



TÜBİTAK

Bilim *ve* Teknik

Aylık Popüler Bilim Dergisi Temmuz 2022 Yıl 55 Sayı 656 - 7 TL

Her Derde Deva ZEOLİTLER

Bitkiler Nasıl Hareket Eder?

Bağırsak Bakterilerimiz ve Ruh Sağlığımız

Mineralden Metale Bakırın Yolculuğu



9 783503 656076

“Benim mânevi mirasım ilim ve aklıdır”
Mustafa Kemal Atatürk

Bilim ve Teknik

Aylık Popüler Bilim Dergisi
Yıl 55 Sayı 656
Temmuz 2022

İmtiyaz Sahibi

TÜBİTAK Adına Başkan
Prof. Dr. Hasan Mandal

Genel Yayın Yönetmeni ve

Sorumlu Yazı İşleri Müdürü
Doç. Dr. Rukiye Dilli

Yayın Yönetmeni - Editör

Dr. Özlem Kılıç Ekici

Yayın Danışma Kurulu

Prof. Dr. Emine Adadan
Doç. Dr. İsmail Sengör Altungövede
Prof. Dr. Elif Damla Arısan
Doç. Dr. Rukiye Dilli
Doç. Dr. Nuray Karapınar
Prof. Dr. Faruk Soyduğan

Araştırma ve Yazı Grubu

Dr. Özlem Ak
Dr. Tuncay Baydemir
Dr. Bülent Gözcelioğlu
Dr. Mahir E. Ocak
İlay Çelik Sezer

Redaksiyon

Dr. Nurulhude Baykal

Grafik Tasarım-Web

Hüseyin Diker

Mobil Uygulama

Selim Özden

Teknik Yönetmen

Sadi Atılğan

Mali Yönetmen

Adem Polat

Mali ve İdari Hizmetler

M. Furkan Aktaş

İletişim Bilgileri

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

Abone İletişimleri

abone@tubitak.gov.tr
<https://yayinlar.tubitak.gov.tr>

Baskı PROMAT Basım Yayın San. ve Tic. A.Ş.

<http://www.promat.com.tr/>

Baskı Tarihi 23.06.2022

Dağıtım Turkuvaz Dağıtım Pazarlama A.Ş.

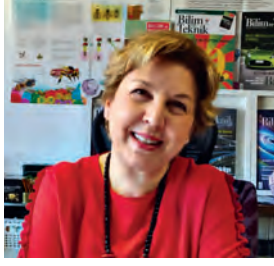
<http://www.tdp.com.tr>

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 Egt. Krs. Ş. sayı Ngr.85]
tarafından Silahlı Kuvvetler personeline tavsiye edilmiştir.

ISSN 977-1300-3380

Fiyatı 7 TL - Yurtdışı Fiyatı 5 Euro

Her ayın 1'inde çıkar.



Milyonlarca yıl önce, volkanların patlaması ile ortaya çıkan kül ve lavlar zamanla göl veya deniz suları ile kimyasal tepkimeye girerek zeolitleri oluşturmuş. Hidrasyona uğrayan ve kristal yapıda olan bu alüminyum silikatlar, keşfedildikleri andan itibaren her derde deva olmuş, olmaya da devam ediyor. Son yılların önemli hammaddelerinden olan zeolitler kafese benzer yapıları sayesinde oldukça kullanışlı malzemelerdir. Uzun yıllardır çok sayıda bilimsel araştırmaya konu olan zeolit kristalleri, sahip oldukları üstün özellikler sayesinde çok geniş yelpazede uygulama alanına sahip. Tarım, hayvancılık, kirlilik kontrolü, baca gazlarının, radyoaktif atıkların, atık suların ve petrol sızıntılarının temizlenmesi yanında kimya, enerji, petrol, inşaat, sağlık ve malzeme alanlarında sahip olduğu mevcut uygulamalarıyla birlikte henüz keşfedilmemiş alanlarda da gelecekte yepyeni kullanımlarının olacağı tahmin ediliyor. Tuncay Baydemir günümüzde oldukça ilgi gören zeolitleri detaylı bir şekilde ele alarak bu yapıların nasıl her derde deva olduklarını açıklıyor.

Bitkilerin tohumlarını etrafa saçmak ya da başka canlıları avlamak için nasıl hareket ettiği, geçmişte daha çok biyologlar tarafından üzerine çalışmalar yapılan bir konuydu. Günümüzde ise doğadan esinlenerek robotlar geliştiren araştırmacılar, bitkilerin hareketlerinin ardındaki fiziksel süreçleri çözmeye çalışıyor. Mahir Ocak bu ayki yazısında doğadan, özellikle de bitkilerin hareketlerinden esinlenilerek geliştirilen bazı mühendislik uygulamalarına değiniyor. Nurten Arslan Işık ise bağırsaklarımızda yaşayan bakteri topluluğunun beyin kimyamızı ve ruh hâlimizi doğrudan nasıl etkilediğini bizlere aktarıyor. Özlem Ak'ın bu ayki yazılarında iklim değişikliğinin bir sonraki salgını tetikleyebileceğini, gizemli COVID-19 belirtilerinin arkasındaki mekanizmayı, yapay zekâyla bir sonraki SARS-CoV-2 varyantının tahmin edilebileceğini, Ay toprağında bitki yetiştirilebileceğini ve kelebek hastaları için yeni bir umut olduğunu öğreniyoruz. “Bilim Söyleşileri Kaldığı Yerden Devam Ediyor!”, “Kâğıt Katlama Sanatı Origamiden Esinlenerek Üretilen Mini Robotlar” ve “Ozonun Küresel Isınmadaki Rolü” başlıklı yazılarımızı da zevkle okuyacağınıza eminiz.

Dergimizin daha düşük fiyata ve ücretsiz kargoyla sizlere ulaşacağı abonelik fırsatından (yıllık 60 TL) faydalanmak için <https://yayinlar.tubitak.gov.tr/> adresini ziyaret edebilirsiniz. Dergimizin internet sayfasını (<https://www.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 keyifle okumanızı diliyor, sonraki sayılarımızı sabırsızlıkla bekleyeceğinizi umuyoruz. Herkesin Kurban Bayramı ve 15 Temmuz Demokrasi ve Milli Birlik Günü kutlu olsun.

Sağlıcakla ve bilimle kalın... Unutmayın #bilimokuyanbilir!

Saygılarımızla,
Özlem Kılıç Ekici

İçindekiler

18

Bitkiler Nasıl Hareket Eder?

Mahir E. Ocak

Bitkilerin tohumlarını etrafa saçmak ya da başka canlıları avlamak için nasıl hareket ettiği, geçmişte daha çok biyologlar tarafından üzerine çalışmalar yapılan bir konuydu. Günümüzde ise doğadan esinlenerek robotlar geliştiren araştırmacılar, bitkilerin hareketlerinin ardındaki fiziksel süreçleri çözmeye çalışıyor.



28

Bağırsak Bakterilerimiz Ruh Sağlığımızı Nasıl Etkiler?

Nurten Arslan Işık

Kendinizi depresif ve endişeli mi hissediyorsunuz ya da son zamanlarda ruhsal olarak yorgun musunuz? Eğer öyleyse sorun bağırsaklarınızda olabilir. Yapılan çalışmalar, bağırsaklarımızda yaşayan bakteri topluluğunun beyin kimyamızı ve ruh hâlimizi doğrudan etkileyebileceğini gösteriyor.

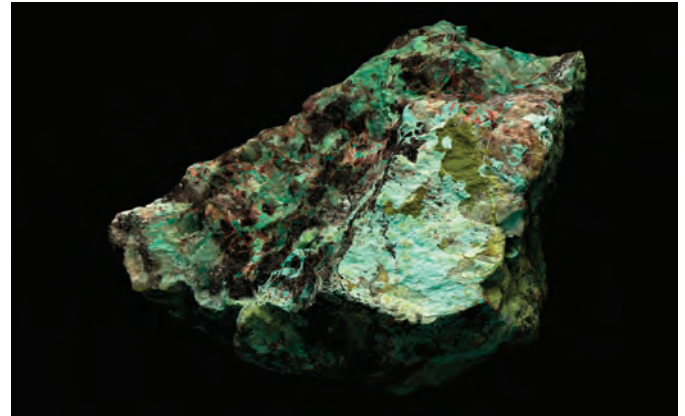


32

Mineralden Metale Bakırın Yolculuğu

Nuray Karapınar

Antik çağlardan beri insanlar bakır ve alaşımlarını kolay işlenebilirliği, dayanıklılığı ve nispeten korozyona dayanıklı olması dolayısıyla sayısız alet ve eşya yapımında kullandı. Diğer metallerle karıştırılarak endüstriyel açıdan önemli alaşımlar elde edilmesini sağlaması, tarih öncesi çağlardan beri bakırı toplumlar için vazgeçilmez bir metal kıldı.



4
Bilim ve Teknik ile
Büyüdüm!

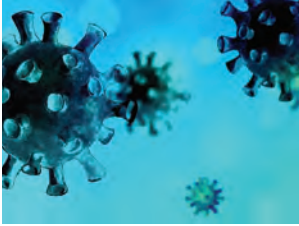
Özlem Ak

6
Haberler

26
Bilim Çizgi
Asuman Baytop
Sinancan Kara

44
Tekno-Yaşam
Gürkan Caner Birer

48
İklim Değişikliği
Bir Sonraki Salgını
Tetikleyebilir
Özlem Ak



50
Gizemli COVID-19
Belirtilerinin Arkasındaki
Mekanizma
Özlem Ak

52
Yapay Zekâyla Bir Sonraki
SARS-CoV-2 Varyantının
Tahmini
Özlem Ak

54
Merak Ettikleriniz
Mesut Erol

56
Her Derde Deva Zeolitler
Tuncay Baydemir

Bilimsel araştırmalara sıklıkla konu olan zeolit kristalleri, sahip oldukları üstün özellikler sayesinde pek çok uygulama alanında kullanılıyor. Zeolitlerin kafese benzer yapısı onları pek çok açıdan kullanışlı malzemeler yapıyor. Zeolitlerin tarım, hayvancılık, kimya, petrol, inşaat, sağlık ve malzeme alanlarında sahip olduğu mevcut uygulamalarıyla birlikte henüz keşfedilmemiş alanlarda yeni kullanımlar da bulması bekleniyor.

68
Bilim Söyleşileri Kaldığı
Yerden Devam Ediyor!
Özlem Kılıç Ekici

70
Ozonun Küresel
Isınmadaki Rolü
Mahir E. Ocak

72
Kelebek Hastalarına Umud
Özlem Ak

74
TÜBİTAK, TEKNOFEST
Azerbaycan'da
Unutulmayacak İzler
Bıraktı
Özlem Kılıç Ekici

76
Ay Toprağında Bitki
Yetiştir mi?
Özlem Ak

77
Kâğıt Katlama Sanatı
Origamiden Esinlenerek
Üretilen Mini Robotlar
Tuncay Baydemir

78
Bilim Tarihinden Notlar:
Orta Çağlarda Işık
Hüseyin Gazi Topdemir

82
Doğa - Fauna
Kırmızı Dikenli
Denizyıldızı
Bülent Gözcelioğlu

84
Gökyüzü:
Aynı Gökyüzünün Altında
Buluşmalar: Gökyüzü
Gözlem Etkinlikleri
Faruk Soydugan

88
Düşünme Kulesi
Ferhat Çalapkulu

90
Satranç
Kıvanç Çefle

93
Ayın Sorusu
(Matematik)
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.

yayinlar.tubitak.gov.tr

TÜBİTAK
Popüler Bilim
Kitaplarına ve Dergilerine
ulaşmak artık çok daha kolay.
Tıklayın ve Keşfedin!

TÜBİTAK Popüler Bilim
Yayınları internet sitesini
yeniledi!

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

Dergimizin elektronik dergi arşivi "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.

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, 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

Sevgili okurlarımız, yoğun ilginizden dolayı çok teşekkür ederiz. Gönderdiğiniz anlamlı mektupların hepsini yayımlayacağız. Ancak köşemizin sayfa sayısı sınırlı olduğu için geliş tarihlerine göre sıralayarak yayımlıyoruz. Anlayışınız için teşekkür ederiz.

Bilim ve Teknik Temmuz 2022

“Bilim yoldaşım”



Merhaba,

Bilim ve Teknik'le tanışmam ortaokul yıllarıma kadar gider. O zamanlar dergiyi düzensiz bir şekilde takip ediyordum ve anlamakta da güçlük yaşıyordum. Lisede de düzensiz takip etmeme rağmen özellikle fizik ve kimya derslerinde yardımı dokundu. Sadece pozitif bilimler değil, sosyal bilimler ve gündelik hayattan bilgilerle de bana yön veren bir rehber oldu. Şu an derginize aboneyim ve Özel Eğitim bölümünde öğrenciyim. Gerek eğitim olsun gerekse kendi alanımdan, özellikle otizm ve üstün yetenekliler konularına değinmeniz beni oldukça mutlu etti. Ülkemizde özel eğitimle ilgili yayınlar ve makaleler arttıkça bu alana olan farkındalık da artar. Nisan 2021 sayısında otizm konusuna tekrar değinmeniz farkındalık için çok önemliydi. Tüm ekibe emekleri için sonsuz teşekkürlerimi ileterek başarılarınızın devamını dilerim.

Nice uzun ömürlü ve güzel sayılarda buluşmak dileğiyle...

Himmet Karakaya

Anadolu Üniversitesi, Eğitim Fakültesi,
Özel Eğitim Bölümü Öğrencisi

“Sürekli öğrenmeye teşvik ediyor”



Merhaba,

Bilim ve Teknik sayesinde düşünme biçimimiz değişiyor. Derginiz fikirlerimizi olgunlaştırıp karakterimizin şekillenmesine olanak sağlıyor. Bu dergi sayesinde çok şey öğrendim, kendime çok şey kattım. Öğrenme isteğim hiçbir zaman sınırlı kalmadı. Sürekli öğrenmeye teşvik eden *Bilim ve Teknik* benim için çok değerli.

Katkılarınız ve emekleriniz için çok teşekkür ediyorum.

Sude Bayer

Lise Öğrencisi

“Her sayısını heyecanla beklediğim tek dergi”



Merhaba,

Bilim ve Teknik dergisiyle tanışmam 5. sınıftayken babamın benim için dergiye abone olmasıyla başladı. Dergi ilk geldiğinde heyecanla sayfalarını açmıştım. Dergide ilgi alanım olan astrofizik ile bilgilerin yer aldığını görünce heyecanla yazıları okumaya başlamıştım.

O zamandan beri her sayısını heyecanla beklediğim tek dergi oldu ve bana bilimi daha da çok sevdirdi. Gelecekte LGS Türkiye 1.'si olmak ve Nobel Fizik Ödülü kazanmak istiyorum. Bana bu hedeflerimi belirlemekte birçok faydası olan *Bilim ve Teknik* dergisinde emeği geçen herkese teşekkür ederim.

Belinay Hacıhasanoğlu

Yıldırım Beyazıt Ortaokulu Öğrencisi

“Her sayısıyla ufkumu geliştirdi”



Merhaba,

Hep araştıran, bir şeyleri merak eden bir çocuk olmuştum. TÜBİTAK dergileriyle olan serüvenim ortaokulda *Bilim Çocuk* dergisiyle başladı. Dergiyi alacağım aylar çok heyecanlıydım. Ekler zaten vazgeçilmezimdi. Daha sonra lisede *Bilim ve Teknik* dergisine geçiş yaptım. Her ay dergiyi heyecanla bekliyorum ve gelir gelmez o gün okuyup bitiriyorum. İleride mühendis olmak istiyorum ve derginiz bu konuda bana çok şey kattı. Her sayısıyla ufkumu geliştirdi.

İlk olarak TÜBİTAK'a sonra da *Bilim ve Teknik* ailesine teşekkür ederim. İyi ki varsınız...

Aleyna Tuğba Bakum

Lise Öğrencisi

“Her yeni sayıda farklı pencereler açıyor”



Merhaba,

Çizgisini bozmadan her yeni sayıda farklı pencereler açarak ufkumu genişleten bu eşsiz dergi ile geçirdiğim üniversite yıllarımı geride bıraktım. Şu an bir mühendis, daha önemlisi bir anneyim. *Bilim ve Teknik* dergisi artık evimize *Meraklı Minik* dergisi ile birlikte geliyor. Bu muhteşem çalışmaların arkasında ne denli güçlü ve deneyimli bir ekibin olduğunu tahmin edebiliyorum. Kucak dolusu selam ve sevgiler her birine...

En değerli servet olan bilimle büyümenin verdiği sevinç paylaşıyor, yeni sayıları büyük bir heyecan ve tutkuyla beklediğimi belirtmek istiyorum. Böyle bir ailenin bir parçası olmayı dilerdim. Kim bilir! Belki bir gün...

Bilim ve Teknik okurları olarak yeni şeyler öğrenmenin verdiği mutluluğu seviyoruz çünkü biz gücümüzü bilimden alıyoruz.

Emine Bayram İnci

Mühendis

“Araştırma yapmanın sihirli sonuçları”



Merhaba,

Sene 1970. Ortaokul yılları. Ankara Bahçelievler'de 7. caddedeki gazete büfesine her ay *Bilim ve Teknik* almaya heyecanla gider, eve dönerken okumaya başlardım. Bu derginin bilim ve teknoloji ile araştırma yapmanın sihirli sonuçlarına bakışımı şekillendiren önemli katkıları oldu.

Sinan Tandoğan



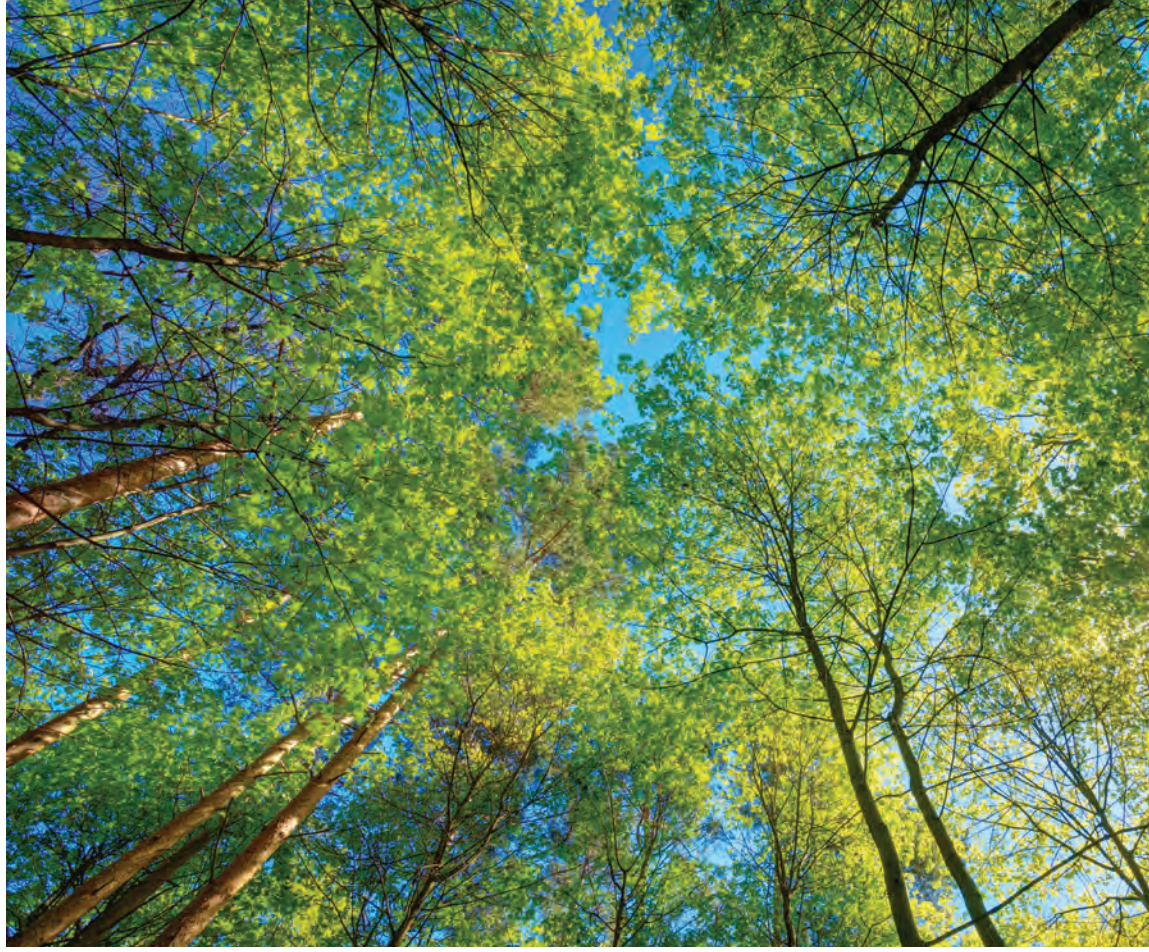
Haberler

Ormanlar Küresel Sıcaklığı Birden Fazla Yolla Azaltıyor

Özlem Ak

Frontiers in Forests and Global Change dergisinde yayımlanan bir çalışma, ormanların küresel sıcaklığı ortalama 1 °C'den fazla azaltmaya yardımcı olduğunu gösteriyor. Bu etki, büyük ölçüde ormanların atmosferdeki karbonu yakalama ve depolama kapasitesinden kaynaklansa da yeni çalışma bu soğutma etkisinin yaklaşık üçte birinin su buharı ve aerosollerin serbest bırakılması gibi çeşitli sebeplerle gerçekleştiğini bildirdi.

Araştırmacılar, ormanların çeşitli fiziksel ve kimyasal süreçler yoluyla yerel iklimleri etkilediğini zaten biliyorlardı. Örneğin, buharlaşma terlemesi adı verilen bir süreç ile ağaçların yapraklarındaki gözeneklerden su buharı çıkması hem ağaçları hem de çevrelerini soğutuyor.



Ayrıca, düzensiz orman gölgelikleri bile (ormanın yapısal olarak karmaşık ve ekolojik olarak önemli bir alt sistemi), üstten geçen sıcak hava cephelerini yukarı ve uzağa gönderebilen dalgalı bir yüzey sağladıkları için bir soğutma etkisine sahip olabiliyor. Dahası, ağaçlar güneş ışığını yansıtarak ve yağış getirerek sıcaklıkları düşürebilen aerosoller üretiyor. Charlottesville, Virginia Üniversitesinden çevre bilimci Deborah Lawrence

ve meslektaşları diğer çalışmalardan elde edilen verileri kullanarak, farklı bölgelerin tamamen ormansızlaşmasının küresel sıcaklıkları nasıl etkileyeceğini analiz etti. Ormanlar tarafından depolanan karbonun küresel sıcaklığı ne kadar etkilediğini belirlemek için de orman biyokütle verilerini kullandılar. Çalışma sonucunda ekvatorun 50 derece kuzeyi ve güneyi arasında hem biyofiziksel etkiler hem de karbon tutulması göz önüne alındığında,

ormanların en az 1 °C'lik küresel soğutma etkisine sahip olduğu tespit edildi. Bu soğumanın üçte birinin ise surf biyofiziksel mekanizmalardan kaynaklandığı anlaşıldı. Bununla birlikte, 50 dereceden daha kuzeyde ve güneyde önemli ölçüde ormansızlaşmanın net küresel soğumaya yol açacağı çünkü ortaya çıkacak kar ve buzun ormanlardan daha fazla güneş ışığını yansıtacağı da araştırmanın bulguları arasında. Lawrence, kuzeyde bu kadar büyük



Organlar Farklı Hızlarda Yaşlanıyor

Özlem Ak

Vücudun farklı bölümlerinin biyolojik yaşını takip etmek, hastalıkların başlangıcının daha doğru tahmin edilmesine yardımcı olabilir. Yüzlerce biyolojik özelliğin analizi, bazı organların ve vücut sistemlerinin diğerlerinden daha hızlı yaşlanabileceğine dair kanıtları güçlendiriyor. Genetik ve yaşam tarzı faktörlerine bağlı olarak değişen hücre durumu, yaşlanma sürecinin hızını belirliyor. National University of Singapur'dan Brian Kennedy ve meslektaşları tarafından yapılan bir çalışma, kardiyovasküler veya bağışıklık sistemi gibi vücuttaki çeşitli organ ve sistemlerin aynı bireyde de olsa farklı oranlarda yaşlanabileceği fikrini destekliyor. California'daki Tempus Labs isimli biyoteknoloji şirketinden Wenyu Zhou, organların ve sistemlerin yaşlanma hızlarının farklılık gösterdiğini ve insanların yaşlanma modellerinin farklı olduğunu önceki çalışmaların

ölçekli bir ormansızlaşma yaşanacağını gerçekten düşünmediklerini söyledi ve bu bölgelerdeki ormanların aşırı hava koşullarını engellemek de dâhil olmak üzere birçok nedenden dolayı kilit öneme sahip olduğu üzerinde durdu. Lawrence, küresel ısınma ile birlikte daha yaygın hâle geleceği tahmin edilen aşırı sıcaklık, kuraklık, fırtına ve sel etkilerini en aza indirmek için ormanların yerel düzeyde çok önemli olabileceğini belirtti. ■

da doğruladığını söylüyor. Zhou'ya göre, bu çeşitlilik kişideki yaşlanma süreçlerini bütünsel olarak ele alan kişiselleştirilmiş sağlık değerlendirmelerinde göz önünde bulundurulmalı.

Kennedy'nin ekibi, 20 ila 45 yaşlarındaki yaklaşık 480 kişiden dışkı ve kan örnekleri toplayarak her bir bireyin toplam 403 biyolojik özelliğini ölçtü. Ekip, böbreklerin, karaciğerin, bağırsak mikrobiyomunun, kardiyovasküler sistemin, bağışıklık sisteminin, metabolik sistemin ve cinsiyet hormon sisteminin biyolojik yaşını değerlendirmek için bu biyobelirteçleri dokuz kategoride sınıflandırdı. Ayrıca fiziksel uygunluk testleri kullanılarak ve katılımcıların yüzlerinin fotoğrafları analiz edilerek biyolojik

yaşları değerlendirildi. Değerlendirilen dokuz sistem ve organ arasında, bir bireyin kronolojik yaşı ile kardiyovasküler sisteminin biyolojik yaşı birbirine en yakın değerlerde çıktı. Bağırsak mikrobiyomunun biyolojik yaşı, kronolojik yaşla en zayıf bağlantıyı gösterdi. Bu arada, bireyler arasında en fazla değişiklik karaciğer biyolojik yaşında ve cinsiyet hormonu sistemlerinde tespit edildi. Bu durum, vücudun farklı bölümlerinin farklı biyolojik yaşlara sahip olduğunu doğruladı.

Diğer yandan, karaciğerin biyolojik yaşının hangi kişilerde yağlı karaciğer hastalığına (Tip 2 diyabet için bir risk faktörü) bağlı olduğu ve durumun ciddiyetini tahmin etmek

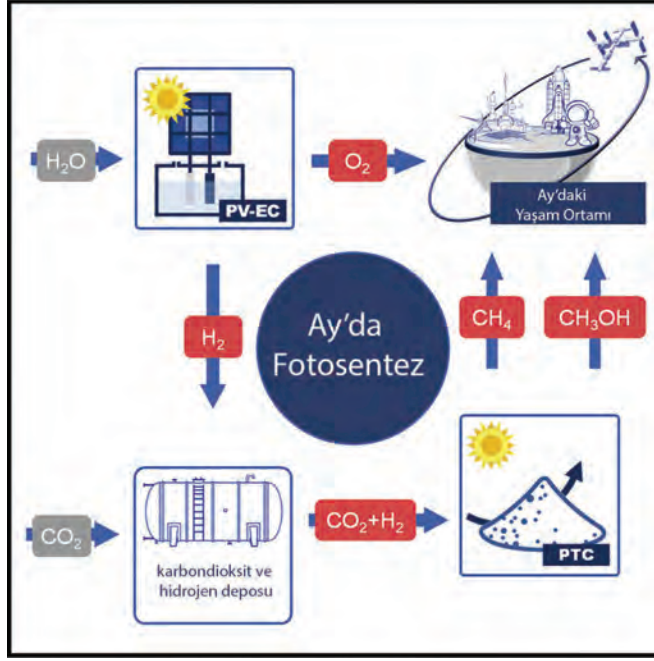


için kullanılabilirliği keşfedildi. Bu durum, organların biyolojik yaşlarının izlenmesinin, hastalık riskini tahmin etmeye yardımcı olabileceğini düşündürdü. Zhou belirli bir organ veya sistem için yaşlanma sürecini yavaşlatabilecek müdahalelerin olup olmadığının hâlâ belirsiz olduğunu ve bu nedenle de bulguları gerçek uygulamalara çevirmeden önce atılması gereken adımlar bulunduğunu söylüyor. ■

Ay'da Oksijen ve Yakıt Üretimi

Mahir E. Ocak

Çin Uzay Ajansı, Chang'e 5 projesi kapsamında Ay topraklarından toplanan örnekleri Dünya'ya getirmişti. Nanjing Üniversitesinden Yingfang Yao ve Zhigang Zou bu örnekleri analiz etti.



Ay'da yapay fotosentez gerçekleştirebilecek sistemin genel yapısı

Sonuçlar, Ay topraklarında fotosenteze benzer kimyasal süreçlerde katalizör işlevi görebilecek bileşikler olduğunu gösteriyor. Araştırmacılar, *Joule*'de yayımladıkları çalışmalarında, güneş ışığından aldığı enerjiyle karbondioksit ve sudan oksijen ve yakıt üretebilecek bir sistem de öneriyorlar.

Araştırmacıların Ay'da yapay fotosentez gerçekleştirmek için

tasarladıkları sistem özetle şöyle çalışıyor: İlk olarak, Ay topraklarından ayrıştırılan ve astronotların verdiği nefesten toplanan su molekülleri (H₂O) elektrolizle hidrojene (H₂) ve oksijene (O₂) parçalanıyor. Yine astronotların verdiği nefesten toplanan karbondioksit ve suyun elektrolizinden elde edilen hidrojen gazı da yakıt üretiminde kullanılıyor. Tüm bu süreçlerde Ay topraklarındaki çeşitli bileşikler, katalizör (kendisi harcanmadan tepkimelerin hızını artıran madde) olarak yer alıyor. Önerilen sistemde tüm enerji güneş ışığından alınıyor. Başka bir harici enerji kaynağına ihtiyaç duyulmuyor.

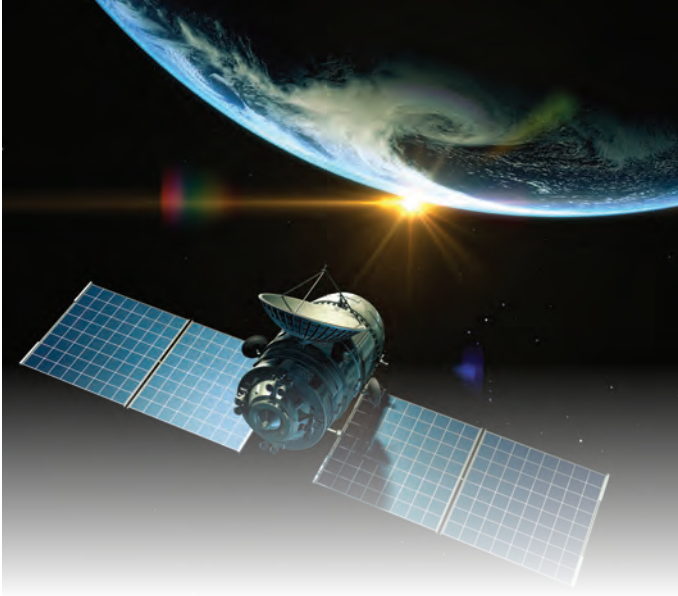
Ay topraklarındaki bileşiklerin katalizör olarak verimliliğinin, Dünya'da benzer süreçlerde kullanılanlara kıyasla düşük olduğu belirtiliyor. Ancak ay topraklarını çeşitli işlemlerden geçirerek daha verimli katalizörler elde etmenin mümkün olabileceği düşünülüyor. Çin Uzay Ajansı, 2030'larda insanlı Ay görevlerine imza atmaya hazırlanıyor. Tasarlanan yapay fotosentez sisteminin ya da daha gelişmiş bir versiyonunun da bu görevler sırasında test edilebileceği düşünülüyor. Tasarlanan sistemin başarılı bir biçimde çalışması durumunda gelecekte Ay'da sürdürülebilir bir yaşam ortamı oluşturmak mümkün olabilir. ■

Güneş Gözelerinde Verimlilik Rekoru Kıırıldı

Mahir E. Ocak

ABD'deki Ulusal Yenilenebilir Enerji Laboratuvarında çalışan bir grup araştırmacı, üzerine düşen güneş enerjisini %39,5 rekor verimle elektrik





enerjisine dönüştüren bir güneş gözesi geliştirdi.

Günümüzde güneş gözesi üretiminde sıklıkla çoklu-eklem olarak adlandırılan bir tasarım kullanılıyor. Bu gözelerde her biri güneş ışığındaki farklı dalga boyu aralıklarındaki ışığı soğurması için özel olarak tasarlanmış çok sayıda katman bulunuyor. Son geliştirilen gözede de üç ayrı katman var. Bu katmanların en üsttekinde GaInP, ortadaki GaAs, en alttakindeyse GaInAs bulunuyor. Katmanlarda kullanılan malzemelerin onlarca yıl süren araştırmaların sonucu olduğu belirtiliyor.

Testler, gözenin yeryüzündeki koşullar altında %39,5 verimle güneş enerjisini

elektrik enerjisine dönüştürebildiğini gösteriyor. Bu değer bugüne kadar herhangi bir tür göze ile ulaşılabilmemiş en yüksek verimlilik olduğu belirtiliyor.

Geliştirilen güneş gözesi, III-V türü olarak adlandırılan gözelerin bir örneği. Güneş gözelerinin bu isimle anılmasının sebebi, güneş enerjisini toplamak için kullanılan malzemelerde periyodik tablonun 3A ve 5A gruplarında yer alan elementlerin bulunması. III-V türü güneş gözeleri, diğer göze türlerine kıyasla daha verimli olsalar da, yüksek üretim maliyetleri nedeniyle günlük hayatta pek kullanılmıyor. Bu tür gözelerden daha çok uydularda ve insansız hava

araçlarında faydalanılıyor. Araştırmacılar, III-V türü güneş gözelerinin üretim maliyetlerini düşürmek için de çalışmalar yaptıklarını belirtiyorlar. Araştırmanın sonuçları *Joule*'de yayımlandı. ■

BionNTech'in Yeni m-RNA Aşısı Pankreas Kanseri İyileştirebilir

Elif E布伦 Kaya

Türk araştırmacılar Prof. Dr. Özlem Türeci ve Prof. Dr. Uğur Şahin'in kurucuları arasında olduğu BionNTech şirketi tarafından geliştirilen yeni mRNA aşısının ilk sonuçları, aşının pankreas kanserinin tedavisinde kullanılabileceğini gösteriyor.

2019 yılının sonlarında başlayan

koronavirüs salgınını sonlandırabilmek için farklı teknolojiler kullanılarak birçok aşı geliştirildi. Bu aşılardan biri de BionNTech tarafından geliştirilen mRNA aşısıydı. Yakın zamanda BionNTech şirketi tarafından geliştirilen ve mRNA teknolojisinin kullanıldığı yeni aşının faz 1 çalışmasından, pankreas kanserinin tedavisi için umut verici sonuçlar elde edildi.

Geliştirilen yeni aşı, neoantijen adı verilen proteinler aracılığıyla, pankreas kanseri hücrelerini tanıması için bağışıklık sistemini uyarıyor. Pankreas tümörlerinde kanser hücreleri neoantijen proteinleri üretir. Bu proteinler sağlıklı hücrelerde bulunmaz. Pankreas kanseri hücreleri mutasyon



geçirebilir. Ancak mutasyon geçirmiş kanser hücreleri tarafından üretilen neoantijenler vücuttaki bağışıklık hücreleri tarafından tanınmıyor.

Aşı geliştirme çalışmalarında bu sorunun üstesinden gelmek için pankreas kanseri hastaları ameliyat edilerek tümör alındı. Daha sonra kanser hücrelerinin ve sağlıklı hücrelerin DNA dizileri çıkarıldı. Bu verilere göre mutasyon geçirmiş kanser hücreleri tarafından üretilen neoantijenlerin kodlanmasını sağlayan m-RNA'lar üretilerek hastalara enjekte edildi. Bu sayede bağışıklık sistemi uyarılarak, vücutta bu proteinleri üreten kanser hücrelerini tanıması ve yok etmesi amaçlandı.

Aşının faz 1 çalışmaları aşığı geliştiren BionNTech şirketinin desteğiyle ABD'deki Memorial Sloan Kettering Kanser Merkezinde yürütüldü. Faz 1 çalışmasının sonuçları Dr. Vinod Balachandran tarafından geçtiğimiz günlerde Amerikan Klinik Onkoloji Derneğinin (ASCO) Chicago'daki

yıllık konferansında açıklandı. Faz 1 çalışması kapsamında kanser tümörleri ameliyatla alınan 16 kişiye operasyondan yaklaşık dokuz hafta sonra aşı uygulandı. Sekiz kişide aşı etkili bir bağışıklık tepkisi oluşturmadı ve kanser hücreleri yeniden ortaya çıktı. Ancak diğer sekiz kişide aşı olumlu sonuç verdi ve bu kişilerde on sekiz ay boyunca kanser tekrar nüksetmedi.

BioNTech'in kurucu ortağı ve lider tıbbi sorumlusu olan Prof. Dr. Özlem Türeci, faz 1 çalışmalarının umut verici olduğunu ve aşı üzerinde çalışmaya devam edeceklerini söylüyor. ■

Bu Yıl Dünya'nın Yakınından Geçen En Büyük Asteroit

Mahir E. Ocak

Güneş sistemindeki bazı gök taşları Dünya'ya çarpma riski taşıdığı için "potansiyel tehlikeli" olarak adlandırılıyor. Güneş etrafındaki yolculukları sırasında bu gök taşlarıyla



Dünya arasındaki mesafe zaman zaman 0,05 Astronomi Birimi (AB)'nin altına düşüyor (Güneş ile Dünya arasındaki ortalama uzaklık 1 AB'dir ve yaklaşık 150 milyon km'dir). Bir gök taşının potansiyel tehlikeli olarak sınıflandırılması için çapının 140 metrenin üzerinde olması gerekiyor.

1989 yılında Elanor Helin tarafından keşfedilen 1989 JA da potansiyel tehlikeli olarak sınıflandırılan asteroitlerden biri. Saatte yaklaşık 48.000 kilometre hızla yol alan gök taşı, 27 Mayıs'ta Dünya'nın yaklaşık 4 milyon kilometre uzağından geçti. Tahminlere göre 1989 JA'nın Dünya'ya bir kez daha bu kadar yaklaşması 172 yıl sonra olacak.

Dünya'ya yakın yörüngelerde dolaştığı bilinen gök taşlarından 878 tanesinin çapı, 1 kilometreden daha büyük. Yaklaşık olarak 1,8 kilometre çapındaki 1989 JA da bu gök taşları arasında yer alıyor. 1989 JA, bu yıl Dünya'nın yakınından geçeceği bilinen gök taşlarının en büyüğü. ■

Dünya'nın İç Çekirdeği Salınıyor

Mahir E. Ocak

1990'larda Dünya'nın katı iç çekirdeğinin yeryüzüne kıyasla daha hızlı döndüğü keşfedilmişti. Bilimsel çalışmalar sıvı dış çekirdek ile çevrili, Plüton büyüklüğündeki bu katı demir topun her yıl yeryüzünden 1 derece

daha fazla döndüğünü gösteriyordu. İlerleyen yıllarda yapılan çalışmalar da iç çekirdeğin daha hızlı döndüğünü doğrulamış ancak dönme hızları arasındaki farkın daha düşük olduğunu göstermişti.

Güney Kaliforniya Üniversitesinden Wei Wang ve John Vidale, 2021'de *Earth and Planetary Sciences Letters*'ta yayımladıkları bir makalede, 1971-1974 döneminde Sovyetler Birliği tarafından Novaya Zemlya'da yapılan yer altı nükleer bomba testlerinin sebep olduğu sismik etkinliklerle ilgili verileri analiz etmişler ve iç çekirdeğin yeryüzünden senede 0,1 derece daha hızlı döndüğü sonucuna varmışlardı. Aynı araştırmacılar bu kez de 1969-1971 döneminde ABD'nin Amchitka Adası'nın altında yaptığı nükleer testlerin sebep olduğu

sismik etkinliklerle ilgili verileri analiz etmişler. Sonuçlar, 1969-1971 döneminde iç çekirdeğin yeryüzünden daha hızlı değil daha yavaş döndüğünü gösteriyor. Araştırmacılar birbirini takip eden dönemlerle ilgili bu tahminlerden iç çekirdeğin periyodik olarak salındığı sonucuna varıyorlar.

Araştırmacılar iç çekirdeğin hareketleri ile ilgili bir model oluşturmuşlar. İç çekirdeğin dönme hızının altı yıllık periyotlar hâlinde salındığı model, gün uzunluğunda (Dünya'nın kendi eksenini etrafındaki dönüş süresinde) yaşanan değişimleri de başarılı bir biçimde tahmin ediyor.

Araştırmacılar, iç çekirdeğin salındığının daha önceleri de üzerinde durulan bir hipotez olduğunu ancak kendi çalışmalarından önce bu

düşünceyi destekleyen yeterli bulgu olmadığını söylüyorlar.

Gelecekte yapılacak çalışmalarla Wang ve Vidale'nin vardıkları sonuçlar test edilebilir. Ancak gelecekte konu üzerine çalışacak araştırmacıların net çıkarımlar yapması büyük olasılıkla daha zor olacak. Nükleer bomba testleri ile ilgili sismik veriler, sarsıntının merkezinin tam olarak bilinmesi nedeniyle, çok hassas tahminler yapılmasına imkân veriyor. Merkezi tam olarak bilinmeyen doğal depremlerin sebep olduğu sismik etkinliklerle ilgili verileri kullanarak aynı hassasiyetle tahminler yapmaksa bugün için mümkün değil. Araştırmanın sonuçları *Science Advances*'ta yayımlandı. ■

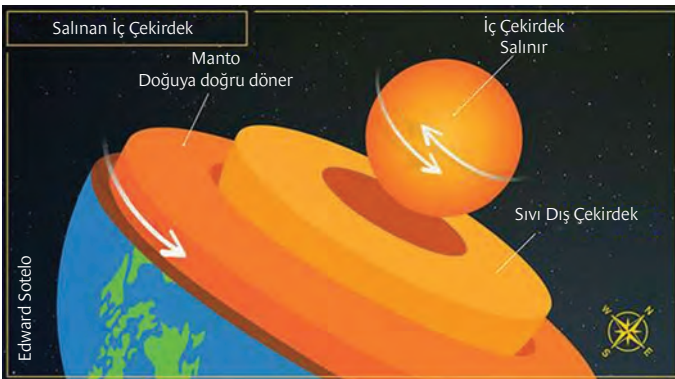
Pandeminin Etkileri Uzun Süre Devam Edecek

Özlem Ak

İngiltere'de ve diğer birçok ülkede küçük çocuklarda görülen hepatit salgını, uzmanların kafasını

karıştırıyor. Düşünülen ilk hipotez, vakaların 41F adı verilen bir adenovirüse ve çocukların bağışıklık sisteminin virüsle mücadele etmek için anormal tepki vermesine neden olan başka bir bilinmeyen faktöre bağlı olması. En olası şüphe ise son iki yıldaki bebeklerin ve çocukların, pandemi önlemi olarak uygulanan sosyal mesafe nedeniyle olağan çocukluk enfeksiyonlarına maruz kalmaması olarak değerlendiriliyor. Diğer bir şüphe ise kısa süre önce çocukların SARS-CoV-2'ye maruz kalması. Görüldüğü gibi her iki olası durumda da COVID-19 sahnede.

Hepatit salgını birden ortaya çıktı ancak önümüzdeki yıllarda pandemi ile ilgili bizi bekleyen tek sağlık sorunu sürprizi olmayacak gibi görünüyor. Birçok immünolog, COVID-19'un uzun COVID dışında daha uzun vadeli etkileri olacağını zaten tahmin ediyordu. Küçük çocuklar normalde etrafta dolaşan her hastalığa yakalanır ancak yaygın olarak görülen grip ve mide virüslerinin neden olduğu sindirim sistemi enfeksiyonlarının oranları pandemi





nedeniyle yapılan sokağa çıkma kısıtlamaları zamanlarında düşmüştü. Dolayısıyla son iki yılda doğan birçok bebek, bu hastalıklarla normalden daha geç bir dönemde karşılaştı.

COVID-19'un başka dolaylı sağlık etkileri de var. Bazı araştırmalar, pandemi sırasında özellikle gençlerde ruh sağlığının kötüleştiğini gösteriyor. Sıkı uygulanan kısıtlamalar sırasında pek çok kişinin fiziksel aktivitesinde bir düşüş yaşandı. Egzersiz yapmanın kanser ve kalp krizinden depresyona kadar pek çok sağlık sorunuyla karşı karşıya kalma riskini azalttığı biliniyor. Ağustos ve Eylül 2020'de İngiltere'de yapılan bir ankete göre, kısıtlamalar sonucunda bazı yaşlılar ayakları üzerinde dengede durmakta zorlanmaya başlamışlar, hatta

alışverişe yürüyerek gitme konusunda da özgüvenlerinde azalma olmuş. Bu elbette kapanmanın yanlış olduğu anlamına gelmiyor. Ancak uzmanlar daha fazla kötü sürpriz riskini azaltmak için pandeminin tüm olası etkilerinin araştırılması gerektiğini düşünüyor. ■

Çelikten Güçlü Ahşap

Özlem Ak

Çok fazla kullanım alanı olan ahşabın, maalesef her yıl milyonlarca tonu çöp alanlarına gidiyor. Bu yüzden uzmanlar döngüsel bir ekonomi için ahşabın daha büyük ölçekte yeniden kullanılması gerektiğini düşünüyor. Kanada, British Columbia Üniversitesinden Orlando Rojas ve meslektaşları, geliştirdikleri yöntem

ile bitki hücre duvarları içindeki yapışkan benzeri bir bileşen olan lignini çözebiliyor, ayrıca bitki hücre duvarında da bulunan küçük lifler olan selüloz nanofibrillerini açığa çıkarabiliyor. Yöntem, lityum klorür varlığında kullanılan dimetilasetamid adı verilen bir çözücü içeriyor. Bu şekilde, işlenen iki ahşap parçası bir araya getirildiğinde, nanofibriller birbirlerine bağlanarak araştırmacıların "iyileştirilmiş" ahşap parçası dediği şeyi oluşturuyor. Bu sürecin sonucunda elde edilen ürün doğal ahşap gibi görünmese de ondan daha iyi mekanik özelliklere sahip oluyor. Testler, kırılmaya karşı paslanmaz çelik veya titanyum alaşımlarından daha dayanıklı olduğunu gösteriyor. Rojas, orijinal malzemenin gücünü çok aşan bir mekanik güç elde

ettiklerini çünkü hidrojen bağı ile birbirine çok güçlü şekilde bağlanan bir malzeme olan selülozun doğal özelliklerinden faydalandıklarını söylüyor.

İngiltere, Bristol Üniversitesinden Steve Eichhorn'a göre bu yöntem pek çok bakımdan faydalı. Öncelikle, yaygın bir selüloz çözücü kullanarak ahşabı iyileştirmekle kalmıyor, doğanın harika malzemesinin mekanik özelliklerini geri kazanmamızı ve hatta geliştirmemizi sağlıyor.

Rojas ve ekibi, endüstriyel düzeyde yöntemlerinin maliyetini henüz incelememişler ancak kullandıkları işlemler ahşap işlemede çok tipik olduğundan keşfettikleri metodu daha büyük ölçeğe taşımamanın bir sorun olmayacağını düşünüyorlar. ■

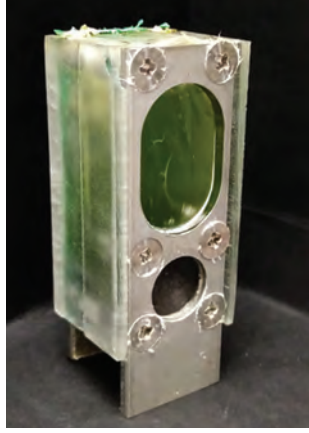


Bilgisayarı Altı Ay Çalıştıran Alg

Özlem Ak

Küçük bir kap içine kapatılmış mavi-yeşil algler, bir bilgisayar altı ay boyunca çalıştırdı. *Energy & Environmental Science* dergisinde çalışmalarını yayımlayan araştırmacılar, benzer fotosentetik güç jeneratörleri sayesinde, pillerde kullanılan nadir ve sürdürülemez malzemeler yerine, önümüzdeki yıllarda bir dizi küçük cihazın düşük maliyetle çalıştırılabileceğini söylüyor.

Cambridge Üniversitesinden Christopher Howe ve meslektaşları, alüminyum ve şeffaf plastik kullanarak AA pil boyutunda küçük bir kutu yaptılar. Kutunun içine, genellikle mavi-yeşil alg olarak bilinen ve güneş ışığına maruz kaldığında fotosentez yoluyla oksijen üreten *Synechocystis sp. PCC 6803* isimli bir tür siyanobakteri kolonisi yerleştirdiler. Kutu 2021'de COVID-19 kısıtlamaları sırasında araştırma ekibinden Paolo Bombelli'nin evindeki bir pencere pervazına



yerleştirildi ve şubattan ağustosa kadar orada kaldı. Araştırmacılar alglerin, nesnelerin İnterneti (IoT) olarak da adlandırılan, internete bağlı cihazlar ağında yaygın olarak kullanılan bir mikroişlemci olan Arm Cortex M0+ işlemcisine güç sağladığını söylüyor. Bilgisayar; 0,3 mikrowatt güç gerektiren bir hesaplama iş yükünü ve 0,24 mikrowatt gerektiren 15 dakikalık bekleme süresini simüle etmek için ardışık tam sayıların toplamlarını hesaplayan 45 dakikalık döngüler hâlinde çalıştı. Mikrodenetleyici, cihazdan gelen mevcut çıkışı ölçtü ve bu veriler, araştırmacıların analiz etmesi için bulutta saklandı. Altı ay boyunca hiçbir elektrik kesintisi olmamasının yanı sıra deney sona erdikten sonraki altı ay içinde de bakteriler güç üretmeye devam etti. Howe, gücün

kaynağı için iki potansiyel teori olduğunu söylüyor. Ya bakterinin kendisi bir akım oluşturan elektronlar üretiyor ya da kaptaki bir alüminyum anotun elektron üreten bir kimyasal reaksiyonda korozyona uğradığı koşullar akımı ortaya çıkarıyor. Deney, anotta önemli bir bozulma olmadan yürütüldüğü için akımın büyük kısmını bakterilerin ürettiğine inanılıyor. Howe, yaklaşımın ne kadar büyük ölçeğe taşınabileceğini anlamak için daha fazla araştırmaya ihtiyaç duyulduğunu söylüyor. ■

Bitki Bazlı D Vitamini Kaynağı

Özlem Ak

Biyologlar genetiğini değiştirdikleri domateslerden bitki bazlı yeni bir D vitamini kaynağı elde etti. Günde iki domates yemenin, dünya çapında yaklaşık bir milyar insanda olan D vitamini eksikliğine çare olması umuluyor. Tasarlanan bu D vitamini

kaynağı domates sayesinde tipik D vitamini takviyelerine yeni bir vegan alternatif sunuluyor. Araştırmacılar bitkinin, D vitamininin öncülü olan provitamin D3'ü kolesterole dönüştüren bir enzim üretmesini durdurmak için SI7-DR2 adlı geninde düzenleme yaptılar. Araştırmayı yöneten İngiltere, Norwich'teki John Innes Center'dan Jie Li, bu genin çok küçük bir parçasını değiştirdiklerini ve kontrol grubu (yani bir değişiklik yapılmamış domatesler) ile karşılaştırıldığında; kendi domateslerinde büyüme, gelişme veya verim üzerinde herhangi bir etki görmediklerini belirtti. Yine John Innes Center'dan Cathie Martin, genin yapısı nedeniyle, enzimi devre dışı bırakan doğal

bir mutasyona ulaşmak için geleneksel bitki ıslahını kullanmanın "çok zor" olacağını söylüyor.

Martin, CRISPR-Cas9 olarak bilinen bir gen düzenleme teknolojisi kullanılarak 1,5 yılda elde edilen



sonuçlara ulaşmanın geleneksel tekniklerle yapılsa 10 yıl alacağını da sözlerine ekliyor. Genetiği değiştirilmiş domateslerin geleneksel olanlardan daha pahalıya mal olup olmayacağı henüz belli değil. Martin, yetiştiricilerin D vitamini takviyeleri yapmak için D vitamini açısından zengin yapraklardan ve yeşil sürgünlerden de ekstra gelir elde edebileceklerini ancak bu üretimin mümkün olup olmadığını anlamak için daha fazla araştırmaya ihtiyaç duyulduğunu vurguluyor. ■

Makarna Robot

Özlem Ak

Motoru, pili veya bilgisayar olmayan yumuşak bir robot, çeşitli yüzeyler üzerinde yuvarlanabiliyor ve ısı enerjisini hareket enerjisine dönüştürerek basit labirentlerde yolunu bulabiliyor.

North Carolina State Üniversitesinden Jie Yin ve meslektaşları, sıvı kristal emdirilmiş (emprenye edilmiş) kauçuk benzeri bir malzemeden spiral şekilli bir cihaz yaptılar.



En az 55 °C olan bir yüzeye yerleştirildiğinde, robotun yüzeye temas ettiği alanlar ısınarak genişliyor, diğer alanlarda ise herhangi bir değişiklik olmuyor. Bu şekilde, robotun saniyede 3,8 milimetreye varan hızlarda dönme hareketi yapması mümkün oluyor.

Robotun sayısal bir yeteneği olmamasına rağmen, labirentlerde gezinme gibi nispeten karmaşık görevleri başarabiliyor. Yumuşak robot bir engelle karşılaştığında, yönünü biraz değiştirip ara sıra hareket etmeye devam edebiliyor. Bunu başaramazsa cihazdaki gerilim değişinceye kadar engeli itmeye devam ediyor; bu durum kavisinin yön değiştirmesine, dolayısıyla da ters yönde yuvarlanmasına yol açıyor. Bu iki yetenek, bir labirentin içine yerleştirilen robotun

engellerle karşılaştığında sürekli yön değiştireceği, yüzeyden yüzeye geçeceği ve herhangi bir kontrol mekanizmasından yoksun olmasına rağmen sonunda çıkış yolunu bulacağı anlamına geliyor. Yumuşak robot, yapılan testlerde pürüzsüz yüzeylerin yanı sıra kum ve çakılların üzerinde de yuvarlanmayı başardı. Ayrıca kum tepeleri gibi yüzeye 15 derecelik hafif eğimlerle de başa çıkabiliyor. 12 santimetre uzunluğundaki 0,36 gramlık robot, neredeyse kendi ağırlığında (0,3 gramlık) bir alüminyum silindiri de itebiliyor.

Yin, bu yumuşak robotların yeteneklerinin “malzeme zekâsı” (yeni keşfedilen malzemelerin ısı veya ışık gibi uyaranlara tepki vermesi) ve cansız tasarımların yapılabileceği “yapısal

zekâ” ile sınırlı olduğunu söylüyor. Başarılı bir ürün için her ikisinin de kullanılması gerektiğini belirten Yin, geliştirdikleri robotun tam bir robot olmasa da performansının robot gibi olduğunu vurguluyor. Yin bu teknolojinin bulunduğu ortamı keşfedebilen, ısı veya ışık gibi belirli fiziksel koşullara veya izlenimlere tepki veren ve kullanıcıya bilgi sağlayabilen ucuz robotlar oluşturmak için kullanılabileceğine; hatta insan vücudunda kullanılmak üzere mikroskobik ölçekte de üretilebileceğine inanıyor. ■

Farklı Türler İçeren Ormanlar Daha İyi Yetiştiriyor

İlay Çelik Sezer

Dünya çapında toplam 273 bilimsel araştırmanın incelendiği bir çalışmaya göre, karışık ağaç türleri içeren ormanlar daha fazla kereste üretiyor ve daha fazla karbon depoluyor. Bulgular, kereste üretme amaçlı dikilen ormanlar arasında, en az iki farklı

ağaç türü içerenlerin tek tür ağaç içerenlere göre daha iyi yetiştiğini gösteriyor. Araştırmacılar Pekin Üniversitesi mensubu Shaopeng Wang, düşük dikim ve bakım maliyetlerinden dolayı ormancuların genellikle monokültür (tek tür içeren) ormanlar yetiştirmeyi tercih ettiğini söylüyor. Ancak yaptıkları araştırmaya göre, çok farklı koşullarda bile birden fazla tür içeren ormanların önemli ölçüde daha avantajlı olduğu öne çıkıyor. Dolayısıyla Wang çalışmaları sayesinde ormancılıkta fayda optimizasyonu stratejileri geliştirilmesine katkı sağlayacaklarını düşünüyor.

Araştırmanın önemli bulgularından biri de yaprak biçimleri birbirine zıt (iğneli yapraklı ve geniş yapraklı) olan türlerin yan yana yetiştirilmesi durumunda söz konusu faydanın daha da yüksek olduğu. Yaprak

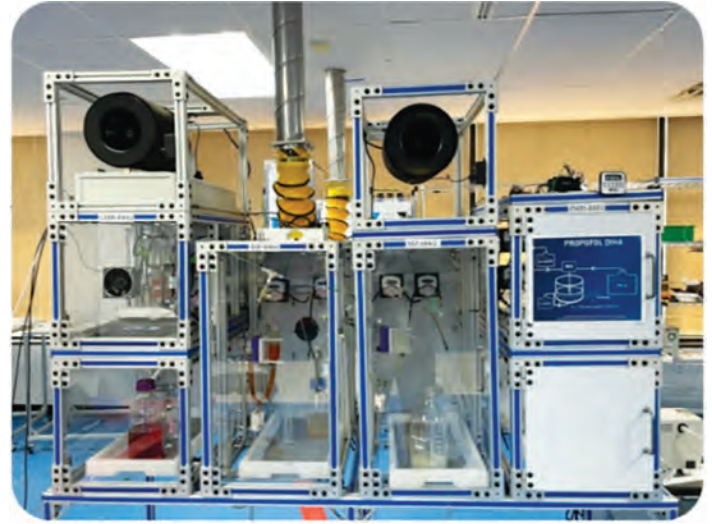
döken ağaçların yaprak dökmeyen ağaçlarla birlikte büyümekten fayda sağladığı da bulgular arasında yer alıyor. Bu avantajların birbirine komşu ağaçların farklı ihtiyaçlara sahip olmasıyla ilgili olduğu düşünülüyor. Araştırmacılar ayrıca azot kullanma stratejileri farklı ağaçların bir arada yetişmesinin benzer bir fayda sağlayıp sağlamadığını da araştırdı ancak böyle bir etkiye rastlanmadı.

Araştırmanın bulguları, farklı yaprak özelliklerine sahip ağaçları karışık olarak yetiştirmenin yeniden ağaçlandırılan arazilerde daha etkin kereste üretimi ve karbon depolanmasına olanak tanıyabileceğine işaret ediyor. Bu strateji kereste ormanlarının biyoçeşitlilik üzerindeki olumsuz etkilerini de azaltabilir. ■

Yeni Bilgisayar Sistemi ile Kimyasal Atıklar Artık Sorun Olmayabilir

Tuncay Baydemir

Kimya endüstrisinin hızlı yükselişi önemli miktarda kimyasal atığın



Geliştirilen bilgisayarlı sistem ile atık moleküllerden çeşitli ilaçlar üretilebiliyor.

açıya çıkmasına neden oluyor. Araştırmacılar da bu atıkların en verimli şekilde faydalı ürünlere dönüştürülmesi için çalışmalar yürütüyor ve çeşitli “döngüsel kimya” süreçleri geliştiriyorlar.

Çok çeşitli kimyasal atıklardan katma değerli ürünler sentezlenmesine ilişkin kapsamlı analizler gerçekleştirmek hayli zor. Kimyasal tepkimeler sonucunda, asıl ürünün yanında çok fazla sayıda yan ürün açığa çıkabiliyor. Tüm bu yan ürünlerin çevre dostu kimyasallar olması ise neredeyse imkânsız. Bu nedenle kimyasal atıkların faydalı ürünlerin elde edilmesinde kullanılması hem ekonomik açıdan hem de çevreyi koruma bakımından büyük önem taşıyor.

Uluslararası bir araştırma ekibi tarafından *Nature* dergisinde yayımlanan bir çalışma bu sorunu ortadan kaldıracak gibi görünüyor. Yapılan araştırmada, üretim sonucunda ortaya çıkan kimyasal atık örneklerini analiz etmek ve bu atıklardan hem yeni hem de faydalı kimyasal maddeler sentezlemek için kullanılacak bir bilgisayar sistemi geliştirildiği bildirildi.

Az sayıda molekül türü içeren atıklarla bile yeni bir ürün elde edilmesine yönelik milyonlarca farklı yol izlenebileceğini belirten araştırmacılar, tek bir kimyasal örnek karışımına dayalı yeni bileşik sentezleme süreçlerini daha iyi bir şekilde ortaya koymak için geliştirdikleri bilgisayar sistemine



yapay zekâ da eklediler. Bu sayede ticari ölçekte geri dönüştürülen yaklaşık 200 farklı atık kimyasal maddenin yanı sıra 300 adet ilaç ve zirai kimyasal madde üretmek için süreçleri ortaya koyan araştırma ekibi sürdürülebilir kimya adına da önemli bir başarıya ulaştı.

Çalışma sırasında, atıklardan belirli kimyasal maddeleri elde etmek için ortaya konan üretim yolları ile gerçekleştirilen denemelerde başarılı sonuçlar elde edildi. Endüstriyel ölçekte geliştirilmesi planlanan sistem sayesinde, kimyasal atıkların değerli maddelere ve ürünlere dönüştürülmesinin kolaylaşması ve depolama ile atık bertaraf etme gibi maliyetlerin de büyük ölçüde azalması bekleniyor. ■

Epigenetik Değişiklikle Tek Dozda Kolesterol Düzeyi Düşürüldü

İlay Çelik Sezer

Fareler üzerinde yapılan bir araştırmada, karaciğerdeki bir



genin epigenetik bir değişiklikle susturulmasının, yani bu genin protein üretmesinin durdurulmasının kalp hastalığı riskini kalıcı olarak azaltabileceği yönünde bulgular elde edildi. Epigenetik değişiklik, bir genin DNA dizilimi üzerinde kalıcı olarak yapılan değişiklikler yerine, genin etkinliğini kontrol eden kimyasal işaretçiler üzerinde yapılan değişiklikleri ifade ediyor. Araştırmanın sonuçları, kalıcı genetik değişikliklerden kaynaklanabilecek olası risklere girilmeden, epigenetik değişiklik yaklaşımı sayesinde gen etkinliğinde uzun vadeli değişiklikler oluşturulabileceğini gösteriyor.

Karaciğer hücreleri tarafından üretilen

PCSK9 adlı bir protein kolesterolü kandan uzaklaştıran bir başka proteini parçalamaktan sorumlu. Bu da PCSK9 proteinini bloke etmenin, yani bu proteinin üretimini durdurmanın kolesterol düzeyini düşürerek kalp hastalığı riskini azaltabileceği anlamına geliyor. Hâlihazırda kolesterol düzeyini düşüren ilaçlar mevcut ancak hap formunda üretilemeyen bu ilaçların birkaç haftada bir enjeksiyonla uygulanması gerekiyor. Diğer bir alternatif olan PCSK9 geninin gen değişikliği ile kalıcı olarak susturulması seçeneği ise DNA'da istenmeyen kalıcı değişiklikler oluşturma ve bu yüzden çeşitli hastalıklara (örneğin kansere) neden olma riski yüzünden sakıncalı bulunuyor. Bu risk kolesterol düzeyiyle ilgili

ciddi kalıtsal hastalıkları olan insanlar için kabul edilebilir olsa da daha genel kullanım için epigenetik değişiklik yaklaşımları daha uygun görünüyor.

İtalya'nın Milano kentindeki San Raffaele Telethon Gen Tedavisi Enstitüsünden Angelo Lombardo ve ekibi, PCSK9 genini susturmak amacıyla bir dizi farklı epigenetik araç geliştirdi ve bunları farelerde test etti. Bunlardan en etkili olanını, epigenom değişikliği yapan bir proteini kodlayan mesajcı RNA (mRNA) molekülleri biçiminde farelerin karaciğerlerine verdi. Deney sonunda farelerdeki kolesterol düzeyleri yarıya indi. Lombardo bu etkinin güçlendirilerek kolesterol düzeylerinin daha da düşürülebileceği görüşünde. Üstelik araştırmacılar farelerin kan değerlerini 220 gün boyunca takip ederek zaman zaman incelediklerinde, söz konusu etkinin sürdüğünü gördüler. Bu durum etkinin kalıcı olduğunu düşündürdü.

Elde edilen sonuçlarla birlikte bu araştırma

önemli bir adım olarak kabul ediliyor çünkü bu tür yaklaşımlarla uzun vadeli etki elde etmek geçmişte zorlanılan bir husustu. Lombardo, epigenetik değişikliklerin teorik olarak geri döndürülebilir olduğunu, istenmeyen bir etki görüldüğünde de ortadan kaldırılabileceğini ancak bunu henüz denemediklerini belirtiyor. Sonuçlar hayli çarpıcı olmakla birlikte yöntemin doğrudan insanlar üzerinde denenmesi için henüz hayli erken olduğu düşünülüyor. ■

Ay ve Mars Tozundan Dayanıklı Tuğla Üretimi

İlay Çelik Sezer

İnsanların Dünya dışı gök cisimleri üzerinde uzun vadeli olarak kalabileceği istasyonlar kurma fikri, bilim insanlarının çeşitli yönleriyle araştırdığı bir alan olarak bilim gündeminde kalmaya devam ediyor. University of Central Florida'dan bir araştırma ekibi, bunun için bir ürün



geliştirmek üzere tuzlu su ile Ay ve Mars tozu benzeri malzemeler kullanarak yapı malzemesi olabilecek sağlam tuğlalar üretmeyi denedi.

Ranajay Ghosh ve ekibi, Ay'ın ve Mars'ın yüzeyinde bulunan, regolit adı verilen toz ve gevşek kayaların sağlam tuğlalar üretmek amacıyla kullanılıp kullanılmayacağını merak etti. Ancak Dünya'da Ay ve Mars kaynaklı orijinal regolit malzemeler bulunmadığı için araştırmacılar bu malzemeye yakın

benzerlik gösteren sentetik malzemelerle çalıştı. Bu malzemeleri sofra tuzunun sulu bir çözeltisiyle karıştıran araştırmacılar bir çeşit üç boyutlu yazıcı kullanarak bu karışımdan silindirik tuğlalar üretti.

Araştırmacılar tuğlaları farklı sıcaklıklarda fırınladıktan sonra bir binanın yükünü temsil edecek büyüklükte basınçlara maruz bırakarak tuğlaların dayanıklılıklarını sınamaya tabi tutulan tuğlaların bir kısmı parçalandı ancak 1.200 °C'ta

fırınlananlar dünyadaki malzemelerden üretilmiş bazı standart tuğlalardan bile daha dayanıklı çıktı. Ghosh, geliştirdikleri yöntemin görece basit olmasından dolayı dünya dışı koşullarda yapılar oluşturmak için iyi bir aday olabileceği görüşünde. Öte yandan söz konusu yöntem için fırınlara ve olası bir dünya dışı yaşam düzeninde öncelikle içme ve sulama için kullanılması gereken suya ihtiyaç duyulması, çalışmanın üzerinde durulması gereken zayıf yanları olarak değerlendiriliyor. ■

Bitkiler Nasıl Hareket Eder?

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

Hayvanlar gibi kaslara, eklemlere ve sinir sistemine sahip olmasalar da bitkiler de hareket edebiliyor. Bitkilerin tohumlarını etrafa saçmak ya da başka canlıları avlayıp yemek için nasıl hareket ettiği, geçmişte daha çok biyologlar tarafından üzerine çalışmalar yapılan bir konuydu. Günümüzde ise doğadan esinlenerek robotlar geliştiren araştırmacılar, bitkilerin hareketlerinin ardındaki fiziksel süreçleri çözmeye çalışıyor.

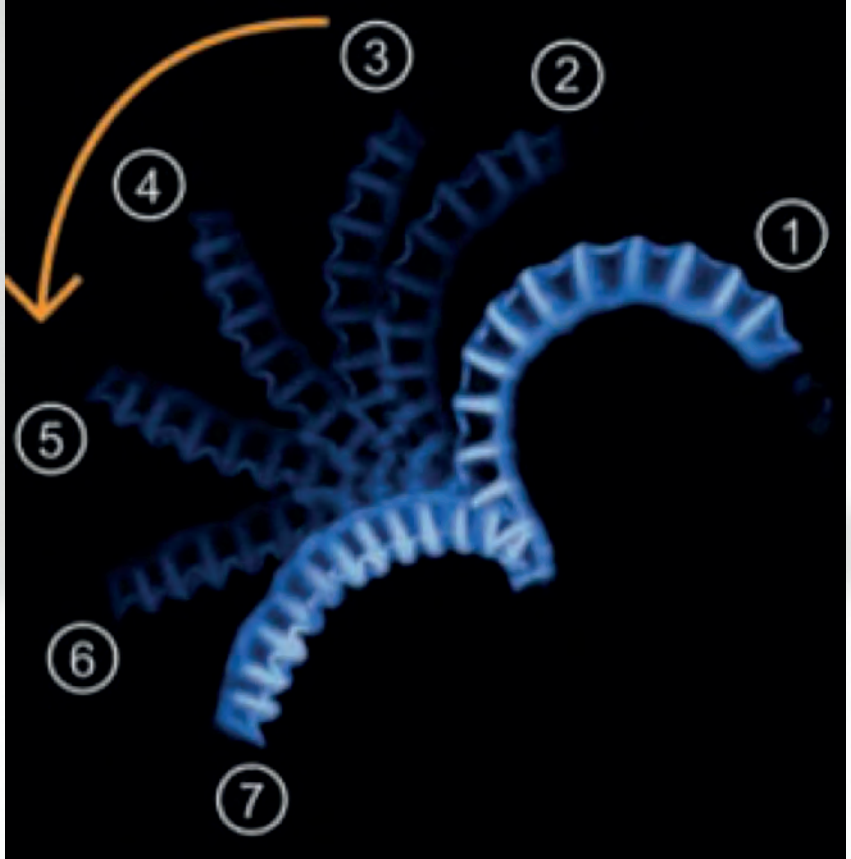
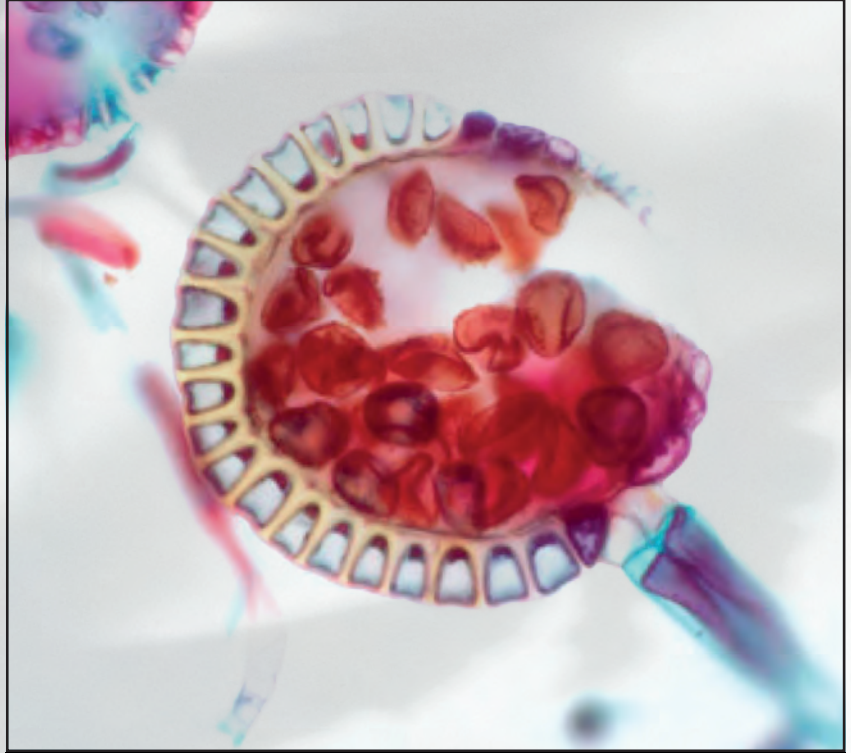




Eğrelti Otları

Bitkilerin hareket etmesiyle ilgili en dikkat çekici örneklerden birine eğrelti otlarında rastlanıyor. Çiçek açmayan bu damarlı bitkiler, tohumlarını saniyede 10 metrenin üzerine çıkan hızlarla etrafa saçar ve böylece tohumların büyümelerine uygun verimli topraklar bulma şansını artırır.

Eğrelti otlarının tohumlarını etrafına saçması, tıpkı Orta Çağ'daki savaşlarda mancınıkla düşmanların üzerine taş fırlatılmasına benzer: Önce mancınığın üzerine bir yük yerleştirilir, daha sonra da bir yay sıkıştırılarak mancınığın potansiyel enerji depolaması sağlanır. Yükü taşıyan kol bırakıldığında yayda depolanmış enerji serbest kalır ve kol, üzerindeki yükle birlikte hızla ivmelenir. Yayın ittiği kol, mancınığın mekanizması tarafından durdurulduğunda yük mancınıktan ayrılır ve hızla hedefine doğru yol almaya başlar.



Eğrelti otları tohumlarını saniyede 10 metrenin üzerine çıkan hızlarla etrafa saçar. Tohumları içinde barındıran kese, önce bir yay gibi gerilerek açılır sonra da hızla yeniden kapanır.



Tohumlarını etrafa saçmaya hazırlanan bir eğrelti otu.

Eğrelti otlarının “mancınıkları” ise özetle şu şekilde çalışır: Eğrelti otlarının tohumları, spor kesesi olarak adlandırılan, küre biçimli haznelerin içinde bulunur. Bu haznelerin bir tarafında yarım çember biçiminde dizilmiş özel hücreler yer alır. Yazın sıcak havalarda bu hücreler su kaybettikçe hacimleri azalır. Spor kesesi önce diğer taraftan yırtılır, daha sonra da tıpkı bir mancınığın gerilmesi gibi yavaş yavaş gerilir. Bir noktada hücrelerin içindeki sıvı suyun basıncı, suyun buhar basıncının altına düşer ve sıvı su hızla buharlaşmaya başlar. Buharlaşmanın neden olduğu hacim artışı, üzerinde tohumların

bulunduğu yarım halkanın serbest bırakılmış mancınık kolu gibi ivmelenmesine neden olur. Hücrelerin içinde bulunan sıvıların viskozitesi, mancınık kolunu durduran mekanizma gibi, yarım halkayı yavaşlatırken tohumlar spor kesesinden ayrılır ve saniyede 10 metreye varan hızlarla etrafa saçılır.

Sinekkapan

Bitkilerin çoğu ihtiyaçları olan mineralleri topraktan, enerjiyi ise güneşten alır. Ancak hayvanları avlayarak beslenen bitkiler de vardır.

Hayvan avlayan bitkilerin en bilinen örneklerinden biri sinekkapandır. Bilimsel adı *Dionaea muscipula* olan, Amerika kıtasının alt tropikal bölgelerinde yetişen bu bitkilerin yaprakları açılıp kapanabilen bir kapan gibidir. Bir “menteşeyle” birbirine bağlanmış gibi görünen iki parçalı yaprakların üzerindeki hassas tüylere bir sinek temas ettiğinde, yapraklar saniyenin onda biri kadar bir süre içerisinde kapanır ve sineği içlerine hapseder. Daha sonra avın yumuşak dokularını parçalayan enzimler salgılanmaya başlanır. Yapraklar bir süre sonra yeniden açıldığında sindirim tamamlanmış, besinler özümsemiştir. Sindirimden

geriye kalan artıklar rüzgâr tarafından alıp götürülür. Yapraklar bir sonraki av için hazır hâle gelir.

Sinekkapanların yapraklarının hızlı bir biçimde kapanmasını sağlayan iki mekanizma var. Birincisi yapraklara bir sinek dokunduğunda, yaprağın farklı bölgelerinde bulunan hücrelerdeki iyon derişimleri (belirli bir maddenin kütle veya hacminin, içinde bulunduğu ortamın kütle veya hacmine oranı; konsantrasyon) değişmeye başlar. İyon derişimi azalan hücreler su kaybederken iyon derişimi artan hücreler su kazanır. Hücreler arasındaki bu su alışverişi sırasında

su kaybeden hücreler büzüşürken su kazanan hücreler şişer. Böylece yaprağın şekli değişir.

Su alışverişi sadece sinekkapanlar tarafından değil, başka pek çok bitki tarafından da hareket

etmek için kullanılan bir mekanizmadır. Ancak bu mekanizma, yaprakların sadece 100 milisaniye içerisinde kapanacak kadar hızlı hareket etmesini sağlamak için tek başına yeterli değildir.

Açık sinekkapan yaprakları dışbükey, kapalı sinek kapan yaprakları ise içbükey bir şekle sahiptir.



Sinekkapanların yaprakları açıkken dışbükey, kapalıyken içbükey bir şekle sahiptir. Bu iki yapı da mekanik olarak kararludur, bir dış müdahale olmadığı sürece aynı biçimde kalabilirler. Ancak yapraklara etki eden ufak bir kuvvet, dengenin bozulmasına ve yaprağın şekil değiştirmesine neden olur. Bu süreci bir şemsiyenin rüzgârın etkisiyle ters dönmesine benzetebiliriz. Başlangıçtaki ve sondaki geometrilerin ikisi de kararludur. Üzerine herhangi bir kuvvet etki etmedikçe şemsiyenin şekli değişmez. Ancak rüzgârın uyguladığı kuvvet, dengenin bozulmasına ve şemsiyenin şekil değiştirmesine neden olur. Sinekkapanların yapraklarının hızla hareket etmesini sağlayan ana etken de başlangıçtaki dışbükey

biçimli yaprakların bir elastik kararsızlığın eşliğinde olmasıdır: Yapraklardaki tüylere dokunan ufak bir sinek bile dengenin bozulmasına, yaprakların hızla şekil değiştirmesine yol açar.

Su Çarkı

Hayvanları avlayarak beslenen bir diğer bitki, bilimsel adı *Aldrovanda vesiculosa* olan su çarkıdır. Suda yaşayan bitkinin bu isimle anılmasının nedeni, uzun ince gövdesi boyunca çember biçiminde dizilmiş yapraklara sahip olmasıdır. Su çarklarının yapraklarının görünümü sinekkapanlarınkine benzer ancak ortalarında bir menteşe yoktur.

Su çarklarının yapraklarının üzerinde de sinekkapanların yapraklarında olduğu gibi duyarlı tüyler vardır. Tüylere dokunan nesnelere, yaprakların kapanmasını tetikler. Eğer içeride kalan av yaprakları parçalayamayacak kadar güçsüzse bitkiye yem olur.



Su çarklarının yapraklarının kapanmasında da hücreler arasındaki su alışverişi rol alır. Ancak hücreler arasındaki su alışverişi, tıpkı sinekkapanlarda olduğu gibi, tek başına avları yakalamaya yetecek hızları sağlayamaz.

Su çarkları yapraklarını kaparken “kinetik yükseltgeme” olarak adlandırılan bir ilkedен yararlanırlar. Bu durumu açıklamak için bir kapıyı kapatmak istediğimizi düşünelim. Kapıyı kolundan iterek ufak bir kuvvetle ya da menteşelere yakın bölgelerden iterek daha büyük bir kuvvetle kapatabiliriz. Menteşelere yakın bölgelerin kontrollü bir biçimde biraz hareket ettirilmesi, diğer kısımların çok daha fazla hareket etmesine neden olur. Su çarklarının yaprakları hareket ederken de benzer bir süreç gerçekleşir. Sıvı hareketlerinin yaprakların gövdeye yakın kısımlarında sebep olduğu ufak bir deformasyon, yaprakların uçlarının hızla kapanmasına neden olur.

Yaprakların hızla hareket etmesine yardımcı olan bir diğer etken de açık yapraklarda, gergin bir yay gibi, esneklik potansiyel enerjisi depolanmış olması. Yapraklar hareket etmeye başladığında bu gergin yayda depolanmış potansiyel enerji açığa çıkar ve böylece hareket daha da ivmelenir. Yapraklar tekrar açılırken yay yeniden gerilir.

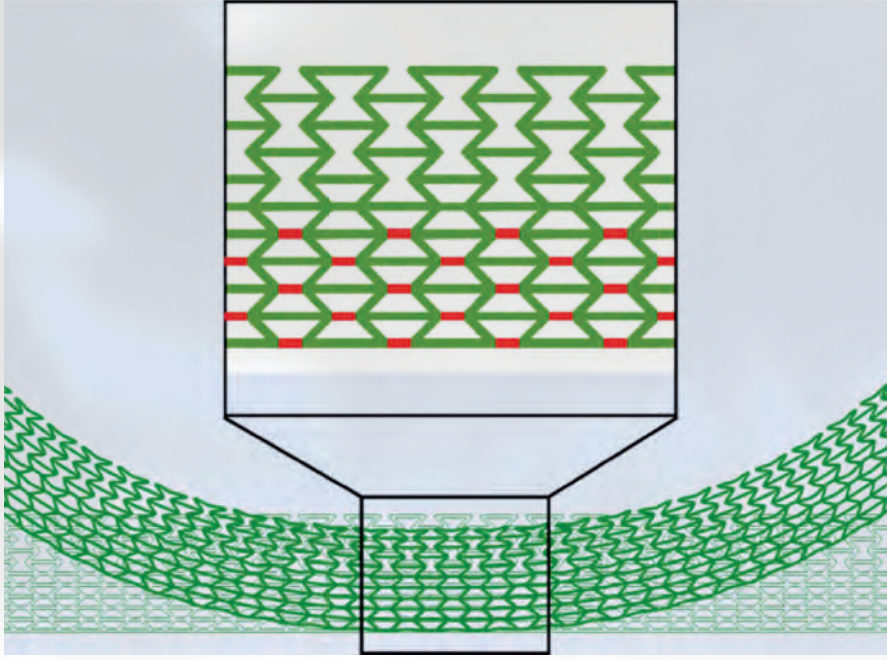
Güneş Gülü

Etçil bitkilerin bir diğer örneği, bilimsel adı *Drosera capensis* olan güneş gülüdür. Güney Afrika'ya özgü bu bitkinin ince yaprakları, uçlarında damlacıklar hâlinde yapışkan bir madde bulunan

ince tüylerle kaplıdır. Yaprakların üzerine konan böcekler, yapışkan maddeye saplanıp kalır. Daha sonra bitkinin yaprakları avın etrafına dolanır. Böylece daha fazla sindirim bezi ava temas eder ve özümlenen besin miktarı artar.

Bilimsel çalışmalar güneş güllerinin yapraklarının avın





Dr. Caterina La Porta ve arkadaşlarının güneş güllerinden esinlenerek yaptıkları bir tasarım. Alt ve üst kısımlardaki farklı yapılar, uygulanan basınca farklı tepkiler veriyor. Üst kısımlar büzülürken alt kısımlar genişliyor. Böylece bir temas hâlinde tıpkı bükülen bir parmak gibi kıvrılıyor.

etrafında dolanabilmesinin sırrının, yapraklardaki hücrelerin yapısında gizli olduğunu gösteriyor. Yaprakların alt kısımlarındaki hücreler daha ince ve uzun, üst kısımlarındaki hücrelerse daha yuvarlak bir şekle sahip. Yapraklara dokunan canlıların tetiklediği biyokimyasal sinyaller, hücrelerin iç basıncının

değişmesine neden olur. Tıpkı şişirilen bir balonun hangi şekli alacağına yapısına bağlı olması gibi, farklı yapıdaki hücreler basınç değişimine farklı tepkiler verir. Alt kısımdaki ince ve uzun hücreler, üst kısımdaki yuvarlak hücrelere kıyasla çok daha fazla şişer ve böylece yaprak avın etrafına sarılır.

Kaynaklar

- Rayneau-Kirkhope, D., "Replicating How Plants Move", *Physics World*, Temmuz 2021.
- Frazer, J., "Wonderful Things: Ferns Eject Their Spores with Medieval-Style Catapults", *Scientific American*, 2014.
- La Porta, C. A. M. ve ark., "Metamaterial architecture from a self-replicating carnivorous plant", *Proceedings of the National Academy of Sciences (USA)*, Cilt 116, s. 18777, 2019.
- Noblin, X. ve ark., "The Fern Sporangium: A Unique Catapult", *Nature*, Cilt 335, s. 1322, 2012.
- Forterre, Y. ve ark., "How the Venus Flytrap Snap", *Science*, Cilt 433, s. 421, 2005.
- Westermeier, A. S. ve ark., "How the carnivorous waterwheel plant (*Aldrovanda vesiculosa*) snaps", *Proceedings of the Royal Society B*, Cilt 285, s. 12, 2018.

Günümüzde robotlar üzerine araştırmalar yapan mühendisler, kaslara ve eklemlere sahip olmayan bitkilerin uyarılara tepki vererek hızla hareket edebilmesinden esinlenerek çalışmalar yapıyorlar.

Örneğin güneş güllerinin yapraklarının avlarının etrafına dolanmasından esinlenerek robot parmakları geliştirmeye çalışan araştırmacılar var. Bu ve benzeri çalışmaların, hidrofobik (suyu sevmeyen) nilüfer yapraklarından esinlenerek kendini temizleyen camlar üretmek ya da kirpi oklarından esinlenerek cerrahi zımbalar geliştirmek gibi doğadan ilham alan mühendislik çalışmalarının ufak bir parçası olduğu söylenebilir.

Klasik mühendislik araştırmaları sırasında önce bir tasarım yapılır, sonra da gerçekten işe yarayıp yaramayacağını görmek için bir prototip üretilip test edilir. Doğadan esinlenen mühendislik uygulamalarının önemli bir özelliği ise gerçeğe dönüştürebildiğiniz takdirde tasarımınızın çalışacağını zaten bilmenizdir. ■

Bilim Çizgi

Sinancan Kara [btciizgiroman@tubitak.gov.tr]

Asuman Baytop

1940, İSTANBUL
ÜNİVERSİTESİ (İÜ)
ECZACILIK FAKÜLTESİ.



NE ZOR İMTİHANDI AMA!
NEYSE Kİ GEÇTİ DE ARTIK
BİRAZ RAHATLAYABİLİRİZ.

SAHİLE
GİDELİM
Mİ?

ASUMAN
NEREDE?



BU ÇİÇEĞİ HİÇ
GÖRMEMİŞTİM!

ÇİÇEK
PEŞİNDE
GENE!



ASUMAN BAYTOP, BİTKİ BİLİME
OLAN TUTKUSUNDAN DOLAYI,
II. DÜNYA SAVAŞI SIRASINDA
TÜRKİYE'YE SİĞİNAN ALFRED
HEILBRONN'UN ASİSTANI
OLARAK FARMAKOBOTANİK
KÜRSÜSÜNE ATANDI.



İÜ
BOTANİK
BAHÇESİ

BERABER
BAHÇEYİ
İYİ
BÜYÜTTÜK.

GİDECEK
OLMANIZ
BENİ
ÜZÜYOR
ASUMAN
HANIM.



EVET AMA İSVİÇRE'YE
GİTME NEDENİM ORADA
ÖRENDİKLERİMİ
GELİP BURADA
UYGULAMAK. HER ŞEY
TÜRKİYE İÇİN!

FARKINDAYIM TABİİ.
FEVKALADE
BİR YERE
GİDİYORSUNUZ,
ARAZİ GEZİSİ
YAPMAYI
UNUTMAYIN!



ASUMAN BAYTOP, 1945'TE FARMAKOGNOZİ
(BİTKİLERİN İLAÇ KAYNAĞI OLARAK
İNCELENMESİ BİLİMİ) DOKTORASI YAPMAK
ÜZERE İSVİÇRE ZÜRİHE GİTTİ.



KİMYASAL BİLEŞİK SINIFLARINDAN İLKİ ALKALOİDLERDİR.
ALKALOİDLER, BİR NİTROJEN HALKASI İÇERİR. BİRCOK
ORGANİZMA TARAFINDAN ÜRETİLİR VE İKİNCİL METABOLİT
OLARAK KABUL GÖRÜR...



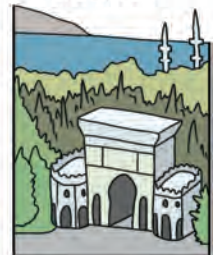
ARAZİ
GEZİLERİ
NE ZAMAN
BAŞLAR
DERSİNİZ?



NİHAyet!
BU TÜRDEN
BİR ÖRNEK
BULDUM.
ŞAHANE!



BAYTOP, İSVİÇRE'DE
601 ADET NADİDE
BİTKİ TÜRÜ TOPLADI
VE BUNLARI 1949'DA
DÖNDÜĞÜ İSTANBUL
ÜNİVERSİTESİNE
BAĞIŞLADI.



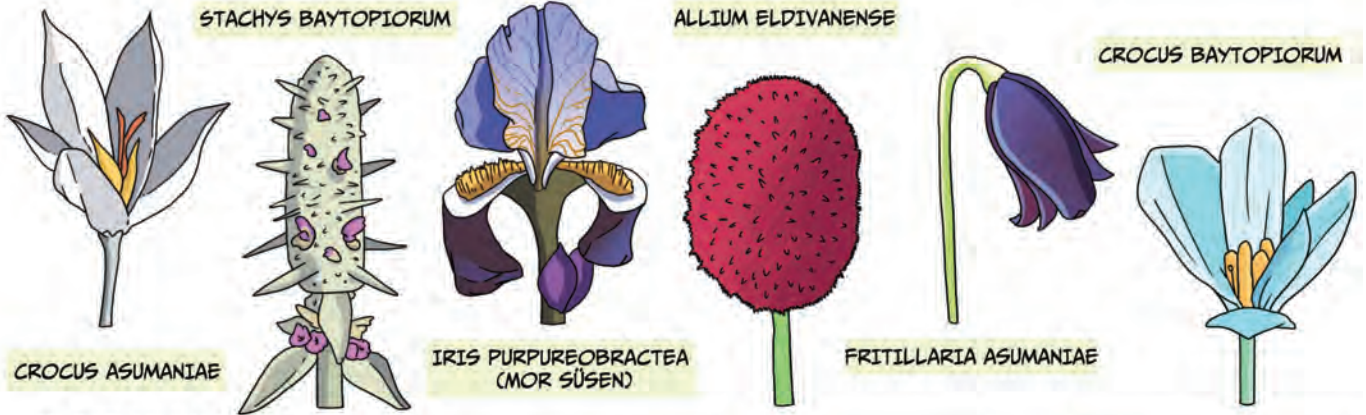


ASUMAN BAYTOP, 50 KADAR TRAKYA GEZİSİ, 25 KADAR MARMARA GEZİSİ VE 50 KADAR DA ANADOLU GEZİSİ YAPARAK TÜRKİYE BİTKİ ÖRTÜSÜNDEKİ TÜRLERİ TOPLAYIP SINIFLANDIRDI.



BAYTOP, 6 ADET TÜBİTAK PROJESİ YÜRÜTTÜ. GERÇEKLEŞTİRDİĞİ TRAKYA GEZİLERİNDE, BİLİM DÜNYASINDA HIÇ BİLİNMEYEN İKİ YENİ TÜRÜ KEŞFETTİ. ANADOLU GEZİLERİNDE İSE SEKİZ YENİ TÜR VE ÜÇ ALTITÜRÜ BİLİM DÜNYASINA KAZANDIRDI.

AYRICA, YERLİ VE YABANCI PEK ÇOK BOTANİK BİLİMCİ, ONA DUYDUKLARI SAYGI NEDENİYLE KEŞFETTİKLERİ YENİ TÜRLERE BAYTOP'UN ADINI VERDİ.



YIL 2013. BAYTOP 93 YAŞINDA VE HÂLÂ KENDİ KURDUĞU HERBARYUMA BİTKİ GÖNDERİYOR.



ASUMAN BAYTOP (1920-2015) BOTANİKÇİ VE ECZACI. TÜRK BİLİM TARİHİNİN EN ÖNEMLİ İSİMLERİNDİR. TÜRKİYE FLORASI ÜZERİNDE ÇALIŞMALAR YÜRÜTTÜ. 150'DEN FAZLA ARAZI GEZİSİNDE 23.000 KADAR BİTKİ ÖRNEĞİ TOPLAYIP İNCELEDİ. İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ ECZACILIK FAKÜLTESİ HERBARYUMU (İSTE) VE FARMASÖTİK BOTANİK ANABİLİM DALININ KURUCUSUDUR. 261 ADET BİLİMSEL YAYIN, BEŞ DERS KİTABI YAZDI VE SAYISIZ ÖĞRENCİ YETİŞTİRDİ. ALDIĞI YEDİ ÖNEMLİ ÖDÜLDEN BİRİ, 1999'DA KENDİSİNE LAYIK GÖRÜLEN TÜBİTAK HİZMET ÖDÜLÜ'DÜR.

BAĞIRSAK BAKTERİLERİMİZ RUH SAĞLIĞIMIZI NASIL ETKİLER?

Dr. Öğr. Üyesi Nurten Arslan Işık [*Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi*]

“İyi çalışan bir bağırsak, iyi çalışan bir beyinden daha yararlıdır.”

Josh Billings (Henry Wheeler Shaw),
1818–1885





Kendinizi depresif ve endişeli mi hissediyorsunuz ya da son zamanlarda ruhsal olarak yorgun musunuz? Eğer öyleyse sorun bağırsaklarınızda olabilir. Nasıl mı? Yapılan çalışmalar, bağırsak mikrobiyomunun (bağırsaklarımızda yaşayan bakteri topluluğu) beyin kimyamızı ve ruh hâlimizi doğrudan etkileyebileceğini gösteriyor. Mikrobiyom konusunda dünyanın önde gelen araştırmacılarından biri olan ve hâlen University College Cork (UCC) Psikiyatri bölümünde

görevli Timothy G. Dinan, “Sağlıklı bir bağırsak olmadan sağlıklı bir zihne sahip olamazsınız.” diyor.

Bağırsaklarımız ve beynimiz “bağırsak-beyin eksenini” adı verilen çift yönlü bir iletişim ağıyla birbirine bağlıdır, böylece sürekli iletişim hâlinindedir. Peki, bağırsak-beyin eksenini tam olarak nedir? İki sistem birbirine nasıl bağlıdır? Bağırsaklarımızdaki mikroplar gerçekten ruh sağlığımızı etkileyebilir mi? Sağlıklı bir hayat sürmemiz ve mutluluğumuz için son derece önem arz eden bu küçük canlılarla olan ilişkimiz

hakkında öğrenecek çok şey var. Gelin onları biraz daha yakından tanıyalım.

Bağırsak mikrobiyomumuz yaklaşık 2 kg ağırlığındadır ve hacimsel olarak ortalama bir insan beyninden daha büyüktür. İnsan genomundan en az 150 kat daha fazla gen içeren trilyonlarca bakteri, arke, mantar ve virüsten oluşan hareketli bir topluluktur. Cildimizde, ağızımızda, gözlerimizde ve üreme sistemlerimizde mikrobiyomları oluşturan mikroplarla doluyuz. Bunlar, insanlık tarihinin başlangıcından

beri bizimle birlikte var olmuştur. Ancak bağırsaklarımızda bulunanlar, kısa ve uzun vadeli sağlığımız için en büyük ve en önemli olanlardır.

Bağırsak bakterileri ve ruh sağlığımız arasındaki ilişki, sahip olduğumuz iki beyin arasındaki bağlantıda gizlidir: birisi kafamızdaki tanıdık beyin, diğeri ise bağırsaklarımız. İnsan bağırsağı “ikinci beyin” diye adlandırılır. Peki, bunun nedeni nedir? Çünkü bağırsaklarımızda milyonlarca sinir hücresi bulunur. Üstelik bunların sayısı omurilik ya da periferik sinir sistemindekilerden fazladır. Bağırsak sağlığı konusunda çalışmaları bulunan Dr. Megan Rossi, “Vücudumuzdaki bütün organlardan farklı olarak bağırsak kendi başına faaliyet gösterebilir. Kendi kararlarını verebilme özerkliği vardır ve beyinden direktif almasına gerek yoktur.” diyor. Evet, doğru duyduunuz; bağırsaklarımız 100 milyon nörondan oluşan



kendi bağımsız sinir sistemine sahip tek organımızdır. Bu nöronlar, organlar hakkında bilgi toplayıp verileri vagus siniri yoluyla beyne iletir. Vagus siniri, bağırsaklarımızı ve beynimizi birbirine bağlayan en büyük sinirlerden biridir. Vagus sinirinin işlevleri olağanüstü derecede etkileyici ve karmaşıktır; en önemlisi, afferent lifler yoluyla saatte 240 km üzerinde bir hızla iç organlarınızdan beynimize bilgiyi iletmesidir. Örneğin, karnımız acıktığında, kendimizi kötü hissettiğimizde, kızgın ve gergin olduğumuzda vagus siniri aracılığıyla beynimize nasıl hissettiğimiz iletir.

University of California, Los Angeles, Stres Nörobiyolojisi Merkezi direktörü Dr. Emeran Mayer; vücudu dış dünyanın tehlikelerine karşı

savunmadaki kritik rolünün yanı sıra bağırsağın beyinle iletişim kurmadaki çok yönlü yeteneğinin de göz önünde bulundurulması gerektiğini ifade ediyor. Bağırsaklarımızın zihinsel durumumuz üzerinde bu kadar etkili olması garip görünebilir ancak bir konuşmadan önce midesinde kasılmalar hisseden veya stresli bir konuşma öncesi lavaboya koşan herkes beyin-bağırsak arasında yakın bir bağlantı olduğunu anlayabilir. “Bütün hastalıklar bağırsakta başlar.” sözüyle bilinen Hipokrat, kara safranın dalaktan bağırsaklara döküldüğünü ve karanlık ruh hâline yol açtığını öne sürmüştür. Yani üzücü, gergin ya da stresli durumlarda hissettiğimiz o kalp kırıklığı aslında hayalî değildir; beyin-bağırsak arasındaki yakın iletişim nedeniyle bu duyguları hissediyoruz.

Benzer şekilde, Southampton Üniversitesi Tıp Fakültesinde görev yapan Profesör Jonathan Swann, “Mikrobiyotadaki bozulmalar iltihabı tetikleyerek beynin fizyolojisini, ruh hâlini ve bilişsel bozulmayı etkileyebilir.” diyor. Bunu destekler nitelikte, Carra A. Simpson ve arkadaşlarının 2021 yılında *Clinical Psychology Review* dergisinde yayınlanan çalışmasında; anksiyete ve depresyon yaşayan insanların sindirim sistemlerinde iltihaplanmaya neden olan bakteri türlerinin bulunma olasılığının daha yüksek olduğu tespit edilmişti. *The American Journal of Clinical Nutrition* dergisinde yayımlanan bir başka çalışma sonucuna göre de meyve, sebze, balık ve kepekli tahıllar bakımından zengin diyetler uygulamanın depresyon riskini azalttığı görüldü.

Peki, tüm bu bilgilerle ne yapmalı? Dr. Rossi, “İçimizdeki mikropları evcil hayvanlarımız gibi düşünebilirsiniz, onları

iyi beslemeli ve onlara iyi bakmalısınız.” diyor. Ancak ruh sağlığı için bağırsak mikrobiyomuna yönelik çok özel bir tedavi yöntemi henüz bulunmuyor.

Sağlıklı ve dengeli bir diyetle beslenmenin sadece fiziksel sağlığımızı iyileştirmekle kalmayıp aynı zamanda ruh sağlığımızı da güçlendirdiği

ortada. Ancak şu noktayı da unutmamak gerekir; bağırsaklarımızdaki bakteriler farklı yiyecekleri sever! Sürekli aynı besinleri tüketmek bağırsak mikrobiyomunun kalitesini düşürebilir. Çeşitlilik arz eden bir beslenme alışkanlığı hem sağlığımızı hem de moralimizi düzeltebilir. ■



Kaynaklar

<https://doi.org/10.1038/nature03001>

<https://www.psychologytoday.com/intl/blog/the-fallible-mind/201701/the-pit-in-your-stomach-is-actually-your-second-brain>

<https://doi.org/10.1136/gutjnl-2011-300474>

<https://www.apa.org/monitor/2012/09/gut-feeling>

Johnson, K. V. Gut microbiome composition and diversity are related to human personality traits. *Human Microbiome Journal*, 100069, 2019.

<https://academic.oup.com/ajcn/article/99/1/181/4577292>

MİNERALDEN METALE BAKIRIN YOLCULUĞU

Doç. Dr. Nuray KARAPINAR [Maden Mühendisi, Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü



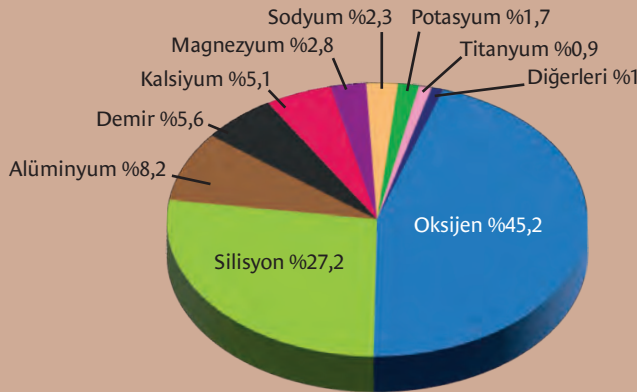
Doğada bulunan 92 elementten 72 tanesi metaldir. Metaller kimyasal elementler olup mükemmel ısı ve elektriksel iletkenlikleri, yüksek mekanik dayanıklılık ve çekme yatkınlığı özellikleri ile diğer malzemelerden ayrılır. İşte bu özellikleri dolayısıyla metaller geçmişten günümüze mühendislik uygulamalarının vazgeçilmez malzemesi olmuştur. İnsanlığın metal ile tanışması doğada nabit halde bulunan metallerin kullanımı ile tarih öncesi çağlara (MÖ yaklaşık 8.000 yıl öncesine) uzanır. Metaller saf hâllerinde işlenebileceği gibi diğer metal ve ametaller ile alaşım hâlinde de kullanılabilir.

Metaller de dâhil tüm doğal elementler yer kabuğunu oluşturan kayalar içerisinde dağılmış durumdadır. Ancak bazı elementler daha yoğun bir şekilde bulunurken bazıları daha az bulunur. Yer kabuğunda bulunan 92 elementin her birinin miktarı ağırlıkça birkaç ppm'den yüzde mertebesine kadar değişir. Bir elementin veya metalin yer kabuğunda bol bulunduğunu söylemek için o metalin ağırlıkça oranının %0,1'in üzerinde olması gerekir. Aslında yalnızca dokuz element (oksijen, silisyum, alüminyum, demir, kalsiyum,



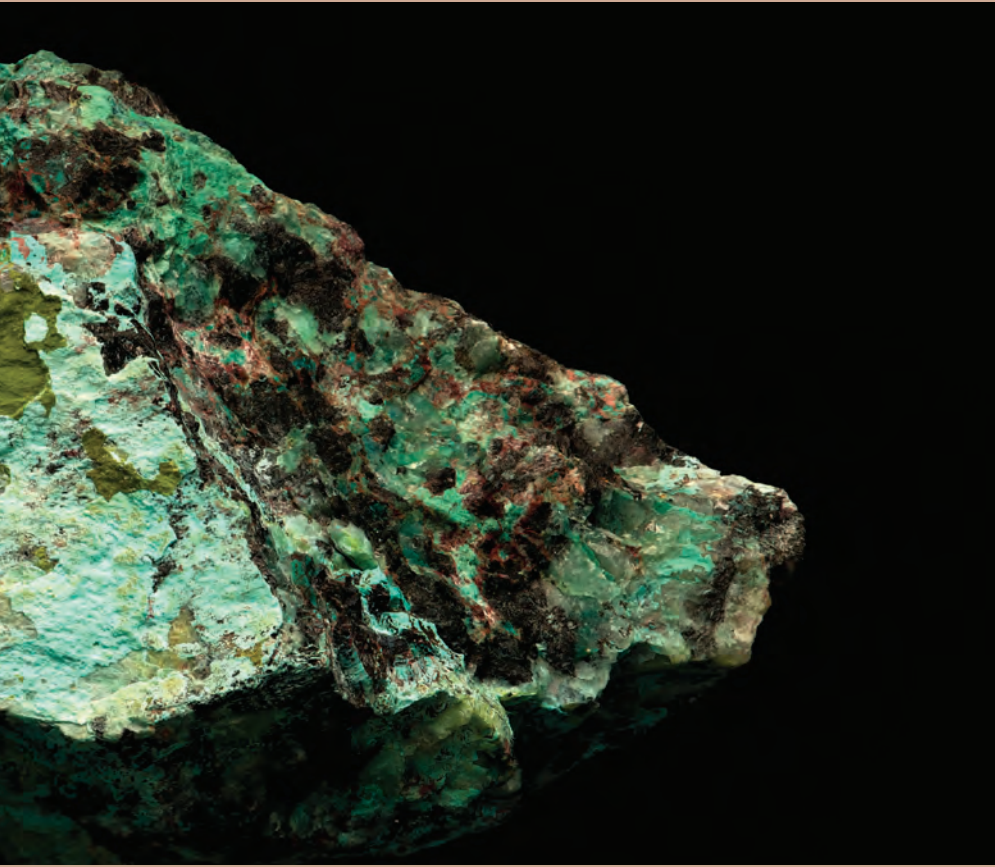
sodyum, potasyum, titanyum ve magnezyum) yer kabuğunun %99'unu oluşturur. Geriye kalan elementler ise yer kabuğunun ağırlıkça ancak %1'ni oluşturur. Dolayısıyla metallerin çoğunun yer kabuğundaki miktarları %1'den azdır.

Kıtasaal kabuğun bileşimi



Jeokimyasal olarak kıt bulunan bazı elementler

Bakır
Nikel
Kobalt
Kurşun
Çinko
Krom
Kalay
Cıva
Altın
Gümüş
Platin
NTE (Nadir Toprak Elementleri)



Metal olsun olmasın, elementler yer kabuğunun içeriğinde yaygın olarak mineral hâlde bulunur. Mineraller doğal olarak oluşan homojen, katı, kristal halde, kimyasal element veya bileşiklerdir. Doğada bulunan elementlerin çeşitli kombinasyonları ile oluşan yaklaşık 4.500 mineral vardır. Mineraller temelde doğal elementler, sülfürler, oksitler, hidroksitler, karbonatlar, sülfatlar, fosfatlar, boratlar, halitler ve silikatlar olarak gruplandırılır. Bakır, altın ve gümüş gibi bazı metaller doğada bileşik oluşturmadan element hâlinde bulunabilir. Bu metaller nabit metal olarak da adlandırılır. Altın dışındaki diğer metaller nadir olarak element hâlinde bulunur. Ayrıca metal sınıfında yer almayan bazı elementler de doğada saf hâlde bulunabilir. Örneğin elmas

ve grafit karbon elementinin doğal saf hâlidir. Ayrıca sülfür de doğada element olarak bulunabilir. Doğada kıt bulunan elementlerin mineral oluşturması bazı jeolojik süreçlerle elementin yerel düzeyde zenginleşmesine bağlıdır. Bu durum, yer kabuğunu meydana getiren kayaların genel oluşumu sürecinde nadiren gerçekleşir. Bu nadir olay jeokimyasal anomoli diye adlandırılır. Yer kabuğunda dağılmış olan metallerin olağan dışı bir konsantrasyonda bulunduğu bu jeokimyasal anomaliler, kullandığımız metallerin ve birçok endüstriyel mineralin kaynağı olan mineral yataklarını oluşturur. Metallerin elde edildiği mineralleri içeren mineral yatakları, maden yatağı veya cevheri olarak tanımlanır; bakır madeni, bakır

cevheri gibi. Metallerin elde edildiği bu cevherleri oluşturan minerallere de cevher mineralleri denir. Cevher mineralleri dışında bazı minerallerin fazla işlenmesine gerek duyulmaz. Endüstriyel mineraller denilen bu mineraller, kimyasal ve fiziksel özelliklerinden dolayı maden ocağından çıkarıldıkları hâllerine endüstriyel bir süreçte doğrudan kullanılabilir. Endüstriyel mineraller; kum, çakıl, granit, kireç taşı gibi inşaat yapı malzemeleri olabileceği gibi; daha değerli olan florit, fosfat, kaolin ve perlit gibi mineraller de olabilir. Bunlarla birlikte, metal elde edilen bazı minerallerin endüstriyel süreçlerde doğrudan kullanımı da söz konusu olabilir. Örneğin, boksit minerali alüminyum metali eldesinde kullanıldığı gibi doğrudan mineral hâliyle de endüstride kullanılabilir.

Metalleri elde etmek için mineral hâlde metal içeren cevherin yer kabuğundan çıkarılması, cevher minerallerinin zenginleştirilmesi ve/veya zenginleşen cevher minerallerinden veya konsantrasyon cevherden bu metallerin saf olarak elde edilmesi gerekir. Madencilik endüstrisi, cevherin bulunduğu yerden çıkarılmasından metalin elde edilmesine kadar gerçekleştirilen tüm bu süreçleri kapsar.

Element ve metallerin yer kabuğunda nasıl bulunduğunu kısaca anlattık. Şimdi de bakır metalinin tarihsel kullanımına, ardından da cevherden metale bakırın yolculuğuna bir göz atalım.

Geçmişten Günümüze Bakır Metalinin Kullanımı

Bakır jeokimyasal olarak kıt bulunan metaller arasında bolluk oranı en fazla olan metaldir (%0,0055). Nadir de olsa nabit (saf) hâlde bulunabilen bakır, altın ile birlikte insanlığın bildiği en eski metallere aittir. Antik çağlardan beri insanlar bakır ve alaşımlarını kolay işlenebilirliği, dayanıklılığı ve nispeten korozyona dayanıklı olması dolayısıyla sayısız alet ve eşya yapımında kullanageldi. Hem bakır hem de bakır ile kalayın karışımı ile elde edilen alaşım olan tunç keşfedilip işlendikleri tarih öncesi çağlara adlarını verdi. Diğer metallerle karıştırılarak endüstriyel açıdan önemli alaşımlar elde edilmesini sağlaması, tarih öncesi çağlardan beri bakır toplumlar için vazgeçilmez bir metal kıldı.

Bakır, bütün metaller içerisinde, gümüşten sonra elektriği en iyi ileten metaldir. Bakırın bu özelliğinin 19. yüzyıl sonunda keşfedilmesiyle kullanımı arttı. Bakır, diğer metaller içerisinde elektriği en az güç kaybıyla iletebilmesinin yanı sıra iletim kablolarının gerek esnek ve yumuşak olmasını

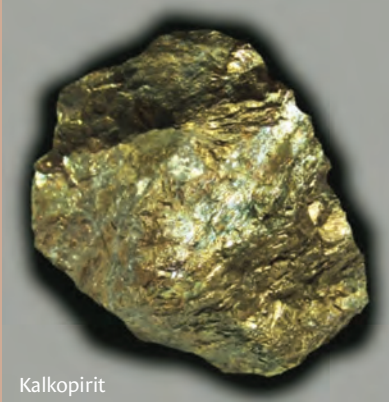


gerekse kolayca birleştirilebilir ve lehimlenebilir olmasını sağladığı için bu alanda vazgeçilmez hâle geldi.

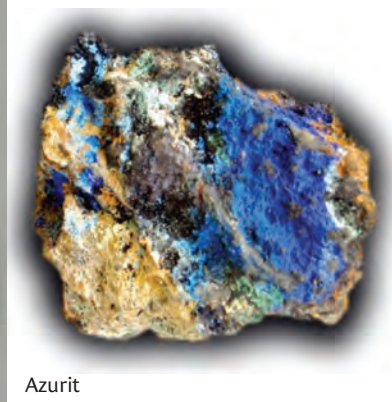
Bakır metalinin aynı zamanda antibakteriyel özelliği olduğunu biliyor muydunuz? Antik çağlardan beri su tesisatlarında bakırın tercih edilmesinin sebebi bu olabilir mi? Eski Mısırlılar MÖ 275 yıllarında su taşımak için bakır

borular kullanmışlar. Romalılar da su deposu uygulamalarında bakır kullanmışlar. Yakın zamanda Avustralya'da bulunan RMIT (Royal Melbourne Institute of Technology University) Üniversitesi ve Avustralya Ulusal Bilim Ofisi (Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization-CSIRO) araştırmacıları bakterileri normal bakır yüzeylere göre 100 kat daha

Bazı bakır mineralleri



Kalkopirit



Azurit



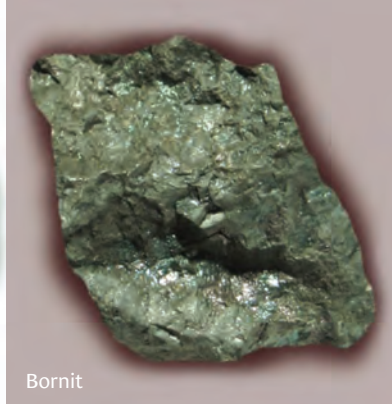
Kuprit



Nabit bakır



Malahit



Bornit

Pandemi ile birlikte bakırın antibakteriyel özelliği dolayısıyla belirli alanlarda kullanımı artar mı tahmin etmek zor ama bakır zaten birçok alanda yaygın olarak kullanılıyor. Günümüzde demir ve alüminyumdan sonra en fazla tüketilen üçüncü metal bakırdır. Elektrik dağıtımı, tesisat, haberleşme, inşaat, elektronik, motor, savunma, otomotiv, havacılık ve uzay ile sağlık alanlarında yaygın olarak bakıra başvuruluyor. Bakırın kullanıldığı ve yaygınlaşması beklenen elektrik motorlarının kullanımının artması ile bakıra olan talebin de giderek artacağı öngörülüyor.

Cevherden Metale Bakırın Yolculuğu

Doğada farklı bileşim ve miktarda bakır içeren birçok mineral bulunur. Bunlar arasında madencilik açısından en önemlileri sülfürlü bakır bileşikleridir olup en önemli cevher minerali de kalkopirittir. Ayrıca, kalkosit, bornit, enarjit ve tetrahedrit de madenciliği yapılan diğer sülfürlü bakır mineralleridir. Sülfürlü minerallerin yanı sıra karbonatlı bakır mineralleri (azurit ve malahit) ile oksitli bakır mineralleri (kuprit ve tenorit) de madenciliği yapılan diğer bakır cevheri mineralleridir.

hızlı öldüren yeni bir bakır yüzeyi geliştirdiler. Araştırmacılar Ma Qian, standart bir bakır yüzeyde bakterilerin %97'sinin 4 saat içerisinde öldüğünü ancak yeni geliştirilen bakır yüzeyde bakterilerin %99,99'unun ölmesinin yalnızca 2 dakika sürdüğünü belirtiyor.

Qian'a göre, herhangi ek bir kimyasal madde kullanılmadan

120 kat daha hızlı bir etkinlik sağlandı. Araştırma ekibi, bu yeni malzemenin antimikrobiyal kapı kolları; hastane, okul, konut ve toplu taşımadaki dokunma yüzeyleri; antimikrobiyal havalandırma sistemleri ve yüz maskeleri gibi oldukça geniş bir uygulama alanı bulabileceğini belirtiyor. Ayrıca, geliştirilen bu yeni bakır yüzeyin SARS-Cov-2'ye karşı da etkinliğinin araştırılacağı vurgulanıyor.

Başlıca Bakır Cevheri Mineralleri

Mineral	Kimyasal formülü	Bakır içeriği (%)
Nabit bakır	Cu	99,9
Kuprit	Cu ₂ O	88,8
Dijenit	Cu ₉ S ₅	85,6
Tenorit	CuO	79,9
Kalkosin	Cu ₂ S	79,9
Bornit	Cu ₅ FeS ₄	63,3
Enarjit	Cu ₃ AsS ₄	59,7
Malahit	Cu ₂ (CO ₃)(OH) ₂	57,5
Azurit	Cu ₃ (CO ₃) ₂ (OH) ₂	55,3
Tetraedrit	Cu ₁₂ Sb ₄ S ₁₃	34,8
Kalkopirit	CuFeS ₂	34,6

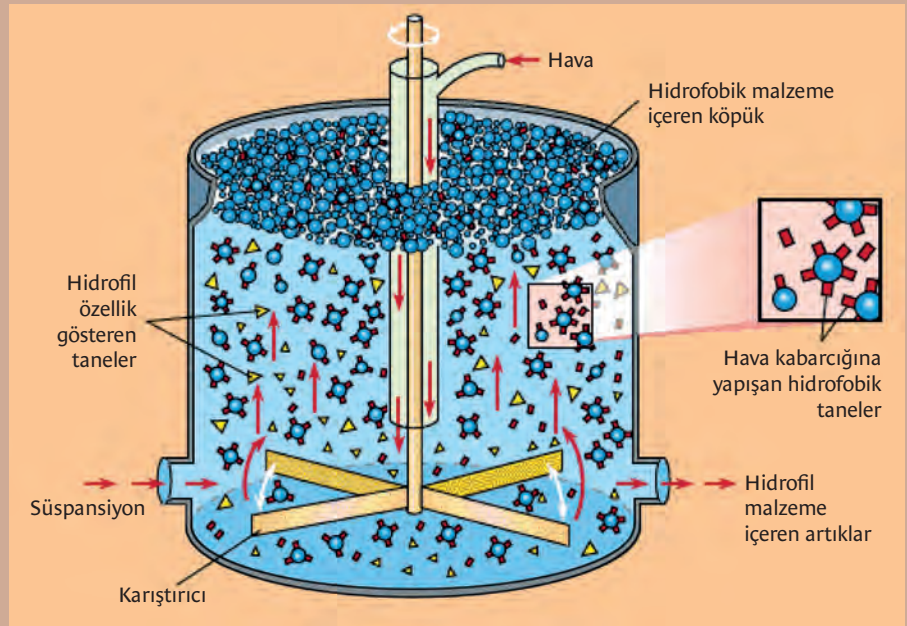
%0,5 Cu ve hatta daha az miktarda bakır içeren maden yatakları; bakır metalinin satış fiyatı, toplam cevher rezervi, uygulanacak madencilik yöntemi ve bakır yatağının jeolojik yapısına bağlı olarak ekonomik olarak işletilebilir.

Bakır metalini elde etmek için bakır içeren cevher minerallerinin bünyesinden bakırın çıkarılıp metalik bakıra dönüştürülmesi gerekir. Ancak bunun için bakır cevheri öncelikle yer kabuğundan çıkarılmalıdır. Cevheri çıkarmak için kullanılan temel üç yöntem vardır: yüzey, yer altı ve yerinde çözelti madenciliği. Hangi yöntemin kullanılacağı maden yatağının jeolojik karakteristikleri ile birlikte güvenlik, teknolojik, çevresel ve ekonomik kısıtlara bağlıdır. Yer kabuğu içinde bulunduğu derinliğine göre bakır cevheri yüzey veya yer altı madencilik yöntemi ile

kazılarak çıkarılır. Bazen yüzey madenciliğinden sonra yer altı madenciliği yöntemi ile cevher çıkarmaya devam edilir. Yüzey madenciliği günümüzde bakır

madenciliğinde en yaygın kullanılan yöntemdir. Çünkü yüzey madenciliği yer altı madencilik yöntemine göre daha güvenlidir ve maliyeti düşüktür, ayrıca doğası gereği yüksek cevher üretim potansiyeli ve üretimde esneklik sunar. Yer altı maden işletme yöntemi, yer kabuğu içerisinde daha derinlerde bulunan ve metal içeriği açısından daha zengin olan (yüksek tenörlü) cevherlerin çıkarılmasında tercih edilir. Diğer bir madencilik yöntemi olan yerinde çözelti (yerinde liç) madenciliğinde ise cevher kazılıp çıkartılmaz, onun yerine maden yatağından uygun bir çözelti geçirilerek minerallerin yerinde çözündürülmesi gerçekleştirilir. Yüklü çözelti daha sonra metalin

Bir flotasyon hücresinin şematik gösterimi



Süspansiyon içindeki hidrofil (suyu çeken) özellik gösteren farklı minerallerden birinin yüzeyi uygun bir kimyasal ile modifiye edilerek hidroforik (suyu iten) özellik kazandırılabilir. Böylece hava kabarcıklarına yapışarak köpüğe gelmesi ve diğerlerinden ayrılması sağlanabilir.



Vanha Kavious Eski Bakır Madeni
(1910-1989) Madencilik Müzesi
Outokumpu - Finlandiya (2013)

Kıbrıs adasında bakır yataklarına bolca rastlandığından, tüm dillerde bakırın karşılığı olan sözcüklerin “Cyprium” kelimesinden türetildiği tahmin ediliyor. Bakır Latince “cuprum”, İngilizcede “copper”, Almancada “kupfer” ve Fransızca “cuivre”dir. Antik Yunan mitolojisinde Afrodit’in (Venüs) Kıbrıs’ta doğduğuna inanılır. Buradan yola çıkarak simyacılar bakır metalini Venüs’ün aynası denilen simge ile göstermişlerdir. Bakırın simgesi astrolojide Venüs gezegenini; biyolojide ise kadını simgeler.



Bakır madeni açık ocak işletmesi - Kastamonu - Küre (2012)

Küre ilçesinin adının küre-i nühas’tan (Bakır ocağı) geldiği bilinir. Küre, Farsçada “ocak” anlamına gelir. Ancak ilçenin adının Latince ve diğer Batı dillerinde bakırın karşılığı olan kelimelere benzerliği dikkat çekicidir. Özellikle de Fransızca bakır anlamına gelen “cuivre”den kaynaklanması olasılık dâhilinde olabilir.

kazanılması için ayrı bir işleme tabii tutulur. Yüze ve yer altı madenciliğinde ise çıkarılan cevher zenginleştirme tesisine taşınır.

Bir cevher yatağının ekonomik değerlendirilmesi sadece cevherin kalite ve miktarına bağlı değildir, aynı zamanda değerli mineral ve metalin istenmeyen safsızlıklardan ayrılabilmesine de bağlıdır. Çünkü bir cevher maalesef sadece cevher minerallerinden oluşmaz, aynı zamanda gang mineralleri denilen ve madenciliği yapılan metalin elde edilmesi süreçlerinde uzaklaştırılması gereken farklı mineralleri de içerir. Bununla birlikte, bir cevher birden fazla farklı metale ait cevher mineralleri

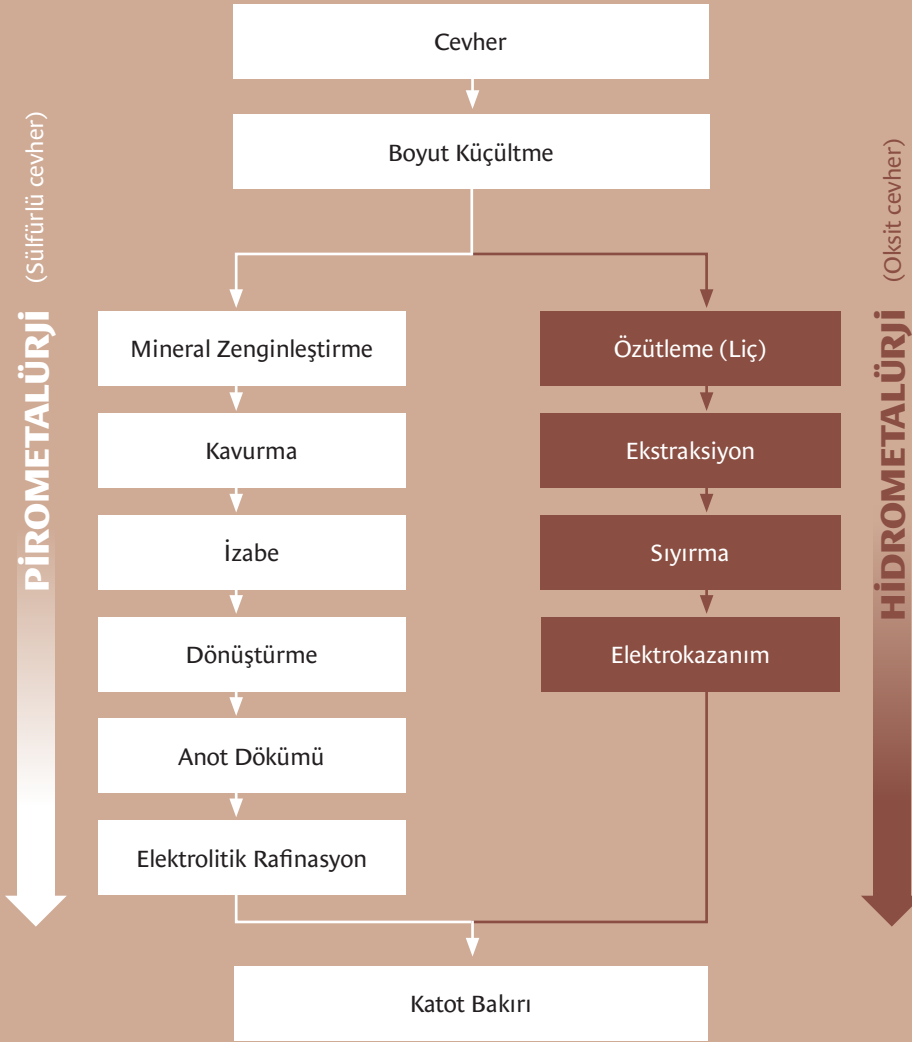
de içerebilir, bir bakır cevherinin içinde bakır minerallerinin yanı sıra kurşun ve çinko mineralleri de bulunabilir. Dolayısıyla istenmeyen gang minerallerinin uzaklaştırılması, farklı cevher

minerallerinin birbirinden ayrılması ve bir sonraki süreç için gerekli metal içeriğinde konsantre hazırlamak için mineral bazda zenginleştirme işlemi gerçekleştirilir.

İçinde ne kadar bakır var?

- Bir uzay mekiği için 4.536 kg bakır kullanılır.
- Bazı nükleer denizaltı türleri için 90.718 kg bakır kullanılır.
- ABD’de tüketilen bakır ürünleri ile Dünya’yı 2.630 kez çevreyebilecek veya Ay’a 26.140 kez gidip gelebilecek uzunlukta bir elektrik teli yapabiliriz.
- ABD’deki ortalama bir evin inşasında 180 kg bakır kullanılır.
- ABD yapımı tipik bir otomobilde 22,68 kg bakır bulunur.
- Bir Boeing 747 uçağının yaklaşık %2’si (4.082 kg) bakırdır.
- ABD’de 1963’ten beri inşa edilen binalarda kullanılan bakır boru tesisatının uzunluğu 8,5 milyar metredir ve bu ölçüde bir boru Dünya’yı 200 kez dolanmaya yetecek uzunluktadır.

Bakırın mineralden saf metale giden yolculuğu



Buna mineral zenginleştirme denir. Bu zenginleştirme işleminde mineral bazda bir ayırma söz konusudur, mineraller birbirinden fiziksel ve fizikokimyasal özellikleri arasındaki farklılıklara dayanılarak ayrılır. Manyetik ayırma, gravite ile ayırma, elektrostatik ayırma ve flotasyon (köpüklü yüzdürme) teknikleri mineral bazda gerçekleştirilen zenginleştirme yöntemlerine örnek verilebilir.

Genel olarak %0,4-10 bakır içeren sülfürlü bakır cevherleri flotasyon yöntemi ile zenginleştirilir. Bu yöntem ile ayırma yapılırken cevher ve gang minerallerinin yapay olarak oluşturulan yüzey özellikleri arasındaki farktan yararlanır. Tabii ki cevheri oluşturan farklı minerallerin (ister gang isterse cevher minerali olsun) ayrılabilmesi için öncelikle minerallerin birbirine göre serbestleşmiş olması gerekir. Bu da bir dizi kırma ve öğütme gibi boyut küçülme işlemi ile gerçekleştirilir.



Flotasyon işlemi sırasında, flotasyon hücresi içerisinde hava kabarcıkları oluşturulur. Bazı mineraller (genellikle değerli mineraller) bu hava kabarcıklarına yapışarak hücrenin yüzeyine yükselirken diğerleri (genellikle gang mineralleri) hava kabarcıklarına yapışmaz ve dibе batar. Bu şekilde bakır içeren değerli mineraller, bakır içermeyen gang minerallerinden ayrılır ve bakır mineralince



Diğerinde ise, kimyasal tepkimeler, yüksek sıcaklıklarda (tipik olarak 500-2.000 °C'ta) gazlar ve katılar arasında veya gazlar ve ergimiş malzemeler arasında gerçekleşir. Ekstraktif metalürjinin bu dalına da pirometalürji denir.

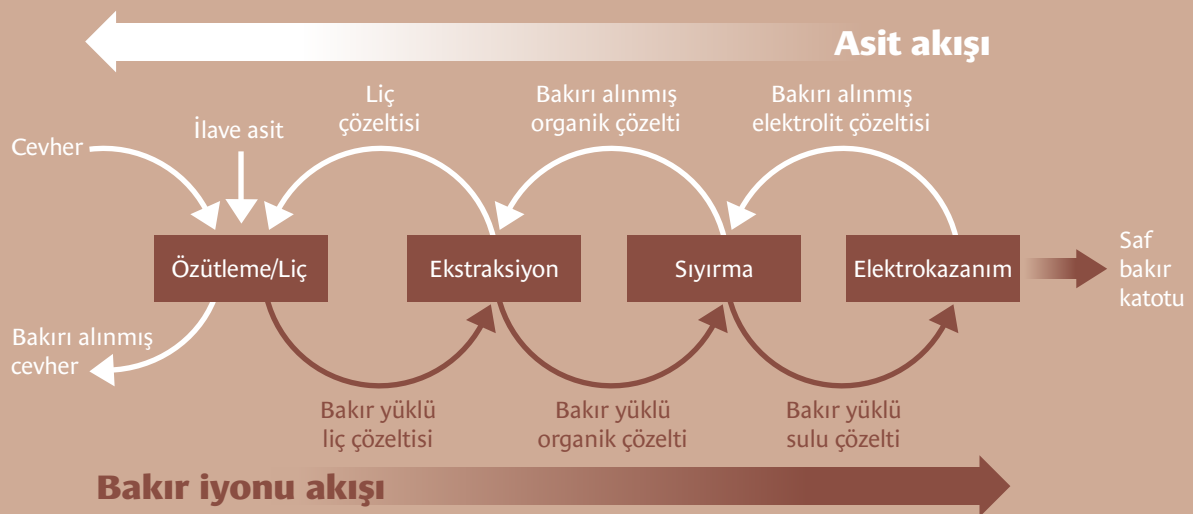
Bakırca zenginleştirilmiş sülfürlü mineral konsantresinden (örneğin kalkoprit-CuFeS₂ konsantresi) bakır metalini elde etmek için pirometalürjik yöntemler uygulanır. Önce cevherin kavrulmasıyla cevherdeki kükürdün bir kısmı yakılır ve sonrasında ergitme işlemi (izabe) uygulanarak malzeme "mat" bakıra dönüştürülür. Bakır matı sıvı alaşım hâlinde ve Cu₂S ile FeS bileşimindedir. Elde edilen bu sıvı hâldeki bakır matı dönüştürücüye gönderilir, yabancı maddelerinden arındırılması sonucu elde edilen beyaz mat (%70-80 Cu₂S)

zenginleşmiş konsantre elde edilir. Flotasyon yöntemi ile %1 bakır içeren bir cevher %30'un üzerinde bakır içeren bir konsantreye dönüştürülebilir. Ancak cevherin metale dönüşümü henüz gerçekleşmemiştir ve yolculuğun devam etmesi gerekir.

Bakır konsantresinden veya cevherden saf metal üretimi ekstraktif metalürji yöntemleri

ile gerçekleştirilir. Bu süreçte kullanılan iki işlem rotası vardır ve uygulanacak yöntem belirlenirken mineralin hangi formda bulunduğu dikkat edilir. Birinde, nispeten düşük sıcaklıklar ve genellikle sulu çözeltilerde gerçekleştirilen kimyasal tepkimelerle mineral bileşimindeki metalin çözündürülmesi sağlanır. Bu işlem hidrometalürji disiplini.

Düşük metal içerektli oksitli bakır cevherinin özütlenmesi ve metal kazanımı (Hidrometalürji rotası)





Bakır cevheri

Ancak bazı cevherler için mineral bazda bir zenginleştirme mümkün/ekonomik olmayabilir. Böyle bir durumda bakırın cevherden metale yolculuğu hidrometalürjik yöntemlerle gerçekleşir. Eğer yerinde çözelti madenciliği uygulanmayacaksa yer kabuğundan kazılarak çıkarılan cevher, boyut küçültme işlemi sonrasında yığın hâlinde arazide veya tank içerisinde uygun çözücüler kullanılarak değerli metalin çözünmesi sağlanır.

Daha sonra bakırın bakır yüklü çözeltilerden ayrıştırılması (solvent ekstraksiyon-SX) ve sonrasında da elektrolitik yöntemle metalik bakıra dönüştürülmesi sağlanır. Elde edilen ürün elektrolitik rafinasyon işlemi olduğu gibi yine rafine bakır katotlarıdır. Dünya genelinde bakır üretiminin yaklaşık %15'i hidrometalürjik yöntemle gerçekleştirilir. Bu yöntem genel olarak düşük tenörlü, oksitli ve hatta bazı sülfürlü bakır cevherlerinden metalik bakır elde edilmesinde kullanılır.

Diğer metallerle karıştırılarak endüstriyel önemi yüksek alaşımlar ortaya çıkarması bakırın tarih öncesi çağlardan beri insanlık için vazgeçilmez kılıştır. Her biri kendine has özelliklere sahip 400'den fazla bakır alaşımı vardır.

hava ile oksitlendirilerek %97-98,5 Cu saflıkta bilister bakıra dönüştürülür. %99'un üzerinde bir saflıkta bakır elde edilmek isteniyorsa sürece rafinasyon işlemi ile devam edilmesi gerekir.

Bilister bakırın rafine edilmesi ateşle rafinasyon (fire-refining) ve elektrolitik rafinasyon yöntemleri

ile gerçekleştirilir. Ateşle rafinasyon sonrası %99,2-%99,6 saflıkta bakır elde edilir. Ateşle rafinasyon işlemi ile elde edilen bakır anotları elektrolitik rafinasyon ile %99,99 saflıkta rafine bakır katotlara dönüştürülür.

Mineral zenginleştirme metal eldesinin birinci aşamasıdır.

Tekno-Yaşam

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

Web 5.0

Doksanlı yılların sonuna kadar kullanılan internet siteleri ilk nesil web teknolojileriyle geliştirilmişti. Henüz web teknolojilerinin yavaş yavaş geliştiği bu dönemde ki web siteleri, bugün için ilkel sayılabilecek sistemleri kullanıyordu. Sonrasında ise daha etkileşimli ve kullanımı kolay web siteleri geliştirilmeye başlandı. Günümüzde de kullandığımız bu teknolojiler için genel olarak web 2.0 terimi kullanıyor. Kripto teknolojilerinin gelişmesiyle ortaya çıkan blokzincir temelli sistemler ise özellikle merkezî bir otoriteye bağlı olmayan teknolojik alt yapıyla Web3 olarak adlandırılmaya başlandı. Bu teknolojiler bile tam manasıyla olgunlaşmamışken geçtiğimiz günlerde Twitter'ın kurucusu Jack Dorsey Web5 adında yeni bir kavram ortaya attı. Web5 daha bağımsız ve merkezîyetçi bir web sistemini ifade ediyor. Mevcut Web3 teknolojilerinin benzer bir hedefle yola çıktığını ama günün sonunda belirli şirketlere bağımlı sistemlerin ortaya çıktığını savunan Dorsey, tam bağımsız bir yapının kurulabileceğini düşünüyor. Bunun için BitCoin, merkezî olmayan kimlik (decentralized identifiers), merkezî olmayan web düğümü (decentralized web node) ve kendine



egemen kimlik hizmetleri (self-sovereign identity service) gibi teknolojiler üzerinde çalışan bir mekanizma geliştirilmiş.

Peki, karışık isimli bu kadar teknolojiyle Web5'in nasıl bir faydası olacak? Web5 ile kendi dijital kimliğinize sahip olabilecek, hiçbir firmaya bağlı olmadan verinizi istediğiniz yerde tutabilecek ve istediğiniz yere taşıyabileceksiniz. Örneğin yeni çıkan bir müzik hizmetine geçmek istediğinizde kolayca Spotify'daki listelerinizi ve arkadaşlarınızı yeni sisteme taşıyabileceksiniz. İsteddiğiniz uygulamaya erişim hakkı verip, istediğinizden erişim yetkisini kaldırabileceksiniz. Geçmişte benzer hedeflerle birçok proje geliştirildi ama bu projeler pek de başarılı olamadı. Her ne kadar Twitter'ın kurucusu olarak Jack Dorsey teknik ve finansal imkânlarla sahip olsa da projenin başarılı olması için bundan daha fazlası gerekli. Temmuz ayı içerisinde kullanıma başlanacağı söylenen projenin gelişimini hep birlikte takip edeceğiz.

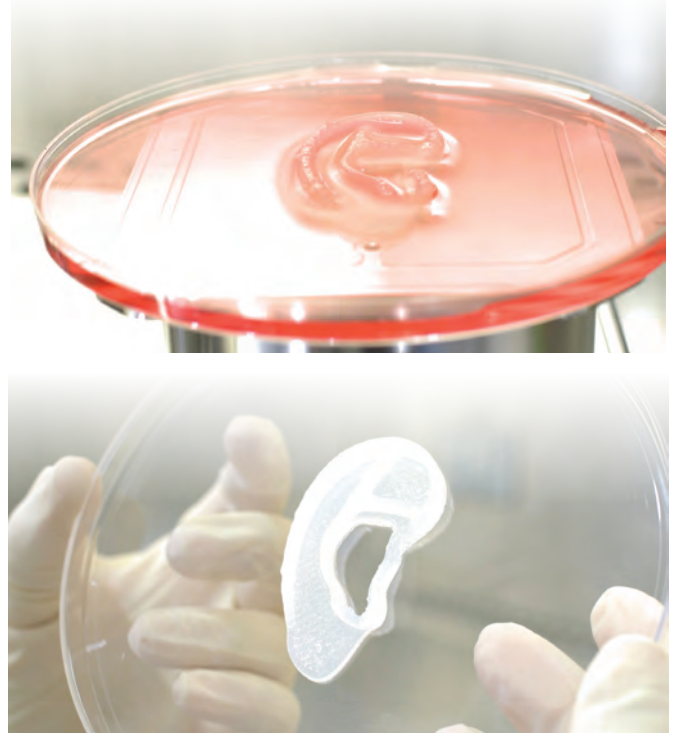
<https://bit.ly/web5-0>

3B Yazıcı ile Üretilen Kulak

Bir kulağında doğuştan şekil bozukluğu bulunan mikroti hastası bir kadına 3 boyutlu (3B) biyolojik yazıcı ile üretilen bir kulak takıldı. Bu işlem için öncelikle hastanın sağlam olan kulağı taranarak bilgisayarda 3 boyutlu bir model oluşturuldu. Sonrasında hastadan hücre alındı ve kolajenden üretilen biyomürekkebin içine konuldu. Elde edilen bu sıvı kullanılarak 3DBio Therapeutics adlı firmanın ürettiği yazıcıyla kulağın kopyası üretildi. Son aşamada kıkırdak oluşuncaya kadar kulağı muhafaza edecek ve zamanla biyolojik olarak eriyebilecek bir koruyucu tabakayla kaplanan kulak, cerrahi bir operasyonla hastaya dikildi.

Mikroti hastaları dış kulak olmadan veya ciddi şekil bozukluklarıyla dünyaya geliyor. Mevcut koşullarda hastanın vücudundan alınan dokularla kulak oluşturuluyordu. Ancak bu durumda doku alınan yerde çeşitli enfeksiyon riskleri oluşabiliyor. 3B yazıcı ile şimdilik dış kulak gibi nispeten basit organlar üretilirken ilerleyen aşamalarda daha işlevsel organların da aynı yöntemle üretilmesi planlanıyor.

<https://bit.ly/dyson-zone>



Solda ameliyat öncesi, sağda ameliyattan bir ay sonrası görülüyor.

112 Şehir İklim-Nötr Olma Hedefinde

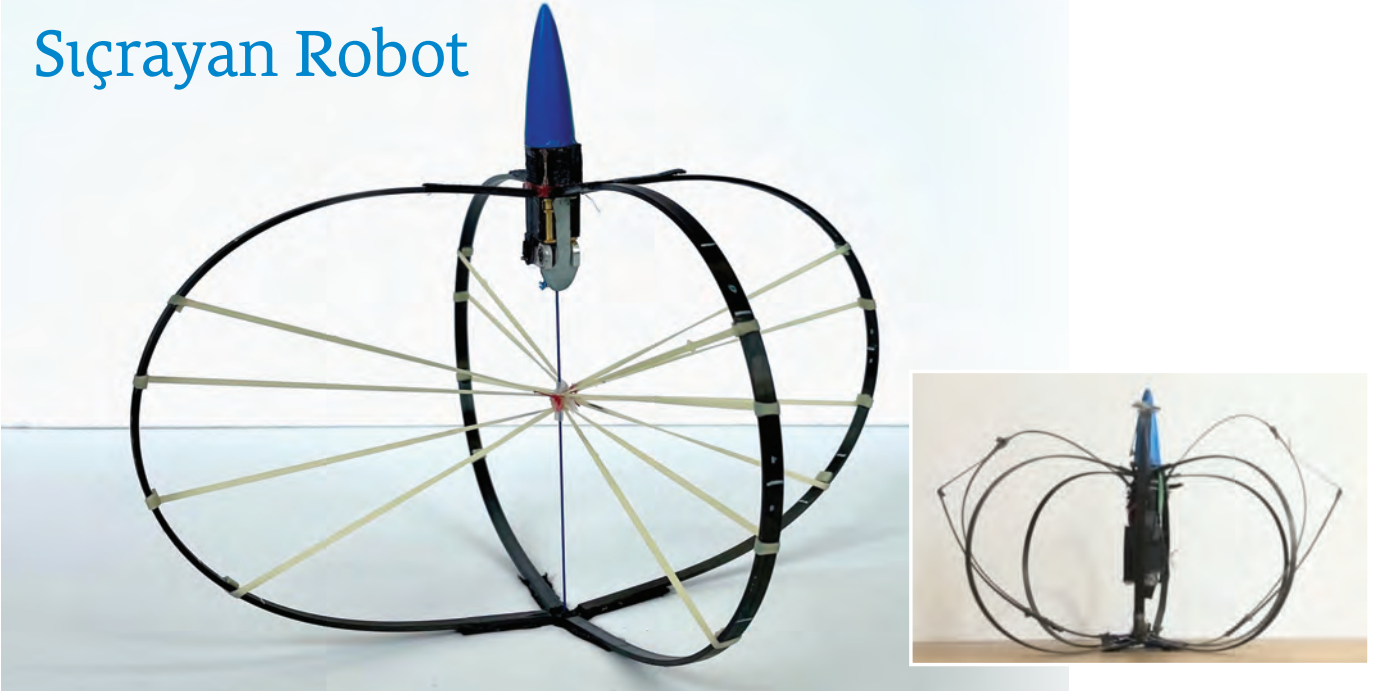
Avrupa Birliği tarafından desteklenen bir proje kapsamında 112 şehir 2030'a kadar iklim-nötr olmayı taahhüt ediyor. Projeye 370'ten fazla şehir başvurdu. Bu şehirlerden en iyi plana sahip ve hedefe ulaşma olasılığı en yüksek şehirler belirlendi. Belirlenen şehirlerden 100 tanesi AB ülkelerinden, kalan 12 tanesi ise diğer ülkelerden seçildi. Bu şehirler arasında İstanbul ve İzmir de var. Proje kapsamında her bir şehir kendine has bir plan hazırlayıp uygulamaya koyacak. Ayrıca iklim değişikliği konusunda çalışan 34 kuruluştan oluşan bir konsorsiyum ve AB tarafından sağlanan uzmanlar da şehirlerin dönüşümüne destek olacak. Bu destek sayesinde şehirlerin bu alanda yatırım alması da hedefleniyor. Bu kapsamda, sadece iklim-nötr hedefine yönelik değil, aynı zamanda akıllı şehir konseptine yönelik de çalışmalar yürütülecek. Bu hedeflerin yasal bir bağlayıcılığı olmasa da şe-

hirlerin prestiji için önemli olduğu değerlendiriliyor. AB, bu tür projelerle 2050'de iklim nötr olmayı hedefliyor.

<https://bit.ly/iklim-notr>



Sıçrayan Robot



Nature dergisinde yayımlanan bir makaleye göre California ve Santa Barbara üniversitelerinden bir grup bilim insanı, 30 metre sıçrayabilen bir robot geliştirdiler. Karbon fiberden yapılmış yayların küçük bir elektrik motoru aracılığıyla gerilmesi ve bir anda serbest bırakılmasıyla sıçrayan robot, saatte 100 km hıza ulaşabiliyor. Robotun engebeli arazilerde ve atmosferi olmadığı için uçmanın zor olduğu Ay gi-

bi Dünya dışı yerlerde kullanılabilceği düşünülüyor. Örneğin Ay'da yer çekiminin zayıf olmasının da etkisiyle 125 metre yükseğe sıçrayabileceği öngörülen bu robotun, tek sıçrayışta yarım kilometrelik bir alanın görüntüsünü kaydedebilmesi mümkün.

<https://bit.ly/robo-sicrama>

Gıda İsrafının Takibi

Küresel ısınmanın birçok nedeni var ama önemli etkenlerden birisi de gıda israfı. Birleşmiş Milletler Çevre Programı verilerine göre sera gazı salınımının %10'u gıda atıklarından kaynaklanıyor. Üstelik gıda israfının ekonomik büyüklüğü yıllık 1 trilyon doları buluyor. Gıda israfının önüne geçmek için geliştirilen Winnow adındaki yazılım, restoranların ne kadar gıda israfı yaptıklarını takip etmelerini sağlıyor. Çöp üzerine yerleştirilen bir kamera aracılığıyla çöpe atılan gıdalar tespit ediliyor ve hangi gıdalardan ne kadar israf edildiğiyle ilgili raporlar sunuluyor. Bu sayede mutfakta gıda planlamasının daha etkin yapılması ve gıda israfının önüne geçilmesi hedefleniyor.



<https://bit.ly/gida-is>

Tırlara Elektrik Dönüşümü

Altiteker adlı firma tırlar için elektrikli çekiş imkânı sağlayan bir sistem geliştirdi. Çekici ile dorse arasına yerleştirilen elektrik motorunun yanı sıra batarya ve tekerleklerden oluşan parça sayesinde tırlar dakikalar içinde elektrik desteğiyle çalışır hâle geliyor. Sistem ek bir kurulumla gerek duymadan, üzerindeki sensörler aracılığıyla otomatik devreye giriyor. Projenin güzel bir tarafı da bataryası boşalan parçanın tırdan inmeye bile gerek kalmadan, yalnızca bir düğmeye basılarak bataryası dolu olanla değiştirilebilmesi. Deneme aşamasında olan sistemin gelecek yıl kullanılmaya başlanacağı öngörülüyor. Sistemin yakıt tüketimini ortalama %20 azaltması hedefleniyor. Ticari olarak ne kadar başarılı olur bilinmez ama fikir olarak heyecan verici olduğunu söyleyebiliriz.

Bu arada Amerika Birleşik Devletleri'nde (ABD) elektrik şarj cihazlarının standart hâle getirilmesi için bir yasa tasarısı hazırlandı. Tüm ülke genelinde elektrikli şarj istasyon



ağı kurulması için 7,5 milyar dolarlık bir destek paketi ayrıldı. Şu anda farklı firmalar kendilerine has teknoloji ve yazılımlarla bu hizmeti sunuyor. Ancak yeni yasayla birlikte tüm elektrikli araçlar için ortak bir standardın sağlanması hedefleniyor. 2030'da satılan yeni araçların %50'sinin elektrikli olmasını hedefleyen ABD hükümeti, bu hedef çerçevesinde ülke genelinde 500.000 elektrikli şarj istasyonu kurmayı planlıyor. Her ne kadar gerçekleşmesi zor görünse de tüm dünyada yükselen petrol fiyatları elektrikli taşıtlara geçişi hızlandırmış görünüyor.



sixwheel.com

<https://bit.ly/39saaax>

Gurme Robot

Cambridge Üniversitesi mühendislik bölümünden bir grup bilim insanı, R2-D-Chew adında, gurme bir robot tasarladı. Yemeklerin tadına varmak için besinleri tıpkı insanlar gibi çiğnemek gerektiği fikrinden yola çıkarak geliştirdikleri bu robot, yemekleri çiğneyip kıvamını da kontrol edebiliyor. R2-D-Chew, derin öğrenme algoritmalarını kullanarak deneme yanılma yöntemiyle yemeğin en güzel nasıl pişirilebileceğini de tespit etmeye çalışıyor. Kim bilir belki de gelecekte en iyi gurmeler robotlar olacak.



<https://bit.ly/robot-milor>

İklim Değişikliği Bir Sonraki Salgını Tetikleyebilir

Dr. Özlem Ak [TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi

Araştırmacılar, küresel ısınma nedeniyle, vahşi hayvanların yaşam alanlarının muhtemelen büyük insan popülasyonlarının bulunduğu bölgelere doğru kayacağını ve bunun da insanlara virüs bulaşma dolayısıyla bir sonraki pandemi için daha büyük risk oluşturacağını tahmin ediyor. İklim değişikliği ve viral bulaşma arasındaki bu bağlantı, Georgetown Üniversitesi'ndeki bilim insanları tarafından yönetilen uluslararası bir araştırma ekibi tarafından Nature dergisinde açıklandı. Bilim insanları, yaptıkları çalışmada, iklim değişikliğine bağlı olarak coğrafi alan değişimlerine, yani türlerin yaşam alanlarını takip ederek yeni alanlara doğru yapacakları yolculuklara odaklandılar. Onlara göre bu değişimler,

Ebola veya koronavirüsler gibi virüslerin yeni alanlarda ortaya çıkması ihtimalini yükseltiyor, onları izlemeyi zorlaştırıyor ve virüslerin bir "ara taşıyıcı" türünden insanlara geçişini kolaylaştırıyor. Georgetown Üniversitesi Tıp Merkezindeki Küresel Sağlık Bilimi ve Güvenlik Merkezinden Dr. Colin Carlson, en önemli tehlikenin aslında vahşi yaşam ticaretinde gördükleri riskler olduğunu belirtiyor. Özellikle hayvan pazarları konusunda endişeli olduklarını belirten Carlson, sağlıklı hayvanları bir araya getirmenin pandeminin adım adım ortaya çıkma süreci için uygun ortam yarattığını düşünüyor. SARS-CoV-2'nin yarasalardan mink kedilerine, ardından mink kedilerinden insanlara sıçraması gibi... Ancak bu tehlike pazarlarla

sınırlı değil; değişen bir iklimde, bu tür bir süreç doğada hemen her yerde gerçekleşmesinin çok yüksek ihtimalli olduğunu da hatırlatıyor. Ek bir önemli bulgu ise, artan sıcaklıkların yeni viral yayılımının çoğunluğunu oluşturan yarasalar üzerindeki etkisine dair. Uçabilme yetenekleri, uzun mesafeler kat etmelerine ve çoğu virüsü yaymalarına olanak sağlıyor.

Çalışma, iklim değişikliğinin hastalıkların ortaya çıkmasında ormansızlaşma, vahşi yaşam ticareti ve endüstriyel tarım gibi sorunlardan daha büyük risk faktörü olacağını gösteriyor. Araştırmacılar, çözümün, vahşi yaşam hastalığı takip sistemiyle gerçek zamanlı çevresel değişim çalışmalarını eş zamanlı yürütmek olduğunu söylüyor. Böylece, örneğin Brezilya serbest kuyruklu yarasası Appalachia'ya (Doğu Amerika Birleşik

Devletleri'nde yer alan kültürel bir bölge) kadar ulaştığında, hangi virüsleri taşıyor olabileceklerini bilmek mümkün hâle gelecek. Bilim insanları virüslerin yeni konak gruplarına bulaşmalarını gerçek zamanlı olarak tespit etmeye çalışmanın, bu sürecin daha fazla yayılmasını ve daha fazla salgına yol açmasını önlemenin tek yolu olduğunu düşünüyorlar. COVID-19 pandemisi ve SARS, Ebola ve Zika'nın önceki yayılımı, hayvanlardan insanlara sıçrayan bir virüsün nasıl büyük etkileri olabileceğini gösteriyor. İnsanlara bulaşma risklerini tahmin etmek için, diğer hayvanlar arasında bulaşmaları bilmek gerekiyor. Bu araştırma, iklim değişikliği nedeniyle hayvan hareketlerinin ve etkileşimlerinin türler arasında bulaşan virüslerin sayısını nasıl artırdığını gösteriyor. ■



Kaynak

Carlson. C. J ve ark., "Climate change increases cross-species viral transmission risk", *Nature*, 2022, DOI: 10.1038/s41586-022-04788-w

Gizemli COVID-19 Belirtilerinin Arkasındaki Mekanizma

Dr. Özlem Ak [TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi

Ciddi ve uzun COVID-19 sorunu yaşayan hastalarda sıklıkla pıhtı sorunu gözlemlendi. Sorunun kaynağını araştıran İsveç'teki Linköping Üniversitesindeki (LiU) araştırmacılar, vücudun bağışıklık sisteminin SARS-CoV-2 virüsünün yüzeyindeki diken proteinini etkileyerek amiloid adı verilen yanlış katlanmış bir diken proteinin üretimine yol açabileceğini keşfettiler. Zararlı amiloid üretimi ile COVID-19 semptomları arasında olası bir bağlantının keşfi, *Journal of American Chemical Society* dergisinde yayımlandı.

Ciddi ve uzun COVID-19 sorunu yaşayan kişilerde akciğer dışındaki organlar ciddi şekilde etkilenebiliyor. Karmaşık semptomlar; örneğin kalp, böbrekler, gözler, burun ve beyindeki hasar ve ayrıca pıhtı problemi bazen devam edebiliyor. Hastalığın vücudu neden bu şekilde etkilediği büyük ölçüde bir gizem olarak kalmıştı. Şimdi ise LiU'daki araştırmacılar, daha önce hiç tanımlanmamış ve bu gizemi açıklamanın bir parçası olabilecek biyolojik bir mekanizma buldular. Araştırma

ekibi, en bilinen örneği beyindeki Alzheimer hastalığı olan yanlış katlanmış proteinlerin neden olduğu hastalıkları araştırıyor. Bilim insanları, COVID-19'un semptomları ile yanlış katlanmış proteinlerin neden olduğu hastalıklarda görülenler arasında birçok benzerlik olduğunu tespit etti. Proteinlerin işlevleri, proteinlerin üç boyutlu bir yapı kazanması için belirli şekillerde katlanmasıyla ilişkilidir. Bir protein bu şeklin yanı sıra alternatif bir şekil de alabilir. Otuzdan fazla farklı proteinin, hastalıkla ilişkili bu tür alternatif forma sahip olduğu biliniyor. Bu alternatif katlanmış protein, amiloid olarak biliniyor. LiU araştırmacıları, COVID-19'a neden olan SARS-CoV-2'nin amiloid oluşturabilen bir protein içerip içermediğini merak etti. Çalışmaları sırasında, virüsün vücut hücreleriyle etkileşime girmek ve onları enfekte etmek için kullandığı virüsün yüzeyindeki diken proteinle özellikle ilgilendiler.

Araştırmacılar, bilgisayar simülasyonlarını kullanarak, koronavirüsün diken proteininin

potansiyel olarak amiloid üretebilecek yedi farklı dizilim içerdiğini keşfettiler. Yedi dizilimden üçü, deneysel olarak test edildiğinde amiloid üreten dizi olma özelliklerine sahipti. Elektron mikroskobu altında incelendiğinde uzun iplikler gibi görünen fibriller ürettiler.

Bilim insanları bu fibrillerin nasıl ortaya çıktığını araştırdı. Alzheimer gibi birçok hastalığın vücudun büyük proteinleri daha küçük parçalara ayırması sonucunda, zararlı amiloid üretilen süreçten önce ortaya çıktığı iyi biliniyor. Araştırmacılar, yaptıkları çalışmada, bağışıklık sisteminin beyaz kan hücrelerine has bir enzimin, koronavirüsün diken proteinini kesebileceğini gösterdi. Diken protein kesildiğinde, araştırmacıların analizine göre amiloid oluşturma olasılığı en yüksek olan proteinin aynı parçası üretiliyor. Bu enzim, COVID-19 gibi enfeksiyonlar sırasında erken salınan bir tür beyaz kan hücresinde, yani nötrofillerde büyük miktarlarda üretiliyor. Araştırmacılar, nötrofil elastaz adı verilen bu enzimle saf diken proteini laboratuvar

Bir elektron mikroskobu kullanılarak elde edilen SARS-CoV-2 virüsünün diken proteininin amiloid görüntüsü. Diken protein, test tüplerinde nötrofil elastaz enzimi ile karıştırıldığında, COVID-19 hastalarında bozulmuş kan pıhtılaşmasına neden olabilecek dallı protein fibrilleri oluştu.

Magnification: 15000 x
High Voltage: 80 kV

200 nm

ortamında bir araya getirdiklerinde, olağan dışı fibriller üretildiğini gördüler.

Linköping Üniversitesi Fizik, Kimya ve Biyoloji Bölümünden Prof. Dr. Per Hammarström, amiloid üreten SARS-CoV-2 diken proteininden ve parçalarından kaynaklanan bu kadar mükemmel ve müthiş fibriller görmediklerini ancak tam boyutlu diken proteininden başlayan fibrillerde dallanma yapısının gözlemlendiğini söylüyor. Oysa amiloidlerin genellikle böyle dallanmadıklarını belirten Hammarström, bunun diken proteininin özelliklerinden kaynaklandığına inandıklarından söz ediyor.

Güney Afrikalı araştırmacılar tarafından yapılan bir çalışma da dâhil olmak üzere, önceki araştırmalar, diken proteininin küçük kan pıhtılarının üretiminde rol oynayabileceğini gösteriyor. Kan, bir damar hasar gördüğünde kanun pıhtılaşmasına yardımcı olan fibrin proteinini içerir, fibrin sayesinde hasarlı bölge kapanır ve kanama durur. Yara iyileşmeye başladığında, pıhtının kanda da bulunan plazmin tarafından parçalanması gerekir. LiU'daki araştırmacılar, test tüplerinde bu bileşenlerle diken proteininden amiloid üreten protein parçalarını karıştırdılar ve daha sonra üretilen fibrin pıhtısının plazmin tarafından

olağan şekilde parçalanmadığını gördüler. Bu yeni keşfedilen mekanizma, hem ciddi hem de uzun COVID-19 sorunu yaşayanlarda gözlemlenen benzer mikro kan pıhtılarının üretimini nedeni olabilir.

Bu araştırma, diken proteini kendi bağışıklık sistemimizden etkilendiğinde amiloid yapılar üretebileceğini ve bunun potansiyel olarak pıhtı oluşumunu etkileyebileceğini gösteriyor. Araştırmacılar bu keşfin birçok araştırma alanı için önemli olduğuna inandıklarını söylüyor. ■

Kaynaklar

Nyström, S. ve Hammarström, P., "Amyloido genesis of SARS-CoV-2 Spike Protein", *Journal of the American Chemical Society*, Mayıs, 2022.

DOI: 10.1021/jacs.2c03925

Yapay Zekâyla Bir Sonraki SARS-CoV-2 Varyantının Tahmini

Dr. Özlem Ak [TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi

Delta, Omicron ve ardından Omicron alt alt varyantları BA.2.12.1. Halk sağlığı yetkilileri BA.4 ve BA.5 alt varyantlarını yakından izliyor. Peki, hangi varyantların daha çok sayıda vakaya neden olma ihtimalini ya da hangi varyantların popülasyonda yaygınlaşmayacağını bilmenin bir yolu var mı?



Bilim insanları, milyonlarca SARS-CoV-2 genomunu analiz eden PyR0 adlı bir makine öğrenme modeli geliştirdiler. Bu, hangi varyantların muhtemelen baskın olacağını ve COVID-19 vakalarında dalgalanmalara neden olacağını tahmin etmeyi mümkün kılıyor. Ayrıca araştırmacıların viral genomun hangi bölümlerinin mutasyona uğrama olasılığının daha düşük olduğunu belirlemesine de yardımcı olabilir ve gelecekteki varyantlara karşı çalışacak aşılar için doğru hedeflerin tespitini sağlayabilir. GISAID (Kuş Gribi Verilerini Paylaşma Küresel Girişimi) veri tabanından altı milyondan fazla SARS-CoV-2 genomu kullanılarak eğitilen yapay zekâ aracı, genetik mutasyonların bir virüsün belirli bir ortamda çoğalma yeteneği üzerindeki etkisini tahmin edebilecek. Ocak 2022'den elde edilen viral genomik veriler üzerinde test edildiğinde, Mart 2022'de birçok ülkede baskın hâle gelen BA.2 varyantının yükselişini öngördü. PyR0, Dünya Sağlık Örgütü'nün endişe verici bir değişken olarak listelemesinden bir ay önce, 2020 Kasım ayının sonlarında alfa varyantını (B.1.1.7) tanımlamış olabildi.

Broad Enstitü üyesi ve Sistem Biyolojisi Merkezinde profesör olan Pardis Sabeti, tüm verilere bakan ve bunları tek bir tahminde birleştiren bu tür makine öğrenmesi tabanlı

yaklaşımların son derece değerli olduğunu söylüyor. Pyro adlı bir makine öğrenmesi çerçevesine dayanan PyR0, orijinal olarak Uber AI Labs'daki bir ekip tarafından geliştirildi. PyR0, halka açık SARS-CoV-2 verilerinin tümünü, yani milyonlarca genomu yaklaşık bir saat içinde analiz edebiliyor. Benzer dizileri, ortak mutasyonlarına göre genom "kümeleri" olarak tanımlayarak gruplandırıyor. Daha sonra model, hangi mutasyonların daha yaygın hâle geldiğini belirliyor ve her bir mutasyonun virüsün yayılmasına ne kadar hızlı neden olabileceğini tahmin ediyor. Ayrıca, genetik yapılarına bağlı olarak farklı varyantlara ait vaka sayılarının ne kadar hızlı artacağını da tahmin ediyor.

Model, belirli varyantların belirli bir ortamda çoğalması için hangi mutasyonların önemli olduğunu belirleyerek COVID-19'un nasıl yayılıp geliştiğine dair biyolojik bilgiler de sunuyor. Örneğin, kritik mutasyonları bilmek, bilim insanlarının yeni varyantların daha bulaşıcı olup olmayacağını veya nötralize edici antikorlardan kaçınıp kaçınmayacağını tahmin etmelerine yardımcı olabilir. Ayrıca hangi mutasyonların daha ayrıntılı olarak çalışılacağına karar vermelerini de sağlayabilir.

Broad Enstitüsünden Dr. Martin Jankowiak, SARS-CoV-2 genomunda

artık birçok mutasyon olduğunu, bu nedenle tüm mutasyon kombinasyonlarını sorgulamanın son derece zor bir hâl aldığını belirtiyor. Jankowiak'a göre, bu tür bir analizin avantajı, tüm genoma bütünsel olarak bakılmasını sağlaması, böylece daha az dikkat çeken mutasyonları veya varyantları tespit etme şansını artırması.

Çalışma, virüsün belirli bir ortamda çoğalma yeteneğindeki artışların, virüsün bağışıklık tepkilerinden kaçma yeteneğinden kaynaklandığını öne sürüyor. Araştırmacılar, bir varyantın sekansı ve özellikleri hakkında önceden uyarıda bulunan halk sağlığı görevlilerinin vaka sayılarını yönetmek için özel önlemler uygulayabileceğini de ekliyorlar. Hangi mutasyonların bir varyantın hayatta kalmasına katkıda bulunduğunun tespit edilmesi, araştırmacıların gelecekteki aşılar için daha iyi hedefler seçmesine yardımcı olabilir.

Bu veya benzeri modellerin yeni versiyonları, mutasyonlar arasındaki etkileşimleri hesaba katarak tahminleri daha da iyileştirebilir. Araştırmacılar, daha fazla çalışma ile modellerinin yeterli genetik veriye sahip diğer virüslerin izlenmesine yardımcı olabileceğini söylüyor. ■

Kaynaklar

Obermeyer, Eve ark., "Analysis of 6.4 million SARS-CoV-2 genomes identifies mutations associated with fitness", *Science*, Mayıs 2022.

Merak Ettikleriniz

Mesut Erol [merak.ettikleriniz@tubitak.gov.tr

Dondurulmuş Gıdalar Besin Değerlerini Kaybeder mi?

Azımsanmayacak sayıda insan dondurulmuş gıdalara keskin bir ön yargıyla yaklaşıyor. Hâlbuki yapılan araştırmalar uygun yöntemlerle hazırlanan dondurulmuş sebze ve meyvelerin buzdolabında ya da dışarıda tutulan tazelerinden çok da farklı olmadığını gösteriyor.

Taze sebze ve meyveler mevsiminde hasat edildikten sonraki kısa bir zaman diliminde besin değerleri bakımından en iyi durumdadır. Ancak uzun taşıma süresi ya da uygun olmayan saklama koşulları gibi nedenlerle market ya da pazar tezgâhlarında tüketicilerle buluşmaya kadar besin değerlerinin bir bölümünü kaybeder. Bu bitkilerin raf ömrü genellikle 3 ile 14 gün arasındayken dondurulmuş olanlarda bu süre 12 aya kadar uzayabilir. Üstelik besin değerlerinde büyük azalmalar yaşanmadan.

Örneğin dondurulacak bir sebze genellikle besleyicilik bakımından en yüksek değerindeyken toplanır. Ardından sıcak suda seri bir haşlama ve devamındaki soğutma işlemiyle üzerindeki kir ve mikroorganizmalardan arındırılır. Bu işlem sırasında, bitkinin olgunlaşma sü-

recini devam ettirerek aşırı olgunlaşmasına yani besin değerlerini kaybetmesine yol açan enzimler de etkisiz hâle getirilir.

Bir deneyde taze sebze ve meyveler 4 °C'taki buzdolabında, aynı meyve ve sebzelerin dondurulmuş paketleriyse -20 °C'taki dondurucuda 3 gün boyunca tutuldu. Bu sürenin sonunda taze olanlarda antioksidan ve bazı temel besin değerlerindeki azalmanın dondurulmuşlara kıyasla daha fazla olduğu tespit edildi.

Dondurulmuş gıdaların bazı vitaminler bakımından besin değeri kaybı yaşadığını gösteren çalışmalar da mevcut. Bir araştırmada taze maydanoz, biber ve ıspanağın dondurulmuş alternatiflerine kıyasla B ve C vitaminini daha yüksek düzeyde tutabildiği gösterildi. Bu vitaminler suda çözünebildiği için dondurulmadan önceki seri haşlama sırasında çözünüp uzaklaştıkları düşünülüyor.

Araştırmaların geneline bakıldığında, dondurulmuş gıdaların tüketiciye kazandırdığı süre ve çoğu besin değerini önemli ölçüde koruyabilmesiyle dikkate değer bir alternatif olduğu anlaşılıyor.

Kaynaklar

Bouzari, A., Holstege, D., & Barrett, D. M. (2015). Vitamin retention in eight fruits and vegetables: a comparison of refrigerated and frozen storage. *Journal of agricultural and food chemistry*, 63(3), 957–962.

canr.ms.u.edu/news/are_frozen_and_canned_fruits_and_vegetables_healthy

theconversation.com/lets-stop-with-the-frozen-food-snobbery-56457



Havuç Yemek Daha İyi Görmemizi Sağlar mı?

Havuç yemenin karanlıkta görme yeteneğini güçlendirdiği ve genel anlamda görme duyusunu iyileştirdiği söylentisinin kökenleri 2. Dünya Savaşı'nın ilk yıllarına kadar uzanıyor. Şehirlerinin bombalanmasının önüne geçmek isteyen İngilizler, geniş ölçekli elektrik kesintileriyle Alman pilotların hedefleri görmesini zorlaştırıyordu. Daha sonra da geliştirdikleri radar teknolojisiyle Alman savaş uçaklarını şehirlere yaklaşmadan tespit edip etkisiz hâle getirmeye başladılar. Dikkatleri radardan uzaklaştırmak isteyen İngiliz propaganda yetkilileri, pilotlarının başarısını bolca havuç tüketerek gece görüşlerini geliştirmeleriyle ilişkilendirdi. Almanların buna ne ölçüde inandığı hâlen net olarak bilinmiyor. Ancak savaş sırasında tedarik zincirlerinin aksaması sonrası yerel sebze tüketiminin özendirilmesi, havuç propagandasının genişleyerek tüm dünyaya yayılmasıyla sonuçlandı.

Bir propaganda ögesi olarak yaygınlaşsa da havucun göz sağlığına etkisi biyokimyasal anlamda gerçeklikle yalnızca bir parça örtüşür. Havuca rengini veren beta-karoten pigmenti, vücudumuzda A vitamininin bir formu olan retinal adlı moleküle dönüştürülür. Bu molekül, gözün retina tabakasındaki çubuk hücrelerde ışık algılayıcı olarak işlev görür. Işıkla etkileştiğinde molekülün şekli değişir ve beyne bir elektrik sinyali gönderir, böylece ışık beyin tarafından algı-

lanır. Ayrıca, gözümüzün ön bölümünde yer alan ve göze gelen ışığın ilk odaklandığı yer olan kornea tabakasının da sağlıklı biçimde işlevini sürdürebilmesi için yeterince A vitamini üretilmesi gerekir.

İnsan vücudunun A vitaminini üretebilmesi için belirli kimyasallara ihtiyacı vardır. Beta-karoten gibi vitamin öncülü bileşenleri içeren bitkisel ve hayvansal besinleri tüketmek A vitamini üretebilmek için ilk adımdır. Göz sağlığı için gerekli bu vitamini içeren havuç gibi gıdalar, görme duyumuzun düzgün çalışabilmesi için gerekli olsa da görmeyle ilgili yaygın kusurların giderilmesinde bir işlevi bulunmaz.

Havuçta bulunan ve görme duyumuzu ilgilendiren diğer bir bileşen ise lutein adlı moleküldür. Lutein görme olayında kilit bir öneme sahip olan sarı benekte bolca kullanılır. Göze ulaşan yüksek enerjili ışınların tahrip edici etkisini azaltarak sarı benegin zarar görmesini engeller.

Kaynaklar

scientificamerican.com/article/fact-or-fiction-carrots-improve-your-vision

smithsonianmag.com/arts-culture/a-wwii-propaganda-campaign-popularized-the-myth-that-carrots-help-you-see-in-the-dark-28812484

Her Derde Deva ZEOLİTLER

Dr. Tuncay Baydemir [TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi

Zeolit kristalleri, keşfedildikleri günden itibaren çok sayıda bilimsel araştırmaya konu olmuş, sahip oldukları üstün özellikler sayesinde pek çok uygulama alanında kullanım bulmuştur. Zeolitlere olan ilgi günümüzde de canlılığını korumaya devam ediyor. Bu ilginin kaynağını anlamak için onlara biraz daha yakından bakmak gerekiyor.



Nedir Bu Zeolitler?

Temel olarak, zeolitler silikon, alüminyum ve oksijenden oluşan kristal katı yapılardır. Bu karmaşık üç boyutlu yapıların içinde katyonların, suyun ve/veya küçük moleküllerin tutulabileceği boşluklar ve kanallar bulunur. Zeolitlere sulu alüminosilikatlar da denir.

Zeolit kavramı ilk olarak İsveçli mineralog Fredrick Cronstedt (d.1722-ö.1765) tarafından kullanıldı. 1756 yılında bir zeolit çeşidi olan stilbiti bulan Cronstedt, zeolit mineralini ısıttığında içinde tutulan suyun buharlaştığını ve hızlı su kaybına bağlı olarak

zeolitinin kaynar gibi görüldüğünü gözlemledi. Bu tür malzemelere bu yüzden Yunanca “*zeo*” (kaynamak) ve “*lithos*” (taş) kelimelerinden oluşan ve “kaynayan taş” anlamına gelen “zeolit” adı verildi. Günümüzde bu terim çok farklı kullanım alanlarına sahip iki yüzden fazla farklı minerali temsil ediyor.

Zeolitler alüminyum oksit ve silisyum oksit düzgün dörtyüzlü yapılarının oksijen atomları üzerinden birbirlerine bağlanmasıyla oluşur. Kafes biçimine sahip zeolitlerin öne çıkan bir başka özelliği de dörtyüzlü moleküler yapılar oluşturan dört bağlı merkezî atomlardan oluşmasıdır. Bu dörtyüzlüler köşelerden birbirine

bağlanır ve çok çeşitli kristal yapılar oluşturabilir. Si (silisyum) ve Al (alüminyum) atomları merkezî konumda yer alırken O (oksijen) atomları ise köşelerde konumlanır, bu birimler O atomlarından birbirlerine bağlanarak mikro boyutlarda gözenekler ve kanallar içeren kafes yapılar oluşturur.

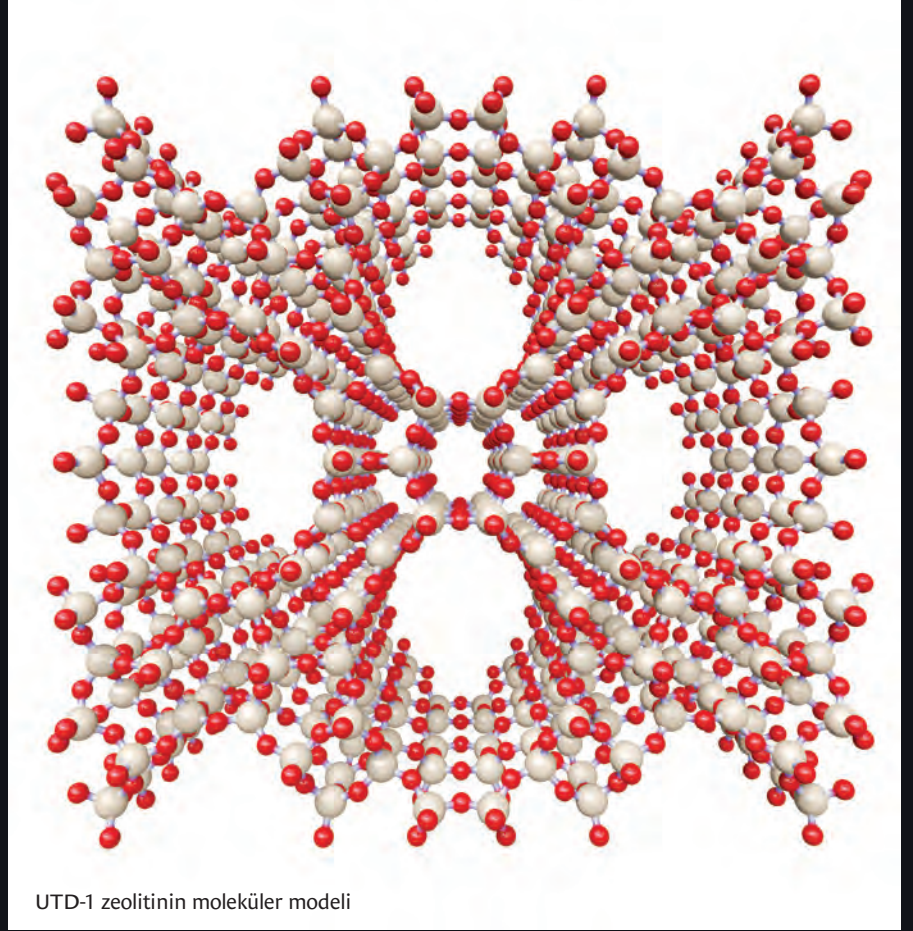
Çeşitli uygulamalar için kullanılan zeolitlerde birbirine bağlı geniş kanallar sayesinde yerleşik iyonlar ve moleküller yapının içine ve dışına kolayca taşınır. Isıtma ve dehidrasyon (bünyede tutulan suyun uzaklaştırılması) sonucunda zeolitlerde oluşan



Skolesit zeoliti kristalleri

boşluklardan küçük boyutlardaki moleküller geçebiliyorken daha büyük olanlar ise dışarda kalır. Bu şekilde zeolitler moleküler anlamda elek işlevi de görür. Oldukça kararlı yapıya sahip zeolit kafesler, gözeneklerindeki iyonlar ve moleküller uzaklaştırıldığında herhangi bir zarar görmeden bütünlüklerini koruyabilir.

Özel yapıları ile zeolitler; maddeleri ayırma, filtrasyon, seçici geçirgenlik, iyon değişimi, katalizleme ve adsorpsiyon (yüzeyde tutunma) konularında çok çeşitli uygulamalar sunuyor. Ayrıca son zamanlarda zeolit malzemeler; lüminesans (ışıldama), elektrik, manyetizma, tıp ve mikroelektronik alanlarında da kullanım bulmaya başladı.



UTD-1 zeolitinin moleküler modeli

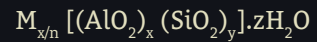
Karmaşık Görünüyorlar Ama Aslında Çok Düzenliler!

Zeolitler paylaşılan bir oksijen atomu üzerinden birbirine bağlanan $[\text{SiO}_4]^{4-}$ ve $[\text{AlO}_4]^{5-}$ tetrahedral (dört yüzlü) moleküler yapılardan oluşan üç boyutlu ağlardır. Bu dört yüzlü yapılar zeolitlerin birincil yapı blokları olarak adlandırılıyor ve genel

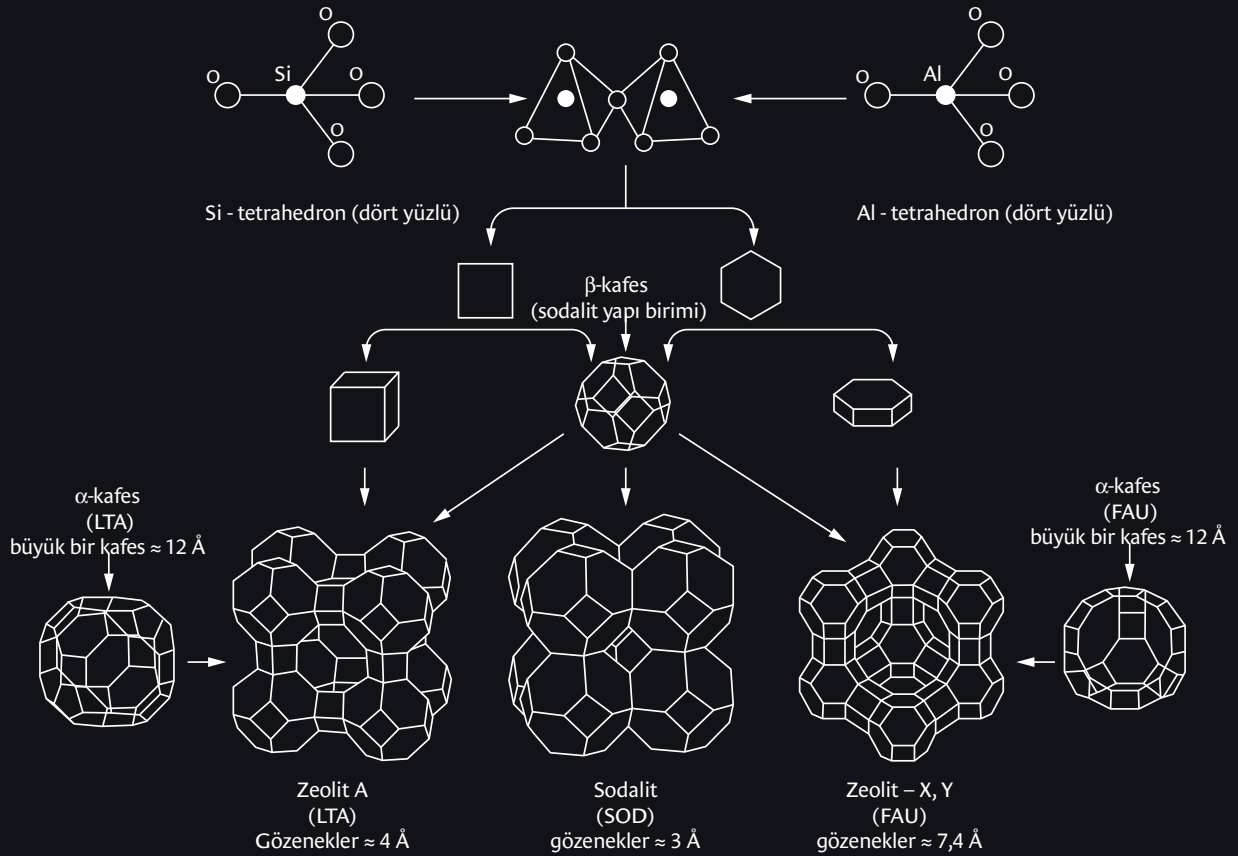
olarak TO_4 formülü ile ifade ediliyor. Burada T silisyum (Si^{4+}) veya alüminyum (Al^{3+}) iyonlarını temsil ediyor.

Zeolitler, gözenekli, negatif yüklü, kristalli ve alüminosilikat çerçevesi yapılarıdır. Zeolitlerin gözenekleri pozitif yüklü IA ve IIA metal iyonları ile ya da su molekülleriyle dolabiliyor. Pozitif yüklü metal iyonları, belirli bir kimyasal filtrelemek veya bir tür reaksiyonu katalize etmek için ideal boyut ve şekilde üretilen gözeneklere

sığabiliyor. Zeolitlerin kimyasal yapısını genel bir ifade ile göstermek için aşağıdaki kapalı formül kullanılıyor:

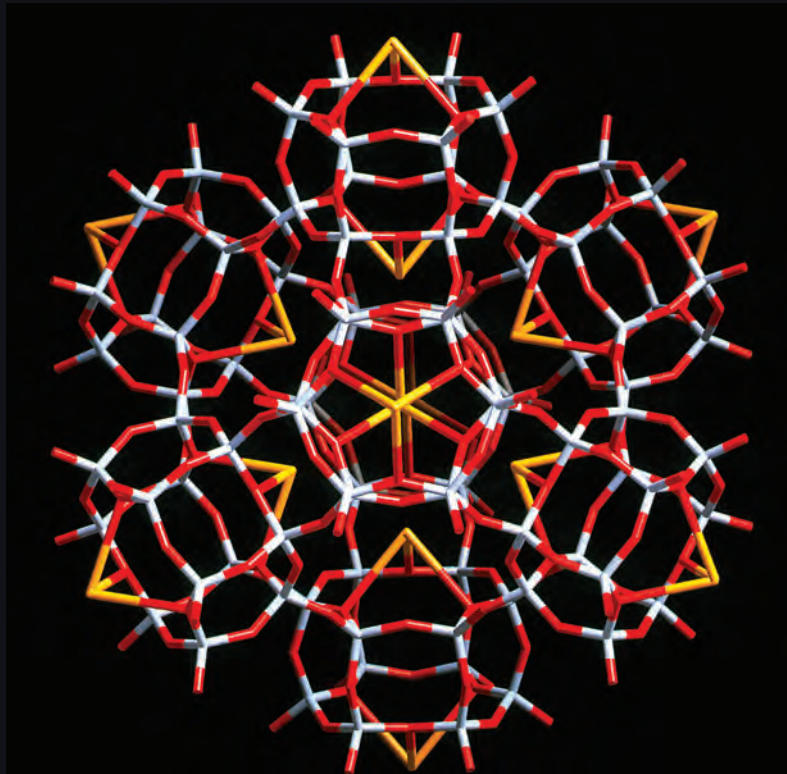


Bu formülde; M bir alkali metal ya da alkali toprak metal katyonunu, n metal katyonunun değerliğini, x ve y bir birim yapı ünitesindeki tetrahedral yapıların sayısını, z ise bu birim yapıdaki su molekülü sayısını ifade etmek için kullanılıyor.



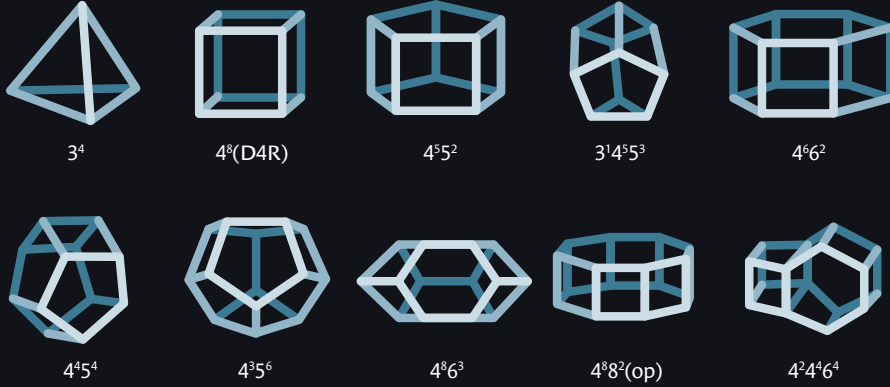
Üç zeolit yapısının yapı birimlerine ve gözenek/kafes boyutlarına örnekler: zeolit A (LTA), sodalit (SOD) ve fojasit (FAU) -X, Y zeolitleri

Miteva, A., Stoyanova, V., "Zeolites Application in terrestrial and Space Industry-A Review", *Aerospace Research in Bulgaria*, 32, 2020.



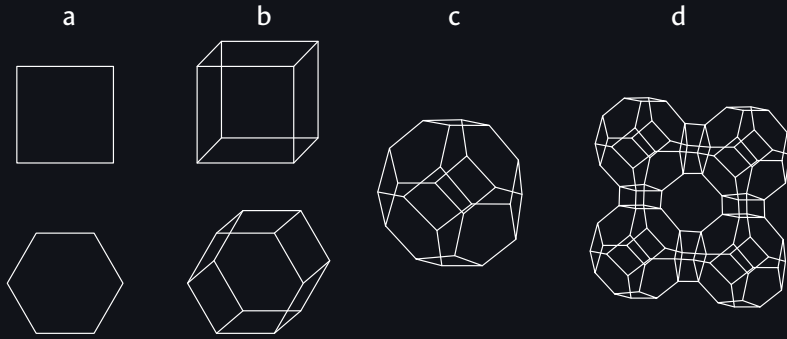
Yapay bir zeolit olan ZK-5'in üç boyutlu moleküler yapısını gösteren çubuk model.

Farklı boyutlardaki boşluklar kanalları ve kafesleri temsil ediyor. Birincil yapı blokları paylaştıkları oksijen atomu ile ikincil yapı bloklarını oluşturuyor. Bu bloklar tek halkalı, çift halkalı, çok yüzlü veya daha karmaşık üç boyutlu yapılar olabiliyor. İkincil yapı blokları birleşerek farklı kanal ve kafes yapılar içeren zeolitleri meydana getiriyor. Sarı renkler sodyum, kırmızı renkler oksijen, beyaz renkler ise silisyum ve alüminyum atomlarını temsil ediyor.



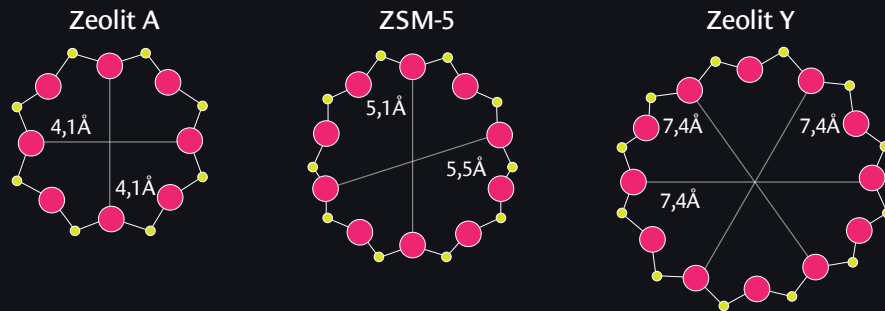
Zeolitlerdeki farklı kafes yapı blokları.

Şekillerdeki her köşe, yapı bloğunda yer alan silisyum veya alüminyum atomunu temsil ediyor.



Çeşitli ikincil yapı birimi örnekleri. Köşeler tetrahedral yapıda yer alan birincil yapı birimlerindeki alüminyum veya silisyum katyonlarını temsil ediyor.

- a) 4 ve 6 halkalı yapılar
- b) 4 ve 6 halkalı yapılardan oluşmuş ikili yapılar
- c) 4 ve 6 halkalı yapılardan oluşan kübo-oktahedron
- d) 4 halkalı yapıdan oluşmuş 4 adet ikili yapı ile birleştirilmiş 4 tane kübo-oktahedron



Zeolitik çerçevedeki gözenekli yapıları oluşturan farklı halka türlerinin örnekleri ve boyutları.

Belirli bir zeolitın gözenek boyutu halkanın türüne göre değişiklik gösterir.

(1 Å (angström) = 10^{-10} metre (metrenin 10 milyarda biri))

Birincil ve ikincil yapı birimlerinin yanında, zeolitlerin yapısında daha karmaşık olan bileşik yapı birimleri de bulunabiliyor. Bunların en yaygın örneği halka yapılar olup boyutları halkadaki tetrahedral yapıların sayısı ile ifade ediliyor. Örneğin n sayıda tetrahedral birim içeren halkaya n halkası deniyor. Zeolit halkaları sıklıkla 4, 5, 6, 8, 10 veya 12 tetrahedral yapıdan oluşuyor. Ancak yapılan araştırmalarda 14, 18 ve 20 halkalı yapıların varlığı da bildirilmiş. Bu halkalı yapılar gözenek boyutlarını belirleyici rol oynuyor.

Nasıl Elde Edilir?

Zeolitler en basit şekilde doğal ve yapay olmak üzere iki sınıfa ayrılıyor. Doğal zeolitler çoğunlukla bir zamanlar volkanik aktivitenin olduğu aktif veya sönmüş yanardağlara yakın bölgelerde bulunuyor. Volkanlardan püsküren lav ve kül, su ile birleşerek uzun yıllar süren etkileşimler sonucunda zeolitleri oluşturuyor. Doğal zeolitler önce bazalt kayalarda keşfedilmelerine rağmen daha sonra yer kabuğuna oldukça yakın tortul kayalarda da bulundular.

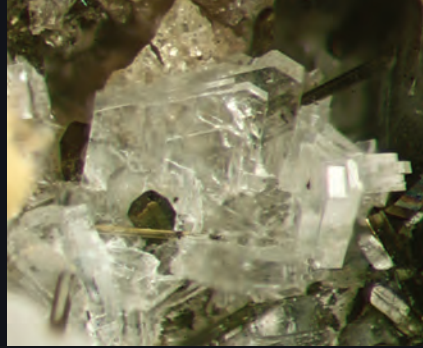
Dünyanın pek çok yerinde farklı ortam koşullarında oluşmuş farklı türlerde zeolitler çıkarılıyor. Oluşan zeolitlerin türü çeşitli faktörlere bağlı olarak değişiklik gösteriyor. Sıcaklık ve basınç gibi faktörlerin yanında suya ulaşan volkanik malzemenin fiziksel ve kimyasal yapısı, malzemenin ulaştığı suyun türü (deniz suyu, tatlı su gölü, yeraltı suları, tuzlu sığ göller gibi), suyun pH değeri, suda bulunan iyonlar ve iyon derişimleri bunların başlıcaları arasında sayılabilir.

Doğal zeolitlerden yaklaşık 40 tanesi bilinse de bu sayının 80 civarında olabileceği tahmin ediliyor. Doğal zeolitler hem volkanik hem de tortul kayalarda bulunabiliyor. Bu zeolitlerden en bilinenleri arasında klinoptilolit, şabazit, mordenit, stilbit, eriyonit, höylandit ve fillipsit sayılabilir.

Yapay zeolitler ise hızlı oluşum metotları ile belirli maddeleri bir araya getirerek elde ediliyor. Uygun alkali ortamlar ve hidrotermal koşullar altında daha kısa sürelerde farklı kristal büyüklüklerine sahip zeolitler sentezlemek



Stilbit



Klinoptilolit



Höylandit



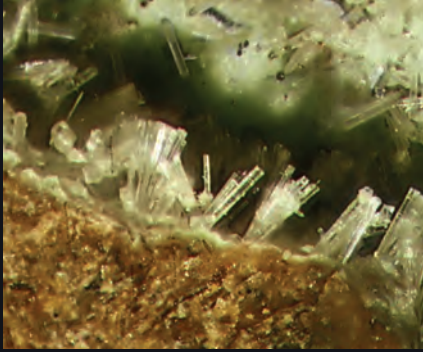
Mordenit



Fillipsit

için çeşitli teknikler uygulanıyor. Son yıllarda istenilen yapıdaki zeolitleri sentezlemek için hesaplamalı ve istatistiksel kimya ile yapay zekâ uygulamalarından da faydalanılıyor.

Doğal zeolitlerin yapay olanlara göre bazı üstünlükleri bulunsa da kimyasal ve yapısal bileşimlerindeki değişkenlikler, düşük rezerve sahip maden yatakları, yüksek işleme maliyetleri ve kirlilik gibi etmenler; söz konusu minerallerin yapay yollarla



Eriyonit



Şabazit

ticari açıdan elverişli olarak üretilmesini teşvik ediyor.

2007 yılında yayımlanan *Zeolit Çerçeve Türleri Atlası*'nda Uluslararası Zeolit Birliği tarafından her birine üç harfli bir kod verilen 176 zeolit çerçeve türü onaylandı. Atlasın yayınlanmasından sonra yapılan yeni çalışmalarla bu sayı artmaya devam etti. Günümüzde 230'dan fazla zeolit yapısı biliniyor ve yapısal parametrelere göre sınıflandırılabilir.

Doğal veya yapay zeolitlerin tercih edilebilirliği konusundan söz etmek gerekirse bu zeolitlerin istenilen fizikokimyasal özellikleri taşıyıp taşıyamamasına bağlı. Zeolitlerin kristal yapıları ve kimyasal bileşimleri gibi önemli özellikleri kullanım alanlarında da belirleyici rol oynuyor. Ayrıca çoğu durumda kirleticilerin varlığı da seçim yaparken etkili oluyor. Zeolitler doğal ya da yapay kaynaklı olarak sınıflandırılmalarının yanında gözenek çaplarına göre küçük, orta veya büyük gözenekli zeolitler; silisyum içerme oranına göre de düşük, ara ve yüksek silika zeolitleri olarak da değerlendirilebiliyor.

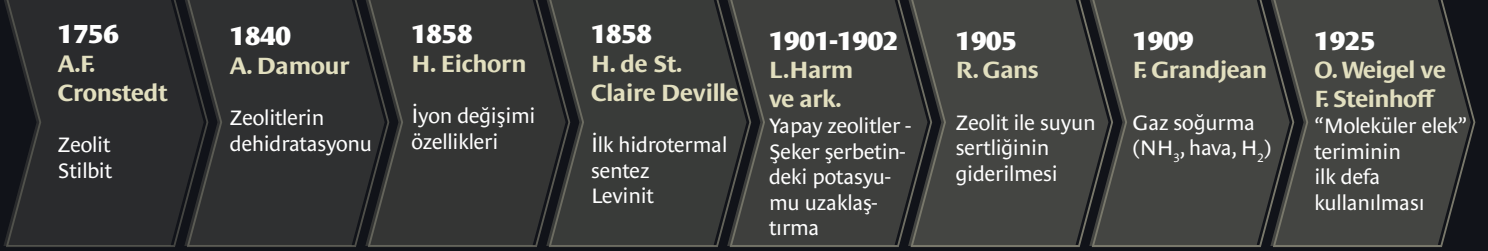
Kısa Bir Tarihçe

Zeolit malzemelerin modern mineralojinin kurucusu sayılan Axel Fredrik Cronstedt tarafından keşfinin ardından doğal zeolitlerin kimyasal, fiziksel ve mineralojik özelliklerinin araştırılmasına başlandı. Günümüzün modern araştırma yöntemlerinin eksikliğine rağmen bu araştırmalar günümüzdeki doğal ve sentetik zeolitlerin ve günümüz uygulamalarının temellerini oluşturdu.



Axel Fredrik Cronstedt (d.1722-ö.1765) İsveçli mineralog ve kimyager. Yaptığı çalışmalarla modern mineralojinin kurucusu sayılıyor. Aynı zamanda 1751 yılında nikel elementini de keşfeden kişidir.

ZEOLİT MALZEMELERİN VE ÖZELLİKLERİNİN KEŞİFLERİ



Margeta, K., & Farkaš, A., Introductory Chapter: Zeolites - From Discovery to New Applications on the Global Market, In K. Margeta, & A. Farkaš (Eds.), Zeolites - New Challenges, IntechOpen, 2020.

Cronstedt'in gözlem ve araştırmalarını temel alan çalışmalarla sentezlenen ilk yapay zeolit levinit oldu. Daha sonraki dönemlerde de doğalına benzer yapay mordenit sentezlendi. Zeolit sentezi üzerine gerçekleştirilen yoğun çalışmalar onları endüstriyel uygulamalarda kullanılmak üzere daha da uygun hâle getirdi. Zeolitler böylece pek çok endüstriyel alanda kendilerine önemli ve sağlam bir yer edindi.

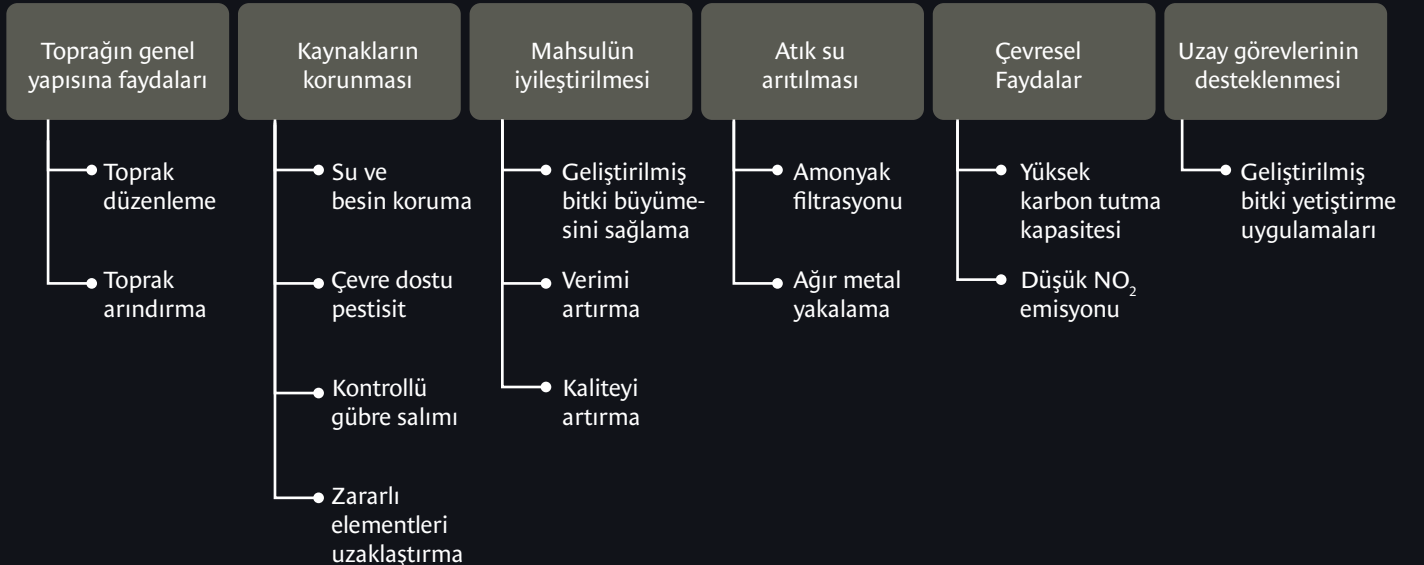
Zeolitler Her Yerde

Zeolitlerin kafese benzer yapısı onları pek çok açıdan kullanışlı malzemeler yapıyor. Suyun filtrelenmesi ve yumuşatılması adına zeolitler oldukça önemli malzemelerdir. İyon değiştiricili su yumuşatıcılarda, kalsiyum ve magnezyum iyonlarınca zengin olan sert sular, sodyum içeren zeolitle dolu bir kolondan geçirildiğinde kalsiyum ve

magnezyum iyonları sodyumla yer değiştirir. Bu sayede daha yumuşak bir su elde edilir. Endüstriyel ve çevresel atık suların kirleticilerden arıtılması için de zeolit malzemeler kullanılıyor. Günümüzde kullanılan çamaşır ve bulaşık deterjanlarının çoğu da zeolit içeriyor.

Zeolitlerin gözenekli kristal yapısı, istenmeyen sıvı ve kokuları hapsedmekte oldukça başarılıdır. Hayvancılık sektöründe, yemlerde ve gıda takviyelerinde kullanılan

Zeolitlerin Tarımsal Faaliyetlerde Kullanımı



MODERN ZEOLİT BİLİMİNİN BAŞLAMASI

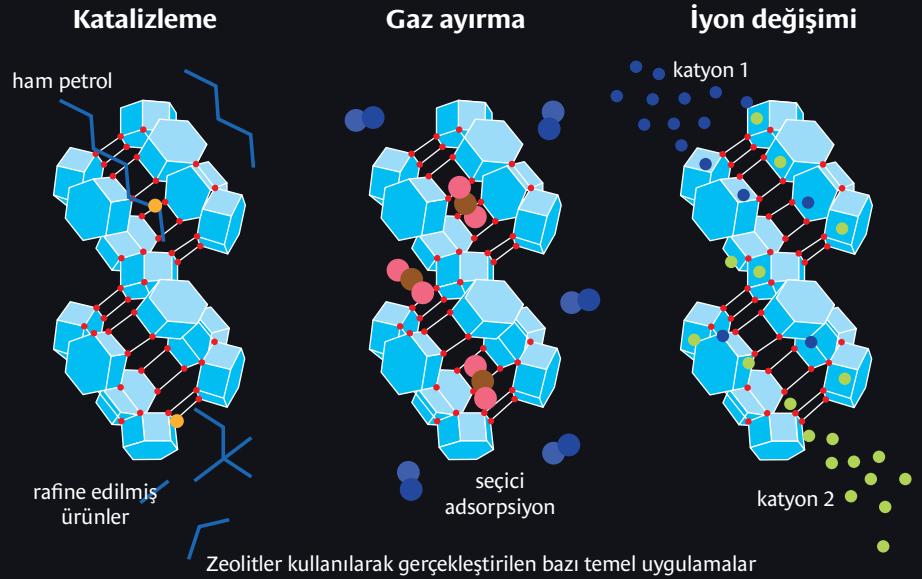


ENDÜSTRİYEL UYGULAMALAR

bu malzemeler; koku kontrolü ve evcil hayvan kumlarında da yaygın olarak değerlendiriliyor.

Zeolitlerin tarımsal faaliyetlerde kullanımı da çok yaygındır. Bu malzemeler, kumlu topraklarda suyun tutulmasını artırabiliyor ve killi topraklarda da gözenekli bir yapı oluşturabiliyor. Bunun yanında, topraktaki besleyici maddeleri koruyarak daha yüksek verim elde edilmesini sağlıyor. Yüksek iyon değiştirme ve ağır metalleri tutma kapasiteleri ile toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerini iyileştirmekte kullanılan bu malzemeler; gübreleme uygulamalarında da değerlendiriliyor. Böylece zeolitler kullanarak besleyici maddelerin toprağa kontrollü bir şekilde bırakılması sağlanıyor. Ayrıca zeolit bazlı gübreler üretilirken doğaya daha az karbondioksit salımı gerçekleşiyor.

Zeolitler biyoyumlu, yenilebilir ve çoğunlukla zararsız malzemeler olup tıp ve biyomalzeme alanlarında da sıklıkla kullanılıyor. Kontrollü



ilaç salım sistemlerinde, biyobelirteç tespitinde, biyoalgılayıcılarda, yara iyileştirmede, doku iskelelerinde, protez kaplamalarda, tıbbi görüntüleme sistemlerinde, diş kökü dolgularında, diyaliz işlemlerinde, zararlı iyonların vücuttan uzaklaştırılmasında ve çeşitli tedavilerde farklı kullanımları olan çeşitli zeolitler; tüm bunların yanında taşıdıkları antibakteriyel/ antimikrobiyal özellikler ile de tıpta önemli malzemeler arasında gösteriliyor.

Gıda sektöründe de antimikrobiyal özellikleri ile çeşitli patojenlere karşı etkili olan zeolitler önemli bir yere sahiptir. Bu nedenle zeolit malzemeler gıda kalitesini ve raf ömrünü artırmada, gıda paketlenme malzemelerinde, zeolit bazlı reaktörlerde, gıda içeriği algılama sistemlerinde, gıda örnek analizlerinde, oksijen ve nem tutma işlemlerinde, gıda atıklarının yönetiminde ve gıdayla temas edecek akıllı malzemeler geliştirilmesinde kullanılıyor.

Zeolitlerden ayrıca çeşitli tepkimelerde katalizör olarak da faydalanılıyor. Petrokimya endüstrisindeki büyük hidrokarbon moleküllerinin petrol ve yan ürünlerine parçalanması işlemlerinde, bilimsel çalışmalarda kimyasal tepkimelerin seçici bir şekilde gerçekleştirilmesinde, ayrıca ilaç geliştirilmesi ve üretiminde zeolitler de görev alıyor. Bunun yanında, katalizör işlevi gören zeolit malzemeler tekrar tekrar kullanılabilir.

Moleküler elek görevi yapan zeolitlerin işlevleri arasında en önemli birkaç tanesi; atık su ıslahı ve su arıtma, zararlı baca gazlarının tutulması, petrol sızıntılarının ve ağır metallerin temizlenmesi diyebiliriz. Zeolitlerin seçici geçirgenlik özelliği üzerinde bunun gibi çok fazla uygulama mevcut olmakla birlikte yeni kullanım alanları bulmak için çalışmalar devam ediyor.

Zeolitlerin kullanıldığı bir diğer sektör de inşaat ve yapı malzemeleri. Çeşitli inşaat malzemelerinde ve çimento üretiminde zeolitler fazlaca yer alıyor. Zeolit katkıları betonların fiziksel ve kimyasal özelliklerini olumlu yönde geliştiriyor ve böylece yüksek performanslı beton üretimini mümkün kılıyor.

Günlük hayattaki basit kullanımlarının yanında nükleer atıklardaki radyoaktif parçacıkların

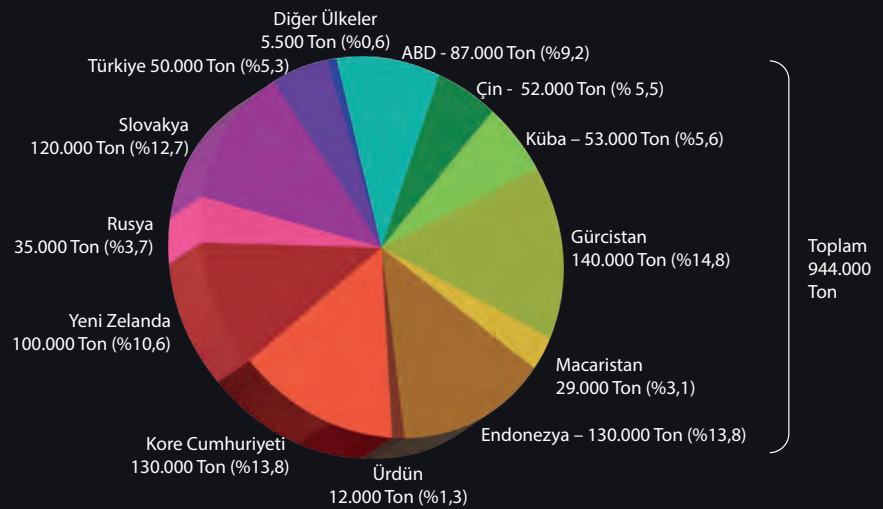
tutulması ve zehirli ağır metallerle kirletilmiş toprakların temizlenmesi gibi oldukça önemli görevleri de zeolitler başarıyla yerine getirebiliyor.

Küresel Bir Zeolit Pazarı

Doğal zeolit madenleri çeşitli ülkeler tarafından işleniyor. ABD Jeolojik Araştırma Kurumu tarafından sunulan zeolit madenciliği verileri birçok ülkenin üretimini düzenli olarak rapor etmemesi yüzünden tam doğru olmasa da genel çerçeveyi vermesi açısından önemli görülüyor. Yerel ve küresel zeolit rezervlerinin büyüklüğü hakkında da net veriler bulunmuyor. Yine de dünya toplam rezervinin hayli büyük olduğu tahmin ediliyor.

Tüm kıtalarda doğal ve yapay zeolit ürünlerinin ticareti yapılıyor. Pazar payı büyüklüğü bakımından ilk sıradaki ABD'yi sırasıyla Asya-Pasifik bölgesi, Çin, Hindistan, Avrupa ve diğer pazarlar izliyor. Yapay zeolitlerin ticaret hacminin ise doğal zeolitlerden daha fazla olduğu bildiriliyor.

2016 yılında yaklaşık olarak 29 milyar dolar olan küresel zeolit pazar payının 2022 yılı sonuna kadar yıllık %2,5'lik büyümeyle 34 milyar dolara ulaşması bekleniyor. Zeolit üretiminde modern teknolojilerin kullanılmaya başlanması ile yeni endüstriyel kullanım alanlarının ve buna bağlı olarak yapay zeolitlere olan talebin daha da artacağı tahmin ediliyor.



Ülkeler bazında 2021 yılı doğal zeolit madenciliği verileri

Zeolitlerin Geleceği Nasıl Olacak?

Zeolitlerin tarım, hayvancılık, kimya, petrol, inşaat, sağlık ve malzeme alanlarında sahip olduğu mevcut uygulamalarıyla birlikte henüz keşfedilmemiş alanlarda yeni kullanımlar da bulması bekleniyor. Günümüzün gelişen teknolojileriyle birlikte zeolit kullanımının önümüzdeki dönemde de artarak devam edeceği düşünülüyor. Bunun yanında, karmaşık zeolit yapıların modern teknolojiler ile sentezlenmesi daha da kolaylaşıyor. Özel amaçlar için üretilen zeolit yapılar sayesinde belirli ölçülerde doğal kaynaklardaki kirlenmenin de önlenmesi öngörülmüyor.

Yeni zeolit yapılarının sayısı özellikle son on yıllık dönemde oldukça hızlı artış gösterdi. Sentezlenen her bir yeni yapı yeni olasılıkların da kapısını açıyor. Bu oldukça ilginç malzemelerin pek çok endüstriyel alanda kullanılmalarının yanında enerji tasarrufu sağlayan katalitik süreçler, atık ve enerji depolama, sera gazı emisyonları, toprak ve su temizleme gibi konularda düşük maliyetli çevre dostu çözümler üretilmesinde de önemli rol oynaması bekleniyor.

Zeolit uygulamalarının ve kullanımının sürekli artma eğiliminde olması küresel ihtiyacı karşılamak adına yapay zeolit sentezlerini gerekli kılıyor. Ayrıca sentetik zeolit üretimlerinde doğal zeolitlerin elde edilmesi sırasında ortaya çıkan istenmeyen kirliliklerin önüne geçilebiliyor; kimyasal bileşim, fonksiyonel

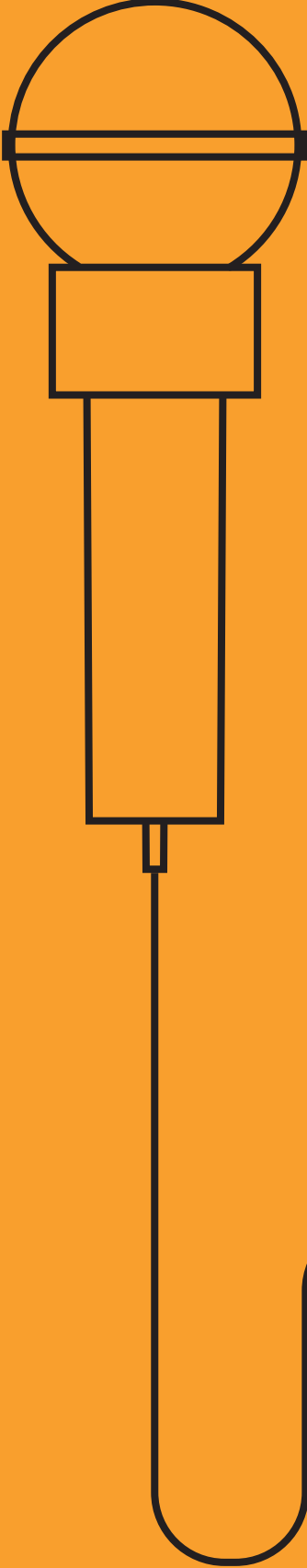
gruplar, fiziksel yapı, yüzey alanı ve gözenek boyutları gibi çeşitli özellikler kullanım amacına uygun olacak şekilde düzenlenebiliyor.

Her bir zeolit türü için Uluslararası Zeolit Birliği Yapı Komisyonu (IZA) tarafından standartlaştırılmış zeolit sentezleri genellikle ticari reaktif malzemeler kullanılarak gerçekleştiriliyor. Diğer taraftan yapılan bazı çalışmalarda silisyum ve alüminyum açısından zengin endüstriyel yan ürünler ve atıklar kullanılarak zeolit sentezlenmesi de çevre adına önemli gelişmelerden sayılıyor.

Benzersiz inorganik fonksiyonel malzemeler olan zeolitlerin dünyasını daha fazla anlamak ve yeni zeolit türleri sentezlemek için daha fazla araştırma yapmak gerekiyor. Mevcut durumda tüm göstergeler zeolit biliminin yükselişini sürdüreceğini işaret ediyor. ■

Kaynaklar

- Serati-Nouri, H., Jafari, A. ve ark., "Biomedical applications of zeolite-based materials: A review", *Materials Science and Engineering C*, 116, 111225, 2020.
- Jarosz, R., Szerement, J., Gondek, K., Mierzwa Hersztek, M., "The use of zeolites as an addition to fertilizers – A review", *Catena*, 213, 106125, 2022.
- Yoldi, M., Fuentes-Ordoñez, E.G., Korili, S.A., Gil, A., "Zeolite synthesis from industrial wastes", *Microporous and Mesoporous Materials*, 287, 183-191, 2019.
- Villa, C.C., Valencia, G. A., ve ark., "Zeolites for food applications: A review", *Food Bioscience*, 46, 101577, 2022.
- Moshoeshoe, M., Nadiye-Tabbiruka, M.S., Obuseng, V., "A Review of the Chemistry, Structure, Properties and Applications of Zeolites", *American Journal of Materials Science*, 7(5), 196-221, 2017.
- Derbe, T., Temesgen, S., Bitew, M., "A Short Review on Synthesis, Characterization, and Applications of Zeolites", *Advances in Material Science and Engineering*, 6637898, 2021.
- Li, J., Corma, A., Yu, J., "Synthesis of new zeolite structures", *Chemical Society Reviews*, 44, 7112, 2015.
- Margeta, K., & Farkaš, A., Introductory Chapter: Zeolites - From Discovery to New Applications on the Global Market, In K. Margeta, & A. Farkaš (Eds.), *Zeolites - New Challenges*, IntechOpen, 2020.
- Miteva, A., Stoyanova, V., "Zeolites Application in terrestrial and Space Industry-A Review", *Aerospace Research in Bulgaria*, 32, 2020.
- Van Speybroeck, V., Hemelsoet, K., Joos, L. ve ark., "Advances in theory and their application within the field of zeolite chemistry", *Chemical Society Reviews*, 44, 7044, 2015.
- Li, Y., Yu, J., "Emerging applications of zeolites in catalysis, separation, and host-guest assembly", *Nature Reviews Materials*, 6, 1156-1174, 2021.
- Mgbemere, H.E., Ekpe, I.C., Lawal, G.I., "Zeolite Synthesis, Characterization and Application Areas: A Review", *International Research Journal of Environmental Sciences*, Cilt 6(10), 45-59, 2017.
- <https://www.explainthatstuff.com/zeolites.html>
- <https://asdn.net/asdn/chemistry/zeolites.php>
- <http://www.bza.org/zeolites/#:~:text=What%20are%20zeolites%3F,other%20molecules%20within%20their%20pores.>



Bilim Söyleşileri Kaldığı Yerden Devam Ediyor!

Dr. Özlem Kılıç Ekici [TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi

Toplumumuzun bilime ve teknolojiye olan ilgisini, sevgisini ve farkındalığını artırmak TÜBİTAK'ın kuruluşundan bu yana öncelikli hedeflerinden biri oldu. Bu hedeften yola çıkılarak 12 Kasım 2014'te başlayan ve hâlihazırda devam eden ortaokul ve lise öğrencilerine yönelik "TÜBİTAK Bilim Söyleşileri"nin en önemli amaçlarından biri de öğrencilerin hayatın kendilerine sunduğu seçeneklerin farkına varmasına yardımcı olmak; bilim insanlarının deneyimleri, hayat öyküleri, meslekleri ve araştırma konuları hakkında paylaşacakları bilgiler ile gençlerin hayatlarına doğrudan dokunmaktı. Bilim söyleşilerimizin en önemli katılımcılarından biri olan, Hacettepe Üniversitesi, Eğitim Fakültesinden Prof. Dr. Ahmet İlhan Şen'in yaşadığı ve bizlere aktardığı deneyim ise bu etkinliğin amacına ne kadar çok ulaştığının bir göstergesi.

İşte Prof. Dr. Ahmet İlhan Şen'in paylaşımı...

“TÜBİTAK’ın nice Aziz Sançar’ların yetişmesine vesile olmasındaki gayreti boşa gitmiyor”

“Merhaba,

Bu sene içinde “TÜBİTAK Bilim Söyleşileri” kapsamında Aydın’ın bir köyünde ortaokul öğrencilerine atom konusunu anlattım. Okul müdürü ilk karşılaşmada biraz çekinerek “Hocam bu okulun sosyoekonomik yapısı çok düşük. Soru sormazlarsa lütfen bağışlayın.” diyerek önlemini almıştı. İçten bir çay, kahve sohbetinin hemen ardından okulda toplantı salonu olmadığından sadece bir grup öğrenci ile sınıfta sohbet başladı. Ve iş bilim, bilimin doğası derken atoma geldi. Müdire hanım bizleri şaşkınlıkla izliyordu. O öğrenciler büyük bir heyecanla, hem de çok kaliteli sorularla elleri havada söz almak için yarışıyorlardı. Meğer ne cevherler varmış. Özellikle kız çocuklarımızın meraklı gözlerle katılımı ayrıca memnuniyet vericiydi. Sunumun sonunda her birinin yanına gelip ayrıca soru sormak istemesi de işin heyecanını artırmıştı. 2-3 öğrenciden de Ankara’da tıp okuma sözü alıp onlara Hacettepe’de yemek sözü ile iş bitti derken, söyleşide bulunmayan diğer öğrenciler müdüriyete gelip sunumu dinlemek istediklerini söylemişler. Müdire hanım bana sıkılarak bunu iletince içim içime sığmadı ve memnuniyetle aynı şeyleri diğer gruba da anlattım. Yeni grubun da diğerinden hiçbir motivasyon farkı olmadığını yaşayarak gördüm. Her zaman, bilimsel konularla ilgili ve üniversiteler hakkında çekinmeden benimle iletişime geçebileceklerini söyledim. Ve bir öğrencinin ‘Hayatımda ilk defa bir profesör gördüm’ gururu ile bana yaklaşmak istemesi de aslında yapılan işin sadece bilimsel olmadığı bir göstergesiydi. Geçen yıllardaki deneyimlerde de benzer sahneleri Erzurum’un bir dağ köyünde yaşamıştık. Günler öncesinden Hacettepe’den bir profesör gelecek diye âdeta şafak sayan ve ileride astronot olmak isteyen bir evladımızla tanışmıştım. İşin bir de öğretmen kısmını vurgulamak isterim. Değişik bir yüz, bir ‘hoca’ görmek kendi ifadeleriyle canlarına can katıyordu. Hem çalışan hem de çalışanı destekleyen bir kurumun varlığını hissettikleri gözlerinden okunuyordu. Hâlâ iletişimde olduğumuz, akademik destek verdiğimiz öğretmenlerimiz bu sayede var. Başta TÜBİTAK Başkanımız olmak üzere bu organizasyonu düşünen ve harikulade uygulayan Bilim ve Toplum Başkanlığının tüm ekibini kutlar, TÜBİTAK’ın ileride nice Aziz Sançar’ların yetişmesine vesile olmasındaki gayretinin boşa gitmediğini söylemek isterim.”

Prof. Dr. Ahmet İlhan Şen
Hacettepe Üniversitesi, Eğitim Fakültesi

2020 yılına kadar 1.400’ün üzerinde söyleşiyle yaklaşık 300.000 öğrenciye ulaşıldı. Pandemi nedeniyle 2021 yılında ara verilen bilim söyleşileri kaldığı yerden aynı heyecan ve coşkuyla devam ediyor. Mart – Mayıs 2022 arasında 72 ilde 863 Bilim Söyleşisi gerçekleştirildi. Bu söyleşilere 129 üniversiteden toplamda 531 bilim insanı katıldı.

Bilim Söyleşileri ilerleyen aylarda da aynı hızla devam ederek birçok değerli bilim insanımızı ülkemizin her köşesindeki öğrencilerimizle buluşturacak.

Etkinliklere ev sahipliği yapmak isteyen kurumlar ile konuşmacı olmak isteyen bilim insanlarımız için başvurular bilimsoylesileri.tubitak.gov.tr adresinden alınıyor.

Bu vesileyle bilim söyleşilerinde kendi hayatlarından örnekler vererek deneyimlerini paylaşan, önemli mesajlar veren, meslekleri ve araştırmaları ile ilgili bilgiler aktararak öğrencilere geleceklerini şekillendirmelerinde örnek olan tüm bilim insanlarımıza TÜBİTAK olarak çok teşekkür ediyoruz. ■

Ozonun Küresel Isınmadaki Rolü

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

Atmosferin üst katmanlarındaki ozon molekülleri (O_3) insan sağlığı açısından yararlıdır: Güneş'ten yayılan zararlı morötesi ışığın büyük bir kısmını soğurarak yeryüzüne ulaşmasını engellerler. Atmosferin alt katmanlarındaki ozon molekülleri ise insan sağlığı açısından zararlıdır: Ozon solunması sinir, kalp-damar ve solunum sistemlerine zarar verir.

Ozon aynı zamanda bir sera gazıdır. Karbondioksit, metan, su buharı ve diğer sera gazları gibi yeryüzünden uzaya yayılan ısıyı geri yansıtarak yeryüzünün ısınmasına katkıda bulunur.

Günümüzün en önemli çevre sorunlarından biri olan küresel ısınma, atmosferdeki sera gazları miktarının aşırı artmasından kaynaklanıyor. Küresel ısınmaya katkı yapan

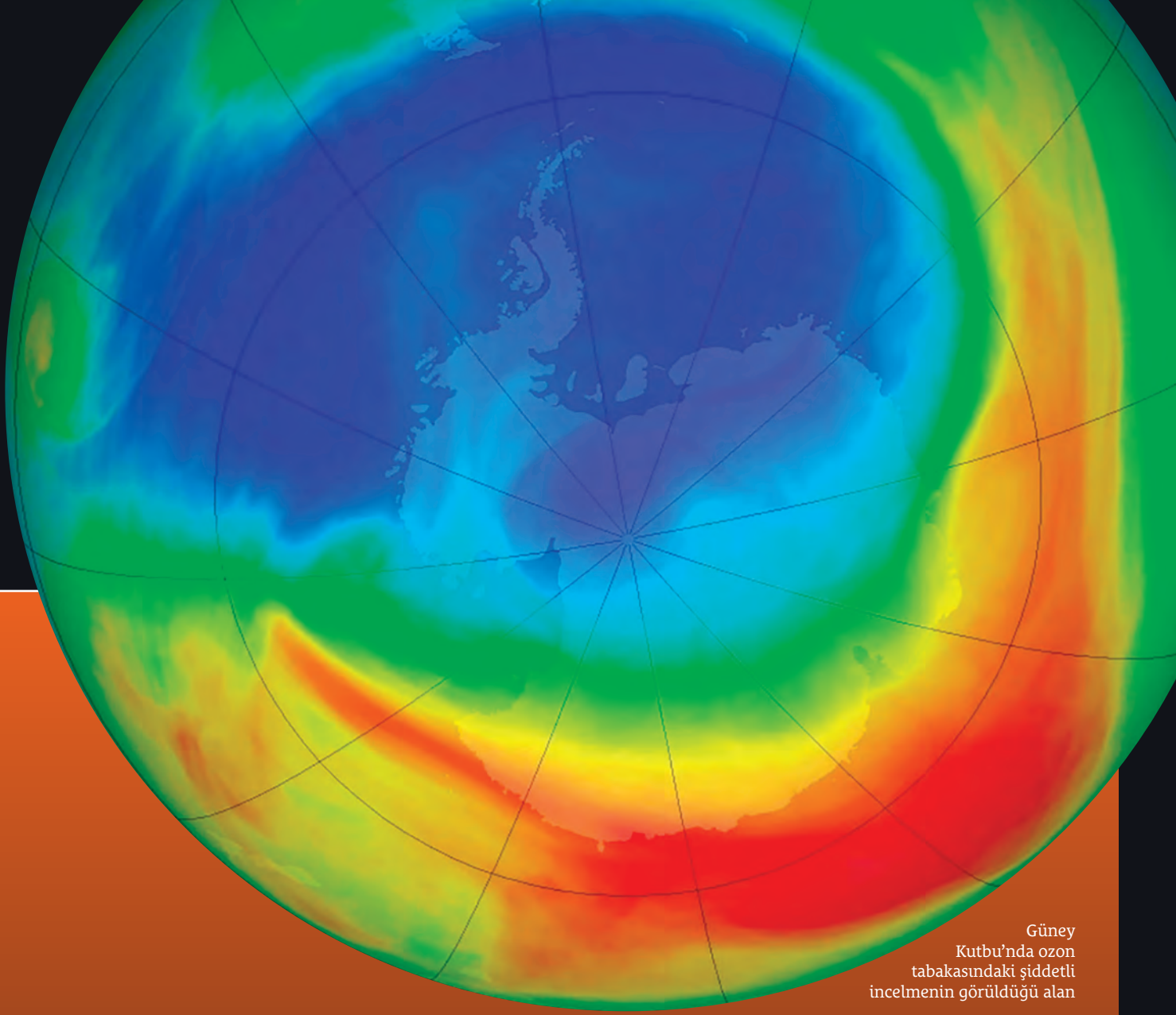
sera gazlarının başında, insan etkinlikleri nedeniyle atmosfere salınan yüksek miktarda karbondioksit geliyor. Ayrıca yüksek enlemlerdeki donmuş toprakların çözülmesiyle ortaya çıkacak metan gazı da küresel ısınmanın geleceği açısından büyük bir tehdit olarak görülüyor. Yakın zamanlarda *Nature Climate Change*'de yayımlanan bir makale ise ozon gazının da küresel ısınma açısından çok önemli olduğunu gösteriyor. Dr. Wei Liu ve arkadaşlarının bilgisayar benzetimleri yaparak elde ettikleri sonuçlar, ozonun, küresel ısınmanın hızını yavaşlatan en önemli mekanizmalardan birini zayıflattığını gösteriyor.

Günümüzde atmosferdeki sera gazları tarafından uzaya yayılması engellenen aşırı ısının önemli bir kısmı okyanuslar

tarafından soğuruluyor. Bu durum yeryüzünün ortalama sıcaklığının daha yavaş bir biçimde artmasına neden oluyor. Ancak derin okyanus suları ısındıkça, doğal olarak, etkinlikleri de azalıyor.

Araştırmacıların tahminlerine göre 1900'lerin ikinci yarısında Antarktika'yı çevreleyen sulardaki ısınmanın üçte birinin, atmosferdeki ozon seviyesinde yaşanan değişimlerle bağlantılı olduğunu gösteriyor.

Yirminci yüzyılın en önemli çevre sorunlarından biri, ozon tabakasındaki incelmeydi. 1980'lerde ozon tabakasının Güney Kutbu'nun üzerinde kalan kısmının aşırı derecede incelmesi tespit edilmiş ve alınan önlemler sayesinde 2000'lerden itibaren ozon tabakası iyileşme sürecine girmişti.



Güney Kutbu'nda ozon tabakasındaki şiddetli incelmenin görüldüğü alan

Ozon tabakasındaki incelmenin yeryüzüne ulaşan güneş enerjisi miktarının artmasına neden olarak Güney Kutbu civarında iklim değişikliklerine yol açtığı geçmişte biliniyordu. Dr. Liu ve arkadaşlarının hesaplarına göre, ozonun Güney Okyanusu sularının ısınmasına yaptığı katkının yaklaşık %40'ının kökeninde, atmosferin üst katmanlarındaki ozon miktarında yaşanan azalma var. Toplam etkinin %60'ı ise atmosferin alt katmanlarındaki

ozon artışından kaynaklanıyor. Araba egzozlarından ve başka kaynaklardan atmosfere salınan kimyasal maddelerin tepkimeye girmesi sonucu ortaya çıkan ozon molekülleri, sera etkisine katkıda bulunuyor.

Elde edilen sonuçlar atmosferin alt katmanlarındaki ozonun sadece sağlık açısından değil aynı zamanda küresel ısınma açısından da çok önemli bir sorun olduğunu gösteriyor.

Derin okyanus sularının ısınması küresel ısınmayı yavaşlatan en önemli mekanizmalardan birinin etkisizleşmesine neden oluyor.

Araştırmacılar, ozon tabakasındaki incelmenin alınan önlemler ve uluslararası iş birliği sayesinde düzelmeye başladığına dikkat çekiyor ve benzer biçimde ozonun küresel ısınmaya etkisinin de azaltılabileceğini söylüyorlar. ■

Kelebek Hastalarına Umut

Dr. Özlem Ak [TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi

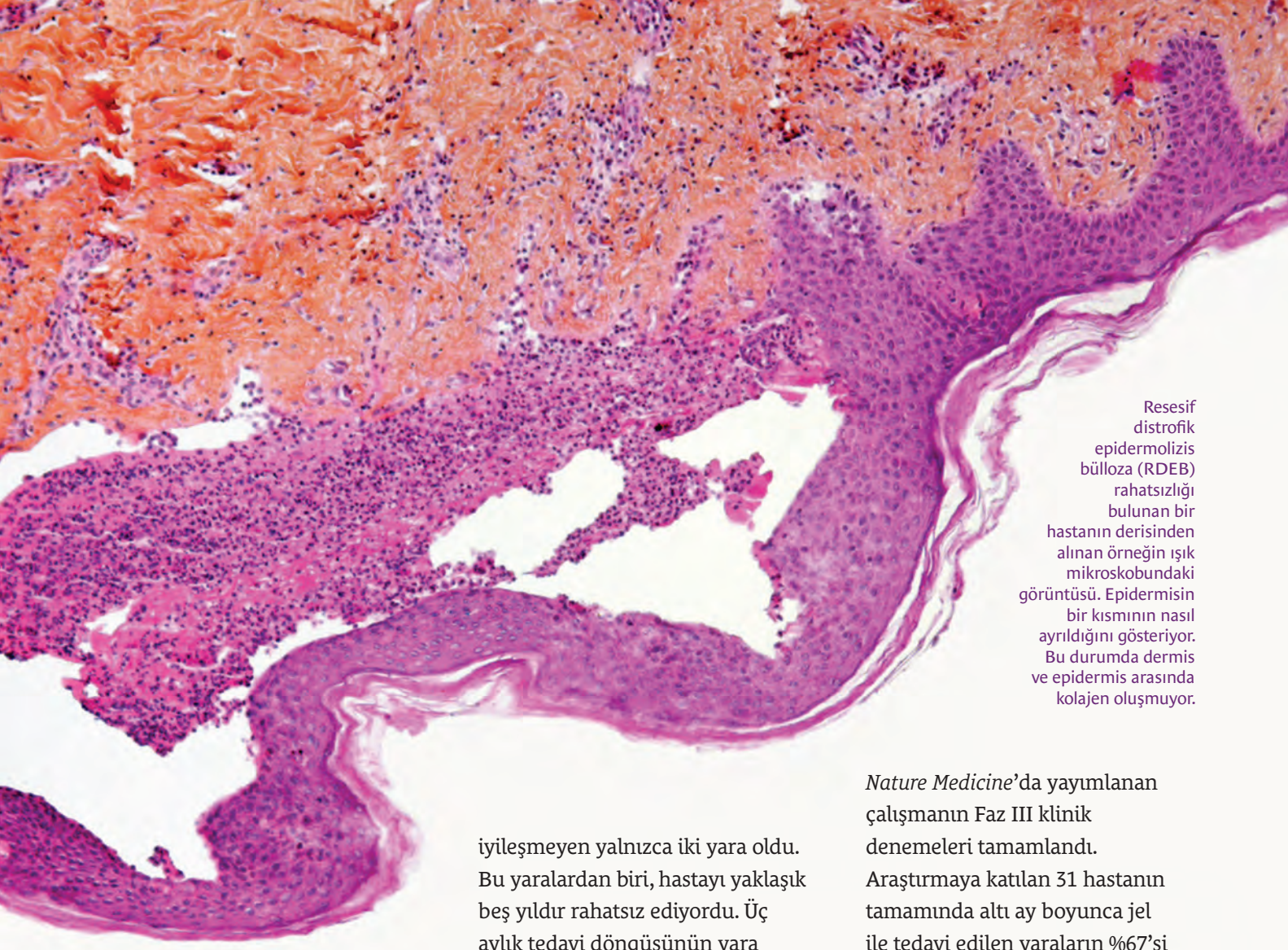
Geliştirilen bir jel, halk arasında “kelebek hastalığı” olarak bilinen nadir bir cilt hastalığıyla ilişkili kabarcıklı yaraların kapanmasına yardımcı olabilecek. Amerika Birleşik Devletleri’nde yaklaşık her 800.000 çocuktan 1’i, cildini yırtılma ve kabarmaya aşırı derecede eğilimli yapan resesif distrofik epidermolizis bülloza (RDEB) adı verilen ciddi bir rahatsızlıkla doğuyor. Bu kişilerde COL7A1 adlı bir kolajen geninin hatalı bir versiyonu bulunuyor. Bu durum, ciltlerinin yeniden yapılandırılması ve güç kazanması için gereken kolajen proteinlerini üretememesine yol açıyor. Dolayısıyla ciltleri hassas bir yapıya sahip oluyor.

Hastalığın bazı hafif formları yaşla birlikte düzelebilirken, ölümcül olabilen ciddi vakalar

için bir tedavi bulunmuyor. Kök hücre tedavilerinin bazı “kelebek çocuklar” için etkili olduğu kanıtlandıysa da bu invaziv teknik hem pahalı hem de anestezi ve hastaneye yatış gerektiren deri aşılama süreçlerini içeriyor.

California’daki Stanford Üniversitesinden Peter Marinkovich ve meslektaşları, normal COL7A1 genlerini RDEB rahatsızlığı bulunan bireylerin cildine yerleştirmenin bir yolunu buldu. Geliştirdikleri yöntem yaraya pansuman sırasında uygulanabiliyor ve doğrudan cilde yayılan tedavi edici bir gen içeriyor. Tedavi, RDEB hastalarında eksik bir protein olan kolajen VII’yi (C7) kodlayan genin değiştirilmesiyle çalışıyor. Bu özel kolajen; dermisi ve epidermisi, yani insan derisinin temel yapısını bir arada tutuyor. C7 olmadan, RDEB hastaları hayatlarını ağırlı kabarcıklar, yara

izleri ve hatta bazen cilt kanserleriyle mücadele ederek geçirmek zorunda kalıyor. Jel tedavisi, deri naklini içeren bir tür cerrahi yöntem yerine, genetiği değiştirilmiş fibroblastlar (uçuk virüsü, *Herpes simplex* tip 1 (HSV-1)) aracılığıyla doğrudan cilde enjekte edilerek uygulanıyor. Bu virüsün normalde uçukların nedeni olarak bilindiğini ancak vücutta çoğalmaması veya hastalığa neden olmaması için modifiye edildiğini belirten Marinkovich, virüsün yaptığı tek şeyin hücreye girip geni hücreye transfer etmek olduğunu söylüyor. Klinik deneylerin bulgularına göre, gen cilt hücrelerine ulaştıktan sonra lokal tedavi cilt bütünlüğünü ve güçlü C7 ifadesini destekliyor. Araştırmacılar bu yeni çalışmalarıyla, doğrudan cilt yaralarına tekrar tekrar uygulama yoluyla genetik hastalığı tersine çevirebilen yeni ve yüksek düzeyde erişilebilir bir gen terapisini keşfettiklerini bildiriyor. Jel tedavisi, yaraların oluşma sürecinde yeterince erken kullanılırsa daha fazla cilt yırtılmasını durdurma potansiyeline de sahip. Bu durum, cilt kanseri gelişme riskini azaltıyor ve hastaların yaşamlarını uzatıyor.



Resessif distrofik epidermolizis bülloza (RDEB) rahatsızlığı bulunan bir hastanın derisinden alınan örneğin ışık mikroskopundaki görüntüsü. Epiderminin bir kısmının nasıl ayrıldığını gösteriyor. Bu durumda dermis ve epidermis arasında kolajen oluşmuyor.

Jel, rastgele ve plasebo-kontrollü çalışmalarda altı yaşın üzerindeki dokuz RDEB hastasının yaralarına uygulandığında, dikkate değer sonuçlar verdi. Üç ay ve üç doz sonra jelin uygulandığı tüm yaralar iyileşti ve kapandı. Tedavi süreci tamamlandıktan birkaç hafta sonra yaralar hâlâ kapalıydı.

Bu arada, plasebo ile tedavi edilen yaralar iyileşmeye devam ettiyse de ardından kısır ve acı verici bir döngü içinde yeniden kabardı. Denemede, üç aylık jel uygulamasından sonra tam olarak

iyileşmeyen yalnızca iki yara oldu. Bu yaralardan biri, hastayı yaklaşık beş yıldır rahatsız ediyordu. Üç aylık tedavi döngüsünün yara üzerinde yeniden tekrarlanmasıyla lezyon kapandı ve iyileşme sekiz ay devam etti. Dört yıldır süren ve hastanın yan tarafının çoğunu kaplayan diğer yara ise jel yardımıyla %70 oranında iyileşti. Tüm hastaların biyopsilerinden elde edilen bulgulara göre, jelin ilk uygulanmasından dokuz gün sonra kolajen üretimi tetiklenmeye başlanmıştı. Dahası, bu tedavi ciddi olumsuz yan etkileri tetiklemedi ve kadın erkek her yaşta hasta üzerinde benzer şekilde çalıştı. Peter Marinkovich, bu tedavi ile yaraların hızla iyileştiğini ve daha da önemlisi kapalı olarak kaldıklarını vurguluyor.

Nature Medicine'da yayımlanan çalışmanın Faz III klinik denemeleri tamamlandı. Araştırmaya katılan 31 hastanın tamamında altı ay boyunca jel ile tedavi edilen yaraların %67'si tam iyileşme gösterdi. Aynı zaman diliminde, plasebo yaraların sadece yüzde 22'sini iyileştirdi. Marinkovich, jelin tekrar tekrar uygulanmasında herhangi bir sorun görmediklerini, hastaların ve ailelerinin sonuçlar konusunda çok mutlu ve iyimser olduklarını söylüyor. Jel, ABD Gıda ve İlaç İdaresi (FDA) tarafından klinik kullanım için onaylanırsa bu tedavi daha fazla sayıda hastaya ulaşacak. ■

Kaynaklar

<https://www.nature.com/articles/s41591-022-01737-y>

TÜBİTAK, TEKNOFEST Azerbaycan'da Unutulmayacak İzler Bıraktı

Dr. Özlem Kılıç Ekici [TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi



TEKNOFEST bu yıl ilk kez yurt dışında, kardeş ülkemiz Azerbaycan'ın başkenti Bakü'de 25-29 Mayıs 2022 tarihlerinde gerçekleştirildi. Festival kapsamında çeşitli gösteriler, etkinlikler, atölye çalışmaları ve teknoloji yarışmaları düzenlendi.

TÜBİTAK'ın paydaşı olduğu; Türkiye Cumhuriyeti Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, Azerbaycan Dijital Gelişim ve Ulaştırma Bakanlığı ile Türkiye Teknoloji Takımı Vakfının ortak yürütücülüğünde; Bakü Kristal Hall Yerleşkesi'nde düzenlenen festivale Türkiye ve Azerbaycan'dan çok sayıda öğrenci, öğretmen ve teknoloji meraklısı ziyaretçi katılım sağladı. Nobel ödüllü Türk bilim insanı Prof. Dr. Aziz Sancar da festivale katılanlar arasındaydı.

TÜBİTAK Pilotsuz Uçuş Aparatları (PUA) Yarışması

TEKNOFEST Azerbaycan kapsamında, TÜBİTAK tarafından Pilotsuz Uçuş Aparatları (PUA) Yarışması gerçekleştirildi. Hacıkabul Havalimanı'nda düzenlenen yarışmada 10'u Azerbaycan, 4'ü Türkiye'den 14 takım yarıştı. Kardeş iki ülkenin gençleri, tasarladıkları insansız hava araçları (İHA) ile keşif, haritalama, hedef vurma, faydalı yük taşıma, yangın söndürme, imha etme gibi görevler gerçekleştirdi. Finalist takımlar tarafından geliştirilen İHA'lar stantlarda sergilendi. Yarışmanın birincisi Milli Aviasiya Akademiyası'ndan

Mocking Jay takımı, ikincisi Türk Hava Kurumu Üniversitesinden SaWar takımı, üçüncüsü ise Ali Hərbi Məktəb Üniversitesinden Hərbi Hava Qüvvələri oldu.





TÜBİTAK, Geliştirdiği Teknolojiler ve Sergilediği Ürünlerle Büyük İlgı Gördü

TÜBİTAK; Azerbaycan'da gerçekleştirilen TEKNOFEST'e çeşitli enstitüleri, araştırma merkezleri ve diğer birimleriyle katılarak geliştirdiği teknolojileri, ürünleri ve popüler bilim yayınlarını sergiledi. TÜBİTAK tarafından gerçekleştirilen bilim etkinlikleri ve atölye çalışmaları ziyaretçilerin yoğun ilgisini topladı.

Ayrıca TÜBİTAK destekli bilim merkezleri olan Antalya Bilim Merkezi, Bilim Üsküdar, Elazığ Bilim Merkezi, Kayseri Bilim Merkezi, Kocaeli Bilim Merkezi, Konya Bilim Merkezi ve DENEYAP

Teknoloji Atölyeleri; TEKNOFEST Azerbaycan'da birbirinden renkli atölye çalışmaları ve bilimsel etkinlikler düzenledi.

Ziyaretçiler TÜBİTAK Popüler Bilim Yayınları standında popüler bilim kitaplarını inceleme ve satın alma imkânı buldu. Ayrıca TÜBİTAK popüler bilim dergilerinden *Bilim ve Teknik*, *Bilim Çocuk* ve *Meraklı Minik* de festivale katılanlara hediye edildi.

Ülkemizde bilim ve teknoloji alanlarında yetişmiş insan kaynağının artırılması ve millî teknolojilerin üretilmesi açısından büyük önem taşıyan TEKNOFEST, düzenlenmeye başladığı 2018 yılından beri "Millî Teknoloji Hamlesi" hedeflerinin gerçekleştirilmesi yolunda çok önemli katkılar sunmaya devam ediyor.

Festivale katılan Nobel bilim ödüllü ilk Türk bilim insanımız Prof. Dr. Aziz Sancar ise yaptığı konuşmada gençlere şöyle seslendi: "Memleketimizi sevmekten asla vazgeçmeyin. Memleketinize, insanlarınıza fayda sağlamayan işlerin kalıcı olmayacağını bilin. Memleketimizin, memleketimiz dediğim zaman ben hem Türkiye hem Azerbaycan'ı kastediyorum, yükselmesi için çok ama çok çalışın. İşler yolunda gitmediğinde dahi düzeltmek için mücadele edin. İnatçı olun ve yenilgiyi asla kabul etmeyin."

TEKNOFEST Karadeniz ise 30 Ağustos - 4 Eylül 2022 tarihlerinde Samsun'da Çarşamba Havalimanı'nda gerçekleştirecek. Bu yıl 40 ana yarışma, 99 farklı kategoride düzenlenecek yarışmalara 149 binin üzerinde takım, 500 binin üzerinde yarışmacı rekor bir katılımı başvuru bulundu. TEKNOFEST, teknoloji yarışmalarıyla 5. yılında da hayallerini gerçeğe dönüştürmek ve en iyisi olmak için mücadele eden gençlerin birbirinden özgün ve başarılı projelerine ev sahipliği yapmaya devam edecek. ■

Ay Toprağında Bitki Yetiştirir mi?

Dr. Özlem Ak [TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi

Apollo 11, 12 ve 17 görevleri sırasında toplanan Ay regolitinde (Ay yüzeyindeki tozlu malzeme) ilk kez küçük bir çiçekli bitki olan fare kulağı teresi yetiştirildi. Florida Üniversitesinden Robert Ferl ve meslektaşları, üç Apollo görevinin her birinden 4'er gram ay toprağına fare kulağı teresi tohumları ektiler ve 20 gün boyunca büyümelerini takip ettiler. Kontrol grubu olarak, Ay toprağına taklit etmek üzere yaygın olarak kullanılan karasal volkanik külde de tohumlar yetiştirdiler. Araştırmacılar, ekimden sonraki 60 saat içinde tüm toprak örneklerinde tohumların filizlendiğini gözlemlediler. Altıncı ve sekizinci gün arasında, her 1 gram toprakta sadece bir bitki yetişsin diye bazı fideleri çıkardılar. Çıkarılan bitkilerde, Ay toprağında yetişen köklerin, karasal toprakta yetişenlere kıyasla daha kısa olduğunu tespit ettiler. Sonraki günlerde, Ay toprağında yetişen bitki yapraklarının, Dünya toprağında yetişenlere kıyasla daha küçük ve daha koyu bir pigmentasyona sahip olduğunu buldular. Araştırma ekibinden Anna-Lisa Paul, bitkilerin Ay toprağında da yetiştiğini ancak uygun olmayan ortam koşullarındaymış, yani stresliymiş



gibi büyüdüklerini söylüyor. Yirmi gün sonra bitkileri toplayıp gen aktivitelerini analiz edince, Ay toprağında yetişen bitkilerin stresli koşullarla başa çıkmaya yardımcı olan genlerinde daha yüksek etkinlik görüldüğünü tespit ettiler.

Bitkilerin stresle ilgili bu tür tepkiler vermesinin altında; Ay toprağının bitkilerin ihtiyaç duyduğu karbon, oksijen, azot ve fosfor gibi besin maddelerince fakir olmasının; dolayısıyla Dünya toprağından büyük oranda farklı olmasının yattığı düşünülüyor. Araştırma ekibinden Stephen Elardo çok tozlu ve ince taneli olan Ay toprağının parçalarının uzay giysilerini bile aşındırarak kadar keskin ve köşeli olduğunu söylüyor. Araştırmacılar ayrıca

Apollo 11 görevinden toplanan toprağın bitkiler için Apollo 12 ve 17 görevleri sırasında alınandan daha toksik olduğunu da buldular. Bunun da muhtemelen Apollo 11'de inilen bölgedeki toprağın diğer örneklerden daha uzun süre Ay yüzeyinde kozmik rüzgâra maruz kalmasından kaynaklandığını söylüyorlar. Onlara göre, bu sorun Ay'da bitki yetiştirmek için gerekli malzemelerin çıkarılacağı yerin dikkatlice seçilmesiyle azaltılabilir. Norveç'teki bir uzay araştırma merkezinden Irene Karoliussen, bu araştırmanın Ay'daki kaynakların nasıl kullanabileceği ve bitki yetiştirme tekniklerinin optimize edilip edilemeyeceği hakkında değerli bilgiler verdiğini belirtiyor. ■

Kaynak

<https://www.nature.com/articles/s42003-022-03334-8>

Kâğıt Katlama Sanatı Origamiden Esinlenerek Üretilen Mini Robotlar

Dr. Tuncay Baydemir [TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi

Dar alanlarda hareket etme ve şekillerini belirli görevler için değiştirme kabiliyetine sahip, kablosuz çalışabilen milimetrik ölçekteki robotlar “origami robot” olarak adlandırılıyor. Bu robotlar son yıllarda hastalık teşhis edilmesi, kontrollü ilaç salımı ve bazı cerrahi operasyonlar gibi önemli biyomedikal işlemlerde kullanılıyorlar.

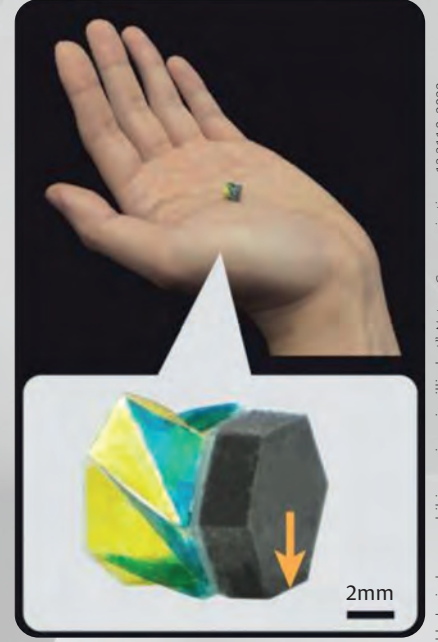
Mevcut origami robotların hareket ve işlev kabiliyetlerinin sağlanması için çeşitli bileşenler kullanılıyor. Ne kadar fazla bileşen (güç kaynağı, işlemci, sensör gibi) kullanılırsa robotun karmaşıklığı da o düzeyde artıyor. Ayrıca çoğu robotta karşılaşılan diğer bir problem de sınırlı hareket kabiliyetleri ile hem kuru hem de ıslak bölgelerde işlevsellik gösterememelerinden kaynaklanıyor. Bu nedenle basit yapıda ve çeşitli ortamlarda işlevselliğe sahip origami robotların geliştirilmesine ihtiyaç duyuluyor.

Stanford Üniversitesinden araştırmacılar yaptıkları çalışma ile manyetik olarak ıslak ve kuru ortamlarda çalışabilen, istenilen bölgeye kablosuz bir şekilde ilaç ve madde taşıyabilen, çeşitli hareket fonksiyonlarını gerçekleştirebilen çok küçük boyutlarda bir origami

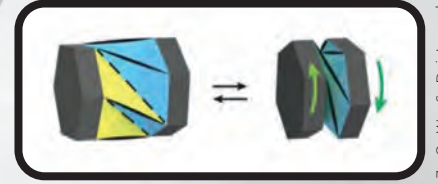
robot geliştirmeyi başardıklarını bildirdi. Robot, içi boş bir silindire benzeyen Kresling origami yapısının geometrik özelliklerini sergileyebiliyor. Bu geometrik yapının katlama/açma fonksiyonları sayesinde yuvarlanma, ters çevirme ve dönme gibi pek çok hareketi kolaylıkla gerçekleştirebiliyor; katlanıp tekrar açılma mekanizması ile de sıvı ilacı kontrollü bir şekilde istenilen bölgeye pompalayabiliyor ya da tam tersi olarak o bölgeden istenilen maddenin emilimini sağlayabiliyor.

Polipropilen filminden üretilen robot 0,05 mm kalınlığa ve 7,8 mm uzunluğa sahip. Robotun her iki ucuna yerleştirilen manyetik plakalar sayesinde dışarıdan uygulanan manyetik alanlarla robotun vücut içerisindeki hareketi kontrol ediliyor. Araştırmacılar yaptıkları denemelerde robotla midede çeşitli hareket formlarını başarılı bir şekilde gerçekleştirdiler ve istenilen dozdaki ilacı ilgili bölgeye ulaştırmayı başardılar.

Araştırmacılar, geliştirilen origami robotun farklı ortamlarda yüksek hareket kabiliyetine sahip olmasının son derece önemli olduğunu vurguluyor. Robotun manyetik alanla hareket ettirilebilmesi



Kresling origamiden esinlenerek üretilen ve manyetik plaka takılan robotun görüntüsü



Manyetik alan uygulandığında döngüsel olarak katlanıp açılabilen robot, sıvı pompalama ve soğurma işlemlerini gerçekleştirebiliyor.

ve elektronik devrelere ihtiyaç duymaması ucuz bir şekilde üretilmesine imkân tanyacak. Diğer yandan, robotun vücutta bozunmasının da insan sağlığına zararlı bir etki göstermeyeceği belirtiliyor. Tüm bu olumlu yönleri ile birlikte değerlendirildiğinde, manyetik alanla hareket ettirilebilen bu çok fonksiyonlu origami robotların önümüzdeki dönemde biyomedikal tanılama ve tedavi süreçlerinde yaygın bir şekilde kullanılması bekleniyor. ■

Kaynak

<https://www.newscientist.com/article/2513780-origami-inspired-robot-can-deliver-drugs-at-the-site-they-are-needed/>

BİLİM TARİHİNDEN NOTLAR

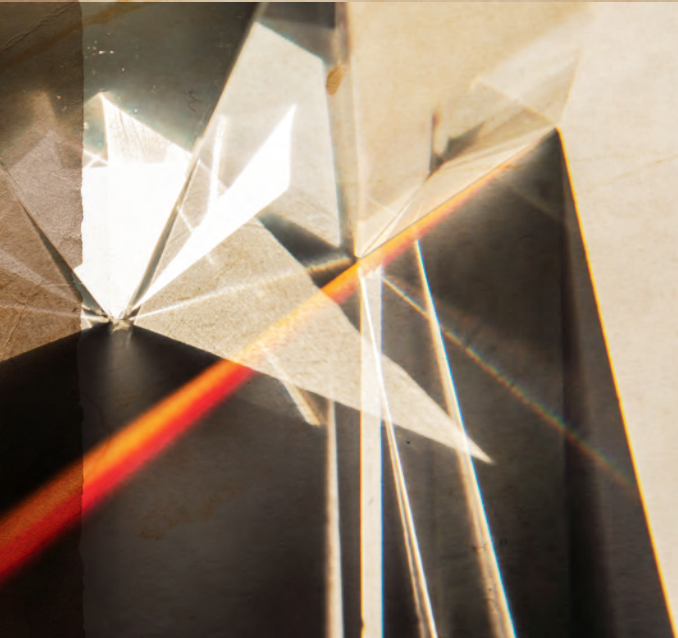
Prof. Dr. Hüseyin Gazi Topdemir

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



Orta Çağlarda Işık

Batı Orta Çağı, 12. yüzyıla kadar bilim ve felsefe alanlarında verimsiz bir dönem yaşadı. İncil'deki ilkelerin düşünsel analiziyle geçen bu uzun zaman dilimi devam ederken Doğu'da yeni bir kültürel hareket doğmaya başladı. 8. yüzyılda başlayan bu hareketin bilim ve düşünce tarihine etkileri günümüze kadar uzanan önemli başarılarla ilerledi. Batı Orta Çağı'nın verimsiz döneminde takip edilmeyen üç önemli ilkeyi benimseyen Müslüman yöneticiler entelektüel kültür alanında gelişmelere önyak oldular. Onların benimsediği üç ilke şunlardı: (1) geçmişin entelektüel bilgi birikimine koşulsuz sahip çıkmak, (2) bilim ve



düşünce insanlarını değerli kılmak ve (3) entelektüel kültürün gelişmesine imkân sağlayacak kurumlar tesis etmek. Bu üç ilkenin uzun süre ödün verilmeden benimsenmesinin bir sonucu olarak hemen her kültür coğrafyasında yetişmiş ve bilgisiyle seçkin bir konuma ulaşmış bilim insanları Bağdat'a gelmeye başladı. Sonuçta ünlü Beytülhikme'nin (Bilgelik Evi) çatısı altında büyük bir kültürel hareketlilik oluştu. Yaklaşık üç yüz yıl süren bu dönem boyunca bilimin bütün alanlarında özgün başarılarla ulaşıldı. Bu başarılardan optik bilimi de payını aldı ve kırılma yasası hariç, optiğin modern dönem öncesindeki bütün problemlerine başarılı çözümler getirildi.

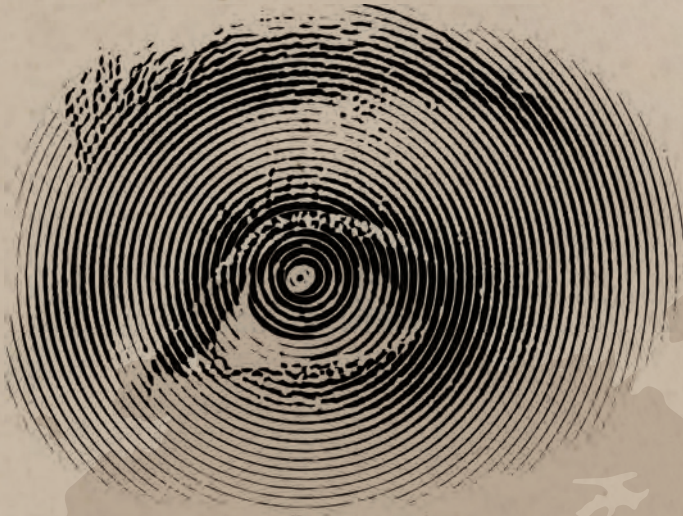
İslâm Orta Çağında Optik

İslâm dünyasında ışık konusunda belli başlı üç yaklaşım oluştu: (1) mistik veya metafizik ışık tasarımı geliştirme, (2) ışığı doğa felsefesinin bir araştırma olgusu olarak kabul etme ve (3) ışığın yayılmasının ve görmenin gerçekleşmesinin hem doğa hem de matematik bilimlerinin konusu olduğunu savunma. Üç yaklaşımın da önemli temsilcileri bulunmasına karşın, ışık ile ilgili konuları deney ve

geometri yoluyla inceleyen üçüncü yaklaşıma bağlı bilim insanları; görme, yansıma, kırılma, karanlık oda ve gökkuşağının oluşumu gibi konularda büyük başarılar elde ettiler ve optiğin daha sonraki yüzyıllarda gündemini oluşturacak konulardaki araştırmalara yön verdiler.

Birinci yaklaşımın en önemli temsilcisi, ışık konusunda mistik ve metafizik bir ışık tasavvuru oluşturan Sühreverdi'dir (1155-1191). Bütün varlığın İlk Işık'tan, yani Işıklar Işığ'ından kaynaklandığını savundu ve görüşleri Batı Orta Çağ'ının sonlarına doğru önemli ölçüde benimsendi.

İkinci ve üçüncü anlayışı benimseyen doğa filozofları optik bilimindeki asıl önemli gelişmelerin temsilcileri oldu. Bunlar ışık ve görme konusunu deney ve geometri eşliğinde detaylı olarak irdelediler. Bunlardan biri Yakub bin İshak el-Kindî'dir (801-873). Öklid'in optik konusundaki düşüncelerinden etkilenen el-Kindî, ışığın düz çizgiler boyunca yayıldığını ileri sürdü ve görüşünü doğrulamak için gölgelerin keskin çizgilerle sınırlanmasını örnek göstererek savını geometri yardımıyla açıkladı. Öklid gibi ışığın gözden çıktığını savundu; çıkan ışınların tepesi gözde, tabanı ise nesnede olan bir koni oluşturduğunu iddia



etti. Işığın kaynağının göz olduğunu Öklid'in düşüncelerine dayandırsa da kendisi de olgusal olmayan bir gerekçeyle aynı tezi savunma yoluna gitti. Ona göre, "Bir duyu organının yapısı, onun işlevini belirler. Nitekim kulaklar sesi toplamak için oyuk ve hareketsiz, göz ise küresel ve hareketlidir. Demek ki ışık dışarıdan geliyor olsaydı göz de tıpkı kulak gibi hareketsiz olacak ve yalnızca bu ışığın alıcısı olmakla yetinecekti. Yapısı gereği etkin olduğuna göre, örneğin karanlığa etki etmektedir, ışığın gözden çıktığını kabul etmek daha doğrudur." Bu ereksel gerekçelendirme bugünkü bilgilerimiz açısından anlamlı görünmese de ilk kez ışık ve görme konusunu irdelemesi, Öklid'in optik hakkındaki görüşlerinin tanınmasını sağlaması ve optiğin geometrik bir boyutunun olduğunu göstermesi bakımlarından el-Kindî'yi önemli bir konuma yerleştirir.

Işık konusunu doğa felsefesi bağlamında irdeleyen ise ünlü filozof Fârâbî (872-950) oldu. Optiği görme bilimi olarak kabul eden ama işleyişinden dolayı matematik bilimlerinden biri olduğunu belirten ve görme kusurlarını inceleyen bir disiplin olarak tanımlayan Fârâbî, optik sayesinde algılanan nesnelerin uzaklıklarının ve büyüklüklerinin kestirilebileceğini doğru bir biçimde tespit etti.

Işığın havada doğru çizgilerde yayıldığını, bu yayılıma "düz ışık" dendiğini, bununla birlikte bu ışıkların yansıtıcı yüzeylere düştüğünde yön değiştirdiğini, bunlara da "yansıyan ışık" adı verildiğini belirtti. Çok net bir biçimde ifade etmemiş olsa da göz-ışın kuramını benimsemediğini, ışığın kaynağının göz olamayacağını ileri sürmesinden çıkarmak mümkündür. Fârâbî'ye göre, "Eğer ışık gözden çıksaydı karanlıkta da görme gerçekleşirdi." Ne yazık ki kendisi bu düşüncesini geliştirmede ancak daha sonra konuya ilgi duyan bilim insanları Fârâbî'nin bu düşüncesini göz-ışın kuramının geçersizliğini göstermek için kullandılar.

Optik araştırmalarda ilk büyük atılımı sağlayan ise bir diğer doğa filozofu olan İbn Sînâ'dır (980-1037). Kendi zamanına kadar gelen görüşlerin eleştirisini yapan İbn Sînâ, ışığın kaynağının nesnelere olduğunu, yaydıkları ışığın koni oluşturduğunu savundu ve bu bağlamda nesnelere kendinden ışıklı ve ışıklandırılmış olarak ayırma yoluna gitti. İbn Sînâ'nın görme geometrisinin anlaşılmasına yaptığı katkı dikkat çekicidir çünkü nesnelerin algılanan büyüklüklerinin görme açısına bağlı olduğunu doğru bir biçimde belirleyebilmiştir. Konuya daha çok Aristo'nun görüşleri doğrultusunda yaklaşan İbn Sînâ, görmenin dıştan gelen etkiyle oluştuğunu savundu ve gözde oluşan görüntünün bir aynadakine benzer biçimde meydana geldiğini ileri sürdü.



İbn Sînâ (980-1037)

İslâm dünyasındaki optik araştırmalarını yöntem, konu, içerik ve deneye dayalı bir biçimde doruğa taşıyan ise İbnü'l-Heysem (965-1039) oldu. Optik biliminin başeserlerinden biri olan Optik Kitabı'nın (Kitâb el-Menazır) 12. yüzyılda yapılan çevirisi, Batı'daki



İbnü'l-Heysem (965-1039)

optik çalışmaları için temel başvuru kaynağı hâline geldi ve ilerleyen zaman dilimlerinde defalarca yeniden çevrildi. İbnü'l-Heysem optiğin gelişim sürecinde ortaya çıkan bütün bilgi birikimini doğrudan görme, yansıma ve kırılma başlıkları altında sınıflandırdı; deneye dayanmayan, saf spekülâtif, mistik veya metafizik düşünceleri büyük bir titizlikle ayıklayarak optiğin olgusal bir bilim olması için uğraştı. Optik biliminin ilgilendiği olguların hem matematik hem de doğa bilimlerinin konusu olduğunu ve bütünüyle deneyle elde edilen sonuçlardan meydana gelmesi gerektiğini ısrarla savundu. Deney düzeneklerinin nasıl yapılacağını tarif ettiği gibi, karanlık oda kuralını ve bu kural gereği görüntülerin neden aslının tersi biçimde oluştuğunu detaylı olarak açıkladı. Doğrudan görme

konusunda yüzyıllar boyunca savunulagelen ışığın gözden çıktığı üzerine kurulu göz-ışın kuramının yanlışlığını gerekçeleriyle açıkladı.

Göz anatomisini çizim yoluyla gösterdiği gibi gözdeki her bir tabakanın görmedeki rolünü de açıkladı. Görme kusurlarının göz, algılanan nesne ve görme algısının gerçekleştiği ortamın (hava, su, cam vb.) niteliğine bağlı olarak ortaya çıktığını detaylarıyla kanıtladı. Işığın ayna gibi yansıtıcı yüzeylerde uğradığı değişimi, yansımanın birinci ve ikinci yarasını, yani gelen ışığın ayna yüzeyine indirildiği kabul edilen dikme (normal) ile yaptığı açının yansıyan ışığın sözü edilen dikme ile yaptığı açiya eşit olduğunu kusursuz bir biçimde açıkladı ve bu yasanın bütün ayna türlerinde geçerli olduğunu kanıtladı. Kırılmayı deneysel olarak inceledi, gelen ışığın farklı yoğunluklu ortama (örneğin havadan suya veya cama) geçtiğinde neden kırılmaya uğradığını belirtti ve gelen ışık ile kırılan ışık arasında oluşan yön değiştirme farkını derece derece gösteren kırılma tabloları hâlinde düzenledi. Bütün bunlara karşın, kırılma yarasını tam olarak ifade edememesi optik tarihindeki en büyük eksiklik olarak kabul edilmelidir.

Gelecek sayıda Batı Orta Çağı'nda ışık konusundaki çalışmaları ele alacağız. ■

Kaynaklar

Lindberg, D. C., *Theories of Vision from Al Kindi to Kepler*, Chicago: The University of Chicago Press, 1976.

Sabra, A. I., Ibn al-Haytham, (s. 189-210), (C. C. Gillispie, Dü.) *Dictionary of Scientific Biography*, Cilt: 6, New York 1972.

Topdemir, H. G., & Unat, Y., *Bilim Tarihi*, Ankara: Pegem Akademi, 2014.

Topdemir, H. G., & Unat, Y., *Bilim Tarihi ve Felsefesi*, Ankara: Pegem Akademi, 2019.

Topdemir, H. G., *Işığın Öyküsü Mitolojiden Kuantum Elektrodinamiğine Işık Kuramlarının Tarihsel Gelişimi*, (4. Baskı), Ankara: TÜBİTAK Popüler Bilim Kitapları, 2019.

Doğa
Fauna

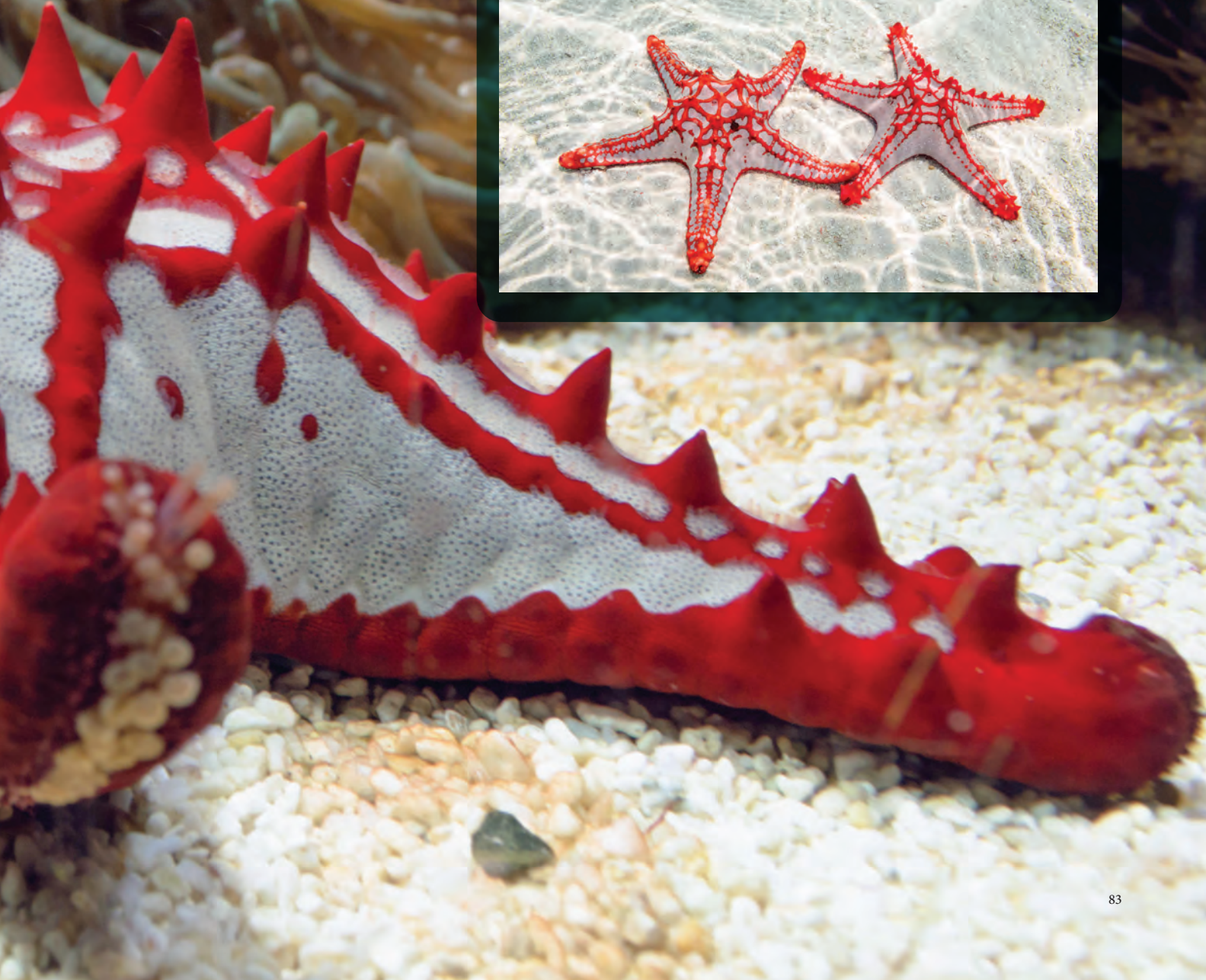
Dr. Bülent Gözcelioğlu [turkiye.dogasi@tubitak.gov.tr]

Kırmızı Dikenli Denizyıldızı

Kopan ya da hasar gören bir organını yenileyebilme yeteneği başta olmak üzere birçok ilginç özelliği denizyıldızlarını hayvanlar dünyasının ilgi çekici canlılarından biri yapıyor. Kırmızı dikenli denizyıldızı, tüm dünyada 1.900 kadar türü bulunan denizyıldızlarından biridir.

Kırmızı dikenli denizyıldızları Hint-Pasifik Okyanusu'nda, derinliği en fazla 100 metreye kadar olan sularda bulunur. Gelgit bölgelerine girmeden kumlu alanlarda ya da deniz çayırı yataklarında yaşar. Boyları 30 cm kadar olan bu hayvanların beş tane kolu vardır. Bu kolların üzerinde parlak kırmızı renkli ve dik duran çok sayıda küçük çıkıntı bulunur. Özellikle süngerler, deniz anemonları, yumuşak mercanlar gibi canlılar ile beslenir ve doymak bilmez bir leş yiyici olarak bilinir.

Estetik görünüşleri nedeniyle oldukça ilgi çeken bu denizyıldızları yoğun bir şekilde toplanarak ticareti yapılır. Herhangi bir koruma listesinde henüz yer almamasına rağmen aşırı toplanması nedeniyle bu türün soyunun yakın gelecekte tehlike altına girmesi kaçınılmazdır. Bu nedenle koruma önlemlerinin bir an önce başlatılması gerekiyor.



Gökyüzü

Prof. Dr. Faruk Soyduğan

[fsoyduğan@comu.edu.tr]

07 Temmuz
İlkdördün



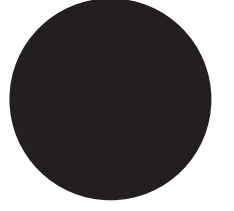
13 Temmuz
Dolunay



20 Temmuz
Sondördün



28 Temmuz
Yeniay



Aynı Gökyüzünün Altında Buluşmalar:

Gökyüzü Gözlem Etkinlikleri

Bilim kültürünün oluşmasında ve bilimin konuşulur olmasında gök bilimi ayrı bir öneme sahiptir. İnsanlığın en çok merak ettiği ve sorular sorduğu birkaç bilim dalından biri olan gök bilimi, neredeyse insanlık tarihi kadar eski olması ve bunun yanında çok sayıda disiplinle birlikte araştırma yapma seçeneği sunması nedeniyle öne çıkıyor. Gökyüzüne bakan ve merak eden herkesin amatör kabul edildiğini ve kendisine “amatör astronom veya gök bilimci” denildiğini söyleyebiliriz. Bu çerçevede, dünyada en fazla amatörü olan bilim dalı astronomi olabilir. Gökyüzü ve esasen

evrenin bilinmezlerle dolu bir derinliğe sahip olması ve âdeta bizi sarması onu daha ilgi çekici kılıyor, böylece amatör ruhla ona sevdalanan ve peşinden giden insan sayısı artıyor. Gök biliminin yoğun olarak talep görmesi, bu talebe cevap vermeyi de gerektiriyor. Her yaştan, eğitim seviyesinden ve farklı mesleklerden çok sayıda insan, gökyüzüne baktıkları an ve sonrasında ürettikleri sorulara cevap bulmak için yollar arıyor. Bu durumda, önce gökyüzüne bakma ve gökyüzünü merak etme talebine veya ihtiyacına cevap verip arkasından sorulara cevaplar bulma ve yeni sorular üretmek için seçenekleri arttırma yoluna gidilebilir.

Yıldızların altında buluşma fırsatı sunulduğunda toplumda gök bilimine ilginin ne kadar çok olduğu anlaşılıyor. Hem profesyonel hem de amatör gök bilimciler, toplumda talep eden her bireye açık organizasyonlara katılıp ilgiye cevap vermeye eğilimli olmalıdır. Bu uygulamalar, gök bilimi aracılığıyla bilimin konuşulur olmasına ve değerini bulmasına katkı sunar. “Bilim toplumun ihtiyaçlarını gidermek veya sorunlarını çözmek için mi, yoksa salt merakı gidermek için mi yapılmalıdır?” sorusu insanların yıllardır üzerinde tartıştığı bir konudur. Gök bilimi temelli ve ilgilenen herkesin katılımına açık organizasyonlar bilimin bu iki ihtiyaca birden cevap vermek için de yapılabileceğini gösteren örneklerdir. Gökyüzü altındaki buluşmalar, bilim insanı açısından bakıldığında da çoğunlukla araştırma yapmakla geçen ve nispeten toplumdan uzak kaldığı profesyonel hayattan bir süreliğine ayrılıp topluma dokunacağı fırsatlar sunar. Başka bir deyişle, gök bilimi ve beraberinde çok sayıda bilim alanında merak edilenleri gidermek için yapılan





2022 Diyarbakır-Zerzevan Gökyüzü Gözlem Etkinliği'nden – Zerzevan Kalesi ve gökyüzünde gök adamızın bir kolunun görüntüsü

etkinlikler, bilim insanının “toplumsal etki faktörünü” yükseltmek için, çok şeritli yollar açıyor.

Gök bilimini merkezine alan çok farklı etkinlikler planlanıyor ve gerçekleştiriliyor. Belki de en sistematik olanları, araştırma laboratuvarı olan gözlemevlerinde çok uzun yıllardır yapılıyor. Ülkemizde TÜBİTAK Ulusal Gözlemevi ve on kadar üniversite gözlemevinde bu tür etkinlikler, gece-gündüz fark etmeksizin ne zaman talep edilirse organize ediliyor. Eğitim çalışmalarından gözlem etkinliklerine uzanan oldukça zengin içerik yelpazesinden öğretmen ve öğrenciler faydalıyor, ayrıca toplumun her kesiminden talep edenler de ziyaretçi olarak bu etkinliklere katılabiliyor veya kendileri için organize edilen özel etkinliklere de gidebiliyorlar. Bu etkinliklerin yaygınlaşması hem taleplerin hızla artmasına hem de gözlemevleri dışında da farklı etkinliklerin yapılmasına yol açtı. Gözlemevlerinin bu tecrübesinin farklı kurum, birim ve organizasyonlara aktarılmaya başladığını görmek ve uygulama alanlarının çeşitlilik kazanmasını izlemek, daha fazla insanı yıldızlara yaklaştıracak için oldukça mutluluk verici.

Astronomi etkinliklerini, sadece “teleskopla gözlem” olarak düşünmemek gerekiyor. Gökyüzünde günlük görünür ve gerçek hareket, gökyüzünün tanınması, takımyıldız kavramının anlaşılması, tutulma gözlemleri, meteor yağmurlarının takibi, burç kavramı, Güneş ve diğer yıldızların özelliklerinin incelenmesi, yıldız dışı cisimleri (bulutsu, yıldız kümeleri, gök adalar vb.) tanımak ve gözlemek, gök küresinde zamanda yolculuk ve çok daha fazlası bu etkinliklerin konusu oluyor. Bunun yanında, ışık kirliliği, doğal gökyüzünün korunması, yapay uydu takipleri, astrofotoğrafçılık da son yılların öne çıkan etkinlik konuları. STEM tabanlı ve uzay bilimleri konulu etkinlikler de oldukça ilgi görüyor. Belki de bunlar arasında

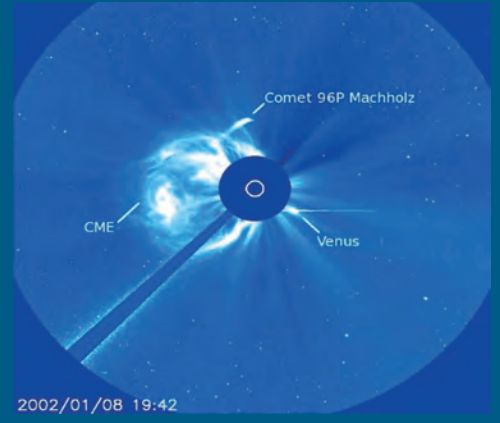
en heyecan verici olanı, yıldızların altında evrenin bilinenlerini ve bilinmezlerini konuşmak oluyor.

Geleceğin uzayda olduğu kabulü birçok insan ve devlet tarafından uzun süre önce yapıldı ve bu kapsamda farkındalık artarak devam ediyor. Türkiye Uzay Ajansının kurulması ve uzay alanına yapılan yatırımlar, Millî Uzay Programı ile konulan hedeflerle birlikte bakıldığında, ülkemizde uzay bilimleri ve teknolojileri alanında önemli bir ivmelenme olduğunu açıkça ortaya koyuyor. Uzay bilimleri ve teknolojileri alanında gerçekleşen gelişmelerin sadece bu alanlarla sınırlı olmayıp beraberinde çok sayıda bilim ve teknoloji başlığında ilerleme anlamına geldiğini söylemek zor değil. Bu



Delta Aquariid Gök Taşı Yağmuru

Delta Aquariid gök taşı yağmurunun kaynağı 96P Machholz Kuyruklu Yıldızı'dır. 96P Machholz, Güneş etrafında oldukça küçük bir yörüngede dolanarak yörüngedeki turunu her beş yılda bir tamamlıyor. 18 Temmuz ile 21 Ağustos arasında gözlenebilecek Delta Aquariid yağmurunun en yoğunlaşacağı tarih 29-30 Temmuz gecesi olacak. Maksimum etkinliğin beklendiği bu gece Ay'ın yeni ay evresinde olması, daha fazla gök taşı yakalamak için iyi bir fırsat sunuyor. Güneş doğmadan hemen önce daha fazla sayıda gök taşı gözleme ihtimali bulunsa da yağmurun çıkışı noktası, Kuzey Yarım Küre'de gökyüzünde fazla yükselmediğinden (bu durum gözlem yerine göre değişiklik gösterse de) ülkemizden saatte 10-20 kadar gök taşı gözlenmesi bekleniyor. Kova (Aquarius) Takımyıldızı'nda yer alan Delta Aquariid yıldızına yakın bir bölgeden çıkıyor gibi görünecek yağmurdaki küçük meteor parçalarının Dünya'ya giriş hızlarının saniyede yaklaşık 40 km olduğu biliniyor.



Delta Aquariid gök taşı yağmurunun kaynağı olduğu düşünülen 96P Machholz Kuyruklu Yıldızı'nın Güneş diski yakınındaki görüntüsü. Ayrıca yakın bölgede koronal kütle aktarımları (CME) ve Venüs de görülüyor (NASA/ESA/SOHO).

ivmelenme, beraberinde yüksek katma değerli teknoloji ve etkili bilgi üretme anlamına da geliyor. Uzay farkındalığı tüm bu ilerleyişte çok önemli yer tutuyor. Gök bilimi temelli bilim-toplum organizasyonları, temelde uzay farkındalığı oluşturmaya ve özellikle gençlerimizin bir bölümünü bu alana yönlendirmeye katkı sağlıyor.

Ülkemizde, gök bilimi etkinlikleri özellikle üniversite gözlemlerinde uzun yıllardır çoğunlukla bölgesel katılımlarla yapılıyor. Ulusal düzeyde gökyüzü gözlem etkinliklerinin ise 1998 yılında TÜBİTAK *Bilim ve Teknik* Dergisi'nin organizasyonu ile TÜBİTAK Ulusal Gözlemevi'nin Saklıkent yerleşkesinde gerçekleştiğini söyleyebiliriz. İki yıl öncesine kadar TÜBİTAK Ulusal Gözlemevi, her yıl Saklıkent'te ulusal düzeyde birkaç yüz katılımcıyla sınırlı olacak şekilde bu etkinlikleri, akademik alandan yetkin bilim insanlarının da desteğini alarak devam ettirdi. 20 yılı aşan bu tecrübe ve artan talepler dikkate alınarak, T.C. Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, önce katılımcı sayısını 1.500'lere çıkardı, bu yıl da ülkemizin dört farklı şehrinde gökyüzü gözlem etkinlikleri yapılmasına karar verdi.

Bu yılın ilk gökyüzü gözlem etkinliği 09-12 Haziran 2022 tarihleri arasında Diyarbakır Zerzevan'da ülkemizin farklı bölge ve şehirlerinden katılan çok sayıda gök bilimi sever ile birlikte gerçekleşti. Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, Gençlik ve Spor Bakanlığı, Kültür ve Turizm Bakanlığı himayesinde; Diyarbakır Valiliği, Diyarbakır Büyükşehir Belediyesi, Karadağ Kalkınma Ajansı ile Türkiye Turizm Tanıtım ve Geliştirme Ajansı'nın (TGA) destek verdiği; TÜBİTAK'ın koordinasyonunda gerçekleştirilen gökyüzü gözlem etkinliğine ilgi büyüktü. Karanlık bir gökyüzüne sahip 3 bin yıllık Zerzevan'da, dünya üzerindeki önemli bir arkeolojik ve tarihî alandan gökyüzüne çevrilen teleskoplarla geçmişe yolculuk yapıldı. TÜBİTAK'ın farklı birimlerinin çeşitli atölye çalışmalarına zenginlik kattığı etkinlikte TÜBİTAK Ulusal Gözlemevi'nin deneyimli kadrosu organizasyonda ve özellikle gökyüzü gözlemlerinde bu birimlerini katılımcılarla paylaştı. Gece farklı çaplarda 30 kadar teleskopla yapılan gözlemler, gündüz ise Güneş gözlemi ve ağırlıklı olarak TÜBİTAK'ın farklı birimlerinin (Bilim ve Toplum Başkanlığı, UZAY, MAM, SAGE, BİLGEM) çok sayıda atölye ile (uydu ve roket maketleri, robot

atölyeleri, Güneş saati yapımı, astronomi yarışmaları, astrobiyoloji atölyesi vb.) zenginleştirdiği etkinlikler katılımcılarda hatırdan kalacak birikimler oluşturdu.

Ülkemizde ulusal çapta düzenlenen gökyüzü gözlem etkinlikleri üç farklı ilde daha yaz boyunca devam edecek. Gök bilimi severler, Diyarbakır'dan sonra, 3-5 Temmuz 2022'de Van'da, 22-24 Temmuz 2022'de Erzurum'da ve 18-21 Ağustos 2022'de Antalya'da gökyüzü gözlem etkinliklerinde buluşacaklar. Sizler de başvuru yapıp aynı gök kubbenin altında yıldızlarla ve kendiniz gibi gök bilimi meraklılarıyla buluşabilirsiniz (bilgi için <https://gozlem.tug.tubitak.gov.tr/>). Bu etkinlikler sayesinde, gök bilimi sevgisi tüm ülkeye yayılıyor ve uzay farkındalığının oluşmasına önemli katkı sağlanıyor. Gökyüzü okulu öğrencilerinin sayısının hızla artması, gösterilen talebe verilen bu güzel cevaplarla gerçekleşiyor. Emeği geçen tüm kurumlara, uzmanlara, akademisyenlere, yöneticilerimize ve katılarak yıldızlarla buluşan gök bilimi severlere teşekkürler. #GözümüzYıldızlarda ve #GözümüzYukarıdaOlsun.

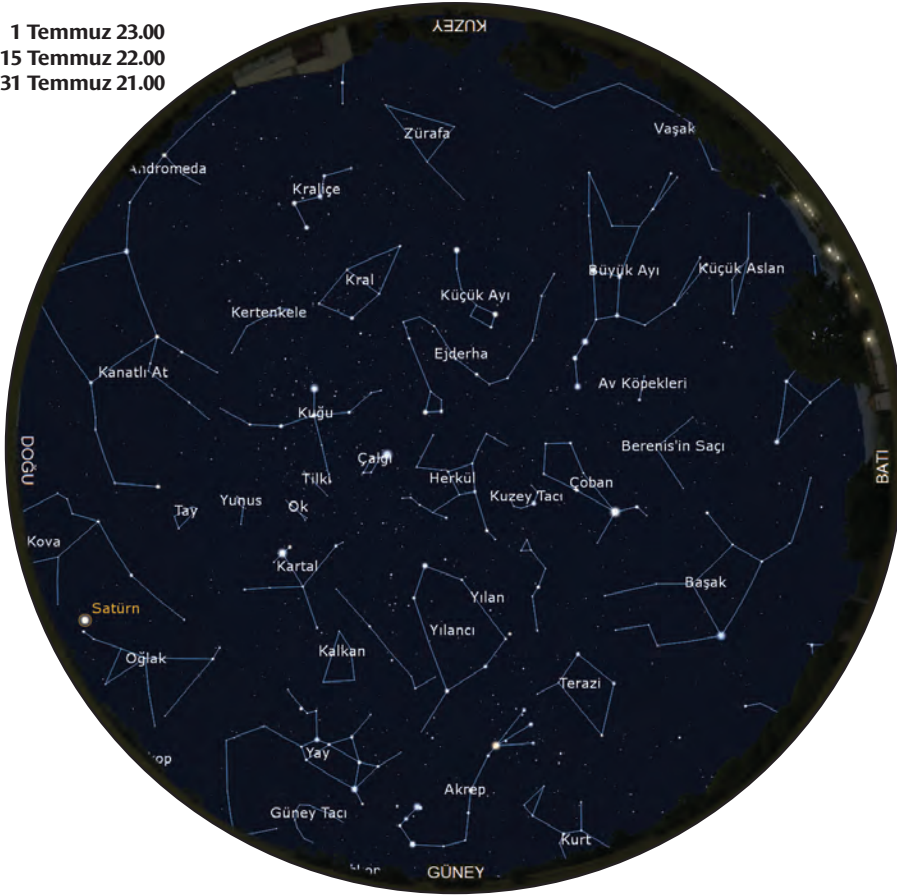
Ayın Önemli Gök Olayları

- 04 Temmuz** Dünya Güneş'e en uzak konumunda (152 milyon km)
- 15 Temmuz** Ay Dünya'ya en yakın konumunda (357.300 km)
- 15 Temmuz** Ay ve Satürn birbirlerine yakın görünümde
- 19 Temmuz** Ay ve Jüpiter gece yarısından sonra birbirlerine yakın görünümde
- 21 Temmuz** Ay ve Mars gece yarısından sonra birbirlerine yakın görünümde
- 26 Temmuz** Ay Dünya'ya en uzak konumunda (406.300 km)



19 Temmuz gece yarısında doğu yönünde gökyüzü

1 Temmuz 23.00
15 Temmuz 22.00
31 Temmuz 21.00



Gezegenler

Merkür: Ayın ilk haftası gün doğumundan önce doğu ufku yakın olan gezegen günler ilerledikçe gökyüzünde doğuya hareket ederek Güneş'e yaklaşıyor. Bu sebeple Merkür'ü görebilmek için ayın ilk haftası temiz bir gökyüzü ile ufku açık ve yüksek bir gözlem yeri gerekiyor. Gezegen ayın ortasından sonra Güneş'in doğusuna geçmeye başlayacak. Ayın son birkaç günü temiz bir batı ufku gün batarken kısa sürelerle görülme şansı var.

Venüs: Gözlem süresi kısaltmaya devam eden gezegen gün doğumundan önce doğuda iki saate varan sürelerle

le gözlenebilir. Geçtiğimiz aylara göre parlaklığı biraz azalmış olsa da hâlen bölgenin en parlak gezegeni.

Mars: Gözlem süresi iyice artmış olan gezegen, gece yarısından yaklaşık bir saat sonra doğudan yükselecek ve gün doğumuna kadar gökyüzünde kalacak. Teleskoplu gözlemciler ayın ikinci yarısından itibaren gökyüzünde Uranüs'ün parlaklığı hafifçe artan Mars ile yakınlaşmasını gözlemlemeyi deneyebilir.

Jüpiter: Gece yarısında doğudan yükselmiş olan gezegen sabaha kadar oldukça parlak bir şekilde gözlenebilir.

li. Ayın 19'unda gökyüzünde Ay ile yakınlaşacak, sonrasında ise giderek Neptün'e yaklaşacak ve gözlem süresi uzayacak. Ay sonuna doğru gezegenin parlaklığı hafifçe artmış olacak.

Satürn: Gün batımından yaklaşık bir saat sonra doğudan yükselen gezegen sabaha kadar gökyüzünde kalacak. Ay boyunca gözlem süresini ve parlaklığını arttıran gezegenin halkaları teleskoplu gözlemciler için yine oldukça uygun konumda. Ayın son günlerinde gün batımında doğudan yükselmeye başlayacak gezegen gün doğumuna kadar gökyüzünde kalacak.

Düşünme Kulesi

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

Ayın Oyunu: Sıkışık Toplamlar

Sıkışık Toplamlar Oyun Kuralları

Her satır ve sütundan ikişer kareyi karalayın.

Kalan boş karelere, her satır ve sütunda birer tane olacak şekilde 1'den 4'e (ödüllü soruda 1'den 5'e) rakamları yerleştirin.

Dışarıda verilen sayılar, ilgili satır veya sütunda karalanmış karelerin arasındaki rakamların toplamını göstermektedir.

	5	7	2	4	4	8
3						
1						
2						
3						
10						
4						

	2	2		6	4	10
2						
2						
1						
9						
7						

	6	3	7		8
10					
4					
9					
5					

	1	1		2
1				
9				
7				
2				

Sıkışık Toplamlar - Örnek Çözüm

	4	6	5	7		
	1		4	2	3	
4	3	2	1		4	
3	2	1		3		4
9		3	2	4		1
3	4		3		1	2
4		4		1	2	3

Bilim ve Teknik Temmuz 2022

Ödüllü soru

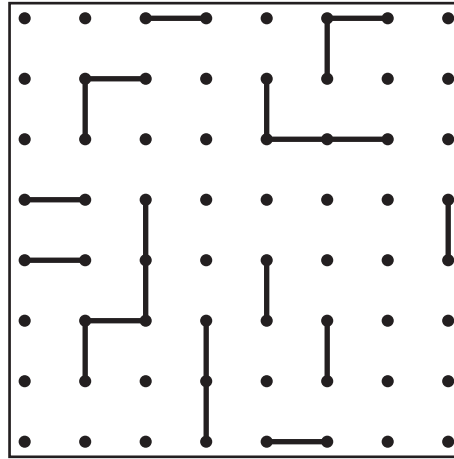
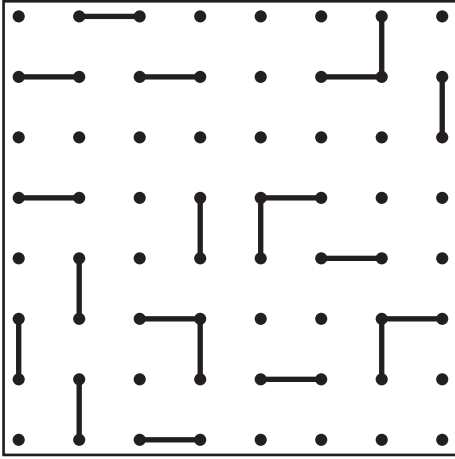
▼ Sıkışık Toplamlar sorusunu çözüp ok doğrultusundaki içeriği yazarak ad, soyad, adres ve telefon bilgileri ile birlikte [dusunme.kulesi@tubitak.gov.tr](mailto:kulesi@tubitak.gov.tr) adresine gönderenler arasından çekilişle belirlenecek 10 kişiye TÜBİTAK Popüler Bilim Kitapları tarafından yayımlanmış *Beyin Spor* 3 başlıklı kitap hediye edilecek. Çekiliş sonuçları dergimizin Facebook ve Twitter hesaplarından önümüzdeki ayın ilk haftasında duyurulacak. Geçen ayın ödüllü Kapılar sorusunu doğru yanıtlayan ve kitap ödülü kazanan okurlarımızın listesi Facebook ve Twitter hesaplarımız üzerinden duyuruldu.

www.bilimteknik.tubitak.gov.tr

	12	9		2	14	5
11						
1						
10						
6						
4						
2						
13						

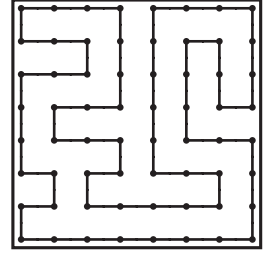
Ok doğrultusundaki içeriği yazın.
Örnek çözümün ilk satırı 1X423X şeklinde yazılmalıdır.

Patika Oluşturma: Yatay ve dikey çizgiler kullanarak hem tüm siyah noktalardan geçen hem de kendisini kesmeyen kapalı bir patika çizin. Diyagramda verilen çizgiler patikanın bazı parçalarıdır.

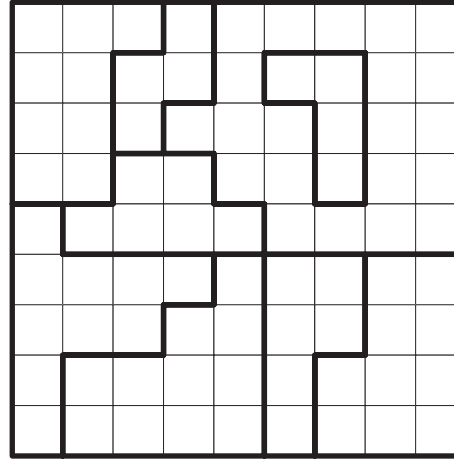
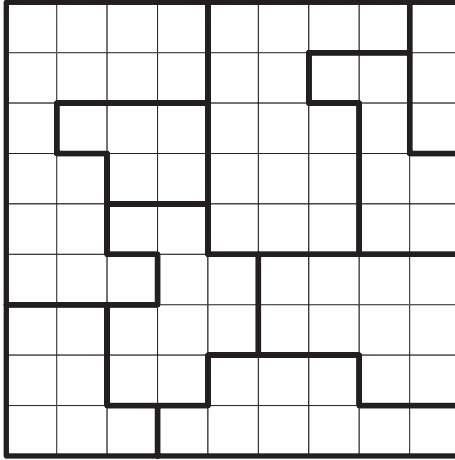


Patika Oluşturma

Örnek Çözüm

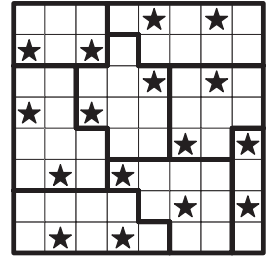


Yıldız Savaşları: Diyagramdaki her satıra, sütuna ve kapalı alana ikişer yıldız yerleştirin. Yıldızlar çaprazdan da olsa komşu karelerde olmamalıdır.



Yıldız Savaşları

Örnek Çözüm

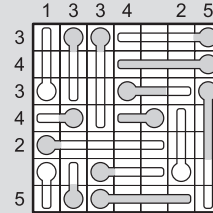


Geçen Sayının Çözümleri

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

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

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



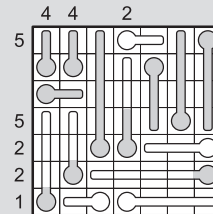
C	A	C	B	C	D	A	B
D	A	B	D	D	D	B	A
D	B	A	A	A	A	D	C
B	C	C	C	B	C	B	A
D	A	B	D	B	B	C	B
D	A	C	D	A	C	C	D

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

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

Ödüllü Soru:
Kapılar

Kapılar



Termometre

C	C	A	D	B	A	C	C
A	C	B	C	D	D	B	B
D	B	D	B	B	C	A	D
A	A	A	C	A	D	A	B
C	D	B	D	A	C	D	C
D	B	C	D	A	B	B	A

Bölgeme

Satranç

Kıvanç Çefle [btsatranc@tubitak.gov.tr]

Tarihi Değiştiren Problem

Bu yazımızda sizlere satranç tarihinin belki de en ünlü, problem sanatına en büyük etkiyi yapmış ve en esrarengiz kurgularından birinden söz edeceğiz.

Daha önceki birçok yazımızda değindiğimiz gibi, ilk satranç problemleri 8-9. yüzyıllar gibi oldukça erken tarihlerde, Arap kurgucular tarafından oluşturuldu. Bu problemlerin başlıca özelliği pozisyonların normal oyunlardakine benzemesi ve çözümlerinin arka arkaya şah çeken hamlelerden oluşmasıydı. Yüzyıllar boyunca bu anlayış pek değişmedi, öyle ki 19. yüzyılda da kurgucular hâlâ pozisyonları normal oyunlara benzetmeye çalışıyor, siyah ve beyaz taşlar arasında bir denge olmasını gözetiyor ve anahtar hamle de dâhil olmak üzere arka arkaya şah çeken çözümler tasarlıyorlardı. Değişen tek şey “Beyaz oynar ve kazanır.” yerine, “Beyaz oynar ve x hamlede mat eder.” koşulunun

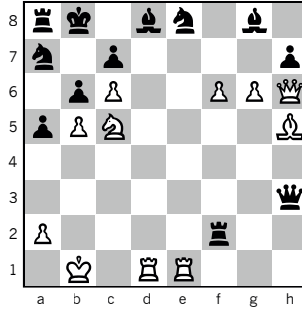
tercih edilmesiydi. Aşağıda bu dönemin tipik örneklerinden birini sunuyoruz (Diyagram 1):

Diyagram 1

Joseph Dollinger

110 ganz neu zusammengesetzte

Schach-Endspiele, 1806



Beyaz oynar ve beş hamlede mat eder.

Çözüm:

Siyahın filiyle a2'den şah çekebiliyor, hatta arkasından mat edebiliyor (1...Fxa2+ 2. Şa1/c1 3. Vc3#) beyazın sessiz hamleler oynama lüksünün olmadığını gösteriyor.

1. Aa6+ Şc8 2. Kxd8+ Şxd8 3.

Kxe8+ Şxa8 4. Vf8+! Şxf8 5. g7#

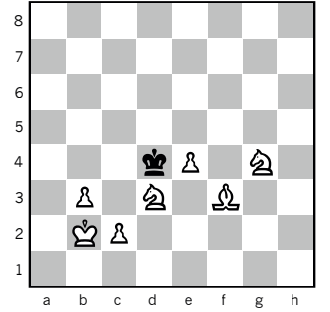
Zamanın ruhuna uygun ve aksiyon dolu bir problem.

Yıllar geçtikçe problemler konularının doğal görünmediği, hamlelerin sessiz olduğu ve estetik açıdan yine de doyurucu problemler kurulabileceğini fark ettiler:

Diyagram 2

August d'Orville

Le Palamade, 1837



Beyaz oynar ve beş hamlede mat eder.

Çözüm:

1. Age5! Şe3 2. c3 Şd2 3. Ac4+ Şxd3 4. b4 Şxc4 5. Fe2# (model mat)

Bu problemde olduğu gibi siyah şahın tek başına kaldığı problemlere “rex solus” deniyor. Yani aslına bakarsanız beyaz açık maddi

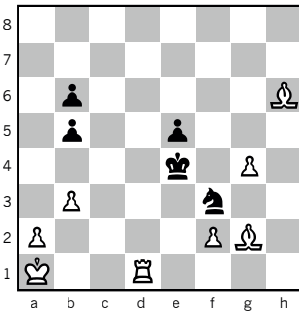
üstünlüğüyle oyunu zaten kazanmış durumda. Ama kurgucular artık yalnızca “kazanmakla” yetinmiyordu. Bunun ötesinde, “güzel” hamlelerin peşindeydiler. Problem dünyası yavaş yavaş kendi sanatsal ilkelerini oluşturmaya başlamıştı.

Kurgu alanında ağır aksak da olsa bu gelişmeler olurken satranç dünyasında da şampiyonlar gidiyor, yerlerine yenileri geliyordu. “Şampiyon” sözünü ettiğimize bakmayın. Aslında o yıllarda resmî bir “Dünya Satranç Şampiyonu” yoktu; onun yerine, satranç kamuoyunun uzlaşısıyla “dünyanın en iyisi” kabul edilen bir oyuncu vardı. 1840’lı yıllarda da dünyanın “en iyisi” İngiliz Howard Staunton’du (1810-1874).

Staunton, 1845 yılında kendisinin çıkarmakta olduğu *The Chess Player’s Chronicle* isimli dergide dört hamlelik bir problem yayımladı:

Diyagram 3

The Chess Player’s Chronicle, 1845
“Hint Problemi”



Beyaz oynar ve dört hamlede mat eder.

Problem, 1844 yılında Hindistan’ın Delhi şehrinden gönderilen bir mektupla Staunton’a ulaşmıştı.

Problemi gönderen kişi, Hindistan’da bu problemi çözebilen kimse çıkmadığını ifade ediyordu. İlginç olarak mektubunda “Shagird” imzasını kullanmıştı. Dilimizde de Farsçadan geçmiş eski bir sözcük olarak var olan “Shagird”, daha doğrusu “şakirt”; öğrenci, çırak anlamına geliyor. Staunton, problemi yayınlarken gönderenin ismini gizlediği gibi daha da esrarengiz bir hava yaratmak için “Hint Problemi” ibaresine yer verdi. Bunun, gördüğü en zor dört hamlelik problem olduğunu, tanıdığı bazı çok güçlü oyuncuların bile problemi çözemediğini belirtti. Ayrıca, derginin bir sonraki sayısında problemi çözen herkesin adının yayınlanacağını da ilan etti. Ancak tahmin edileceği gibi bunu başarabilen kimse çıkmadı.

Bu problem, *The Chess Player’s Chronicle* okurlarını neden bu kadar zorlamıştı? Çözümü görünce bunu daha iyi anlayacağız:

1. Fc1!! b4 2. Kd2!! b5 3. Fh1 Şf4 4. Kd4#

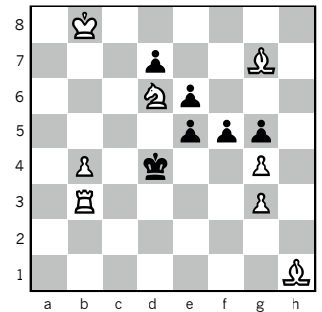
Günümüzün standartlarına göre problem teknik olarak kabul edilemez hatalar içeriyor. Buradaki fikir hem daha az taş hem de daha az sayıda hamleyle ifade edilebilir. Daha kötüsü, anahtar hamle de dâhil olmak üzere çözümün hamleleri kendi aralarında yer değiştirebilir. Örneğin 1. Lh1 2. Fc1 3. Kd2 4. Kd4#, ya da 1. Kd8 2. Fc1 3. Kd2 4. Kd4# gibi birçok farklı hamle dizisi ile problem çözülebilir. Ancak hangi hamle dizisi seçilirse seçilsin, çözümün “belkemiği” değişmeden kalır: Daha sonra ortaya çıkacak pat durumunu öngörmek ve bunu

önlemek için 2. Kd2 düşünülerek daha baştan 1. Fc1!! oynamak. İşte dönemin satranç oyuncuları için yeni ve onların ufkunun ötesinde olan şey buydu.

Söylendiğine göre Hint problemini daha ilk bakışta çözen ünlü kurgucu Samuel Loyd, teknik kusurları nedeniyle problemi kıyasıya eleştirdi. Yine de problem satranç dünyasında büyük sansasyona neden oldu ve “kritik hamle” problemleri olarak literatüre geçecek kurguların ilk örneği olarak tarihe geçti. “Hint problemi”nde, kritik hamleyi yapan taş fildir: 1. Fc1 hamlesi ile kritik d2 karesinin öte tarafına geçer. Daha sonra kale kritik d2 karesinin tam üzerine oynar ve pat durumunu ortadan kaldırır. Geçen yıllar içinde Hint problemindeki fikir teknik olarak daha yetenekli kurgucular tarafından çok daha zarif bir şekilde gösterildi.

Diyagram 4

George N. Cheney
Brooklyn Standard, 1860



Beyaz oynar ve üç hamlede mat eder.

Çözüm:

1. Fa8! fxc4 2. Şb7 Şd5 Kd3#

İrdeleme: Beyaz 1. Fa8 ile kritik hamleyi yapıyor ve fli kritik b7 karesinin diğer tarafında konumlandırıyor. Siyah 1... fxc4 hamlesi ile pat durumunu

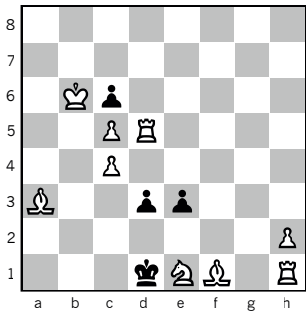
hedefliyor. Beyaz 2. Şb7 ile şahı kritik b7 karesine getiriyor ve patı önlüyor. Zorunlu 2...Şd5 hamlesinden sonra da 3. Kd3 ile mat ediyor.

Alman kurgucular Johannes Kohtz ve Carl Kockelkorn, problemden o kadar etkilenmişlerdi ki Yeni Alman Okulu'nun manifestosu kabul edilen 1903 tarihli ünlü kitaplarına *Das Indische Problem* adını verdiler. Okurlarımız, Kohtz ve Kockelkorn hakkında daha fazla bilgi için dergimizin Temmuz 2021 sayısına bakabilirler.

Orijinal problemi eleştirse de Loyd da bu motife dayalı en az birkaç problem kurmaktan kendini alamadı. Aşağıdaki problem, kurduğu Hint temalı yapıtlar arasında Loyd'un en sevdiğiymiş (Diyagram 5):

Diyagram 5

Samuel Loyd
Cleveland Voice, 1877
Birincilik Ödülü



Beyaz oynar ve dört hamlede mat eder.

Çözüm:

1. Kd8!! (kritik hamle) **e2**
2. Fh3 d2 **3. Fd7!** (fil kritik d7 karesine gelerek patı önlüyor) **dxe1** (zorunlu) **4. Ff5#.**

Yan varyantlar: 1...Şxe1 2. Fb4+ d2 3. Kf8 e2 4. Fg2/h3#; ya da 1...Şd2 2. Fh3 Şc3 4. Kxd3+ Fe6#, vs.

Staunton'a bu problemi gönderenin Henry August Loveday (1815-1848) isimli bir İngiliz rahip olduğu ancak yıllar sonra anlaşıldı. Problemi kuranın Loveday olup olmadığı ise hâlâ bilinmiyor.

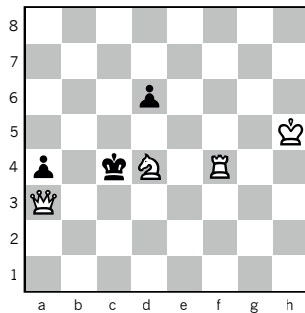


Ayın problemleri

Sizi, "Hint Problemi"nin iki adet 20. yüzyıl "sürümü" ile baş başa bırakıyoruz. Bir ay sonra görüşmek üzere...

Diyagram 6

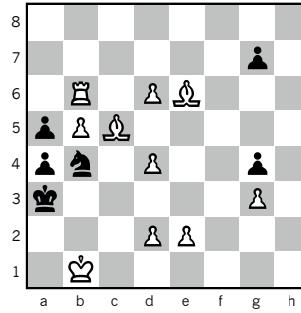
Otto Wurzburg
Westen und Daheim, 1913



Beyaz oynar ve üç hamlede mat eder.

Diyagram 7

Hans Johner
Neue Zürcher Zeitung, 1962

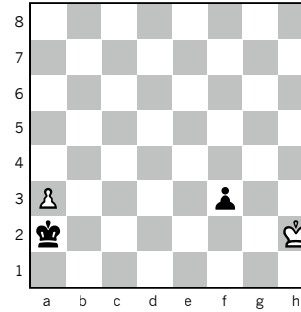


Beyaz oynar ve dört hamlede mat eder.

Geçen ay sorulan etütlerin çözümleri

Diyagram 8

Henri Rinck
Schweizerische Schachzeitung, 1922



Beyaz oynar ve kazanır.

Çözüm:

1. a4 Şb3! **2. a5 Şc3**
2...Şc4 3. a6 Şd3 4. a7 f2
5. a8=V f1=V 6. Va6+ ve kazanır.
3. Şg1

Burada doğal görünen 3. Şg3? hamlesi siyaha Reti manevrası ile berabere

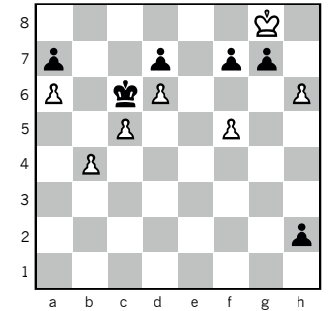
kalma şansı verir: 3... Şd4! 4. a6 Şe3 5. a7 f2 6. Şg2 Şe2! ve beraberlik.

3...Şd4 4. a6 Şe3 5. Şf1

ve beyaz kazanır. Beyaz piyon, siyah şahın menzili dışında kalmıştır, daha teknik ifadeyle söyleyecek olursak siyah şah beyaz piyonun karesinin dışındadır.

Diyagram 9

Vitaliy Kovalenko
Şahmatnaya Kompozitsiya, 2004
Övgü



Beyaz oynar ve kazanır.

Çözüm:

1. h7 h1=V **2. h8=V**
Vxh8+ 3. Şxh8 g5! **4. fxg6 e.p. fxg6**

Şimdi g6 piyonunun yakalanması imkânsız gibi. Ancak göreceğimiz üzere beyaz, siyah şahın olumsuz konumunu iyi kullanarak Reti manevrası yardımıyla zafere ulaşacak.

5. Şg7! **g5** **6. Şf6!** **g4** **7. Şe5!** **g3** **8. Şd4!** **g2** **9. Şc4** **g1=V** **10. b5#**

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:

Şekli Matematik Sözlüğü



Çözümü ile birlikte gönderilmeyen cevaplar değerlendirilmeye alınmayacaktır.

Doğru çözüm ve çekiliş sonuçları dergimizin sosyal medya hesaplarından (facebook ve twitter) önümüzdeki ayın ilk haftasında duyurulacak (www.bilimteknik.tubitak.gov.tr).

Satranç Tahtası Üzerindeki Altın Sikkeler



(Matematik)

Haramiler Ali Baba'yı mağarada birkaç gün alıkoyduktan sonra onu salıvermeye karar veriyorlar. Ali Baba haramilere mağaradan çıkarken birkaç altın sikke almak istediğini söylüyor. Buna karşılık, haramiler Ali Baba'ya bir ödev verip bu ödevin sonucuna göre onun mağaradan belirli sayıda altın sikke alabileceğini söylüyorlar. Başlangıçta haramiler Ali Baba'ya üzeri boş olan 7×7 boyutlarında bir satranç tahtası veriyorlar. Ödevin kurallarına göre, Ali Baba bu satranç tahtasının istediği kadar birim karesini boş bırakıp kalan birim karelerin her birine ya bir altın ya da bir gümüş sikke yerleştirecektir. Tüm sikkeler yerleştirildikten sonra satranç tahtasının birim karelerinden oluşan 3×3 boyutlarındaki herhangi bir karede eşit sayıda altın ve gümüş sikke bulunmalıdır. Anlaşmaya göre, sikkeler Ali Baba tarafından kurallara uygun bir şekilde yerleştirildikten sonra haramiler Ali Baba'nın 7×7 satranç tahtasının üzerindeki tüm altın sikkeleri alıp götürmesine izin veriyorlar.

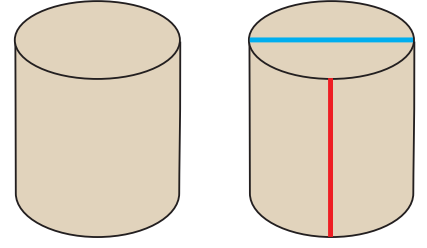
Buna göre, Ali Baba'nın mağaradan en fazla kaç altın sikke çıkarabileceğini belirleyin ve bu altın sikke sayısının neden daha fazla olamayacağını kanıtlayın.

Zekâ Oyunları

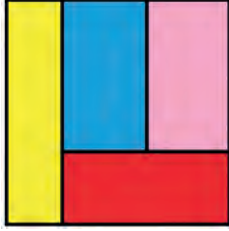
Emrehan Halıcı [zeka.oyunlari@tubitak.gov.tr

GÖZ ALDANMASI

Silindirin yükseklikleri ve genişlikleri aynı olduğu halde yükseklikleri daha büyükmüş gibi görülüyor.



DÖRT DİKDÖRTGEN



Bir kare şekilde görüldüğü gibi dört dikdörtgenden oluşmaktadır.

Dikdörtgenlerin dördünün de;

- Boyutları tam sayıdır.
- Alanları eşittir.

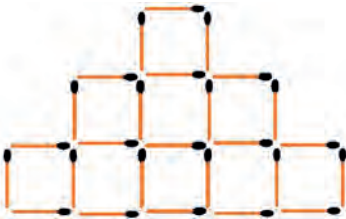
Bu koşulları sağlayan ve en küçük alana sahip olan kareyi bulunuz.

EŞİTLİK

$$\left(\frac{x}{x+1}\right)^{x+2} = \left(\frac{10}{11}\right)^9$$

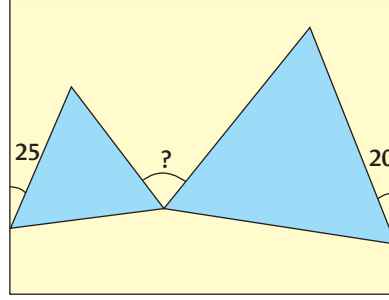
Bu eşitliği sağlayan x'in değerini bulunuz.

KİBRİT PİRAMİT



Üç katlı piramit oluşturmak için 26 kibrit kullanmak gerekmiştir. 100 katlı bir piramit için kaç adet kibrit gerekir?

EŞKENAR ÜÇGENLER

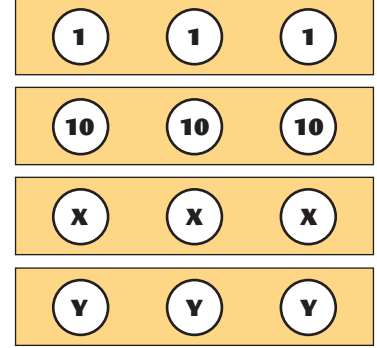


Bir dikdörtgenin içine şekilde görüldüğü gibi iki eşkenar üçgen çizilmiştir. Soru işareti ile gösterilen açı kaç derecedir?

KIRK KARE

Kırk kare bir araya getirilerek büyük bir kare oluşturuluyor. Bu karelerden 39'unun alanı 1'er birim karedir. Kırkıncı karenin alanı diğer karelerin toplam alanından küçük olduğuna göre oluşturulan karenin alanı nedir?

ON İKİ TOP



Dört kutudaki üçer topun üzerindeki sayılar 1, 10, x ve y'dir. Bu kutulardan rastgele seçilecek 6 toptaki sayıların toplamı 3'e bölünebildiğine göre x'in ve y'nin değerleri en az kaç olabilir?

Not: x ve y 1 ve 10 dışında farklı pozitif tam sayılardır.

SORU İŞARETİ

Soru işaretinin yerine ne gelecek?

				...	
1	2	3	4	...	10
1	4	10	19	...	?

REKLAM OLASILIKLARI

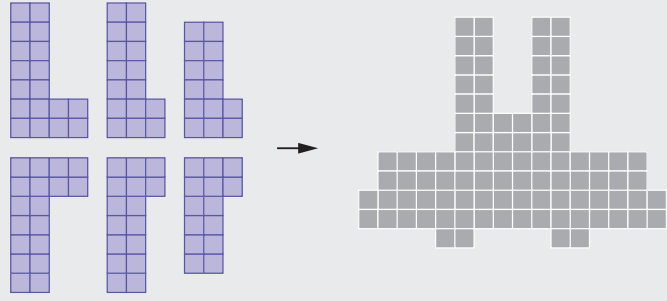
Herhangi bir anda reklam olma olasılığı X televizyon kanalında 16/100, Y televizyon kanalında 14/100'dür.

Bu iki kanalda da aynı anda reklam olma olasılığı ise 10/100'dür.

Bu bilgilere göre herhangi bir anda iki kanalda da reklam olmama olasılığı nedir?

ALTI "L"

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



GEÇEN SAYININ ÇÖZÜMLERİ

ÇOKGENLER

Pembe renkli alan en büyüktür.

Bu alanların hesaplanmasında en kolay yol Pick teoremini kullanmaktır.

K =Kenarlar üzerindeki nokta sayısı

\dot{I} =Alan içerisinde kalan nokta sayısı

Alan= $K/2+\dot{I}-1$

Pembe alan 17 diğerleri 16,5 birim karedir.

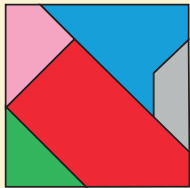
SU ŞİŞELERİ

Tek sayılı adımlarda her iki şişede de yarımşar litre su bulunur.

Çift sayılı adımlarda ise birinci şişede $(n+2)/2(n+1)$ litre, ikinci şişede ise $n/2(n+1)$ litre su bulunur.

Adım	1. Şişe (litre)	2. Şişe (litre)
99	1/2	1/2
100	102/202	100/202

KARE OLUŞTUR



SAYI OLUŞTUR

57 sayı oluşturulabilir.

2 basamaklı 15

3 basamaklı 20

4 basamaklı 15

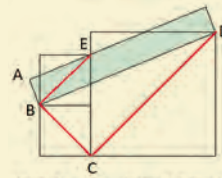
5 basamaklı 6

6 basamaklı 1

Toplam 57 sayı.

ÜÇ KARE BİR DİKDÖRTGEN

2 birim kare.



Küçük karelerin alanları 1 birim kare olduğu için $BE=\sqrt{2}$, $BC=\sqrt{2}$

Dikdörtgenin alanı= $AB \times BD$

AEB ve CDB üçgenleri benzer üçgenlerdir.

Çünkü AEB ve CDB açıları eşittir ve BAE ve BCD açıları da 90 derecedir.

$BE/BD=AB/BC$

$AB \times BD=BE \times BC=\sqrt{2} \times \sqrt{2}=2$ birim kare

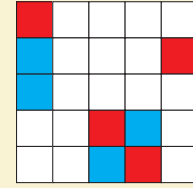
SPORCU SINIF

En az %15'i beş sporun tamamını yapmaktadır.

$85-(100-(84-(100-(83-(100-(82-(100-81))))))))$

SORU İŞARETİ

D gelecek.



1 5 4 1 7 1 4 1

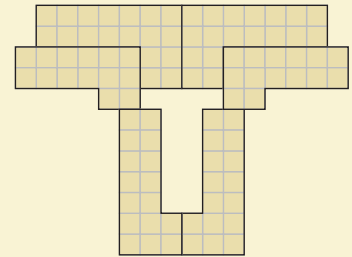
Sol üst kareden başlayarak kaç kare sonra renkli bir kare olduğu tablonun altındaki sayılarla belirtiliyor.

Mavi kareleri işaret eden sayıların altına çizgi çekiliyor. Birinci kare kırmızı olduğu için 1, beş kare sonra mavi olduğu için çizgili 5, dört kare sonra kırmızı olduğu için 4, ...

ALTI BASAMAKLI SAYI

60 sayı vardır.

ALTI "L"



Yayın Dünyası

İlay Çelik Sezer [TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi

Sosyal Bilimler Ansiklopedisi

Editör:

M. A. Yekta Saraç

TÜBİTAK Popüler Bilim Kitapları, Başvuru Kitaplığı, 2022 (1. Basım)



Sosyal Bilimler Ansiklopedisi'nde, sosyal ve beşerî bilim alanlarından 700'e yakın bilim insanının katkılarıyla hazırlanmış 1.100'den fazla madde yer alıyor. TÜBİTAK'ın sosyal ve beşerî bilimlere verdiği önemi de ifade eden bu eserde; sosyal bilimlerin kavram dünyasının köşe taşları okuyucunun, üniversite gençliğinin ve araştırmacıların dikkatine sunuluyor.

Element Kartları

Umut Hasdemir,
Nurulhude Baykal,
Tuba Sarıgül,
Ayşenur Okatan



TÜBİTAK Popüler Bilim Kitapları, Yetişkin Kitaplığı, 2021 (1. Basım)

Element Kartları, evrenin temelini oluşturan 118 elementi anlatan 118 karttan oluşuyor. Elementlere özgü temel bilgilerin yanı sıra her bir elementin nasıl görüldüğünü, öne çıkan özelliklerini ve hayatımızdaki yerini bu kart setinde bulacaksınız.

Gökyüzünü Tanıyalım

M.Emin ÖZEL,
A. Talât SAYGAÇ

TÜBİTAK Popüler Bilim Kitapları, Yetişkin Kitaplığı, 2020 (17. Basım)



Gece berrak bir gökyüzünde pırl pırl ışıldayan yıldızlar, gezegenler, meteor ışıkları, yapay uydular, Ay ve çok daha fazlası... Yaşadığınız kentte, köyde, tatilde, yaylada, deniz kenarında veya bir mavi yolculukta sizinle tanışmak için sraya giren gök cisimleri... Gökyüzüne dair merak ettiğiniz soruların yanıtlarını en güncel bilgilerle öğrenmeye hazır mısınız?

Kitabımızın bütün metinleri, görme engelli okurlarımızın da dinleyebileceği şekilde sesli kitap olarak okundu. Sesli kitap dosyalarına aşağıdaki linkten ulaşabilirsiniz: <https://bilimgenc.tubitak.gov.tr/dergimiz/gokyuzunu-taniyalim-tubitak-populer-bilim-kitaplari>

bilim-kitaplari

İlk Okuma – Gök bilim

Emily Bone
Çeviri: Özlem Köroğlu

TÜBİTAK Popüler Bilim Kitapları, 7 yaş +, 2021 (1. Basım)

Gök bilimciler gezegenleri, yıldızları ve gök adaları nasıl inceler? Yüzey keşif araçları ne işe yarar? Farklı teleskoplar nasıl çalışır? Bu soruların cevaplarını ve gök bilimle ilgili daha pek çok ilginç bilgiyi bu kitapta bulacaksınız.

