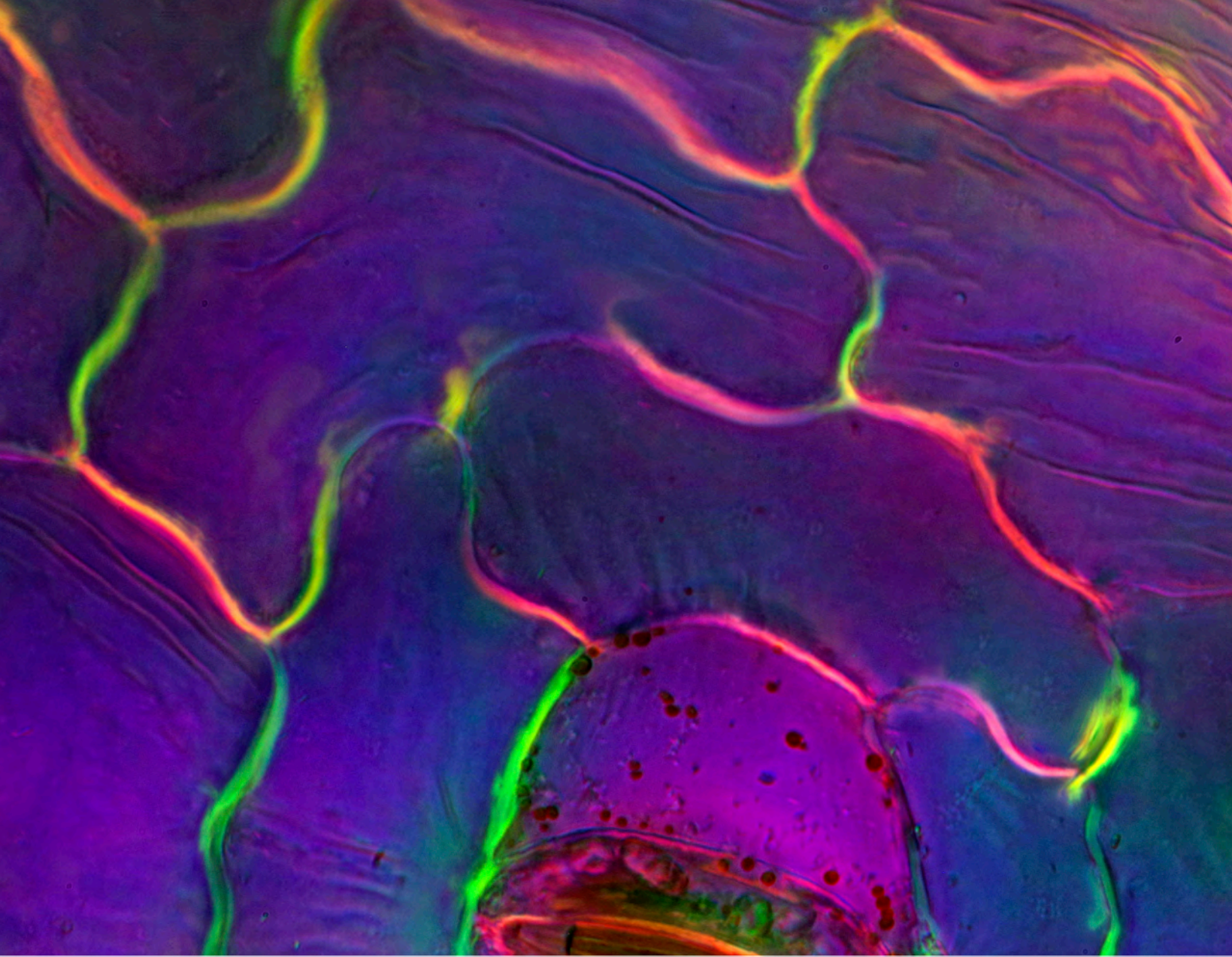
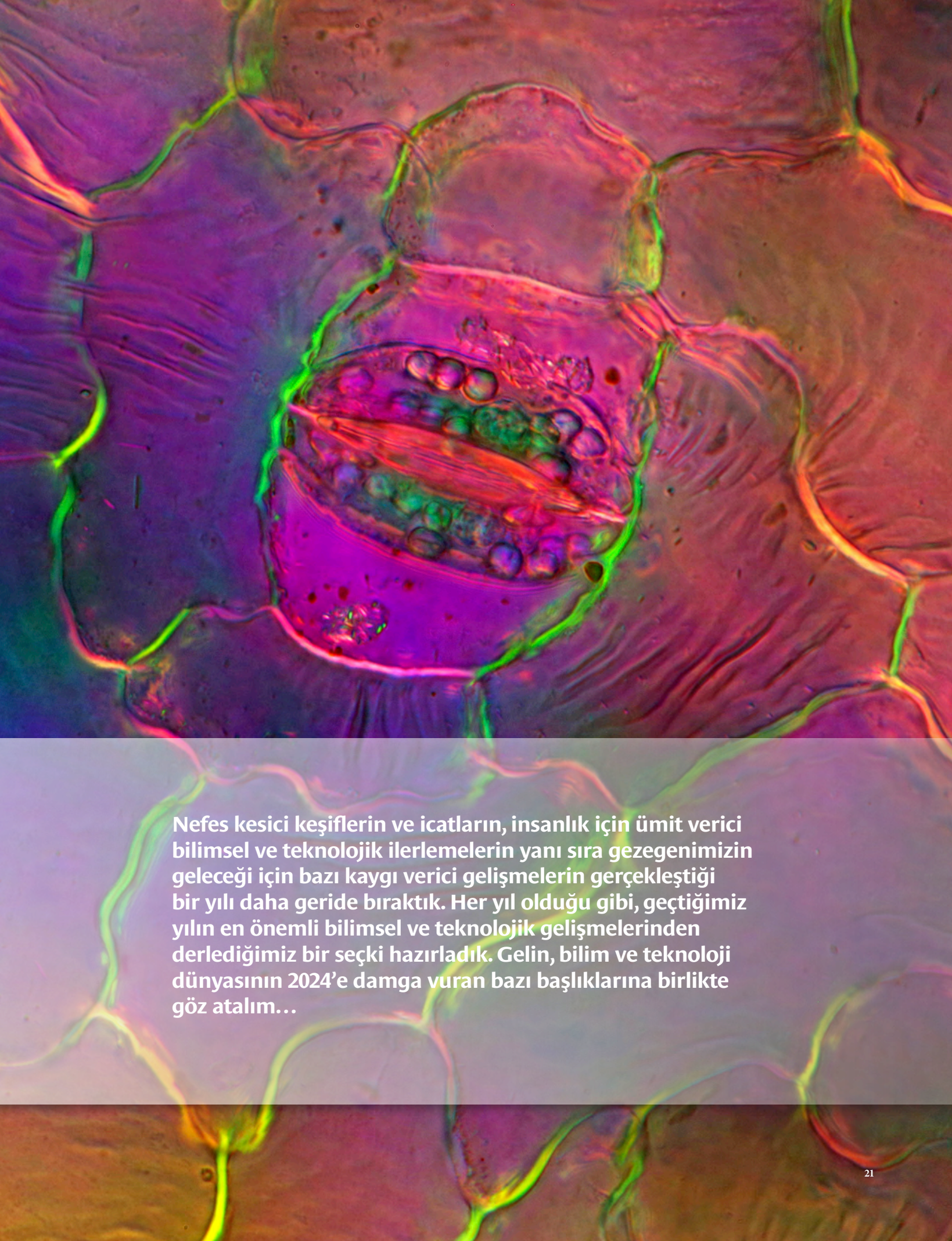


Bilim ve Teknoloji Merceğinden 2024

İlay Çelik Sezer [*TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi*



Nefes kesici keşiflerin ve icatların, insanlık için ümit verici bilimsel ve teknolojik ilerlemelerin yanı sıra gezegenimizin geleceği için bazı kaygı verici gelişmelerin gerçekleştiği bir yılı daha geride bıraktık. Her yıl olduğu gibi, geçtiğimiz yılın en önemli bilimsel ve teknolojik gelişmelerinden derlediğimiz bir seçki hazırladık. Gelin, bilim ve teknoloji dünyasının 2024'e damga vuran bazı başlıklarına birlikte göz atalım…

1 2024, Ölçülen En Sıcak Yıl

Dünya Meteoroloji Örgütünün (WMO) 2024 yılı sonunda farklı kuruluşlardan aldığı veri setlerini kullanarak yaptığı analizler, 2024'ün düzenli sıcaklık kayıtlarının tutulmaya başlandığı 1800'lerin ortalarından beri yaşanan en sıcak yıl olduğunu doğruladı. WMO tarafından yapılan açıklamaya göre Endüstri Devrimi öncesi döneme kıyasla küresel ortalama yüzey sıcaklığında gerçekleşen artış, geçtiğimiz yıl 1,55°C'lik rekor bir düzeye ulaştı. Bu da 2024'ün, 2015'te Paris Anlaşması'yla kabul edilen 1,5°C sınırının üzerine çıkılan ilk takvim yılı olduğu anlamına geliyor. Geçtiğimiz on yıl içinde gerek küresel ortalama sıcaklıklarda gerekse deniz yüzey suyu sıcaklıklarında çeşitli rekorların kırıldığına şahit olduk. Tabi bunlara bağlı olarak da aşırı hava olaylarında, buzulların erimesinde ve deniz seviyelerinin yükselmesinde artışlar görüldü. WMO'nun bulguları iklim değişimini yavaşlatmaya yönelik acilen eyleme geçilmesi gerektiğini bir kez daha hatırlatıyor.

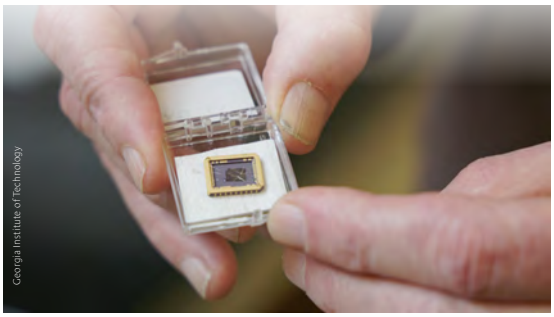
2 İklimi Düzenleyen Dört Sistem Çökme Riski Altında

Nature Communications dergisinde yayımlanan bir araştırmaya göre Grönland Buz Örtüsü, Batı Antarktika Buz Örtüsü, Atlantik Meridyonel Devinim Dolaşımı

(AMOC) ve Amazon Yağmur Ormanı gibi gezegenimiz için hayati öneme sahip bazı iklim sistemleri, hızlanan iklim değişimi yüzünden kritik eşik noktalarına yaklaşmış durumda. Kritik eşik noktası, küresel ortalama sıcaklıktaki küçük bir artışın, bu sistemlerde büyük değişimleri tetikleyebileceği noktayı ifade ediyor. Küresel iklimin düzenlenmesinde kilit rol oynayan bu sistemlerin çökmesi deniz seviyesinin yükselmesi, okyanus akıntılarının bozulması ve biyoçeşitlilik kaybı gibi şiddetli ve geri dönüşü olmayan sonuçlar doğurabilir. Araştırma, küresel ortalama sıcaklıktaki artışın 1,5 °C'nin altına çekilmesinin, riski önemli ölçüde azaltabileceğine işaret ediyor. Araştırmada AMOC çökme riski en yüksek sistem olarak belirlenirken AMOC sisteminin olası çöküşüne yönelik bir erken uyarı sistemi geliştirmek amacıyla bilgisayar simülasyonlarının kullanıldığı bir başka araştırma ise AMOC'un kritik eşik noktasına doğru ilerlemekte olduğunu gösterdi.

3 Grafenden Bir Yarı İletken ile Bir Devre Anahtarı Üretildi

Bağımsız iki araştırma grubundan biri grafenden işlevsel bir yarı iletken üretirken diğeri, grafen kullanarak aynı anda hem hafıza hem de mantık işlevlerini destekleyen bir elektronik devre anahtarı üretti. İlk ekip, "epigrafen" adını verdikleri elektriksel iletkenliği daha düşük olan bir tür grafen geliştirdi. İletkenliği yüksek bir malzeme olan grafenden farklı olarak yarı iletken özellik gösteren epigrafenin sahip olduğu bant aralığı (elektronların değerlik bandından iletkenlik bandına geçmesi için gerekli enerji miktarı), tıpkı silisyum gibi transistör üretiminde kullanımına imkân veriyor. Ancak silisyumun sahip olmadığı yüksek ısı iletkenliği gibi özellikler gösteriyor. İkinci ekibin başarısı ise grafenin

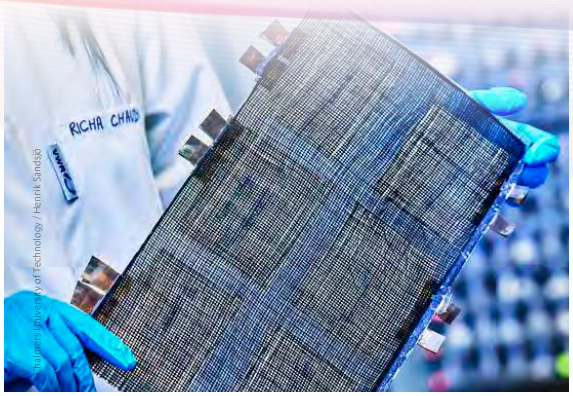


Bir çip üzerindeki epigrafen

hem protonları hem elektronları iletebilme kabiliyetinden yararlanarak proton akımıyla mantık işlevleri yürütürken aynı zamanda elektron akımıyla bir bellek biti kodlayabilen bir cihaz üretmeleriydi. Normalde bu iki işlev, ayrı devre elemanlarıyla gerçekleştiriliyor, bu da veri işletim süresini ve güç tüketimini artırıyor.

4 Karbon Fiber Kompozitten Yapısal Pil Üretildi

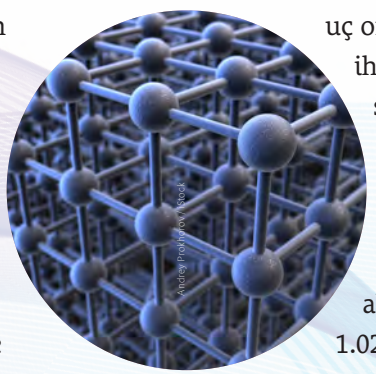
Chalmers Teknoloji Üniversitesi araştırmacıları, karbon fiber kompozitten yapılmış, alüminyum kadar sert ve pratik kullanıma uygun enerji yoğunluğuna sahip devrim niteliğinde bir yapısal pil geliştirdi. Bu yapısal pil sistemi enerji depolama ve yapısal destek sağlama işlevlerini birlikte yerine getirebildiğinden "kütlesiz enerji depolama sistemi" olarak da isimlendiriliyor. Elektrikli araçların ve cihazların kütlesini azaltan bu yeni pil teknolojisi elektrikli araçların menzilini %70 artırabilir, dizüstü bilgisayarları hafifletebilir ve çok ince telefonlar üretilmesini sağlayabilir. Henüz geliştirme aşamasında olan yapısal pil çok işlevli oluşu, gelişmiş güvenlik özellikleri ve büyük ölçekli uygulamalara yönelik potansiyeliyle enerji verimliliği açısından ümit vadediyor.



Chalmers Teknoloji Üniversitesi araştırmacıları, karbon fiber kompozitten aluminyum kadar dayanıklı ve enerji yoğunluğu ticari olarak kullanıma yetecek kadar yüksek bir pil üretti.

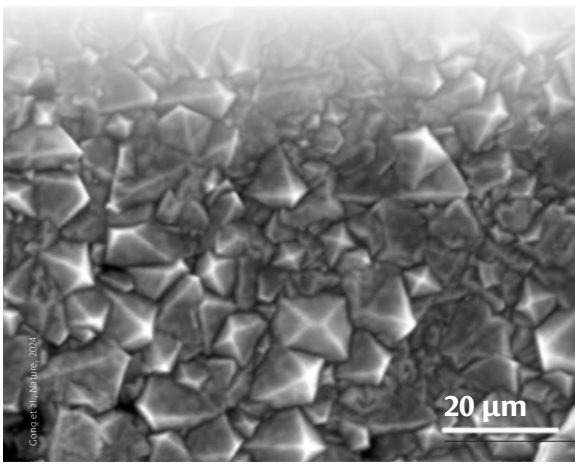
5 Elastokalorik Malzemeyle Yeni Soğutma Cihazı

Maryland Üniversitesinden araştırmacılar, bir nikel-titanyum alaşımı olan nitinolü kullanarak yenilikçi bir soğutma cihazı geliştirdi. Cihaz, elastokalorik yani mekanik sıkıştırma ve gevşeme sonucunda çevresiyle ısı alışverişi yapan şekil hafızalı alaşımlar kullanarak çevreye zararlı etkileri olan sıvı soğutuculara ihtiyaç duyulmaksızın soğutma sağlıyor. Çevre dostu bu teknoloji, geleneksel klima sistemlerine potansiyel bir alternatif sunarak sera gazı salımlarının azaltılmasına ve soğutma verimliliğinin artırılmasına yönelik ümit vadediyor.



Elastokalorik bir malzeme, sıkıştırma gibi mekanik bir müdahale etkisiyle kristal yapısı değişirken çevresiyle ısı alışverişi yapar.

6 Atmosfer Basıncında 150 Dakikada Sentetik Elmas Üretildi



Sıvı metal içinde büyütülen ince elmas katmanının taramalı elektron mikroskobu görüntüsü

Bilim insanları, yapay elmas üretimi sırasında gerekli olan uç ortam koşullarına ihtiyaç duymadan sadece 150 dakikada sentetik elmaslar oluşturmayı başardı. Bu süreçte, standart atmosferik basınç altında ve 1.025 °C'de galyum, demir, nikel ve silisyumdan oluşan bir sıvı metal alaşımı kullanan bilim insanları, metan gazındaki karbon atomlarının alaşımın içinde çözünmesini sağladı. İşlem, 15 dakika içinde elmas çekirdekleri oluştururken 150 dakika içinde elmasın ince bir katman oluşturacak şekilde büyümesini

sağlıyor. Bu yenilikçi yaklaşım, geleneksel olarak yüksek basınç ve sıcaklığa dayanan yöntemlerin aksine üretimi daha hızlı, daha verimli ve endüstriyel kullanımlar için daha erişilebilir hâle getirerek çığır açabilir. Ayrıca madenciliğe sürdürülebilir bir alternatif sunup sentetik elmas endüstrisini yeniden şekillendirebilir.

7 Aşırı İşlenmiş Gıdalar, Sağlığı Olumsuz Etkiliyor

Çok sayıda araştırmanın bulguları üzerinde yapılan geniş çaplı bir araştırma, aşırı işlenmiş gıdaların kalp hastalığı, kanser, tip 2 diyabet, zihin sağlığı sorunları ve erken ölüm riskinde artış gibi sağlık üzerindeki 32 zararlı etki ile doğrudan ilişkili olduğunu ortaya koydu. Alanında yapılmış en büyük ölçekli araştırmanın BMJ dergisinde yayımlanan sonuçları, kahvaltılık gevrekler, protein çubukları, gazlı içecekler, tüketilmeye hazır paketli gıdalar ve "fast food" gibi aşırı işlenmiş gıdaların tüketiminin dünya çapında hızla arttığı bir dönemde, bu önemli halk sağlığı sorununa dikkat çekiyor. Toplamda 10 milyon kişinin verilerinin değerlendirildiği araştırmanın sonuçları, aşırı işlenmiş gıdaların tüketimini azaltmaya yönelik tedbirler alınması gerektiğinin de altını çiziyor.

beats1/iStock

8 On İki Saatlik Uçuşla Taşınan Kalp, Başarıyla Nakledildi

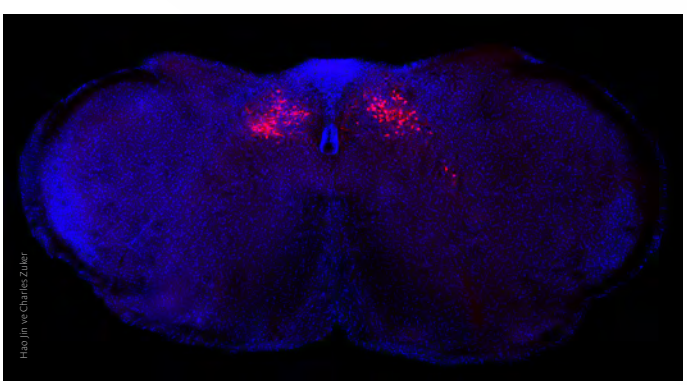
Doktorlar, bir bağışçıdan alınan kalbi 12 saatlik ve 6.750 kilometrelik Atlantik aşırı bir uçuş sonrasında alıcıya başarıyla nakletti. Kalbin vücut dışında en uzun süre saklandığı ve en uzun mesafeyi kat ettiği nakil olma özelliği taşıyan operasyon, bağışlanan kalplerin özel bir perfüzyon makinesi içinde saklandığı bir pilot çalışmanın parçası olarak gerçekleştirildi. Kullanılan perfüzyon makinesi, kalbe kan ve oksijen enjekte eden bir pompa içeren özel bir tür soğutucuya sahip. Pilot çalışmanın amacı, kalp nakillerinde genellikle geçerli olan 4 saatlik saklama süresinin 12 hatta 14 saate kadar uzatılabileceğini göstermek.

Prof. Guillaume Lebreton

Özel bir cihaz içinde saklanan kalp bir yolcu uçağıyla taşındı.

9 Vücuttaki Yangı Tepkilerini Kontrol Eden Beyin Devresi Bulundu

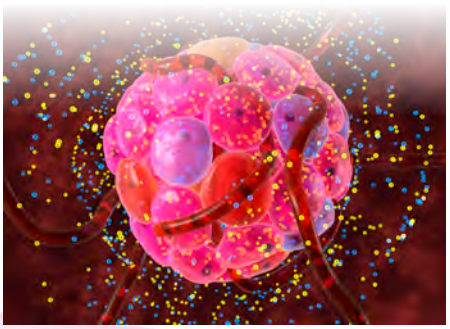
Geçtiğimiz yıl yayımlanan bir araştırma, beyin-vücut iletişimine dair çok ilginç bulgular ortaya koydu. Columbia Zuckerman Enstitüsü araştırmacıları, fareler üzerinde yaptıkları araştırmada beynin bağışıklık sistemini umulmadık ölçüde yönlendirebildiğine, örneğin yangıyı tespit ederek artırıp azaltabildiğine ilişkin kanıtlar buldu. Araştırmacılar, yeni keşfettikleri bu beyin devresinin yangı tepkilerini düzenleyerek vücudun sağlıklı şekilde yanıt vermesine yardımcı olduğunu söylüyor. Bu devrenin işlevlerinden yararlanılarak bağışıklık sistemini etkileyen çok çeşitli hastalıkların, özellikle de bağışıklık sisteminin düzenlenmesindeki aksaklıklardan kaynaklanan otoimmün hastalıkların tedavisi için yeni yollar açılabileceği düşünülüyor.


Hao Jin ve Charles Zuker

Pembe renkli kısımlar bir farenin beyin kökünde bulunan ve farenin vücudundaki yangı tepkilerini kontrol eden nöronları, mavi renkli bölgelerse beynin diğer hücrelerini gösteriyor.

10 Tip 1 Diyabet Hastası, Kendi Hücrelerinin Yeniden Programlanmasıyla Tedavi Edildi

Çin'de yapılan bir araştırmada bilim insanları, ilk kez bir tip 1 diyabet hastasının yağ hücrelerini yeniden programlayıp insülin üreten beta hücrelerine dönüştürerek diyabeti tedavi etti. *Cell* dergisinde



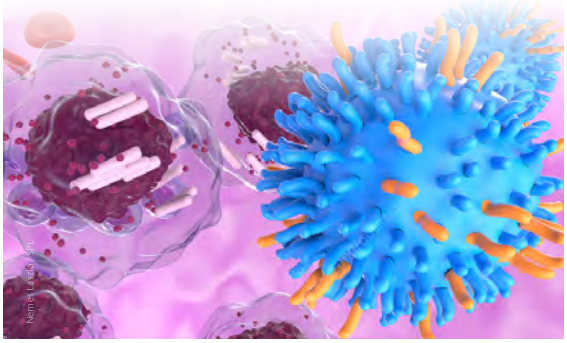
Animated Healthcare LTD / SPL

Langerhans adacık hücrelerinin bilgisayarla oluşturulmuş temsili bir çizimi. Pankreastaki bu hücreler (pembe) kana çeşitli hormonlar (sarı ve mavi) salgılar. Bu hücrelerin yaklaşık %70'i beta, %15-10 kadarı ise alfa hücreleridir. Her ikisi de kandaki şeker yani glikoz seviyesini düzenler. Beta hücreleri glikozun karaciğerde ve kaslarda glikojen olarak depolanmasını sağlayan insülin hormonunu, alfa hücreleri ise vücuda enerji gerektiğinde glikojenin tekrar glikoza çevrilmesini sağlayan glukagon hormonunu salgılar.

yayımlanan araştırmada bilim insanları, tip 1 diyabet hastası bir kadından yağ hücreleri aldı ve kimyasal maddeler kullanarak bu hücreleri pluripotent, yani tüm hücre tiplerine dönüşme potansiyeline sahip kök hücrelere dönüştürdü. Hücreleri bu duruma getirdikten sonra da yine kimyasal maddeler kullanarak bunların Langerhans adacık hücreleri olarak bilinen pankreasın insülin üreten hücrelerine dönüşmesini sağladılar. Daha sonra da bu hücreleri, hastanın karın bölgesine naklettiler. Tedavi edilen hasta, işlemden bir yıl sonra bile insülin enjeksiyonuna ihtiyaç duymadan yaşayabiliyordu. Bu başarı, yeniden programlanan kök hücrelerin gelecekte kronik hastalıkların tedavisinde kullanılabileceğine işaret eden şimdiye kadarki kanıtları destekler nitelikte.

11 Otoimmün Hastalıklara Yönelik CAR-T Tedavisi Denemeleri

Geçtiğimiz yıl farklı otoimmün hastalıkların tedavisine yönelik kimerik antijen reseptörü T (chimeric antigen receptor-T, CAR-T) hücre tedavisi yönteminin uygulandığı çeşitli klinik denemelerde başarılı sonuçlar elde edildi. CAR-T tedavisi, 15 yıl kadar önce bir kan kanseri tedavisi olarak geliştirildi. Bu tedavide hastanın beyaz kan hücreleri arasından bağışıklık sisteminin bekçileri olarak nitelenebilecek T hücreleri izole ediliyor. Daha sonra bu hücreler, bağışıklık sisteminin başka bir bileşeni olan B hücrelerini arayıp bularak yok etmelerini sağlayacak genetik değişikliklere uğratılıp hastaya geri veriliyor. CAR-T tedavisi, belirli lösemilerin ve lenfomaların temel kaynağı olan kanserli B hücrelerini tamamen yok edebiliyor. B hücreleri, özellikle de eklemleri, akciğerleri, böbrekleri ya da başka bölgeleri tahrip eden oto-antikorlar (vücudun kendi antijenlerine saldıran antikorlar) salgılamak suretiyle otoimmün hastalıklarda da rol oynuyor. İşte geçtiğimiz yıl yapılan birkaç klinik çalışma, CAR-T tedavisinin otoimmün hastalıklara yönelik potansiyelini ortaya koydu.



Nimesa Ltd / SPL

Bir kronik limfoblastik lösemi (CLL) vakasında CAR-T hücrelerinin (mavi) kanserli beyaz kan hücrelerine (bordo) saldırısını gösteren temsili resim

12 Yaşlanma, 44 ve 60 Yaşlarında Sıçrama Yapıyor

Geçtiğimiz yıl yayımlanan bir araştırma, yaşlanmanın kademeli ya da çizgisel bir süreç olmaktan ziyade biri 44 diğeri 60 yaş dolaylarında gerçekleşen iki ana sıçrama şeklinde gerçekleştiğini gösteren bulgular ortaya koydu. *Nature Aging* dergisinde

wundervisuals / iStock

yayımlanan araştırmada 108 katılımcının vücutlarındaki RNA ve proteinler gibi çeşitli biyolojik moleküller ile katılımcıların mikrobiyomları, yaklaşık iki yıl boyunca incelendi. Araştırmacılar, takip edilen bu değişkenlerin çoğunun 44 ve 60 yaşlarında çizgisel olmayan hızlı değişimler gösterdiğini tespit etti. Bu tür örüntülerin belirlenmesinin hastalıkların teşhisine ve önlenmesine katkıda bulunabileceği düşünülüyor.

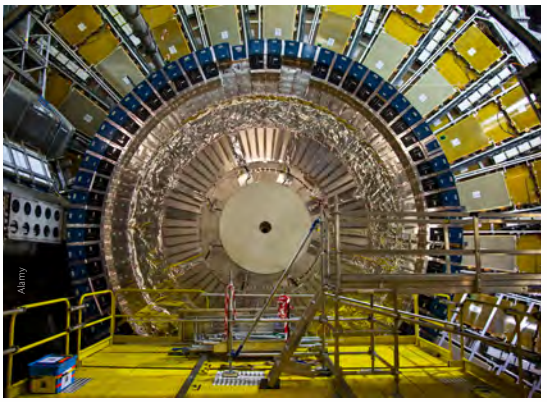
13 Kütle Çekimi, Mikroskobik Düzeyde Gözlemlendi

Bilim insanları, kütle çekimini mikroskobik düzeyde ölçerek kuantum kütle çekiminin daha iyi anlaşılmasına yönelik önemli bir aşama kaydetti. Yaptıkları deneylerde, mutlak sıfıra yakın sıcaklıklarda "tuzak" olarak adlandırılan süperiletken cihazlarla havada tutulan 0,43 miligramlık bir parçacık üzerinde sadece 30 attonewton (1 attonewton = 10^{-18} newton) büyüklüğündeki bir kütle çekimini ölçmeyi başardılar. *Science Advances* dergisinde yayımlanan araştırmada kullanılan parçacık, şimdiye kadar kütle çekimi sinyallerini ölçmek için kullanılan en küçük kütle olma niteliğini taşıyor. Araştırmacılar, daha da küçük kütleler kullanarak kütle çekimini kuantum ölçeğinde incelemeyi hedefliyor. Kuantum kütle çekimini anlamak, kara deliklerin doğasını daha iyi anlayarak ya da evrendeki tüm temel etkileşimleri açıklayan tek bir kuram geliştirerek evrenin bazı büyük gizemlerini çözmemize yardımcı olabilir.

Kuantum kütleçekimi etkisindeki bir parçacığı gösteren temsili bir çizim

14 Kuarklar Arasındaki Kuantum Dolanıklığı İlk Kez Gözlemlendi

CERN araştırmacıları, ATLAS parçacık detektörünü kullanarak ilk kez kuarklar arasındaki kuantum dolanıklığını gözlemledi. Bu, aynı zamanda kuantum dolanıklığına dair şimdiye kadarki en yüksek enerjili gözlem özelliğini taşıyor. Araştırmacılar, dolanıklığı gözlemlemek için yaklaşık bir milyon çift üst ve anti-üst kuarkı inceledi. Üst kuarklar, bilinen en ağır temel parçacıklar, anti-üst kuarklar ise onların antimadde karşılıklarına verilen isim. Araştırmacılar dolanıklığa ilişkin istatistiksel olarak ikna edici kanıtlar elde etti. Büyük Hadron Çarpıştırıcısı'nın diğer ana detektörü olan CMS ile çalışan fizikçiler de söz konusu dolanıklık gözlemini doğrulayan bir çalışma yayımladı.



CERN'deki ATLAS detektöründen bir görüntü

15 Atom Çekirdeğinin İki Farklı Tanımı İlk Kez Birleştirildi

Uluslararası bir araştırma ekibi, ilk kez atom çekirdeğinin iki ayrı tanımını birleştirmeyi başardı. Araştırmacılar, çekirdeğin kuarklar ve gluonlardan oluştuğu parçacık fiziği perspektfiyle, çekirdeği etkileşim hâlindeki nükleonlar (protonlar ve nötronlar) kümesi olarak gören geleneksel nükleer fizik perspektifini bir araya getirdi. Araştırma ekibi, kısa süreli korelasyon gösteren nükleon çiftleri yani iki nükleonun sıra dışı ölçüde yakınlaşıp sadece birkaç femtosaniye (saniyenin 10^{15}'te biri) süreyle güçlü etkileşime

girdiği durumlar hakkında yeni bilgiler elde etti. Bu modeli, atom kütlesi 3 olan helyumdan atom kütlesi 208 olan kurşuna kadar çok farklı kütlelere sahip 19 farklı atom çekirdeğiyle yapılan saçılma deneylerinden gelen verilerle test edip geliştirdiler. Araştırma, çekirdeğin yapısının ve güçlü etkileşimlerin daha iyi anlaşılmasına yönelik önemli bir adım olarak kabul ediliyor.

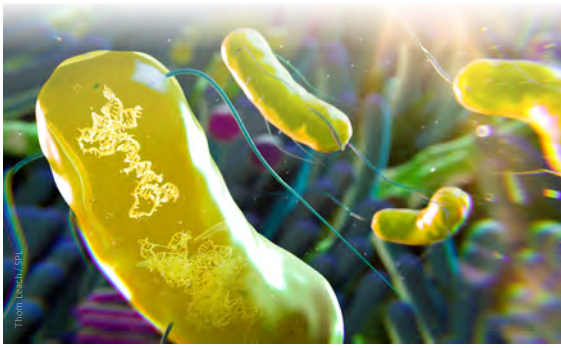
16 Yeni Bir Manyetizma Türü

Fizikçiler, neredeyse yüz yıla yakın bir süredir ferromanyetik ve antiferromanyetik olmak üzere iki tür manyetik malzeme olduğunu düşünüyordu. Geçtiğimiz yıl yapılan deneysel çalışmalar ise bunlara üçüncü bir tür ekledi. Bildiğimiz ferromanyetik özellikteki malzemelerde, örneğin demirde komşu atomlardaki eşleşmemiş elektronlar aynı yönde döner, bu da malzemeye manyetik özellik kazandırarak, örneğin buzdolabının kapağına yapışmasını sağlar. Krom gibi antiferromanyetik malzemelerde ise komşu atomlardaki eşleşmemiş elektronların spinleri yani dönüşleri zıt yönlüdür bu nedenle toplamda net manyetik moment sıfırdır ve malzeme manyetik özellik göstermez ancak atomik ölçekte komşu elektronların zıt yönlerde döndüğü manyetik örüntüler gösterir. Beş yıl kadar önce kuramsal olarak öngörülen ancak deneysel olarak yeni keşfedilen üçüncü tür olan altermagnetler ise diğer iki türün bazı özelliklerini taşıyor. Altermagnetlerde de yine komşu elektronlar zıt yönlerde dönerek toplam manyetizmayı sıfırlıyor ancak bu malzemeler, bazı açılardan da ferromanyetik malzemelerle ortak özellikler gösteriyor. Geçtiğimiz yıl birkaç araştırma grubu, altermagnetlerin bu ikili doğasını göstermeyi başardı.

Bir altermanyetik malzemede, komşu elektronlar zıt yönlerde (farklı renklerle temsil edilen) dönüyor ancak farklı yönelimlere sahip (şekillerin farklı yönelimleriyle temsil edilen) atomik ölçekteki yapıların içinde bulunuyor.

17 Obeliskler: İnsan Mikrobiyomunda Virüs Benzeri Yeni Unsurlar

Bilim insanları, insan mikrobiyomunda bulunan ancak şimdiye kadar dikkatlerden kaçmış RNA yapılı virüs benzeri yeni biyolojik ajanlar keşfetti. "Obelisk" adını verdikleri bu ajanlar, yaklaşık 1000 baz içeren halka biçimli bir RNA molekülünden oluşuyor. Bu molekülün tahmin edilen ikincil yapısı ise çubuk biçiminde olduğu için bilim insanları, antik dikilitaşlar olan obelisklerle benzerlik kurarak bu ismi verdi. Obelisklerin RNA'ları "oblin" adını verdikleri yeni bir protein ailesini kodlayan diziler içeriyor. Araştırmacılar, obelisklere büyük genetik veri setleri üzerinde incelemeler yaparken rastladı. Bu veri setleri insanların ağızlarından, bağırsaklarından ve başka bölgelerinden alınan örneklerdeki genetik materyallere aitti. Bilinen hiçbir biyolojik ajana benzemediği görülen obelisklerin, genetik sınıflandırmada kendi başına özgün bir grup oluşturuyor. Araştırmacılar, insan mikrobiyomundan izole ettikleri bir bakteride de obelisklerin tespit etti. Etkileri henüz bilinmeyen obelisklerin, insanların yaklaşık yarısının mikrobiyomunda bulunduğu tahmin ediliyor.



İnsan bağırsağındaki bir bakteri içinde bulunan bir obeliski gösteren temsili resim

18 Deniz Alginde Azotu Bağlayabilen "Nitroplast" Adlı Organel

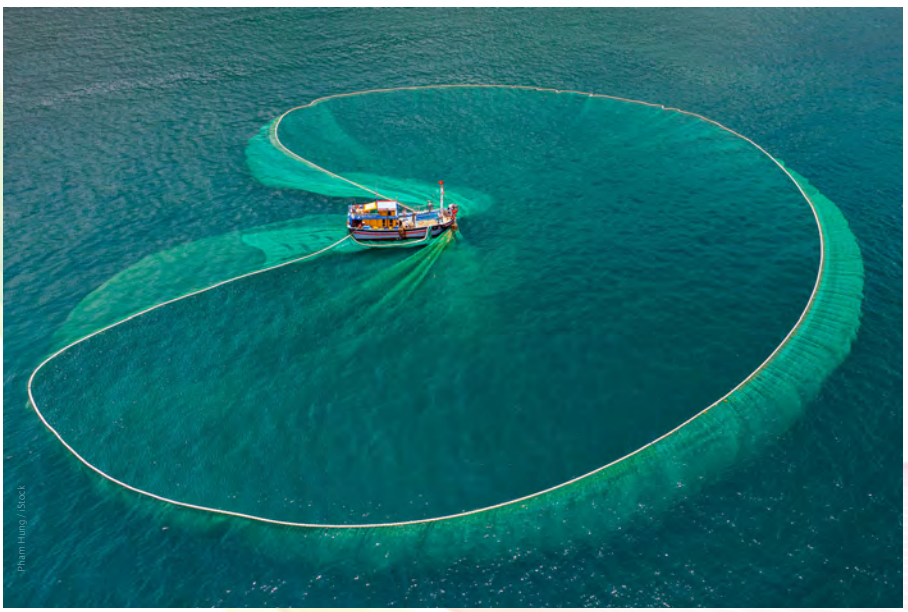
Bilim insanları, bir deniz alginde havadaki azotu bağlayabilen "nitroplast" adını verdikleri yeni bir organel keşfetti. Bazı bakteriler, havadaki azotu bağlayabiliyor yani amonyağa

çevirerek başka canlı organizmalar tarafından kullanılabilen forma dönüştürebiliyor. Ancak bu keşiften önce herhangi bir ökaryotik hücrenin bunu yapabildiği bilinmiyordu. Ökaryotik hücrelerde, fotosentezin gerçekleştiği kloroplastlara benzer şekilde azotu bağlayan organeller bulunabileceği, 25 yıl kadar önce deniz alglerindeki bazı genetik ip uçlarına dayalı olarak kuramsal düzlemde öne sürülmüştü. O zamandan beri de pek çok bilim insanı, bu konuda araştırmalar yapıyordu. Ancak bu tür bir organel, ilk kez bu keşifle gözlemlenmiş oldu. Bu ilginç keşif, hücrelerin çeşitliliği ve karmaşıklığı hakkında hâlâ ne kadar az bilgiye sahip olduğumuzu gösteriyor. Keşif ayrıca gelecekte kendi kendini "gübreleyebilecek" yani ihtiyaç duyduğu azotu kendi karşılayabilecek, nitroplast içeren bitkiler geliştirme fikrini akla getiriyor.

Bir tür deniz algi olan *Braarudosphaera bigelowii*'de keşfedilen nitroplast adlı yeni organelin (sağ altta, algin içindeki yuvarlak cisim) mikroskop görüntüsü.

19 Trol Balıkçılığı, Yılda 340 Milyon Ton Karbondioksit Salımından Sorumlu

Geçtiğimiz yıl yayımlanan bir araştırma, tahrip edici bir balıkçılık yöntemi olan trol kullanımının deniz tabanından büyük miktarda karbondioksit açığa çıkardığını ve bunun büyük bir kısmının atmosfere karıştığını ortaya koydu. Bulgulara göre trol ağlarının kullanımı, atmosfere yılda 340 milyon ton karbondioksit salımına neden oluyor. Bu miktar, küresel ölçekteki toplam karbondioksit salımının yaklaşık %1'ine karşılık geliyor. Bu da trol balıkçılığının, karbondioksit salımının daha önce pek ciddiye alınmamış ana kaynaklarından biri olduğu anlamına geliyor. Araştırmanın sonuçları, avlanması hedeflenen balık türlerinin yanı sıra başka bir çok deniz canlısının da yakalanmasına neden olduğu için biyoçeşitlilik açısından zaten çok sakıncalı olan trol balıkçılığının küresel ısınmayla mücadele açısından da sınırlandırılması ve kaçınılması gereken bir yöntem olduğuna işaret ediyor.



Deniz tabanına veya büyük su kütlelerine sarkıtılan ağır ağları sürüklemeye dayalı trol yöntemi, avlanmak istenen balık türlerinin yanında başka bir çok deniz canlısının da yakalanmasına neden olduğu için biyoçeşitlilik açısından sakınca taşıyor.

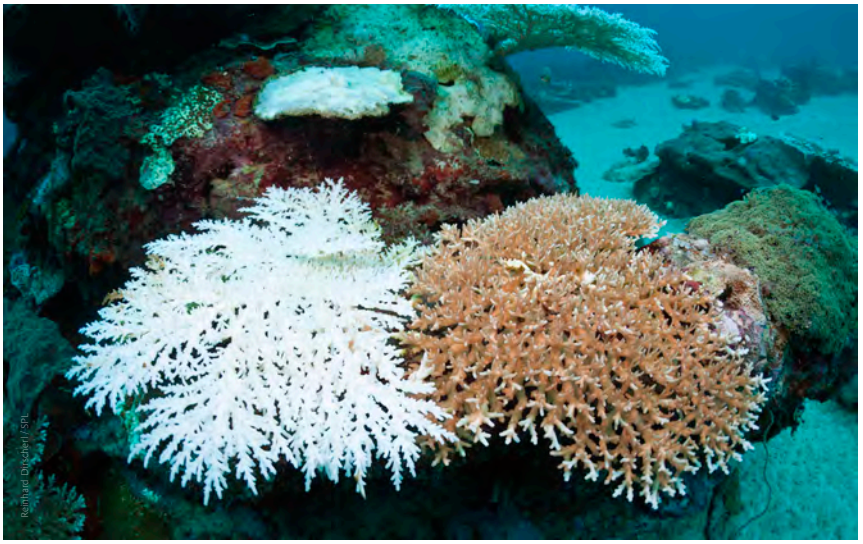
20 Dünya Çapında Yeraltı Suları Azalma Eğiliminde

Kırktan fazla ülkede bulunan 1.700'e yakın yeraltı su kaynağı üzerinde yapılan bir araştırma, kaynakların yaklaşık yarısının su seviyesinin 2000'den bu yana azaldığını ortaya koydu. İncelenen su kaynaklarının sadece %7'si ise söz konusu zaman zarfında yükselme gösterdi. Dünyanın her yerinden çok sayıda su kaynağını takip ederek yeraltı

su seviyelerinin ayrıntılarıyla ilgili küresel ölçekli bir tablo ortaya koymaya çalışan ilk araştırmalardan biri olan çalışma, *Nature* dergisinde yayımlandı. Yeraltı su kaynaklarının azalması, ekosistemler üzerinde tehdit oluşturmanın yanı sıra yeraltı su sistemlerinin dengelerini bozarak nehirlerin etrafa sızıntı yapması, arazilerin çökmesi ve deniz kıyılarındaki yeraltı su depolarının deniz suyuyla kirlenmesi gibi sonuçlar doğurabiliyor.

21 Mercan Resiflerinde Dördüncü Küresel Beyazlama Dalgası

Geçtiğimiz yıl ABD Ulusal Okyanus ve Atmosfer Dairesi (NOAA) araştırmacıları, küresel bir mercan beyazlaması dalgasının gerçekleşmekte olduğunu doğruladı. Bu, kayıtlarda geçen dördüncü ve son 10 yıldaki ikinci küresel dalga olma özelliğini taşıyor. Geçen yıl yayımlanan bir araştırma da Avustralya'da bulunan Büyük Bariyer Resifi'nin kuzey ve orta kesimlerinin %72'ye



varan ölüm oranlarıyla şimdiye kadar kaydedilmiş en şiddetli beyazlamayı yaşadığını gösterdi. Aralarındaki simbiyotik ilişki sayesinde mercanlara ihtiyaç duyduğu besin maddelerini sağlayan bazı alg türlerinin mercanların yüzeyinden uzaklaşmasına yol açan bir süreç olan mercan beyazlaması, özellikle de geniş ölçekli olduğunda ekonomileri, geçim kaynaklarını, gıda güvenliğini ve daha pek çok ekosistem hizmetini olumsuz etkiliyor. Ancak mercan beyazlaması, mercanların mutlaka öleceği anlamına gelmiyor. Beyazlama dalgasını tetikleyen baskı unsuru ortadan kalkarsa, mercanlar sağlıklı hâllerine dönüp insanların faydalandığı ekosistem hizmetlerini sağlamaya devam edebiliyor. İklim modellerinin, okyanuslar ısındıkça mercan beyazlaması etkilerinin sıklığının ve şiddetinin artacağını öngördüğünü söyleyen araştırmacılar, küresel ölçekteki bu çevre sorununa yine küresel ölçekte müdahale edilmesi gerektiğinin altını çiziyor.

22 Neuralink'in Beyin-Makine Arayüzü Uygulamaları

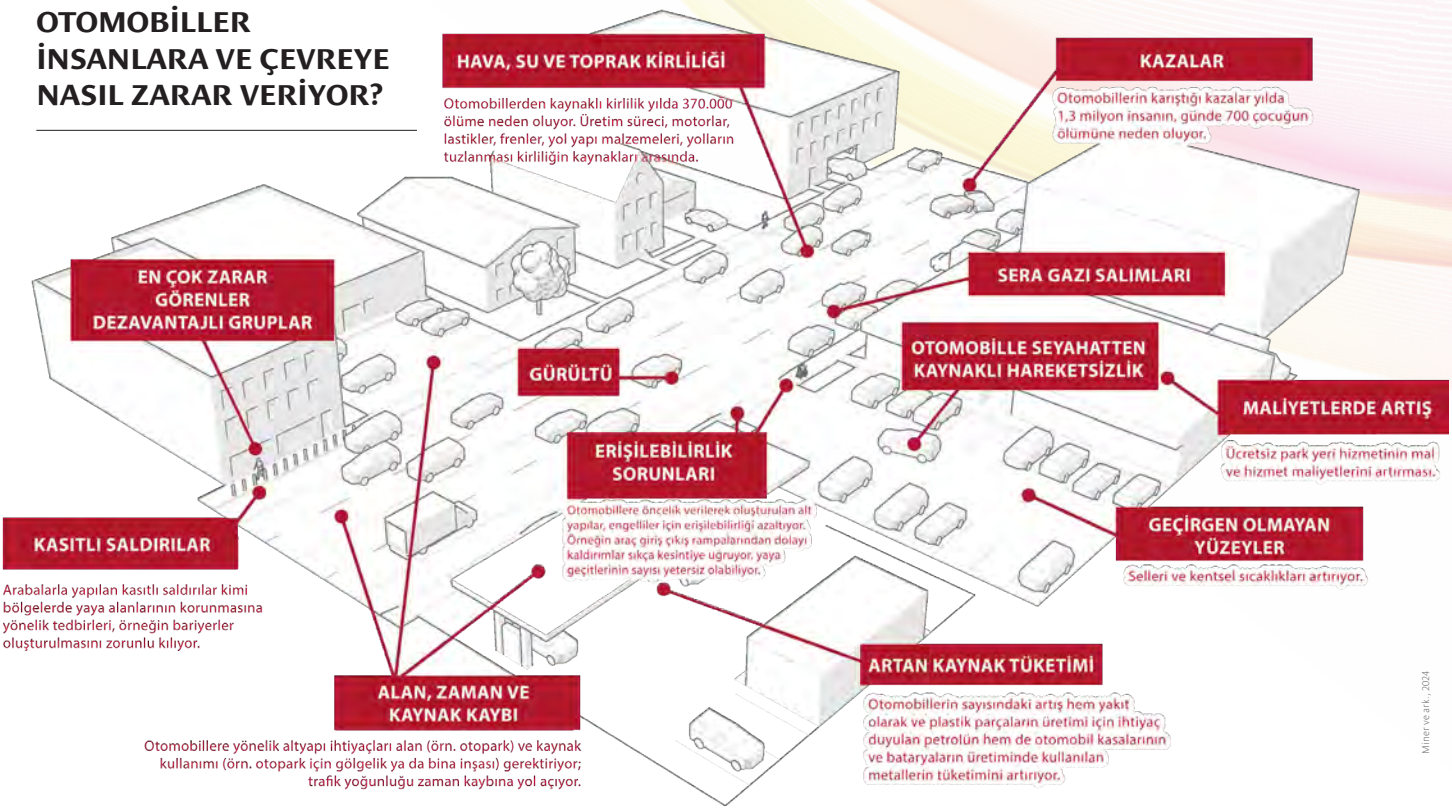
Beyne yerleştirilebilen beyin-bilgisayar arayüzleri (brain-computer interface, BCI) geliştirmek amacıyla çalışmalar yürüten Neuralink adlı şirket, geçtiğimiz yılın ocak ayında "Telepathy" adını verdiği ilk BCI cihazını bir hastaya başarıyla naklederek nöroteknoloji alanında kilometre taşı niteliğinde bir başarıya imza attı. Ağustos ayında ikinci bir hastaya da bir BCI cihazı nakledildi. Bu hasta, cihaz yardımıyla sadece düşüncelerini

kullanarak dijital cihazları kontrol edebiliyor ve video oyunları oynayabiliyordu. Eylül ayında şirketin "Blindsight" adlı deneysel implantı, ABD Gıda ve İlaç İdaresi tarafından "çığır açıcı cihaz" ünvanına layık görüldü. Bu implantın, doğrudan görsel korteksi uyarmak suretiyle görme engelli bireylere, optik sinirleri zarar görmüş olsa dahi yeniden görüş kazandırmaya yardımcı olması amaçlanıyor. Kasım ayında ise şirket, felçli bireylerin robotik kolları kontrol etmesini sağlayacak beyin implantları için denemeler yapmak için izin aldı. Ayrıca kasım ayında şirkete, Kanada'da da klinik denemelere başlama izni verildi. Tüm bu gelişmeler, Neuralink'in felç gibi nörolojik işlev kayıplarını tedavi etmeye ve insan yeteneklerini geliştirmeye yönelik implant şeklindeki beyin-bilgisayar arayüzlerini geliştirmedeki başarısını gösterdi.

23 Otomobillerin Zararlarını Özetleyen Araştırma

Geçtiğimiz yıl yapılan literatür taraması niteliğindeki bir araştırma, otomobillerin olumsuz etkilerine ilişkin önemli bulgular ortaya koydu. Araştırmacılar, bu olumsuz etkileri ölüm/yaralanma, sağlık sorunları, sosyal adaletsizlik ve çevreye zarar şeklinde dört kategoride topladı. Araştırmanın sonuçları, icadından bu yana otomobillerin 60-80 milyon insanın hayatını kaybetmesine ve en az 2 milyar insanın yaralanmasına neden olduğunu gösteriyor. Hâlihazırda her 34 ölümün birine otomobiller neden oluyor. Otomobiller, dünyanın her yerinde sosyal adaletsizlikleri şiddetlendiriyor. Örneğin otomobillere göre tasarlanan şehirler genellikle yayalar için yeterli toplu taşıma imkânlarına ve yaya yolu altyapısına sahip olmuyor, bu da otomobil kullanmayan insanlar için adaletsizliğe neden oluyor. Otomobiller ayrıca ekosistemlere de çeşitli şekillerde zarar veriyor. Araştırmacılar, bu zararların azaltılması için otomobil kullanımını azaltmayı teşvik eden politikaların benimsenmesi gerektiğini vurgularken buna yönelik uygulamaya hazır tedbir önerileri de sunuyor.

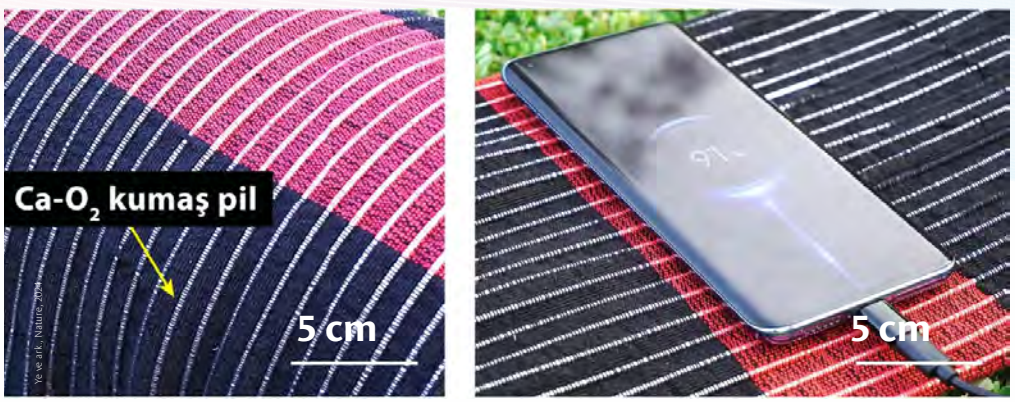
OTOMOBİLLER İNSANLARA VE ÇEVREYE NASIL ZARAR VERİYOR?



Kilner ve ark., 2024

24 700 Kez Dolup Boşalabilen Kalsiyum Temelli Pil

Çin'deki Fudan Üniversitesi araştırmacıları, ilk kez oda sıcaklığında 700 kez tamamen dolup boşalabilen kalsiyum temelli bir pil geliştirdi. Bu çığır açıcı buluş, lityum-iyon pillere çok daha ucuz ve sürdürülebilir bir alternatif sunuyor çünkü kalsiyum yeryüzünde lityumdan 2.500 kat daha bol bulunuyor. Araştırmacılar, bir kalsiyum-oksijen ($Ca-O_2$) sisteminden oluşan pili tekstil liflerine entegre ederek giyilebilir cihazlarda kullanılabilecek esnek bir kumaş pil prototipi de üretti. *Nature* dergisinde yayımlanan araştırmaya göre $Ca-O_2$ sistemi, kalsiyum temelli piller arasında kuramsal enerji yoğunluğu en yüksek olan sistem çünkü katot malzemesi olarak pilin içindeki bir maddeyi değil, havadaki oksijeni kullanıyor. Yeni pilin performansı henüz kısıtlı olsa da araştırmacılar, daha ileri mühendislik çalışmalarıyla bunu geliştirebileceklerini düşünüyor.

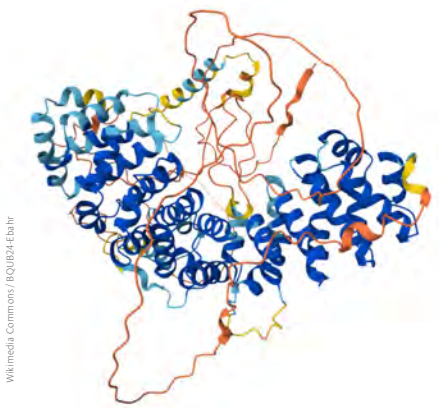


Ye ve ark., Nature, 2024

Solda $Ca-O_2$ yapılı pil liflerinden yapılan enerji depolayıcı kumaş, sağda bir cep telefonunu şarj etmekte olan bir kumaş pil

25 AlphaFold3'ün Nobel'le Taçlanan Çığır Açıcı Başarısı

Google bünyesindeki Deepmind, Isomorphics Labs ile birlikte proteinlerin, DNA'nın, RNA'nın ve biyolojik açıdan önemli çeşitli başka moleküllerin üç boyutlu yapılarını ve bunların birbirleriyle etkileşimlerini isabetli şekilde tahmin edebilen yapay zekâ modeli AlphaFold3'ü kullanıma açarak çığır açıcı bir başarıya imza attı. AlphaFold'un geliştirilmesinde en büyük rolü üstlenen iki bilim insanı Demis Hassabis ve John Jumper da protein yapılarının tahmin edilmesine yönelik çığır açıcı çalışmalarından dolayı 2024 Nobel Kimya Ödülü'ne layık görüldü. Proteinlerin ve diğer biyolojik moleküllerin yapılarının ve etkileşimlerinin hızlıca anlaşılabilmesi, hem hastalıkların daha iyi anlaşılmasına ve daha etkili tedaviler geliştirilmesine hem de biyolojik mekanizmaların aydınlatılmasına ve temel bilimsel keşiflerin hızlanmasına katkıda bulunacak.


Wikimedia Commons / BQUB24 Ebahr

Bir proteinin Alphafold3 kullanılarak oluşturulmuş üç boyutlu yapısı

26 İç Ortam Havasını Temizleyebilen Yapay Bitki

ABD'deki Binghampton Üniversitesi araştırmacıları, karbondioksitle beslenip oksijen ve elektrik enerjisi üreten yapay bitkiler geliştirdi. Yapay bitkiler iç ortamlardaki ışığı kullanarak fotosentez yapıyor ve karbondioksit

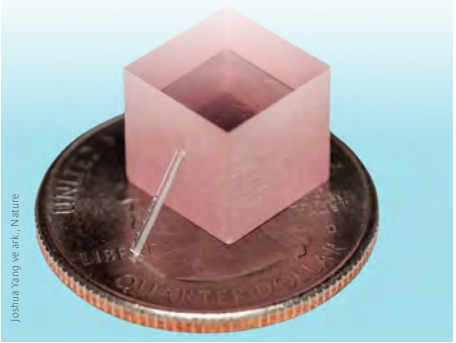
Jonathan Cohen

Binghamton Üniversitesinde geliştirilen yapay bitkiler, iç ortamlardaki ışığı kullanıp fotosentez yaparak ortamdaki karbondioksit düzeylerini %90'a varan oranlarda düşürebiliyor. Doğal bitkilerse bunu ancak %10 oranında başarabiliyor.

seviyelerini %90'a varan oranlarda azaltıyor. Karşılaştırmak gerekirse doğal bitkiler bunu sadece %10 oranında gerçekleştirebiliyor. Araştırmacılar, beş biyolojik güneş gözesini ve üzerinde çalışmalar yaptıkları fotosentetik bakterileri kullanarak deneme amacıyla bir sentetik yaprak oluşturmuştu. Ancak daha sonra bu düzeneğin potansiyelini fark edip beş sentetik yaprak kullanarak ilk bitkilerini oluşturdular. Sonra da bunun karbondioksit soğurma hızını ve oksijen üretme yeteneğini test ettiler. 140 mikrowatt değerindeki güç üretimi, şimdilik sadece bir yan fayda niteliğinde olsa da araştırmacılar, düzeneği geliştirerek en az 1 miliwattlık güç elde edebilmeyi umuyor.

27 Ufak, Ayarlanabilir ve Ucuz Yeni Bir Titanyum Safir Lazer

Stanford Üniversitesinden araştırmacılar, pompalama (lazerlerde atomların ya da moleküllerin uyarılması) kaynağı olarak sadece basit bir yeşil LED lambanın kullanıldığı kompakt bir titanyum safir lazer üretti. Araştırmacılar, titanyum safir lazerin üretim maliyetini ve karbon ayak izini üçte birine, güç tüketimini ise yarıya indirmeyi başardı. Geleneksel titanyum safir lazerlerin yüksek güç çeken lazerlerle "pompalanması" gerekiyor, bu yüzden de maliyetleri, 100.000 ABD doları gibi miktarları bulabiliyor. Buna karşılık Stanford ekibinin geliştirdiği cihazın

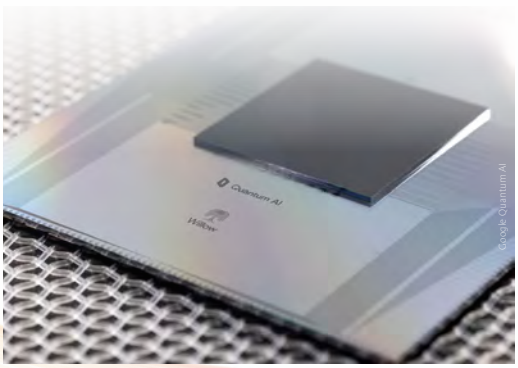


İnce bir çip üzerinde bulunan bir dizi titanyum safir lazerin, madeni bir para üzerinde çekilmiş bir fotoğrafı. Lazerleri taşıyan çip çok daha büyük bir titanyum safir kübe yaslanmış halde görülüyor.

pompalanma maliyeti sadece 37 ABD doları. Araştırmacılar, ayrıca titanyum safir lazerlerle daha önce yapılamayan iki şeyi daha başardı. Lazerin dalga boyunu ayarlayabildiler ve titanyum safir lazer sinyallerini yükselten bir cihaz ürettiler. Üretilen lazer, bilimsel araştırmalar ve endüstriyel uygulamalarda önemli bir rol oynayabilecek özellikte. Dolayısıyla bu yeni lazerin üretilmesi, bu tür lazerlerin daha erişilebilir hâle gelmesi için atılmış önemli bir adımı temsil ediyor.

28 Kuantum Hata Düzeltmesinde Önemli Gelişmeler

Geçtiğimiz yıl kuantum hesaplama konusunda önemli teknik gelişmeler kaydedildi. Harvard Üniversitesi, Massachusetts Teknoloji Enstitüsü (MIT) ve QeEra Computing'den araştırmacılar, 48 mantıksal kübit için hata düzeltmesini yapabildiklerini gösterdi. Google Quantum AI'den araştırmacılar ise süper iletken bir çip üzerinde yüzey kodu adı verilen yöntemi kullanarak kuantum bilgisayarlarda klasik davranışların ortaya çıkmasından daha kısa sürede hata düzeltmesi yapmayı başardı. Kuantum bilgisayarların klasik davranışlar göstererek performanslarının düşmesine neden olan ve kübitlerin çevreyle etkileşimden kaynaklanan hatalar, her kuantum bilgisayarı için darboğaz niteliğinde bir engel oluşturuyor. Bu darboğazın



Google Quantum AI'nin Willow adlı yenilikçi çipi

aşılması, kuantum hesaplama teknolojisinde devrim yaratabilir. İki araştırma ekibi, çok farklı kuantum sistemleriyle çalışarak buna yönelik önemli adımlar attı. Böylece kuantum bilgisayarlarının sadece laboratuvar tipi bilimsel araştırma araçları olmaktan çıkıp pratikte problem çözmeye yarayan makinelere dönüşmesini bir nebze daha olası hâle getirdiler.

29 NASA'nın OSIRIX-REx'inin Bennu'dan Gönderdiği Örnekler İncelendi

NASA'ya ait OSIRIX-REx uzay aracı tarafından Bennu adlı asteroitten alınıp Dünya'ya gönderilen örnekler, NASA'nın taşıyıcı kabın

kapağını açmaya yönelik üç ay süren çabaları sonucunda kaptan çıkarılıp incelenmeye alındı. Yapılan analizler, örneklerin karbonca ve su molekülü içeren minerallerce, dolayısıyla yaşamın

yapı taşı olan maddelerce zengin olduğunu ortaya koydu. Bu keşif, yaşam için gerekli organik maddelerin ve suyun Dünya'ya erken dönemlerinde Bennu gibi asteroidler tarafından getirildiğine ilişkin kuramı destekliyor. Ayrıca su molekülü içeren minerallerin varlığı, Bennu'nun bir zamanlar parçası olduğu gök cisminin su barındırdığını düşündürüyor. Bu da Güneş sisteminin geçmişine ilişkin fikirler veriyor.

30 JAXA'nın Uzay Aracı SLIM, Ay'a İndi

Geçtiğimiz yılın ocak ayında Japonya'nın uzay ajansı JAXA, SLIM (Smart Lander for Investigating Moon) adlı uzay aracını Ay yüzeyine indirerek önemli bir başarıya imza attı. Bu başarı, Japonya'yı Ay'a yumuşak iniş yapmayı başaran beşinci ülke konumuna getirdi. Ay yüzeyindeki Shioli kraterine yakın bir bölgeye inmesi hedeflenen SLIM, hassas iniş kabiliyeti sergileyebilecek şekilde tasarlandı. Ancak iniş sonrası değerlendirmeler, SLIM'in güneş panellerinin, muhtemelen Güneş'e doğru yönlenememelerinden dolayı güç üretmediğini gösterdi. Sonunda araç, dâhilî pillerini kullanarak çalıştı, bu piller de birkaç saat içinde bitti ve araçla iletişim kesildi. Ancak Ay'ın yörüngesindeki hareketi sırasında SLIM'in bulunduğu konumun aydınlanma koşullarındaki değişimle güneş panellerinin güç üretmesi ve araçla tekrar bağlantı kurulması mümkün oldu. Daha sonra aracın, bulunduğu konumda Ay'da gece yaşanırken uyku modunda kalması sağlandı. SLIM, takip eden Ay gecelerinde de görevini sorunsuz bir şekilde yerine getirerek gelecekteki Ay görevleri için çok değerli deneyim ve bilgiler sağladı. Nihayet iletişimin temelli kesilmesi sonucunda JAXA, ağustos ayında SLIM'in Ay yüzeyindeki operasyonlarını sonlandırdığını açıkladı.

31 Bir Özel Şirketin Ay'a Gerçekleştirdiği İlk Yumuşak İniş

2024'ün şubat ayında Intuitive Machines şirketinin Nova-C uzay aracını, diğer adıyla Odysseus'u Ay yüzeyine indirmeyi başarması, 1972'den bu yana ABD tarafından Ay'a gerçekleştirilen ilk yumuşak iniş olarak tarihe geçti. Bu, aynı zamanda özel bir şirketin Ay'a ilk kez bir uzay aracı indirişiydi. Uzaya SpaceX'e ait bir Falcon 9 roketiyle gönderilen Odysseus, Ay yörüngesine 21 Şubat'ta girip 22 Şubat'ta Ay yüzeyindeki Malapert A krateri yakınına indi. NASA'nın Ticari Ay Faydalı Yük Hizmetleri (CLPS) adlı inisiyatifi kapsamındaki görevde Ay'a, NASA tarafından geliştirilen altı faydalı yük ile ticaret ve eğitim alanından kuruluşlara ait birkaç faydalı yük taşındı. Yükler arasında İngilizce Wikipedia'nın bir versiyonu olan Lunar Library, Internet Archive'dan seçmeler, Gutenberg Projesi'nin bir kısmı gibi kültürel veriler de bulunuyor.

JAXA tarafından hazırlanmış, SLIM'in güneş panellerinin Güneş'ten uzağa yönlenmesine sebep olan hatalı iniş pozisyonunu gösteren temsili bir görsel

Bunların Ay yüzeyinde milyarlarca yıl okunabilir hâlde kalacağı tahmin ediliyor. İnişinin ardından Odysseus 144 saat kadar çalışarak Dünya'ya bazı bilimsel veriler gönderdikten sonra Ay'da gecenin başlamasıyla uyku moduna geçti. Bu görev, gelecekteki Ay görevleri için önemli bilgiler ve tecrübeler sağladı.

Odysseus'un Ay'ın yüzeyine inerken, yüzeye 30 metre kala aldığı bir görüntü

32 SpaceX'in Tamamıyla Yeniden Kullanılabilir Starship'i, Yörüngeden Başarıyla Döndü

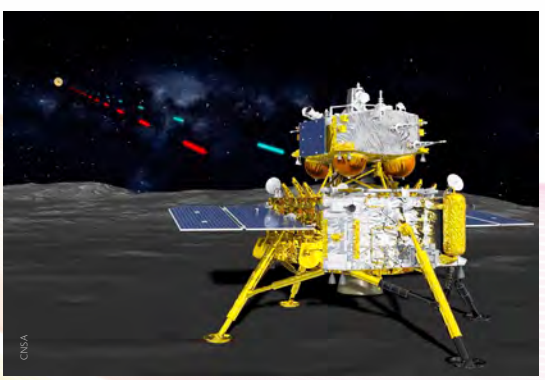
Geçtiğimiz yıl SpaceX Dünya'nın yörüngesine, Ay'a, Mars'a ve uzayın daha derinlerine gönderilecek uzay görevleri için tasarlanan, tamamıyla yeniden kullanılabilir Starship adlı uzay aracının geliştirilmesinde dönüm noktası niteliğinde aşamalar kaydetti. 14 Mart'taki üçüncü test uçuşunda Starship, planlanan yörünge altı güzergâhına girmeyi başardı. Uzay aracı, dönüşte bazı teknik aksaklıklardan dolayı Hint Okyanusu üzerinde atmosfere girişi sırasında infilak etse de bu test sonraki görevler için çok değerli veriler sağladı. 6 Haziran'daki dördüncü test uçuşu ise uzay ve havacılık tarihine geçecek bir başarıyla tamamlandı. Hem birinci kademe iticisi olarak işlev gören "Super Heavy" hem de Starship, atmosfere başarıyla girip okyanus üzerinde kontrollü dikey iniş gerçekleştirmeyi başardı. Starship'in 13 Ekim'deki beşinci test uçuşunda ise Super Heavy, fırlatma bölgesine geri dönerek, fırlatma kulesinde kurulu dev mekanik kollara sahip olan Mechazilla adlı sistem tarafından havada yakalandı. 19 Kasım'daki altıncı test uçuşu, Starship sisteminin kullanıma daha da hazır olduğunu gösteren daha geniş kabiliyetler sergiledi. SpaceX'in Falcon 9 ve Falcon Heavy roketleri, yörüngeye yük gönderme maliyetinin yaklaşık 10'da birine inmesini sağlamıştı.

Starship'in test uçuşlarından birindeki ateşlenme anı

Tamamıyla yeniden kullanılabilir Starship'in, maliyetleri daha da düşürmesi bekleniyor. Bu da uzay araştırmalarının giderek hız kazanacağı anlamına geliyor.

33 Çin'e Ait Chang'e-6, Ay'ın Öte Yüzünden Materyaller Getirdi

Çin Ulusal Uzay İdaresi, ilk kez Ay'ın öte yüzünden yeryüzüne materyal getirme başarısına imza attı. Ay'ın hiçbir zaman Dünya'dan görünmeyen öte yüzüne iniş



Chang'e-6 Ay aracının bir illüstrasyonu

yapmak, uzay araçlarıyla doğrudan iletişim kurmanın mümkün olmaması ve dev kraterlerle dolu arazi yapısı yüzünden zor bir süreç. Ay'ın keşfedilmemiş öte yüzünün, Dünya'ya bakan yüzünden neden farklı göründüğü ise bilim insanları arasında merak konusu. Çin'in Ay'ın öte yüzüne gönderdiği Chang'e-6 adlı uzay aracı, dört parçadan oluşuyordu. 3 Mayıs'ta uzaya fırlatılan Chang'e-6, farklı modülleri yardımıyla 1 Haziran'da indiği Ay yüzeyinden 48 saat içinde 1,9 kg materyal alıp 15

Temmuz'da Dünya'ya dönmeyi başardı. Kasım ayında bilim insanları, bu materyallere ilişkin ilk bulguları açıkladı. Ay'dan gelen materyallerde bulunan ve volkanik kayaç türlerinden biri olan bazalt oluşumları 2,8 milyar yıl öncesine tarihlendi. Bu da Ay'ın öte yüzünün o zamanlar volkanik açıdan etkin olduğuna işaret ediyor.

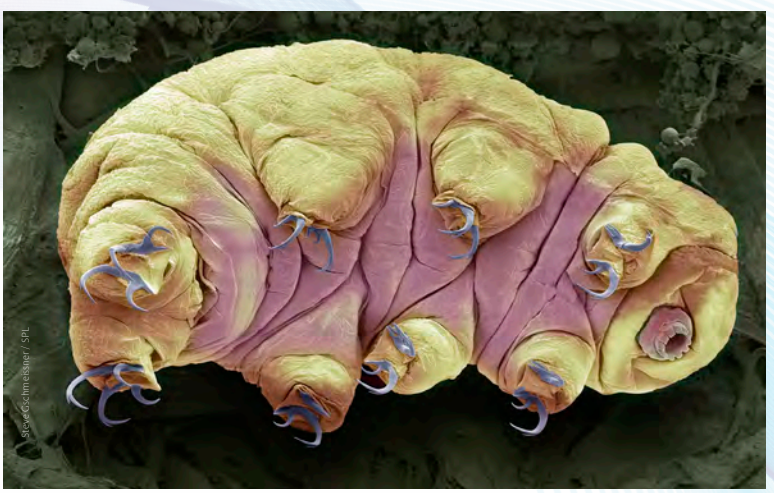
34 JWST, 2024'te Evrene İlişkin Ezber Bozan Bilgiler Sağladı

2022'nin şubat ayında aynaları ilk defa ışık toplamaya başlayan NASA'nın James Webb Uzay Teleskobu'nun (JWST) sağladığı veriler ve görüntüler sayesinde 2024 yılında evrene dair çok önemli keşifler yapıldı. Mayıs ayında JWST, JADES-GS-z14-0 adlı, bilinen en uzak gök adayı, Büyük Patlama'dan sadece 290 milyon yıl sonraki hâliyle görüntüledi. Bu keşif, evrenin erken dönemlerinde oluşan ilk gök adaların oluşumuyla ilgili var olan modelleri sorgulatan nitelikteydi. Kasım ayında JWST, her birinin yaşı 12,8 milyarın üzerinde ve genişliği yaklaşık bizim gök adamız kadar olan aşırı büyük kütleli üç "kırmızı canavar" gök ada keşfetti. Bu gök adalarda yeni yıldızların oluşma oranı yüksekti. Gök ada oluşumuyla ilgili mevcut kuramlar bu gözlemleri açıklayamadığından yeniden gözden geçirilmeleri gerekiyor. Ayrıca JWST, kütleçekimiyle bağlı olduğu yani yörüngesinde dolandığı bir yıldızı olmayan "başıboş" gezegenler görüntüledi. Bu keşif de gezegen oluşum süreçlerine ışık tutan veriler sağladı. Tüm bu keşifler ve daha fazlası, JWST'nin evreni algılayışımızı derinleştirmede ne kadar önemli bir rol üstlendiğini gösteriyor.

Gök adamızın en yakın komşularından biri olan Küçük Macellan Bulutu'nda yer alan NGC 346 adlı devasa yıldız kümesinin JWST tarafından alınan bir görüntüsü

35 Su Ayılarının Radyasyona Karşı Dayanıklılığının Sırrı Çözüldü

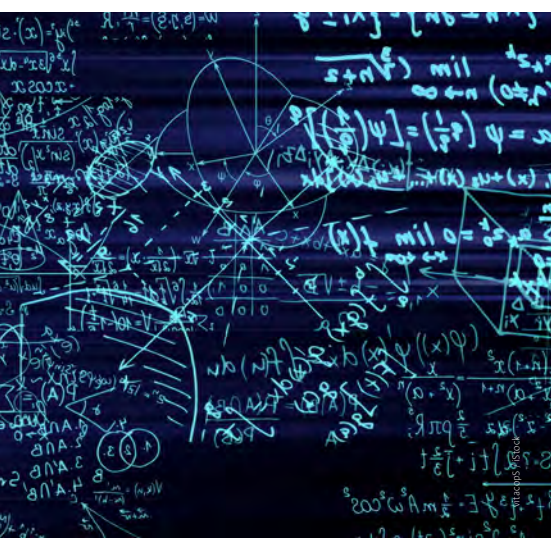
Uç çevre koşullarına karşı dayanıklılık göstermeleriyle bilinen su ayılarının (tardigradlar) dikkat çekici DNA onarım mekanizmaları sayesinde insanlar için öldürücü olabilen radyasyon dozlarına dayanabildiği gösterildi. Fransız Ulusal Doğa Tarihi Müzesinden Dr. Anne De Cian ve ekibi, su ayılarını yüksek dozdaki gama ışınlarına maruz bırakarak bu canlılarda DNA hasarı oluşturdu. Bu hasara rağmen su ayıları, DNA'larını hızla onarıp normal yaşamsal işlevlerini sağlıklı bir şekilde sürdürmeye devam etmeyi başardı. Bu canlılar, DNA onarımında rol oynayan bir çok proteininin yanı sıra TRD1 gibi özgün proteinler de üretiyor. TRD1 proteininin, radyasyona bağlı DNA hasarına karşı kromozomlara dayanıklılık sağladığı düşünülüyor. Daha önce yapılan araştırmalar, DNA molekülünde bağların kopması sonucu oluşan kırılmaları engelleyen Dsup gibi proteinlerin DNA'yı radyasyondan bir ölçüde koruduğunu göstermişti. Ancak yeni araştırma, su ayısının radyasyon karşısında temel hayatta kalma stratejisinin DNA onarımı olduğuna işaret ediyor. Bulguların DNA hasarıyla ilişkili kanser gibi hastalıklara yönelik tedaviler geliştirilmesine ilham kaynağı olabileceği düşünülüyor. Öte yandan su ayılarının uç koşulları nasıl atlatabildiği hâlâ büyük ölçüde çözülememiş bir gizem olarak keşfedilmeyi bekliyor.



Bir su ayısının taramalı elektron mikroskobu (SEM) görüntüsü (yaklaşık 1000 kez büyütülmüş)

36 İki Büyük Matematik Problemi, Aynı Matematikçi Tarafından Çözüldü

Rutgers Üniversitesinde Matematik Profesörü olan Pham Tiep, uzun yıllardır çözülemeyen birbirinden bağımsız iki önemli matematik problemini çözmeyi başardı. Tiep ilk olarak, 1955'te Richard Brauer tarafından öne sürülen Sıfır Yükseklik Kestirimi'ni (Height Zero Conjecture) kanıtladı. Bu kestirimi kanıtlamak, matematiğin "sonlu grupların temsil kuramı" olarak bilinen, alanındaki en zorlu problemlerden biri olarak görülüyordu. Tiep'in ikinci başarısı ise temsil kuramının temelini oluşturan parçalardan biri olan Deligne-Lusztig kuramına ilişkin bir problemi çözmesiydi. Uzun süredir çözüm bekleyen bu iki problemin çözümü, hem doğadaki ve bilimdeki yapıların ve nesnelerin simetrilerine hem de kimya ve fizikten mühendisliğe, bilgisayar biliminden ekonomiye çok çeşitli alanlarda ortaya çıkan çeşitli rastlantısal süreçlerin uzun vadeli davranışlarına ilişkin anlayışımıza katkıda bulunabilir.



Tracey Nicholls/Shutterstock

37 Geometrik Laglands Kestirimi Kanıtlandı

Flavia Korlachetti / Getty

Geçtiğimiz yıl matematik alanındaki belki de en önemli gelişme Laglands programında gerçekleşti. Laglands programı, gerçekleşmesi durumunda matematiğin çok farklı alanları arasında bağlantı kuracak olan, çok sayıda matematikçinin yüksek bir motivsyonla emek verdiği 50 yıllık bir hedefi ifade ediyor. Temel amacı, matematiğin birbiriyle ilişkisi yokmuş gibi görünen çok ayrı alanları arasındaki ilişkileri ortaya çıkarmak. Ancak Laglands programının sonuçlarını kanıtlamak, genel olarak çok zor. Hem içerdiği matematiksel ifadeler hem de bunları kanıtlamak için gerekli teknikler, aşırı derecede karmaşık ve üst düzey. Geçtiğimiz yıl bir grup matematikçi, Laglands programının merkezi bir unsuru olan geometrik Laglands kestirimini kanıtlamayı başardı. Kanıtın, programın geri kalanında da gelişmelerin önünü açması bekleniyor. Yaklaşık 30 yıllık bir iş birliğiyle ulaşılan bu sonuç, modern matematikte kilometre taşı niteliğinde muazzam bir başarı olarak kabul ediliyor.

38 Yapay Zekânın Hızla Gelişen Matematiksel Becerileri

Büyük dil modellerine dayalı yapay zekâ sistemleri ilk kullanıma açıldığında matematiksel becerileri oldukça sınırlıydı. Örneğin bu sistemler sayıları doğru toplayamıyor, karmaşık sözlü problemleri çözemiyordu. Ancak geçtiğimiz yıl Google DeepMind'ın geliştirdiği yeni modeller, lise öğrencilerine yönelik dünyanın en önemli matematik yarışması olan Matematik Olimpiyatı'nda insanlarla rekabet edebilecek düzeyde başarı gösterdi. Google DeepMind'ın, ilk sürümünü ocak ayında duyurduğu AlphaGeometry2, Matematik Olimpiyatları'nda altın madalyayı

kolayca kazanabiliyordu. Google'ın, AlphaGeometry 2'yi büyük dil modeli olan Gemini ile bütünleştirerek oluşturduğu AlphaProof ise daha genel problemleri çözebiliyordu. Çok büyük bir başarı ürünü olan AlphaProof, yapay zekânın matematiksel becerilerinin ne kadar hızlı geliştiğini gösterdi ve günün birinde bu teknolojinin, orijinal matematik araştırmalarında katkı sağlayabileceği ümidini doğurdu.

39 Beynin Akış Hâline Nasıl Girdiği, Nörolojik Olarak Anlaşıldı

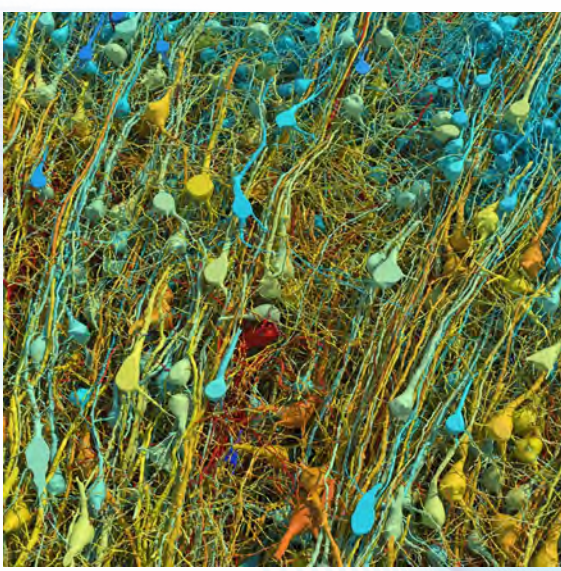
Psikolojide, bir etkinliği gerçekleştirmekte olan kişinin enerjik bir şekilde yaptığı işe odaklandığı, tamamen o işe daldığı ve etkinlik süresince keyif alarak kendini tamamen o işe verdiği zihinsel duruma "akış", o durumda olmaya da "akışta olmak" deniyor.

Caz müzisyenlerinin doğaçlama yaparkenki beyin etkinlikleri üzerindeki analizler, yaratıcı akış hâlinin daha iyi anlaşılmasına katkıda bulundu.

Akış, daha çok müzisyenlerin ve atletlerin performanslarına odaklanmaları için kullanılsa da iş insanlarından bilim insanlarına, tasarımcılardan öğrencilere, yaratıcı fikirler ve ürünler ortaya koymak isteyen pek çok kişi, akışta olabilmeyi istiyor. Akış durumuyla ilgili pek çok araştırma yapılmışsa da bunların çoğu, kişilerin kendilerine ilişkin bildirimlerine dayanıyor. Drexel Üniversitesindeki Yaratıcılık Araştırma Laboratuvarından araştırmacılar ise yenilikçi düşünme becerisi gerektiren bir eylem sırasında akışla ilintili beyin etkinliğini inceleyerek beynin bu duruma nasıl girdiğini ilk kez nörolojik olarak gösterdi. 32 caz gitaristinin doğaçlama yaparkenki elektroensefalogram (EEG) kayıtlarını analiz eden araştırmacılar, akış hâlini "yapılan işte usta olunması ve bilinç kontrolünün kalkması" şeklinde açıklayan hipotezi destekleyici bulgulara erişti. Bu bulguların, insanların akış hâlinden yararlanmasını sağlayacak teknikler geliştirilmesine yardımcı olabileceği düşünülüyor.

40 İnsan Beyninin Bir Milimetreküpü Ayrıntılı Olarak Haritalandı

Google araştırmacıları, insan beyin korteksinin bir milimetreküplük bir kısmındaki 150 milyon sinaptik bağlantının (sinir hücreleri arasındaki kimyasal ve elektriksel bağlantılar) tamamını nano ölçekte haritaladı. *Science* dergisinde yayımlanan araştırma sonunda elde edilen hücre atlasına çevrimiçi olarak da erişilebiliyor. Hücre türlerinin sınflandırılmasını ve haritalandırılmasını sağlayan atlas, nöronlar arasındaki yeni bağlantı örüntülerinin, birbirleri etrafında sarmalanıp düğümler oluşturan hücrelerin ve birbirinin neredeyse ayna görüntüsü olan nöron çiftlerinin varlığını ortaya koydu. Araştırmacılar, beyin parçasını her biri 34 nm kalınlığındaki yaklaşık 5.000 dilime ayırıp bunları elektron mikroskobuyla görüntüledi. Daha sonra mikroskop görüntülerini bir araya getirip örneğin tamamını üç boyutlu olarak canlandırmalarını sağlayacak bir yapay zekâ modeli oluşturdu. Bütün hâldeki bir beynin hacimce milyonda birini oluşturan örnek, 57.000 hücre ve 150 milyon sinaps içeriyordu. Korteksin işleyişinin daha derinlemesine anlaşılması, bazı psikiyatrik ve nörodejeneratif hastalıkların tedavilerine yönelik ipuçları sağlayabilir.



Elektron mikroskobu verilerinin birleştirilmesiyle oluşturulan bu görselde, beyin korteksinin bir parçasındaki nöronların konumları görülüyor. Görseldeki nöronlar, boyutlarına göre renklendirilmiş.

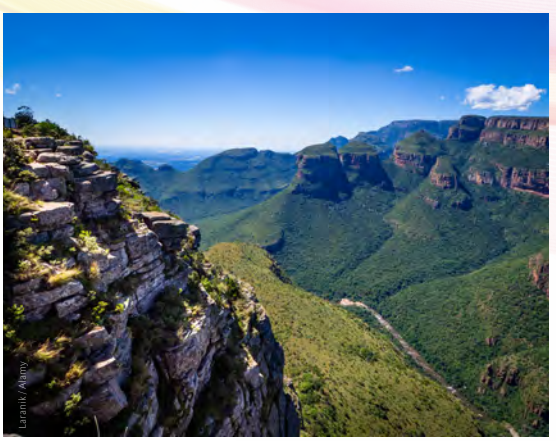
41 Sirke Sineğinin Beyni Bütün Olarak Haritalandı

Bilim insanları, yaygın olarak kullanılan bir model organizma (genellenebilir biyolojik çıkarımlar yapmak üzere incelenen canlılar) olan sirke sineğinin (*Drosophila melanogaster*) beyninin tamamını haritalamayı başardı. *Nature* dergisinde yayımlanan araştırmada 139.000'den fazla nöron arasındaki 50 milyondan fazla bağlantı, ayrıntılarıyla ortaya kondu. Elde edilen harita, bilim insanlarının "konektom" adı verilen tüm beyne ait bağlantıların şemasını oluşturmasını sağladı. Daha önce bir nematod (bir çeşit yuvarlak solucan) olan *Caenorhabditis elegans* ve larva hâlindeki sirke sineğinde de benzer çalışmalar yapılmıştı ancak yetişkin sirke sineği çok daha karmaşık bir beyne sahip. Araştırmada özellikle beyindeki bağlantıların hayvanın davranışlarıyla ne şekilde ilişkili olduğuna dair sorulara yanıt arandı. Görece basit de olsa bir beynin bütün olarak işleyişinin daha iyi anlaşılması, bilim insanlarına genel olarak başka canlıların beyinlerindeki süreçlere ilişkin ipuçları da sağlayabilir.

Bir sirke sineğinin (*Drosophila melanogaster*) taramalı elektron mikroskobu (SEM) görüntüsü (yaklaşık 70 kez büyütülmüş)

42 Manto Dalgaları, Yeryüzünün Şekillenmesinde Etkili

Geçtiğimiz yıl yayımlanan bir araştırmada yeryüzünde, kıtaların iç kısımlarındaki yüksek platoların oluşumu, manto katmanındaki dinamik süreçlerle ilişkilendirilerek daha önce bilinmeyen bir süreç keşfedildi. Kıtalar ayrılırken birbirinden uzaklaşan sınır bölgelerinde büyük uçurumlar oluşur. *Nature* dergisinde yayımlanan araştırmada bu sürecin Dünya'nın manto katmanında bir dalga oluşturduğu, bu dalganın da on milyonlarca yıl boyunca ilerleyerek kıta içlerinde yükseltiler oluşturduğuna işaret eden bulgular elde edildi. Son süper kıta olan Gondwana'nın parçalanması sırasında oluştuğu anlaşılan büyük uçurumların Brezilya'daki, Hindistan'daki ve Güney Afrika'daki örneklerini inceleyen araştırmacılar topografik analizler ve bilgisayar simülasyonlarından yararlanarak kıtaların ayrılma süreçleri sonucu manto katmanında oluşan yüzey altı dalgaları modelledi. Ayrıca, manto dalgalarının yüzeyde gözlemlenen yükselti ve erozyon örüntüleriyle tutarlı olduğunu keşfetti. Bulgular yüzey topografyasının çok daha derinlerdeki süreçlerle doğrudan bağlantılı olduğuna işaret ediyor. Bu yeni keşif, tektonik süreçler ile manto dinamiklerinin Dünya'nın yüzeyini şekillendirirken nasıl etkileştiğine ışık tutuyor.



Güney Afrika'nın merkezi platosu, derinlerde ilerleyen manto dalgaları tarafından yukarı itilmiş olabilir.

43 Dünya ile Mars'ın Etkileşimine Bağlı Periyodik İklim Değişimi Keşfedildi

Denizlerin derinliklerine ait jeolojik verileri inceleyen araştırmacılar, Dünya ve Mars'ın yörüngeleri, geçmişteki küresel ısınma örüntüleri ve derin okyanus akıntıları arasında bir bağlantı keşfetti. Derin okyanus akıntılarında 2,4 milyon yıllık bir döngü keşfeden araştırmacılar, bu döngünün Güneş'ten gelen enerjinin arttığı ve iklimin daha sıcak olduğu periyotlarla ilişkili olduğunu gösterdi. Bu döngünün 2,4 milyon yıllık zaman aralıkları ile gerçekleşmesine getirebildikleri tek açıklama ise Güneş etrafındaki yörüngelerinde dolanırlarken Dünya ve Mars'ın arasında periyodik olarak gerçekleşen etkileşimlerdi. Araştırmacılar, gezegenlerin kütle çekim alanları arasındaki etkileşimlerin, gezegenlerin yörüngesini dönemsel olarak mükemmel bir çembere daha yakın hâle getirdiğini belirtiyor. Bu da örneğin Güneş'ten Dünya'ya ulaşan radyasyon miktarının arttığı ve iklimin daha ılıman olduğu periyodik dönemler olduğu anlamına geliyor. Ancak jeolojik zaman ölçeğinde gerçekleşen bu döngülerin, günümüzün insan kaynaklı sera gazı salımına bağlı olarak hızlı bir şekilde ortaya çıkan küresel ısınmayla bir ilgisi yok.

buradaki / iStock

44 Yapay Zekâyla İlgili İlk Yasal Çerçeve

Geçtiğimiz yıl, yapay zekâ konusunda dünyanın ilk kapsamlı hukuksal düzenleme çerçevesi olan Yapay Zekâ Yasası, Avrupa Birliği Parlamentosu tarafından kabul edilerek yürürlüğe girdi. Avrupa Birliği, dijital stratejisinin bir parçası olarak yapay zekâ teknolojisinin geliştirilmesine ve kullanımına yönelik kapsayıcı ve güvenli kriterler oluşturmak amacıyla bu teknolojiyle ilgili düzenlemeler yapmak istiyor. Yeni yasal düzenlemeye göre yapay zekâ sistemleri, kullanıcılara getirdikleri risklerin düzeyine göre kabul edilemez risk taşıyanlar, yüksek risk taşıyanlar, sınırlı risk taşıyanlar ve asgari risk taşıyanlar şeklinde dört sınıfa ayrılıyor. Farklı risk sınıflarındaki sistemler, farklı düzenlemelere tabi tutuluyor.

beck_jack10 / iStock

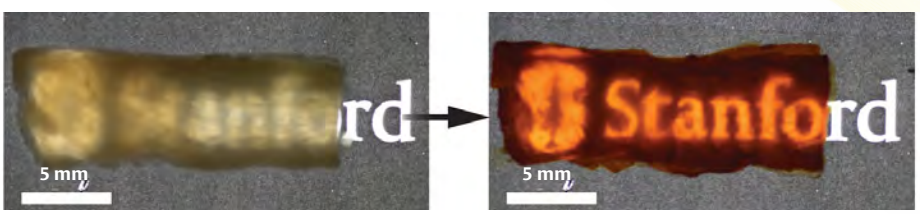
45 RNA Temelli İlk Pestisit Kullanımda

Geçtiğimiz yıl RNA temelli ilk pestisit (tarım ilacı olarak da bilinir), ABD Çevre Koruma Ajansı (EPA) tarafından onaylanarak kullanıma girdi. Colorado patates böceğine karşı geliştirilen pestisit, bu böceğe özgü bir geni hedef alan, belirli bir nükleotid (DNA ve RNA'yı oluşturan yapı taşı moleküller) dizilimine sahip RNA molekülleri içeriyor. Böceğin larvaları, pestisit uygulanan yaprakları yediği zaman bu RNA molekülleri, larvanın vücudundaki önemli bir proteinin üretilmesini bloke ederek larvanın birkaç gün içinde ölmesine neden oluyor. Yöntem, çoğu hücrenin gen etkinliğini düzenlemek ve kendini virüslere

karşı savunmak için kullandığı doğal bir süreç olan RNA girişimi (RNA interferansı, RNAi) mekanizmasına dayanıyor. Savunucuları, bu yöntemle üretilen pestisitleri, hâlihazırda yaygın olarak kullanılan kimyasal pestisitlerden farklı olarak hedefe özel etki gösterdikleri için daha çevreci buluyor.

46 Işık Soğuran Gıda Boyası, Farelerin Derisini Şeffaf Hâle Getiriyor

önemli zorluklardan biri, dokuların ışığın farklı yönlere saçılmasına neden olması sonucu dokunun opak (ışık geçirmeyen) özellik göstermesidir. Araştırmacılar, yaygın olarak kullanılan sarı renkte bir gıda boyası olan tartrazinin, yakın morötesi ve mavi ışığı güçlü bir şekilde soğurarak biyolojik dokuları şeffaf hâle getirebildiğini keşfetti. Boyayı canlı farelerin karın, kafa ve arka bacak bölgelerinde deri üstüne uyguladıklarında hayvanların karaciğer, ince bağırsak ve mesane gibi organlarını, ayrıca farelerin beyinlerindeki kan akışını ve arka bacak kaslarındaki sarkomer adı verilen lif türlerinin ayrıntılı yapısını herhangi bir cerrahi müdahale olmaksızın görebildiler. Elde ettikleri şeffaflaştırma etkisi, boyanın basitçe durulanmasıyla ortadan kaldırılabiliyordu. Optik şeffaflaştırma tekniği, şimdilik sadece hayvanlarda denendi. Ancak güvenliği kanıtlanırsa gelecekte bazı girişimsel (vücut dokusunun kesilmesi ya da delinmesi gibi işlemler içeren) tetkik yöntemlerine alternatif teknikler geliştirilmesini sağlayabilir.



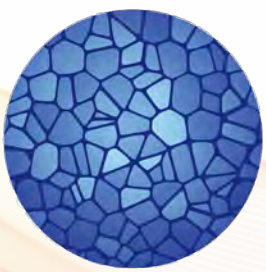
Zhao Ou et al., *Science*

Bir tavuğun göğüs dokusuna ait parçanın üzerine tartrazin uygulanmadan önceki (solda) ve uygulandıktan sonraki görünümü (sağda)

Stanford Üniversitesinden bilim insanları, farelerin derisini geçici olarak şeffaf hâle getiren bir yöntem geliştirdi. Biyolojik dokuları optik yani ışık kullanılan tekniklerle görüntülerken karşılaşılan en

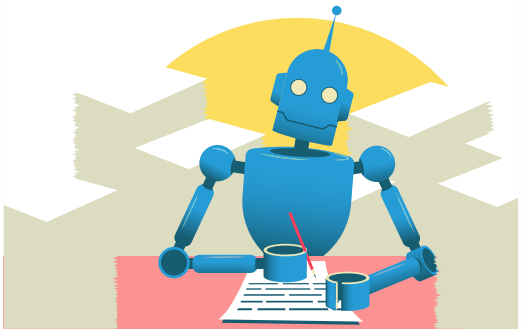
47 İnsan Hücre Atlası Konsorsiyumundan Önemli Başarılar

Geçtiğimiz yılın kasım ayında İnsan Hücre Atlası (Human Cell Atlas) konsorsiyumu, *Nature* dergisinde ve Nature Yayıncılık tarafından yayımlanan başka *Nature Portfolio* dergilerinde yayımlanan 40'tan fazla araştırma makalesiyle insan vücudunu oluşturan hücrelere ilişkin anlayışı derinleştirme çabalarında kaydettiği önemli başarıları bilim dünyasıyla paylaştı. Makalelerde plasenta ve iskeletin nasıl oluştuğu, bağırsak ve kas hücrelerinin yeni keşfedilen işlevleri ve özellikleri, akciğerin COVID-19'a yönelik tepkileri, genetik çeşitliliğin hastalıkları nasıl etkilediği gibi konularda araştırmalar yer alıyor. Etkileri şimdiden görülmeye başlanan büyük ölçekli veri setleri, yapay zekâ algoritmaları ve biyomedikal keşifler, makalelerdeki dikkat çeken gelişmeler arasında.



HUMAN CELL ATLAS

48 İnsanlar, Yapay Zekâ Ürünü Şiirleri Gerçek Şiirlerden Ayırt Edemiyor



iStock / Moor Studio

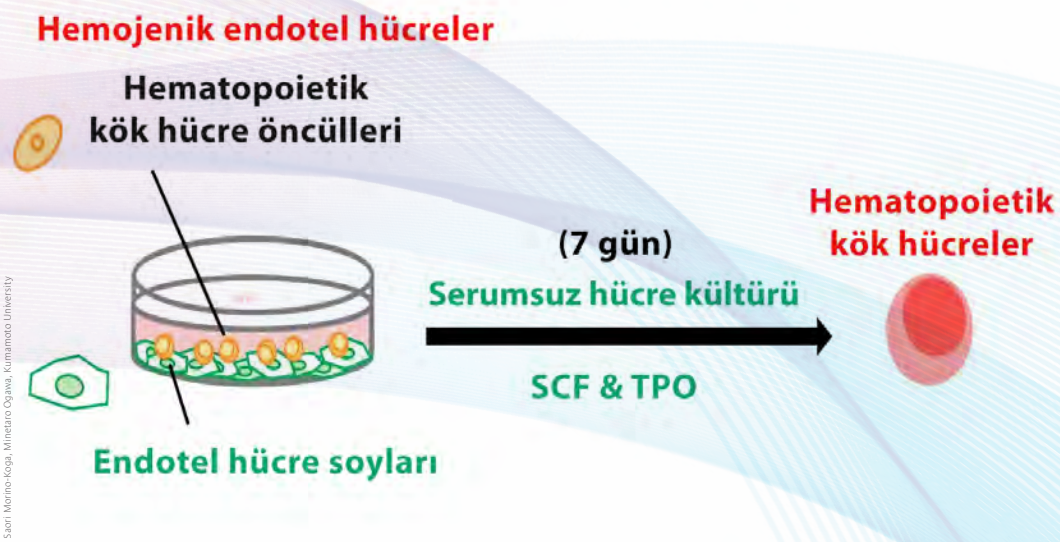
Scientific Reports dergisinde yayımlanan bir araştırmaya göre okurlar, yapay zekâ tarafından üretilen şiirlerle insanların yazdığı şiirleri ayırt edemedikleri gibi yapay zekâ tarafından üretilenleri tercih etme eğilimi gösteriyor. Araştırmacılar, yaptıkları deneylerde 1.634 katılımcıdan, yapay zekâ ürünü şiirlerle gerçek şairlere ait şiirleri birbirinden ayırt etmelerini istedi. Araştırmacılara göre katılımcıların yapay zekâ ürünü şiirleri tercih etmesinin sebebi, bu şiirlerin ünlü şairlere ait şiirlere göre daha kolay anlaşılabilmesi. Genellikle insanların yazdığı şiirleri tercih edecekleri ön kabulüne sahip olan katılımcılar, yapay zekâ ürünü şiirleri daha kolay değerlendirip anlamalarını, bu şiirlerin insan ürünü olduğunun işareti sayıyor ve bu nedenle de yanılıyorlar.

49 Hematopoietik Kök Hücreler İlk Kez Hücre Kültüründe Üretildi

Kumamoto Üniversitesinden bilim insanları, hematopoietik kök hücreleri (HSC) *in vitro* olarak yani laboratuvar ortamında vücut dışında üreterek kök hücre biyolojisi alanında önemli bir başarıya imza attı. Vücutta hayat boyunca kan hücrelerinin üretilmesini sağlayan birincil kaynak olan hematopoietik kök hücreler, gelişimlerini çeşitli aşamalardan geçerek tamamlıyor. Araştırmacılar, her bir başkalaşım aşaması için gereken spesifik sinyal moleküllerini keşfetti ve bu sayede hematopoietik kök hücreleri, vücut dışında hücre kültüründe üretmeyi başardılar. Geliştirdikleri kültür sistemi, hematopoietik kök hücrelerin nasıl geliştiğinin daha iyi anlaşılmasını sağlamakla kalmayıp gelecekte kök hücre tedavileri ve kan hastalıklarına yönelik tedaviler geliştirilmesinde kullanılabilecek bir araç olarak ümit vadediyor.

50 Gıda Atığı Kullanarak Elektronik Atıktan Altın Eldesi

Advanced Materials dergisinde yayımlanan bir araştırmada bilim insanları, gıda atıklarından elde ettikleri bir malzeme yardımıyla elektronik atıklardan yüksek saflıkta altın geri kazanmayı başararak sürdürülebilirlik açısından iki önemli kazanım sağladılar yani hem gıda atıklarını yeniden kullanmış hem de elektronik atıkları geri



Saori Morino-Koga, Minetaro Ogawa, Kumamoto University

Araştırmacılar hematopoietik kök hücrelerin gelişim sürecini *in vitro* bir kültür sisteminde gerçekleştirmeyi başardı. Piyasada bulunabilen hemojenik endotel hücre (erken embriyonik gelişim sırasında hematopoetik kök hücreleri oluşturma kapasitesine sahip özel bir endotel hücre türü) soylarını öncül hücre olarak kullanan araştırmacılar, sadece iki sinyal molekülü (kök hücre faktörü, SCF ve trombopoietin, TPO) ekleyerek nakletmeye hazır hematopoietik kök hücrelerin oluşumunu tetikleyebildi.

dönüştürmüş oldular. Üstelik araştırmacılar, kullanılan ham maddenin düşük maliyetli olmasından dolayı yöntemin kar sağlayabilecek özellikte olduğunu söylüyor. Araştırmacılar, süt endüstrisindeki bir yan ürün olan peynir altı suyundan elde edilen küçük protein liflerini, altını elektronik atıklardan geri

Peynir altı suyundan elde edilen küçük protein lifleri yardımıyla elektronik atıklardan elde edilen altın granülleri

dönüştürmek amacıyla kullandı. Dünyada her yıl 61,3 milyon ton elektronik atık üretiliyor ve elektronik atıklar, en hızlı büyüyen atık kategorisini oluşturuyor. Akıllı telefonlardaki ve bilgisayarlardaki elektronik bileşenler, altın gibi değerli birçok metal içeriyor. Bu yüzden de bu metalleri geri dönüştürmek sürdürülebilirlik açısından önem taşıyor. ■

Kaynaklar

1. https://wmo.int/media/news/wmo-confirms-2024-warmest-year-record-about-155degc-above-pre-industrial-level
2. https://www.sciencedaily.com/releases/2024/08/240801121701.htm
3. https://physicsworld.com/a/top-10-breakthroughs-of-the-year-in-physics-for-2024-revealed/
4. https://www.eurekalert.org/news-releases/1057377
5. https://sitn.hms.harvard.edu/flash/2024/a-new-way-to-beat-the-heat-scientists-develop-an-elastocaloric-cooling-device/
6. https://www.sciencealert.com/forget-billions-of-years-scientists-have-grown-diamonds-in-just-150-minutes
7. https://www.theguardian.com/society/2024/feb/28/ultra-processed-food-32-harmful-effects-health-review
8. https://www.iflscience.com/world-first-as-donor-heart-travels-nearly-7000-kilometers-across-atlantic-for-successful-transplant-73827
9. https://zuckermaninstitute.columbia.edu/columbia-scientists-identify-new-brain-circuit-mice-controls-body-s-inflammatory-reactions
10. https://www.livescience.com/health/diabetes/in-a-1st-scientists-reversed-type-1-diabetes-by-reprogramming-a-persons-own-fat-cells
11. https://www.science.org/content/article/breakthrough-2024#section_car-t-therapy
12. https://www.nationalgeographic.com/science/article/human-body-two-rapid-aging-bursts
13. https://phys.org/news/2024-02-scientists-closer-quantum-gravity-theory.html#google_vignette
14. https://www.scientificamerican.com/article/quantum-entanglement-in-quarks-observed-for-the-first-time/
15. https://physicsworld.com/a/top-10-breakthroughs-of-the-year-in-physics-for-2024-revealed/
16. https://www.science.org/content/article/breakthrough-2024#section_altermagnetism
17. https://www.sciencealert.com/obelisks-entirely-new-class-of-life-has-been-found-in-the-human-digestive-system
18. https://www.science.org/content/article/breakthrough-2024#section_altermagnetism
19. https://www.newscientist.com/article/2412752-seabed-trawling-found-to-be-a-major-source-of-global-co2-emissions/
20. https://www.nytimes.com/2024/01/24/climate/global-groundwater-aquifer-levels.html
21. https://www.noaa.gov/news-release/noaa-confirms-4th-global-coral-bleaching-event
22. https://www.theguardian.com/technology/2024/jan/29/elon-musk-neuralink-first-human-brain-chip-implant
23. https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0966692324000267?via%3Dihub
24. https://interestingengineering.com/energy/chinese-researchers-develop-calcium-based-battery
25. https://blog.google/technology/ai/google-deepmind-isomorphic-alphafold-3-ai-model/
26. https://www.binghamton.edu/news/story/5165/binghamton-researchers-develop-artificial-plants-that-purify-indoor-air-generate-electricity
27. https://physicsworld.com/a/top-10-breakthroughs-of-the-year-in-physics-for-2024-revealed/
28. https://physicsworld.com/a/top-10-breakthroughs-of-the-year-in-physics-for-2024-revealed/
29. https://nypost.com/2024/07/01/tech/nasa-first-sample-shows-asteroid-bennu-could-be-from-small-ocean-world/?utm_source=chatgpt.com
30. https://www.bbc.com/news/world-asia-68125589?utm_source=chatgpt.com
31. https://www.intuitivemachines.com/post/intuitive-machines-historic-im-1-mission-success-american-ingenuity-never-gives-up?utm_source=chatgpt.com
32. https://www.science.org/content/article/breakthrough-2024#section_altermagnetism
33. https://spacenews.com/change-6-orbiter-turns-up-at-sun-earth-lagrange-point-after-moon-sampling-mission/
34. https://webbtelescope.org/home
35. https://www.nytimes.com/2024/04/12/science/tardigrades-moss-piglets.html
36. https://www.sciencedaily.com/releases/2024/10/241009183553.htm
37. https://www.quantamagazine.org/the-year-in-math-20241216/
38.https://www.quantamagazine.org/the-year-in-math-20241216/
39. https://newatlas.com/medical/brain-activity-creative-flow-state/
40. https://www.scientificamerican.com/article/a-cubic-millimeter-of-a-human-brain-has-been-mapped-in-spectacular-detail/
41. https://www.reuters.com/science/scientists-map-fruit-fly-brain-neurobiological-milestone-2024-10-02/
42. https://www.livescience.com/planet-earth/geology/scientists-finally-understand-how-the-hearts-of-continents-rise
43. https://www.sydney.edu.au/news-opinion/news/2024/03/12/mars-attracts-earth-interaction-red-planet-drives-deep-sea-circulation.html
44. https://www.cnbc.com/2024/03/13/european-lawmakers-endorse-worlds-first-major-act-to-regulate-ai.html
45. https://www.science.org/content/article/breakthrough-2024#section_altermagnetism
46. https://physicsworld.com/a/top-10-breakthroughs-of-the-year-in-physics-for-2024-revealed/
47. https://www.humancellatlas.org/news/human-cell-atlas-achieves-leap-in-understanding-of-the-human-body/
48. https://phys.org/news/2024-11-shakespeare-chatgpt-people-ai-real.html
49. https://phys.org/news/2024-10-team-successful-reproduction-hematopoietic-stem.html
50. https://www.anthropocenemagazine.org/2024/03/103349/scientists-use-cheese-making-waste-to-recover-gold-from-electronic-waste/