca uzanan bir kanal olan Gediz Vallis kanalında rastladı. Gediz Vallis'in, sel suları ve

toprak kayması etkisiyle oluştuğu tahmin ediliyor.

Mars'ta sıvı hâlde suyun bulunduğu zamanlarda, Gale Krateri'nin içinde yağmur ve kar suları ile beslenen nehirlerin akışı ve yeraltı sularının zemindeki çatlaklardan yüzeye çıkması sonucu oluşan bir göl bulunduğu düşünülüyor. Bu dönemde suyun taşıdığı kayaç parçalarının ve diğer malzemelerin kraterin tabanında birikmesi sonucu oluşan jeolojik yapılarda ise Mars'ta zaman içinde değişen koşulların kaydını bulmak mümkün. Çünkü bu jeolojik yapıların kimyasal özellikleri, oluştuğu koşullara göre değişiklik gösteriyor. Bu bölgede yaşamın ortaya çıkması için

gerekli bileşenleri içeren minerallerin ve suyun varlığına dair kanıtları araştıran Curiosity, 2014 yılından beri Aeolis Mons'a tırmanıyordu.

Mars'ın yüzeyinde saf kükürt kristallerinin nasıl oluştuğu henüz bilinmiyor. Çünkü daha önce keşfin yapıldığı bölgede element hâlinde kükürtün oluşmasını sağlayacak koşulların ortaya çıktığı tahmin edilmemişti. Bilim insanları bundan sonra Curiosity'nin son keşfini açıklayabilmek için çevredeki kayaları incelemeye devam edecek. ■

www.jpl.nasa.gov/news/nasas-curiosity-rover-discovers-a-surprise-in-a-martian-rock

İlaçları Buzdolabı Dışında Haftalarca Koruyabilen Hidrojel

İlay Çelik Sezer

Pek çok ilacın etkinliğini koruması için soğuk ortamda saklanması gerekiyor. Uygun koşullarda saklanmayan ilaçlar bozulabiliyor ve bu da sağlık riskleri oluşturabiliyor. Örneğin yüksek

sıcaklıklara maruz kalması, ilaç molekülünün biçimini oluşturan kimyasal bağların kırılmasına ve ilacın etkinliğinin bozulmasına neden olabiliyor. Hatta bazı ilaçların etkinliği, çalkalanmayla bile bozulabiliyor. İlaçların özel koşullarda saklanmak zorunda olması, gelişmekte olan ülkeler gibi teknik ve lojistik imkânların kısıtlı olduğu yerlere ulaştırılmalarını da zorlaştıran bir etmen. Bu yüzden dünyanın çeşitli yerlerinden bilim insanları, ilaçların güvenli bir şekilde taşınmasını kolaylaştırmaya yönelik araştırmalar yapıyor. Bunlardan biri de Birleşik Krallık'taki Manchester Üniversitesi'nden yaklaşık 15 senedir bu konuda çalışmalar yürüten Matthew Gibson.

Gibson ve ekibi, yeni yaptıkları bir araştırma kapsamında protein temelli ilaçların taşınmasını ve saklanmasını kolaylaştıracak bir yöntem geliştirdi. Araştırmacılar, İskoçya'daki Glasgow Üniversitesi'nden

hidrojeller konusunda uzmanlaşmış olan Dave Adams ile birlikte proteinleri hidrojel malzemelerle karıştırıp enjektörlere yüklenmesi mümkün olan beyaz katı karışımlar elde etti. Normalde -20 °C'de saklanması gereken proteinler, bu haldeyken 50 °C'ye kadar yüksek sıcaklıklara dayanabildi ve dört haftaya kadar işlevselliğini korudu. Hidrojel katılığını küçük moleküllerin büyük zincirler hâlinde bir araya gelmesinden alıyor. Bir kuvvet uygulandığında ise bu birliktelik

kıvama dönüşmesini sağlıyor. Hidrojel kalıntıları, enjektörün iğnesinden geçemeyecek kadar büyük olduğu için de enjektörden çıkan sadece ilaç molekülleri oluyor.

Araştırmacılar, bu yöntemi sıgır insülini ile genetik araştırmalarda sıkça kullanılan bir enzim olan galaktosidaz gibi bileşikler üzerinde test etti ve işe yaradığını gösterdi. Hatta hidrojelde karıştırdıkları protein içeriklerini paketleyip kargo ile başka bir yere göndermeyi bile

dayanabildiği görüldü. Klinik uygulamaya yönelik ümit vaat eden bu yeni yöntem, özellikle de protein temelli aşılarla uygulanabilirse aşıların tüm dünyaya daha eşitlikçi olarak ulaştırılabilmesine katkı sağlayabilir. Gibson, geliştirdikleri hidrojin endüstriyel ölçekte üretilbileceği konusunda kendilerine güvendiklerini söylüyor ancak öncesinde hidrojin ilacı koruma süresi ve güvenliği konusunda daha fazla çalışma yapmak istediklerini belirtiyor. ■



bozuluyor, dolayısıyla enjeksiyon sırasında kuvvet uygulanması jel-protein karışımının sıvı

denediler. Bu proteinlerin de kargo sürecindeki yüksek sıcaklık ve fiziksel sarsılma gibi streslere

[newscientist.com/article/2439649-hydrogel-can-preserve-medications-for-weeks-outside-of-a-fridge](https://www.newscientist.com/article/2439649-hydrogel-can-preserve-medications-for-weeks-outside-of-a-fridge)

Dünya Uzay Haftasında Etkinlik Düzenlemek İster misiniz?

Alp Akoğlu

Dünya Uzay Haftası her yıl 4-10 Ekim tarihleri arasında kutlanıyor. 1999 yılında Birleşmiş Milletler tarafından ilan edilen Dünya Uzay Haftası'nda, uzay çalışmalarının insanların yaşamına katkılarıyla ilgili toplumda farkındalık oluşturulması ve özellikle gençlerin ilgilerinin bu alana çekilmesi amaçlanıyor. Bu bağlamda tüm dünyada çok sayıda etkinlik düzenleniyor.

Dünya Uzay Haftası'nın başlangıç ve bitiş tarihleri iki önemli olaya işaret ediyor. 4 Ekim 1957'de ilk yapay uydu olan Sputnik 1 uzaya fırlatılmış, böylece uzayın keşfi başlamış, 10 Ekim 1967'deyse "Uzay Antlaşması" olarak da bilinen Ay ve Gök Cisimleri Dahil Uzayın Keşfi ve Kullanımı için Devletlerin Faaliyetlerini Düzenleyen İlkeler Antlaşması yürürlüğe girmişti.

Dünya Uzay Haftası etkinlikleri dünya genelinde okullar, bilim merkezleri, uzay ajansları, uzay-havacılık şirketleri, müzeler ve astronomi kulüpleri tarafından düzenleniyor. Dünya Uzay Haftasının küresel koordinatörü olan Dünya Uzay Haftası Derneği dünya genelinde gerçekleşen etkinliklere bir odak noktası sağlamak için her yıl farklı bir tema seçiyor. Ancak etkinliklerin bu temada düzenlenme zorunluğu bulunmuyor. Bu yılın Dünya Uzay Haftası teması Uzay ve Girişimcilik. Bu tema uzay endüstrisinin artan önemini, uzay alanındaki iş fırsatlarını ve uzay girişimcileri tarafından oluşturulan ortamın insanlığa katkılarını vurguluyor.

Bir etkinliğin resmî bir Dünya Uzay Haftası etkinliği sayılabilmesi için etkinliklerin Dünya Uzay Haftası sırasında gerçekleştirilmesi ve öncesinde resmî takvime kaydedilmiş olması gerekiyor. Bunun için aşağıda adresi verilen resmi siteye üye olmak ve ardından etkinlik kaydını yapmak gerekiyor.



Etkinlik kaydı yapıldıktan sonra Dünya Uzay Haftası resmî internet sitesinde (www.worldspaceweek.org) etkinlikler herkese açık olarak listeleniyor.

Dünya Uzay Haftası'nın Türkiye koordinatörü olan GUHEM Gökmen Uzay Havacılık Eğitim Merkezi, ülkemizdeki etkinlikleri koordine ediyor ve başta öğretmenler

olmak üzere, etkinlik düzenlemek isteyen kişi ve kuruluşlara yol gösteriyor. Konu ile ilgili iletişim için wsu@guhcm.org.tr adresine elektronik posta gönderebilirsiniz.

Dünya Uzay Haftası ile ilgili ayrıntılı bilgi ve etkinlik önerileri için uzayhaftasi.com ve www.worldspaceweek.org adreslerini ziyaret edebilirsiniz. ■

26. TÜBİTAK Gökyüzü Gözlem Etkinliği

Uludağ'da Gerçekleştirildi

Dr. Özlem Ak [TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi

Türkiye'nin dört bir yanındaki gök bilim meraklıları, 9-11 Ağustos tarihlerinde Uludağ Kirazlı Yaylası'nda gerçekleştirilen ve açılışını Sanayi ve Teknoloji Bakanı Mehmet Fatih Kacır'ın yaptığı TÜBİTAK Gökyüzü Gözlem Etkinliğinde bir araya geldi. Gökyüzü Gözlem Etkinliğinin 26. yılında, ilk Türk astronomlarımız Alper Gezeravcı ve Tuva Cihangir Atasever de deneyimlerini paylaşmak üzere gençlerle bir araya geldi.

İlk kez 1998 yılında TÜBİTAK *Bilim ve Teknik* dergisi tarafından düzenlenen, yıllardır gökbilimcileri ve gökyüzü meraklılarını bir araya getiren TÜBİTAK Gökyüzü Gözlem Etkinliğine bu sene de ilgi büyüktü.

Etkinliğe ülke genelinden 14 bin 506 kişi başvurdu. Yapılan değerlendirme ve kura sonucunda 1047 gökbilim meraklısı yıldızların altında buluştu.

Perseid meteor yağmurunun en yoğun gerçekleşeceği günlerde düzenlenen gözlem etkinliğinde gündüzleri özel filtreli teleskoplarla güneş gözlemlerinin yanı sıra, gece saatlerinde de galaksiler, yıldız kümeleri ve gök cisimleri gözlemlendi. Katılımcılar, 39 tane teleskobun başındaki 50 tane astronomun rehberliğinde yıldızları, gök adaları, nebuları keşfederken aynı zamanda Satürn, Jüpiter, Mars, Uranüs ve Ay'ı gözlemledi. Ayrıca Uluslararası Uzak İstasyonu'nu izleme şansına da sahip oldular.

Etkinlik alanındaki konferans çadırında 3 gün boyunca ülkemizin önemli bilim insanları, astronomları, astrofizikçileri ve ilk astronomları Alper Gezeravcı ile Tuva Cihangir Atasever tarafından birbirinden ilginç konularda 19 sunum gerçekleştirildi. 10 Ağustos'ta düzenlenen ve binlerce kişinin katıldığı halk gününde ise 3 gün 2 gece boyunca her yaş grubuna yönelik bilim ve teknolojide farkındalık artırıcı atölyeler ve etkinlikler düzenlendi. TÜBİTAK çadırındaki atölyelere katılan çocuklar TÜBİTAK tarafından düzenlenen bilimsel etkinliklerde hem eğlendi hem de öğrendi.

Etkinliğin son gününde düzenlenen bilgi yarışmasında birinci olan katılımcıya teleskop, ikinciye TÜBİTAK popüler



bilim yayınlarından oluşan kitap seti, üçüncüye ise bir yıllık dergi aboneliği hediye edildi. Yarışmada derece alanlara ödülleri TUBİTAK Bilim ve Toplum Başkanı Ömer Kökçam verdi. Kapanış konuşmasını da gerçekleştiren Kökçam, güzel bir etkinliğin geride kaldığını belirterek tüm katılımcılara teşekkür etti. TUBİTAK'ın 61 yaşında olduğunu hatırlatan Kökçam, ülkemizdeki bilim toplum faaliyetlerinin öncüsü olan *Bilim ve Teknik* dergisinin de 57 yıldır nesiller yetiştirdiğini kaydetti.

TUBİTAK tarafından düzenlenen bilim ve toplum etkinlikleri gelecek nesillerin bilimsel aydınlığa ulaşmasında önemli bir rol oynuyor. Bu etkinliklerin arasında gelenekselleşen gökyüzü gözlem etkinlikleri de bilimin topluma aktarılmasında köprü vazifesi görmeye devam ediyor. ■

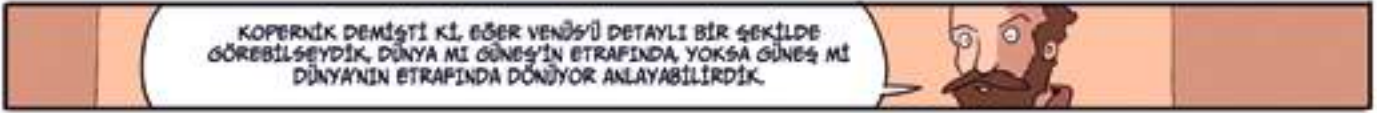


GALİLEO GALİLEİ

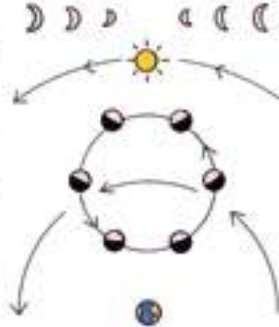
Bilim Çizgi

Sinancan Kara [btvizgiroman@tubitak.gov.tr]

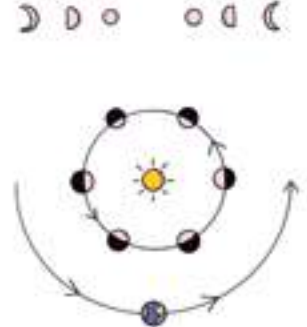




EĞER DÜNYA
EVRENİN MERKEZİ
İSE, VENÜS DE
DÜNYA'NIN
ETRAFINDA
DÖNÜYOR OLMALI.
EĞER ÖYLEYSE,
VENÜS DÜNYA'DAN
SADECE HİLAL
ŞEKLİNDE
GÖZÜKEBİLİR.



YOK EĞER DÜNYA
VE VENÜS GİBİ
TÜM GEZEGENLER
GÜNEŞ'İN
ETRAFINDA
DÖNÜYOR İSELER,
VENÜS TÜM
ŞEKİLLERİ ALIR.
HİLAL, YARIM
VE TAM...

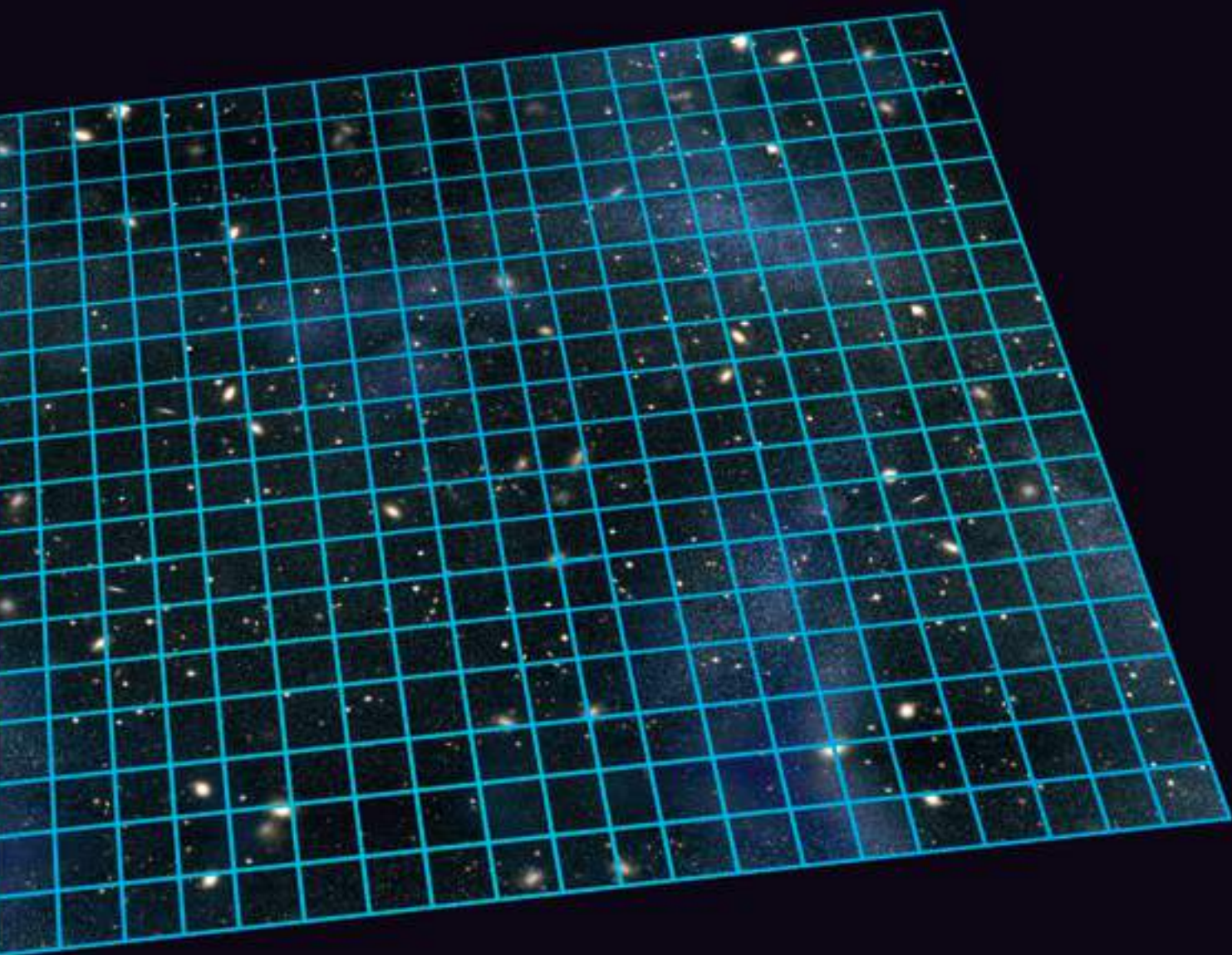


KOZMİK TOPOLOJİ

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

Bilimsel veriler, evrenin büyük ölçekteki yapısının düz olduğuna işaret ediyor. Ancak bu durum, evrenin basit bir şekli olduğu anlamına gelmiyor. Üç boyutlu düz uzayların sahip olabileceği 18 ayrı topolojik yapı var. Son bilimsel çalışmalar da evrenin sıra dışı bir şekle sahip olmasının ihtimaller dâhilinde olduğunu gösteriyor.





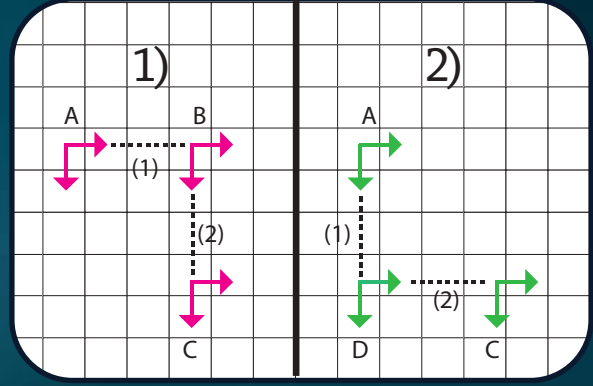
Dünya'nın yüzeyinin mükemmel bir küre olduğunu varsayalım. İlk bakışta çok eski zamanlardaki insanlar gibi, yeryüzünün dümdüz, sonsuza kadar uzandığını zannedebilirdiniz. Ancak bu durumun nedeni, kürenin yarıçapının aşırı büyük olmasıdır. Bu farazi kürenin üzerinde doğrultunuzu değiştirmeden durmaksızın yol alırsanız, kürenin geometrik şeklinin bir sonucu olarak, eninde sonunda yolculuğunuza başladığınız noktaya geri dönersiniz. Peki ya içinde bulunduğumuz evren? Eğer belirli bir doğrultu da hiç durmaksızın yol alabilseydik eninde sonunda başladığımız noktaya geri döner miydik? Yoksa uzay her yönde sonsuza kadar uzanmakta mıdır? Bugün evrenin şeklinin tam olarak ne olduğu bilinmiyor. Bilimsel çalışmalar uzayın ortalama olarak “düz” ya da düze çok yakın olduğunu gösterse de üç boyutlu düz uzayların sahip olabileceği çok çeşitli şekiller vardır. İçinde bulunduğumuz uzayın sahip olabileceği şekilleri ve özellikleri anlamak için önce geometri ile ilgili bazı temel kavramlara göz atmamız gerekecek.

Eğri ve Düz Uzaylar

Bir yüzeyin eğri mi yoksa düz mü olduğu nasıl anlaşılabilir? Bir masanın yüzeyi düzdür. Bir küre eğiktir. Peki ya sonsuz uzunluktaki bir silindirin yüzeyi?

Eğri mi yoksa düz mü olduğunu anlamaya çalıştığımız yüzeyin üzerinde rastgele bir nokta işaretleyin. Bu noktadan farklı yönlere bakan iki vektör alın. Daha sonra seçtiğiniz noktadan başlayarak, (1) önce birinci vektör yönünde belirli bir mesafe, sonra ikinci vektör yönünde belirli bir mesafe yol alın; (2) aynı işlemleri bir de sıralarını değiştirerek tekrarlayın. Eğer (1) ve (2) numaralı işlemlerin sonucunda vardığınız noktalar aynıysa yüzey düzdür, değilse eğiktir. Geometride bir yüzeyin eğriliğini nicelendirmek için kullanılan eğrilik tensoru da burada sözlü olarak ifade edilen bu prosedürün matematiksel formülasyonuna dayanır. Yukarıdaki prosedürü bir masanın yüzeyine benzer bir yüzeye uygulamak görece kolaydır. Prosedürü

uygulayarak takip ettiğiniz her iki rota da aynı noktada sonlanır (bkz. aşağıdaki çizim).

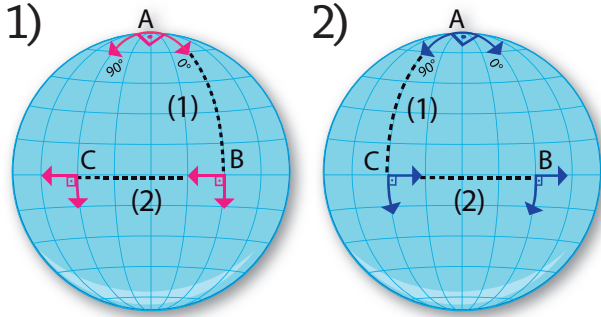


Masanın yüzeyine benzer bir uzayın düz olduğunun matematiksel olarak doğrulanması.

Şimdi de aynı prosedürü r yarıçaplı bir kürenin üzerinde uygulayalım. Yapacağımız işlemlerin sonuçlarını daha kolay görebilmek için kürenin üzerinde yeryüzündeki konumları ifade etmek için kullandığımıza benzer bir koordinat sistemi (paraleller ve meridyenler) olduğunu düşünelim. Başlangıç noktamız kürenin kuzey kutbu (A noktası) olsun. Vektörlerden biri '0' meridyeni yönüne, diğeri '90' meridyeni yönüne baksın. Önce '0' meridyeni yönünde ekvatora kadar ($\pi r/2$ uzunluğunda) yol aldığımızı düşünelim. İşlem tamamlandı B noktasına vardığımızda, başlangıçta '90' meridyeni yönüne bakan diğeri vektör artık ekvator doğrultusunda ve batı yönünde olacaktır. Bu vektör yönünde aynı mesafe ($\pi r/2$ uzunluğunda) yol aldığımızı düşünelim. İki işlem sonucunda '90' meridyeni ile ekvatorun kesiştiği noktaya (C noktasına) varırız. Şimdi de işlemlerin sırasını değiştirelim. Yine kutup noktasından başlayarak önce '90' meridyeni yönünde ekvatora kadar ($\pi r/2$ uzunluğunda) yol alalım. Bu işlem sonucunda C noktasına vardığımızda başlangıçta '0' meridyeni yönünde olan diğeri vektör artık ekvator doğrultusunda ve doğu yönünde olacaktır. Bu vektör yönünde aynı mesafe ($\pi r/2$ uzunluğunda) yol aldığımızda ise ekvator ile '0' meridyeninin kesiştiği noktaya (B noktası) varırız. Bu nokta daha önceki varış noktasından farklıdır. İki

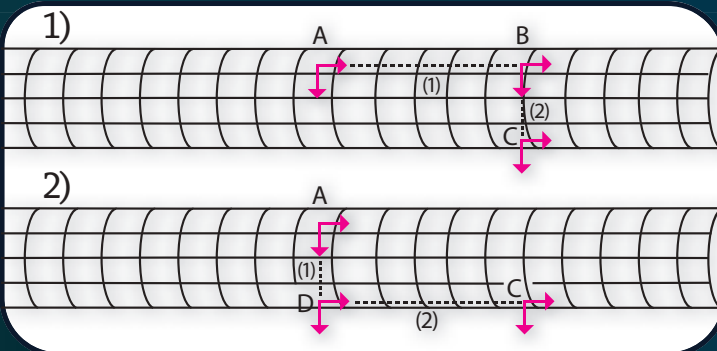
işlemin sırası değiştirildiğinde varış noktalarının değişmesi uzayın eğriliğinin bir sonucudur.

Yukarıdaki prosedürü sonsuz uzunluktaki bir silindirin yüzeyine uygulamak görece basittir. Tıpkı ilk örneğimizde olduğu gibi yüzeyin düz olduğu sonucuna varırız (bkz. aşağıdaki şekil). Bu uzayın bize düz değil de eğikmiş gibi



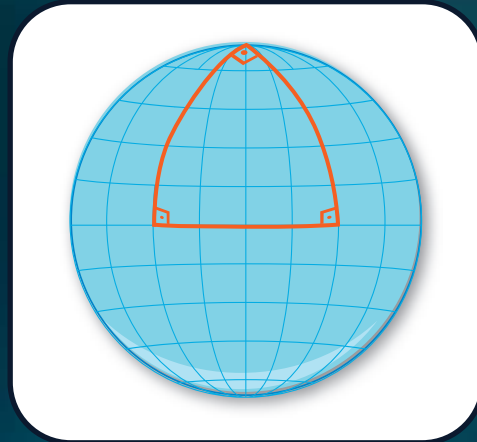
Kürenin eğik olduğunun matematiksel doğrulaması. İki işlemin sırası değiştiğinde varış noktalarının farklı olması uzayın düz olmadığını gösterir.

görünmesinin nedeni, bizim ona üç boyuttan bakmamız, silindirin bir “içi” ve “dışı” olduğunu görmemizdir. Ancak bu bakış açısı yanıltıcıdır. Eğer buna benzer iki boyutlu bir uzayda yaşayan canlılar olsaydık üç boyutlu bir uzayın içine gömülü iki boyutlu bir silindiri gözümüzde canlandırmamız pek kolay olmazdı. Bu uzayda yaşayan canlılar, uzayın bir yönde (silindirin ana eksenini boyunca) sonsuz, diğer yönde ise periyodik olduğunu gözlemlerdi.



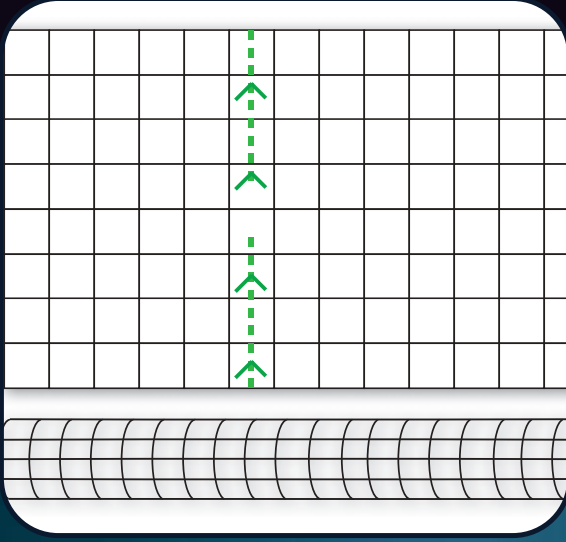
Silindirin yüzeyinin düz olduğunun matematiksel doğrulaması. İki işlemin sırası değiştirildiğinde varış noktalarının aynı olması uzayın düz olduğunu gösterir.

Bir silindirin yüzeyi düz olduğu için düzlem geometri (Öklidyen geometri) ile ilgili tüm bilgiler bu uzayda da geçerlidir. Örneğin düzlem geometride bir üçgenin iç açılarının toplamı 180 derecedir. Benzer biçimde bir silindirin yüzeyinde çizilecek bir üçgenin iç açılarının toplamı da her zaman 180 derece olur. Aynı durum eğik uzaylar için geçerli değildir. Örneğin yukarıdaki küre örneğinde A, B ve C noktalarını birleştirerek elde edilecek bir üçgenin tüm açıları dik açıdır (90 derece) ve dolayısıyla iç açılarının toplamı 270 derecedir. Bir kürenin eğriliği “pozitif” olduğu için bu yüzeyde çizilecek herhangi bir üçgenin iç açılarının toplamı her zaman 180 dereceden daha büyük olur.



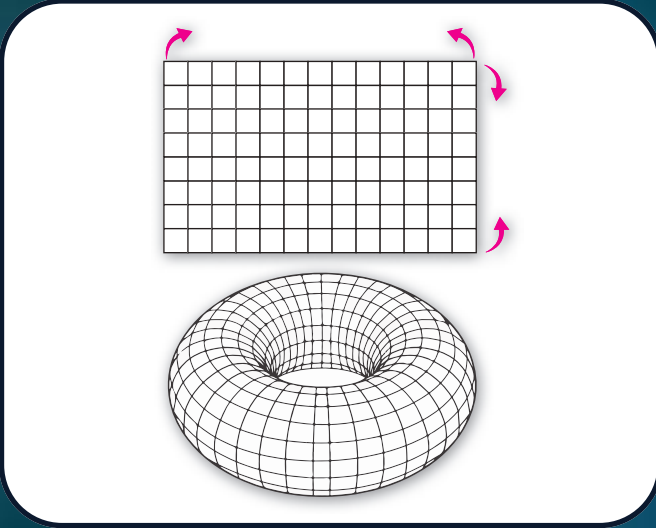
Kürenin üzerinde çizilmiş, tüm açıları dik açı olan bir üçgen. Kürenin eğriliği pozitif olduğu için kürenin üzerinde çizilecek herhangi bir üçgenin iç açıları toplamı her zaman 180 dereceden büyük olur.

Silindirin yüzeyine benzer bir uzayı elde etmenin bir yolu, sonsuz uzunlukta düz bir şeridi alıp karşılıklı kenarları birbirine yapıştırmaktır. Alternatif olarak kenarları birbirine yapıştırmak yerine, uzayın bir kenarından “çıkıldığında” diğer kenarından “geri girildiğini” de düşünebilirsiniz.



Bir yönde sonsuz, diğer yönde periyodik olan bir uzayı betimlemenin farklı yolları. Üstteki açık çizimde uzay, sonlu olduğu yönde periyodik olduğu için bir kenardan çıkıldığında diğer kenardan geri girilir. Silindir biçimli çizim, bu durumu betimlemenin daha iyi bir yolunu sunar.

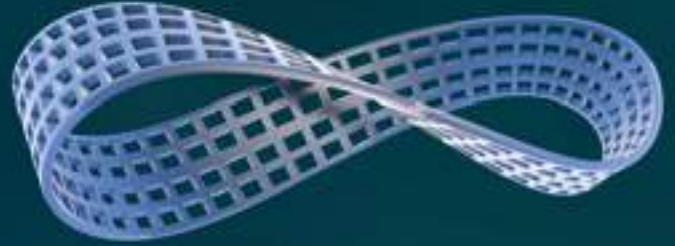
Silindirin yüzeyi bir yönde periyodiktir: Silindirin ana eksenine dik doğrultuda yol aldığınızda eninde sonunda başlangıç noktasına geri dönersiniz. Ancak iki boyutlu düz bir uzay, her iki yönde periyodik olabilir tabii. Böyle bir uzayı dikdörtgen biçiminde betimleyebiliriz. Öyle ki bu uzayın herhangi bir kenarından çıkıldığında karşı taraftaki kenarından geri girilir. Bu uzayı betimlemenin daha iyi bir yoluysa karşılıklı kenarları birbirine yapıştırmaktır. Bu işlem sonucunda iki boyutlu bir torus elde ederiz (bkz. aşağıdaki şekil).



Her iki yönde de periyodik olan düz bir uzayı betimlenin iyi bir yolu karşılıklı kenarları birbirine yapıştırmaktır. Böylece bir torus elde ederiz.

Bir masanın yüzeyi, bir silindir ve bir torus, her ne kadar bu uzayların tamamı düz olsa da topolojik özellikleri bakımından birbirlerinden ayrılırlar. Topoloji, geometrik nesnelerin sürekli deformasyonlar altında değişmeyen özellikleriyle ilgili matematik dalıdır. Bir masanın yüzeyi sonlu büyüklüktedir, her iki yönde de sınırlıdır. Örneğimizdeki silindirin yüzeyi, bir yönde sonsuza kadar uzanırken diğer yöndeki büyüklüğü sınırlıdır. Üstelik sınırlı büyüklükte olduğu yönde periyodiktir. Torus ise masanın yüzeyi gibi sonlu büyüklükte olsa da masanın yüzeyinin aksine her iki yönde de periyodiktir.

Möbius Şeridi ve Büklümlü Uzaylar



ALFRED PASTEKA / SPL

Möbius şeridi

Sonlu uzunluktaki bir şeridi ele alalım. Bu şeridin karşılıklı iki kenarını birbirine bağlamanın bir yolu, basitçe aynı taraftaki karşılıklı noktaları birbirine yapıştırmaktır. Alternatif olarak karşılıklı kenarları birbirine yapıştırmadan önce şeridi, yukarıdaki çizimdeki gibi 180 derece bükebilirsiniz. Her iki durumda da şerit boyunca ve şeridin kenarlarına paralel olarak yol alındığında başlangıç noktasına dönmek mümkündür. Ancak Möbius şeridi olarak adlandırılan büklümlü şeritte bunu başarmak için şeridin etrafında bir değil iki tur atılması gerekir (bkz. aşağıdaki grafik). Bir uzayın yapısının büklümlü ya da büklümsüz olması, gözlemler açısından da önemli bir fark yaratır.

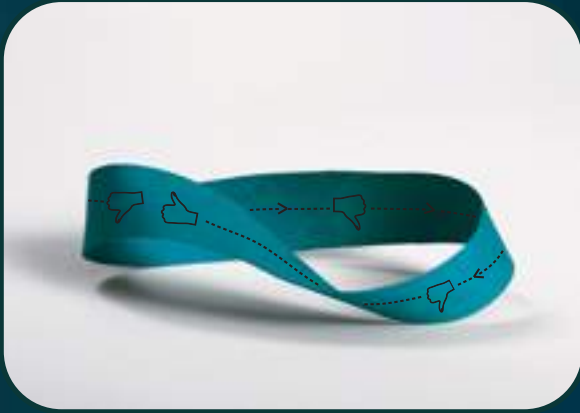


Büklümlü bir uzayda, uzayın kenarına paralel biçimde yol alarak başlangıç noktasına geri dönebilmek için uzayın etrafında bir değil iki tur atmak gerekir.

Möbius şeridi benzeri bir uzayda yaşayan “iki boyutlu bir insanın” sağ eline uygun bir eldiven olduğunu düşünelim. Bu eldiveni alıp şeridin etrafında bir tur attırırsanız sol eli bir eldivene dönüştüğünü göreceksiniz. Eldivenin yeniden sağ eli olması için şeridin etrafından bir tur daha döndürmeniz gerekecek.



Periyodik boyutlara sahip bir uzayda aynı yapılar, birden fazla yönde gözlemlenebilir. Eğer periyodik boyutlar büklümlüyse görüntüler birbirinin aynısı olmaz. Yukarıdaki grafikte astronom bir yöne baktığında kareyi üçgenin üstünde, diğer yöne baktığında üçgeni karenin üstünde görüyor.



Möbius şeridi benzeri büklümlü bir uzayda periyodik yönde bir tur döndürülen bir sağ eli eldiven, sol eli eldivene dönüşüyor. Eldivenin yeniden sağ eli olması için uzayın etrafında bir tur daha döndürülmesi lazım.

Şimdi de Möbius şeridi benzeri bir uzayda yaşayan bir astronomin evreni gözlemlediğini düşünelim. Uzay bir yönde periyodik olduğu için gök bilimci, belirli bir kozmik yapıyı uzayda iki ayrı yöne bakarak da görebilir. Şayet uzay büklümsüz olsaydı iki görüntü birbirinin aynısı olurdu. Ancak uzay büklümlü olduğu için görüntüler aynı biçimli değil, birbirinin simetrisi olacaktır (bkz. aşağıdaki grafik).

Üç Boyutlu Düz Uzay Topolojileri

Buraya kadarki örneklerin tamamı iki boyutlu uzaylardı. İçinde bulunduğumuz uzay ise üç boyutlu. Üç boyutlu uzaylar da iki boyutlu uzaylar gibi sonlu ya da sonsuz büyüklükte, bir ya da birkaç yönde periyodik ve hatta büklümlü ya da büklümsüz olabilir. İki boyutlu düz uzayların periyodik boyutlarını betimlemek için uzayın “kenarlarını” birbirine yapıştırıyorduk. Çünkü iki boyutlu uzayların “sınırları” kenarlarıdır. Üç boyutlu uzaylardaki periyodik boyutları betimlemek içinse “yüzeyleri” birbirine yapıştırmak gerekir. Çünkü üç

boyutlu uzayların sınırları yüzeylerdir. Bu yüzeyler birbirine yapıştırılırken bükülebilir. Hangi açılarla bükülebilecekleri ise yapıştırılacak yüzeylerin şekline bağlı olarak değişir. Örneğin dörtgen yüzeyler 90 ya da 180

derece bükülerek, altıgen yüzeylerse 120 ya da 240 derece bükülerek yapıştırılabilir. Ayrıca yüzeyler iç ve dış kısımları ters çevrilerek (ters yüz edilerek)

de birbirine yapıştırılabilir. Tüm bu topolojik yapıları betimlemek ya da gözümüzde canlandırmaksa iki boyutlu uzaylarda olduğu kadar kolay değildir.

Üç boyutlu düz uzayların sahip olabileceği yapıların en basiti, uzayın her üç yönde de sonsuz büyüklükte olmasıdır. Alternatif olarak bir ya da iki boyutta sonsuz, diğer boyutlarda periyodik olabilir. Ayrıca her üç boyutta da periyodik olabilir. Uzayın periyodik olduğu boyutlardaki yüzeylerin birbirine nasıl yapıştırılabileceği ile ilgili tüm alternatifler göz önüne alındığında, üç boyutlu düz uzayların sahip olabileceği 18 ayrı topolojik yapı vardır.

Kozmik Topoloji

Genel görelilik kuramı, uzayın şeklinin madde ve enerji tarafından belirlendiğini söyler. Ancak genel görelilik, evrenin “yerel” ölçekteki geometrisiyle ilgilidir. Evrenin büyük ölçekteki topolojisi hakkında ise bir şey söylemez. Büyük patlama sırasında meydana gelen kuantum mekaniksel süreçler, uzayın karmaşık bir topolojiye sahip olmasına yol açmış olabilir.

Bilimsel gözlemler, içinde bulunduğumuz uzayın büyük ölçekte ortalama olarak düz olduğuna işaret ediyor. Ölçümlerdeki hata payları göz önüne alındığında uzayın çok ufak bir olasılıkla eğik olma ihtimali de var.

Eğer büyük ölçekte gerçekten de düzse bu durum, uzayın topolojik yapısı ile ilgili bilimsel çalışmalar açısından önemli kolaylık sağlayacaktır. Çünkü her ne kadar eğik uzayların sahip olabileceği topolojik

yapıların sayısı sonsuz olsa da düz uzayların sahip olabileceği topolojik yapıların sayısı 18 ile sınırlı. Bu 18 yapının büyük çoğunluğunda, Möbius



şeridindekine benzer biçimde, aynı kozmik yapıları birden fazla yönde gözlemlemek mümkün. Üstelik aynı yapının, kaç farklı yönde ve aynı biçimlerde mi yoksa farklı biçimlerde mi gözlemlendiğine bakarak uzayın topolojik yapısının belirlenmesi mümkün olabilir.

Şunu da belirtelim ki içinde bulunduğumuz uzayın bazı boyutları periyodik olsa bile “bugün itibariyle” bunu tespit etmek mümkün olmayabilir. Çünkü tekrar eden örüntüleri gözlemleyebilmek için uzayın aynı bölgesinden yayılan ışığın birden fazla yoldan bize ulaşması gerekir. Ancak ışık, uzayda sonlu hızla yayılır. Dolayısıyla, eğer uzayın periyodik olduğu boyutların uzunluğu, ışığın aradan geçen zamanda bize ulaşmasına imkân vermeyecek kadar büyükse gözlemler yoluyla periyodik boyutların varlığı bugün için tespit edilemez. Kısacası, evreni gözlemleyerek tekrar eden örüntüler tespit etmek, periyodik boyutların varlığını doğrulayabilir. Tekrar eden örüntülerin tespit edilememesi ise periyodik boyutların varlığını yanıltamaz. Belki de tekrar eden örüntüleri gözlemlemek için birkaç milyar yıl daha beklememiz gerekiyor.

Bilimsel Çalışmalar

Eğer varsa, uzaydaki tekrar eden örüntüleri gözlemleme şansımızı artırmak için zamanda mümkün olduğu kadar geriye bakmak gerekiyor. Bu

konuda öne çıkan ilk alternatif de kozmik artalan ışıması. Bütün uzayı neredeyse homojen bir biçimde dolduran bu ışıma, Büyük Patlama'nın 300.000 yıl sonrasında beri serbestçe uzayı dolaşıyor.

Bugüne kadar üzerinde en çok durulan topolojilerden biri 3-torus. İki boyutlu torusu, dörtgen biçimli bir uzayın karşılıklı kenarlarını birbirine yapıştırarak elde etmiştik. Üç boyutlu torus ise üç boyutlu geometrik nesnelerin karşılıklı yüzeylerinin birbirine yapıştırılmasıyla elde edilir.

2000'lerde ve 2010'larda kozmik artalan ışımasında tekrar eden örüntüler tespit etmek için çalışmalar yapılmışsa da olumlu bir sonuç alınamamıştı. Bu yüzden bugün, gök bilimciler arasında evrenin basit bir yapıda olduğu düşüncesi hâkim. Ancak kendilerine COMPACT iş birliği adını veren bir grup araştırmacı, kozmik artalan ışıması ile ilgili en güncel verileri analiz ederek şaşırtıcı sonuçlara ulaştı. Araştırmacılar karşılıklı dörtgen yüzeylerin 0, 90, 180 derece



döndürülerek yapıştırıldığı üç ayrı 3-torusa odaklandı. Sonuçlar, eğer periyodik boyutlar gözlemlere izin verecek derecede küçükse, uzayın bükümsüz 3-torus yapısında olmadığını gösteriyor. Ancak analizlere göre, bugün itibariyle uzayın periyodik yapısını gözlemlemek mümkünse dahi, evrenin bükümlü 3-torus yapısında olması ihtimali sıfır değil. Bükümlü

toruslar, düz uzayların sahip olabileceği topolojiler arasında görece basit kalıyor. Dolayısıyla elde edilen sonuçlar, araştırmada ele alınmayan daha karmaşık yapıları diğer topolojilerden birinin doğru olma ihtimalinin de olduğunu gösteriyor. Araştırmacılar, gelecekte daha kapsamlı çalışmalar yapmayı planlıyor. Ancak evrenin büyüklüğü ve sıra dışı topolojilerin izlerini tespit etmenin zorluğu düşünüldüğünde bu araştırmaların uzun zamana yayılması bekleniyor. Araştırmacılar, hesapları hızlandırmak için makine öğrenmesi yöntemlerinden yararlanmayı planlıyor. Ayrıca Avrupa Uzay Ajansı'na ait Euclid Teleskobu'nun evrendeki galaksi dağılımı üzerine topladığı verilerde sıra dışı kozmik topolojilerin izlerinin aranması da planlanıyor.

Gözlemler, uzayın büyük ölçekte ortalama olarak düz olduğuna işaret etse de bu durum, evrenin basit bir yapısı olduğu anlamına da gelmiyor. Son bilimsel çalışmalar, uzayın karmaşık bir topolojiye sahip olmasının ihtimaller dahilinde olduğunu gösteriyor. Uzayın yapısının bilimsel çalışmalarla tespit edilmesi, evrenin oluşumunu anlamak açısından da önemli. Örneğin evrenin erken dönemlerinde madde ve ışık arasındaki etkileşimler, uzayın topolojik yapısı tarafından etkilenmiş olabilir. Kozmik topoloji üzerine yapılan araştırmalar sayesinde Büyük Patlama'nın doğası daha iyi anlaşılabilir, evrenin erken dönemleri ile ilgili kuramlar iyileştirilebilir. ■

Kaynaklar

- Akram, Yashar, ve ark., "Promise for Future Searches of Cosmic Topology", Physical Review Letters, Cilt 132, Makale No: 171501, 2024.
- Bischoff, Manon, "How Many Holes Does the Universe Have?", Scientific American, <https://www.scientificamerican.com/article/how-many-holes-does-the-universe-have/> , 31 Mayıs 2024.
- Day, Charles, "The Universe's Topology May Not Be Simple", Physics, Cilt 17, s. 74, 2024.



kukunthod / iStock

Alzheimer Tanısı İçin Kan Testleri

Dr. Özlem Ak [TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi]

Dünya genelinde yaklaşık 55 milyon kişi demans hastası. Bu sayının 2050 yılına kadar 139 milyondan fazla olması bekleniyor. Konunun uzmanları erken aşamada Alzheimer teşhisi için kullanılan kan testlerinin, amiloid PET veya beyin omurilik sıvısı (BOS) testlerine göre daha erişilebilir olduğunu düşünüyor. Şu anda klinik olarak birden fazla kan testi olmasına rağmen, bu testlerin performansı büyük ölçüde değişiyor ve bir testin klinik olarak yararlı olması için gereken minimum doğruluk oranının ne olması gerektiği sorusunu gündeme getiriyor.



Nörologlar bilişsel bozukluğu, hafıza ve düşünme becerilerinin klinik muayenesi ile teşhis ediyorlar. Bilişsel bozukluğun nedeninin Alzheimer hastalığı olup olmadığını belirlemek için, Alzheimer'ı karakterize eden spesifik beyin değişiklikleri, beyin taraması veya omurilikten alınan omurilik sıvısının incelenmesi gibi yöntemler kullanılıyor. Son zamanlarda birçok firma hastalar için teşhisi daha kolay hale getirmek amacıyla Alzheimer kan testi üretmeye başladı ve en az beş firma bu testleri klinik kullanım için doktorlara sunuyor. Hangi testlerin en doğru sonucu verdiği konusunda da bir belirsizlik söz konusu. Çünkü halihazırdaki testler, aynı yöntem ve kriterler kullanılarak belli bir popülasyona uygulanıp bugüne kadar birebir karşılaştırmalı olarak değerlendirilmedi.

Alzheimer hastalığı seyrinin erken dönemlerinde, bilişsel bozukluğun Alzheimer'dan kaynaklandığını doğrulamak, yeni nesil Alzheimer tedavilerine erişim sağlamak açısından büyük önem taşıyor. Geçtiğimiz iki yıl içinde ABD, Gıda ve İlaç Dairesi (FDA) hastalığın gidişatını yavaşlatan iki ilacı onayladı ve daha fazlası da yolda gibi gözüküyor. FDA onaylı her iki ilaç da amiloid plaklarını hedef alıyor, bu nedenle doktorların tedaviyi uygulamadan önce hastanın beyinde amiloid birikimi olduğunu doğrulamaları gerekiyor. İlaçlar yalnızca çok hafif ila hafif semptomları olan kişiler için onaylandığından tanının mümkün olduğunca erken konması büyük önem taşıyor.

St. Louis'deki Washington Üniversitesi Tıp Fakültesinden Nörolog Suzanne Schindler ve ekibi, dördü klinik olarak kullanılabilen altı tane ticari kan testinin Alzheimer hastalığının belirtilerini, özellikle de beyindeki karakteristik amiloid plaklarının varlığını tespit etmedeki doğruluğunu karşılaştıran bir veri analizine öncülük etti. Analiz, bazı testlerin bilişsel bozukluğu olan birçok hastada BOS incelemelerinin ve beyin taramalarının yerini

alabilecek kadar doğru olduğunu gösterdi. Haziran ayında, *Nature Reviews Neurology* dergisinde yayımlanan çalışmanın sonuçları aynı zamanda 30 Temmuz'da, Philadelphia'da gerçekleştirilen Alzheimer Derneği Uluslararası Konferansında sunuldu.

Ekip, piyasadaki altı kan testinin, Alzheimer hastalığının temel özellikleri olan beyindeki amiloid plaklar ve tau proteini yumakları, azalmış beyin hacmi ve bilişsel bozukluk ile ilişkili proteinleri tespit etme kabiliyetini değerlendirdi. Kan örnekleri ve katılımcı verileri, Alzheimer biyobelirteçlerini tanımlamak, veri ve kaynakları paylaşarak biyobelirteç geliştirmek için tasarlanmış uzun soluklu, çok bölgesel bir iş birliği olan Alzheimer Hastalığı Nörogörüntüleme Girişiminden (ADNI) elde edildi. Çalışmaya, beyin taramaları yapıldıktan sonraki altı ay içinde kan örnekleri veren yaş ortalaması 78,1 olan 392 kişi dâhil edildi. Katılımcıların %49'u bilişsel bozukluk problemi yaşıyordu.

Altı testin her biriyle, çeşitli teknikler kullanılarak Alzheimer hastalığıyla bağlantılı beş farklı biyobelirtecin kandaki seviyeleri ölçüldü. Testlerin dördünün, Alzheimer hastalığının belirtilerini tanımlamada kullanılan fosforile tau 217 (p-tau217) biyobelirtecini tespit etmede son derece doğru sonuç verdiği gözlemlendi.

Schindler, kan testlerinin, ikinci bir teste gerek kalmadan kullanılabilmesi için bilişsel bozukluk problemi yaşayan bireylerde, Alzheimer hastalığını tanımlamada, yaklaşık %90 hassas ve spesifik olan FDA onaylı beyin omurilik sıvısı testleri kadar doğru olması gerektiği sonucuna vardıklarını ve yaptıkları çalışmada da p-tau217 testlerinin bu standardı karşıladığını, diğerlerinin karşılamadığını belirtiyor. ■

Kaynak

Schindler, S.E. ve ark., "Acceptable performance of blood biomarker tests of amyloid pathology — recommendations from the Global CEO Initiative on Alzheimer's Disease", *Nature Reviews Neurology*, Cilt 20, s.426–439, 2024.

Falcon 9 Roketi

Kısa Bir Aranın Ardından Uçuşlarına Tekrar Başladı

Dr. Tuba Sarıgül [TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi

Dünyanın ilk tekrar kullanılabilir uzay roketi olan Falcon 9'un 11 Temmuz'daki fırlatması sırasında problem yaşanmış ve roket, taşıdığı Starlink uydularını planlanan yörüngeye ulaştıramamıştı. SpaceX'in araştırma ekibi, problemin motorun etrafındaki oksijen sızıntısından kaynaklandığını belirledi.

Falcon 9 Starlink internet ağının parçası olan 20 uyduyu Dünya'nın etrafındaki yörüngeye ulaştırmak üzere 11 Temmuz'da Vandenberg Uzay Kuvvetleri Üssü'nden fırlatıldı. Kalkıştan sonra Falcon 9'un ilk segmenti görevini normal şekilde yerine getirdi ve ikinci segmentten ayrılarak yerin yüzeyine başarıyla dikey iniş yaptı. Starlink uydularını yörüngeye taşıyacak ikinci segmentin motoru ise ilk ateşlemesini beklediği şekilde gerçekleştirdi. Ancak bu sırada canlı yayınlanan fırlatma görüntülerinde motorun etrafında buz kristallerinin birikmeye başladığı fark edildi. Bundan sonra Falcon 9'un ikinci segmentinin motorunda bir sorun oluştu ve motor ikinci ateşlemesini tamamlayamadı.



Fırlatma görüntülerinde motorun etrafında biriken buz kristalleri görülebiliyor.

Ateşleme sorununa rağmen Falcon 9'un taşıdığı Starlink uyduları uzay aracından ayrıldı ancak bırakıldıkları yükseklik, planlanan yörünge irtifasının yarısından düşüktü. SpaceX ekibi, itki sistemlerini planlanandan daha erken çalıştırarak uyduların irtifasını artırmayı amaçladı. Ancak uyduların bırakıldığı irtifada sürtünmenin fazla olması nedeniyle itki sistemlerinin gücü, Starlink uydularının yörünge yüksekliklerini artırmak için yeterli olmadı. SpaceX, daha sonra uyduların atmosfere tekrar girerek güvenlik sorunu oluşturmayacak şekilde tamamıyla yok olduğunu açıkladı.

ABD Federal Havacılık Dairesi (FAA) tarafından 12 Temmuz'da yapılan duyuruda sorunun kaynağının araştırılacağı ve uçuşların ancak gelecekteki fırlatmalarda benzer bir sorunun ortaya çıkmasını engelleyecek düzenlemelerin yapılmasından sonra tekrar başlayabileceği belirtildi.

SpaceX ekibi problemin nedenini belirlemek için uçuş sonrası verileri inceledi ve yaşanan problemle ilgili raporunu 25 Temmuz'da yayınladı. Araştırmacılar

Falcon 9'un yaşadığı problemin, uzay aracının ikinci segmentinin motorunda meydana gelen sıvı oksijen sızıntısı ile ilişkili olduğunu belirledi. Sızıntının ise motorun oksijen sisteminde bulunan basınç sensöründeki çatlaktan kaynaklandığı anlaşıldı. Çatlağın basınç sensörünü çevreleyen kelepçedeki gevşeklikten ve fırlatma sırasında motorda meydana gelen sarsıntıların bileşenler üzerinde oluşturduğu yükten kaynaklandığı düşünülüyor. Falcon 9'un ikinci segmentinin ilk motor ateşlemesi sorunsuz şekilde gerçekleşse de sıvı oksijen sızıntısı motor bileşenlerinin aşırı soğumasına neden oldu. Buna bağlı olarak motorun ikinci ateşlenmesinde kontrollü bir yanma gerçekleştirilememesi nedeniyle bazı motor bileşenlerinde hasar meydana geldi. Sonuç olarak Falcon 9'un ikinci segmenti, planlanan irtifaya ulaşamadı.

SpaceX, yakın vadede planlanan fırlatmalarda görev yapacak Falcon 9 roketlerindeki sorunlu basınç sensörlerinin çıkarılacağını açıkladı. Aynı zamanda kullanımda olan tüm Falcon 9 roketlerindeki basınç sensörlerinin ve sensörü çevreleyen kelepçelerin inceleme ve kontrolleri yapıldı. Tasarım değişikliğine yönelik testler ise FAA'nın denetiminde, SpaceX'in Teksas'taki roket geliştirme tesislerinde gerçekleştiriliyor.

Aktif olarak kullanılan, yörünge roketleri arasında uzaya en sık astronot ve kargo taşıyan roketlerden biri olan Falcon 9, kısa süre içinde uçuşlarına tekrar başladı ve 27 Temmuz'da 23 Starlink uydusunu yörüngeye ulaştırdı. Falcon 9'un eylül ayının sonu (dergimizin yayına hazırlandığı tarih itibarıyla) NASA'nın Crew-9 görevi kapsamında üç astronotu Uluslararası Uzay İstasyonu'na taşıması planlanıyor. ■

Kaynaklar

<https://www.spacex.com/updates/>
https://www.faa.gov/newsroom/press_releases

Ses Dalgaları Kayıp Malezya Uçağının Yerinin Bulunmasına Yardımcı Olabilir

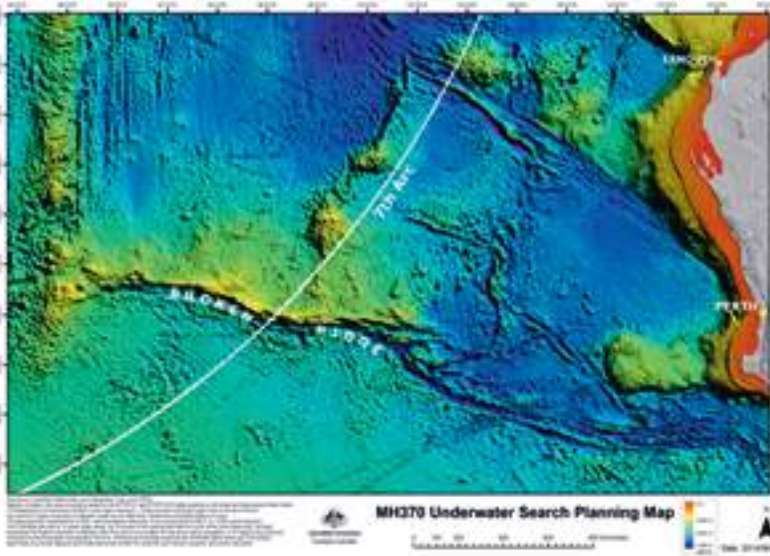
Dr. Tuba Sarıgül [TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi]





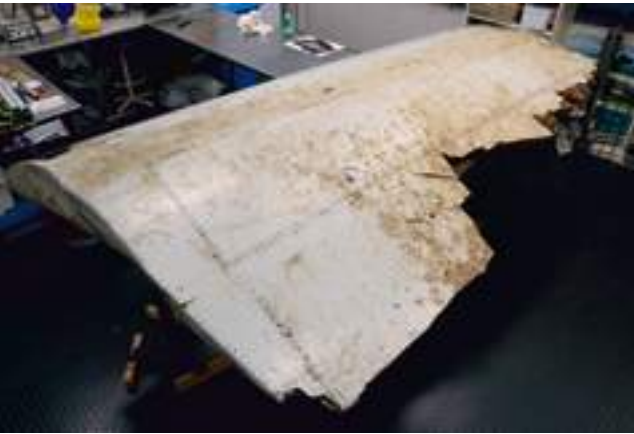
Nükleer denemelerin tespit edilmesinde kullanılan hidroakustik görüntüleme yöntemi, 2014 yılında içindeki 239 kişiyle kaybolan ve 10 yıldır ana enkazına ulaşamayan Malezya Havayolları uçağının düştüğü konumun belirlenmesine yardımcı olabilir.

Malezya Havayollarının MH370 sefer sayılı uçağı, 8 Mart 2014'te Malezya'nın Kuala Lumpur şehrinden Çin'in Beijing şehrine yolculuğu sırasında 12 mürettebat ve 227 yolcusuyla kaybolmuştu. Yerel saatle 00.42'de havalanan uçakla son iletişim, kalkıştan yaklaşık 40 dakika sonra kuruldu. Uçak, hava trafik kontrol radarlarının ekranlarından kaybolduktan sonra Malezya'ya ait askeri bir radar tarafından izlenmeye devam etti. Bu sırada planlanan uçuş rotasından ayrılarak batıya doğru hareket eden uçak, yaklaşık bir saat boyunca askeri radar tarafından takip edildikten sonra Andaman Denizi üzerinde radarın menzilinden çıktı.



CC BY 4.0 - Australian Transport Safety Bureau
MH370 uçağının 7. Yay olarak isimlendirilen bölgede düşmüş olabileceği değerlendiriliyor.

Daha sonra uydu iletişimi verileri incelendiğinde MH370 uçağı ile Inmarsat uydu ağı arasında bağlantı kurulduğu anlaşıldı. Uçak ile uydu ağı arasındaki son bağlantı ise yerel saatle 08.19'da kuruldu. Uçak, 09.15'te uydunun yer istasyonundan gönderdiği sinyale cevap vermedi. MH370 uçağının kalkışından yaklaşık yedi buçuk saat sonra Hint Okyanusu'nun güneyinde düştüğü tahmin ediliyor.



Temmuz 2015'te Réunion Adası'nın kıyılarında bulunan flaperon isimli bu parçanın, MH370 uçağının sağ kanadına ait olduğu doğrulandı.

Inmarsat uydu ağı ile uçak arasında kurulan yedi bağlantıya ait veriler analiz edildiğinde uçağın radarda son olarak tespit edildiği noktadan sonra güneye doğru hareket ettiği belirlendi ve takip edebileceği olası güzergâhın koordinatları çıkarıldı. Arama çalışmaları 7. Yay olarak isimlendirilen bu bölgede yoğunlaştırıldı. Uçağı arama çalışmaları sırasında Hint Okyanusu'nda bulunan bazı adalarda ve Afrika kıtasının Hint Okyanusu'na kıyısı olan bazı bölgelerinde uçağa ait olduğu belirlenen birkaç enkaz parçasına ulaşıldı. Ancak havacılık tarihinin en maliyetli arama faaliyeti olmasına rağmen MH370 uçağının ana enkazına ulaşamadı ve düştüğü yerin konumu belirlenemedi.

Resmi arama çalışmaları ise Ocak 2017'de sona erdi.

Bilim insanları, nükleer denemelerin tespit edilmesinde kullanılan hidroakustik görüntüleme yöntemini kullanarak Malezya Havayollarının kayıp uçağının düştüğü yerin belirlenebileceğini düşünüyor.

Nükleer denemelerin takibinde kullanılan yöntemlerden biri, suda yayılan ses dalgalarının ölçülmesidir. Ses dalgaları suda uzun mesafeler boyunca yayılabildiği için suyun altında ve atmosferin okyanuslara yakın alt katmanlarında yapılan nükleer denemeler, hidroakustik görüntüleme olarak isimlendirilen yöntemle belirlenebilir. Dünya genelinde Nükleer Denemelerin Kapsamlı Yasaklanması Antlaşması Örgütü (CTBTO) tarafından kurulan 11 hidroakustik istasyon bulunuyor. Hidroakustik görüntüleme yöntemiyle nükleer patlamaların yanı sıra volkanik patlamalar gibi doğal olaylar ya da askeri denemeler gibi insan kaynaklı etkinlikler de tespit edilebiliyor.

Kayıp Malezya uçağının yerini belirlemeyi amaçlayan bilim insanları, sonuçları *Scientific Reports* dergisinde yayımlanan araştırmalarında geçmişte açık denizde

gerçekleşen ve konumu bilinen 10 uçak kazasının hidroakustik istasyonlara uzaklığını ve bu kazaların oluşturduğu akustik sinyalleri analiz etti. Araştırmada, okyanusa çarparak düşen uçakların çarpmaya özgü ses dalgaları oluşturduğu ve uzun mesafeler boyunca yayılabilen bu ses dalgalarının 2 bin ila 5 bin kilometre mesafeden tespit edilebildiği belirlendi.

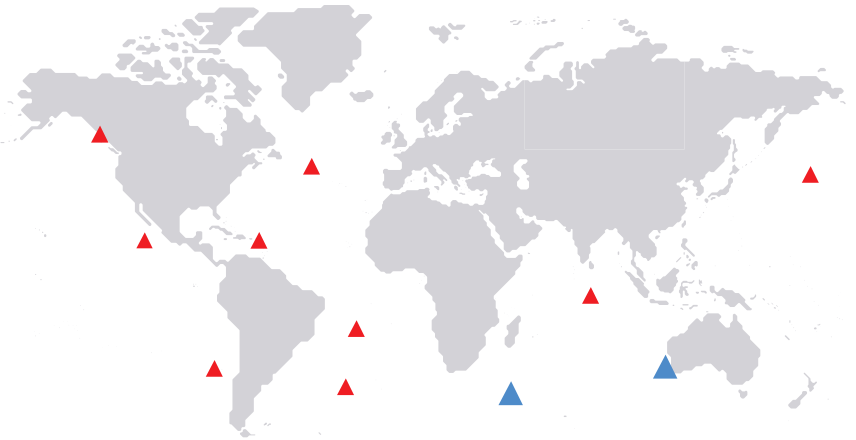
Araştırmacılar MH370 uçağının okyanusa çarptığı sırada oluşan ses dalgalarının hidroakustik istasyonlar tarafından kaydedilip edilmediğini belirlemek amacıyla, Avustralya'nın batısındaki Cape Leeuwin bölgesinde ve Hint Okyanusu'nda bulunan Diego Garcia adasında kurulu istasyonlardaki verileri inceledi. Bu istasyonlar MH370 uçağının düşmeden önce takip ettiği olası güzergâha yakınlıklarına göre seçildi. Veriler incelendiğinde uçağın düşüşüyle ilişkili olabileceği düşünülen bir sinyal belirlendi. Sinyal, MH370 uçağının uydusuyla kurduğu son bağlantıdan birkaç dakika sonra Cape Leeuwin istasyonu tarafından kaydedildi. Ancak sinyal, Diego Garcia istasyonu tarafından tespit edilmedi.

Araştırmacılar, tespit edilen sinyalin Malezya Havayollarının kayıp uçağının okyanusa çarpması sonucu oluşup oluşmadığının anlaşılması için daha kapsamlı analizlere ihtiyaç olduğunu belirtiyor. Bu kapsamda 7. Yay üzerinde kontrollü patlamalar gerçekleştirilebileceği öneriliyor. Araştırmacılara göre MH370 uçağının okyanusa çarpması sırasında açığa çıkan enerjinin eş değeri enerjiye sahip bu patlamaların oluşturduğu akustik sinyallerin özellikleri, MH370 uçağından kaynaklandığı düşünülen akustik sinyallere benzerse arama çalışmaları bu bölgelerde yoğunlaştırılabilir.

Elde edilen bu bilgiler hem MH370 uçağının son konumunun belirlenmesine yönelik arama



Hidroakustik görüntülemeye akustik sinyallerin algılanmasında kullanılan hidrofon isimli ekipman



Dünya genelinde kurulu 11 hidroakustik istasyonun konumları. Mavi renkle işaretlenenler, Cape Leeuwin ve Diego Garcia istasyonlarının konumlarını gösteriyor.

faaliyetlerini gerçekleştiren ekiplere daha fazla bilgi sağlayabilir hem de gelecekteki benzer kazalar için arama kurtarma çalışmalarında arama bölgesinin sınırlarının daraltılmasında ve enkazın kesin yerinin belirlenmesinde faydalı olabilir. ■

Kaynaklar

Kadri, U., "Underwater acoustic analysis reveals unique pressure signals associated with aircraft crashes in the sea: revisiting MH370", *Scientific Reports*, Cilt 14, Makale no: 10102, 2024.
<https://www.cardiff.ac.uk/news/view/2813809-underwater-signals-generated-by-open-sea-airplane-crashes-could-be-key-to-detecting-final-resting-place-of-mh370>
<https://www.atsb.gov.au/mh370>
<https://theconversation.com/mh370-disappearance-10-years-on-can-we-still-find-it-224954>



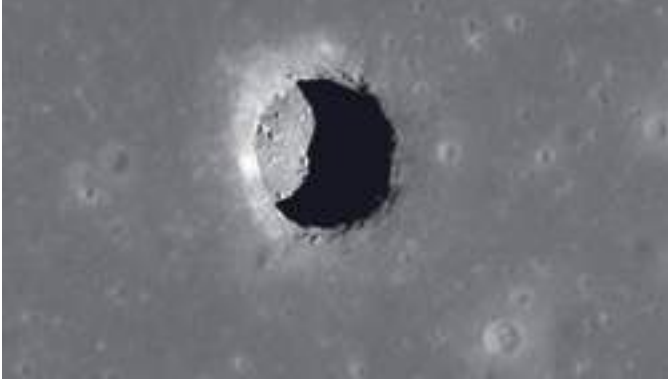
Ay'da Mağara Keşfedildi

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

İnsanların Ay'da ilk ayak bastığı bölgenin yakınlarında bir mağara keşfedildi. Radar verilerinin analiz edilmesiyle keşfedilen mağara, gelecekte Ay'da kurulması muhtemel insan yerleşimleri için bir barınak olabilir.

İnsanlar Ay'a ilk kez günümüzden yaklaşık 55 yıl önce ayak basmıştı. Apollo 11 görevi kapsamında 16 Temmuz 1969'da Dünya'dan ayrılan NASA astronotları Neil Armstrong ve Edwin Aldrin, 21 Temmuz'da iniş modülünden ayrılarak Ay topraklarında yürümüşü. Yakın zamanlarda bir grup gök bilimci, *Nature Astronomy*'de yayımladıkları bir makalede Armstrong ve Aldrin'in Dinginlik Denizi adını verdikleri bölgede bir mağara keşfettiklerini açıkladı.

Keşfedilen mağaraya, Dinginlik Denizi Çukuru adı verilen bir açıklıktan giriliyor. Yaklaşık 100 metre genişliğindeki çukurun derinliği 130-170 metre aralığında. Dinginlik Denizi Çukuru, Ay yüzeyinde bugüne kadar tespit edilmiş en derin çukur unvanına sahip.



Dinginlik Denizi Çukuru

İtalya'daki Trento Üniversitesinden Leonardo Carrer ve arkadaşlarının, NASA'ya ait Ay Keşif Uydusu'nun (LRO) 2010'da topladığı radar verilerini analiz ederek vardığı sonuçlar, Dinginlik Denizi Çukuru'ndan girilen mağaranın genişliğinin 45 metre civarında, uzunluğununsa 30-80 metre aralığında olduğunu gösteriyor.

Keşfedilen mağaranın milyonlarca yıl önce, Ay hâlâ volkanik olarak aktifken oluştuğu düşünülüyor. Lav akıntılarının üst kısımlarının katılaşmasıyla hâlâ akmakta olan lavların üzerinde bir "çatı" oluşabilir. Alt kısımdaki lavlar akıp gittiğindeyse geriye bir mağara kalır. Dinginlik Denizi'nde keşfedilen mağara da büyük olasılıkla bu şekilde oluşmuş bir "lav tüpü".

Dinginlik Denizi Çukuru'nun duvarları hayli dik. Bu yüzden keşfedilen mağaraya astronotların basitçe yürüyerek ulaşmaları mümkün değil. Ancak çukurun

duvarlarına merdiven kurulması mümkün olabilir. Ay'da yer çekiminin yeryüzündekine kıyasla çok daha zayıf olması nedeniyle böyle bir merdiveni tırmanmak hiç de zor olmayacaktır. Mağaraya inip çıkmak için roketler kullanılması da bir başka ihtimal.

Gelecekte Ay'da insan yerleşimleri kurulması hayal ediliyor. Bu hayalleri gerçeğe dönüştürmekse Ay yüzeyindeki koşullar nedeniyle hiç kolay değil. Ay'da insanların oksijen soluyabileceği bir atmosfer bulunmuyor. Ayrıca bir atmosferin olmaması hem çok büyük sıcaklık salınımlarına hem de gök taşlarının kolaylıkla Ay yüzeyine ulaşabilmesine yol açıyor. Yüzeyin altındaki mağaralarsa gök taşlarına karşı çok daha korunaklı. Ayrıca bu mağaraların yüzeye kıyasla çok daha durağan sıcaklık koşullarına sahip olması bekleniyor. Dolayısıyla gelecekte Ay'da insanların yaşaması için inşa edilecek barınaklar, büyük olasılıkla yüzeyin altındaki bir mağarada olacaktır.

Dinginlik Denizi'nde keşfedilen mağara, her ne kadar birkaç evin içine sığabileceği büyüklükte olsa da Ay'da bir yerleşim kurmak için ilk tercih edilecek yerlerden biri olmayacaktır. Bu durumun en önemli nedeni, mağaranın içinde bulunduğu ekvator bölgesinde buz olması. Ay yüzeyindeki buz, sadece astronotların içme suyu ihtiyacını karşılamak açısından önemli değil. Su moleküllerinin parçalanmasıyla solunabilir oksijen gazı ve yakıt olarak kullanılacak hidrojen gazı da üretilebilir. Dolayısıyla Ay'da bir yerleşim kurmak için tercih edilecek yerlerin en başında suya erişimin en kolay olduğu bölgeler gelecektir.

Ay yüzeyinde su bakımından en zengin olması beklenen bölgeler, doğal olarak, az Güneş ışığı alan kutup bölgeleri. Şu an için Ay'ın kutup bölgelerinde bir mağara olup olmadığı bilinmiyor. Ancak Dinginlik Denizi'nde keşfedilen mağara, Ay'ın insan yerleşimine daha uygun bölgelerinde de mağaralar bulunması umudunu artırıyor. ■

Kaynak

Carrer, L., ve ark., "Radar evidence of an accessible cave conduit on the Moon below the Mare Tranquillitatis pit", *Nature Astronomy*, <https://www.nature.com/articles/s41550-024-02302-y#citeas>, 2024.

Tekno-Yaşam

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

CrowdStrike Yazılım Hatası

Geçtiğimiz günlerde, teknoloji dünyasını sarsan bir olay yaşandı. Önde gelen siber güvenlik firmalarından CrowdStrike'ın rutin bir yazılım güncellemesi, beklenmedik bir şekilde global çapta bir ağ kesintisine yol açtı. Bozuk kod içeren bu güncelleme, Microsoft Windows işletim sistemi kullanan birçok kurumsal bilgisayarı etkiledi. Kullanıcılar, popüler adıyla “Mavi Ekran Hatası” ile karşılaştılar ve sistemlerine erişemediler. Bu durum ulaşım, finans, kamu hizmetleri ve sağlık sektörlerinde ciddi aksamalara neden oldu.

Yaşanan kesintinin etkileri oldukça genişti. Binlerce uçuş iptal edildi veya ertelendi. Bazı kamu hizmetleri askıya alındı. Televizyon yayınları kesildi.

Bankalar işlem yapamadı. Hastaneler ameliyatları ertelemek zorunda kaldı. Bu olay, tarihte görülen en büyük sistem kesintilerinden biri olarak kayda geçti. Sorun tespit edilip güncelleme geri çekilmiş olsa da etkilenen sistemlerin manuel olarak düzeltilmesi gerekiyordu. Bu süreç günler, hatta bazı kuruluşlar için haftalar sürdü. Krizi fırsata çevirmek isteyen kötü niyetli kişiler sorundan etkilenen kullanıcılara problemi çözen virüslü dosyalar göndererek bilgisayarlarındaki bilgileri ele geçirmeye çalıştılar. Global olarak yaşanan bu kriz, teknoloji altyapımızın ne kadar kırılgan olduğunu gösteriyor. Bugün yaşanan sorun bir yazılım hatası olsa da yarın kötü niyetli bir siber saldırı olabilir.

Kaynak: <https://bit.ly/mavi-ekran>

Uyku Teknolojileri

Günümüzde uyku, sadece bir ihtiyaç değil, gelişen teknolojilerle adeta bir lüks haline geldi. Geçmişte iyi bir uyku için kaliteli bir yatak yeterliyken, şimdilerde piyasa çeşitli kremler, spa tedavileri ve teknolojik cihazlarla dolu. Hepsi daha hızlı ve daha uzun süre uyku vaat ediyor.

Tüketici eğilimleri platformu Spate'e göre, topraklama çarşafı ve uyku kokteyli gibi uyku yardımcılarına yönelik Google aramaları son bir yılda ortalama 12 kat arttı. Ayrıca, uykusuzluğa iyi geldiği söylenen magnezyum takviyeleri için yapılan aylık Google sorguları, Mart 2023'ten Mart 2024'e kadar ortalama 3,3 milyona ulaştı.

Uykusuzluğa çare bulmak amacıyla birçok yeni lüks uyku sağlığı ürünü ortaya çıktı. Dil kazıyıcı, magnezyum tozu, magnezyum vücut losyonu, özel pijamalar, kırmızı ışık terapisi cihazı, beyaz gürültü makinesi, uyku maskesi ve kulak tıkacı gibi ürünler her geçen gün yaygınlaşıyor. Pod 4 adındaki teknolojik yatak örtüsü yatağınızı soğutabiliyor, ısıtıyor, yükseltip alçaltabiliyor. Ayrıca uyku düzeninizi takip ediyor ve bir uygulama aracılığıyla uyku ölçütlerinizi görmeyi sağlıyor. Ancak bu ürünlerin hiçbiri ucuz değil ve ne kadar işe yaradığı da tartışmalı bir konu.

Kaynak: <https://bit.ly/uykunun-bedeli>



Veri Duvarı Krizi



Yapay zekâ teknolojisinin hızlı gelişimi, beklenmedik bir sorunla karşı karşıya: Veri kıtlığı. MIT öncülüğündeki Data Provenance Initiative'in yeni araştırması, yapay zekâ modellerini eğitmek için kullanılan içeriklerde önemli bir düşüş olduğunu ortaya koydu.

Araştırmacılar, yaygın olarak kullanılan üç yapay zekâ eğitim veri setinde yer alan 14.000 web alanını inceledi. Sonuçlar, yayıncıların ve çevrimiçi platformların verilerinin yapay zekâ firmaları tarafından izinsiz toplanmasını önlemek için adımlar attığını gösteriyor. En kaliteli kaynaklardan gelen verilerin %25'i artık kısıtlanmış durumda. Bu kısıtlamalar genellikle "Robots Exclusion Protocol" adı verilen, web sitesi sahiplerinin otomatik botların sayfalarını taramasını engellemek

için kullandıkları eski bir yöntemle gerçekleştiriliyor. Ayrıca, bazı veri setlerinde kullanım şartları nedeniyle verilerin %45'e varan oranlarda kısıtlandığı görülüyor. Bu durum, yapay zekâ geliştiricileri için ciddi bir sorun teşkil ediyor. ChatGPT, Google'ın Gemini'si ve Anthropic'in Claude'u gibi popüler yapay zekâ araçları, milyarlarca metin, görüntü ve video örneğiyle besleniyor. Daha fazla kaliteli veri, genellikle daha iyi çıktılar anlamına geliyor. Geçmişte veri toplamak nispeten kolaydı. Ancak son yıllardaki yapay zekâ patlaması, veri sahipleriyle gerilimlere yol açtı. Bazı yayıncılar ücretli dijital bariyerler kurdu veya verilerinin yapay zekâ eğitiminde kullanılmasını sınırlamak için kullanım şartlarını değiştirdi. Reddit ve StackOverflow gibi siteler, yapay zekâ şirketlerinden veri erişimi için ücret almaya başladı.

Bu kısıtlamalar, özellikle küçük yapay zekâ şirketleri ve akademik araştırmacılar için sorun yaratabilir. Büyük teknoloji şirketleri zaten kaliteli verilerin kullanım hakkını almışken sonradan gelen veya bağımsız aktörler aşılması zor bir "veri duvarı" ile karşılaşılıyor. Yani herkesin işlemesine açık olarak sunulan internetteki tüm eğitim verilerinin tükendiği ve geri kalanının ücretli duvarlar arkasında saklandığı veya özel anlaşmalarla kilitlendiği bir durumla karşı karşıyayız. Bu durumun yapay zekâ gelişimini nasıl etkileyeceği henüz belirsiz. Ancak kesin olan bir şey var: Veri artık yapay zekâ dünyasında en değerli emtia haline geldi ve bu kaynağın kontrolü için mücadele yeni başlıyor.

Kaynak: <https://nyti.ms/3zU1qcs>

Robotik Masaj

Uzun zamandır robotların hayatımızın bir parçası olduğu bir yaşamı hayal ediyoruz. Ancak gelişim beklenenden biraz yavaş ilerliyor gibi. Her ne kadar robot süpürgeler hayli yaygınlaşmış olsa da robot denilince akla gelen görüntü bundan biraz daha fazlası. New York'taki Lotte Palace Hotel, Aescape firmasının geliştirdiği robo-masörle beklenen robot devrimine doğru bir adım atmış görünüyor. Yakında 200'den fazla otel ve spor salonunda kullanılması beklenen otomatik masaj robotu lacivert bir masaj sedyesinin etrafını saran beyaz kolları ve vücut tarama sensörleriyle görünüş itibariyle cerrahi bir robota benziyor. İlk seferde biraz tedirgin edici olsa da temassız masaj deneyimine çabuk alışılıyor. 30 dakika boyunca, robotun elleri vücudunuzda hareket ederken, ekranda ne yaptığını görebiliyorsunuz. Vücuda uyguladığı basınç seviyesini de anında ayarlayabiliyorsunuz. Ancak bazı sınırlamalar var: Robot parmak kullanamıyor ve belirli gerginlik noktalarını algılayamıyor. Ayrıca şimdilik sadece sırt bölgesine odaklanıyor.



Sunulan özellikler sınırlı olsa da teknolojinin hızlı gelişeceği ortada. Gelecekte vücut taramalarınız, tercihleriniz ve geçmiş işlemleriniz profilinizde saklanacak. Böylece dünyanın farklı bir yerinde masaj terapinize kaldığınız yerden devam edebileceksiniz. Kendinizi ameliyat robotuna benzeyen bir robota emanet ettiğinizde ne kadar rahatlayabilirsiniz bilinmez ama masörlük robotlar için biçilmiş kaftan gibi görünüyor.

Kaynak: <https://bloom.bg/4djpxx5>

Otonom Araç Teknolojisi

Otonom araç teknolojisinde de heyecan verici gelişmeler yaşanıyor. Waymo'nun Robotaxi hizmeti, Phoenix ve San Francisco'da herkese açık olarak kullanıma sunuldu. Kullanıcılar tarafından hayli başarılı bulunan bu hizmet, tamamen sürücüsüz bir deneyim sunuyor. Yolcular, mobil uygulama aracılığıyla taksilerini çağırıyor ve istedikleri yere insan müdahalesi olmadan ulaşabiliyor.

Ayrıca Waymo Los Angeles ve Austin'de de seçili kullanıcılarla deneme sürüşlerini devam ettiriyor. Elektrikli araç devi Tesla da otonom taksi hizmetini yıl sonunda kullanıma açacağını duyurdu. Tesla'nın zaman çizelgelerine uyma konusundaki karnesi zayıf olsa da bu hamle otonom taksi pazarındaki rekabetin kızışacağını bir işareti.



Kaynak: <https://waymo.com/waymo-one/>

Hindistan'da Akbabaların Kaybı Bir Halk Sağlığı Krizine Yol Açmış Olabilir

İlay Çelik Sezer [TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi





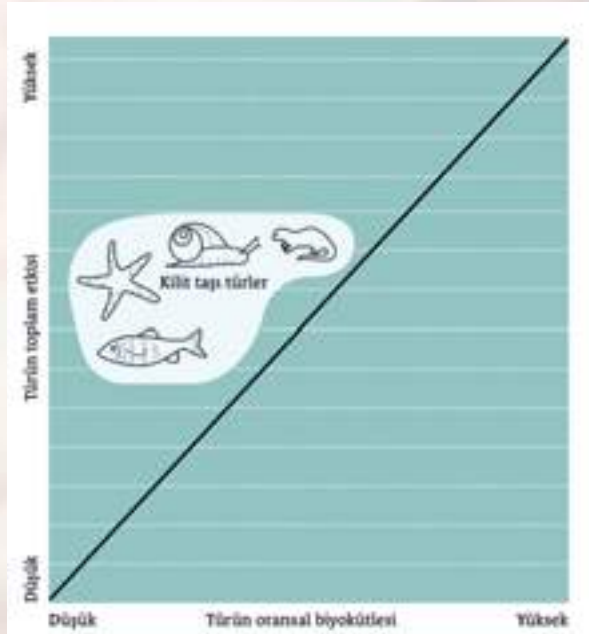
Biyoçeşitliliğin azalmasının insan yaşamı üzerinde sayısız şekilde olumsuz etkiler gösterdiği bilinen bir gerçek. Bunlar, arıların ve böceklerin azalmasının tozlaşma süreçlerini sekteye uğratarak tarım verimliliğini düşürmesi örneğindeki gibi doğrudan etkiler olabildiği gibi daha dolaylı ve hatta kimi zaman öngörülmesi zor ve şaşırtıcı sonuçlara yol açan etkiler de olabiliyor. Yeni bir araştırma Hindistan'da bunun çok çarpıcı bir örneğini ortaya koydu. Araştırmaya göre yakın geçmişte Hindistan'daki akbabaların sayılarının yok oluş eşiğine kadar azalması yarım milyondan fazla insanın ölümüne neden oldu.

Canlı türleri, besin olarak tükettikleri ve onları besin olarak tüketen başka canlı türleriyle ilişki içindedir. Bu ilişki, yukarıdan aşağıya türlerin birbirine çizgisel olarak bağlı olduğu bir zincire benzediği için besin zincirleri olarak adlandırılır. Her canlı türünün kendi beslenme yöntemine bağlı olarak besin zincirlerinde oynadığı rol, ilgili ekosistemlerin işleyişi açısından önem taşır. Herhangi bir türün yok olması veya popülasyonunun insan etkisiyle artması ya da azalması, ekosistemlere en temelde bu besin zincirlerini sekteye uğratmak yoluyla zarar verir.



Ölü hayvan bedenlerinin ortadan kalkmasını sağlamak suretiyle hem doğadaki madde döngüsünün devamında hem de leşle beslenen başka hayvanların sayılarının aşırı çoğalmasının önlenmesinde önemli bir rol oynayan Hint akbabalarının yaşadıkları ekosistemler için kilit taşı tür niteliği taşıdığı biliniyordu. Yeni araştırma üstlendikleri işlevin insan sağlığı için de ne kadar belirleyici olduğunu ortaya koydu.

Besin zincirindeki her bir halka önem taşımakla birlikte bazı canlı türleri, parçası oldukları ekosistem üzerinde diğerlerine göre daha büyük etkiler gösterebiliyor. Gösterdikleri etkinin doğasına göre sınıflandırılan bu canlı türlerinden bir kısmına kilit taşı türler deniyor. Kilit taşı türler, teknik olarak parçası oldukları ekolojik topluluk ya da ekosistem üzerindeki etkisi birey sayısına oranla çok büyük olan türleri ifade ediyor. İşte Hindistan'daki akbabalar, ülkedeki pek çok ekosistemin işleyişi için kritik rol oynayan bir kilit taşı tür niteliği taşıyor. Yeni araştırma akbabaların bununla kalmayıp Hindistan'da insan sağlığının korunmasına da önemli katkıları olduğunu ortaya koydu. Araştırmanın sonuçlarına göre 1990'lı yıllarda akbabaların yok olmanın eşiğine gelmesi, patojen mikroorganizmaların etrafta biriken hayvan ölümlerinden yayılıp insanlara bulaşmasına yol açarak 2000-2005 yılları arasında yarım milyondan fazla insanın ölümüne neden oldu. Sonuçları *American Economic Review* dergisinin gelecek sayılarından birinde yayımlanacak olan araştırmada, bu halk sağlığı krizinin ekonomik boyutunun da yılda yaklaşık 70 milyar ABD doları olduğu hesaplandı.



Kilit taşı türler, ekolojik topluluk üzerindeki etkisi biyokütlesiyle orantısız ölçüde büyük olan türlerdir.

Beslenme yöntemleri açısından leş yiyici olarak nitelenen akbabalar etrafta uçarak, ölmüş ve çürümekte olan hayvan bedenleri arar. Ancak akbabalar, besin olarak tüketmek suretiyle hayvan leşlerinin ortadan kalkmasını sağlamakla kalmayıp başka leş yiyicilere kalan leş miktarını azaltarak onların popülasyonlarını da kontrol altında tutuyor. Örneğin kuduz yayabilen köpeklerin sayılarının artmasını önüyor. Akbabalar azaldığında ortada kalan bazı çiftlik hayvanı ölümlerinin çiftçiler tarafından su kanallarına atılması çeşitli hastalıkların yayılmasına yol açıyor.

1994 yılında Hindistan'da çiftçiler, sığırlarda ve başka çiftlik hayvanlarında ağrı ve yangı önleyici diklofenak adlı bir ilaç kullanmaya başladı. Ancak ilaç, bu hayvanların ölümleriyle beslenen akbabalarda zehirli etki göstererek böbreklerini tahrip etti. Sadece on yıl içinde Hindistan'ın akbaba popülasyonu, 50 milyon bireyden sadece birkaç bin bireye inerek çarpıcı bir biçimde düşüş gösterdi.

Şu anda Warwick Üniversitesinde çevre ekonomisi alanında çalışan Anant Sudarshan adlı bilim insanı, bu olayın etkilerine bizzat kendisi tanık oldu. O dönemde henüz bir ergen olan Sudarshan, ölü sığır bedenlerinin tabakhanelerin ve şehir sınırlarının dışında biriktiğini, tarlaların köpekler ve sıçanlar gibi leş yiyiciler için leş deposu hâline geldiğini anlatıyor.

Leşler, yığınlar oluşturmaya başlayınca Hindistan Hükûmeti tabakhanelere, atıkların bertaraf edilmesini sağlayan bazı kimyasal maddeler kullanma zorunluluğu getirdi. Ancak bu da zehirli maddelerin, halkın hizmetine sunulan içme suyu şebekelerine sızmasına neden oldu.

Sudarshan ile Chicago Üniversitesinden Çevre





Kilit taşı türler, ekosistemler üzerindeki belirleyici etkilerini, besin zincirlerindeki farklı roller aracılığıyla gösterebiliyor. Örneğin Avrupa ada tavşanları, Güney İspanya'da yırtıcı kuşların çeşitliliği için bir av kaynağı sağlayarak bir kilit taşı tür işlevi görüyor.

Ekonomisi Uzmanı Eyal Frank, tüm bunların insanlar üzerindeki etkilerini ortaya çıkarmak amacıyla akbabaların habitat haritaları ile Hindistan'ın idari bölgelerini gösteren haritaları üst üste çıkıştırdı.

Araştırmacılar su kalitesi, hava durumu ve hastane sayısı gibi parametrelerin etkisini de hesaba katarak 600'den fazla idari bölgenin sağlık kayıtlarını inceledi.

Sonuçlara göre incelenen idari bölgelerde 1994'ten önceki insan ölümü oranı 1000 kişide ortalama 0,9'du. 2005 sonunda ise, daha önceleri çok sayıda akbaba bulunan bölgelerde insan ölüm oranlarında ortalama %4,7'lik bir artış olmuş, diğer bir ifadeyle yılda ortalama olarak fazladan 104.386 ölüm gerçekleşmişti. Öte yandan tipik olarak akbabaların görülmediği bölgelerdeki ölüm oranları 1000 kişide 0,9 civarında sabit kalmıştı.

Araştırmacılar, akbabaların azalmasının neden olduğu zararların ekonomik boyutunu hesapladı. Araştırmacılar akbabaların azalmasından kaynaklı mali kaybın 2000-2005 aralığı için yılda 69,4 milyar ABD doları olduğu sonucuna vardı.

Araştırmanın sonuçları biyoçeşitliliğin, canlı türlerinin ve özellikle de Hindistan'daki akbabalar gibi kilit taşı türlerin korunmasının, insan yaşamını doğrudan destekleyen ekosistem hizmetlerinin devamı için ne kadar önemli olduğuna dair bir ders niteliği taşıyor.

Pennsylvania Üniversitesinde sağlık ekonomisi uzmanı olan ve çalışmada yer almayan Atheendar Venkataramani'ye göre bu çalışma, alanında bir klasik haline gelecek ve pek çok yeni araştırmayı tetikleyecek. Stanford Üniversitesinde çevre ekonomisi alanında çalışan ve yine araştırmada yer almayan Marshall Burke de bir çeşit "doğal deney" olarak nitelediği bu çalışmanın, insan sağlığı üzerinde etkisi olduğu bilinen başka türleri de benzer yöntemlerle inceleme konusunda çevre ekonomisi uzmanlarına ilham verebileceğini düşünüyor.

Hindistan Hükûmeti, diklofenak kullanımını 2006 yılında yasakladı. Ancak Sudarshan ve ekibi, yok olan akbaba popülasyonunun tamamının yeniden oluşmasının pek mümkün olmadığını belirtiyor. Sudarshan'a göre bu durum, biyoçeşitlilik ve tür kayıplarına karşı iş işten geçmeden tedbirler almanın önemini gösteriyor. ■

Kaynaklar

<https://www.vox.com/future-perfect/364277/india-vultures-human-health-deaths-study>

Sezer İ.Ç., "Doğa Koruma Çalışmalarında Temsilci Türler", TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi, Sayı 636, s. 38-57, Kasım 2020.



Hiç COVID-19 Olmayanlardan mısınız?

Dr. Özlem Ak [TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi

Tüm dünyayı etkileyen COVID-19 (SARS-CoV-2) salgını veya koronavirüs pandemisi, ilk vakanın tespit edildiği 17 Kasım 2019 tarihinden, Dünya Sağlık Örgütü'nün pandeminin artık küresel acil bir durum olmadığını açıkladığı 5 Mayıs 2023 tarihine kadar yaklaşık 7 milyon kişinin hayatını kaybetmesine neden olmuştu. 3,5 yıl süren bu zaman diliminde, tüm dünya genelinde teşhis edilen COVID-19 vaka sayısı yaklaşık 685 milyon iken bazı kişiler pandemiye hiç COVID-19 olmadan geçirdi. Peki, bu kişiler çok dikkatli davrandıkları için mi COVID-19'a yakalanmadı yoksa enfekte olup semptom göstermedikleri için mi hastalığı geçirmediğini düşündüler? Bilim insanlarının akıllarından geçen bir diğer olasılık ise bazı kişilerin genetik bir avantaja sahip olabileceği. Konuyu açıklığa kavuşturmak isteyen araştırmacılar yaptıkları bir çalışmada, SARS CoV-2'ye karşı bu olağan dışı direncin genetik ipuçlarından birisini bulduklarını bildirdi.

Nature dergisinde 19 Haziran'da yayımlanan çalışmada, gönüllü katılımcılara kasıtlı olarak koronavirüs bulaştırıldığında, HLA-DQA2 adlı daha önce az çalışılmış bir bağışıklık geninin aktivitesinin yükseldiği ve bu katılımcıların COVID-19 olmadıkları tespit edildi. Bu çalışma, bağışıklık sisteminin koronavirüse nasıl tepki verdiğine ve bu tepkideki farklılığın neden bazı insanlar hastalanırken diğerlerinin hastalanmadığını açıklayabileceğine dair benzeri görülmemiş nitelikte ayrıntılı bir bakış sunuyor. Araştırma ekibi, 2021'de pandeminin en yoğun yaşandığı günlerde, hiç COVID-19'a yakalanmamış ve aşı olmamış 36 sağlıklı gönüllü genci burunlarından SARS-CoV-2'ye maruz bıraktı. Öncelikli amaç, bir enfeksiyonu başlatmak için ne kadar virüs gerektiğini belirlemek olsa da katılımcılardan 16'sı daha kapsamlı testlere tabi tutuldu. Araştırmacılar, katılımcıların hem virüse maruz bırakılmadan öncesinde hem de sonrasında kanlarındaki ve burun zarlarındaki bağışıklık hücrelerinin ne zaman, nerede ve nasıl harekete geçtiğini inceledi. 16 katılımcıdan sadece altısı hastalandı. Amsterdam'daki Hollanda Kanseri Enstitüsünden Biyolog Rik Lindeboom ve meslektaşları, bulaşıcı dozda virüs alan bazı kişilerde virüsün nasıl etkisiz hâle geldiğini anlamak için eşsiz bir fırsat yakaladıklarını fark etti. Lindeboom'un 2021 denemesinde, hastalanmayan katılımcılar iki gruba ayrıldı. Yedi kişinin virüs testi hiçbir zaman pozitif çıkmadı; üç kişinin burnunda geçici enfeksiyon oluştu ama hiç hastalanmadılar.

Araştırmacılar ilk grupta, yaygın olarak monositler ve Mukoza İlişkili İnvariant T (MAIT) adı verilen bağışıklık hücrelerine rastladı ancak bu hücrelerde küçük değişiklikler tespit etti. Geçici olarak enfekte olan bireylerde, virüse maruz kaldıktan sonraki bir gün içinde burunlarında interferon tepkisi olarak bilinen güçlü bir bağışıklık tepkisi oluştu. İnterferonlar, enfeksiyonla savaşan hücreleri uyarak viral bir tehdidin sinyalini vermeye yardımcı olur. Buna karşılık, hastalanan kişilerin burunlarında aynı interferon tepkisi ortalama beş günde oluştu, bu da virüse çoğalması ve yayılması için zaman kazandırdı. Bu sonuç, Lindeboom'a, enfeksiyon bölgesindeki hızlı ve lokalize aktivitenin, SARS-CoV-2'nin yerleşmesini

önlemeye yardımcı olabileceğini düşündürdü. Şaşırtıcı bir şekilde, interferon aktivitesi hasta katılımcıların burunlarından önce kanlarında gözlemlendi. Lindeboom, virüsün burun yoluyla verildiği düşünüldüğünde bu sonucun, hipotezlerinin tam tersini gösterdiğini söylüyor. Bağışıklık sistemi bir şeylerin ters gittiğini algılayıp bu bilgiyi, gerçekten bu durumdan etkilenebilecek burundaki bağışıklık hücrelerinden önce vücuttaki bağışıklık hücrelerine iletmış olabileceğini tahmin ediyor. Lindeboom, hastalanmayanlar arasında neden bazılarının kısa süreliğine enfekte olup diğerlerinin olmadığından emin değil. Ancak virüse maruz kalmadan önce, her iki grupta da semptom geliştiren kişilere kıyasla, bağışıklık sistemini patojenlere karşı uyarmaya yardımcı olan özelleşmiş bağışıklık hücrelerinde, HLA-DQA2 geninde yüksek aktivite görüldü. Bilim insanları bu genin tam olarak ne işe yaradığından emin değil ancak önceki araştırmalarda bu genin daha hafif COVID-19 geçirilmesinde etken olabileceğiyle ilişkilendirilmiş.

Elbette bu çalışmanın yapıldığı 2021 yılından bu yana çok şey değişti. Araştırmacılar, neredeyse herkesin enfeksiyon geçirmesi veya aşı yaptırması nedeniyle SARS-CoV-2'ye karşı bir miktar bağışıklığa sahip olduğu, yani çoğu insanın bağışıklık tepkilerinin muhtemelen çalışmada izlenenlerden farklı olacağı kanısında. Bu nedenle de daha geniş çapta ve farklı yaş grupları gibi farklı özelliklerdeki kişilerin katılımıyla yapılacak bir çalışmada farklı sonuçlar elde edilebileceği düşünülüyor.

Diğer yandan bazı uzmanlar, insanlara kasıtlı olarak bir patojen bulaştırmanın etik olup olmadığını sorguluyor, bu nedenle bu tür çalışmalar tartışmalara da yol açabiliyor. Ancak San Francisco'daki California Üniversitesinde İmmünogenetik Uzmanı olan Jill Hollenbach, bu tür bilgilerin ne kadar değerli olduğunu küçümsememek gerektiğini belirterek enfeksiyonun erken aşamasında gerçekte neler olup bittiğini anlık izlemenin önemine dikkat çekiyor. ■

Kaynak

Lindeboom, R.G.H., ve ark., "Human SARS-CoV-2 Challenge Uncovers Local and Systemic Response Dynamics" *Nature*. Cilt 631, s.189-198, 2024.

“Sıvı Hidrojen Pillerin” Verimliliğini Artıran Yeni Yöntem

Dr. Tuba Sarıgül [TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi

Stanford Üniversitesinden araştırmacılar, yenilenebilir kaynaklardan elde edilen elektrik enerjisinin, sıvı organik hidrojen taşıyıcılar aracılığıyla depolanması için yeni bir yöntem geliştirdi.

Enerji depolama sistemleri, yenilenebilir enerji kaynaklarının dünya genelindeki enerji ihtiyacını kesintisiz bir şekilde karşılayabilmesinde kritik öneme sahip. Elektrik enerjisinin kimyasal enerji olarak depolandığı piller, enerji depolamanın en yaygın yolu olsa da enerji depolama sistemlerinin verimliliğini artırmaya yönelik yenilikçi çalışmalar devam ediyor. Hidrojen de enerjinin depolanmasına kullanılan yöntemlerden biri.

Kilogram başına enerji içeriği, fosil yakıtlarınkinden yaklaşık üç kat daha yüksek olan hidrojen, bu özelliği sayesinde verimli bir enerji taşıyıcısı olarak kabul ediliyor. Ancak hidrojenin depolanması, taşınması ve dağıtılması için özel sistemlere ihtiyaç duyuluyor.



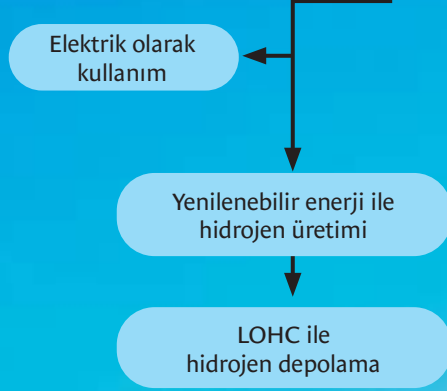
Çünkü hidrojen son derece yanıcı bir gazdır. Ayrıca malzemelerin hasar görmesine yol açması ve yayılma hızının yüksek olması nedeniyle ortaya çıkan sızıntı riski, hidrojenin enerji taşıyıcısı olarak kullanılması konusunda güvenlik ile ilgili bazı kaygılara yol açıyor.

Hidrojenin bugüne kadar enerji taşıyıcısı olarak yaygın bir şekilde kullanılmasını engelleyen bu sorunun çözümü olabileceği düşünülen yöntemlerden biri ise “sıvı hidrojen piller” olarak da tanımlanan sıvı organik hidrojen

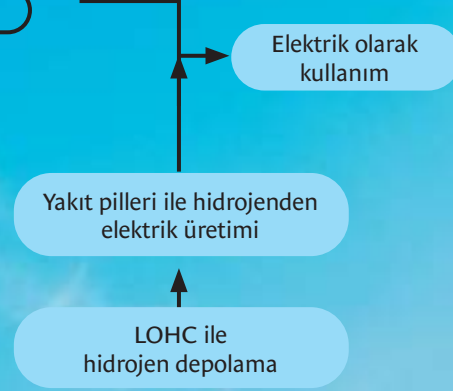
taşıyıcı (LOHC) sistemlerdir. Sıvı organik hidrojen taşıyıcılar hidrojenin, molekülün yapısına katılabildiği ve ayrılabilirdiği organik moleküllerdir. Sıvı organik hidrojen taşıyıcı sistemlerinde moleküle hidrojenin katılması ve molekülden hidrojenin ayrılması süreçlerinin bir döngü şeklinde birbirini takip edecek şekilde gerçekleşmesi sonucunda hidrojen depolanır. Var olan sıvı yakıt teknolojileriyle uyumlu bir şekilde kullanılabilen sıvı organik hidrojen taşıyıcı sistemler için özel altyapılara ihtiyaç duyulmaz.

mesh cube / iStock

Yenilenebilir kaynaklardan enerji elde edildiği durumda



Yenilenebilir kaynaklardan kesintili enerji elde edildiği durumda



Stanford Üniversitesinden araştırmacılar ise sıvı organik hidrojen taşıyıcıların enerji depolamada kullanılması amacıyla asetonun izopropanole dönüştürüldüğü bir sistem kullandı.

Aseton ve asetonun katalizör varlığında hidrojenlenmesi sonucu oluşan izopropanol, sıvı organik hidrojen taşıyıcı olarak kullanılabilir. Ancak asetonun indirgenmesi sonucu izopropanole dönüşmesi sürecinde istenmeyen başka tepkimeler de meydana gelebilir.

Araştırmacılar, asetonun indirgenerek büyük oranda izopropanolün oluşabilmesi için iki farklı yeni yaklaşım kullandı. Çalışmada katalizör olarak kullanılan iridyum bileşiğinin, seçici olarak asetonun indirgenerek izopropanol oluşması tepkimesini hızlandırdığı anlaşıldı. Araştırmacılar ayrıca indirgen (kendisi elektron vererek yükseltgenirken diğer maddelerin indirgenmesi sağlar) bir madde olan kobaltı kullanarak elektronların yan tepkimelerde kullanılması yerine

yüksek verimlilikle asetonun indirgenme tepkimesine katılmasını sağladı. Araştırmanın sonuçları *Journal of the American Chemical Society* dergisinde yayımlandı.

Bu gelişme, günümüzde fosil yakıtların kullanımından kaynaklanan çevre sorunlarına çözüm olabilir. Çünkü hidrojen temiz bir enerji taşıyıcısıdır. Hidrojenin yakıt hücrelerinde yanması sonucu enerji açığa çıkarken yan ürün olarak sadece su oluşur. Hidrojenin yenilenebilir enerji kullanılarak üretilmesi ve elde edilen hidrojenin sıvı organik hidrojen taşıyıcılar gibi güvenli sistemler aracılığıyla taşınması ve depolanması sayesinde ise karbondioksit salımına neden olmayan sürdürülebilir enerji sistemlerinin yaygınlaşması mümkün olabilir. ■



Hidrojenlenme, organik moleküllerdeki ikili ya da üçlü bağlara hidrojenin katılmasıyla gerçekleşen kimyasal bir tepkime türüdür.

Kaynaklar

- Marron, D. P. ve ark., "Cobaltocene-Mediated Catalytic Hydride Transfer: Strategies for Electrocatalytic Hydrogenation", *Journal of the American Chemical Society*, Cilt 146, Sayı 25, s. 17075-17083, 2024.
- <https://news.stanford.edu/stories/2024/06/a-liquid-battery-advance>

Tüm Hayvanlar Yaşamak için Oksijene İhtiyaç Duyar mı?

Evren ve gezegenimizdeki canlılık hakkındaki bazı temel bilgilerimizin kolay kolay değişmez olduğu düşüncesine kapılabiliriz. Çok hücreli hayvanların yaşamak için oksijene ihtiyaç duyması da bunlardan biri olabilir. Ancak geçtiğimiz yıllarda yapılan bazı keşifler, canlıları tanımlarken ya da sınıflandırırken istemeden de olsa başvurulmuş istisnalara bir yenisinin eklenmesini gündeme getirdi.

2020 yılında *Henneguya salminicola* adındaki bir parazit türü üzerinde yapılan bir araştırma, hayvanlar hakkındaki genellemelerimizi sarsacak nitelikte. Karmaşık bir yaşam döngüsüne sahip olan bu parazit, somon balıklarına bulaşarak onların kaslarında yaşayan çok hücreli bir tür. *H. salminicola* hayvanlar âleminde mercanlar, denizaneleri, denizsakayıklarıyla aynı şubede bulunuyor ve 10'dan daha az sayıda hücreye sahip. Ancak sahip olmadığı önemli bir yapı var: Mitokondri.

Tek hücreli ya da çok hücreli olması fark etmeksizin tüm ökaryotik canlılar, glikoz ve oksijeni kullanarak enerji üreten mitokondri organeline sahiptir. Oksijen bakımından fakir ortamlarda yaşayan canlılar dahi bu organelin bazı türevlerini barındırır. Mitokondri, içinde bulunduğu hücreden bağımsız olarak mitokondriyal DNA (mtDNA) adıyla bilinen kendi kalıtsal materyalini taşır.

H. salminicola'nın mitokondriyal genomunu, aynı alt şubede bulunan diğer bir tür ile karşılaştırmak isteyen bilim insanları beklenmedik bir durumla karşılaştı. Çünkü *H. salminicola*, bilinen tüm çok hücreli organizmaların aksine mtDNA'ya sahip görünmüyordu.

Henneguya salminicola parazitin sporlarının mikroskop altındaki görünümü

Hem mitokondriyal hem de normal DNA, hücre içinde farklı proteinlerin nasıl üretileceğini belirleyen kodları içerir. Yani mitokondriyal DNA'sı olmayan bu parazit, oksijen kullanarak enerji elde etmesine yardımcı olacak proteinleri üretmek için gereken talimatlardan yoksun.

Parazitin normal DNA'sını da inceleyen bilim insanları, mitokondrinin oksijenle enerji elde etmesine yardımcı olduğu bilinen genlerin izlerini aradı. İncelemeler, *H. salminicola*'nın aynı alt şubede bulunan benzer parazitlere kıyasla bu genlerin çok daha azını bulundurduğunu ortaya çıkardı.

H. salminicola gerçek anlamda mitokondriye sahip olmasa da mitokondriye benzeyen yapılara sahip. Bu yapıların oksijen kullanmadan enerji üretimine yardımcı olduğu düşünülüyor. Bilim insanları, *H. salminicola*'nın enerji ihtiyacının kalanını ise konağından hazır olarak aldığını tahmin ediyor.

H. salminicola oksijensiz yaşam sürdüren çok hücreli hayvanlar kümesinin tek elemanı olmayabilir. 2010 yılında Akdeniz'in yaklaşık 3.000 metre derinliklerinde bulunan, zırhlı solucanlar şubesinden bazı hayvanların da oksijen kullanmadan yaşayabildiği gözlemlendi. Ancak bu canlılar üzerindeki enerji kullanımına yönelik kalıtsal çalışmalar sürüyor.

Kaynaklar

ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3372258
newscentist.com/article/2235009-animal-that-doesnt-need-oxygen-to-survive-discovered
science.oregonstate.edu/impact/2020/03/unique-non-oxygen-breathing-animal-discovered

Neden Günün Sonunda Yorgun Hissederiz?

Oldukça karmaşık bir fizyolojik süreç olan uykunun işleyişi konusunda yanıtlanmayı bekleyen çok sayıda soru bulunuyor. Vücudumuzun uyumayı gerektirecek yorgunluk düzeyine ne zaman ulaştığının belirlenmesi ya da bu yorgunluk hissini hangi hücrel mekanizmaları harekete geçirdiği gibi konular da henüz tam olarak aydınlatılmış değil.

Uyku sürecimizi yöneten iki temel faktör bulunur. Bunlardan ilki, vücut sistemlerimizin 24 saat boyunca geçirdiği sirkadiyen (günlük) ritimdir. İkincisi ise uyanık kaldığımız süre uzadıkça uyku ihtiyacımızın artması ve uyuduğumuz süre uzadıkça uyku ihtiyacımızın azalması durumlarını yönlendiren homeostatik uyku baskısı adlı olgudur.

Bilim insanları, uyku baskısını neyin tetiklediğini belirleyebilmek için uyanıkken ya da uykusuz kalındığında artan ve uyku sırasında azalan DNA hasarı gibi süreçlere odaklanıyor. Kalıtsal materyalimiz DNA, gün boyunca çeşitli nedenlerle hasar biriktirir. DNA'nın onarılmaması, mutasyon ya da hücre ölümü gibi durumlarla sonuçlanabilir. Çoğu hücremizde gerçekleşen DNA hasarı

hızlıca onarılsa da nöronlardaki onarım işlemlerinin başlaması için uyku gereklidir. Yani uyanık kaldığımız süre boyunca nöronlarda DNA hasarı artar.

Beyin hücrelerindeki DNA hasarı birikiminin uyku baskısını artırarak yorgunluk hissine yol açtığı varsayımında bulunan bir grup araştırmacı, insanlardakine benzer bir sinir sistemine ve uyku düzenine sahip zebra balığının larvalarıyla bir dizi deney gerçekleştirdi. Nöron DNA'ları fazladan hasar gören balık larvaları, olağandan daha hızlı uykuya daldı ve uyku süreleri uzadı. DNA hasarı giderildiğinde ise uyku düzenleri normale döndü.

Araştırmada DNA hasarını tespit ederek onarım sürecini başlatmak için işaretleme yapan PARP1 adlı bir proteinin bulunma düzeyi de incelendi. Balıkların uyumadan geçirdikleri süre arttıkça bu proteinin bulunma sıklığı yükseldi, uyku sırasında onarım gerçekleştiğinde ise düştü. Ayrıca PARP1'in DNA hasarını işaretlemesinin engellendiği diğer bir deneyde balıkların normalden az uyuduğu gözlemlendi. Eksilen uyku dakikalarının, uyku baskısının tırmandığı akşam saatlerinde olması, bu proteinin bulunma sıklığının uyku öncesi yorgunluğa katkıda bulunduğunu varsayımını güçlendirdi.

Hücrel metabolizmanın bir yan ürünü olan adenozin adındaki molekül de uyku baskısına katkı sağlayan etkenlerden bir diğeri. Gün içinde uyanık ve aktif olarak geçirilen süre boyunca beyinde bu molekülün birikimi artar. Uyku sırasında adenozin, sonraki uyanıklık sürecinde tekrar kullanılmak üzere geri dönüştürülür.

Kaynaklar

d.newswise.com/articles/how-do-we-know-we-re-tired
medicine.yale.edu/internal-medicine/pulmonary/news/national-sleep-week/good-sleep-recipe
the-scientist.com/dna-damage-makes-zebrafish-sleepy-69442

Fosforunu Taştan Çıkaran Bitkiler!

Dr. Özlem Ak [TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi

Brezilya'daki kayalık dağlarda yetişen bazı otsu çalılar, kayaları eritmek ve temel besin maddeleri olan fosforu bu kayalardan özütleyebilmek için ince kıllarla kaplı ve asit salgılayabilen köklerini kullanıyor. *Functional Ecology* dergisinde yayımlanan bu çalışma, bitkilerin zor koşullarda nasıl hayatta kalabildiğinin anlaşılmasına yardımcı olabilir.

Brezilya'daki Campinas Üniversitesinden bitki ekolojisi uzmanı Patricia de Britto Costa, besin bakımından yoksun ortamlarda pek çok kişinin daha az bitki türü bulunduğunu zannettiğini oysa tam aksine daha fazla bitki türü olmasının mümkün olduğunu ve öyle ortamlardaki bitkilerin besin almak için çok farklı stratejiler geliştirdiklerini söylüyor. Costa ile Brezilya'daki ve Avustralya'daki meslektaşları sığ toprak bölgelerinde ve kayalıklarda 5000'den fazla bitki türünün nasıl yaşayabildiğini araştırdı. Bu beş bin bitki türü, ülkenin toprakla kaplı alanının %1'inden bile daha az bir alanı kaplıyor. Ayrıca bu miktar Brezilya'daki damarlı bitki türünün %15'i anlamına geliyor. Araştırmanın yürütüldüğü bölgedeki topraklarda bitkilerin ihtiyaç duyduğu besin

maddelerinin seviyesi hayli düşük. Bazı bitkiler toprak bulunmayan kayalıklarda bile hayatta kalabiliyor. Araştırmacılar yaptıkları çalışmayla bu bitkilerin köklerinin kayaların içine doğru büyüdüğünü tespit etti. Almanya, Stuttgart Hohenheim Üniversitesinden Bitki Ekoloğu Anna Abrahão kayaların içinde 10 cm derine kadar inen kökler olduğunu, hatta bazı köklerin daha da derinlere indiğini ve bu derinliği tespit edemediklerini söylüyor.

Velloziaceae familyasından olan ve kuvarsit kayalıklarında yaşayan *Barbacenia tomentosa* ve *B. macrantha* türlerinden alınan 30 örneğin mikroskopik ve kimyasal analizleri yapıldığında, kök uçlarının hemen arkasında yoğun olarak bir arada bulunan tüyleri ve özel bölümleri tespit edildi. Bu köklerden, daha

doğrusu köklerin ucundaki bu ince tüylerden, kayayı eritebilen malik asitle sitrik asit salgılanıyor ve bitki için gerekli olan fosfatın emilimi sağlanıyor. Mikroskopik incelemeler köklerin kayalardaki çatlaklar boyunca büyümek yerine kendi yollarını açtığını da gösterdi. Bilim insanları bitkilerin ait olduğu aile isminden esinlenerek bu yapılara "velloziod kökler" adını verdi.

Araştırma ekibi sadece bu iki bitki türünde bulunan ve kayaları eritebilen asit salgılayan köklerle ilk kez karşılaştıklarını söylüyor.

Söz konusu çalışma, araştırma ekibinde yer almayan Güney Afrika'daki University of Stellenbosch'tan bitki fizyoloğu Alex Valentine'e ilham kaynağı olmuş olmalı ki Valentine, Güney Afrika'nın dağlık bölgelerindeki *Velloziaceae* ailesinden bitkilerde



Moment / Getty Images

Bookend / Alamy

bu kökleri araştırmayı planlıyor. Dünyanın dört bir yanında fosforca fakir ekosistemlerde yaşayan bitkilerin topraktan ya da kumdan fosfor alabilmek için asit salgılayabilen ve yoğunca kümelenmiş kök tüylerini kullandığı biliniyordu. Ama bu köklerin kayaları eritip kendi yollarını açtıkları gözlenmemişti. Araştırmaya göre, Brezilya'nın kayalık çayırlarındaki kuvarsit kayalarında fosfor oranı hayli

düşük: Bir gram kaya, yaklaşık 0,14 miligram fosfor içeriyor. Bilim insanları vellozioid kökler ile ilgili yapılacak daha fazla araştırmanın bir gün daha verimli tarım ürünlerinin geliştirilmesine yardımcı olabileceği ümidini taşıyor. Vellozioid köklerin bu önemli özelliklerini başka tohumlara aktarmak kayalık ve kumlu topraklarda tarım yapmayı mümkün kılacak mı bunu ileriki çalışmalar gösterecek. ■

Kaynak

Teodoro, G.ve ark., "Specialized roots of *Velloziaceae* weather quartzite rock while mobilizing phosphorus using carboxylates", *Functional Ecology*, Cilt 33, s.762-773, 2019.

Barbacenia tomentosa bitkisinin kök uçları yoğun tüylerle kaplı (solda).

Bu tüyler (taramalı elektron mikroskopundaki görüntüsü, ortada) bitkinin temel besin maddesine ulaşabilmek için kayaları eritebilen asit salgılıyor. *B. macrantha* da benzer köklere sahip (sağda).

Barbacenia tomentosa (solda) ve *B. macrantha* (ortada) Brezilya'daki kayalarda büyüyor.

Bu bitkiler ihtiyaç duydukları besinlere erişmek için kayalarda tüneller açabilen köklere sahipler (sağda, tüneller oklarla gösteriliyor).



Deniz Tabanında Oksijen Üreten Mineral Yatakları

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



Pasifik Okyanusu'nun Clarion-Clipperton Bölgesi'nde (CCZ) yapılan araştırmalarda şaşırtıcı bir bulguya ulaşıldı. İskoç Deniz Bilimi Enstitüsünden Andrew Sweetman ve arkadaşları, Güneş ışığı almayan deniz tabanındaki minerallerde oksijen üretildiğini keşfetti. Bilimsel çalışmalar oksijenin, suyun elektrolizle parçalanmasıyla ortaya çıktığına işaret ediyor. Araştırmanın detayları Nature Geoscience'da yayımlandı.

Pasifik Okyanusu'ndaki CCZ bölgesinin deniz tabanı, görünüşü kömüre bezeyen minerallerle doludur. Polimetalik yumrular olarak adlandırılan bu minerallerde mangan ve kobalt gibi batarya yapımında kullanılan metaller bol bulunur. Ayrıca bu mineral yataklarının civarı zengin bir ekosisteme ev sahipliği yapar.

Yeryüzündeki oksijenin ana kaynağı fotosentez yapan bitkilerdir. Dolayısıyla CCZ'deki Güneş ışığı almayan okyanus tabanlarında oksijen üretilmesi beklenen bir durum değildir. Ancak şaşırtıcı bir biçimde bilimsel çalışmalar, okyanus tabanındaki polimetalik yumrulara oksijen gazı ortaya çıktığını gösterdi.

Aslında bu keşfin tarihi 2013 yılına gidiyor. O yıl Sweetman ve arkadaşları, CCZ'nin tabanındaki organizmaların ne kadar oksijen tükettiğini tespit etmeye çalışıyordu. Araştırmacılar, denizin yaklaşık 4000 metre derinine, deniz tabanında kapalı hazneler oluşturan cihazlar gönderdi ve oksijen seviyelerinin zamanla nasıl değiştiğini ölçtü. Beklenen, Güneş ışığı almayan bu ortamdaki organizmaların zamanla oksijeni tüketmesiydi. Ancak ölçümler, beklenenin aksine haznedeki oksijen miktarının zamanla arttığını gösterdi. Araştırmacılar başlangıçta ölçümleri yapan cihazların arızalı olduğunu düşündü. Ancak ilerleyen yıllarda tekrar tekrar yapılan ölçümlerde de benzer sonuçlar elde edildi. Son olarak 2021'de farklı bir yöntem kullanılarak ölçümler yapıldı ve yine oksijen seviyesinin zamanla arttığını görüldü.

Güneş ışığı almayan bir ortamda ortaya çıkan oksijenin kaynağı ne olabilir? Çeşitli mikroorganizmaların Güneş ışığı olmadan da oksijen üretebildiği biliniyor. Ancak deneyler, oksijenin kaynağının mikroorganizmalar olmadığını gösteriyor. Araştırmacılar, laboratuvar ortamında yaptıkları deneylerde deniz sularını cıva klorür ile zehirleyerek mikroorganizmaları öldürdüklerinde de oksijen üretiminin devam ettiğini tespit etti.



Polimetalik yumrular

Oksijenin kaynağının biyolojik süreçler olmadığı anlaşıldıktan sonra, radyoaktivitenin su moleküllerini parçalaması ya da çeşitli çevresel faktörler nedeniyle minerallerdeki mangan oksitin bileşenlerine ayrışması gibi çeşitli hipotezler test edildi. Ancak olumlu sonuç alınamadı. Çalışmalar, şu an için polimetalik yumruların nasıl oksijen ürettiğine dair en iyi açıklamanın suyun elektrolizi olduğuna işaret ediyor.

Elektroliz, kendiliğinden meydana gelmeyecek bir kimyasal tepkimenin elektrik akımıyla gerçeğe dönüştürülmesidir. Suyun elektrolizinde de su (H_2O), elektrik akımı etkisiyle bileşenlerine ayrışır: Bir pilin iki ucuna bağlanmış iki elektrot tuzlu suyun içine batırıldığında iletken tellerden geçen akım, elektrotların birinde hidrojen gazının (H_2) diğerinde oksijen gazının (O_2) açığa çıkmasına yol açar.

Polimetalik yumrulara suyun elektrolizi için gerekli ham maddelerin tamamı olsa da bu durum tek başına, deniz suyunun bileşenlerine ayrışması için yeterli değil. Elektrolizin meydana

gelmesi için yumrulardaki pozitif ve negatif yüklü iyonların bir potansiyel farkı oluşturacak biçimde birbirlerinden ayrılması gerekir. Şaşırtıcı bir biçimde, araştırmacılar laboratuvar ortamında yaptıkları ölçümlerde polimetallik yumruların yüzeyinde yaklaşık 1 voltluk bir potansiyel farkı olduğunu tespit etti. Bu değer 1,5 voltluk AA boyutlarındaki bir pille karşılaştırılabilir kadar büyük. Dolayısıyla polimetallik yumrular üzerinde yapılan elektriksel ölçümler, oksijen gazının kaynağının deniz suyu olduğu düşüncesini destekliyor. Araştırmacılar, bu düşüncenin doğruluğunu test etmek için gelecekte, polimetallik yumruların üzerindeki potansiyel farkını bir şekilde ortadan kaldırarak deneyleri tekrarlamayı planlıyor. Şayet oksijen gazı gerçekten de suyun elektroliziyle ortaya çıkıyorsa potansiyel farkı ortadan kaldırıldığında oksijen üretimi durmalıdır.

Polimetallik yumruların yüzeyinde potansiyel farkı oluşmasına yol açan etkenin ne olduğu tam olarak bilinmiyor.

Yumruların iç yapısı bir soğanınki gibi katman katmandır. Her biri milimetreler kalınlığında olan katmanların oluşması milyonlarca yıl sürer. Her bir katmanın bileşimi ise oluştukları zaman aralığına göre değişir. Araştırmacılar, yumrularda gözlemlenen elektriksel özelliklerin katmanlar arasındaki bileşim farkından kaynaklandığını düşünüyor. Her ne kadar bu durum yumruların yüzeyindeki potansiyel farkını tam olarak açıklamasa da yumruların yapısının, iç katmanlarının elektriksel özelliklerini açığa çıkaracak kadar gözenekli olduğu varsayılıyor.

Hâlâ cevaplanmayı bekleyen bir başka soru da gözlemlenen oksijen üretiminin deniz tabanında doğal olarak gerçekleşip gerçekleşmediği. Deniz tabanına indirilen cihazların yaptığı ölçümlerde, haznenin içindeki oksijen seviyesi iki gün içinde durağanlaşıyor. Dolayısıyla bir ihtimal, ölçümleri yapan cihazın çevresel koşullarda sebep olduğu değişiklikler oksijenin üretilmesine yol açıyor olabilir. Bir başka ihtimal ise oksijen üretiminin durması, ölçümleri yapan cihazın oluşturduğu “kapalı” ortamdan kaynaklanıyor olabilir: Kapalı ortam içinde ürün miktarının artması ve tepkimeye giren

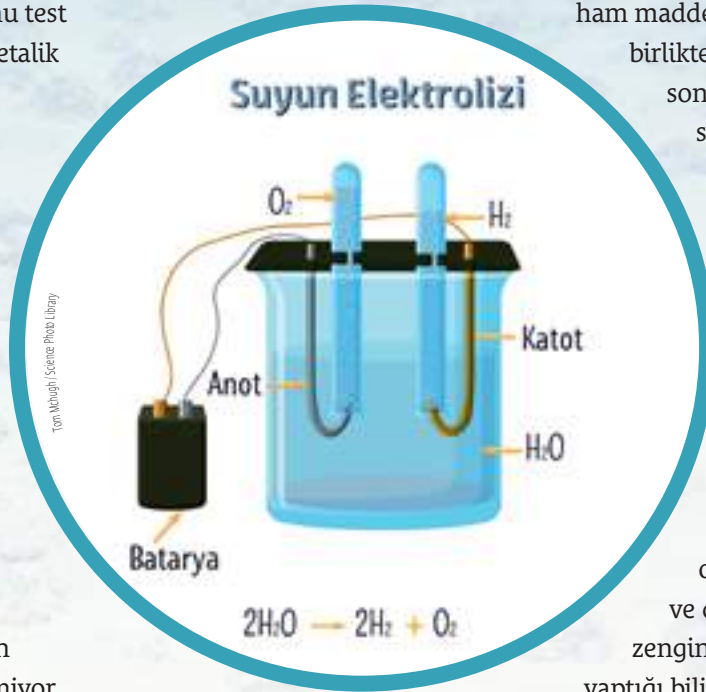
ham madde miktarının azalmasıyla birlikte kimyasal süreç doğal olarak sonlanıyor olabilir. Aynı kimyasal süreçler, açık ortamda doğal olarak daha kararlı bir biçimde uzun süre devam edebilir.

Pasifik Okyanusu’ndaki CCZ bölgesinin tabanında bulunan polimetallik yumruların ve bu yumruları çevreleyen tortulların tek hücreli organizmalardan balıklara ve denizyıldızlarına uzanan zengin bir habitata ev sahipliği yaptığı biliniyor. 2013 yılında yapılan

taramalarda kataloglanan megafaunanın (çıplak gözle görülebilecek büyüklükteki hayvanların) yaklaşık yarısı bölgeye özgüydü. Eğer ortamdaki polimetallik yumrular doğal olarak oksijen üretiyorsa bu durumun ekosistem üzerindeki etkilerinin ne olduğu da henüz bilinmiyor. ■

Kaynaklar

Sweetman, A. K., ve ark., “Evidence of dark oxygen production at the abyssal seafloor”, *Nature Geoscience*, <https://www.nature.com/articles/s41561-024-01480-8>, 2024.
Parshall, A., “‘Dark oxygen’ discovered coming from mineral deposits on Deep Seafloor”, *Scientific American*, <https://www.scientificamerican.com/article/dark-oxygen-discovered-coming-from-mineral-deposits-on-deep-sea-floor/>, 22 Temmuz 2024.



EGZERSİZİN

Hücresel Düzeydeki Etkileri

Dr. Özlem Ak [TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi

Araştırmalar, kasları çalıştırarak, kalori yakan fiziksel aktivitelerin hastalıkların ilerlemesini yavaşlattığını, bilişsel işlevi geliştirdiğini, bağışıklık sistemini güçlendirdiğini ve bazı rahatsızlıklardan kaynaklanan ölüm oranlarını azalttığını kesin olarak doğruluyor. Ancak bilim insanları egzersizin vücudu moleküler düzeyde nasıl değiştirdiğini hâlâ tam olarak anlamış değil. Bugüne kadar yapılan çoğu araştırmada tek bir organa, cinsiyete veya egzersiz süresine odaklandığı için alınan veri türü kısıtlı. Bu çalışmaların sonucu yalnızca bir veya iki veri türünü içeriyor. Yeni araştırmalar ise vücudun egzersize verdiği tepkinin daha önce düşünülenlerden daha karmaşık olduğunu gösteriyor.

Bilim insanları egzersizin insanlar ve diğer memeliler üzerindeki etkilerini moleküler düzeyde araştırarak vücudun sağlıklı ve hasta olduğunda nasıl çalıştığını daha iyi anlamayı amaçlıyorlar. 2016 yılının sonlarında, moleküler düzeyde egzersize bağlı değişiklikler hakkında daha fazla bilgi edinmek için ABD Ulusal Sağlık Enstitüleri Ortak Fonu, egzersizin sağlıklı

dokuların ve organ sistemlerinin korunmasına nasıl yardımcı olduğuna dair en küçük ayrıntıların haritalanmasına yönelik araştırmaları desteklemeye başladı. Hem insan hem de hayvan modellerinde egzersiz tepkilerinin moleküler bir haritasını oluşturmak amacıyla Fiziksel Aktivitenin Moleküler Dönüştürücüleri Konsorsiyumu (MoTrPAC) adı verilen ulusal bir uzman grubu kuruldu.

Mayıs ayında *Nature* dergisinde sıçanlar üzerinde yapılan araştırmanın sonuçlarının yayımlandığı makalede, fiziksel aktivitenin hayvanlarda incelenen 19 organın tümünde birçok hücrel ve moleküler değişikliğe neden olduğu belirtildi. MoTrPAC bilim insanları, egzersizin biyolojisini daha kapsamlı incelemek için laboratuvarında bir dizi teknik kullanarak, haftalarca yoğun egzersiz yaptırılan sıçanlardaki moleküler değişiklikleri analiz etti. Ekip, hayvanlardan alınan kalp, beyin ve akciğer dokularını incelediklerinde organların her birinin egzersizle değiştiğini ve bu durumun vücudun bağışıklık sistemini düzenlemesine, strese yanıt vermesine, karaciğer ve kalp-damar hastalıklarıyla, doku hasarıyla bağlantılı mekanizmaları kontrol etmesine yardımcı olduğunu tespit ettiler. Veriler, birçok farklı sağlık durumuna ilişkin potansiyel ipuçları sağlıyor.

Araştırma ekibi, elde ettiği tüm verileri herkesin erişimine açtı. Diğer bilim insanları bu siteyi kullanarak, örneğin koşu bandında sekiz hafta düzenli egzersiz yaptıktan sonra dişi sıçanların akciğerlerinde değişen proteinler hakkındaki bilgileri veya erkek ve dişi sıçanların tüm organlarında zaman içinde egzersize verilen RNA tepkisini inceleme imkânı bulabiliyor.

Araştırmacılar, kan ve birçok doku üzerinde 15 milyon ölçüm yapabilmek için toplamda yaklaşık 10.000 tahlil yaptı. Egzersizin binlerce moleküllü etkilediğini ve en büyük değişikliklerin bağışıklık, metabolizma ve kan basıncı gibi birçok önemli süreci düzenleyen hormonları üreten böbreküstü bezinde olduğunu tespit ettiler. Araştırmacılar, cinsiyet farklılıklarının zaman içinde çeşitli organlarda özellikle bağışıklık tepkisiyle ilgili rol oynadığını ortaya çıkardı. Kadınlara özgü bağışıklık sinyal moleküllerinin (bağışıklık hücreleri arasında bilgiaktarımından sorumlu moleküller) çoğunun seviyesi 1-2 haftalık egzersiz sonrasında değişiklik gösterirken, erkeklerinkinde 4-8 hafta arasında değişiklik gösterdi.

Bazı tepkiler cinsiyetler ve organlar arasında tutarlıydı. Örneğin, araştırmacılar strese yanıt olarak hücreler tarafından üretilen ısı şoku proteinlerinin farklı dokularda aynı şekilde düzenlendiğini buldular. Ancak diğer veriler dokuya özeldi. Egzersiz sırasında karaciğerde, enerji üretiminde yer alan mitokondriyal proteinlerin asetilasyonunda ve enerji depolanmasını düzenleyen bir fosforilasyon sinyalinde artış gözlemlendi. Bu değişikliklerin karaciğerin egzersizle daha az yağlanması ve hastalığa daha az yatkın hale gelmesinde rol oynayabileceği düşünülüyor. Araştırmacılar egzersizin karaciğerdeki asetilasyon ve fosforilasyon seviyelerinde herhangi bir değişikliğe neden olacağını beklemediklerini söylüyor. Ekip, araştırmalarında farklı moleküler yöntemleri kullandıklarını, egzersizin çok karmaşık bir süreci kapsadığını ve elde ettikleri sonuçların buzdağının sadece görünen kısmı olduğunu belirtiyorlar.

Çalışmanın yayımlanan başka bir makalesinde de farklı dokulardaki yağ ve mitokondrinin egzersize verdiği tepki daha derinlemesine incelendi. Egzersizin genç yetişkin ve yaşlı sıçanlar üzerindeki etkilerini ve 30 dakikalık fiziksel aktivitenin kısa vadeli etkilerini incelemek için ek çalışmalar devam ediyor. Konsorsiyum insan çalışmalarına da başladı. Çocuklarda ve yetişkinlerde hem dayanıklılık hem de direnç egzersizinin etkilerini incelemek üzere klinik bir çalışmaya farklı yaş, cinsiyet, soy ve aktivite seviyelerinden yaklaşık 1.500 kişi katıldı.

Araştırmacılar, bulgularının gelecekte egzersiz türünü, bireyin sağlık durumuna göre uyarlamak veya egzersiz yapamayan insanlar için fiziksel aktivitenin etkilerini taklit eden tedaviler geliştirmek için kullanılabileceğini umuyor. ■

Kaynak

Amar, D. ve ark., "Temporal dynamics of the multi-omic response to endurance exercise training", *Nature*, cilt 629, s. 174-183, 2024.

Orman Yangınları Kaynaklı Hava Kirliliği İnsan Sağlığını Olumsuz Etkiliyor

Dr. Tuba Sarıgül [TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi]

Orman yangınları ekosistem döngülerinin doğal bir parçası. Araştırmalar son yıllarda orman yangınlarının sıklığındaki ve şiddetindeki artışın temel nedeninin küresel ısınma olduğunu gösteriyor. Küresel ısınmanın etkisi ile kuraklıkta görülen artış, dünya genelinde daha geniş alanların orman yangını riski ile karşı karşıya kalmasına neden oluyor. Orman yangınları, çevre ve ekosistem üzerindeki olumsuz etkilerinin yanı sıra sebep olduğu hava kirliliği ile de insan sağlığı için risk oluşturuyor. Orman yangınları kaynaklı hava kirliliğinin on binlerce erken ölüm vakasından sorumlu olabileceği belirtiliyor.

Havadaki, çapı 2,5 mikrometreden küçük olan parçacıklar $PM_{2,5}$ olarak isimlendiriliyor. Bu parçacıklar, volkanik patlamalar gibi doğal süreçlerin yanı sıra insan kaynaklı etkinlikler sonucu (örneğin motorlu araçlardan, fabrikalardan ve enerji santrallerinden) atmosfere karışabiliyor. Bu parçacıklar solunduğunda, akciğerin daha derin kısımlarına nüfuz edebiliyor ve kan dolaşımına dâhil olarak hayati organlara zarar verebiliyor. Kentsel bölgelerde havada bulunan $PM_{2,5}$ parçacıkları, solunum ve kalp hastalıkları gibi sağlık sorunlarına neden olabiliyor.

Geçmişte hava kalitesi değerlendirmelerinde kaynağı ne olursa olsun $PM_{2,5}$ boyutundaki parçacıkların her türünün zararlı etkisinin aynı olduğu varsayılıyordu. Ancak güncel bilimsel çalışmalar orman yangınları sonucu açığa çıkan $PM_{2,5}$ parçacıklarının zehirlilik etkisinin, kentsel bölgelerde havada bulunan $PM_{2,5}$ boyutundaki parçacıklardan daha fazla olduğunu gösteriyor. Orman yangınları kaynaklı parçacıklar büyük oranda element hâlinde karbondan ve karbon bileşiklerinden oluşuyor. Orman yangınları sonucu oluşan $PM_{2,5}$ parçacıkların zehirli etkisinin daha yüksek olmasının vücutta enflamasyon, oksidatif stres (serbest radikallerin vücutta birikerek hücrelere zarar vermesi) ya da solunum yolu enfeksiyonlarında artışa neden olmasıyla ilişkili olabileceği düşünülüyor. Dolayısıyla orman yangınlarının sağlık üzerindeki etkilerinin belirlenmesine yönelik araştırmaların önemi her geçen gün artıyor.

Orman yangınları sonucu havaya karışan mikro ölçekteki parçacıkların sağlık üzerindeki kısa dönemli etkilerini değerlendiren araştırmalar bulunuyor. Örneğin, veriler orman yangınları sonucu açığa çıkan dumana maruz kalmanın özellikle solunum sorunları nedeniyle hastaneye yatışlarda artışa neden olduğunu gösteriyor. Ayrıca bu parçacıklara maruz kalmanın erken ölüm riskini artırdığına dair veriler bulunuyor. Örneğin, sonuçları 2023 yılında yayınlanan bir araştırmada, ABD’de 2012, 2013 ve 2014

yıllarında nisan ve ekim ayları arasındaki dönemde gerçekleşen orman yangınları sonucu havaya salınan parçacıklara maruz kalan bölgeler ile kalmayan bölgelerdeki erken ölüm oranları karşılaştırıldı. Sonuçta yıllık ortalama 4.000 erken ölüm vakasının orman yangınları sonucu açığa çıkan parçacıklardan kaynaklı olabileceği belirlendi.

Sonuçları yakın zamanda *Science Advances* dergisinde yayımlanan araştırmada ise bilim insanları orman yangınları sonucu oluşan $PM_{2,5}$ boyutundaki parçacıklara uzun dönemler boyunca maruz kalmanın etkilerini inceledi. Araştırmacılar 2008-2018 yılları arasındaki 11 yıllık dönemde ABD’nin California eyaletinde meydana gelen orman yangınları sonucu açığa çıkan parçacıkların havadaki oranı ile o bölgedeki erken ölüm istatistiklerini karşılaştırdı. Sonuçta 52.480 ilâ 55.710 arasındaki erken ölüm vakasının, orman yangınlarından dolayı atmosfere karışan $PM_{2,5}$ boyutundaki parçacıklarla ilişkili olabileceği belirlendi. Ayrıca ekonomik maliyetin 432-456 milyar ABD doları olduğu anlaşıldı.

Bu araştırma sonuçları, uzun dönemli etkileri de dahil edildiğinde orman yangınlarının hem insan sağlığı üzerindeki olumsuz etkisinin hem de ekonomik maliyetlerinin öngörülenden çok daha yüksek olduğunu gösteriyor. ■

Kaynaklar

Connolly, R. ve ark., “Mortality attributable to PM2.5 from wildland fires in California from 2008 to 2018”, *Science Advances*, Cilt 10, Sayı 23, Makale no: ead11252, 2024.

Aguilera, R. ve ark., “Wildfire smoke impacts respiratory health more than fine particles from other sources: observational evidence from Southern California”, *Nature Communications*, Cilt 12, Makale no: 1493, 2021.

<https://www.sciencenews.org/article/wildfire-smoke-pollution-premature-death>

Zaman Algısı İyileşme Hızını Etkiler mi?

Hayriye Yetiş [TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi





Zamanın tüm yaraları iyileştirdiği söylenir. Peki ya zamanın gerçekte olduğundan daha hızlı geçtiğine inanmak, fiziksel olarak iyileşmenin daha kısa sürede gerçekleşmesini mümkün kılabilir mi?

Kişinin düşünce yapısının fiziksel sağlığı üzerindeki etkileri, yıllardır tıp alanında araştırılan konuların başında geliyor. Fiziksel iyileşme konusundaki inanç ve beklentilerimiz, stres, hatta doktorumuzla olan olumlu ya da olumsuz ilişkilerimiz bile tedavi süreçlerinde etkili olabiliyor. Harvard Üniversitesinden Ellen Langer ve Peter Aungle tarafından yürütülen bir dizi çalışma ise zaman algısının fiziksel iyileşme süreci üzerindeki etkilerini inceliyor.

Daha önce Langer'in laboratuvarında gerçekleştirilmiş ve kişilerin zaman algılarındaki farklılıkların sonuçlarını ele alan iki ayrı çalışmanın ilham verdiği Aungle, zihin ve beden bağlantısına dikkat çekiyor. 2016 yılında yayımlanan ilk çalışma, Tip 2 diyabetli bir grup hastanın kan şekeri seviyelerinin gerçek zamandan ziyade algılanan zamana göre değişkenlik gösterdiği sonucunu ortaya koymuştu. 2020 yılında yürütülen diğer çalışmada ise çalışmaya katılan gönüllülerden, önceki gece uykuda geçirdikleri süreyi tahmin etmeleri istendi ve tahmini uyku süresinin bilişsel testlerde ortaya koyulan performansı nasıl etkilediği incelendi.



Araştırmanın sonuçlarına göre, 8 saat uyuduğuna inanan fakat gerçekte 5 saat uyumuş olan katılımcıların bilişsel performansı, 8 saat uyuduğu hâlde 5 saat uyuduğuna inanan kişilerin performansına göre çok daha yüksekti.

Bu iki araştırma sonuçları, Aungle'ın çalışmasında yol gösterici oldu. Langer'ın rehberliğinde ilerleyen Aungle, geçen sürenin gerçekte olandan daha uzun hissedilmesi durumunda, fiziksel bir yaranın daha hızlı iyileşeceğini umuyordu. Bu hipotezini test etmek için araştırmaya katılan gönüllülerin ön kolunda, hafif morarmaya sebep olacak şekilde, yüzyıllardır kullanılan geleneksel tedavi işlemlerinden biri olan “kupa tedavisi” yöntemini uyguladı. Dünyanın birçok bölgesinde geleneksel ve tamamlayıcı bir tedavi olarak uygulanan bu yöntem, vücut üzerine yerleştirilen özel kupaların içindeki havanın boşaltılmasıyla oluşturulan vakum tekniği ile gerçekleşen ve bölgesel olarak uygulanabilen kolay ve güvenilir bir yöntem. İşlem yapılan vücut bölgesinde hafif morarmaya sebep olan bu tekniğin katılımcıların ön koluna uygulanmasının ardından, zaman algılarının fark ettirilmeden deneysel yöntemlerle yönetilmesi sağlandı. Böylece tedavinin oluşturduğu izlerin, algılanan zamana göre iyileşme hızı tespit edilmeye çalışıldı.



33 kişinin katıldığı çalışmada, gerçekte geçen süre 28 dakikaydı. Algılanan sürenin ise bir seansta yarıya indirilerek 14 dakika, diğer seansta ise iki katına çıkarılarak 56 dakika olması sağlandı. 11'er kişilik üç gruba bölünen katılımcılardan masaüstü bilgisayarlarda morluk izindeki renk değişimi ve rengin yoğunluğu ile ilgili hazırlanan 7 soruluk anketleri doldurmaları istendi. Görebilecekleri mesafedeki tabletlerde ise sadece dakika cinsinden ilerleyen dijital zamanlayıcı bulunuyordu. Üç seansta da katılımcılardan sorular arasında kalan sürelerde tetris oynamaları ve her soruyu istenilen sürede cevaplayıp

cevaplamadıklarını takip etmeleri için zamanlayıcıyı kontrol etmeleri istendi. 28 dakikalık seansa katılan grup “kontrol” grubu, 14 dakikalık seansa katılan grup “yavaş zaman”, 56 dakikalık seansa katılan grup ise “hızlı zaman” grubu olarak belirlendi.

Kontrol grubundaki katılımcılara 7 anket sorusunun her biri için ayrılacak zamanın 4 dakika olduğu belirtildi. Böylece katılımcılar her 4 dakikada bir morluk izindeki iyileşme miktarını 10 üzerinden değerlendirmelerinin beklendiği anketi, 28 dakikada tamamlamış oldu.



Yavaş zaman grubundaki katılımcılardan 7 anket sorusunun her biri için 2 dakika ayırmaları istendi. Tabletteki zamanlayıcı normal hızının yarısı hızda çalışacak şekilde ayarlandı ve böylece katılımcıların 4 dakikayı 2 dakika olarak algılaması sağlandı. Zamandaki değişimi fark etmemeleri için ise anket sonrasında bilişsel beceriler gerektiren bir oyun oynadılar. Böylece gerçekte geçen süre 28 dakika iken, algılanan süre 14 dakika oldu.

Hızlı zaman grubundaki katılımcılardan ise 7 anket sorusunun her biri için 8 dakika ayırmaları istendi.

Tabletteki zamanlayıcı normal hızının iki katı hızda çalışacak şekilde ayarlandı ve böylece katılımcıların 4 dakikayı 8 dakika olarak algılaması sağlandı. Zamandaki değişimi fark etmemeleri için ise daha önce belirlenmiş birkaç videoyu izlemeleri ve ilgi çekicilik ve sürükleyicilik açısından derecelendirmeleri istendi. Böylece gerçekte geçen süre 28 dakika iken, algılanan süre 56 dakika oldu.

Çalışmanın sonunda 25 kişiden oluşan bir ekipten, fotoğrafları çekilen morlukların ilk görüntüleri ile seanslardan sonraki görüntülerini tarafsız bir şekilde değerlendirmeleri istendi. Değerlendirmenin yapıldığı ölçekte 10 sayısı morluğun tamamen iyileşmiş morluk derecesi 10 puan üzerinden değerlendirildi.

Sonuçta aynı sürenin geçtiği üç seansta, zamanı 56 dakika olarak algılayan katılımcılar 10 üzerinden ortalama 7,5 puan, 14 dakika olarak algılayanlar ise ortalama 6,17 puan aldı. Kontrol grubunda ise ortalama puan 6,43'tü. Sonuç olarak algılanan sürenin gerçekte geçen süreden fazla olması iyileştirmeyi hızlandırmış ve çalışmanın başında sunulan hipotez

doğrulanmış oldu.

Bu araştırmanın algılanan zamanın gerçek zamandan bağımsız olarak fiziksel iyileşmeyi etkileyebileceğini gösteren ilk bilimsel çalışma olması, zihnin beden üzerindeki etkilerini anlamak açısından hayli önemli. Ancak benzer bir çalışmanın farklı fiziksel iyileşme süreçlerine uygulanabilirliği konusundaki sınırlamalar, zaman algısının iyileşme hızındaki etkisi ile ilgili genel bir yargıya varmanın önündeki önemli bir engel. Ayrıca bu çalışmada pek çok değişken kontrol edilse de zaman algısının bireyden bireye farklılık gösterebilmesi ve öznel olması gibi durumlar daha fazla araştırmaya ihtiyaç olduğunu gösteriyor.

Fiziksel sağlık üzerindeki zihinsel etkiler araştırılmaya devam edilse de inançlarımız, düşüncelerimiz ya da olaylara bakış açımızdaki farklılıkların psikolojik ve fizyolojik iyi olma hâlinde önemli etkilerinin olduğu bir gerçek. Ancak bu gibi soyut kavramların somut sonuçlarını tam olarak tespit edebilmek ve bu konuda genel bir yargıya varabilmek için hâlâ zamana ve daha fazla araştırmaya ihtiyaç var. ■

Kaynak

<https://www.nature.com/articles/s41598-023-50009-3#article-comments>

Emzirmenin Kemikleri Neden Zayıflatmadığı Anlaşıldı

İlay Çelik Sezer [TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi

Doğum yaptıktan sonra kadınlarda kemik gelişimini düzenleyen östrojen hormonunun seviyesi hızla düşer. Bu yüzden doğum yapmanın ve sonrasında da kemiklerdeki kalsiyum depolarını azaltan emzirme eyleminin kadınların kemik sağlığı için yıpratıcı olabileceği düşünülebilir. Ne var ki emziren annelerin kemikleri bir şekilde sağlıklı yoğunlukta kalır. Aslında bunun nasıl mümkün olduğu uzun yıllardır çözülememiş bir gizemdi. Temmuz ayında *Nature*'da yayımlanan bir araştırmada, farelerde bu sorunun yanıtı olabilecek yeni bir hormon keşfedildi. Bu keşfin, söz konusu gizemi çözmekle kalmayıp kırıklara ve ileri yaşlardaki kemik erimesine yönelik yeni tedaviler geliştirilmesine katkı sağlayabileceği düşünülüyor.



Besince zengin anne sütü üretilirken, vücut kemiklerden bolca kalsiyum çeker. Ayrıca emzirme, kemik sağlığı için önem taşıyan östrojen hormonunun azalmasına da neden olur. Buna karşılık emzirme, kemik kütlelerinde sadece geçici düşümlere neden olur ve kemikler, emzirmenin bitiminden itibaren 6 ila 12 ay içinde normale döner. Dolayısıyla emzirme döneminde kemiklerin gücünü nasıl koruyabildiği merak konusuydu.



University of California, San Francisco'dan Holly Ingraham ve ekibi bu ikileme ilgisiz bir araştırmaları sırasında, dişi farelerde beyin hipotalamus bölgesindeki almaçlara (reseptörlere) müdahalede bulunarak östrojen üretimini engellediklerinde farelerin kemiklerinin güçlendiğini gözlemledi. Araştırmacılar bunun nedenini bulmak için östrojen almacı bulunmayan fareler üretti. Östrojen almacından yoksun olmaları, bu farelerin kemiklerinin sıra dışı bir şekilde güçlü olmasına neden oldu. Araştırmacılar daha sonra ameliyat yoluyla bu hayvanları, östrojen almacı bulunan başka dişi farelerle dolaşım sistemleri birleşecek şekilde birbirine bağladı.

17 hafta sonra östrojen almacına sahip farelerde kemik hacmi %152 oranında artış gösterdi. Bu da kanlarında, östrojen almacı olmayan farelerden gelen ve

kemikleri güçlendiren bir madde dolaştığını düşündürdü. Takiben yapılan deneyler, bu maddenin CCN3 adlı bir beyin hormonu olduğunu ortaya çıkardı.

Araştırmacılar daha sonra, dişi fareler gebe kalmadan önce ve doğum yaptıktan sonra beyinlerindeki CCN3 düzeylerini ölçtüklerinde hormonun sadece emzirme döneminde üretildiğini belirledi. Üstelik hormonun bloke edilmesi, emziren farelerde kemik yoğunluğunu düşürüyordu. Tüm bu bulgular CCN3'ün emzirme sırasında kemik kaybını önleyen "gizemli molekül" olduğuna işaret ediyordu. Bu önemli keşif aynı zamanda CCN3'ün kemikleri başka durumlarda da iyileştirebilme ihtimalini ortaya koyuyordu. Araştırmacılar, bu ihtimali sunamak amacıyla kemik kırığı olan bir grup fareye CCN3 hormonu içeren bantlar uyguladı.

Kaynak

newscentist.com/article/2438996-a-long-standing-mystery-about-breastfeeding-may-have-been-solved

Eşit sayıda farenin bulunduğu kontrol grubuna da hormon içermeyen bantlar uygulandı. Tüm hayvanlar, insanlardaki yaklaşık 69 yaşa karşılık gelen 2 yaşındaydı. Üç hafta sonra CCN3 içeren bantların uygulandığı farelerin kemik hacmi, kontrol grubundakilere göre ortalama olarak %240 daha fazlaydı. Bu bulgu CCN3'ün, ileri yaşlarda nüfusun önemli bir kısmını etkileyen kemik erimesinin tedavi edilmesinde ve hatta önlenmesinde faydalı olabileceğini düşündürdü.

Öte yandan Ingraham, bu etkinin insanlar için de geçerli olup olmayacağının henüz bilinmediğini belirtiyor. Araştırma ekibi şimdilerde CCN3'ün, emziren annelerde artıp artmadığını belirlemelerini sağlayacak bir kan testi geliştirmeye yönelik çalışmalar yürütüyor. ■

Yeni Bir Halk Sağlığı Tehdidi

YALNIZLIK



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

Son yıllarda yalnızlığın sağlık üzerine olumsuz etkileriyle ilgili kanıtların giderek artması, uzmanlara yalnızlığın bir halk sağlığı sorunu haline geldiğini düşündürüyor. Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ) sosyal etkileşimi teşvik etmek ve yalnızlık sorununa hızlı çözüm üretmek için 2023 yılının Kasım ayında Sosyal Bağlantı Komisyonu kurduğunu ve yalnızlığı “acil bir sağlık tehdidi” olarak ilan ettiğini açıkladı.

Akut yalnızlık kronikleştiğinde, sağlık üzerindeki geniş kapsamlı etkileri olabiliyor ve kardiyovasküler hastalıklar ile metabolik sendrom gibi pek çok sağlık problemi riskini de artırıyor. Yapılan 70 çalışmanın meta-analizinde, yalnız olan bireylerin erken ölüm oranının, yalnız olmayan bireylere göre %26 daha fazla olduğu görüldü. Ayrıca yalnızlık demans, hafif bilişsel bozukluk, depresyon ve anksiyete gibi zihinsel ve duygusal sağlığı da etkiliyor. Bilim insanları, beynin bu etkilere nasıl aracılık ettiğini çözmeye çalışıyor. ABD’li genel cerrah Dr. Vivek Murthy tarafından hazırlanan bir rapora göre, kronik yalnızlık obezite, fiziksel hareketsizlik ve sigara kadar zararlı. Bir sosyal medya firması, bir anket şirketi ve bir grup akademik danışman tarafından 2023 yılında yapılan bir ankete göre de dünya genelinde yetişkinlerin yaklaşık dörtte biri, kendilerini çok ya da oldukça yalnız hissediyor.

Peki ama yalnızlık sağlığın bozulmasına nasıl sebep oluyor? Geçtiğimiz birkaç yıl içinde bilim insanları, sosyal ihtiyaçları karşılanmadığında insan

vücudunda sorunlara neden olan sinirsel mekanizmaları ortaya çıkarmaya başladı. Kanada’nın Montreal kentindeki McGill Üniversitesinden bilişsel sinirbilimci Nathan Spreng, bu araştırma alanının gittikçe büyüdüğünü, elde edilen ilk sonuçların yalnızlığın, beynin hacminden nöronlar arasındaki bağlantılara kadar pek çok şeyi değiştirebileceğini gösterdiğini belirtiyor. University College London’dan yaşlılık alanında uzman psikiyatrist Andrew Sommerlad ise yalnızlığın kişinin çok az anlamlı sosyal ilişkisi olduğunda ortaya çıktığını ve sosyal izolasyonla aynı şey olmadığını vurguluyor ve bu her iki durumu “madalyonun iki yüzü” olarak değerlendiriyor.

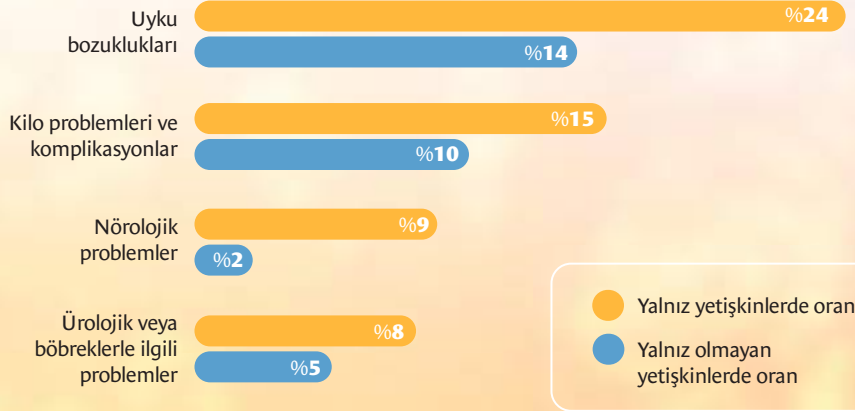
Liste Uzun ve Şaşırtıcı

Yalnızlıkla bağlantılı sağlık sorunlarının listesi hayli uzun ve çok çarpıcı. Yalnız hisseden insanların genellikle depresyona girmesi muhtemel bir sonuç olarak görülüyor. Asıl şaşırtıcı olan kendilerini yalnız hisseden kişilerin, yalnız hissetmeyenlere göre yüksek tansiyon ve bağışıklık sistemi işlev bozukluğu açısından daha büyük risk altında olması. Yalnızlık ve demans arasında da şaşırtıcı bir bağlantı var. *Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry* dergisinde yayımlanan bir çalışmaya göre, yalnız hisseden kişilerin bu tür nörodejenerasyon problemlerine yakalanma olasılığı



Yalnızlık ve Sağlık

ABD’li sağlık hizmetleri ve sigorta şirketi Cigna Group tarafından 2021 yılında yapılan bir ankete göre, yalnız yetişkinlerin bir dizi fiziksel sağlık sorunu tanısı alma veya bu sorunlarla ilgili bakım alma olasılığı daha yüksek.



hissetmeyenlere göre 1,64 kat daha fazla. Yalnızlığın sağlık sorunlarına neden olmasının altında, artan stres hormonu seviyesi ve enfeksiyonlara karşı artan duyarlılık gibi bir dizi fizyolojik etken yattığı düşünülse de İngiltere Cardiff Üniversitesinden bilişsel sinirbilimci Livia Tomova, kişilerin yalnız kaldıklarında beyinlerinin farklı çalışıp çalışmadığının ya da bazı kişilerin beyinlerinde, onları yalnızlığa yatkın kılan farklılıkların olup olmadığının henüz açıklık kazanmadığını söylüyor.

Tarihsel olarak bakıldığında uzak geçmişte başkalarına yakın olmak muhtemelen bir hayatta kalma stratejisiydi. Bu

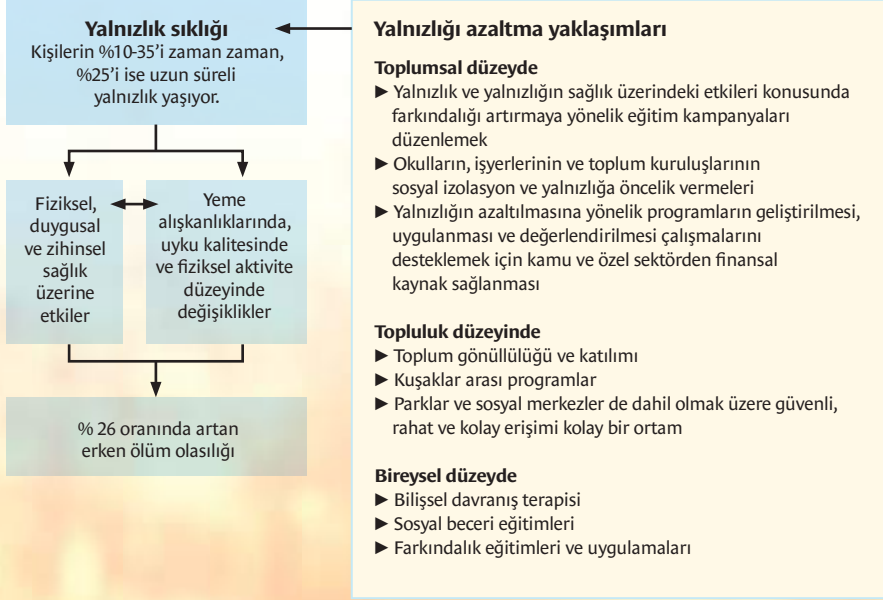
nedenle bilim insanları, tıpkı açlık ve susuzluğun insanları yiyecek ve su aramaya motive etmesi gibi, geçici yalnızlığın da insanları arkadaş aramaya yönlendirdiğini düşünüyor. Aslında açlık ve yalnızlık arasındaki benzerlikler fizyolojik düzeye kadar iniyor. 2020 yılında *Nature Neuroscience* dergisinde yayımlanan bir araştırmada, katılımcılar on saat boyunca ya yiyecekten ya da sosyal bağlantılardan mahrum bırakıldı. Daha sonra beyin görüntüleme yöntemi kullanılarak ya bir tabak makarna gibi yiyeceklerin ya da birlikte gülen arkadaşlar gibi sosyal etkileşimlerin görüntüleriyle aktive olan beyin bölgeleri belirlendi. Aktive olan bölgelerden bazıları yiyecek ya da sosyalleşen insan görüntülerine

özgüydü. Ancak orta beyinde substantia nigra olarak bilinen bir bölgenin, aç katılımcıların yiyecek resimleri gördüğünde, yalnız hisseden katılımcıların ise sosyal etkileşim resimleri gördüğünde aktive olduğu gözlemlendi.

Yalnızlığın beyin üzerindeki etkisini araştıran bilim insanları, yalnızlık ve demans arasındaki bazı ilişkileri açıklamaya yardımcı olabilecek sonuçlar da elde etti. Önceki araştırmalar, yalnız hisseden kişilerin beyin bölgeleri arasındaki bağlantılarda değişiklikler olduğunu ortaya koymuştu. Yine 2020 yılında yapılan ve *Nature Communications* dergisinde yayımlanan bir çalışmada bilim insanları, yalnız hissettiğini bildiren yaşlı insanlarda beynin “varsayılan ağ” (beynin dinlenme sırasında aktive olan bu bölgeleri) olarak adlandırılan bir alanını inceledi. Çalışmanın yazarlarından R. Nathan Spreng, daha önceki çalışmalarda yalnız hisseden gençlerin beyindeki varsayılan mod ağı ve görme, dikkat ve yürütme kontrolü ile ilişkili diğer ağlar arasında yüksek nöral çapraz iletişime sahip olduğunun



Yalnızlığın sağlık üzerindeki etkileri ve yalnızlığı azaltma yaklaşımları



öne sürüldüğünü belirtiyor. Bunu da gençlerin sosyalleşmek için yüksek alarmlarda olmalarına bağlıyor. Ancak ekibi, 40 ila 69 yaş arasındaki insanlardan oluşan UK Biobank verilerinden alınan beyin taramalarında ise bunun tam tersi olduğunu tespit etti. Yalnızlık, varsayılan mod ağı ve görsel sistem arasındaki bağlantıları zayıflatmış ve bunun yerine varsayılan mod ağı içindeki bağlantıları güçlendirmiş. Spreng, bunun sebebinin yaşlı insanların geçmiş sosyal deneyimlerine dair anılarına geri dönerek yalnızlığa çare bulmaları olabileceğini söylüyor. Bunu yaparken de varsayılan mod ağlarını güçlendiriyorlar. Varsayılan ağ, beyinde Alzheimer hastalığı sırasında hasar gören birçok ağdan biri. Spreng ve meslektaşları,

güçlü varsayılan ağların gerçekten nörodejenerasyonla bağlantılı olup olmadığını ve eğer öyleyse nedenini inceliyor.

Araştırmalarda, beyinde yalnızlık ve ödül duygularının işlenişine ilgili de oldukça fazla

bağlantı ortaya çıkıyor. Örneğin yalnızlık, farelerin bazı orta beyin nöronlarını dopamin adı verilen bir nörotransmittere karşı hassaslaştırıyor. Dopamin ve yalnızlık üzerine yapılan araştırmalar yeni olsa da bilim insanları yalnızlık ile başka bir kimyasal sinyal türü olan glukokortikoid adı verilen stres hormonu arasındaki bağlantıyı da uzun zamandır kabul ediyor. Atina'daki Demokritos Ulusal Bilimsel Araştırma Merkezinden nörofizyolog John-Ioannis Sotiropoulos, insanların işlevlerini yerine getirmek, çevresinde olup bitenleri kavramak için belli bir düzeyde glukokortikoidlere ihtiyaç duyduğunu söylüyor. Ancak sürekli yalnızlık, kronik olarak yüksek glukokortikoid seviyelerine yol açıyor. Dahası bu kimyasallar yalnızlık ve demans arasında bir bağlantı olabileceğini de düşünüyor. Örneğin, Alzheimer hastalığının bir fare modelinde, glukokortikoidlerin,



hastalığın ana özelliği olan nöronların etrafını saran protein plaklarının oluşmasında rol oynayan iki proteinin seviyesini artırdığı görülmüş. New Jersey'deki Princeton Üniversitesinden bilişsel sinirbilimci Laetitia Mwilambwe-Tshilobo, stresin insanlar yaşlandıkça zaten yıpranmakta olan beyne ekstra bir "saldırı" olduğunu söylüyor, ancak stresle ilişkili kimyasalların nörodejenerasyonda tam olarak nasıl bir rol oynadığına dair bir görüş belirtmeden önce daha fazla araştırma yapılması gerektiğini de özellikle vurguluyor.



Bazı araştırmacılar ise yalnız insanların hayatı, yalnız hissetmeyenlerden farklı görme eğiliminde olduklarını düşünüyor. 2023 yılında *Psychological Science* dergisinde yayımlanan bir çalışmada araştırmacılar, katılımcılardan manyetik rezonans görüntüleme tarayıcısının içindeyken çeşitli durumlarda, örneğin, spor yapan veya bir randevuda olan insanların videolarını izlemelerini istedi. Yalnız hissetmeyen kişilerin hepsinin birbirlerine benzer sinirsel tepkileri varken, yalnız hisseden kişilerin tepkileri diğer gruptan ve birbirlerinden farklıydı. Araştırmacılar, yalnız insanların içinde bulundukları koşulların farklı yönlerine dikkat ettiklerini ve bu nedenle kendilerini yaşlılarından farklı olarak algıladıklarını tespit etti. Bu sonuç, yalnızlığın kendi kendini besleyerek zaman içinde

daha da kötüleşebileceği ihtimalini akla getirdi. Mwilambwe-Tshilobo da yalnız olduğunu düşünen bir kişinin, sosyal hayatını daha olumsuz algıladığını ya da yorumladığını düşünüyor.

Nedeni ne olursa olsun, yalnızlık en büyük etkiyi dezavantajlı gruplardaki insanlar üzerinde gösteriyor. San Francisco'daki Kaliforniya Üniversitesinden geriatrist ve palyatif bakım doktoru Ashwin Kotwal, COVID-19 pandemisinin insanları uzun bir süre izole olmaya zorlayarak yalnızlığı daha da yaygınlaştırdığını ancak verilerin yavaş yavaş ortaya çıktığını belirtiyor.

Uzmanlar artık acil bir sağlık tehdidi olarak görülen yalnızlığın önlenmesi ve hafifletilmesi için bireylerin, toplum kuruluşlarının hatta tüm toplumun dâhil olduğu çok yönlü ve çok aşamalı bir yaklaşım olması gerektiğini düşünüyor. Ek olarak, yalnızlığı azaltma ya da önleme programlarının sağlık açısından faydalarını gösterecek verilere olan ihtiyaç nedeniyle de bu konuda gerçekleştirilecek araştırmaların sayısındaki artış da önemli. Bugüne kadar yapılan çalışmalar da gösteriyor ki yalnızlık ciddiye alınması ve göz ardı edilmemesi gereken bir durum. Bu nedenle DSÖ bünyesinde kurulan Sosyal Bağlantı Komisyonu oldukça önemli bir adım olarak değerlendiriliyor. ■

Kaynaklar

<https://doi.org/10.1038/d41586-024-00900-4>
<https://news.gallup.com/opinion/gallup/512618/almost-quarter-world-feels-lonely.aspx>
Hawkey, L. C., "Loneliness and Health", *Nature Reviews Disease Primers*, Cilt 8, Sayı 22, 2022

Yıldız Denizinde Yüzen Kozmik Bir Denizanası

Dr. Tuba Sargül [TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi]

Parlak yuvarlak bir “baştan” çıkan saçak şeklindeki uzantısıyla kozmik bir denizanasına benzeyen bu yapı, şekli nedeniyle denizanası bulutsusu olarak isimlendiriliyor. Bilimsel adı IC 443 olan bu bulutsu yaklaşık 5.000 ışık yılı uzağımızda bulunuyor. Bilim insanları denizanası bulutsusunun yaşının 3.000 yıl ila 30.000 yıl arasında olabileceğini öngörüyor.

IC 443, bir süpernova kalıntısı. Süpernova patlamalarından arta kalan gaz ve toz bulutu süpernova kalıntısı olarak isimlendirilir. Ömrünün sonuna gelen yıldızların sonuçta hangi gök cismine dönüşeceği ise kütesine bağlıdır. Güneş benzeri yıldızlar gezegenimsi bulutsuya dönüşürken, daha büyük kütleli yıldızlar süpernova patlaması sonucu nötron yıldızlarını ya da kara delikleri oluşturur. Yakıtı tükenen büyük kütleli yıldızların iç basıncı kendi kütleçekimini yenemediğinde yıldız çökmeye başlar. Bu süreçte yıldızın çekirdeği nötron yıldızına dönüşürken, dış katmanları süpernova patlamasıyla uzaya saçılır. Süpernova patlamaları evrendeki en parlak olaylardan biridir. Parlaklıkları birkaç gün içinde en yüksek seviyeye ulaşır ve birkaç ay içindeyse sönükleşirler.

Denizanası bulutsusu İkiizler Takımyıldızı’nda bulunuyor. Ancak gökyüzünde yeterince parlak görünmediği için bulutsuyu çıplak gözle fark etmek mümkün değil. ■

Kaynaklar

Ustamujic, S. ve ark., “Modeling the mixed-morphology supernova remnant IC 443”, *Astronomy and Astrophysics*, Cilt 649, Makale no: A14, 2021.
<https://www.nasa.gov/image-article/what-spawned-jellyfish-nebula/>
<https://bilimgenc.tubitak.gov.tr/makale/supernova-patlami-nedir>

BİLİM TARİHİNDEN NOTLAR

Prof. Dr. Hüseyin Gazi Topdemir

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



Kuantum Elektrodinamiği I

Kuramın Kısa Tarihsel Art Alanı

Uzun sayılabilecek bir zaman dilimi boyunca, bilim dünyasında bilinmekte olan temel varlık alanlarında olup bitenlerin açıklanması için başvurulan hâkim kuramlar Newton ve Maxwell kuramlarıydı. Daha sonra Einstein, bu kuramların ışık hızına yakın hızlarda gerçekleşen olguların açıklanmasında yetersiz kaldıklarını belirledi ve Görelilik Kuramını geliştirdi. Uzun bir süre boyunca üzerinde durduğumuz temel parçacıkların keşfiyle başka bir varlık dünyasının olduğu anlaşıldı ve bilim insanları enerji yüklü tek bir parçacığın üzerinde iki yarık bulunan dar bir aralıktan

geçirildiğinde girişim yapabildiği türünden görünür dünyadakinden çok farklı olguları gözlemlediler. Böylece yerleşik bilimsel yöntem ve tekniklerle bu dünyada olup bitenlerin bilgisine ulaşamayacaklarını anladılar. Çünkü tek bir parçacığın girişim yapabildiği hususu kolayca kavranacak türden, adeta gündelik hayatın olağan akışı içerisinde karşılaşılan sıradan bir olay değildi. Buna karşın ilk anda tuhaf gelse de gözlemlenen sonuç olgusal bir hakikatti. Böylesi durumları anlaşılabilir ve kavranabilir bir niteliğe büründürmek için Kuantum Kuramı oluşturuldu.

Kuantum nesneleri arasında gerçekleşen etkileşim, değişim ve hareket olgularını açıklamak için ise kuantum mekaniği geliştirildi. Bu kavramsal ve kuramsal gelişmeler yardımıyla sağduyu açısından



Paul Dirac
(1902-1984)



Werner Heisenberg
(1901-1976)



Wolfgang Pauli
(1900-1958)

apaçık görünmeyen çok sayıda olgusal durumun açıklanması mümkün olabildi. Ancak bilim ilerledikçe yeni olgular ve bu olguların açıklanması için yeni kavramlar ve yöntemler geliştirmeye yönelik arayışlar hep devam etti. Nitekim yirminci yüzyılın ilk yarısında ışık ve madde etkileşimi konusunda yapılan araştırmalar hem yeni keşiflerin yapılması hem de kuram geliştirme gayretlerinin parlak sonuçlarının alındığı bir zaman dilimi oldu. Paul Dirac (1902-1984) 1927'de ışık fotonlarının atomlar ve elektronlar tarafından emiliminin ve

salınımının nasıl gerçekleştiğini açıklayan Elektron Kuramını geliştirdi. Kısa bir süre sonra Werner Heisenberg (1901-1976) ve Wolfgang Pauli (1900-1958) kuramı detaylandırırlar. Bu detaylandırma sonucunda şu hususlarda gelişme kaydedildi: Elektronun açısal momentumu (spin) önceden belirlenebildi. Pozitif ve negatif enerji yüklü parçacıklar öngörülebildi. Elektronlar, protonlar ve fotonlar arasındaki etkileşimin doğası anlaşılabilir. 1930'da ise Robert Oppenheimer (1904-1967) elektronun sınırsız denilebilecek denli çok yoğun yüke sahip olduğunu ve bu yüzden kendi ışınlam alanı ve yoğun kütleyle sonsuz bir etkileşim enerjisinin bulunduğunu belirledi.



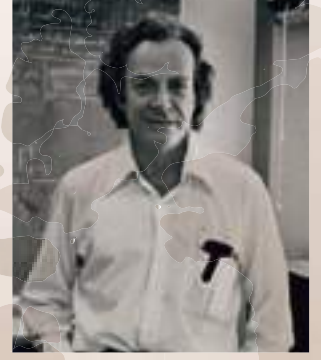
Robert Oppenheimer
(1904-1967)

Art arda gerçekleştirilen keşifler ışık ve madde etkileşimi hakkında detaylı bilgi kazanımını sağlasa da hâlâ açıklanamayan durumların bulunması yeni kavramlaştırmalara dayalı kuramlara gereksinim olduğunu göstermekteydi. Bilim insanları bu durumda Maxwell'in Elektromanyetik Kuramını kuantum mekaniğiyle uyumlu hale getirmek gerektiğini düşündüler ve yapılan çalışmalar sonunda temel parçacıklar arasındaki her tür etkileşimi açıklayabilecek nitelikte Kuantum Elektrodinamiğini oluşturdular.

Kuramın Mahiyeti Üzerine

Geliştirilen her yeni kuramın belirli sınırlılıklar taşıması doğaldır. Kuantum Elektrodinamiği de çeşitli olgusal durumların açıklanmasında belirli sınırlılıklar taşıyordu. Öncelikle kuram, yaptığı açıklamaların sürekli belli bir kesinlik düzeyinde kalması nedeniyle bilimsel açıklamada aranan nicel kesinlik beklentisini yeterince karşılamıyordu. Bu yüzden modern dönemle birlikte yerleşik hale gelmiş olan, “olup bitenleri matematikle kavramak” anlayışına uzak düşmekteydi. Başka bir deyişle kuramın ele almak durumunda olduğu problemlerin ve çözüm önerilerinin nicel olarak nasıl ifade edilebileceği, yani hesaplamaların nasıl yapılacağı konusunda sıkıntıları bulunmaktaydı. Nihayet, 1948 yılında, bu sorunun çözümünü, yüklü parçacıkların etkileşimleri konusunda epeyce zaman ve emek harcamış olan üç bilim insanı, Julian Schwinger (1918-1994), Shin-Ichiro Tomonaga (1906-1979) ve Richard Feynman (1918-1988) gerçekleştirdi. Böylece Kuantum Elektrodinamiği başlangıçta içinde barındırdığı sorunları çok büyük ölçüde çözmüş olarak gittikçe etkinliğini artırdı; ışığın doğası, yayılımı ve madde ile etkileşimi konularında geçerli çözüm önerileriyle temel fizik

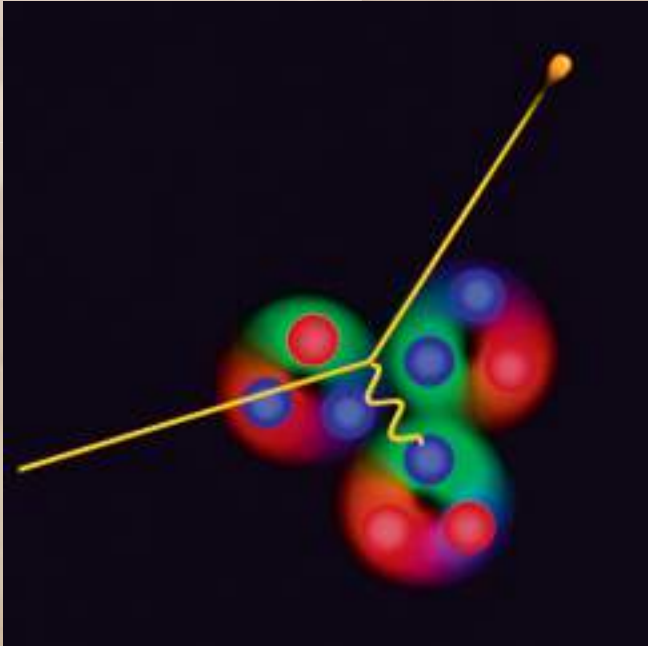
kuramlarından biri oldu. Hatta kurama dayanılarak başarılı tanımlamalar yapılabilmesi ve açıklamalara gidilebilmesi nedeniyle, temsilcileri onu fiziğin mücevheri olarak bile adlandırdılar.



Richard Feynman
(1918-1988)

Kuramın dikkat çeken bir yönü de tarihe Feynman Diyagramları olarak geçen ve ünlü fizikçi Richard Feynman tarafından geliştirilen diyagramları barındırmasıdır. Işık ve madde arasındaki etkileşimden doğan değişimleri hesaplamak için oluşturulacak denklemlerin terimlerini bulma ve düzenleme görevini basitleştirmek için çeşitli kolaylıklar sağlayan diyagramlar, ok yönü sağa ve sola dönük olan düz çizgiler ile dalgalı çizgilerden meydana gelmektedir. Bu çizgiler yardımıyla kuram tarafından temel parçacık kabul edilen elektron, pozitron ve foton arasındaki etkileşimlerin açıklanması için diyagramlar oluşturulabilmektedir. İlk bakışta tuhaf çiziktirmelerden oluşuyormuş izlenimi yaratsalar da diyagramların incelenen olgu ve olgunun matematik ifadesi açısından mükemmel uyum gösterdikleri belirlenmiştir. Bundan dolayı, kuramın temsilcileri onları “hayranlık uyandıran anlatımlar” olarak değerlendirmişlerdir.

Freeman J. Dyson (1923-2020) tarafından sistemleştirilen diyagramlar, temel parçacık fiziğinin kuramsal işlemlerinde, yani fiziksel süreçlerin temsil edilmesinde başarıyla kullanılmaktadırlar. Başka bir deyişle, diyagramlar aynı anda hem incelenen olguların idealize edilmiş temsilleri olarak (görselleştirme) hem de bu olgular hakkında ifadeler üretmek için bir araç olarak işlev görmektedirler. Bizzat Feynman, diyagramların matematiksel ifadeler olmadığını, aksine matematiksel ifadeleri yazmaya yardımcı



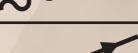
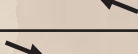
olacak araçlar olduğunu belirtmiştir. Daha önce belirtildiği üzere, Kuantum Elektrodinamiğine göre elektron, pozitron ve foton olmak üzere üç temel parçacık vardır ve her bir çizgi, bir parçacığı temsil etmektedir. Bir diyagramda kullanılan ok ve dalgalı çizgi, uzay-zaman koordinatları düzleminde fotonların yarattığı değişim sonucunda etkileşen elektrik yüklü parçacıkların içinde yer aldığı bütün olguları açıklamakta kullanılmaktadır ve bu haliyle Kuantum Elektrodinamiğinin gereksinim duyduğu matematik anlatıma yardım eden araçlar olarak hizmet görmektedirler. Bu açıdan değerlendirildiğinde, Kuantum Elektrodinamiği on yedinci yüzyılda

başlatılan, on sekizinci ve on dokuzuncu yüzyıllarda yerleşik bir bilim anlayışına dönüştürülen “doğayı matematikle yazılmış bir kitap” olarak görme eğiliminin bir devamı olarak geliştirilmiş yeni bir doğa ve evren tasarımının adıdır. Bu noktada şöyle bir soru sormakta yarar vardır: Bütün bu olumlu görüşlere ve özellikle temsilcilerinin övgüyle söz etmelerine karşın kuramın niteliğine ilişkin çok sayıda eleştiri ve tartışma neden yapılmaktadır?

Işık olaylarının başat bir olgu olarak ele alındığı Kuantum Elektrodinamiğinin doğasına yönelik, kuramın geliştirilmesinde önemli rol oynamış bilim insanlarından biri olan Dyson şunları belirtmektedir:

Kuram aracılığıyla ulaşılan başarıları fizikte gerçek bir ilerleme olarak görmeyebiliriz. Bununla birlikte, yenilenmiş halinde sadece hesaplama yöntemlerinin değişmiş olduğu unutulmamalıdır. Tomonaga, Schwinger ve Feynman üçlüsü herhangi bir radikal yenilik yapmadan kuramı kurtardılar. Dyson bu kuşkulu yaklaşımına karşın, üç bilim insanının, kuramın fiziksel temelini Dirac tarafından ortaya konduğu gibi aynen koruduklarını, sadece matematiksel üst yapıyı değiştirdiklerini, matematiksel formülasyonu büyük bir ustalıkla rafine ederek, kuramın aslında tüm gözlemlenebilir nicelikler için anlamlı tahminler verdiğini gösterebildiklerini savunmaktadır. Durumun gerçekte ne olduğunu gelecek yazımızda ele alacağız.

Gelecek sayımızda Kuantum Elektrodinamiği konusunu ele almayı sürdüreceğiz. ■

Parçacık etkileşimlerini gösteren Feynman diyagramları		
Diyagram Bileşenleri		Ok yönü sağ tarafa olan düz çizgi
		Ok yönü sol tarafa olan düz çizgi
		Dalgalı çizgi
Diyagramlara göre Parçacık Etkileşimleri		Bir elektron bir foton yayar
		Bir elektron bir fotonu soğurur
		Bir pozitron bir foton yayar
		Bir pozitron bir foton soğurur
		Bir foton, bir elektron ve pozitron üretir (elektron-pozitron çifti)
		Bir elektron ve pozitron karşılaşır bir foton üreterek kaybolurlar

Kaynaklar

- Feynman, R. P., *Kuantum Elektrodinamiği (KEDİ) Işığın ve Maddenin Tuhaf Kuramı*, Çeviren: R. Ö. Akyüz, İstanbul: Nar Yayınları, 1997.
- Özemer, A. Y., *XX. Yüzyılda Fiziğe Yön Verenler*, İstanbul: Boğaziçi Yayınları, 2005.
- Parker, B., *Kuantumu Anlamak*, Çeviren: Elif Alkın, İstanbul: Güncel Yayıncılık, 2005.
- Wüthrich, A., “The Genesis of Feynman Diagrams, New Studies in The History and Philosophy of Science and Technology”, *Archimedes Series*, Volume: 26, Ed.: Jed Z. Buchwald, New York: Springer, 2010.
- Topdemir, H. G., *Işığın Öyküsü Mitolojiden Kuantum Elektrodinamiğine Işık Kuramlarının Tarihsel Gelişimi*, (4. Baskı), Ankara: TÜBİTAK Popüler Bilim Kitapları, 2019.

Doğa Fauna

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

ÇÖL TILKISI

Sina Yarımadası'ndan Batı Sahra ve Moritanya'ya kadar uzanan bölgede Kuzey Afrika çöllerine özgü, kulakları oldukça büyük, ancak kendisi Dünya'nın en küçük tilkisi olan bir tilki türü yaşar; Çöl Tilkisi.

Büyük kulaklar çölün aşırı sıcak ikliminde ısıнын dağıtılmasına ve vücudun serin kalmasına yardımcı olur. Ayrıca, bu büyük kulaklar yer altındaki avların yerini tespit etmek için sesleri dinlemeye yarar. Genel olarak böcekler, küçük memeliler ve kuşlarla beslenirler.

Genellikle 10 yıl kadar yaşam ömrü olan çöl tilkileri barınma ve koruma amacıyla toprağın altına 120 m² kadar büyüklükte ve diğer tilki ailelerinin yuvalarına bitişik yuvalar kazarlar.

Çöl tilkisinin ayakları küreğ  benzer yapıdadır, bu da toprağı rahatça kazıp avlarını bulmak ve yeraltındaki yuvalarını yapmak için onlara avantaj sağlar. Bu tilkilerin boyları yaklaşık 35-40 cm, kuyrukları ise 30 cm kadardır.

Çöl tilkisinin gündüz güneş ışığını yansıtan ve geceleri sıcak kalmasına yardımcı olan kum renginde bir kürkü vardır. Burnu ve kuyruğunun ucu siyahtır. Uzun kulaklarının arkasında uzunlamasına kırmızımsı çizgiler bulunur. Kulak içinde sık kıllar bulunur. Çöl tilkilerinin ayakları bile kıllıdır, bu durum onların aşırı sıcak kumda rahatça hareket etmelerini sağlar. ■



wrangel / iStock



shisy / iStock

Gökyüzü

Dr. Tuba Sarıgül

[TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi

Şafak Vakti Gökyüzünde Merkür Manzarası

Eylül ayı Merkür'ü şafak vakti gözlemlemek için son derece uygun bir dönem. 8 Eylül'de karşı konumdan geçecek olan Satürn ise bütün gece gökyüzünde görülebiliyor.



Merkür

Ayın ilk gününde hilal şeklindeki Ay ile Merkür'ü Güneş'in doğuşundan önce doğu yönünde ufuk üzerinde birbirine yakın görebilirsiniz. Merkür, ayın başında Güneş'ten yaklaşık 1,5 saat önce doğuyor. 5 Eylül'de en büyük batı uzanımı konumundan geçen Merkür, bu dönemde ufuk üzerinde en yüksek noktaya ulaşıyor. İlerleyen günlerde ise parlaklığı artmaya devam ediyor. 9 Eylül sabahı Merkür'ü ve Aslan Takımyıldızı'nın en parlak yıldızı Regulus'u birbirine çok yakın görebilirsiniz. Merkür, 30 Eylül'de yörünge hareketi sırasında Dünya'ya göre Güneş'in arkasından geçiyor.

Venüs

Venüs, 5 Eylül akşamı yaklaşık %6'sı aydınlanmış olan hilal şeklindeki Ay ile birbirine yakın görülebiliyor. Eylül ayında Güneş'in batışından sonra batı yönünde ufuk üzerinde görülebilen Venüs, ayın başında Başak Takımyıldızı'ndayken, ilerleyen günlerde Terazi Takımyıldızı'na doğru hareket ediyor. Venüs'ün parlaklığı ve gezegen diskinin büyüklüğü ay boyunca hafifçe artarken, aydınlık görünen kısmının oranı %91'den %85'e düşüyor. 18 Eylül akşamı Venüs'ü ve Başak Takımyıldızı'nın en parlak yıldızı Spika'yı batı yönünde ufuk üzerinde birbirine yakın görmeyi deneyebilirsiniz.

Mars

Mars eylül ayında gece yarısına yakın saatlerde doğu yönünde ufuktan doğuyor ve Güneş'in aydınlığında kaybolmadan önce gökyüzünde en yüksek noktaya ulaşıyor. Mars'ın parlaklığı ve gezegen yuvarlağının büyüklüğü ise ay boyunca her geçen gün artıyor. 26 Eylül gecesi Mars'ı ve Ay'ı İkizler Takımyıldızı'nda birbirine yakın görebilirsiniz.

Jüpiter

Jüpiter'i eylül ayında Boğa Takımyıldızı'nda görmek mümkün. Ayın ilk günlerinde gece yarısında kuzeydoğu-doğu yönünde ufku üzerinden doğan Jüpiter, ayın ilerleyen günlerinde daha erken saatlerde doğmaya başlıyor. Güneş sisteminin en büyük gezegeninin görünür parlaklığı ve gezegen diskinin büyüklüğü ay boyunca artıyor. 24 Eylül gecesi Jüpiter'i ve son dördün evresindeki Ay'ı birbirine yakın görebilirsiniz. Bu tarihte Boğa Takımyıldızı'nın en parlak yıldızı Aldebaran'ı Jüpiter'in güneybatısında bulabilirsiniz.

Satürn

Eylül ayında Güneş'in batışından doğuşuna kadar gökyüzünde görülebilen Satürn, gece yarısına yakın saatlerde gökyüzünde en yüksek noktaya ulaşıyor. Halkalı Gezegen, 8 Eylül'de karşı konumdan geçiyor. Bu konumdayken Güneş, Dünya ve Satürn aynı hizadadır ve Satürn, Güneş'e göre Dünya'nın arkasından geçer. Gözlem için son derece uygun olan bu dönemde Satürn, aynı zamanda Dünya'ya en yakın konuma geliyor. Bu tarihte Satürn'ün görünür büyüklüğü yılın en yüksek değerine ulaşıyor. Ancak aralarındaki mesafe çok yüksek olduğundan Satürn'ün Dünya'ya en yakın ve en uzak olduğu zamanlarda görünür büyüklüğü arasındaki farkı çıplak gözle fark etmek çok zor.

17 Eylül akşamı Jüpiter'i ve dolunay evresine yaklaşan Ay'ı, doğu-güneydoğu yönünde ufku üzerinde birbirine yakın görebilirsiniz.



Parçalı Ay Tutulması

18 Eylül'de parçalı Ay tutulması gerçekleşiyor. Tutulma; Avrupa, Afrika ve Amerika kıtalarından izlenebiliyor. Türkiye saati ile 05.45'te gerçekleşen maksimum tutulma sırasında Ay yuvarlağının %8'i Dünya'nın gölgesinden geçiyor.

Siz de 18 Eylül sabahı 05.12 ve 06.15 saatleri arasında Ay'ın Dünya'nın gölgesine girmesiyle Ay yuvarlağının üzerinde oluşan kısmi gölgeyi görmeyi deneyebilirsiniz.

C/2023 A3 Kuyruklu Yıldızı Güneş Sistemini Ziyaret Ediyor

Tsuchinshan-ATLAS olarak da bilinen C/2023 A3 kuyruklu yıldızı, 27 Eylül'de Güneş'e en yakın konumdan (günberi) geçiyor. Bu süreçte kuyruklu yıldız, Dünya'dan bakıldığında çıplak gözle fark edilebilecek parlaklığa ulaşıyor.

C/2023 A3 kuyruklu yıldızı ilk olarak 9 Ocak 2023'te Çin'deki Mor Dağ Gözlemevi tarafından gözlemlenmişti. Ancak ilerleyen günlerde tekrar tespit edilemediği için kayıp nesne olarak kabul edildi. İlk gözlemden 44 gün sonra yani 22 Şubat 2023'te ise Asteroit Karasal Etkili Son Uyarı Sistemi (ATLAS) tarafından tekrar gözlemlendi. Kuyruklu yıldız C/2023 A3 olarak isimlendirildi.

Yeni keşfedilen kuyruklu yıldızların özelliklerini belirlemek zor olduğundan, bilim insanları C/2023 A3 kuyruklu yıldızın gelecekteki davranışlarını tahmin edebilmek için keşfedildiğinden beri kuyruklu yıldızı izlemeye devam ediyor.

C/2023 A3 kuyruklu yıldızının günberi konumundayken Güneş'e olan uzaklığının 0,39 AU (yaklaşık 58 milyon kilometre) olacağı, parlaklığının ise 3 kadir mertebesine ulaşacağı tahmin ediliyor. Siz de 27 Eylül sabahı Güneş'in doğuşundan önce doğu yönünde ufku üzerine bakarak C/2023 A3 kuyruklu yıldızını gözlemlemeyi deneyebilirsiniz.

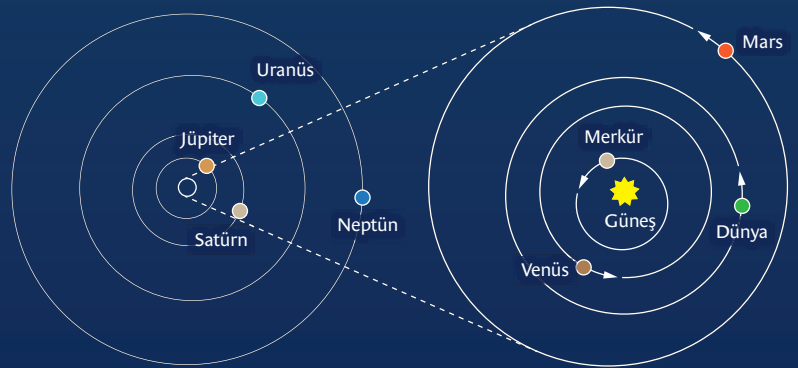


Pepe Chambó / cometografia.es
Pepe Chambó'ya, fotoğrafının Bilim ve Teknik dergisinde kullanılmasına izin verme nezaketinde bulunduğu için teşekkür ediyoruz.

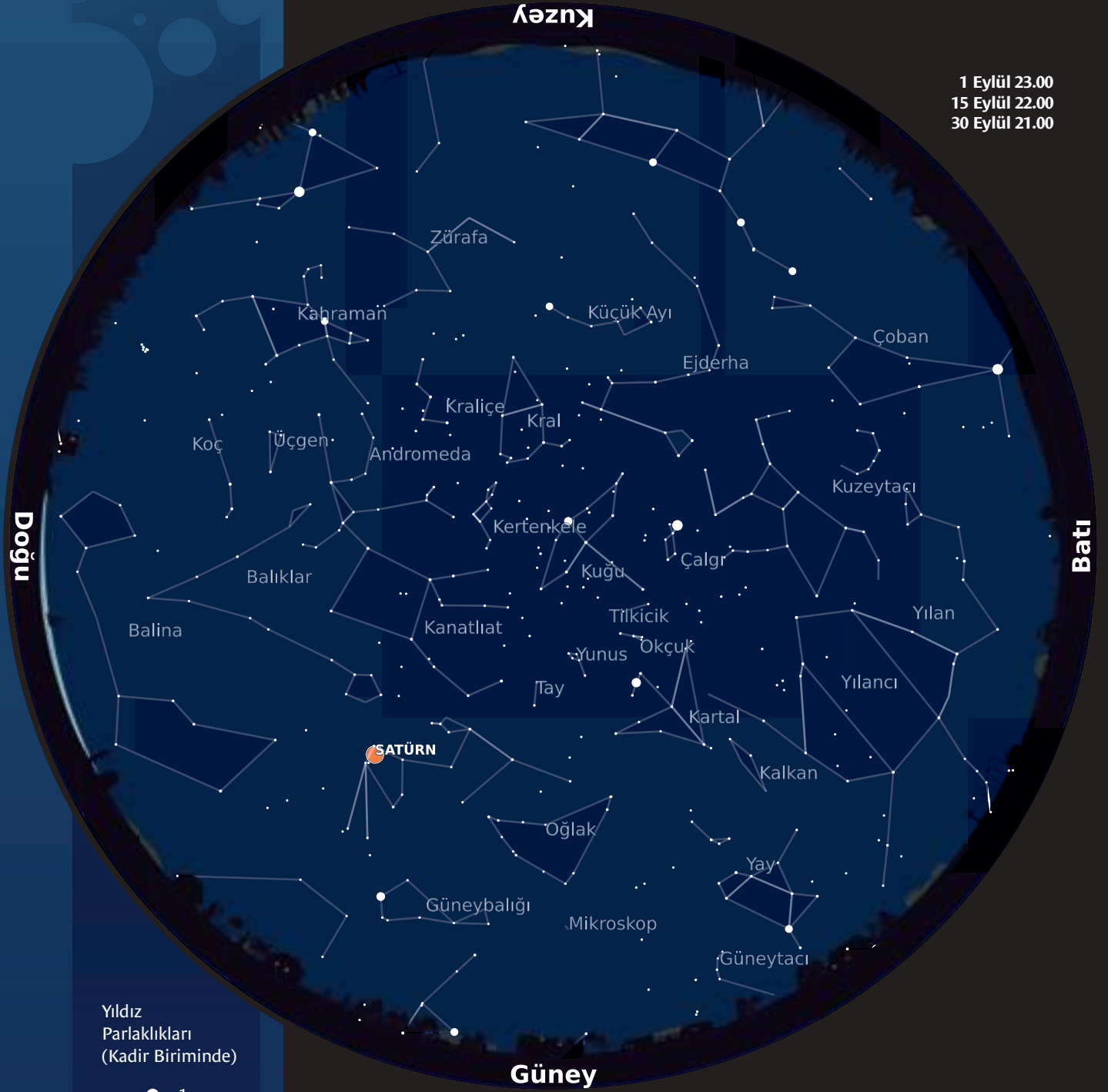
Ayın Önemli Gök Olayları

- | | |
|-----------------|--|
| 3 Eylül | Ay, yeni ay evresinde |
| 5 Eylül | Ay, Dünya'ya en uzak konumda
Ay ve Venüs yakın görünümde
Merkür, en büyük batı uzanımı konumunda |
| 6 Eylül | Ay ve Spika yakın görünümde |
| 8 Eylül | Satürn karşı konumda |
| 9 Eylül | Merkür ve Regulus yakın görünümde |
| 10 Eylül | Ay ve Antares yakın görünümde |
| 11 Eylül | Ay, ilk dördün evresinde |
| 17 Eylül | Ay ve Satürn yakın görünümde |
| 18 Eylül | Ay, dolunay evresinde
Ay, Dünya'ya en yakın konumda
Parçalı Ay tutulması
Venüs ve Spika yakın görünümde |
| 21 Eylül | Neptün karşı konumda |
| 22 Eylül | Sonbahar ekinoksu |
| 24 Eylül | Ay, son dördün evresinde |
| 26 Eylül | Ay ve Polluks yakın görünümde |
| 30 Eylül | Merkür, üst kavuşum konumunda |

Eylül Ayında Gezegenlerin Birbirlerine Göre Yörüngelerindeki Konumları



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



Yıldız
Parlaklıkları
(Kadir Biriminde)

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

Kaynaklar

- Okuyan, O. ve Köseoğlu, D. K., "2024 Gök Olayları Yıllığı", *Bilim ve Teknik*, Sayı 674, 2024.
- Sekanina, Z., "Inevitable Endgame of Comet Tsuchinshan-ATLAS (C/2023 A3)", *arXiv*, 2024.
- "Observing September 2024", *Sky and Telescope*, Cilt 148, Sayı 3, s.41-57, 2024.
- Ratcliffe, M. ve Ling, A., "Sky This Month", *Astronomy*, Cilt 52, Sayı 9, s. 28-35, 2024.
- <https://eclipse.gsfc.nasa.gov/SKYCAL/SKYCAL.html>

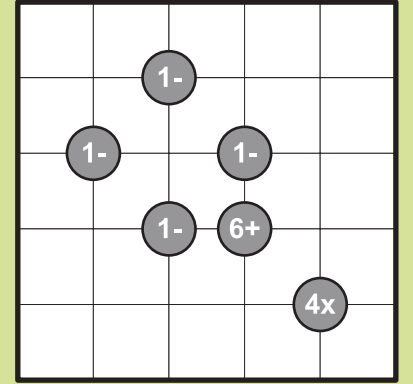
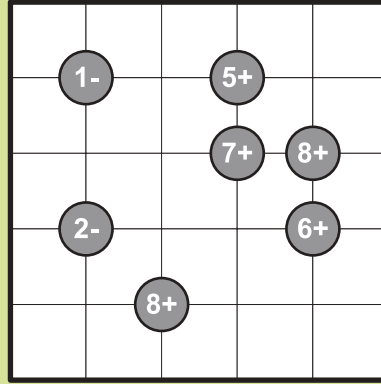
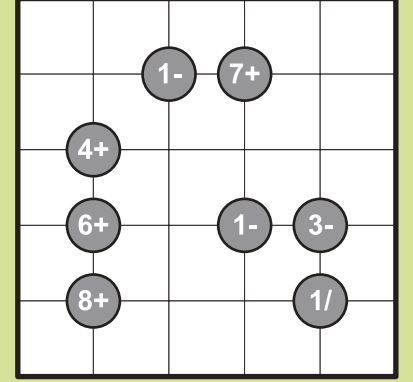
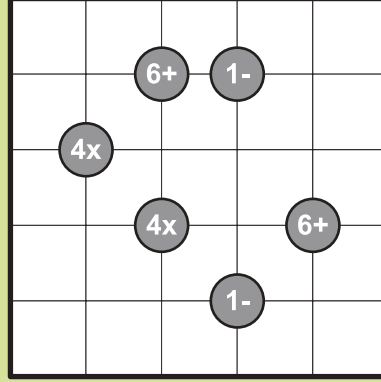
Düşünme Kulesi

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

Ayın Oyunu: **Matrax**

Matrax Oyununun Kuralları

Her satırda ve sütunda 1'den 5'e kadar tüm rakamlar tam olarak birer kez yer alacak şekilde diyagramı doldurun. Çemberlerdeki ipuçları çevrelerindeki çapraz rakam çiftler arasındaki bağlantıyı göstermektedir.

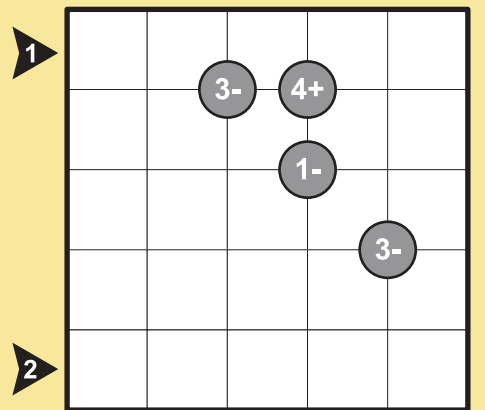


Matrax - Örnek Çözüm

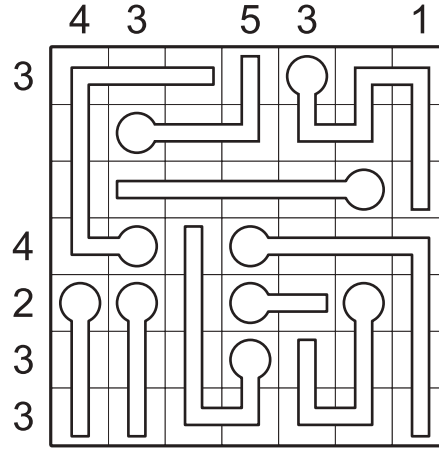
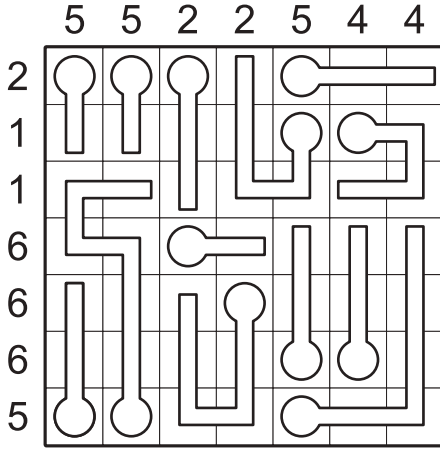
3	4	2	5	1
4	5	7+	3	1
1	3	1/	5	2
2	1	4	2-	7+
5	2	1	4	3

Ödüllü soru

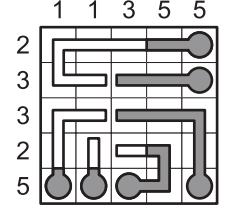
▼ Matrax sorusunu çözüp ok doğrultusundaki içeriği yazarak ad, soyad, adres ve telefon bilgileri ile birlikte dusunme.kulesi@tubitak.gov.tr adresine gönderenler arasından çekilişle belirlenecek 10 kişiye TÜBİTAK Popüler Bilim Kitapları tarafından yayımlanmış *Kara Delik Bir Delik Değildir* başlıklı kitap hediye edilecek. Çekiliş sonuçları dergimizin sosyal medya hesaplarından önümüzdeki ayın ilk haftasında duyurulacak. Geçen ayın ödüllü Kropki sorusunu doğru yanıtlayan ve kitap ödülü kazanan okurlarımızın listesi sosyal medya hesaplarımız üzerinden duyuruldu.



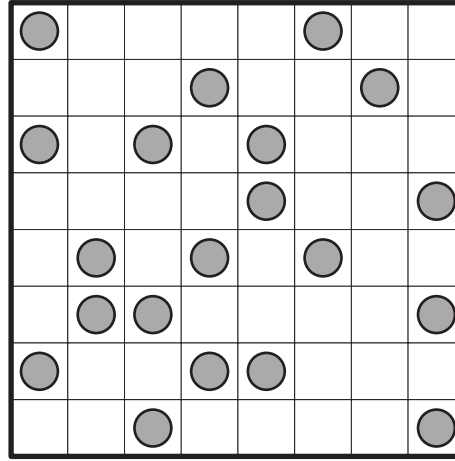
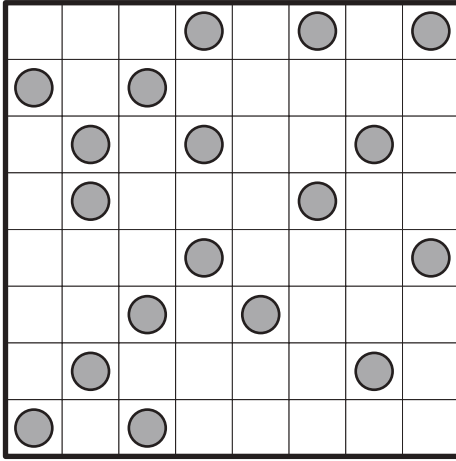
Termometre: Tabloda cıva seviyeleri bilinmeyen termometreler vardır. Cıva seviyesi her zaman yuvarlak uçtan başlayarak yükselmektedir. Bazı termometreler dolu veya tamamen boş olabilir. Tablonun dışındaki sayılar ilgili satır veya sütundaki cıva olan sayısını göstermektedir.



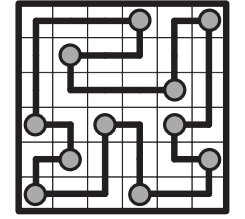
Termometre
Örnek Çözüm



Köşe Kapmaca: Tabloda cıva seviyeleri bilinmeyen termometreler vardır. Cıva seviyesi her zaman yuvarlak uçtan başlayarak yükselmektedir. Bazı termometreler dolu veya tamamen boş olabilir. Tablonun dışındaki sayılar ilgili satır veya sütundaki cıva olan sayısını göstermektedir.



Köşe Kapmaca
Örnek Çözüm



Geçen Sayının Çözümleri

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

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

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

Ödüllü Soru:
Kropki

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

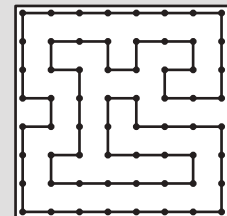
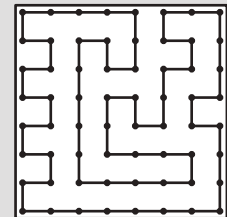
1	4	3	5	2	6
3	1	6	2	4	5
2	3	5	4	6	1
6	2	1	3	5	4
4	5	2	6	1	3
5	6	4	1	3	2

Kropki

2	5	3	0	0	5	4	4
0	2	2	5	3	3	5	6
1	1	4	5	3	1	1	3
6	0	0	6	6	3	2	1
4	4	5	6	1	2	0	1
4	3	2	4	3	6	6	6
5	4	0	1	5	2	0	2

1	4	1	1	4	1	6	0
1	3	2	0	5	3	3	6
2	0	0	1	6	4	5	2
4	6	5	6	5	3	3	6
4	6	5	2	2	5	4	1
4	3	0	2	3	6	0	5
2	0	3	5	0	2	4	1

Domino Avı



Patika Oluşturma

Satranç

Kıvanç Çefle [btsatranc@tubitak.gov.tr]

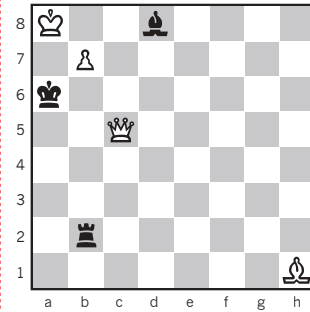
Grimshaw Kesişimi

Sevgili okurlarımız, geçen yazımızda size Novotny kesişiminden söz etmiştik. Bu yazımızda da Novotny'nin bir anlamda kardeşi gibi düşünebileceğimiz, adı onunla birlikte anılan Grimshaw kesişiminden söz etmek istiyoruz. Bu fikri ilk kez İngiliz problemci Walter Grimshaw (1832-1890) kullanmış, adını da buradan alıyor. Grimshaw'da da Novotny'de olduğu gibi bir fil ve kalenin birbirlerinin yolunu kesmesi söz konusu, ama burada Novotny'den farklı olarak kesişim karesi üzerinde bir taş fedası bulunmuyor. Fil ve kale, ya rakibin bir

tehdidini engellemek için, ya da bir zugzwang pozisyonu söz konusuysa zorunlu olarak kesişim karesi üzerine oynarlar. Grimshaw da tıpkı Novotny gibi problemlerde en sık kullanılan temalardan biridir. Şimdi örneklere geçelim.

Diyagram 1

Villy C. E. Nielsen
Arbejder-Skak, 1941



Beyaz oynar ve iki hamlede mat eder.

Çözüm:

1. Fc6!

Beyaz bu hamleyle 2.Va7# mat tehdidini yapıyor. Siyah, vezirin a7 karesine ulaşımını engellemek için filini ya da kalesini b6 karesine oynayarak bu matı engelleyebilir. Ama bu hamleler işe yaramaz çünkü fil ve kale, kesişim kareleri olan b6 üzerinde birbirlerinin yolunu kesmektedir. İşte bu gördüğümüz de Grimshaw kesişimidir. Beyaz siyah taşların birbirini engellemesinden yararlanarak mat eder:

a) 1...Kb6 2. Va3#

(2...Fa5??);

b) 1...Fb6 2. b8=A#

(2...Kxb8??)

Sonraki örneğimiz kurgu tarihinin en ünlü yapıtlarından biri.

Yirminci yüzyılın en büyük kurgucularından Lev Loşinskiy (1913-1976) tarafından kurulmuş.

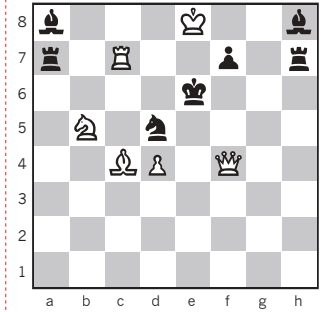
Diyagram 2

Lev Loşinski

Hollanda Satranç

Federasyonu Dergisi, 1930

1.-2. Şeref Mansiyonu



Beyaz oynar ve iki hamlede mat eder.

Çözüm: 1. Fb3!

(zugzwang)

Anahtar hamle bizi iki çift Grimshaw kesişimine götürüyor.

şekli olan bu motife de “Pickabish teması” deniyor.

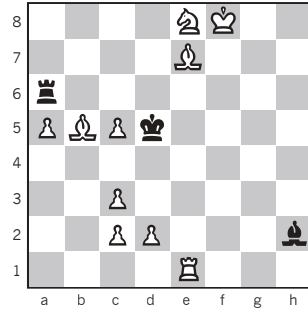
Diğer varyantlar: 1... Kxc7 2. Axc7#; 1...f5 2. Vd6#; 1...Fc6+ 2. Kxc6#; 1...Fxd4 2. Axd4#; Gerçekten unutulmaz bir problem! Bu kez üç hamlelik bir problemle devam ediyoruz (Diyagram 3).

Diyagram 3

Zoltan Labai,

PZR & Feniks, 2007

Üçüncü Şeref Mansiyonu



Beyaz oynar ve üç hamlede mat eder.

Çözüm:

1. Ke3! (tehdit 2. c4+ Şd4 3. c3#)

a) 1...Fd6 2. Af6+ Şxc5 3. Ke5#;
b) 1...Kd6 2. Ac7+ Şxc5 3. d4#.

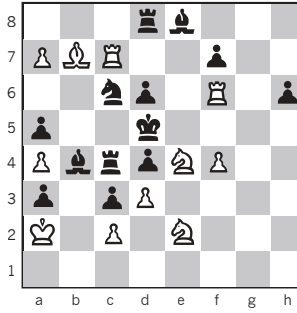
Burada Grimshaw teması keşişim karesine oynayan taşların açmazda kalmasıyla zenginleştirilmiş. Sonraki örneğimiz çok

daha karmaşık ve dikkatle incelenmeyi hak ediyor (ama bir o kadar da zarif!).

Diyagram 4

Robin Matthews

Stratford Express, 1951



Beyaz oynar ve üç hamlede mat eder.

Çözüm:

1 A2g3! (zugzwang)

a) 1...Kd7 2. a8=A (3. Ab6#)...Fc5 3. Fxc6#;
b) 1...Fd7 2. Şb3 (3. dxc4#)...Kc5 3. Kxd6#;
c) 1...Kc5 2. Ke7 (3. Kf5#)...Fd7 3. Kxd6#;
d) 1...Fc5 2. Af5 (3. Ae7#)...Kd7 3. Fxc6#.

Bu tematik varyantlarda c5 ve d7 kareleri üzerinde iki çift Grimshaw hamlesi yapıldığını görüyoruz. Yan varyantlar da şöyle:

e) 1...h5 2. Kf5+ Şe6 3. Ae7#;
f) 1...Ka8(b8, c8) 2. Şb3 (3. d3xc4#)...Kc5 3. Kxd6#.

Ayın Soruları

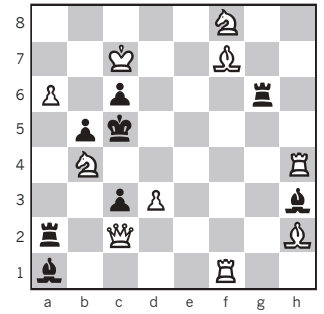
Sanırsız yukarıdaki örnekler size Grimshaw temasını tanıtmakta yeterli olmuştur. Ayın soruları olarak Grimshaw temalı üç problem sunuyoruz. Bunları siz çözeceksiniz!

Diyagram 5

Lev Loşinski

L'Italia Scacchistica, 1930

Birinci Şeref Mansiyonu



Beyaz oynar ve iki hamlede mat eder.

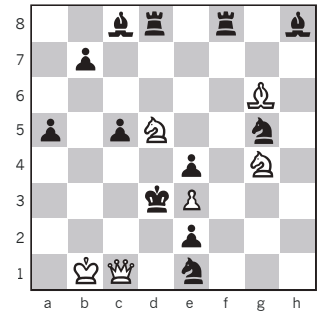
Sonraki iki problemde hem Grimshaw hem de geçen ay tanıttığımız Novotny temaları kullanılmış.

Diyagram 6

Michael Keller

Freie Presse, 1967

Birincilik Ödülü



Beyaz oynar ve üç hamlede mat eder.

- a) 1...Fb7 2. Ke7# (2...Kxe7??);**
b) 1...Kb7 2. Kc6# (2...Fxc6??);
c) 1...Fg7 2. Vxf7# (2...Kxf7??);
d) 1...Kg7 2. Ve5# (2...Fxe5??).

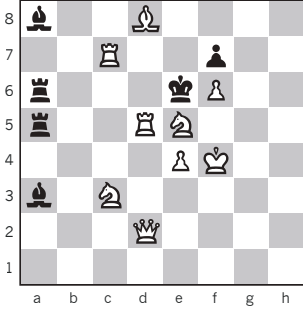
Bu problemde “a” ve “b” varyantlarında b7, “c” ve “d” varyantlarında da g7 karesi üzerinde Grimshaw keşişimini görüyoruz. Problemin özelliği bir çift keşişim daha içermesi:

- e) 1...f6 2. Ve4# (2...Fe5??);**
f) 1...Ff6 2. Vg4# (2...f5??).

E ve f varyantlarında bu kez fil ve piyonun f6 karesi üzerinde birbirlerini engellemesini görüyoruz. İşte Grimshaw’ın özel bir

Diyagram 7

Valentin Rudenko
De Waarheid, 1962
Ödül



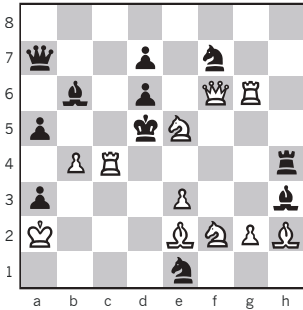
Beyaz oynar ve
üç hamlede mat eder.

Geçen Ay Sorulan Problemlerin Çözümleri

Geçen ayki yazımızda
sizlere Novotny keşişimi
temalı sorular sormuştuk.
Şimdi bunların çözümünü
veriyoruz.

Diyagram 8

Touw Huan Bwee
Deutsche Schachblätter,
1965 ikincilik Ödülü



Beyaz oynar ve
iki hamlede mat eder.

Bu problemde beyazın
altı farklı taşı g4 karesine

oynayabilir ve burada
bir Novotny keşişimini
zorlayabilir. Ama bunlardan
yalnızca biri doğru. Önce
deneme hamlelerine
bakalım:

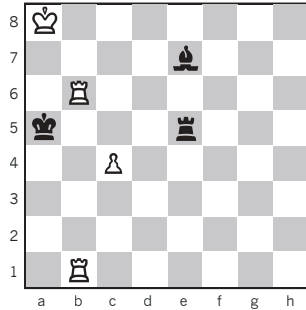
- a) 1. Kcg4? axb4!
- b) 1. Kgg4? Ag5!
- c) 1. Fg4? Axe5!
- d) 1. Aeg4? Fc5!
- e) 1. Afg4? Fd4!

Doğru anahtar hamle **1. g4!**
(tehdit 2. Vxf7# ve 2. e4#)

- a) 1...Fxf4 2. e4#;
- b) 1...Kxf4 2. Vxf7#.

Diyagram 9

Oskar Blumenthal
Deutsches Wochenschach,
1912



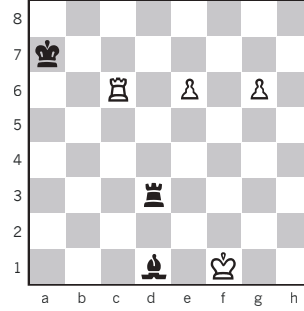
Beyaz oynar ve
üç hamlede mat eder.

Çözüm:

- 1. **Şb7!** (tehdit 2. Ka6#)
- a) 1...Şa4 2. c5!
(Novotny)...Kxc5 3.
Ka1#; 2...Fxc5 3. Ka6#;
- b) 1...Kb5 2. K1xb5+
Şa4 3. Ka6#;
- c) 1...Ke6 2. Ka1+ Fa3
3. Kxa3#.

Diyagram 10

Pal Benko
Magyar Sakkelet, 1977
Birincilik ödülü



Beyaz oynar ve kazanır.

Çözüm:

- 1. e7! Ke3 2. g7 Fb3 3.
Kc7+

Çok önemli bir ara hamle.
Beyaz hemen 3. Ke6
(Novotny) oynamamalı:
3. ...Kxe6 4. g8=V Fc4+ (4. ...
Kf6+? 5. Şg1 Fxg8 6. e8=V
F~ 7. Ve7+) 5. Şf2 Ke2+ 6. Şf3
Fxg8 7. Şxe2 Ff7 beraberlik.

**3...Şa6 4. Şf2 Ke4 5. Kc6+
Şa5 6. Ke6**

Doğru zamanda Novotny!

**6...Kxe6 7. g8=V Kf6+ 8.
Şg1!**

Çok hassas bir hamle. Diğer
şah hamleleri yalnızca
beraberliğe götürür: 8. Şe3?
Fxg8 9. e8=V Ke6+; 8. Şg3
Fxg8 9. e8=V Kf1 10. Ve5+
Şb4 11. Şg2 Fc4; 8. Şg2 Fxg8
9. e8=V Fd5+ 10. Şg1 Kb6.

**8...Fxf4 9. e8=V Fd5 10.
Vd8+** ve beyaz kazanır.



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 Kitapları Yayınları'ndan bir kitap hediye edeceğiz:

Bu ay:
Aritmetik



Çözümü ile birlikte gönderilmeyen cevaplar değerlendirmeye alınmayacaktır.

Doğru çözüm ve çekiliş sonuçları dergimizin sosyal medya hesaplarından önümüzdeki ayın ilk haftasında duyurulacaktır.



Bilim ve Teknik



tubitakbiltek



tubitakbilimteknik



TÜBİTAK Bilim ve Teknik

Keloğlanın Cüce İkililerine Bilye Dağıtması



Keloğlan altı cücenin yaşadığı bir çiftliği ziyaret eder. Keloğlan çiftlikte bulunduğu her gün bu altı cüceden tam olarak iki cüce seçer ve seçtiği cücelere birer kırmızı ya da birer beyaz bilye verir. Keloğlan ziyaretinin birinci günü cücelere verdiği iki bilyeden her birini 1 sayısı ile, ikinci gün cücelere verdiği iki bilyeden her birini 2 sayısı ile, ..., k. gün cücelere verdiği iki bilyeden her birini k sayısı ile işaretler. Keloğlan aynı cüce ikilisini en fazla bir kez seçebiliyor.

Üç cüceden oluşan bir cüce grubundaki herhangi iki cücede aynı sayıyla işaretlenmiş birer kırmızı bilye varsa bu cüce grubuna kırmızı takım diyelim. Örnek olarak A cücesinde 1 ve 3 sayılarıyla işaretlenmiş birer kırmızı, B cücesinde 3 ve 6 sayılarıyla işaretlenmiş birer kırmızı ve C cücesinde 1 ve 6 sayılarıyla işaretlenmiş birer kırmızı bilye varsa, A, B ve C cücelerinden oluşan grup bir kırmızı takım oluşturuyor.

Benzer şekilde üç cüceden oluşan bir cüce grubundaki herhangi iki cücede aynı sayıyla işaretlenmiş birer beyaz bilye varsa bu cüce grubuna beyaz takım diyelim. Örnek olarak A cücesinde 2 ve 4 sayılarıyla işaretlenmiş birer beyaz, B cücesinde 4 ve 5 sayılarıyla işaretlenmiş birer beyaz ve C cücesinde 2 ve 5 sayılarıyla işaretlenmiş birer beyaz bilye varsa, A, B ve C cücelerinden oluşan grup bir beyaz takım oluşturuyor.

Keloğlanın amacı çiftlikte bulunduğu ve cücelere bilye dağıttığı süre boyunca cücelerden oluşan herhangi bir kırmızı takımın ve herhangi bir beyaz takımın oluşmamasıdır.

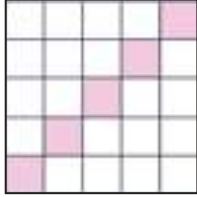
Keloğlan çiftlikte bulunduğu her gün ikişer cüceye bilye vererek ve herhangi bir kırmızı ve herhangi bir beyaz takım oluşturmamak koşuluyla çiftlikteki ziyaretini en fazla kaç gün sürdürebilir?

Bulduğunuz mümkün olan en fazla gün sayısı için bir örnek verin ve bu sayının neden daha fazla olamayacağını kanıtlayın.

Zekâ Oyunları

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

DİYAGONAL TOPLAMI



4x4'lük bir
satranç
tahtasının
karelerine 1'den
25'e kadar

olan sayıları yerleştireceksiniz.
Koşulumuz birbirlerini takip eden
sayıların yatay veya dikey komşu
karelerde bulunması.

Diyagonalde bulunan beş
karedeki sayıların toplamı en az
kaç olabilir?

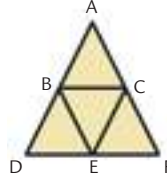
GOL SAYILARI

A ve B adlı iki takım bir futbol
sezonunun ilk yarısında eşit
sayıda gol atmıştır. Sezonun
ikinci yarısında ise A takımı
B takımının 3 katı sayıda gol
atmıştır. Sezon sonunda A'nın gol
sayısı B'nin iki katı olduğuna göre
aşağıdakilerden hangisi doğrudur?

- a) A takımının ikinci yarıda attığı
gol sayısı ilk yarıdaki 2 katıdır.
- b) B takımının ikinci yarıda attığı
gol sayısı ilk yarıdaki 2 katıdır.
- c) A takımı her iki yarıda eşit sayıda
gol atmıştır.
- d) B takımı her iki yarıda eşit sayıda
gol atmıştır.
- e) A takımının ikinci yarıda attığı
gol sayısı B takımının ilk yarıda attığı
gol sayısının 2 katıdır.

METRO TURU

6 metro istasyonu
şekilde görülen
hatlarla birbirlerine
bağlıdır. A'dan
başlayıp tekrar A'da bitirmek
üzere ve her hattı tam olarak 1
kez kullanmak koşuluyla kaç farklı
metro turu yapılabilir?



AY VE YIL

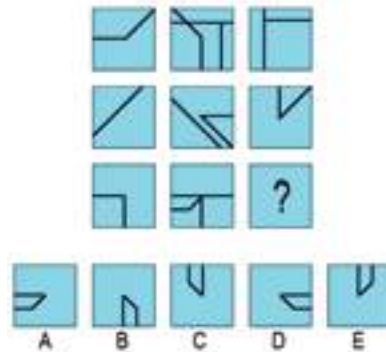
Doğduğunuz ay sayısının
doğduğunuz yılın son rakamından
büyük olma olasılığı kaçtır?

Not: Ayların eşit oranda dağıldığını
varsayınız

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	1									
2	1	1								
3	1	1	1							
4	1	1	1	1						
5	1	1	1	1	1					
6	1	1	1	1	1	1				
7	1	1	1	1	1	1	1			
8	1	1	1	1	1	1	1	1		
9	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
10	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
11	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
12	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3

SORU İŞARETİ

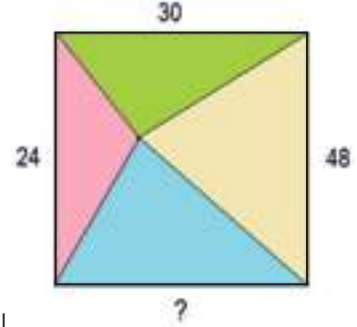
Soru işaretinin yerine
aşağıdakilerden hangisi gelecek?



ALTI HARFLİ KOD

A harfini 2 kez, B, C, D ve E
harflerini ise birer kez kullanarak 6
harfli kodlar üreteceksiniz. A harfleri
yan yana gelmemek koşuluyla kaç
farklı kod üretebilirsiniz?

KAREDE DÖRT ÜÇGEN



Bir karenin içine şekilde görülen
dört üçgen çizilmiştir. Pembe, yeşil
ve sarı üçgenlerin alanları sırasıyla
24, 30 ve 48 birim kare olduğuna
göre mavi üçgenin alanını bulunuz.

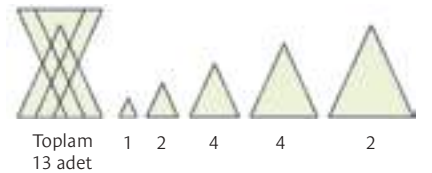
ÜÇGENLERİ SAY



Bu şekilde toplam kaç üçgen var?

Örnek:

Soru aşağıdaki gibi sorulsaydı cevap
13 olacaktı.

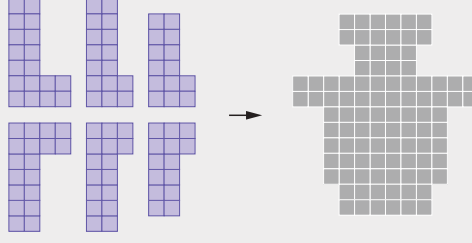


KARE VE DİKDÖRTGEN

100 birim uzunlukta bir ip, uzunlukları tam sayı olan sekiz parçaya ayrılıp bir kare ve bir dikdörtgen oluşturuluyor. Dikdörtgenin alanı karenin alanının 5 katı olduğuna göre bu iki dörtgenin boyutlarını bulunuz.

ALTI "L"

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



GEÇEN SAYININ ÇÖZÜMLERİ

SEKİZ TOP

Sıfırdır.
Kutuda 7 kırmızı, 1 mavi top vardır.
İki topun da kırmızı olma olasılığı $= (7/8) \times (6/7) = 3/4$.

KALEM

20
KAEM, KAMLE, KLEAM, KLMEA, KEALM, KELMA, KMAEL, KMLAE, ALKEM, AELKM, AMLEK, LKAEM, LAEKM, LAMEK, EKLAM, EAKLM, EALMK, MKLEA, MAKEL, MALKE

ALTI VEZİR

16 farklı biçimde yapılabilir.



İLLER VE SAYILAR

31112
Her harf solundaki harfle karşılaştırılıyor. Alfabetik değeri azalmışsa 1, artmışsa 2, aynıysa 3 olarak kodlanıyor. İlk harf son harfle karşılaştırılarak işlem başlıyor.

PARALELKENAR

7 nokta seçilebilir.
Olası çözümlerden biri:



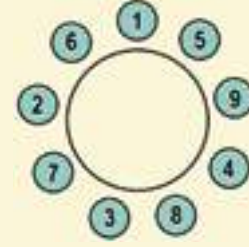
İKİ SAYI

28 olabilir.
Büyük sayı=19, küçük sayı=9.

SAYILAR

784

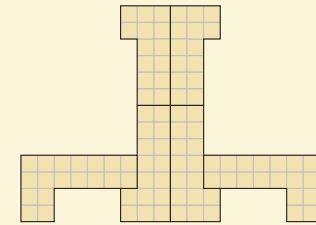
KOMŞU DAİRE FARKLARI



ÜÇGEN ÇİZİMİ

52 üçgen çizilebilir.

ALTI "L"



Yayın Dünyası

İlay Çelik Sezer [TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi

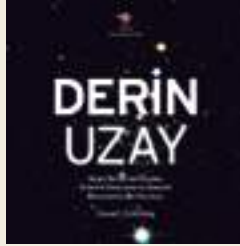
Derin Uzay - Güneş Sistemi'nin Ötesine Evren'in Sınırlarına ve Zamanın Başlangıcına Bir Yolculuk

Paul Lockhart

Çeviri: Doç. Dr. Ümit Işlak

TÜBİTAK Popüler Bilim Kitapları,
Yetişkin Kitaplığı, 2023 (1. Basım)

Uzun zaman önce gökbilimciler Dünya'nın eşsiz olduğunu düşünüyorlardı. Artık Güneş etrafında dönen yedi gezegen daha olduğunu biliyoruz. Bir zamanlar Güneş'in eşsiz olduğunu düşünüyorduk. Artık Samanyolu'nda yüz milyarlarca güneş olduğunu biliyoruz. Yalnızca yüz yıl önce çoğu gökbilimci gök adamızın eşsiz olduğunu kabul ediyordu. Ama artık gözlemlenebilir evrenin en azından 100 milyar gök ada içerdiğini biliyoruz. Önce Dünya'yı, Güneş'i, Ay'ı ve o sönük beyaz noktacıları merak ettik sonra gök adaları ve şimdi de Güneş Sistemi dışındaki ötegezegenleri yine aynı keşif duygusuyla merak ediyoruz, inceliyoruz. Bu kitap, bizleri uzayın derinliklerine, ötegezegenlere kadar götüren bir keşif gemisi niteliğinde. Dünya'dan kalkıp uçsuz bucaksız evrenin derinliklerine, gök ada kümelerinin içlerine doğru çıktığımız bu seyahatte kaptan Schilling'in belirlediği rota bizleri, arka bahçemizdeki gezegenlerin arasında kısa bir tur attıktan sonra çok daha uzağa, yıldızların ve bulutsuların, atarcaların ve yıldız kümelerinin, süpernova patlamalarının ve kara deliklerin, gök adaların ve gök ada kümelerinin diyarına, uzayın sınırlarına ve zamanın başlangıcına götürecektir. Bulunduğumuz yer ve zamandan başlayıp o uzak yerlere ve zamanlara giderken Betelcus Yıldızı, Avcı Bulutsusu, Ülker Kümesi ve Andromeda Gökadası gibi evrenin birçok ünlü sakini ile karşılaşacağız. Mavi aykırı yıldızlar, magnetarlar ve kuazarlar gibi garip nesneleri görecektir, karanlık madde ve karanlık enerji gibi gizemli bileşenlere yakından bakacağız. Yıldızların doğumuna tanık olacağız, yıldızların ölümünü göreceğiz, artık neredeyse kesin olduğu kabul edilen süper kütleli kara deliklere yaklaşacak, bilinen evrenin teorik sınırlarında gizeceğiz.



Şu Matematik Dedikleri...

Ali Sinan Sertöz

TÜBİTAK Popüler Bilim Kitapları,
Yetişkin Kitaplığı, 2023 (2. Basım)

Doğa kanunlarının matematik diliyle yazıldığı söylenir. Bu dili okuyabilenler yalnızca bilim insanları mı? Günlük yaşantımızın yol ayrımlarına konmuş işaretlerdeki matematiği çözebilsek daha doğru kararlar vermez miyiz? Ali Sinan Sertöz'ün Bilim ve Teknik dergisinde yayımlanan yazılarından derlenen bu kitapla hayatın içindeki matematik dilini okuyabilen insanların serüvenlerine eşlik edeceksiniz. Matematikçilerden kâşiflere, Antik Çağ'dan günümüze, hayatın akışında matematiği görebilmiş insanları takip edip yaşadıkları maceralara ortak olacaksınız. Bu kitap ile yalnız bizim günlük hayatımızın değil, insanlık tarihinin de nasıl etkilendiğini göreceksiniz.



Matematik Her Yerde - Temiz Kampçılar

Lucille Recht Penner

Çeviri: Tuba Öngün

TÜBİTAK Popüler Bilim Kitapları,
7 yaş +, 2024 (3. Basım)

Kesirleri kullanmakla ilgili bu komik öyküde, kampta aynı barakayı paylaşan sekiz pasaklı arkadaş

“en temiz baraka” ödülünü alıyor. Matematik Her Yerde serisi eğlenceli resim ve öyküleriyle çocukların okulda öğrendikleri matematik ile gündelik hayatları arasında ilişki kurmalarına yardımcı oluyor. Her öykü tek bir matematik kavramına odaklanıyor, çocuklara matematiği hayatlarında nasıl kullanacaklarını gösteriyor, çocukların okuma becerisinin gelişmesine katkıda bulunuyor. Bu güzel öyküleri okul öncesi dönemdeki çocuklara da okuyabilirsiniz.

