



Bilim ve Teknik

Aylık Popüler Bilim Dergisi Ağustos 2019 Yılı 52 Sayı 621 - 7 TL

**3D Baskı Teknolojisi ile
Medikal Testler**

Beynin Gizemi

Kuantum İnternet

Eksozomlar

STEM Yaklaşımı

GÜNEŞ'İN SONU

Beyaz Cüce, Kristal Küre, Kara Cüce



**POSTER
YILDIZ
YAŞAMI**

“Benim mânevi mirasım ilim ve akıldır” Mustafa Kemal Atatürk

Bilim ve Teknik

Aylık Popüler Bilim Dergisi
Yıl 52 Sayı 621
Ağustos 2019

Sahibi

TÜBİTAK Adına Başkan
Prof. Dr. Hasan Mandal

Genel Yayın Yönetmeni ve Sorumlu Yazı İşleri Müdürü

Doç. Dr. Rukiye Dilli
(rukiye.dilli@tubitak.gov.tr)

Yayın Yönetmeni

Dr. Özlem Kılıç Ekici
(ozlem.ekici@tubitak.gov.tr)

Yayın Danışma Kurulu

Doç. Dr. Emine Adadan
Bekir Çengelci
Doç. Dr. Bircan Kayaaslan
Doç. Dr. Lokman Kuzu
Prof. Dr. Faruk Soyduğan
Prof. Dr. Abdurrahman Muhammed Uludağ

Yazı-Araştırma ve Editörler

Dr. Özlem Ak
(Tıp ve Sağlık Bilimleri)
(ozlem.ak@tubitak.gov.tr)
Alp Akoğlu
(alp.akoğlu@tubitak.gov.tr)
Dr. Tuncay Baydemir
(Temel Bilimler ve Teknoloji)
(tuncay.baydemir@tubitak.gov.tr)
Dr. Şahin İdin
(sahin.idin@tubitak.gov.tr)
Dr. Bülent Gözcelioğlu
(bulent.gozcelioğlu@tubitak.gov.tr)
Dr. Mahir E. Ocak
(Fiziksel Bilimler)
(mahir.ocak@tubitak.gov.tr)
Dr. Tuba Sarıgül
(Temel Bilimler)
(tuba.sarigul@tubitak.gov.tr)
İlay Çelik Sezer
(Yaşam Bilimleri)
(ilay.celik@tubitak.gov.tr)

Redaksiyon

Nurulhude Baykal
(nurulhude.baykal@tubitak.gov.tr)
Mehmet Sığirci
(mehmet.sigirci@tubitak.gov.tr)

Grafik Tasarım

Ödül Evren Töngür
(odul.tongur@tubitak.gov.tr)

Çizer

Erhan Balıkcı
(erhan.balikci@tubitak.gov.tr)

Video-Animasyon-Web

Selim Özden
(selim.ozden@tubitak.gov.tr)

Teknik Yönetmen

Sadi Atılğan
(sadi.atilgan@tubitak.gov.tr)

Mali Yönetmen

Adem Polat
(adem.polat@tubitak.gov.tr)

İdari Hizmetler

Nahide Soytürk
(nahide.soyturk@tubitak.gov.tr)

Yazışma Adresi

Bilim ve Teknik Dergisi
Kavaklıdere Mahallesi Esat Caddesi
TÜBİTAK Ek Hizmet Binası No: 6
06680 Çankaya ANKARA
Tel (512) 298 95 24 Faks (512) 428 32 40
İnternet www.bilimteknik.tubitak.gov.tr
e-posta bteknik@tubitak.gov.tr
Abone İlişkileri (312) 222 83 99
abone@tubitak.gov.tr
Abone www.tubitakdergileri.com.tr

ISSN 977-1300-3380

Fiyatı 7 TL - Yurtdışı Fiyatı 5 Euro

Dağıtım TDP <http://www.tdp.com.tr>

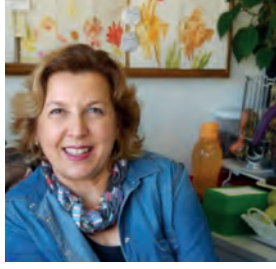
Baskı PROMAT Basım Yayın San. ve Tic. A.Ş.

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

Tel (212) 622 63 63

Baskı Tarihi 26.07.2019

Bilim ve Teknik Dergisi, Milli Eğitim Bakanlığı
[Tebliğler Dergisi, 30.11.1970, sayfa 407B, karar no: 10247]
tarafından lise ve dengi okullara; Genelkurmay Başkanlığı
[7 Şubat 1979, HRK: 4013-22-79 Eğt. Krs. Ş. sayı Nşr.85]
tarafından Silahlı Kuvvetler personeline tavsiye edilmiştir.



30 Ağustos 1922'de, Gazi Mustafa Kemal Atatürk'ün başkumandanlığında, Dumlupınar'da, Türk ordusunun zaferiyle sonuçlanan Büyük Taarruz'un ardından işgalci güçler ülkemiz sınırlarını tamamen terk ettiler. Bu çok önemli zaferle ülke toprakları geri kazanıldı. 30 Ağustos Zafer Bayramımız kutlu olsun!

Yıldızların da bir yaşam süresi var. Tıpkı bizler gibi yıldızlar da doğuyor, gelişiyor ve ölüyor. Ancak bu yaşam süresi bizimkinden bir hayli farklı! Bir yıldızın doğumundan gelişimine ve kaçınılmaz son olan ölümüne kadar geçen yaşam süresi birkaç milyondan on milyar hatta yüz milyar yıla kadar sürebiliyor. Peki, Dünyamızı ısıtan ve aydınlatan, enerji kaynağımız Güneş'in yaşam süresi ve ölümü nasıl olacak? Bizim yıldızımızı nasıl bir son bekliyor? Aslında Güneş ve benzeri milyarlarca yıldız hep aynı son bekliyor. Faruk Soyduğan "Güneş'in Sonu: Beyaz Cüce, Kristal Küre ve Kara Cüce" başlıklı yazısında işte bu sonu detaylı bir şekilde ele alıyor. Önce patlamayla ortaya çıkan ve yüksek sıcaklığıyla ışıdayan Dünya boyutunda bir beyaz cüce, sonra enerji kaybederek bir kristal küreye dönüşen ve milyarlarca yılda soğuyarak görülmez hâle gelecek bir kara cüce. Bu yaşam zincirinin hâlâ çözülemeyen surlarını açığa çıkarmaya çalışan astrofizikçiler yıldızların gözden kaybolma serüvenini çözerken gökadamızın ve evrenin gizemi, geçmişi ve geleceği için de önemli bilgiler elde ediyorlar. Bu ayki posterimiz de yıldız oluşumunu ve gelişimini özetler nitelikte.

Özlem Ak, bu ayki yazısında sırlarla dolu beynimizi özel kılan ilginç özellikleri keşfetmek ve gizemleri çözmek için yapılan araştırma sonuçlarını özetliyor. Mahir Ocak "Kuantum İnternet" başlıklı yazısında kuantum ağları sayesinde tamamen güvenli bilgi aktarımının nasıl mümkün olacağını anlatıyor. Tuncay Baydemir, yazısında üç boyutlu baskı teknolojisi kullanılarak gerçekleştirilen bazı medikal test yöntemlerinin daha hızlı ve ucuz olduğundan bahsediyor. Şahin İdin ise son yıllarda oldukça ilgi görmeye başlayan STEM eğitimini ele alarak bu yaklaşımın öğrencilere, eğitim sistemine, Türkiye'nin geleceğine önemli kazanımları ve yansımaları olacağını vurguluyor. Hücresel atık mekanizması olan eksozomların yeni keşfedilen önemli işlevleri sayesinde aslında biyolojik bir hazine olduğunu, Astrofest 2019 gökyüzü gözlem etkinliğini, ayrıca Spektrum Röntgen Gama Uzay Gözlemevi ile X ışını bölgesinde keşfedilecek birçok kaynağın optik tayf gözlemlerinin, tanımlamalarının ve uzaklık ölçümlerinin TÜBİTAK Ulusal Gözlemevinin RTT150 isimli optik teleskobu ile yapılacağını anlatan diğer yazıları da zevkle okuyacağınıza eminiz.

Dergimizin daha düşük fiyata ve ücretsiz kargoyla sizlere ulaşacağı abonelik kampanyasından (yıllık 60 TL) faydalanmak için www.tubitakdergileri.com.tr adresini ziyaret edebilirsiniz.

Yarım asrardan fazla süredir özgün ve zengin içeriği, değişmeyen çizgisiyle, hayatın içindeki bilimi en doğru ve anlaşılır bir şekilde aktaran dergimiz okuyucularının geleceklerine yön vermeye, ülkemizde popüler bilim iletişiminin en önemli aracı olmaya ve bilim okuryazarı olan bilinçli nesiller büyütme devam ediyor.

Dergimizin internet sayfasını (<http://www.bilimteknik.tubitak.gov.tr>) ve sosyal medya hesaplarını da takip edebilir, hayatınızdaki yerini ve size neler kattığını bizlerle paylaşabilirsiniz (bteknik@tubitak.gov.tr).

Bu sayımızı da keyifle okumanızı diliyor, sonraki sayılarımızı sabırsızlıkla bekleyeceğinizi umuyoruz. Unutmayın #bilimokuyanbilir...

Saygılarımızla,

Özlem Kılıç Ekici

İçindekiler

14

Beynimizi Özel Yapanlar, Beynimiz Sırlarla Dolu

Özlem Ak

Beynin gizemlerini çözmek için bilim insanları son hızla çalışıyor ve çalışmalarının sonuçları şaşırtıcı pek çok bilgiyi gözler önüne seriyor. Olağanüstü zihinsel yeteneğimizle bile beynimizi bu kadar özel kılan şeyleri açıklamak kolay değil.



28

Kuantum İnternet

Mahir E. Ocak

Kuantum internetin günümüzdeki klasik internete göre en önemli artısı, tamamen güvenli bilgi aktarımına imkân vermesi. Yakın zamanlarda yaşanan gelişmeler, gelecek birkaç yıl içinde ufak çapta kuantum ağları kurmanın mümkün olabileceğine işaret ediyor.

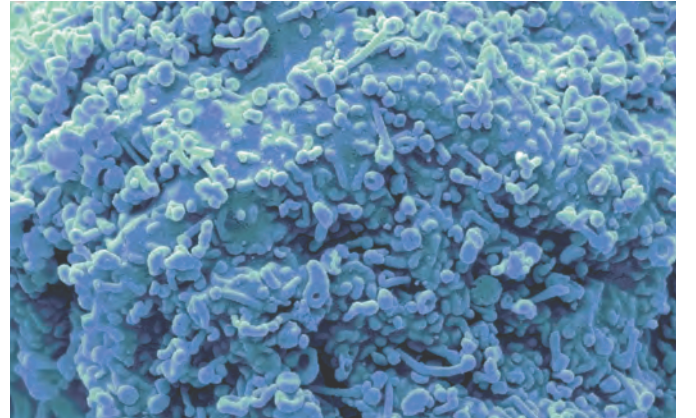


68

Biyolojik Bir Hazine: Eksozomlar

Menemşe Gümüşderelioğlu,
Tülay Selin Ertekin,
Elvan Konuk

Başlangıçta eksozomların sadece hücrelerdeki gereksiz ya da zararlı maddeleri dışarı atmak için hücresel bir atık mekanizması olduğu düşünülüyordu. Ancak, hücre biyolojisi, hücreler arası iletişim, immünoloji ve kanser alanındaki araştırmalar, eksozomların sahip oldukları içerik nedeniyle biyolojik bir hazine olduğuna işaret ediyor.



4

Bilim ve Teknik ile Büyüdüm!

Özlem Ak

6

Haberler

26

Bilim Çizgi

Feza Gürsey

Sinançan Kara

36

Üç Boyutlu

Baskı Teknolojisi ile

Medikal Testler

Daha Ulaşılabilir

Tuncay Baydemir

Üç boyutlu baskı teknolojisiyle üretilen pipet uçlarıyla gerçekleştirilen araştırmada uygulanan yöntem ile ELISA testinin, temel prensipleri aynı kalmak koşuluyla, bilinenden daha hızlı ve ucuz bir şekilde gerçekleştirilmesi mümkün oluyor.

42

Tekno-Yaşam

Gürkan Caner Birer

46

Güneş'in Sonu:

Beyaz Cüce,

Kristal Küre ve

Kara Cüce

Faruk Soydoğan

Güneş ve benzeri milyarlarca yıldızı bekleyen son:

Önce patlamayla ortaya çıkan ve yüksek sıcaklığıyla ışıldayan Dünya boyutunda bir beyaz cüce, sonra enerji kaybederek bir kristal küreye dönüşen ve milyarlarca yılda soğuyarak görülmez hâle gelecek bir kara cüce. Bu yaşam zincirinin hâlâ çözilemeyen sırlarını açığa çıkarmaya çalışan astrofizikçiler, bu sayede sadece yıldızların gözden kaybolma serüvenini çözmekle kalmıyorlar. Bunun yanında, gökadamızın ve evrenin gizemi, geçmişi ve geleceği için de önemli sonuçlar elde ediyorlar.

58

Merak Ettikleriniz

Mesut Erol

60

STEM Yaklaşımı ve Türkiye'nin Geleceğine Yansımaları, Buharlı Makinelere 21. Yüzyıla Çok Şey Değiştirdi!

Şahin İdin

STEM eğitimi fen, teknoloji, mühendislik ve matematiğin bilgilerini somut olarak bir araya getirerek öğrencilere disiplinlerarası bir bakış açısı kazandırır. STEM eğitimi yapısındaki disiplinleri bir araya getirerek problem çözme, yaratıcı ve eleştirel düşünme, etkili iletişim gibi 21. yüzyıl becerilerinin öğrencilere kazandırılmasını amaçlar.

76

Astrofest 2019

Kapadokya'da

Gerçekleştirildi

Nurulhude Baykal

Konya Bilim Merkezi tarafından "Herkes biraz gökyüzü!" sloganı ile bu yıl ikincisi düzenlenen Astrofest gökyüzü gözlem etkinliğinde gençler gökyüzü gözlemi yapma, eğlenceli atölye etkinliklerine ve bilim söyleşilerine katılma, ayrıca da Kapadokya'yı keşfetme imkânı buldular.

80

Doğa - Fauna

Buzların

Üzerindeki Devler:

Morslar

Bülent Gözcelioğlu

82

Yerli ve Milli Teknoloji -

Evrenin Derinliklerini

Gözlemlemek

İrek M. Hamitoğlu,

Marat R. Gilfanov,

Sacit Özdemir

Spektrum Röntgen Gama Uzay Gözlemevi (SRG) ile X ışını bölgesinde keşfedilecek birçok kaynağın optik tayf gözlemleri, tanımlamaları ve uzaklık ölçümleri TÜBİTAK Ulusal Gözlemevinin RTT150 isimli optik teleskobu ile yapılacak.

86

Düşünme Kulesi

Ferhat Çalpakulu

88

Satranç

Kıvanç Çefle

91

Ayın Sorusu

(Matematik)

Azer Kerimov

92

Gökyüzü

Alp Akoğlu

94

Zekâ Oyunları

Emrehan Halıcı

96

Yayın Dünyası

İlay Çelik Sezer

EK - POSTER:

Yıldız Oluşumu ve Gelişimi

Özlem Kılıç Ekici



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

Bilim ve Teknik Ağustos 2019

“Bilimi sevdiren, merak etmeyi öğreten”



Merhaba *Bilim ve Teknik* ailesi,

Yeni taşındığımız şehirde arkadaşı olmayan bir ilkokul öğrencisi olarak gazete bayisinin rafında *Bilim Çocuk* dergisini görmemle başladı sizinle tanışmamız. Sınıflar ilerledikçe de *Bilim ve Teknik* dergisi her ay bana bir arkadaş oldu. Geçen yıllar boyunca her ayın başında raflara koşup eski ve sadık dostumla buluşmak beni hep mutlu etti. Anlattıkları ve gösterdikleriyle bana bilimi sevdiren ve merak etmeyi öğreten, şu an okuduğum bölümü seçmemde bana yol gösteren bu dostuma teşekkürlerimle...

İyi ki varsın.

Gökberk Adil Köse,

Başkent Üniversitesi, Tıp Fakültesi 4. Sınıf Öğrencisi, Ankara

“Seneler boyu hep beraber olmak dileğiyle”



Merhaba *Bilim ve Teknik*,

Adım Cihan Pala, 36 yaşındayım, derginizle ortaokul yıllarında tanışmıştım. Düzenli *Bilim ve Teknik* dergisini alırken araya ihmalkarlık girmiş, TÜBİTAK *Bilim ve Teknik* dergisi ile aramızdaki bağ kopmuştu. 5-6 ay önce derginizi tekrar elime alıp yıllar sonra bir dosta kavuşmanın heyecanını yaşadım. Bu sıcaklıktan tekrar mahrum kalmamak ve 2 yaşında olan oğlum Mete Han'ı da sizlerle tanıştırmak için *Bilim ve Teknik*, *Meraklı Minik* ve *Bilim Çocuk* dergilerine 2 yıllığına abone oldum.

Bundan sonra seneler boyu hep beraber olmak dileğiyle başarılarınız devamını dilerim.

Bilim varsa umut var.

Cihan Pala,

Polis Memuru, İstanbul

“Müdavimlerinden oldum”



Sevgili *Bilim ve Teknik* ailesi,

Haziran 2019 sayınızı alarak derginizi keşfetme imkânı buldum (açıkçası biraz da geç kaldığımı düşünüyorum). Pek tabi daha önce de biliyordum derginizi ama tam olarak bilgi sahibi değildim. Ben de bu sayısıyla birlikte müdavimlerinden oldum diyebilirim.

Başarılarınızın devamını dilerim,
iyi çalışmalar.

Mustafa Eren Yıl,
Anadolu Üniversitesi Açık Öğretim Fakültesi
Tarih Bölümü Öğrencisi,
Başkent Üniversitesi Kemal Reisoğlu
Alanya Araştırma Hastanesi
Halkla İlişkiler Memuru

“Bilimin ışığında nice yıllara”



Merhaba,

Hiç unutmuyorum, 2007 yılının Kasım ayında soğuk bir kış gecesinde tanışmıştım *Bilim Çocuk* dergisi ile. Henüz ilkokul 2. sınıftayken “Simit ve Peynir”le *Bilim İnsanı Öyküleri*” bölümünü zevkle okurken farkında olmadan başladı benim de bilime olan yolculuğum. Her ayın 15’ini ipe çeker olmuştum. Dergimin eklerindeki etkinliklerle uğraşırken, maketleri yaparken ya da oyunları oynarken ne kadar mutlu olduğumu anlatamam.

Yıllar geçti ve ben liseye başladım. Artık bilim, benim için bir tutku olmuştu. Bilim yolculuğumun genişleyerek devam etmesini istiyordum. Bu nedenle de *Bilim Çocuk* dergisine –çocukluğumun dergisine– veda zamanı gelip çattığında, *Bilim ve Teknik* dergisine merhaba demeye karar verdim. Lisedeki ödevlerim için yazdığım makalelerde yararlandığım başlıca kaynaklardan biri oldu.

Yıllarca sayfalarımı hevesle çevirdiğim, okul hayatımda gördüğüm pek çok terimin de ilk kaynağı olan *Bilim Çocuk* ile *Bilim ve Teknik* dergilerinde bu zamana kadar emeği geçen herkese teşekkür ederim.

Siz, bilimle uğraşan tüm insanlar,
her zaman şans yanınızda, rüzgâr arkanızda olsun.

Bilimin ışığında nice yıllara.

Aybüke Zeynep DALGIÇ
Bezmiâlem Vakıf Üniversitesi Tıp Fakültesi,
1. Sınıf Öğrencisi, İstanbul

“*Bilim ve Teknik* dergisinin kalitesi hiç değişmedi”



Merhaba,

1999 yılında tanıdım dergimizi. Biraz gecikmiş bir tanışma. Liseli yıllar... Beynin bölgeleri ile ilgili bir poster çıktı derginin içinden. O kadar sevindim ki... Sağlık alanıydı ilgilim. Odama astım ve birkaç dakika izledim. Yıl 2019. Gene bir poster. Bu sefer resmi çekilen ilk karadelik görseli. Heyecan ile onu da astım çalışma masama. Yıllar öncesine gittim. Birçok şey değişti ülkede. Ama *Bilim ve Teknik* dergisinin kalitesi hiç değişmedi.

İyi ki varsın *Bilim ve Teknik*!

Cihat Çelebi,
Sağlık Uzmanı T.C. Sağlık Bakanlığı Sağlık Hizmetleri
Genel Müdürlüğü

Haberler

Bilim İnsanları Bitkilerin Nasıl Nefes Aldığını Keşfetti

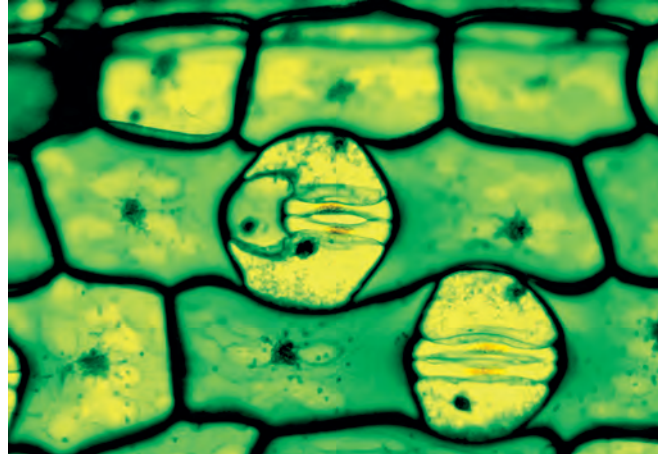
Dr. Özlem Ak

Bilim insanları, bitkilerin hücrelerine karbondioksit (CO₂) taşımak için hava kanalı ağlarını (diğer bir anlamda yaprağın ciğerlerini) nasıl oluşturduklarını keşfetti. Botanikçiler 19. yüzyıldan beri yaprakların stoma adı verilen gözeneklere sahip olduğunu ve stomaların karmaşık hava kanalları ağı içerdiğini biliyorlardı. Ancak bu kanalların her bir bitki hücresine düzenli CO₂ akışı sağlamak için nasıl doğru yerlerde oluştuğu şimdiye kadar anlaşılamamıştı.

Sheffield Üniversitesinin Sürdürülebilir Gıda Enstitüsündeki bilim insanları tarafından yürütülen ve *Nature Communications*'ta yayınlanan yeni çalışmada bir yaprağın ne kadar fazla stomaya sahip olduğunu öğrenmek için genetik manipülasyon yöntemleri kullanıldı.



Yapraktaki stomalar



Nottingham ve Lancaster Üniversitelerindeki araştırmacıların ortaklaşa gerçekleştirdiği çalışmada, CO₂'in gözenekler boyunca hareket etmesinin büyük olasılıkla hava kanalı ağının şeklini ve ölçeğini belirlediği ortaya çıktı. Çalışma aynı zamanda insanların nesiller boyu yetiştirdikleri buğday bitkilerinin diğer bitkilere kıyasla yapraklarının daha az gözeneğe ve daha az hava kanalına sahip olduğunu da gösterdi. Bu da buğday bitkilerinin daha

yoğun yapraklara sahip olmasının ve daha az suyla yetiştirilebilmelerinin nedenini açıklıyor.

Bu yeni bakış açısı, bilim insanlarının, yaprakların iç yapısını değiştirerek buğday gibi temel mahsulleri daha da verimli hâle getirmesini mümkün kılabilir. Bu yeni yaklaşıma da aşırı kurak koşullara dayanıklı pirinç ve buğday geliştiren Sheffield Üniversitesi Sürdürülebilir Gıda Enstitüsündeki diğer bilim insanları öncülük ediyor.

Aynı enstitüden Prof. Dr. Andrew Fleming, bitkilerin karmaşık hava kanallarını nasıl oluşturduğunun uzun zamandır botanikçiler tarafından merak edildiğini ve bu yeni keşfin havanın yapraklardaki hareketinin iç işleyişini ortaya çıkardığını belirtiyor. Lancaster Üniversitesinden Dr. Marjorie Lundgren, uzun süredir bilim insanlarının stomanın gelişimi ve yaprak içindeki hava kanallarının gelişiminin birbiriyle koordineli olduğundan şüphelendiklerini ancak hangisinin gelişiminin önce başladığından emin olmadıklarını söylüyor. ■



Astrangia poculata mercan bireyleri karides yumurtası yerine (sarı) mikroplastik (mavi) tüketiyor.

Rotjan Lab



Plastikler Mercanların Midesinde

Dr. Özlem Ak

Doğada plastiklerin parçalanması 500 ila 1000 yıl kadar zaman alıyor. Bu da şimdiye dek üretilen neredeyse tüm plastiğin hâlâ dünya üzerinde var olduğu ve genellikle 5 milimetreden daha küçük parçacıklara indirgendiği anlamına geliyor. Daha önceki çalışmalarında deniz çayırlarında mikroplastik tespit eden Boston Üniversitesi Biyoloji Bölümünden Randi Rotjan ve ekibi şimdi başka bir sürpriz bulguyla karşımızda.

Araştırma ekibi, çalışmalarında Rhode Island kıyılarındaki kuzey yıldız mercan (*Astrangia poculata*) kolonilerini mikroplastiklere,

karides yumurtalarına, aynı anda hem mikroplastiklere hem karides yumurtalarına ve bakterilerle kaplanmış mikro boncuklara maruz bıraktı. Bir süre sonra mercanların mide içerikleri kontrol edildiğinde her bir polipin, yani mercan bireyinin, midesinde ortalama 112 parça mikroplastik tespit edildi. Bu mikroplastiklerin %73'ünden fazlası lif hâlindeydi. Bununla birlikte, toplama bakıldığında, mercanların karides yumurtalarının 2 katı kadar mikroplastik yediği anlaşıldı. Mikroplastiklerin mercanlar için besin değeri yok denecek kadar az. Mikroplastik yemenin mercanlar üzerine etkileri hakkında daha fazla araştırma yapılması gerektiğini düşünen ekip, mikroplastik tüketmenin

mercanlar açısından ayrıca yüksek bir enerji tüketimi anlamına geldiğine de dikkat çekiyor.

Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences dergisinde yayımlanan çalışmanın bir sonraki aşamasında, bakteriler mikroplastiklerle kaplanarak mercanların bulunduğu ortama bırakıldı. İki gün sonra polipler plastikleri kustuysa da bakteriler poliplerde kaldı. Araştırma ekibinde yer alan Roger Williams Üniversitesinden Koty Sharp, doğal ortamlarında mercanların mikroplastiklerle beraber bakteri de yuttuğunu ve bu bakterilerin patojen olması hâlinde durumun hayli korkutucu olduğunu söylüyor.

Okyanus yüzeyinin hemen hemen her bölgesi bakterilerle kaplıdır ancak bu bakteriler okyanuslardaki mikroplastiklerin yüzeyinde biriken bakterilerden farklıdır. Hatta araştırmacılar bu bakterilerin farklı olması nedeniyle onlara farklı bir isim de koymuştur: "plastisphere".

Şimdi ise bilim insanlarının kafası sorularla dolu. Örneğin, mideleri mikroplastikle dolan mercanlar, açlıktan ölmeye karşı karşıya mı gelecek? Yüksek miktarda mikroplastığe maruz kalan mercanların hayatta kalabildiklerini söyleyen araştırmacılar, bu miktarın üst sınırının tam olarak ne kadar olduğunu merak ediyorlar. Gene plastik tüketmenin tropik mercanları nasıl etkileyeceği, plastik beslenmenin onları hastalıklara karşı savunmasız bırakıp bırakmayacağı, ağartma işlevlerini olumsuz etkileyip etkilemeyeceği de bir an önce cevaplarını bulmak istedikleri sorular arasında.



Amerika Birleşik Devletleri 2015 yılında bazı ürünlerin içeriğine eklenen mikro boncukların kullanımını yasakladı. Ancak bu mikro boncukların dünyadan tamamen silindiği anlamına gelmiyor. Plastikler artık en yüksek dağın üzerindeki havadan okyanusların derinliklerine, tabağımızdaki yemekten tuzluğumuzdaki tuza kadar her yerde. Araştırmalara dayanan tahminlere göre her yıl 4,8 ila 12,7 milyon ton plastiğin serüveni okyanuslarda son buluyor. Bu taşınımın genellikle atık su, rüzgâr ve su yollarıyla gerçekleştiği düşünülüyor. ■

İnsan Sinir Hücrelerinden 1000 Kat Daha Hızlı Hissedebilen Yapay Deri

Dr. Özlem Ak

Yeni geliştirilen ve sıcaklıkla basıncı algılayan yapay deri, insan sinir sisteminden 1000 kat daha hızlı sinyaller gönderebiliyor. Singapur Ulusal Üniversitesinden Benjamin Tee ve meslektaşlarının ürettiği yapay deride plastik tabakanın içine yerleştirilen fiziksel sensörler

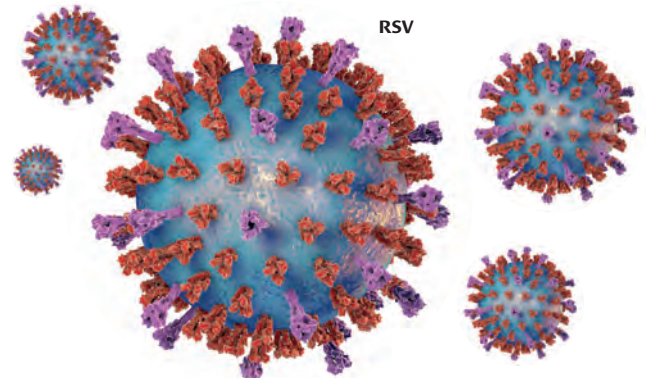
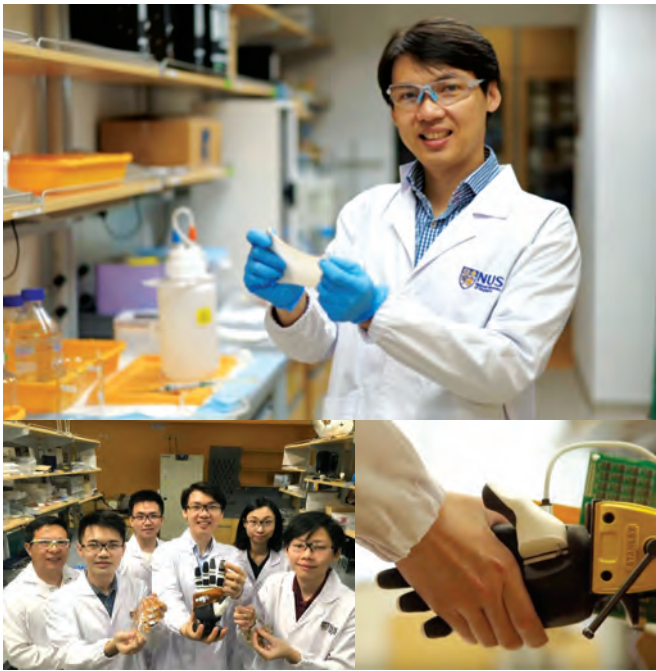
basıncı, bükülmeyi ve sıcaklığı tespit edebiliyor. Yapay deride tüm sensörlerin tek bir kablo ile birbirine bağlanması derinin herhangi bir yerinde yapılan ölçümlerin aynı anda iletilmesini sağlıyor. Bu da yapay derinin insan derisindeki sınırlardan 1000 kat daha hızlı sinyal gönderebilmesine imkân tanıyor.

Ekip ürettikleri yapay deriyi bir robot elin başparmağında test etti ve robotun bir fincan kahveyi kaymadan kavrama kabiliyetini geliştirdi. Bu gelişme robotların insanlar gibi tüm vücut derisine sahip olmasını büyük ölçüde mümkün kılacak. Yapay deri bir gün insanların daha rahat kullanımları için protez uzuvlarını kaplayabilir ya da çevrelerini hissetmelerine yardımcı olmak için robotlarda kullanılabilir. ■

Çocukluk Çağındaki Zatürreye Daha Çok Virüsler Neden Oluyor

Dr. Özlem Ak

Zatürre dünyada her yıl yaklaşık 1 milyon çocuğun ölümüne yol açıyor. Akciğer enfeksiyonunun nedenini kesin olarak tespit etmek hayli zor olduğundan, bazı doktorlar genellikle bakteri kaynaklı olduğunu düşünerek zatürre için antibiyotik tedavisini tercih ediyor. Önceki verileri destekleyen yeni bir çalışma ise çoğu çocukluk çağında görülen zatürreye (küresel vakaların yaklaşık % 60'una) virüslerin neden olduğunu ortaya çıkardı. Akciğerleri istila edip zatürreye neden olabilecek bir dizi bakteri ve virüs mevcut, bunlar akciğerlerin hassas hava keselerini sıvıyla tıkayarak oksijen geçişini azaltabiliyor.



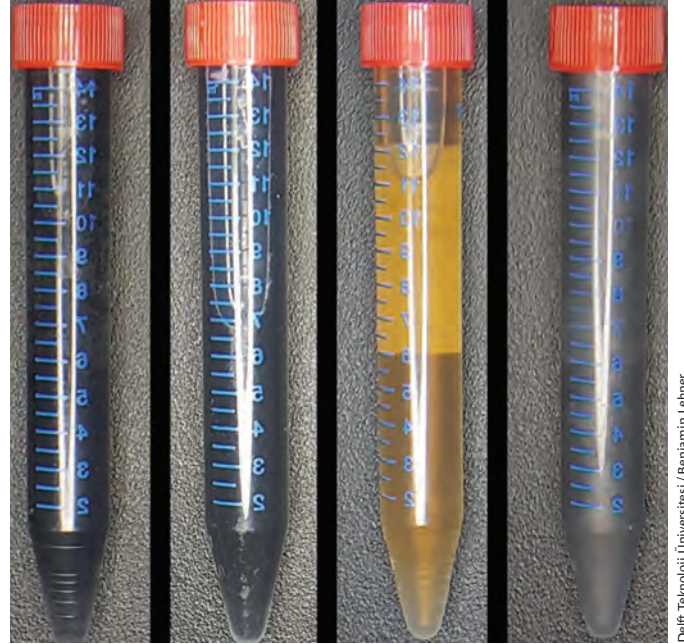
Özellikle çocuklarda, potansiyel patojenlerin sayısının çokluğu ve enfekte olmuş sıvının konumu - örneğin akciğerlerin derinliklerinde de olması gibi- teşhisi zorlaştırıyor. Son günlerde yapılan bir çalışmayla araştırmacılar çocuklarda şiddetli zatürreenin nedenini belirlemek için yeni bir yol keşfetti. Araştırmacılar, 2 yıl boyunca, hepsi ağır zatürreli Bangladeş, Gambiya, Kenya, Mali, Güney Afrika, Tayland ve Zambiya'daki 4232 çocuktan burun ve boğaz sürüntülerinin yanı sıra kan, balgam ve diğer vücut sıvısı örneklerini aldı. Bilim insanları *The Lancet* dergisinde yayımladıkları çalışmada tüm vakaların % 60'una virüslerin, % 30'una ise bakterilerin neden olduğunu yazdı. Geriye kalan %10'un ise mantarlardan, tüberkülozdan ve bilinmeyen başka nedenlerden kaynaklandığı düşünülüyor. Genel olarak solunum sinsiyal virüsünün (RSV) tüm vakaların yaklaşık üçte birinden sorumlu olduğu kanısına varıldı.

Araştırmacılar, vakalar değerlendirilirken vardıkları sonucun ülke ve bölge bazında değişiklik gösterebileceğinin de göz önünde bulundurulması gerektiğini vurguluyor. Bununla birlikte, zatürreenin birincil nedeni olan virüslerin, özellikle de RSV'nin ortaya çıkmasının, yeni aşular geliştirmek için önemli bir adım olduğunu belirtiyorlar. Araştırmacılar, ayrıca, elde ettikleri bulguların yeni teşhis yöntemlerinin de geliştirilmesiyle dünya çapında antibiyotik kullanımının azaltılmasında rol oynayacağına inanıyor. ■

Gelecekteki Bilgisayarlar Bakteri Kullanılarak mı Yapılacak?

Dr. Özlem Ak

Araştırmacılar artık yeni ve daha verimli bilgisayarlar, tıbbi cihazlar ve diğer ileri teknolojiler oluşturmak için nano malzemeleri tercih ediyor.



Soldan sağa: Grafit, *Shewanella oneidensis* bakterisi ile karıştırılmış grafit oksit, son ürün grafit, kimyasal yolla üretilmiş grafit.

Anne Meyer's laboratuvarında bakteriyel yolla üretilmiş grafit, kimyasal olarak üretilen grafit malzemelerine göre çok daha ince.

Grafen, elektriği kolayca iletibilme kabiliyetinin yanı sıra olağanüstü mekanik gücü ve esnekliği nedeniyle de devrim niteliğinde bir nano malzeme olarak biliniyor. Bununla birlikte, günlük uygulamalarda kullanmak üzere, büyük ölçekte grafit üretiminin zorluğu aşılması gereken engellerden biri.

ChemOpen dergisinde yayınlanan bir makalede, Rochester Üniversitesi'nden Doç. Dr. Anne S. Meyer ve Delft Teknoloji Üniversitesi'nden

meslektaşları bu engelin üstesinden gelmenin bir yolunu açıkladı. Araştırmacılar grafit üretmek için geliştirdikleri yeni yöntemde, oksitlenmiş grafiti bakterilerle karıştırıyorlar. Bu yöntemle üretilen grafitin kimyasal olarak üretilenlere göre maliyeti daha düşük. Aynı zamanda daha hızlı ve çevre dostu olan bu yöntemin yenilikçi bilgisayar teknolojileri ve tıbbi ekipmanların üretiminde de farklı kapılar açacağı düşünülüyor.

Grafen, sıradan bir kurşun kalemde bulunan malzeme olan grafitten elde ediliyor. Tam olarak bir karbon atomu kalınlığındaki grafen, bilinen en ince ama en güçlü iki boyutlu malzeme. Meyer günlük hayattaki uygulamalarda kullanabilmek için büyük miktarlarda grafene ihtiyaç duyulduğunu söylüyor ancak grafen üretimi maliyetli ve zahmetli. Daha fazla grafen üretmek için Meyer ve meslektaşları işe küçük bir miktar grafit ile başladı. Grafen oksit (GO) üretmek için öncelikle grafiti katmanlarına ayırdılar. Sonra hazırladıkları malzemeyi *Shewanella oneidensis* bakterisi ile karıştırıp bir gece beklettiler. İşlem sonunda bakteriler grafen oksiti grafene indirgediler. Meyer grafen oksidin üretilmesinin kolay olduğunu ancak bileşimindeki oksijenler nedeniyle malzemenin iletken olmadığını belirtiyor. Bakteriler oksijen gruplarının çoğunu uzaklaştırdığında ise grafen oksit iletken bir malzemeye dönüşüyor.

Meyer'in laboratuvarında bakteriyel yolla üretilen grafen iletken olmakla birlikte kimyasal olarak üretilen grafenden daha ince ve daha kararlı. Ayrıca, biyolojik molekülleri algılayan bir cihaz olan alan etkili transistör (FET) biyosensörleri ve iletken mürekkep de dâhil olmak üzere çeşitli uygulamalar için uygun hâle getirilerek uzun süre saklanabilir. Bakteriyel olarak üretilen grafen iletken mürekkepler için temel bir malzeme olabilir. İletken mürekkepler de daha hızlı ve daha verimli bilgisayar klavyeleri, devre kartları ya da kumaş veya kağıt gibi malzemelerin üstüne yerleştirilecek elektrik devreleri üretmek için kullanılabilir. Meyer elektrik devreleri üretirken iletken mürekkep kullanmanın geleneksel yöntemlere göre daha kolay ve ekonomik bir yol olduğunu söylüyor ve bakteriyel yolla ürettikleri grafenin yeni ürünler geliştirmek için çok uygun bir malzeme olacağını da ekliyor. ■

Tatlı Sulardaki Antibiyotikler

Dr. Mahir E. Ocak

Pek çok hastalığın tedavisinde antibiyotikler kullanılıyor.

Ancak aşırı kullanım zararlı da olabiliyor.

Çünkü antibiyotikler sadece hastalık yapan bakterilere değil yararlı bakterilere de -örneğin sindirime yardımcı olan bakterilere de-

zarar verebiliyor.

Daha da önemlisi hastalık yapıcı bakteriler zamanla antibiyotiklere karşı direnç geliştiriyor ve daha tehlikeli hale geliyorlar.

Bu yüzden gereksiz yere antibiyotik kullanmamak çok önemli. Ancak atık antibiyotiklerin zamanla içme sularına karışması istemese de antibiyotiklere maruz kalmamıza neden oluyor.

İngiltere'deki York Üniversitesinde çalışan bir grup araştırmacının tatlı sulardaki antibiyotikler ile ilgili yaptığı bilimsel çalışmalar, bazı nehirlerde güvenli kabul edilen düzeyin 300 katına kadar antibiyotik olduğunu gösteriyor.

Proje sırasında dünya genelindeki çeşitli araştırmacılara yaşadığı bölgelerdeki tatlı sulardan numune almaları için çeşitli ekipmanlar gönderilmiş. Altı kıtadaki 72 ülkede bulunan tatlı sulardan toplanan numuneler dondurulmuş ve analiz edilmek üzere York Üniversitesine iletilmiş. Numune alınan tatlı sular arasında Tuna, Mekong, Sen, Tiber, Dicle ve Chao Phraya gibi nehirler var.





Araştırma ekibinin üyelerinden Prof. Dr. Alistair Boxall, sonuçların endişe verici olduğunu söylüyor. Sorunun aşılması için altyapıya ve atık su arıtma tesislerine yatırım yapılmasına, yasal düzenlemelere ve kirlenmiş suların temizlenmesine ihtiyaç olduğunu belirtiyor. ■

Drone'lar Gergedanları Kaçak Avcılıktan Koruyabilir

İlay Çelik Sezer

Soyu tehlike altında olan güney beyaz gergedanları kaçak avlanmaya karşı genellikle devriyeler aracılığıyla korunuyor. Koruma çalışmaları sayesinde sayıları 1900'lerin başından itibaren çarpıcı biçimde artarak bugün 20.000 dolaylarına ulaştı.

Araştırmacıların Çevresel Toksikoloji ve Kimya Topluluğunun 27-28 Mayıs tarihlerinde Helsinki'de düzenlenen yıllık toplantısında sunduğu sonuçlara göre bazı nehirlerde güvenli kabul edilen düzeyin 300 katı antibiyotik var. Araştırmacılar analizler sırasında yaygın olarak kullanıldığı bilinen 14 ayrı antibiyotiğe odaklanmışlar. İncelenen numunelerin %65'inde antibiyotiklere rastlanmış.

En sık rastlanan antibiyotik, idrar yolu enfeksiyonlarının tedavisinde kullanılan trimethoprim. 711 numunenin 307'sinde trimethoprim tespit edilmiş.

Güvenli kabul edilen seviyeleri en sık aşan antibiyotik ciproflaxacin. Bakterilerin yol açtığı çeşitli enfeksiyonların tedavisinde kullanılan bu antibiyotiğin derişiminin 51 ayrı bölgedeki tatlı sularda güvenli kabul edilen düzeyi aştığı görülmüş.

Güvenli düzeyi en yüksek oranda aştığı tespit edilen antibiyotikse karn içi enfeksiyonların, deri ve ağız enfeksiyonlarının tedavisinde kullanılan metronidazole. Bangladeş'teki bir bölgede güvenli kabul edilen düzeyin 300 katı kadar metronidazole olduğu tespit edilmiş. En yüksek oranda antibiyotik tespit edilen numuneler, genellikle atıkların ve lağımın boşaltıldığı bölgelere ya da atık su arıtma tesislerine yakın sulardan alınmış olanlar.





devreye girdiği için belirli bir karbondioksit miktarının gezegeni ne kadar ısıtacağı konusunda hâlâ büyük bir belirsizlik var. Bunun ölçüsü olarak, genellikle denge iklim hassasiyeti denilen ısınma miktarı kullanılıyor. Denge iklim hassasiyeti karbondioksit oranı iki katına çıktıktan ve bu etki sonucunda Dünya yeni dengeye ulaştıktan sonra küresel sıcaklıkta gerçekleşecek değişimi ifade ediyor. Bu hassasiyetin 3°C civarında olacağı ancak 1,5°C ile 4,5°C arasında herhangi bir değer de alabileceği tahmin ediliyor.

Araştırmacılardan Yale Üniversitesi öğretim üyesi Ryan Li'ye göre belirsizliğin en önemli kaynaklarından biri bulutların daha sıcak bir Dünya'da vereceği tepki.

Ancak ne yazık ki son yıllarda bu artışa kaçak avcılıktaki artış da eşlik etti. Afrika'da 2013-2017 aralığındaki her yıl 1000'den fazla gergedan kaçak avcılar tarafından öldürüldü. Geleneksel devriyeli koruma yöntemi hayli pahalı bir seçenek olduğu için gergedanların yaşam alanı olan koruma bölgelerinin ve parkların yönetimi için ciddi bir ekonomik güçlük oluşturuyor. Birleşik Krallık'taki Brighton Üniversitesinden Samuel Penny ve ekibi daha ucuz koruma yöntemi seçenekleri bulmak için bir arayışa girdi. Araştırmacılar gergedanları kaçak avcılığın yoğun olduğu bölgelerden uzaklaştırmak için seslerin, kokuların ve drone'ların işe yarayıp yaramayacağını test etti.

Yaptıkları saha deneylerinde Güney Afrika'daki özel bir koruma alanında yaşayan bir grup boynuzu kesilmiş (gergedanların avcılar için çekiciliğini azaltmak için alınan bir tedbir) güney beyaz gergedanını bu uyarıların her birine maruz bırakıp takip eden dakikalar içinde neler olduğunu kayıt altına aldılar.

Drone'ların ve keskin siren seslerinin gergedanların alanı terk etmesini sağlamada etkili araçlar olduğu görüldü. Anneler ve yavruları yerden 100 metre kadar yüksekteki drone'lardan bile hızla kaçıp uzaklaştı. Penny drone'ların dolunaylı gecelerde gergedanları su birikintileri, bina ve yola yakın yerler gibi kaçak avcılık açısından tehlike potansiyeli yüksek yerlerden uzak tutmakta kullanılabileceğini belirtiyor. Sirenler bir hoparlör sistemi gerektirdiği için bunların kullanımının ilgili koruma bölgesi ya da parkın sınırlarında gezecek devriye araçlarıyla kısıtlı kalacağı düşünülüyor. Bununla birlikte, Penny, drone'ların gergedanları yönlendirmede sirenlere göre çok daha etkin bir araç olduğunu, çünkü drone'larla gergedanları daha uzun mesafelere sürüklemenin mümkün olduğunu belirtiyor.



Penny drone'ların âdeta bir çoban gibi gergedanların yön değiştirmesine uygun şekilde hareket ettirilerek onları çok daha hassas biçimde yönlendirebildiğini de ekliyor. ■

İklim Değişimi Yüksek İrtifalı Bulutları İncelterek Isınmayı Hızlandırabilir

İlay Çelik Sezer

Journal of Climate'da yayımlanan yeni bir araştırmaya göre, iklim değişimi sera gazlarına karşı sandığımızdan daha hassas olabilir çünkü daha sıcak bir dünyada yüksek irtifalı bulutlar incelenerek güneş ışığını daha az yansıtır hâle gelebilir.

Dünya iklimini ısıtan ana etmen, atmosfere karbondioksit gibi sera gazları salmamız. Ancak Dünya ısındıkça, bazıları ısıtıcı bazıları soğutucu etki yapan pek çok geri besleme mekanizması



İklimbilimciler güneş ışığını yansıtarak gezegeni soğutan alçak bulutları anlamaya başlamış. Bulgular daha sıcak bir Dünya'da daha az alçak bulut bulunacağına, dolayısıyla soğutma etkisinin zayıflayıp ısınmanın hızlanacağına işaret ediyor. Ancak Li siruslar gibi yüksek bulutlar konusunda henüz bir uzlaşmaya varılmadığını belirtiyor. Yüksek bulutlar bir yandan güneş ışığını yansıtarak gezegeni soğuturken bir yandan da ısı hapsediyor.

Li ve arkadaşları tarafından yürütülen yeni araştırmada tropikal bölgelerdeki fırtına bulutlarına odaklanıldı. Dar bir tabana ve geniş üst kısma sahip bu tür bulutların görünümü bir örsü andırıyor. Bu bulutların geniş olan üst kısımları yüksek irtifalı bulut örtüsüne önemli ölçüde katkıda bulunuyor.

Araştırmacılar iklim ısındığında ve sonuçta bulutlardaki suyun daha büyük kısmı yüksek irtifaya, yani "örs"lerin tepesine yükselmek yerine yağmur olarak yere düştüğünde, tropikal fırtına bulutlarına ne olduğunu bir bilgisayar simülasyonu ile canlandırdı.

Simulasyonda yüksek bulutların ısı hapsedme kapasitelerinin sabit kaldığı, çünkü alçak irtifalarda daha fazla su yağmur olarak kaybedilse bile bulutların örs benzeri geniş tepelerinin kapladığı alanın pek fazla değişmediği gözlemlendi.

Ancak eğer çok fazla su yağmur olarak kaybedilirse yüksek bulutlar incelenerek daha az güneş ışığını geri yansıtmaya başlıyordu. Li'ye göre sonuçlar, eğer bulutlar incelirse bunun belirgin bir ısı artışına neden olacağını gösteriyor. Birleşik Krallık'taki University of Reading'de öğretim üyesi olup bu araştırmada yer almayan Richard Allan bunun ilginç bir fikir olduğunu ancak araştırmada iki belirsizlik bulunduğunu belirtiyor:

birincisi araştırmada sadece bir iklim modeli kullanılması, ikincisi ise modelin gerçek verilerle doğrulanması gerekliliği. ■

Kudüs Yakınlarında 10.000 Yıllık Bir Neolitik Şehir Ortaya Çıkarıldı

Nurulhude Baykal

Kudüs civarında bir süredir kazısı devam eden bölgede Taş Devri'ne ait buluntulara rastlandı. Yaklaşık 40 hektarlık bir alana yayılan yerleşim yerinin 2500 civarında kişinin ticaret ve benzeri faaliyetler için bir araya geldikleri bir merkez olduğu düşünülüyor. 10.000 yılı aşkın zaman önce ilk yerleşimcilerini karşılayan bölgenin, kurulmasından yaklaşık bin yıl sonra o dönemler için kalabalık kabul edilebilecek 2000-3000 kişiye ev sahipliği yaptığı düşünülüyor. Arkeologlar tarafından Konya'da bulunan Çatalhöyük ile kıyaslanan antik şehrin Çatalhöyük'teki turmanması zor

merdivenlerin aksine, binaları arasında geniş patikalar bulunduğu ve ulaşımın kolay sağlandığı belirtiliyor. Şehrin çeşitli bölgelerinde yer alan barınaklarda mercimek ve nohut gibi bakliyatın depolandığını gösteren kalıntılarla birlikte süs eşyaları ve benzeri objeler, burada yaşamış insanların mimari ve şehir planlamada gelişmiş olduklarını, ayrıca başka topluluklarla da etkileşime geçtiklerini gösteriyor. Mezarlarda bulunan ve muhtemelen Anadolu'dan geldiği düşünülen, bölgeye yabancı volkanik taşlarla yapılan sıra dışı objeler, şehirde ticari faaliyetlerin gerçekleştirildiği tezini güçlendiriyor. Bununla birlikte, bölgede hem avlanmada kullanıldığı düşünülen silahların hem de tarımsal faaliyetlerde kullanılan araç ve gereçlerin bulunması, burada yaşayan toplulukların ilk aşamada avcı-toplayıcı olduklarını, şehir büyüyüp geliştikçe ise çiftçilik ve tarıma geçtiklerini gösteriyor. ■



Beynimizi
Özel
Yapanlar

Beynimiz Sırlarla Dolu

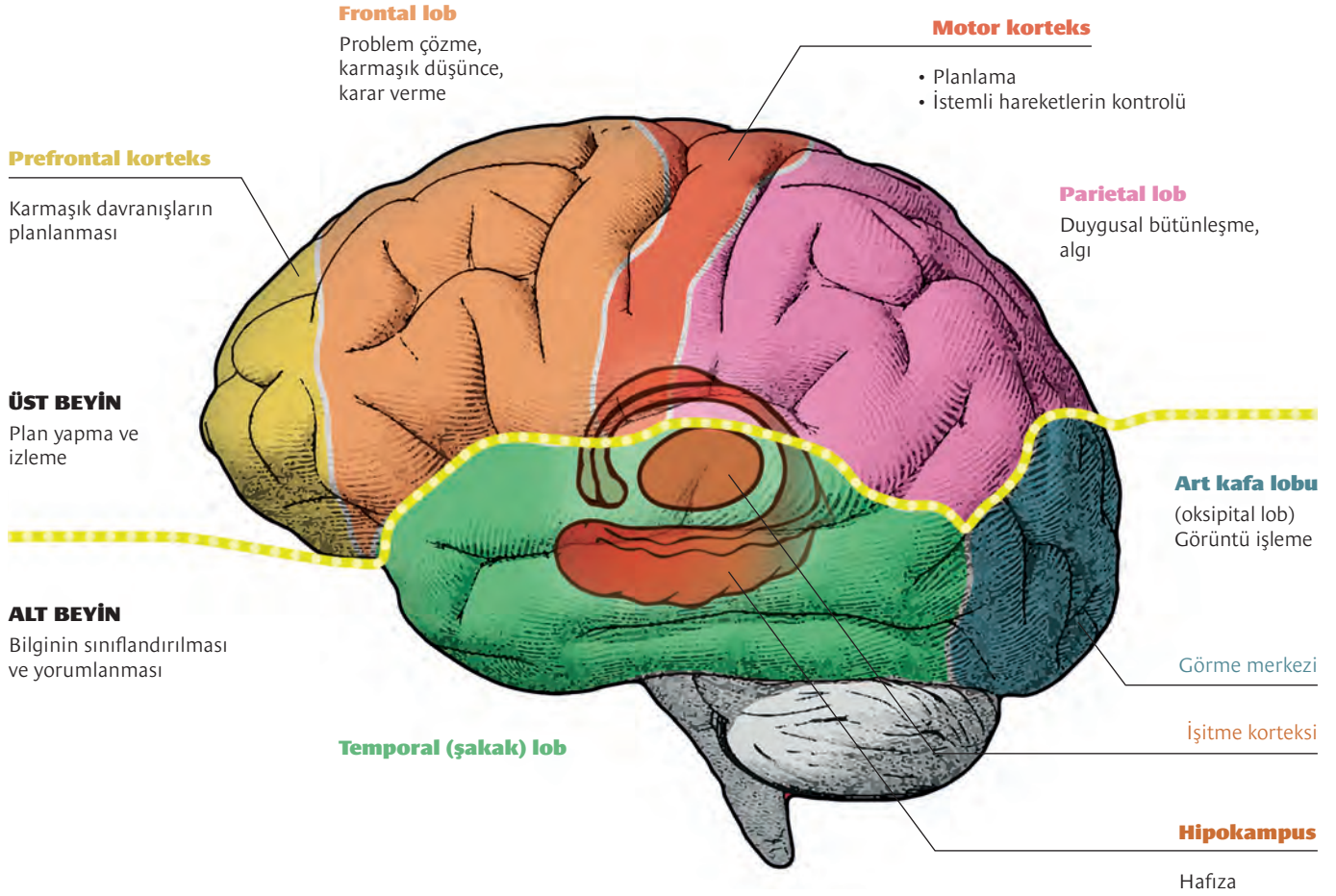
Dr. Özlem Ak [TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi

Tekerleğin keşfedilmesini, piramitlerin inşasını ve Ay'a ayak basılmasını mümkün kılan; eşsiz hesaplama, yaratıcılık ve kavrama özellikleriyle insan beyni tüm işlevlerini 20 wattlık bir ampulün gücüne denk bir güçle yapıyor.

Beynin gizemlerini çözmek için bilim insanları araştırmalarını büyük hızla sürdürüyor ve bu araştırmalar sonucunda da önemli adımlar atılıyor. Olağanüstü zihinsel yeteneğimizle bile beynimizi bu kadar özel kılan şeyleri açıklamak kolay değil.

Peki, insan beynini bu kadar eşsiz ve özel yapan ne?





Insan beyni 1,5 kilo ağırlığıyla bir fil beyninin ağırlığının üçte biri kadar. Vücut ölçüleriyle oranlandığında ise insan beyni hayli büyük bir organ. Aslında beyinle ilgili konuşulması gereken içerdiği nöron sayısı. Beyindeki nöronları sayma yöntemlerinin geliştirilmesine öncülük etmiş, Vanderbilt Üniversitesinden Suzanaerculano-Houzel'e göre beyindeki nöronların sayısı 86 milyar civarında. Sözkonusu olan sadece nöronların sayısı da değil aynı zamanda beyin hangi bölümlerinde buldukları.

Herculano-Houzel önemli yeteneklerimizin, muhtemelen beynin en dıştaki tabakası olan beyin korteksinde diğer hayvanlara göre daha fazla nöron bulunmasından kaynaklandığını belirtiyor. Buradaki sinir hücreleri uyarılara tepki vermekten ziyade daha karmaşık davranışlar geliştirmemizi sağlıyor. Herculano-Houzel ve ekibi kısa bir süre önce sıcakkanlı hayvanlarda korteksteki nöron sayısının uzun ömür ile ilişkili olduğunu da keşfetti. Nöronlar kadar önemli bir diğer beyin hücresi ise zekâ konusunda büyük rolü olan astrositler.

Zeki İnsanların Beyni Farklı mı?



Bazı insanların diğerlerine göre daha zeki olarak tanımlandıklarına rastlamışızdır. İnsanlar arasında farklı olan zekâ düzeyinin nedenlerini açıklamak için pek çok araştırma beyin yapısındaki ve işlevindeki farklılıklara odaklanıyor. Bilim insanlarına göre unutulmaması gereken ilk şey, daha büyük beyinleri olan insanların gerçekten daha yüksek IQ'lara sahip olma eğiliminde oldukları, ancak bu konunun detayları zekânın beyin boyutundan daha fazlası olduğunu işaret ediyor. Bu detaylar da beyin önemli bileşenlerinden beyaz ve gri maddede saklı. Gri madde, nöronların ana gövdelerinden oluşurken, beyaz maddeyi sinyallerin iletildiği lifler oluşturuyor. İngiltere'deki MRC Biliş ve Beyin Bilimleri Birimindeki Rogier Kievit ve meslektaşları, ön (frontal) lobdaki gri maddenin hacminin, yeni problemleri çözme yeteneği olan akılcı zekâyla ilişkili olduğunu buldu. Bu, beyin prefrontal kısmının iki yarısı arasındaki beyaz madde bağlantılarının miktarıyla da yakından bağlantılı.



Ancak bilim insanları “önemli olan sadece doku miktarı değil” diyor. Memeli beyninin en çarpıcı özelliklerinden biri, yüzeyinde gri madde kıvrımlarına sahip olması ve ceviz benzeri bir görünüm kazanması. Bu kıvrımlar yüzey alanını artırıyor, hücreleri birbirine yaklaştırıyor ve daha hızlı iletişim kurmalarına imkân tanıyor. Kıvrımların miktarı düşünme hızı ve çalışma belleği (öğrenme, akıl yürütme, kavrama, karşılaştırma gibi karmaşık bilişsel süreçlerin gerektirdiği bilgileri kısa bir süreyle akılda tutma ve kullanmayı olanaklı kılan bellek) ile ilişkili. İşte bu yüzden daha zeki insanların daha kıvrımlı beyinleri var deniyor.

Fakat hâlâ bir diğer merak konusu olan zekânın beyin hangi bölgesinde olduğu açığa kavuşmuş değil. Zekâdan sorumlu beyin bölgesiyle ilgili en popüler fikirlerden biri parieto-frontal entegrasyon kuramı. Bu kurama göre, zekânın biyolojik temelini, beyindeki önemli farklı noktaları birbirine bağlayan bir ağ oluşturuyor. Bu önemli noktalarla ilgili ipuçlarını beyin görüntüleme yöntemleriyle öğrenmek mümkün. Frankfurt'taki Goethe Üniversitesindeki Ulrike Basten ve meslektaşları, beyin bazı bölümlerinin bilişsel görevler sırasında nasıl harekete geçtiğini incelerken zekâ ile ilişkili ön ve yan bölgelerde 20 farklı alanı birleştiren bir ağ tespit ettiler ve bu bölgelerde daha fazla gri maddeye veya daha yüksek sinirsel aktiviteye sahip kişilerin daha zeki olabileceği sonucuna vardılar.

Diğer yandan, zeki insanların beyinlerinin fiziksel olarak farklı olmasından öte, zekâyı, beyin daha verimli çalışmasıyla ilişkilendirenler de var. Örneğin, Harvard Medical School'dan Emiliano Santarnecchi'ya göre beyin verimliliği manyetik uyarı ile artırılarak zekânın gücü de artırılabilir. Santarnecchi aynı zamanda plastisite yani beyin değişme yeteneğinin de çok önemli olduğu konusunda. Belki de bazı insanların beyinleri doğal olarak daha esnek, dolayısıyla da öğrenme ve değişim konusunda yetenekliler. Ancak bu özelliğin sadece genetik olduğunu söylemek doğru değil. Yüzlerce genin zekâyı katkıda bulunduğu bilinmesine rağmen, bu etkilerin ince ayrıntılarını keşfetmek uzun zaman alacağı benziyor.

Düşünürken Beyinde Neler Oluyor?



Peki ya düşünme yeteneğimiz? Biliyoruz ki, her düşüncemiz - düşündüğümüz ister basit bir nesne olsun, isterse soyut bir fikir olsun - beynin 86 milyar nöron ağından çıkan elektrik sinyallerinin sonucu. Pennsylvania Üniversitesi, Psikoloji Bölümünden Ethan Solomon'a göre, basit bir tanımla, düşünce bilgi girdilerinin beyin tarafından çıktılara dönüştürülmesi demek. Berkeley'deki California Üniversitesinden Avgusta Shestyuk ise yüz tane sinir bilimciye düşüncenin tanımını sorsanız yüz tane farklı cevap almanız muhtemel diyor. Shestyuk düşünceyi altında birden fazla bilişsel süreci barındıran bir şemsiyeye benzetiyor.

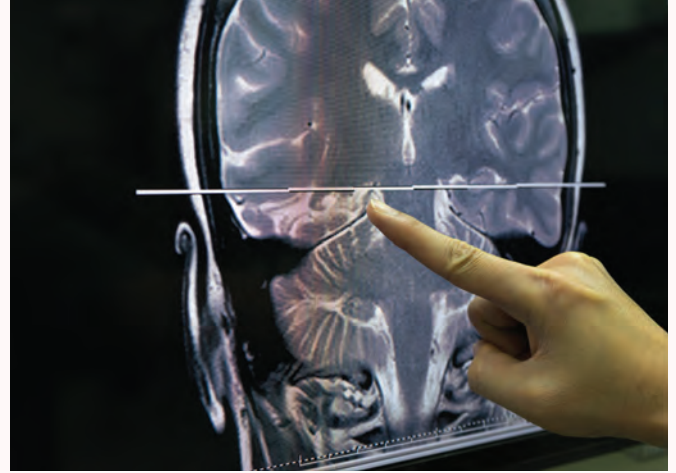
Yapılan son nörolojik çalışmalar, düşüncenin altında yatan elektriksel sinyalleri anlamamızı sağlıyor. Basit bir düşünce bile beyinde şaşırtıcı miktarda etkinliğin ortaya çıkmasına neden oluyor: Farklı beyin bölgeleri ateşleniyor, başka bölgelere sinyal gönderiliyor, bu sinyal trafiği de belirli merkez bölgelerden yönetiliyor.



Avgusta Shestyuk



Hangisini Kullanıyorsunuz? Sağ, Sol, Alt, Üst



Sosyal medyada sık sık rastladığımız testler var. Bu testi çözdüğümüzde beyninizin sağ kısmını mı yoksa sol kısmını mı daha çok kullandığınızı söylüyor. Aslına bakılırsa beynin herhangi bir tarafını “daha fazla kullanma” şehir efsanesinden öte bir şey değil. Bu şehir efsanesinin nasıl ortaya çıktığına bakmak gerekirse, 1960’lı yıllarda belirli işlevlerin, beynin sadece bir bölümünde gerçekleştiği keşfedilmişti. Çoğu insanda sol yarım küre dil fonksiyonlarını yerine getirirken, duygulardan da sağ yarım kürenin sorumlu olduğu düşünülüyordu. Kısa bir süre sonra mantık, akıl ve dil yeteneklerimiz tamamen sol yarım küreyle ilişkilendirildi; beynin sağ bölümünün ise duygulardan, müzik yeteneğinden ve dürtülerden sorumlu olduğu düşünüldü. Sonra da beynin hangi tarafının daha fazla kullanıldığının kişiliği ve yetenekleri belirlediği görüşü popülerleşti.

Ne var ki araştırmalara göre gerçek çok daha farklı. Örneğin, sol yarım küre konuşma yeteneğimizden sorumlu olsa da sağ yarım küre kullandığımız kelimelerin duygusal ve mecazi içeriğini anlamamızı sağlıyor, yani dille ilgili becerimizi kazandırıyor. Yaratıcı düşünceye gelince, bu herhangi bir yarım kürenin değil aksine her iki yarım kürenin de işin içinde olduğu yaygın bir hücre ağının harekete geçmesiyle ortaya çıkabilen bir özellik. Yani özetle beynin bir yarım küresinin diğerine göre daha baskın olduğuna dair henüz kesin bir kanıt yok.

Utah Üniversitesinden Jeffrey Anderson, araştırmasına katılan 1000’den fazla kişinin çeşitli görevleri yerine getirirken beyin taramalarını yaptı ve bir yarım kürenin diğerine göre daha fazla kullanıldığına dair bir sonuç görmedi. Anderson, kişiliklerimizin muhtemelen beyin bölgelerinin birbirleriyle olan bağlantılarının çeşitli ve zengin olmalarından kaynaklandığını söylüyor.

Bu konuda farklı başka fikirler de var. Harvard Üniversitesinden Stephen Kosslyn tarafından geliştirilen “bilişsel modlar kuramı”na göre bilişsel tarzımız beynin alt bölümünü mü, üst bölümünü mü kullandığımızla ilgili. Beynimizin üst bölgeleri plan yapma, uygulama ve planlar yolunda gitmediğinde onları gözden geçirme ile ilgili, beynin alt bölümü ise büyük ölçüde duyuların işlenmesi, nesnelere ve olayların sınıflandırılması ve onlara anlam verilmesi ile ilgili. Kosslyn her birimizin bir dereceye kadar üst veya alt beynimizi daha fazla kullandığımızı ve bunun davranışlarımızı etkilediğini söylüyor. Örneğin, beyninin üst bölümünü daha çok kullanan bir kişinin yaratıcılığının daha ön planda olacağı bir kariyere sahip olabileceğini, beyninin alt bölümünü kullanan bir kişinin ise karmaşık planları hayata geçirme olasılığının daha düşük olabileceğini öne sürüyor.

Beyin Hep Aktif

Beynin en önemli özelliklerinden biri de dinlenirken, hiçbir şey yapmadığınız zamanlarda bile, beyin hücrelerimizin sürekli aktif ve birbirleriyle de iletişim hâlinde olması. Yani hayatta olduğunuz sürece beynimiz hep aktif. Çin'deki Fudan Üniversitesinden bilişsel sinirbilimci Deniz Vatansever de hiçbir şey yapmıyor olsak bile beynimizde çok fazla işlemin gerçekleştiğini söylüyor. 1990'lı yıllarda, sinir bilimciler beyin tarama çalışmaları sonucunda sessizce, gözleri kapalı yatan insanların beyin hücrelerinin şaşırtıcı düzeyde etkin olduğunu fark ettiler. Araştırmacılar kısa süre sonra dinlenme sırasında en aktif olan beyin bölgelerini haritaladılar ve bu bölgeleri "varsayılan mod ağı" olarak tanımladılar. Varsayılan mod ağı dikkat gerektiren herhangi bir işle meşgul olduğumuzda çok az aktivite gösterirken dinlenme durumunda etkinleşiyor. Bazı kanıtlar ise varsayılan mod ağının geçmiş deneyimler üzerinde düşünürken, hayal kurarken ve geleceğe dair planlar yaparken aktif hâle geçtiğini gösteriyor. Deniz Vatansever bu ağ sayesinde ayakkabı bağını bağlamak ya da bildiğimiz bir güzergâhta araba kullanmak gibi bazı şeyleri otomatik olarak yapabildiğimizi söylüyor.



Beynimiz sadece dinlenirken değil uyurken de hayli aktif. Öyle ki uykuya daldığımızda beyin toksik moleküllerin temizlenmesinden, hormon seviyelerinin düzenlenmesine kadar pek çok görevi yerine getiriyor. Hatta bitkisel hayatta olan bir kişi, o süre boyunca bilinci kapalı ve tepkisiz görünse bile, beyni belirli bir düzeyde çalışmaya devam ediyor. Sadece ölüm gerçekleştiğinde nöronlar etkinliğini tamamen kaybediyor. O zaman bile beyinde son bir faaliyet patlaması oluyor. Geçtiğimiz günlerde, Ohio'daki Cincinnati Üniversitesindeki Jed Hartings ve meslektaşları insanlardaki bu patlamayı ilk kez gösterdiler. Kalp artık beyne kan pompalayıp beyin oksijensiz kaldığında, son bir elektrokimyasal enerji patlaması olarak, nöronlar önceden depolanmış enerjilerini kullanarak üç dakika kadar aktifliğini sürdürüyor. Ardından beyindeki tüm etkinlikler son buluyor.

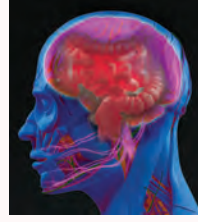


Bağırsaklar Beyni Nasıl Etkiliyor?



Bilim insanlarına göre, bağırsakların besinleri, toksinleri ve patojenleri tespit eden ve bu bilgiyi beynimize aktaran bir duyu organı olduğunu ve beyinde sindirim sürecini koordine eden yaklaşık 500 milyon nöron olduğunu unutmamak gerekiyor. Bağırsaklar, bağırsak mikrobiyomu denilen yaklaşık 2 kilogram bakteri barındırıyor ve bu mikrobiyom beyin de dâhil olmak üzere vücuttaki her organı etkiliyor. Farelerde yapılan araştırmalar, bağırsaktaki bakterileri değiştirmenin davranışları da değiştirebileceğini, bazı durumlarda deneklerin antisosyal davranış geliştirdiklerini gösteriyor. Bağırsak mikrobiyomu, özellikle çocukluk çağında, yani beyin henüz gelişimini sürdürürken çok daha büyük önem taşıyor. Gene farelerde yapılan bir araştırmada, bebeklik döneminde bağırsaklarında mikrobiyomun önemli bir üyesi olan *Bifidobacteria* adlı mikroorganizma bulunmayan farelerin yeni bilgiler öğrenmede normal bağırsak mikrobiyomuna sahip farelere göre çok daha geride kaldıkları tespit edilmiş. Bağırsak mikrobiyomu ve beyin arasındaki önemli ilişki insanlarla yapılan çalışmalarla da ortaya çıkarılmış. Belçika'da 1054 kişinin katılımıyla gerçekleştirilen bir araştırmada bazı bağırsak bakteri türleri depresyonlu insanlarda daha az görülmüş. Nörolojik hastalıklarla ilgili yapılan araştırmalarda, otizm ve Alzheimer gibi problemlere bağırsak mikrobiyomundan kaynaklanan sorunların neden olabileceğine dair önemli ipuçları elde edildi. Örneğin Parkinson'da, hastalığın bir belirteci olan sinüklein lifleri, beyinden önce ilk olarak bağırsakta görülüyor.

İrlanda Cork Üniversitesindeki APC Mikrobiyom Enstitüsünden John Cryan ve aynı üniversitenin psikiyatri bölümünden Ted Dinan zihinsel sağlığımızı iyileştirmek için bağırsak mikrobiyomunu hedef alan psikobiyotik tedavi fikrini ilk kez ortaya atan isimler. Uygun dozlarda tüketimi ile bağırsak-beyin ilişkisinde etkilerini ortaya koyan ve zihinsel rahatsızlıkları olan hastaların durumu üzerinde yararlı etkilere sahip olan bu probiyotik bakterileri tanımlamak için yeni bir kavram olan psikobiyotik, kısa sürede duygulanım bozukluklarıyla ilgili çalışmaların konusu hâline gelmiş.



Bakterilerin beyni gerçekte nasıl etkilediği hâlâ gizemini korusa da araştırmalardan elde edilen sonuçlar resmin daha da belirginleşmesine yardımcı oluyor. Bağırsaklarımızdaki bakteriler, vücut tarafından sürekli işlenen pek çok kimyasal madde üreten bir metabolik faaliyet kovanındaki arılar gibi. Üretilen bu kimyasalların hangilerinin beyne ulaştığını ve etkilerini ortaya çıkarmak, şu anki araştırmaların odak noktası. Hatta bazı bağırsak bakterilerinin, eksikliğinde anksiyete, epilepsi ve uykusuzluk gibi sorunlara yol açan ve beyinde sinir iletisini yavaşlatarak etkisini gösteren bu nedenle de engelleyici nörotransmitter olarak adlandırılan GABA (γ -aminobutirik asid) ile beslendiklerine dair bilgiler de mevcut.

Beynin bağırsaklardan etkilenmesi başlangıçta kulağa garip gelmiş olsa da bilim insanları bağırsak mikrobiyomunun sağladığı yararlar ve hep bizimle olmaları nedeniyle onların "dostlarımız" olduğunu her fırsatta hatırlatıyor.

Ted Dinan ve John Cryan



Beyin Nöronlardan İbaret Değil

İnsan beyni, merkezi sinir sistemi için bir kumanda merkezi gibidir. Duyu organlarından sinyaller alır ve kaslara bilgi verir. İnsan beyni diğer memeli beyinleri ile aynı temel yapıya sahip olmasına rağmen vücut büyüklüğü ile oranlandığında diğer beyinlerden büyüktür.

Beynin yapıtaşları dendiğinde ise aklımıza hemen nöronlar geliyor. Ancak beyin elektriksel ve kimyasal mesajlar iletebilen, vücudumuzu ve düşüncelerimizi kontrol edebilen bu 86 milyar nöronun ibaret değil. Beyinde elektriksel olarak aktif olmayan, hatta sayıları nöronlarınkinden fazla olan glial hücreleri de var. İngiliz Sinirbilim Derneği Genel Müdürü Anne Cooke nöronları

bir arada tutan glia hücrelerinin destek hücresinden daha öte olduklarını söylüyor ve onlara beyin kahramanları diyor. Farklı türleri olan gliaların en önemli görevleri arasında nöronlara yeterli oksijeni ve besini sağlamak, nöronların koruyucu kılıfı miyelini oluşturmak, sinir sistemindeki zararlı mikroorganizmaları yok etmek ve ölü nöronları temizlemek sayılabilir. Örneğin, mikrogliya denilen küçük türleri, beyinde dolaşarak nöronları korumak üzere yabancı maddeleri topluyor. Gliaların diğer bir türü olan astrositler ise nörotransmitterler olarak bilinen kimyasal mesajların seviyelerini kontrol ederek nöronları koruyor ve oluşan hasarı gideriyor. Araştırmalardan elde edilen kanıtlara göre, astrositler aynı zamanda zekânın gelişiminde de rol oynuyor. Seattle'daki Allen Beyin Bilimi Enstitüsünden Ed Lein nöronların her zaman önemini koruyacağını ama glial hücrelerinin de merkezi sinir sisteminin oluşmasında büyük önemi olduğunu tekrar hatırlatıyor.

Beyin hücreleri gibi hücreler arasındaki boşluklar da hayli önemli. Beynimizin derinliklerinde, beyin hücrelerini yıkayan sıvının üretildiği ventrikül denen küçük boşluklar var. Bu boşluklarda günde 500 ml beyin omurilik sıvısı üretiliyor. Bu sıvı beyin için mekanik koruma sağlarken aynı zamanda hücrelere besin sağlıyor ve atıkları uzaklaştırıyor. Aslında beyinde her şeyin yolunda gitmesinde büyük rol oynuyor.

Beyinde keşfedilmemiş farklı hücre tiplerinin olması da muhtemel. Örneğin, araştırmacılar yakın bir zaman önce şeklinin kuşburnu meyvesine benzemesi nedeniyle kuşburnu nöronu olarak adlandırdıkları yeni bir tür beyin hücresi tanımladılar ve bu hücrenin sadece insanlarda olduğunu tespit ettiler. Araştırma ekibinden Ed Lein, 2018 yılında *Nature Neuroscience* dergisinde yayımlanan çalışmayla tanımlanan bu özel hücre tipinin özelliklerinin başka türlerde olmadığını söylüyor. Bu bulgu, beyin bozuklukları için birçok deneysel tedavinin neden farelerde işe yarayıp da insanlarda başarısız olduğunu açıklamaya yardımcı olabilir. Ayrıca otizm-

den Alzheimer'a ve şizofreniye kadar farklı problemleri inceleyen bilim insanlarına da yeni ipuçları sağlayabilir. Bilim insanları kuşburnu hücrelerinin görevini tam olarak bilmeseler de beyin belirli alanlarındaki bilgi akışını kontrol altında tuttuklarını düşünüyorlar. Yine de kesin işlevlerinden bağımsız olarak, kuşburnu nöronlarının keşfedilmesinin beyin araştırmaları bakımından büyük önem taşıdığı düşünülüyor.

Bu arada Ed Lein'in beyin tüm hücre tiplerinin haritasını çıkarmak için çabaları devam ediyor. Lein, yakın bir zaman önce beyin daha karmaşık işlemleriyle ilgili olan ve kütesinin %80'ini oluşturan neokorteks tabakasını inceledi ve sadece bu tabakada 75 farklı hücre tipi buldu.

Ed Lein

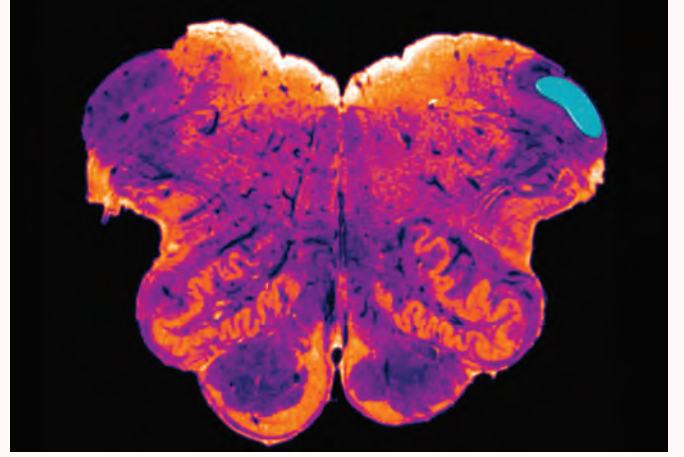


Beynin Gizli Kalmış Bölgesi



George Paxinos

Son zamanlarda Ed Lein gibi başka araştırmacılar da beyni daha iyi anlayabilmek için ayrıntılı haritasını ı-karmaya çalışıyorlar. İşte bu çalışmalardan birinde, bir si-nir bilimci, insan beyni ve omuriliğin bağlantılarının ve morfolojisinin yeni bir atlasını çıkartırken dikkatini e-ken bir řey oldu. Avustralya Sinir Bilimi Araştırma Ensti-tüsü (NeuRA) alışanlarından beyin harita uzmanı Geor-ge Paxinos beynin daha önce bilinmeyen gizli kalmış bir bölgesini keşfetti. Paxinos, endorestiform çekirdek (en-dorestiform nucleus) adını verdiği bu bölgeyi, *Human Brainstem: Cytoarchitecture, Chemoarchitecture, Myeloarc-hitecture* başlıklı kitabında detaylarıyla anlattı. Paxinos, 30 yıl önceki çalışmalarından bu yana böyle bir bölgenin varlığından şüphelendiğini söylüyor. Bugün ise, gelişmiş boyama ve görüntüleme tekniklerinin yardımıyla, bey-nin bir bölgesinde, işlevsel olarak komşu sinir liflerinden ayrı bir çekirdek olduğunun gösterilebildiğini belirtiyor. Endorestiform ekirdek alt beyincik sapında, omuriliği ve beyni birbirine bağlayan sinir lifleri demetinin için-de yer alıyor. Bu bölgenin dengede durmak, müzik aleti almak, yazı yazmak veya spor yapmak gibi ince motor becerilerinin kontrol edilmesiyle ilişkili olduğu dūřünü-lüyor. Endorestiform çekirdeğin kesin olarak işlevinin ne olduğu henüz gizemini korusa da Paxinos beyinde bu-lunduğu yeri göz önünde bulundurarak ince motor be-cerilerinin kontrolünde rol oynayabileceğini dūřünüyor.



Keřfedilen bu gizemli bölgenin diğer hayvanlarda olma-yışı da insanı eşsiz kılan özelliklerden bir başkası. Bu keř-fin Parkinson ve motor nöron hastalıklarının tedavileri-ne yönelik araştırmalara yardımcı olacağı dūřünü-lüyor.



Yaşlandıkça, Bilişsel Yetenekler Azalıyor mu?



Beyin, 40 yaş civarında küçülmeye başlıyor, en karmaşık düşüncelerimizden, hareketlerimizden ve hafızamızdan sorumlu olan frontal lob, striatum ve hipokampustaki hücreler hızlı şekilde bozuluyor. Bu bozulmanın etkilerine kişinin ne kadar dirençli olduğu ise tamamen sahip olduğu bilişsel rezerviyle diğer bir deyişle beynin yaşlanmasıyla oluşan hasarlara direnme kapasitesiyle ilgili.

Bilişsel rezerv, bir kişinin diğerine göre daha fazla nörona sahip olmasının yanı sıra nöronların farklı ağlar aracılığıyla birbirleriyle ne kadar fazla ilişki içinde olduğuna bağlı. Bu durum beynin etkinliğinde yaşa bağlı bir yavaşlama ya da bir hastalık olduğunda, beynin bu sorunlarla baş edebilmesini ve en iyi şekilde çalışmaya devam edebilmesi için bilgilerin yeniden yönlendirilmesini sağlıyor. Diğer yandan çevresel faktörlerin de bilişsel rezervimize etkisi var. Örneğin yüksek eğitim seviyesi bilişsel rezervimize olumlu katkı sunarken, obezitenin ve insülin direncinin bilişsel rezervin azalmasına yol açtığı düşünülüyor.

Bilişsel gücü artırmanın birkaç yolu var. Örneğin, yaşamınız boyunca kendinizi eğitmeye devam etmek en büyük yararlarından birini sağlıyor. Bir müzik aleti çalmak, sosyalleşmek, doğru miktarda uyuma ve birden fazla dil konuşmak da bilişsel gücü artırma yollarından birkaçı.

King's College, İnsan ve Uygulamalı Fizyoloji Bilimleri Merkezi direktörü Steve Harridge'e göre egzersiz yapmak beyin sağlığını korumada büyük rol oynuyor. Düzenli egzersizler, hafıza, dikkat, işlem hızı, planlama ve çoklu görev gibi işlevlerde önemli gelişmeler sağlıyor. Cambridge Üniversitesinden Richard Henson ve meslektaşları, orta yaşta iş ve eğitim dışında yaptığımız işlerin ileri yaşlarda beyin sağlığına büyük katkı yaptığını keşfetti. Oysa emeklilerin yaşlılıklarında yaptıkları faaliyetlerin bu kadar etkili olmadığı gözlemlendi.

Nöronları Görüntülemek ve Kontrol Edebilmek İçin Geliştirilen Yeni Yöntemlerle Beynin Gizemlerini Çözmek Mümkün mü?

Lazer teknolojisi, doku genişletme ve yaratıcı genetik açılımlar ile bilim insanları beynin gizemlerini çözmeye çalışıyor. Araştırmacılar, mikroskop ve hücre biyolojisindeki önemli gelişmeleri bir araya getirerek, fareler ve meyve sineklerindeki her bir sinir hücresinin karmaşık detaylarını gözlemlediler. Seattle'daki Allen Beyin Bilimleri Enstitüsünden moleküler sinirbilimci Hongkui Zeng yayımlanan iki yeni çalışmada yer alan yeni tekniklerle beynin nasıl işlediğini anlamak için ileriye doğru büyük adımlar attıklarını ve bu tekniklerle her bir nöronu inceleyebileceklerini söylüyor.

Howard Hughes Tıp Enstitüsünün Janelia Araştırma Yerleşkesinden fizikçi Eric Betzig ve meslektaşları, beyin dokusunun katmanlarının derinlemesine ve hızlıca incelenmesini mümkün kılan güçlü bir mikroskop geliştirdiler. Kafes ışık levha mikroskobu adını verdikleri bu mikroskop, ince bir lazer ışığıyla beyni tarayarak nöronların yapısını ortaya çıkarabiliyor. Ancak, herhangi bir mikroskop gibi, yapılar gerçekten çok küçüldüğünde detayı ortaya çıkarmakta zorlanıyor. Ancak başka araştırmacılar bu problemi mikroskop altındaki dokuyu bir balon gibi şişirerek çözmeyi başardı. Massachusetts Institute of Technology'den

sinirbilimci Edward Boyden'in laboratuvarında geliştirilen ve genleşme mikroskopisi adı verilen bu teknikle çok küçük örnekler bir jel ile şişirilerek incelenebiliyor. Bu jel, dokuyu şişirirken aynı zamanda dokunun korunmasını da sağlıyor.

Araştırmacılar, 2019 yılının Ocak ayında *Science* dergisinde yayımladıkları çalışmada kafes ışık levha mikroskobu ile meyve sineklerinin beyinlerini ve fare beyinlerinin bölümlerini incelediklerini ve her bir nöronun özelliklerini ortaya çıkarttıklarını belirtti. Ekip, sinaps adı verilen hücre bağlantılarının sayısını inceledi, yağlı bir yapıdaki miyelinin sinir hücrelerinin mesaj gönderme uzantılarının yani aksonların etrafına nasıl sarıldığını gördü ve bir nörotransmitter olan dopamini üreten tüm sinir hücrelerini tam olarak belirledi.

Sinir hücresi anatomisindeki bu yeni ayrıntıların yanı sıra bu hücrelerden bazılarının görevleriyle ilgili ipuçları da ortaya çıkarılmaya başlandı. Stanford Üniversitesinde psikiyatrist ve sinir bilimci olan Karl

Deisseroth ve meslektaşları, genetik olarak tasarlanmış sinir hücrelerini kontrol etmek için lazer ışığını kullanan ileri bir optogenetik tekniğini geliştirdi.

Mikroskopi alanındaki gelişmeler sayesinde bilim insanları sinir hücrelerinin davranışlarını artık tek tek izleyebiliyor. Örneğin, farelerin yeme davranışını değiştirerek istedikleri sinir hücrelerini etkinleştirmeyi başaran araştırmacılar çalışmalarının sonuçlarını 2019 yılının Ocak ayında *Nature* dergisinde yayımladılar. Çalışmanın yeme davranışında ve sosyal deneyimlerde rolü olan hücrelerle ilgili düğümün çözülmesine yardımcı olacağı umut ediliyor. Araştırmacılar fare beyininin frontal lob alanında bulunan ve beslenmeyle sosyal davranışlarda rol oynayan hücrelerin bulunduğu orbitofrontal korteksteki nöronlara odaklandılar. Belirli hücreleri tanımladıktan sonra, hücrelerin harekete geçmesini sağlamak için lazer ışığı kullanarak ortaya çıkan davranışları izlediler. Bilim insanları bir grup "yeme" nöronunu uyardıklarında farelerin daha

çok kalorili su içtiğini tespit etti. Ekip sosyal davranışlarda rol oynayan nöronları uyardığıdaysa farelerin daha az su içtiklerini gördü. Böylece sosyal etkileşimlerin yeme davranışını dizginleyebileceği sonucuna vardılar. Deisseroth fare beyinlerinin büyük bir kısmını derinlemesine incelemenin zor olduğunu ancak bu yeni yöntemle tüm memelerinin beyinlerinin çok yönlü incelenmesinin mümkün olabileceğini söylüyor. ■

Beynin gizemlerini çözmek için bilim insanları son hızla çalışıyor ve çalışmalarının sonuçları şaşırtıcı pek çok bilgiyi gözler önüne seriyor. Gene de elde edilen tüm bilgilerin buzdağının sadece görünen kısmı olduğunu düşünüyorlar. Gelecek günlerde bakalım beynin ortaya çıkacak hangi yeni bir gizemiyle şaşıracağız.

Kaynak

<https://www.scientificamerican.com/article/what-makes-our-brains-special/>

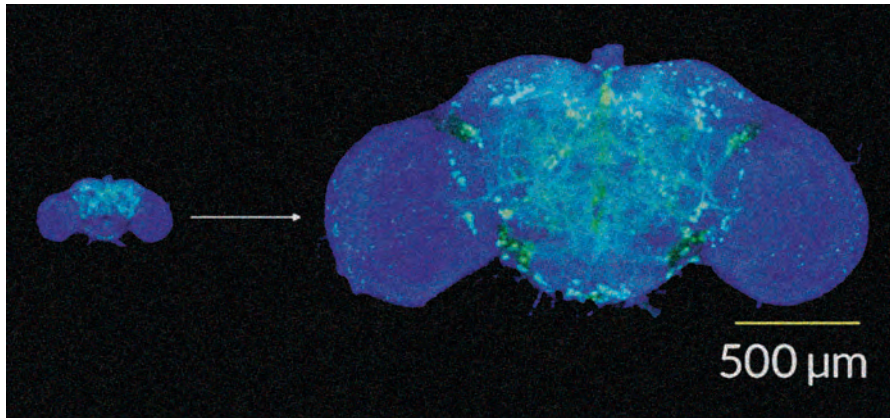
<https://science.sciencemag.org/content/338/6103/30.1/tab-pdf>

<https://www.sciencenews.org/article/new-ways-image-control-nerve-cells-unlock-brain-mysteries>

<https://www.newscientist.com/article/mg24232350-800-brain-mysteries-a-users-guide-to-the-biggest-questions-of-the-mind/>

<https://www.sciencealert.com/a-hidden-region-of-the-human-brain-was-revealed-while-making-an-atlas>

<https://www.sciencedaily.com/releases/2018/08/180827180809.htm>



Şişebilen bir jelin beyin dokusuna doldurulması, meyve sineği beyinini normal boyutunun dört katına çıkartacak şekilde genişletir. Bu teknikle, yeşil renkle gösterilen kimyasal mesaj iletici dopamini üreten hücreler daha net bir şekilde incelenebiliyor.





FEZA GÜRSEY YA DA DÜNYA FİZİK CAMIASINDA ANILDIĞI ÜZERE PAULI'NİN ZİYARETİ ETTİĞİ TÜRK, 1921 YILINDA DOĞDU. İSTANBUL ÜNİVERSİTESİNDE FİZİK OKUDUKTAN SONRA DÜNYA ÇAPINDA OKULLARDA ÇALIŞTI. KUARKLARIN SPİNİ ÜZERİNE YAPTIĞI ARAŞTIRMALARLA DÜNYA ÇAPINDA ÜN KAZANDI VE NOBEL FİZİK ÖDÜLÜNE İKİ KEZ ADAY GÖSTERİLDİ. HEISENBERG, PAULI, OPPENHEIMER GİBİ ÜNLÜ BİRCOK İSİMLE BERABER ÇALIŞAN FEZA GÜRSEY, OPTÜDE VE BOĞAZICI ÜNİVERSİTESİNDE BİRCOK FİZİKÇİ YETİŞTİRDİ.

1957, FEZA BEYİN OFİSİ

GİRİN.

BAY PAULI!

MERHABA FEZA BEY. DAVETSİZ GELDİM KUSURA BAKMAYIN.

NE DEMEK, BUYRUN.

İSTANBUL ÜNİVERSİTESİNDE YAYIMLADIĞINIZ MAKALE İLE İLGİLİ SİZİNLE KONUŞMAYA GELDİM.

TAK TAK

DEDİĞİM GİBİ, KLASİK SPİNLİ ELEKTRONLAR ÜZERİNE BULDUKLARINIZ FEVKALÂDE. ÇÖZEMEYİP BOCALADIĞIM YERLERİ ÇOK GÜZEL AYDINLATMIŞSINIZ.

TEŞEKKÜR EDERİM. ŞEY, ACABA PRINCETON İÇİN SİZDEN REFERANS ALMAM MÜMKÜN MÜ?

SEVGİLİ DOSTUM, SİZE REFERANS OLMALI MIYIM BİLMİYORUM. YANLIŞ ANLAMAYIN, BENİ DÜŞÜNDÜREN SİZİN PRINCETON'DA ÇALIŞACAK KADAR İYİ OLUP OLMAMANIZ DEĞİL. ACABA PRINCETON ÜNİVERSİTESİ SİZİN İÇİN YETERİNCE İYİ Mİ?

YILLAR SONRA

NİHAyet GELEBİLDİN! NASIL BULDUN KONFERANSI?

GAYET KARMAŞIK.

HAH HA! KARMAŞIKLIĞI BOŞ VER DE YAVAŞÇA ARKANA BAK.

YEŞİL CEKETLİ İLE KONUŞAN GÖZLÜKLÜ KİM BİLİYOR MUSUN? FEZA GÜRSEY!

PAULI'NİN ZİYARET ETTİĞİ TÜRK!

VAY CANINA!

Kuantulum internet

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

Bilim ve Teknik Ağustos 2019

Günlük hayatta kullandığımız internet ağlarında bitlerde kodlanmış “klasik bilgi” aktarılır. Bir süredir üzerine araştırmalar yapılan bir konuya kübitlerde (kuantum bitlerde) kodlanmış “kuantum bilginin” aktarıldığı ağlar kurmak.

Henüz tam anlamıyla gerçeğe dönüştürülmüş devasa bir kuantum ağının kurulması bir hayal. Ancak yakın zamanlarda yaşanan gelişmeler, gelecek birkaç yıl içinde ufak çapta kuantum ağları kurmanın mümkün olabileceğine işaret ediyor.

y

Tamamen Güvenli İnternet

Kuantum internetin günümüzdeki klasik internete göre en önemli artışı, tamamen güvenli bilgi aktarımına imkân vermesi. Bu durumun nedenlerini anlayabilmek için bitler ile kubitler arasındaki temel farkı kavramak yeterli.

Klasik bitlerin alabileceği iki değer vardır: 0 ve 1. Benzer biçimde kubitlerin de “birbirinden bağımsız iki ayrı durumda” bulunabileceği söylenebilir: $|0\rangle$ ve $|1\rangle$. Ancak kubitler, klasik bitlerin aksine, kuantum mekaniği ilkeleleriyle uyumlu davranışların gözlemlenebildiği sistemler olduğu için bir kubitin bulunabileceği “tüm durumların sayısı” esasen sonsuzdur. Genel olarak a ve b iki karmaşık sayı olmak üzere bir kubitin durumu $|0\rangle$ ve $|1\rangle$ durumlarının herhangi bir lineer kombinasyonu olabilir: $a|0\rangle + b|1\rangle$. a 'nın ve b 'nin alabileceği sonsuz farklı değere karşılık gelen sonsuz farklı durum vardır.

Kubitlerle bilgi aktarımını bitlerle bilgi aktarımına göre daha güvenli yapan şey, kuantum mekaniği ilkeleleriyle uyumlu biçimde, kubitler üzerinde yapılan ölçümlerin sonuçlarının olasılığa dayalı olmasıdır. Bir bit üzerinde ölçüm yapıldığında 0 durumundaysa 0 durumunda olduğu, 1 durumundaysa da 1 durumunda olduğu bulunur. $a|0\rangle + b|1\rangle$ durumundaki bir kubit üzerinde ölçüm yapıldığıdaysa $|a|^2$ olasılıkla $|0\rangle$ durumunda olduğu, $|b|^2$ olasılıkla da $|1\rangle$ durumunda olduğu bulunur. Üstelik kubitin durumu ölçüm sonucunda bulunduğu duruma “çöker”. Başka bir deyişle, ölçümden önce $a|0\rangle + b|1\rangle$ durumunda olan bir kubit, ölçümden sonra $|a|^2$ olasılıkla $|0\rangle$ durumundaki, $|b|^2$ olasılıkla da $|1\rangle$ durumundaki bir kübite dönüşür.

İki nokta arasındaki iletişimi gizlice dinlemeye çalışan birisi olduğunu düşünelim. Eğer bilgi bitlerle aktarılıyorsa, yapması gereken şey gayet basittir: önce iletişim hattına sızıp bitlerin durumunu belirlemek daha

Kübitler

Klasik bilgi ile kuantum bilgi arasındaki temel fark, bilginin kodlandığı ve işlendiği birimlerin çalışma biçimleridir. Klasik bilginin kodlandığı birimler bit olarak adlandırılır. Hem bitlerin yapısı ve davranışları hem de bitler üzerinde yapılan işlemler klasik fizikle açıklanır. Kuantum bilginin kodlandığı birimlerse kubit olarak adlandırılır. Hem kubitlerin yapısı ve davranışları hem de kubitler üzerinde yapılan işlemler kuantum fiziğiyle açıklanır.

Bir bitin alabileceği iki değer vardır: 0 ve 1. Dolayısıyla klasik bilgisayarlarda tüm bilgiler 0'lar ve 1'lerle kodlanır. Örneğin tam sayıları ele alalım. Eğer bilgisayar sadece üç bitle işlem yapıyorsa, bu bitlerin alabileceği sekiz ayrı değer vardır: 000, 001, 010, 011, 100, 101, 110, 111. Dolayısıyla üç bitle ancak 0'dan 7'ye kadar olan tam sayılar kodlanabilir. 0'dan 7'ye kadar olan sayıların iki tabanlı gösterimiyle üç bitin alabileceği sekiz ayrı değer arasında bire bir ilişki vardır. Örneğin, 3 ve 6 sayıları iki tabanında sırasıyla 11 ve 110 olarak yazılır. Dolayısıyla 011, 3 sayısını; 110 da 6 sayısını kodlamak için kullanılabilir.

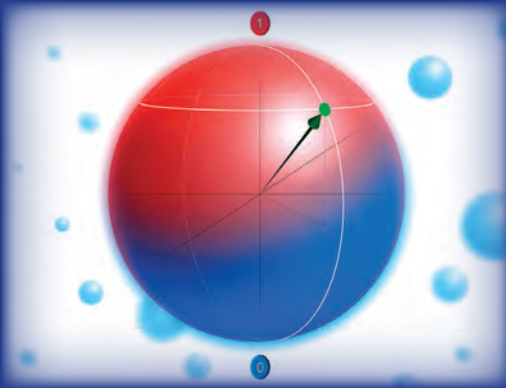
Bir biti sayının işaretini göstermek için kullanarak -örneğin 0'ı pozitif işareti, 1'i de negatif işareti göstermek için kullanarak- negatif sayılar da benzer biçimde kodlanabilir. Harfler, diğer semboller ve renkler de 0'lar ve 1'lerle kodlanır. Ancak kodlama yöntemi tam sayılarınkine göre biraz daha karmaşıktır. Günlük hayatta kullandığımız veri depolama aletleri sadece birkaç değil milyarlarca biti hafızasına kaydedebilir. Örneğin 1 terabaytlık (1 bayt=8 bit) bir harici disk, 8×10^{12} biti hafızasında saklayabilir.

Kubitlerin bitlerden temel farkı sadece 0 ve 1 değerlerine karşılık gelen durumlarda değil, bu durumların sonsuz farklı lineer kombinasyonunda da bulunabilmeleridir. 0'a ve 1'e karşılık gelen durumları $|0\rangle$ ve $|1\rangle$ ile gösterirsek, bir kubitin durumu genel olarak, a ve b iki karmaşık sayı olmak üzere, $a|0\rangle + b|1\rangle$ olarak ifade edilir. a 'nın ve b 'nin sağlaması gereken tek koşul $|a|^2 + |b|^2 = 1$ 'dir. Kubit, $a=1$ ve $b=0$ olduğunda $|0\rangle$ durumunda, $a=0$ ve $b=1$ olduğunda $|1\rangle$ durumdadır. Ancak a 'nın ve b 'nin sahip olabileceği sonsuz başka değerlere karşılık gelen sonsuz farklı durum daha vardır.

sonra da bulunduğu sonuçlara uygun yeni bitler hazırlayarak kendisi hiç araya girmemiş gibi bu bitleri alıcıya göndermek. Dinleyicinin yaptığı ölçümlerin sonuçları olasılığa dayalı olmadığı için gönderilen bitlerle alıcıya ulaşan bitler arasında herhangi bir farklılık olmaz. Bu yüzden bilginin bitlerle aktarıldığı bir sistemde herhangi birisinin varlığını belli etmeden dinleme yapması hiç de zor değildir. Günümüzde bu duruma karşı alınan önlem, bilgileri şifrelendirerek göndermek. Bu sayede iletişimi gizlice dinleyen birinin eline sadece şifrelenmiş bilgiler geçer. Sistemin güvenliğini sağlayan şeyse dinleyicinin şifreli metinleri çözmek için gerekli bilgilere sahip olmasıdır. Bu bilgiler olmadan şifreli metinlerin çözülmesi, imkânsız olmasa bile, çok zordur.

Bilginin kubitlerle aktarıldığı bir sistemdeyse durum çok daha farklıdır. Dinleyicinin önce kubitler üzerinde ölçüm yaptığını, daha sonra da bulunduğu sonuçlara uygun yeni kubitleri alıcıya gönderdiğini düşünelim. Ölçüm so-

nuçları olasılığa dayalı olduğu için alıcıya ulaşan kubitler, gönderilen orijinal kubitlerden farklı olacaktır. Örneğin, gönderilen bitin $0,6|0\rangle + 0,8|1\rangle$ olduğu durumu ele alalım. Dinleyici ölçüm sonucunda %36 olasılıkla $|0\rangle$ sonucunu %64 olasılıkla da $|1\rangle$ sonucunu bulur. Ancak bulunduğu sonuca bakarak kubitin ölçümden önceki durumunun ne olduğu hakkında bir çıkarım yapamaz. Eğer bulunduğu sonuçlara uygun kubitleri alıcıya gönderirse (ki dinleme yaptığını belli etmemek için önünde sonunda alıcıya bir şey göndermek zorundadır) alıcıya ulaşan kubit (%36 olasılıkla $|0\rangle$, %64 olasılıkla $|1\rangle$) gönderilen orijinal kubitten $(0,6|0\rangle + 0,8|1\rangle)$ farklı olacaktır. Bu yüzden bilginin kubitlerle aktarıldığı bir sistemde yetkisiz kişilerin varlığını belli etmeden herhangi bir iletişimi dinlemesi imkânsızdır. Bu durum, işleyişi kuantum mekaniği ilkeleriyle açıklanan bir internet ağının tamamen güvenli bir biçimde iletişim kurmaya imkân vereceği anlamına gelir.



Bir kubitin durumunun temsili gösterimi.

Kübit 0 veya 1 durumunda olabileceği gibi bu durumların herhangi bir lineer kombinasyonunda da olabilir.

Kuantum mekaniği bu durumdaki bir kubit üzerinde ölçüm yapıldığında $|a|^2$ ihtimalle $|0\rangle$ durumunda $|b|^2$ ihtimalle $|1\rangle$ durumunda bulunacağını söyler.

Bugüne kadar kubitlerle ilgili çok sayıda çalışma yapıldı. Günümüzde de kubit işlevi görebilecek sistemlerle ilgili yeni fikirler ortaya atılıyor, araştırmalar yapılıyor.

Kuantum mekaniği ilkelerine uyan, iki seviyeli herhangi bir sistemin kubit olarak kullanılması mümkündür. Örneğin, elektron spinleri, iki seviyeli sistemlerin bir örneğidir. Bir elektronun belirli bir yöndeki spinini belirlemek için bir ölçüm yapıldığını düşünelim. Sonuç olarak, spinin ya ölçüm yapılan yönle aynı yönde olduğu ya da ters yönde olduğu bulunur. Bu iki ihtimal, klasik bilgisayarlardaki bitlerin alabileceği iki değere (0 ve 1) karşılık gelir. Ancak bir elektronun belirli bir andaki spinini sadece bu iki yönde değil başka herhangi bir yönde de olabilir. Dolayısıyla bir elektronun spinini sadece 0 ve 1 durumlarını kodlamak için değil bu durumların herhangi bir lineer kombinasyonunu kodlamak için de kullanılabilir. Dolayısıyla elektronların spin durumları kubit olarak kullanılabilir.

Kuantum mekaniği ilkelerine uyan parçacıkların “varlığı ya da yokluğu” da “iki seviyeli sistem” olarak düşünülebilir ve kubit olarak kullanılabilir. Örneğin, fotonların varlığı ya da yokluğu veya elektronların varlığı ya da yokluğu da 0 ve 1 durumlarını kodlamak için kullanılabilir.

Kuantum Dolanıklık Nedir?

Klasik mekanikte, bir sistemin özellikleri içerdiği parçacıkların konumları ve hızları ile tanımlanır. Konum ve hız, zaman içinde değişen dinamik değişkenlerdir. Kuantum mekaniğinde ise durum tamamen farklıdır. Konum ve hız herhangi bir anlam ifade etmez. Parçacıkların belirli bir konumları ya da hızları yoktur. Kuantum mekaniğinde sistemin durumu, dalga fonksiyonu olarak adlandırılan fonksiyonlar kullanılarak tanımlanır. Bu fonksiyon belirli bir anda sistemin belirli durumlarda bulunma ihtimalleri hakkında bilgi verir.

Kuantum mekaniğine göre bir sistemin dalga fonksiyonu, o sistemi tanımlayan Schrödinger denkleminin herhangi bir çözümü olabilir. Ölçümler sonucunda elde edilebilecek sonuçların her biri Schrödinger denkleminin öz durumdur ve denklemin birbirinden bağımsız çok sayıda özdu-

rumu vardır. Bir sistemin belirli bir andaki dalga fonksiyonu, sistemin ölçümler sonucunda bulunabileceği öz durumların herhangi bir lineer kombinasyonu olabilir. Çok sayıda özdeş sistem üzerinde aynı ölçüm yapıldığı zaman sonuçlar dalga fonksiyonu tarafından tahmin edilen olasılıklara uygun çıkar.

Kuantum dolanıklık, birden fazla parçacık içeren sistemlerde görülür. Örneğin, iki elektrondan oluşan bir sistemi ve sadece bu elektronların bulunabileceği spin durumlarını ele alalım. Bir elektronun spinini iki öz durum ile ifade edilebilir. Bu durumları $|\uparrow\rangle$ ve $|\downarrow\rangle$ ile gösterelim. Bir elektronun spin durumu bu iki durumun herhangi bir lineer kombinasyonu olabilir. Örneğin, sonsuz sayıdaki muhtemel durumdan bazıları şunlardır: $(|\uparrow\rangle + |\downarrow\rangle)/\sqrt{2}$, $(|\uparrow\rangle - |\downarrow\rangle)/\sqrt{2}$, $(0.6*|\uparrow\rangle + 0.8*|\downarrow\rangle)$.

Kuantum Anahtar Dağıtımı

Günümüzde kubitlerin başarılı bir biçimde kullanılmaya başlandığı alanlardan biri klasik bilginin şifrelenmesi.

İnternet ağı üzerinden bilgi aktarımı yapmak istediğinizi düşünün. Başkalarının aktarılan bilgileri dinlemesi ihtimaline karşı önlem olarak bilginin şifrelenmesi gerekir. Peki ama nasıl? Tamamen güvenli olan bir yöntem, iki tarafın şifreleme için “tek kullanımlık bir anahtar belirlemeleri” ve bu anahtarı başka hiç kimsenin bilmemesidir. Yöntem kısaca şöyle işler. Diyelim ki aktarılmak istenen bit dizisi 10110001, şifreleme için kullanılacak anahtar da 1100001 olsun. Gönderici, önce iki bit dizisindeki karşılıklı bitleri tek tek birbiriyle toplayarak şifrelenmiş bir dizi üretir: 10110001+1100001=0111000 (toplama mod 2’de yapılıyor). Daha sonra şifrelenmiş diziyi internet üzerinden gönderir. Alıcı şifrelenmiş diziden anahtarı çıkararak şifrelenmemiş bit dizisini elde eder: 0111000-1100001=1011001. Bu yöntemin güvenliğini sağlayan şey, şifreleme için kullanılan anahtarın gönderici ve alıcıdan

başka hiç kimsenin bilmemesidir. Yetkisiz birisi şifreli bit dizisini ele geçirse bile hangi anahtar kullanılarak şifreleme yapıldığını bilmediği için şifreyi çözemez. Ayrıca, her bir aktarım için farklı anahtarlar kullanıldığından çeşitli şifreli bit dizilerini birbiriyle karşılaştırarak bir fikir edinilmesi de mümkün değildir.

Klasik bilginin aktarılmasında kubitlerin yararlı olduğu nokta, kullanılacak anahtarın belirlenmesidir. Gönderici ve alıcı, kubitlerin aktarıldığı bir ağ üzerinden iletişim kurarak şifreleme için tek kullanımlık anahtar belirleyebilirler. Böylece, herhangi birisinin varlığını belli etmeden ağa sızması mümkün olmadığı için, sadece gönderici ve alıcı tarafından bilinen tamamen gizli bir anahtarın oluşturulması mümkün olur. Bu sürece kuantum anahtar dağıtımı denir.

Geçtiğimiz yıl Genova Üniversitesinden Alberto Baron ve çalışma arkadaşları, fiber optik kablolar üzerinden saniyede 6,5 kilobit hızla 400 kilometre uzaklığa kuantum anahtar dağıtımı yapmayı başardıklarını açıkladılar. Şu an ticari olarak satışı yapılan bazı sistemlerse yaklaşık 50 kilometre mesafeye kuantum anahtar dağıtımı yapmaya imkân veriyor.

İki elektronun spin öz durumları da farklı elektronların spin öz durumları kullanılarak yazılabilir. Bir elektronun spininin iki öz durumu olduğu için iki elektronun spinlerinin farklı dört öz durumu olabilir: $|\uparrow\rangle|\uparrow\rangle$, $|\uparrow\rangle|\downarrow\rangle$, $|\downarrow\rangle|\uparrow\rangle$, $|\downarrow\rangle|\downarrow\rangle$. Bu gösterimde ilk simge birinci elektrona, ikinci simge ise ikinci elektrona karşılık gelir. Örneğin $|\uparrow\rangle|\downarrow\rangle$ durumundaki bir sistemde, birinci elektron $|\uparrow\rangle$ durumunda ikinci elektron ise $|\downarrow\rangle$ durumundadır. $|\downarrow\rangle|\uparrow\rangle$ durumundaki bir sistemde ise birinci elektron $|\downarrow\rangle$ durumunda ikinci elektron ise $|\uparrow\rangle$ durumundadır. Tek parçacıklı sistemlerde olduğu gibi, sistemin herhangi bir andaki durumu bu dört öz durumun herhangi bir lineer kombinasyonu olabilir. Bu lineer kombinasyonların bazıları dolanık durumlar olarak adlandırılır. Örneğin $(|\uparrow\rangle|\downarrow\rangle - |\downarrow\rangle|\uparrow\rangle)/\sqrt{2}$ dolanık bir durumdur. Bu durumdaki bir sistemdeki elektronların spin durumları birbirinden bağımsız değildir.

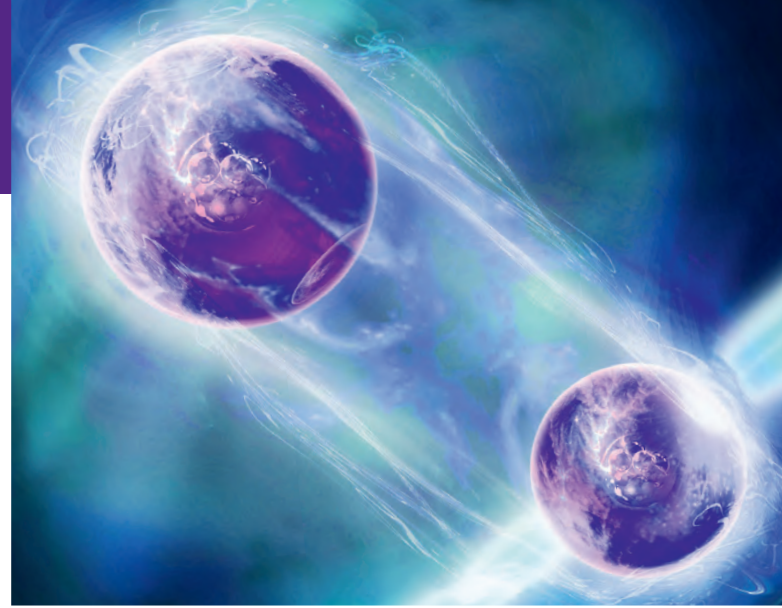
Ne birinci elektron $|\uparrow\rangle$, ikinci elektron $|\downarrow\rangle$ durumunda ne de birinci elektron $|\downarrow\rangle$, ikinci elektron $|\uparrow\rangle$ durumundadır. Parçacıkların spin durumu dolanık olduğu için biri üzerinde yapılan ölçüm diğerini de etkiler. Örneğin, ölçüm sonunda birinci parçacığın $|\uparrow\rangle$ durumunda olduğu bulunursa ikinci parçacığın durumu, $|\downarrow\rangle$ durumuna “çöker”. Aynı şey dolanık olmayan durumlar için doğru değildir. Örneğin, $(|\uparrow\rangle|\uparrow\rangle + |\downarrow\rangle|\downarrow\rangle)/\sqrt{2}$ durumu dolanık değildir. İkinci parçacık, birinci parçacığın durumundan bağımsız olarak $|\uparrow\rangle$ durumundadır. Dolayısıyla, birinci parçacık üzerinde yapılan bir ölçüm ikinci parçacığın durumunu etkilemez.

Dolanıklıkla Bilgi Aktarımı

Kuantum anahtar dağıtımı, şimdilik sadece klasik bilgiyi şifrelemenin güvenli bir yolunu sağlıyor. Ancak gelecekte bilgiyi kodlamak, depolamak ve aktarmak için tamamen kuantum mekaniksel olgulardan yararlanan internet ağları kurmak mümkün olabilir.

Bir kuantum internet ağı için gerekli olan en temel şey, kubitlerde kodlanmış bilgiyi ağ üzerindeki bir noktadan diğerine aktarabilmek. Her ne kadar kuantum anahtar dağıtımı sırasında yapılanla tam olarak aynı şey olsa da fiber optik kablolar üzerinde bilgi taşıyan fotonlar büyük miktarda bilginin hızlı bir biçimde aktarılmasına uygun değil. Çünkü fotonlar yol alırken saçılabilir, soğurularak yok olabiliyor ya da dedektörler tarafından kaydedilmeyebiliyorlar. Bu yüzden, büyük miktarda bilgiyi hızla aktarabilmek için çok daha iyi bir yöntem ihtiyacı var.

Günümüzde kuantum internet ile ilgili araştırmalarda bilgiyi aktarmak için odaklanılan ana yöntem kuantum dolanıklıktan yararlanmak. Birbirine dolanık hâldeki iki sistemden biri üzerinde yapılan ölçüm, aralarındaki



mesafe ne olursa olsun diğer sistemi de etkiler. Dolayısıyla bir hattın iki ucundaki kubitleri birbiriyle dolanık hâle getirerek bilgi aktarımı yapmak mümkün. Üstelik bu yöntem kubitlerin bir yerden başka bir yere taşınmasını da gerektirmez.

Dolanıklıktan yararlanarak bilgi aktarımı yapabilmek için öncelikle birbirine çok uzak iki kubitleri birbiriyle dolanık hâle getirmek gerekiyor. Bu amaçla başvurulan yöntem, hattın iki ucundaki “madde kubitleri”ni fiber optik kablolarla yol alan “ışık kubitleri” aracılığıyla dolanık hâle getirmek. Bu konu üzerinde bugüne kadar yapılmış çeşitli başarılı çalışmalar var.



Avusturya'daki Kuantum Optik ve Kuantum Bilgi Enstitüsünde çalışan Ben Lanyon ve arkadaşları, Ocak ayında yayımladıkları bir makalede fiber optik kablolar üzerinden 50 kilometre mesafeye dolanıklık dağıtımını yapmayı başardıklarını açıkladılar. Araştırmacıların geliştirdiği yöntemde, madde kübiti olarak bir iyon kapanının içinde hapsolmuş kalsiyum iyonları kullanılıyor. Lazerler kullanılarak iyonun enerji seviyelerinde bir kübit kodlanırken polarizasyon durumlarında bir kübit kodlanmış bir foton (ışık kübiti) da yayılıyor. Bu süreç sonunda yayılan foton ile, iyondaki kübitler birbiriyle dolanık hâlde. Kalsiyum iyonundan yayılan fotonun dalga boyu (854 nanometre) fiber optik kablolarla taşınmaya uygun olmadığı için, foton doğrudan fiber optik kabloya aktarılamıyor. Bu yüzden, iyondan yayılan foton, fiber optik kabloya aktarılmadan önce, doğrusal olmayan kristaller yardımıyla Telekom dalgaboylarından birine sahip başka bir fotona dönüştürülüyor. Araştırmacılar, kübitlerde bilgi kodlandıktan ve kristalden çıkan foton fiber optik kabloda 50 kilometre yol aldıktan sonra yaptıkları ölçümlerde madde kübiti ile ışık kübitinin hâlâ dolanık hâlde olduğunu görmüşler.

Araştırmacıların bir sonraki hedefi bu yöntemi kullanarak aralarında 100 kilometre olan iki madde kübitini birbiriyle dolanık hâle getirmek. Bu amaçla iki madde kübitinin tam ortasına bir "istasyon" yerleştirilecek. İstasyonda, iki ayrı uçtan gelen, madde kübitleriyle dolanık hâldeki fotonlar üzerinde ölçüm yapılacak. Bu sırada madde kübitleriyle ışık kübitleri arasındaki dolanıklık yok olurken madde kübitleri birbiriyle dolanık hâle gelecek.

Dolanıklık değiş tokuşu olarak adlandırılan bu süreç sonunda, iki madde kübitini kullanarak bilgi aktarmak mümkün hâle gelecek.

İki nokta arasında kuantum bilgi aktarımıyla ilgili başarılı çalışmalar yapan bir başka araştırma grubu da Hollanda'daki Delft Üniversitesinde çalışmalar yapıyor. Prof. Dr. Ronald Hanson ve öğrencileri, madde kübiti olarak elmasların içine hapsolmuş elektronları kullanıyorlar. Bir elmasın yapısına karışan azot atomları, iki komşu karbon atomunu yerinden eder. Bu karbon atomlarından birinin yerini azot atomu alırken diğeryse boş kalır. Ortaya çıkan yapıya azot-boşluk (NV) merkezi denir. Deneylerde madde kübiti olarak kullanılan elektronlar, bu NV merkezlerinin içinde "serbest hâlde" bulunuyor. Bu yöntemde bilgi elektronların spininde kodlanıyor. Bu süreçte tıpkı iyon kübitinde olduğu gibi bir foton yayılıyor. Fotonda kodlanmış kübit ile elektronda kodlanmış kübit birbiriyle dolanık hâlde oluyor.

Araştırmacılar, deneyler sırasında, fiber optik kabloyla birbirine bağlı iki NV merkezini aralarında 1,3 kilometre mesafe olacak şekilde konumlandırmışlar. İki NV merkezinden yayılan fotonlar hattın ortasına geldiğinde dolanıklık değiş tokuşu gerçekleşiyor ve madde kübitleri birbiriyle dolanık hâle geliyorlar. Bu yöntemle ilgili en önemli sorun, yayılan 637 nanometre dalgaboylu fotonların fiber optik kablolarda fazla yol alamaması. Bu yüzden bu yöntemle birkaç kilometreden daha uzağa dolanıklık aktarımı yapmak henüz mümkün değil. Araştırmacılar bu sorunu aşmak için Lanyon ve arkadaşlarının yaptığı gi-

bi doğrusal olmayan kristaller kullanarak yayılan fotonu Telekom dalgaboylu bir fotona dönüştürmeyi planlıyorlar. Bu sayede 30 kilometre mesafeye dolanıklık aktarımı yapmanın mümkün hâle geleceğini düşünüyorlar. Hanson ve arkadaşlarının bir diğer hedefiyse, üç ayrı şehirdeki madde kubitlerini birbiriyle dolanık hâle getirmek.

Lanyon ve Hanson gruplarının üzerinde çalıştığı sistemlerin bir özelliği, hattın iki ucundaki sistemlerin aynı tür olması. Ancak kuantum internet tam anlamıyla gerçeğe dönüştürüldüğünde çok farklı türde sistemler ağ üzerinde yer alacaktır. Bu yüzden sadece benzer sistemler arasında değil farklı sistemler arasında da bilgi aktarımı yapmaya imkân veren yöntemlere de ihtiyaç var. Bu amaçla çalışmalar yapan araştırma gruplarından biri İsviçre'deki Basel Üniversitesi'nden Grimau Puigibert ve arkadaşları. İtalya'daki Calgary Üniversitesinden Wolfgang Tittel'in grubuyla ortak yaptıkları çalışmalar sonucunda iki ayrı türde malzemelerde saklanan kubitleri dolanık hâle getirmeyi başarmışlar.

Araştırmacıların yaptıkları deneylerde, önce bir kaynaktan birbirine dolanık hâlde iki foton yayılıyor. Bu fotonların birinin dalgaboyu 1535 nanometre, diğerinin kiyse 794 nanometre. 794 nanometre dalgaboylu foton tulyum katkılı lityum niyobat (LiNbO_3) kristaliyle etkileşime giriyor ve böylece fotonun durumu kristalde "kaydediliyor". 1535 nanometre dalgaboylu fotonu erbiyum katkılı bir fiberin içine giriyor ve bu fotonun durumu da fiber de kaydediliyor. Her iki hafıza da fotonları bir süre sonra yeniden salacak biçimde tasarlanmış. Araştırmacılar hafızalardan yayılan fotonları incelediklerinde hâlâ birbirleriyle dolanık hâlde olduğunu görmüşler. Bu durum fotonlar salınmadan önce hafızaların da birbiriyle dolanık hâlde olduğu anlamına geliyor. Dolayısıyla başlangıçta kaynaktan yayılan fotonlar arasındaki dolanık hafızalar tarafından muhafaza edilebiliyor.

Bu deneylerle ilgili bir diğer önemli nokta 1535 nanometre dalgaboylu fotonların fiber optik kablolar üzerinden, 794 nanometre dalgaboylu fotonların ise uydular üzerinden iletişim için uygun olması. Bu durum özellikle büyük çapta bir kuantum internet ağı kurulabilmesi açısından çok önemli. Çünkü kıtalararası bilgi aktarımı yapabilmek için dolanıklık dağıtımının atmosfer içinden de yapılabilmesine ihtiyaç var. 2017 yılında Çin Bilim ve Teknoloji Üniversitesi'nde çalışan Jian-Wei Pan ve öğrencile-

ri, Çin'e ait bir uydu aracılığıyla Tibet Platosu ile Güneybatı Çin'deki bir bölge arasında dolanıklık dağıtımı yapmayı başarmıştı. Ancak uydular, kuantum bilgi aktarımında kullanılmak için yine de çok pahalı bir seçenek gibi duruyor. Kuantum bilgiyi atmosfer içinden aktarmanın daha ucuz bir yolu drone kullanmak olabilir. Nanjing Üniversitesinde çalışan Shi-Ning Zhu ve arkadaşları Mayıs ayında, 35 kilogram kütleli bir drone aracılığıyla aralarında 200 metre mesafe olan iki sistem arasında dolanık fotonlar aktarmayı başardıklarını açıkladı. Üstelik aktarım günışığında, karanlıkta ve hatta yağmurlu havalarda bile başarıyla yapılabilir. Araştırmacılar, daha büyük drone'ların kullanılmasıyla, aynı biçimde 300 kilometre mesafeye aktarım yapmanın da mümkün olabileceğini belirtiyorlar.

Tüm dünyayı birbirine bağlayan bir kuantum internet ağı kurmak uzak bir hayal. Ancak bu hayali gerçeğe dönüştürmek için gerekli teknolojiler yavaş yavaş da olsa geliştiriliyor. Gelecek birkaç sene içinde tüm dünyayı olmasa da aralarında 50-100 kilometre olan birkaç şehri birbirine bağlayan bir kuantum internet ağı kurmak mümkün olabilir.

Dünya çapında bir kuantum internet ağı kurmak için aşılması gereken birkaç engel var. Birincisi kuantum bilgiyi uzun süre muhafaza edebilecek güvenilir hafıza cihazlarına ihtiyaç var. Ayrıca bilginin aktarıldığı noktalar arasındaki mesafenin isteğe göre artırılmasının mümkün hâle gelmesi de gerekiyor. Söz konusu olan klasik bilgi olduğunda çok uzak noktalara aktarım yapmak zor değildir. Eğer sinyal yolda zayıflıyorsa yeniden güçlendirebilirsiniz. Yapmanız gereken tek şey, hat üzerindeki bir noktada zayıflamış sinyaldeki bilgiyi okumak daha sonra aynı bilgiyi daha güçlü bir sinyalle hedefine göndermektir. Ancak aynı şey kuantum bilgi ile yapılamaz. Çünkü, ölçüm sonuçlarının olasılığa dayalı olması, bilgiyi okuyup daha sonra daha güçlü bir sinyalle yeniden göndermeyi imkânsızlaştırır. Çevresel etkenler sebebiyle kuantum bilginin kaybolmasının önüne geçmek ve bilgiyi çok uzak mesafelere aktarabilmek için karmaşık teknolojilere ihtiyaç var. Muhtemelen gelecekte bir kuantum internet ağının kurulması için aşılması gereken en büyük zorluk da bu olacak. ■

Kaynak

Ananthaswamy, Anil, "The Quantum Internet Is Emerging, One Experiment at a Time", *Scientific American*, <https://www.scientificamerican.com/article/the-quantum-internet-is-emerging-one-experiment-at-a-time/>, 19 Haziran 2019.

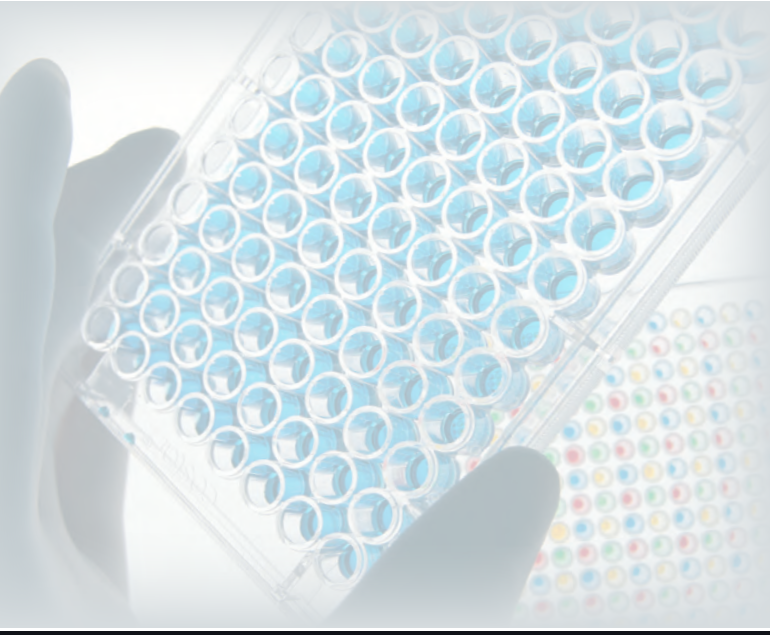
Üç Boyutlu Baskı Teknolojisi ile Medikal Testler Daha Ulaşılabilir

Dr. Tuncay Baydemir [*Bilim ve Teknik Dergisi*

Tıbbi tanılama için daha kolay uygulanabilir ve daha ucuza mal edilebilir laboratuvar testleri için sürekli araştırmalar yapılıyor.

Geliştirilen yeni teknolojilerle hastalık tanılmasında uygulanacak testler zaman ve maliyet bakımından tasarruf sağlayabildikleri için büyük önem arz ediyorlar. Böylece imkânların kısıtlı olduğu dezavantajlı bölgelerde hastalıkların daha kolay ve hızlı bir şekilde tanılanması hedefleniyor.





ELISA Testi Nedir?

ELISA testi tıpta tanı aracı olarak ve çeşitli endüstrilerde kalite kontrol amaçlarıyla yaygın olarak kullanılır. Ayrıca biyomedikal araştırmalarında örnekteki belirli antijenlerin veya antikorların tespiti ve miktar analizleri için analitik araç olarak da ELISA testlerinden yararlanır.

Bu test sayesinde sıvı numunelerde az miktarlarda bulunan proteinler, peptitler, hormonlar ya da antikorlar tayin edilebiliyor. Antijen içeren sıvı faz, genellikle 96 mikro kuyucuklu plakalarda sabitlenir ve antijenin belirli bir antikora bağlanması sağlanır. Bu antikora da enzim bağlı bir antikor eşlik eder. Daha sonra eklenen malzeme görünür bir renk değişikliğine neden olur. Renk yoğunluğuna bağlı olarak tayini amaçlanan maddenin varlığı ve miktarı uygun yöntemlerle ölçülür.

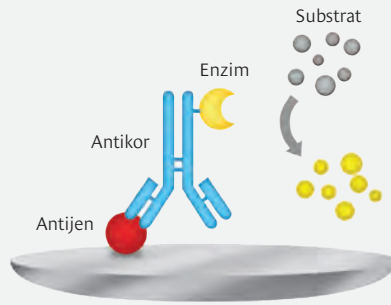
Araştırmacılar *Analytical Chemistry* dergisinde yayınladıkları makale ile uzun süredir karmaşık matrisler içerisinde bulunan protein, patojen, antikor ve diğer biyomoleküllerin saptanmasındaki standartları daha yukarı çektiklerini bildirdiler. Üç boyutlu baskı ile üretilen pipet uçlarıyla gerçekleştirilen testlerle başarıya ulaşan araştırmacılar, pipete dayalı teknolojiler sayesinde karmaşık geleneksel tanılama yöntemlerine gerek kalmayacağını belirtiyorlar. Böylelikle kırsal bölgelerde bazı tıbbi testlerin hızlı ve ucuz bir şekilde gerçekleştirilebileceğini ve hastalık tanılarının daha kolay şekilde yapılacağını vurguluyorlar.

ELISA'da, çeşitli antijen-antikor kombinasyonları kullanılır ve bunlara enzim işaretli antijen ve antikorlar eşlik eder. Daha sonra bu enzimlerin aktivitesi renk yoğunluğu bakımından analiz edilir. Enzim aktivitesi, kullanılan uygun substrat (enzim tepkimelerinde işlenen maddeler) ile oluşan renge göre ölçülür. Substrat ilave edildikten sonra oluşan renkli ürünün ışık emilimi analiz edilir ve sayısal değerlere dönüştürülür. Antijen-antikor kombinasyonuna ve analizi yapılacak maddeye göre farklı tür ELISA test yöntemleri uygulanabilir. Bunlar “Doğrudan ELISA”, “Dolaylı ELISA”, “Rekabetçi ELISA” ve “Sandviç ELISA” yöntemleridir.

ELISA testleri karmaşık matrislerdeki proteinleri, patojenleri, antikorları ve diğer biyomolekülleri tayin etmek için uzun zamandır yaygın olarak kullanılıyor. Yapılan son araştırmalarda ELISA testlerinin hassasiyetini artırmak, testlerin maliyetini ve süresini azaltmak hedefleniyor. Bu sayede yenilikçi ve kolay ulaşılabılır sistemler geliştirilmesi planlanıyor.

Yaklaşık otuz yıldan uzun süredir kan, hücre ve çeşitli biyolojik numunelerde HIV (insan bağışıklık yetmezliği virüsü), Hepatit B, Hepatit C, Lyme hastalığı (kene ısırması ile oluşan bir hastalık), bazı kanser türleri ve pernisiyöz anemi (B12 eksikliğine bağlı olarak alyuvar üretiminin yetersiz olması) başta olmak üzere birçok hastalığın tanısında kullanılan ELISA testi (Enzyme Linked Immunosorbent Assay) etkili ve kesin sonuçlar sağlıyor. Bununla birlikte, sağlıklı test sonuçları elde edilmesi için oldukça pahalı laboratuvar ve ekipmanlarla birlikte iyi eğitilmiş teknik elemanlar da gerekiyor. Ayrıca ekonomik açıdan bakıldığında kullanılan kimyasal malzemelerin pahalılığı da olumsuz bir etmen. Araştırmada uygulanan yöntemse ELISA testinin, temel prensipleri aynı kalmak koşuluyla, bilinenden daha hızlı ve ucuz bir şekilde gerçekleştirilmesini mümkün kılıyor.

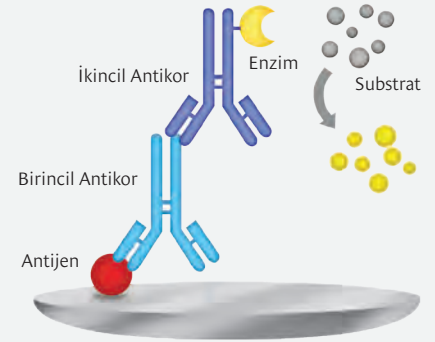
ELISA testi vücudun bakteri, virüs ve parazit gibi zararlı patojenlerle ve doğal olmayan kimyasallarla mücadele etmek için ürettiği antikor adı verilen protein bazlı bağışıklık birimlerini veya antijenleri (bağışıklık sistemini antikor üretmek için uyaran toksin ve yabancı maddeler) tespit etmekte kullanılıyor. Geleneksel testler kan numunesinin alınması ile başlıyor. Numune 96 adet mikro kuyucuğu olan plakalara konuyor. Her bir kuyucuğun farklı birer test odası işlevi gördüğü plakalara numuneyle farklı şekilde tepkime verecek maddeler ekleniyor. Tepkimeler sonucunda görülen renk değişiminin analizi sayesinde örneklerde ya antikorlar ya da bu antikorların bağlandığı proteinler tayin ediliyor. Uzman personel tepkimeler sonucunda ortaya çıkan renge ve bu rengin yoğunluğuna göre hastalık hakkında bilgi sahibi oluyor.



Doğrudan ELISA Yöntemi

Bu yöntemde antijen mikropılaka kuyucuklarının yüzeyi üzerinde tutulur, daha sonra bu antijene özgü enzim işaretli antikorla belirli sıcaklık ve koşullarda bir süre bekletilir. Yıkama işleminden sonra uygun substrat eklenir. Oluşan renklerden yararlanılarak sonuçlar hesaplanır.

Yüksek molekül ağırlıklı antijenlerin miktarını belirlemek için uygun bir yöntemdir. Daha az adımda gerçekleştirilebilir ve oldukça hızlı sonuç alınır. 1971 yılında geliştirilen bu yöntem, diğer ELISA türlerinin ortaya çıkmasına öncülük etmiştir.

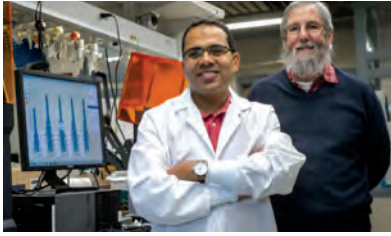


Dolaylı ELISA Yöntemi

1978 yılında doğrudan ELISA yönteminden esinlenerek geliştirilen dolaylı ELISA yöntemi iki aşamalı olarak değerlendirilebilir. Bu yöntemde antijen mikropılaka kuyucuklarının yüzeyi üzerinde tutulur ve önce birincil antikor proteine bağlanır. Ardından birincil antikora ikincil bir enzim işaretli antikor bağlanması için belirli sıcaklık ve koşullarda bir süre bekletilir. Yıkandıktan sonra uygun substrat eklenir. Oluşan renklerden yararlanılarak sonuçlar hesaplanır.

Dolaylı ELISA, doğrudan ELISA yönteminden daha fazla adım gerektirir ve genellikle bakteri, virüs ve parazit kaynaklı enfeksiyonları teşhis etmek için kullanılır. Daha hassas ve esnek bir analiz yöntemi olup endokrinoloji (vücutta hormon salgılayan birçok salgı bezini ve bu salgı bezleriyle ilgili hastalıkları inceleyen tıp dalı) alanında yaygın olarak kullanılır.

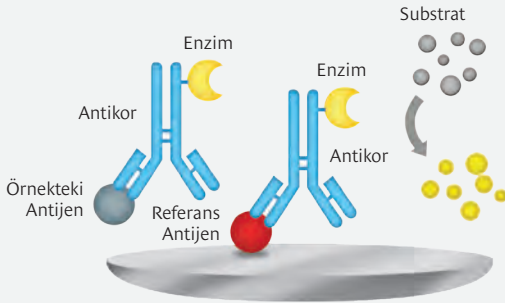
M. Sharafeldin ve arkadaşları, yaptıkları araştırmayla üç boyutlu baskı cihazında ürettikleri pipet uçları ile ELISA testlerini düşük maliyette ve oldukça hızlı bir şekilde gerçekleştirmeyi başardılar. Geliştirilen yöntem sayesinde üretilen pipet uçları standart cihazlarda kullanılmaya uygun. Uçların tasarımı sayesinde antikorlar iç yüzeye rahatlıkla tutunabiliyor. Pipet uçlarının küçük hacimlerine göre yüzey alanlarının büyük olması, standart ELISA testlerine göre tepkimelerin daha hızlı bir şekilde gerçekleşmesini ve dolayısıyla test sürelerinin kısalmasını sağlıyor. Tüm test adımları bu uçların içerisinde gerçekleşiyor. Test sonuçları kamera, cep telefonu veya plaka okuyucu cihazlar kullanılarak elde ediliyor.



M. Sharafeldin ve danışmanı J. Rusling

ELISA testlerinde kullanılan pipet uçlarının (numuneyi transfer etmekte kullanılan küçük uçlar) test plakalarındaki mikro kuyucukların görevini üstlenmesini öngören K. Kadimisetty ve arkadaşları, üç boyutlu baskı ile üretilen ve tüm pipetlere uyacak pipet ucu tasarımları sayesinde herhangi bir plakaya ve pahalı ekipmanlara gerek duymadan bu testlerin gerçekleştirilebilmesini sağladı. Ürettikleri tek kullanımlık her bir pipet ucu ELISA plakasındaki bir kuyucuğu temsil ediyor. Ayrıca çok uçlu tasarımlar ile aynı anda sekiz test gerçekleştirilebiliyor. Uçların pipetlerin çoğuna uyum göstermesi sayesinde, numunelerin transferini kontrol etmek de kolaylaşıyor.

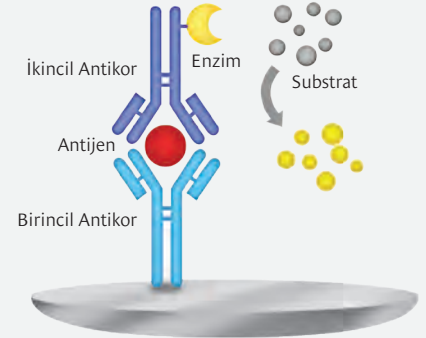
Araştırmacılar tasarımları sayesinde ELISA testinin temel ilkelerinde herhangi bir değişiklik yapmadıklarını, sadece aynı testi daha ucuz, daha hızlı ve daha ulaşılabilir hâle getirdiklerini vurguluyorlar. Nitekim, prostat kanserini tespit etmek üzere alınan numunelerin analizi geleneksel testlerde kullanılan malzemelerin onda biriyle gerçekleştirildi.



Rekabetçi ELISA Yöntemi

1976'da geliştirilen yöntemde temel olarak kuyucukların yüzeyi belirli bir referans antijenle kaplanır. Ölçüm yapılacak örnek ve antikor önceden belirli sıcaklık ve koşullarda bekletilir. Bu aşamada örnekteki antijenler antikora bağlanır. Daha sonra bu antijen-antikor karışımı kuyucuklara eklenir. Örnekte ne kadar çok antijen varsa boştaki antikorlar da o kadar az olur. Kalan boştaki antikorlar ise referans antijene bağlanır. Yıkama işleminden sonra kuyucuklara birincil antikora özgü enzim işaretli ikincil antikor eklenir. Tekrar yapılan yıkama işleminden sonra kuyucuklara uygun substrat ilave edilir. Oluşan renk olmadan yararlanılarak sonuçlar hesaplanır.

Bu yöntemde analiz edilen örnekteki antijen miktarı ile oluşan renk yoğunluğu birbirleriyle ters orantılıdır. Bu yöntem, düşük molekül ağırlığa sahip antijen, peptit ve steroid analizleri için yaygın olarak kullanılır.



Sandviç ELISA Yöntemi

Bu ELISA yönteminde temel olarak iki farklı antikor kullanılır. Antijene özgü yakalama antikoru mikropılaka kuyucuklarının yüzeyi üzerinde tutulur ve bu antikora antijen bağlanır. Daha sonra antijene özgü enzim ile işaretlenmiş tespit antikoru eklenir. Belirli sıcaklık ve koşullarda bekletilen örneğe yıkama işleminden sonra uygun substrat eklenir. Oluşan renk olmadan yararlanılarak sonuçlar hesaplanır. İlgili antijenin iki antikor molekülü arasında sıkışmış olmasından dolayı yöntem sandviç ELISA denir. 1977 yılında geliştirilen bu yöntem diğer ELISA tekniklerinden 2 ila 5 kat daha hassas sonuçlar verebilir.

Üretilen pipet uçları üç ana bölümden oluşuyor: giriş silindiri, analiz bölgesi ve pipet muhafazası. Giriş silindiri 3 mm dış çapa ve 15 mm uzunluğa sahip. Böylece numune ve reaktif maddeler analiz bölgesine kolaylıkla çekilebiliyor. Analiz bölgesi ve giriş silindiri kısımları yaklaşık 50 µL (mikrolitre) sıvı alabiliyor. Pipet muhafazası bölümü ise çeşitli cihazlara takılmaya uygun ve kirlenmeyi önleyecek şekilde tasarlanıyor.

Sonuç olarak, bu araştırma sayesinde ELISA testlerinde uygulanan aşamaların sayısı en aza indirgeniyor. Kullanılan yüksek maliyetli malzemeler ve cihazlara ihtiyaç azaltılıyor. Uzman kişilerce yapılması gerekli olan klasik ELISA testleri temel eğitimler verilen kişilerce gerçekleştirilebilir hâle geliyor. Analizlerin hassasiyetinde ve tayin limitlerinde gelişmeler sağlanıyor. Test sonuçları cep telefonu entegrasyonu ile kolaylıkla paylaşılabilir. Geliştirilen yeni yöntem ile kısıtlı kaynaklara sahip herhangi bir laboratuvarında ELISA testlerinin daha hızlı ve daha ucuz bir şekilde gerçekleştirilebilmesi mümkün oluyor. ■

Üç boyutlu baskı teknolojileri sayesinde düşük maliyetli ve kolayca erişilebilir pipet uçları üretiliyor. Masaüstü üç boyutlu baskı makineleri kullanılarak üretilen uçlar yardımıyla protein, nükleik asit ve çeşitli biyomoleküllerin tayini kolaylıkla gerçekleştirilebiliyor.

Kaynaklar

Sharafeldin, M., Kadimisetty, K. Ve ark., "Accessible Telemedicine Diagnostics with ELISA in a 3D Printed Pipette Tip", *Analytical Chemistry*, Cilt 91, ss. 7394-7402, 2019.

Gan, D.S., Patel, K.R., "Enzyme Immunoassay and Enzyme-Linked Immunosorbent Assay", *Journal of Investigative Dermatology*, Cilt 133, ss. 1-3, 2013.

Aydın, S., "A short history, principles, and types of ELISA, and our laboratory experience with peptide/protein analyses using ELISA", *Peptides*, Cilt 72, ss. 4-15, 2015.

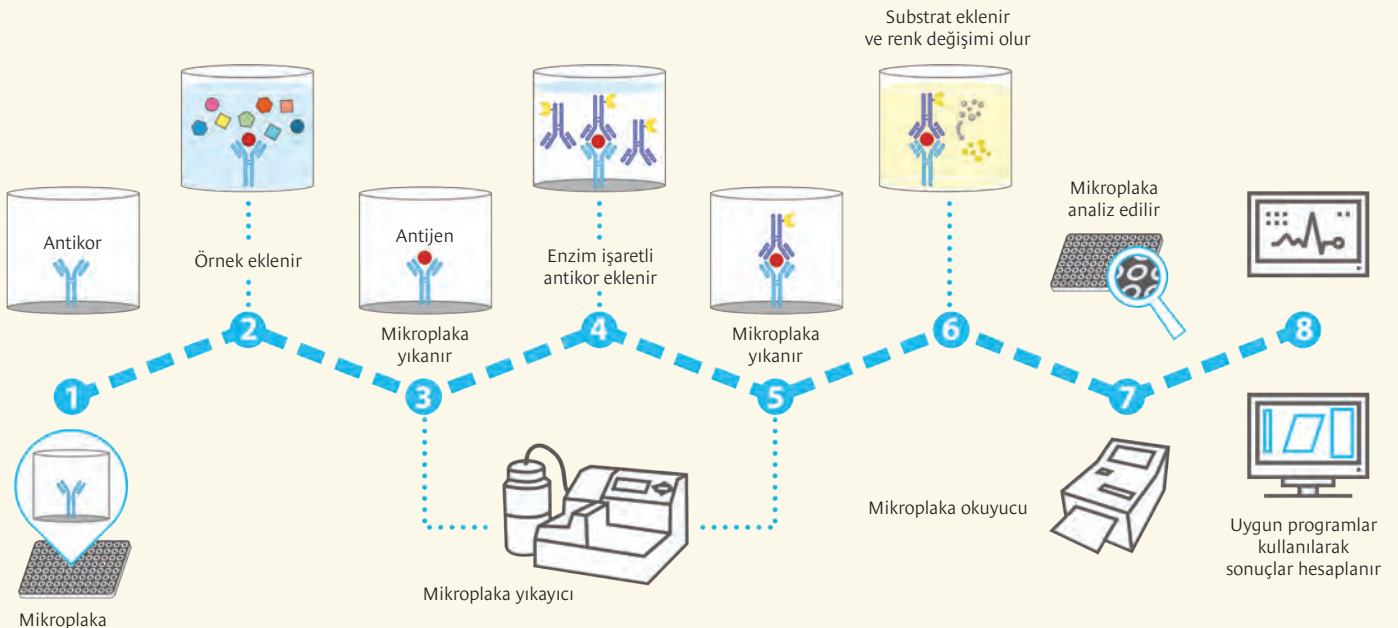
<https://today.uconn.edu/2019/05/new-3d-printed-technology-lowers-cost-decades-old-medical-testing/>

<http://ruo.mbl.co.jp/bio/e/support/method/elisa.html>

<https://www.moleculardevices.com/applications/enzyme-linked-immunosorbent-assay-elisa>

<http://www.enzolifesciences.com/science-center/technotes/2017/april/what-are-the-differences-between-elisa-assay-types/>

Sandviç Elisa Yönteminin ayrıntılı aşamaları



Tekno-Yaşam

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



Ay Tozu Lazerle Eritilecek

Ay hayli tozlu bir yüzeye sahip. Ay tozu çok küçük partiküllerden oluşan yapısı nedeniyle astronotların solunum sistemine ciddi zarar verme riski taşıyor. Üstelik elektrostatik yüklü toz tanecikleri ayda çalışan ekipmanlara yapışarak parçaların çalışmasını engelliyor ve ömrünü kısaltıyor. Öte yandan Ay tozunun fayda sağlayabilme potansiyeli de var. Alman bilim insanlarının geliştirdiği teknolojiyle lazer kullanarak Ay tozunu eritip üç boyutlu yazıcıda ham madde olarak kullanmak mümkün olabilir. Dünya'dan Ay'a yük taşımak çok maliyetli olduğu için, ihtiyaç duyulan aletleri orada üretmek çok büyük avantaj sağlayacak. Moonrise adı verilen lazer sadece üç kg ağırlığında ve Ay tozunu eriterek farklı şekillere dönüştürebiliyor.

Başlangıçta Moonrise'la bina yapımında kullanılacak tuğlalar üretilmesi planlanıyor. İlerleyen aşamalarda ise daha karmaşık nesnelerin üretilmesi hedefleniyor.

Laboratuvar ortamında Ay toprağına benzer materyallerle denemeler yapılsa da Moonrise asıl sınavını Ay yüzeyinde verecek. Cihazın 2021'de yapılacak Ay keşif görevinde kullanılması planlanıyor.

<http://bit.ly/ay-lazeri>





Robomaster Eğitim Robotu

Robomaster S1 yapay zekâ, mühendislik ve robot yapımı gibi konulara ilgi duyanlar için geliştirilmiş 46 parçadan oluşan, dört çeker ve her yöne hareket edebilen tekerleklerle sahip bir eğitim robotu.



Mobil uygulama yardımıyla programlanabilen robot, üzerinde bulunan 31 sensörden ve kameradan gelen verileri işleyerek etrafındaki nesnelere tanıyabiliyor, seslere karşılık verebiliyor ve diğer S1 model robotlarla iletişim kurabiliyor. Çizgi izleme, hareketli nesneyi takip etme ve işaret algılama gibi yazılımların yanında Scratch 3.0 ve Python programlama dillerindeki ek yazılımlarla robotu daha da geliştirmek mümkün. Daha çok robot güreşlerinde kullanılmak için geliştirilen Robomaster'ın 499 dolarlık fiyatı biraz pahalı olsa da bu tür ürünlere ilgi duyanlar için uygun bir seçenek.

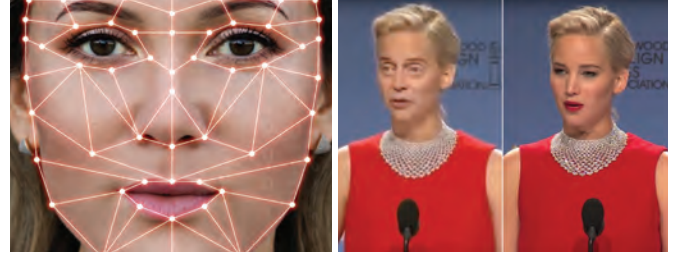
www.dji.com/robomaster-s1

Derin Taklit Videoları

Sosyal medyanın yeni sorunu derin taklit videoları. Yapay zekâ kullanarak bir kişinin görüntüsünün başka bir kişinin görüntüsüyle değiştirilmesine derin taklit (deepfake) deniyor. Bir kişinin görüntüsünün montaj ve görsel efektlerle başka birine benzetilmesi sinema dünyasında yıllardır uygulanıyor. Ancak bunun için görsel efekt uzmanlarından makyaj ustalarına büyük bir ekibin uzunca bir süre uğraşmaları gerekiyor. Derin taklit videolarının farkı ise tüm işlemin yapay zekâ yazılımı tarafından kısa bir sürede tamamlanıyor olması. Özellikle ünlüleri söylemediklerini söylüyor gibi gösteren videolar başlangıçta eğlenceli gelse de gerçeğinden ayırt edilemeyecek videoların sıradan internet kullanıcıları tarafından bile yapılabilir olması birçok kişiyi endişelendirmeye başladı. Geçtiğimiz aylarda herhangi bir kişinin kıyafetli bir fotoğrafını kişiyi çıplak gibi gösteren bir hâle getiren yazılım sosyal medyada ciddi tepki toplamıştı. Gerçeğinden ayırt edilemeyen fotoğraflar insanları zor durumda bırakmaya başlayınca proje yayından kaldırıldıysa da benzer projeler geliştirilmeye devam edecektir.

Stanford Üniversitesi, Max Planck Enformasyon Enstitüsü, Princeton Üniversitesi ve Adobe Araştırma Merkezinden uzmanlar bir araya gelerek konuşma videolarının metinlerini değiştirecek bir teknoloji geliştirdi. Bu teknoloji ile konuşma metni üzerinde yapılan değişiklikler anında videoya yansıyor. Böylece konuşan kişilerin cümlelerinde kolayca değişiklik yapılabilir. Projeyi geliştirenler bunu özellikle haber editörlerinin işlerini kolaylaştırmak için yapmış olsalar da bu tür teknolojilerin farklı amaçlarla kullanılacağı da açık.

– <https://stanford.io/2xQluXC>



Sesin İyi Gelmiyor Diyen Robot Dostunuz

Amazon sesinizin tonundan duygusal durumunuzu tespit eden bir cihaz üzerinde çalıştığını duyurdu. Bileğe takılan cihaz, üzerindeki mikrofon sayesinde kişinin konuşmalarını dinleyip cep telefonu uygulamasıyla birlikte çalışarak kullanıcının ruh durumunu tespit edebiliyor. Amazon'un ev içi akıllı asistanı Alexa, sözlü komutlarınıza göre müzik açmak ve internet üzerinden sipariş vermek gibi komutları yerine getirebiliyor. Alexa'dan elde edilen ses verilerinin işlenmesiyle sözünü ettiğimiz teknoloji geliştirilmiş. Konuşma tanıma yazılımları son yıllarda hayli gelişmiş olsa da kişinin duygu durumunu tespit etmek oldukça zor. Önümüzdeki yıllarda, sinirliyen sizi sakinleştirmeye çalışan, üzgünken keyfinizi yerine getirecek şakalar yapan, neşeliyen sizinle gülüp eğlenen bir robot mümkün olabilir.

Tabii işin bir de daha ticari tarafı da var. Robot dostunuz ruh hâlinize göre size ürün önerebiliyor. Duygu durumunuza bakıp “Hani şu uzun zamandır internetten bakıp bakıp almadığın kıyafet var ya, bugün kendine bir iyilik yap ve senin adına onu sipariş etmeme izin ver” diyen bir robot ne kadar dost olabilir orası tartışılır.

– <https://bloom.bg/31mtEEK>





Intel Çiplerde Yeni Güvenlik Açığı

Birçok bilgisayar ve mobil cihazda kullanılan Intel işlemcilerde yeni bir güvenlik açığı tespit edildi. Daha önce tespit edilen Meltdown ve Spectre güvenlik açıklarında olduğu gibi birçok çipi etkileyen güvenlik açığı son derece tehlikeli. ZombieLoad adı verilen açık, 2011 sonrası üretilen bütün Intel işlemcilerde bulunuyor. Bir uygulamanın çalıştırılması sırasında işlemci tarafından uygulamaya ait bazı veriler, işlemci hafızasında tutuluyor ve her bir uygulama ancak kendisine ait verilere erişebiliyor. Ancak ZombieLoad açığı uygulamaların o an cihazda çalışan başka uygulamaların işlemci üzerindeki verilerine de erişmesini mümkün kılıyor. Bu durumda bilgisayarda çalışan kötü niyetli bir uygulama, girdiğiniz internet sayfalarını görebilir, parolalarınızı okuyabilir ve gizli bilgilerinize erişebilir. Güvenlik açığını tespit eden araştırmacılar, örnek olması için tarayıcıda kullanıcıların ziyaret ettikleri internet sayfalarını anında görebildikleri bir uygulama da hazırlamışlar.

Henüz bu açığı kullanan bir virüs tespit edilemese de güvenlik açığının geride fazla iz bırakmadığı dikkate alındığında kötü niyetli kişilerin hâlihazırda bu açıktan faydalanıyor olmaları mümkün. ZombieLoad'u önemli kılan bir başka husus da sadece kullanıcı bilgisayarlarını değil, sunucuları da etkilemesi. Ortak kullanılan bir sunucuya bu açığı kullanan bir uygulamayı kurduğunuzda, sunucudaki diğer sanal sunucuların verilerine de erişebilirsiniz. Intel, Microsoft, Apple gibi firmalar yayınladıkları yazılım güncellemeleriyle açığın kapatıldığını duyurdular. Bunun için kullandığınız işletim sistemlerinin ve Chrome gibi uygulamaların güncellenmesi önemli. Ancak yapılan bu güncelleştirmeler Intel işlemcilerinin kullanıldığı bilgisayarların performansını %3'e kadar, sunucuların performansını ise %9'a kadar düşürebiliyor.

– <https://tcrn.ch/2K7NEVV>



Uzay Turizmi

Uluslararası Uzay İstasyonu (International Space Station - ISS) turizme açılıyor. ISS Dünya'nın çevresinde dolanan ve yaklaşık 400 km yükseklikte bulunan çok uluslu bir uzay istasyonu. ABD, Japonya, Rusya, Kanada ve pek çok Avrupa ülkesinin katkılarıyla geliştirilen ISS içerisinde astronotlar belirli süre yaşayabiliyor ve çeşitli bilimsel çalışmalar gerçekleştiriyorlar.

ISS bugüne kadar kâr amacı gütmeyen onlarca firma çalışanını misafir etse de hiç ticari amaçlı kullanılmamıştı. Geçtiğimiz günlerde NASA'nın yaptığı açıklamaya göre 58 milyon dolar verenler uzay turisti olarak istasyonu ziyaret edebilecek. Turistler gecelik 35.000 dolar ücretle istasyonda 30 güne kadar konaklayabilecek. Her ne kadar uzay turisti olmak isteyen zenginler için iyi bir fırsat olsa da NASA daha çok uzayda üretim teknolojileri geliştirmek, sağlık araştırmaları yapmak gibi amaçları olan özel firmaların bu hizmetten faydalanmasını umuyor. ISS 2020'den itibaren uzay turistlerini kabule başlamayı hedefliyor.

– <https://tcrn.ch/32oGoLi>

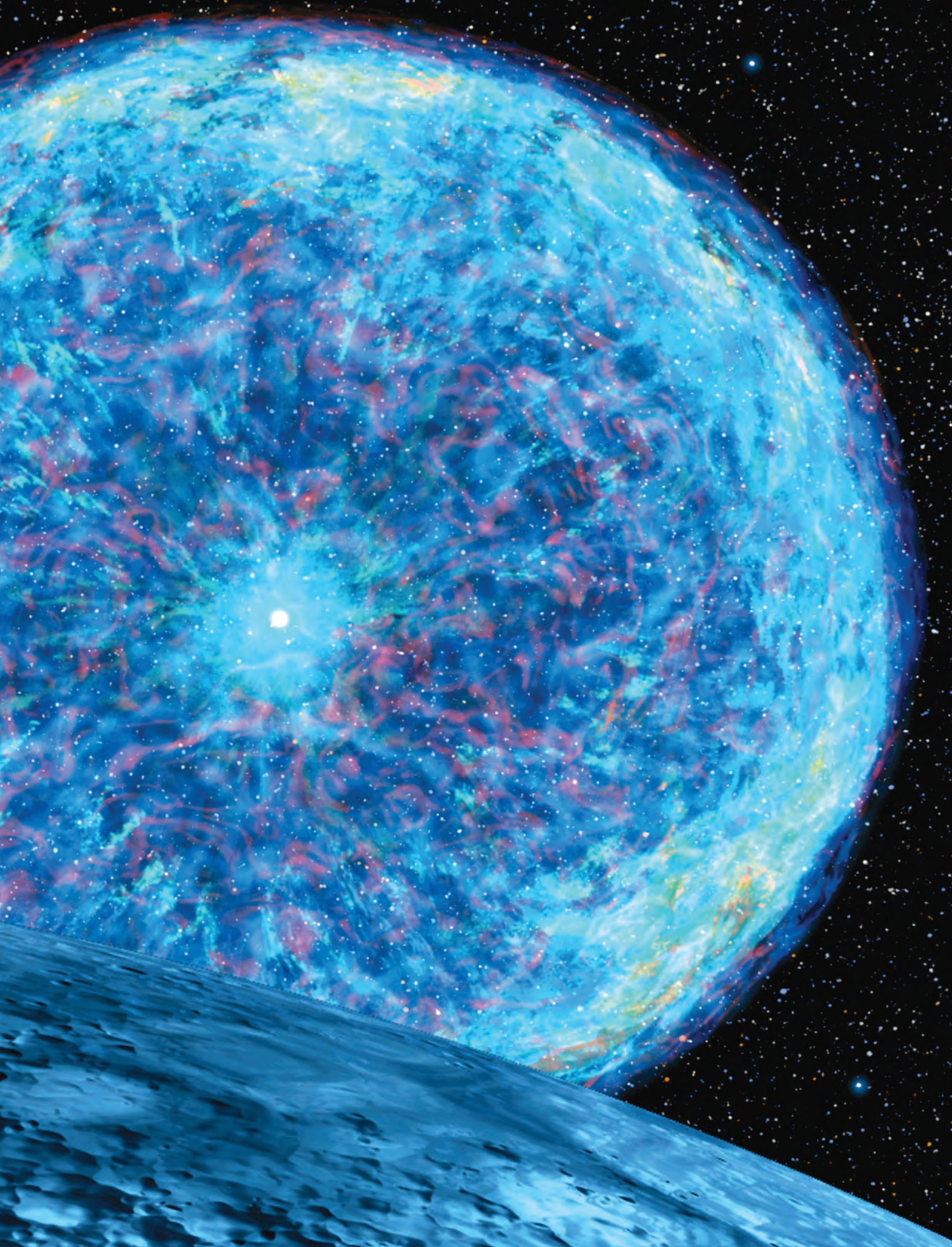


Güneş'in Sonu

**Beyaz Cüce,
Kristal Küre ve
Kara Cüce**

Prof. Dr. Faruk Soyduğan [Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Fizik Bölümü, Astrofizik Anabilim Dalı, Astrofizik Gözlemevi

"Güneş ve gökadamızdaki yıldızların %97'den fazlasını bekleyen son neredeyse aynı. Galaktik kronometreler olarak da isimlendirilen beyaz cüceler ile başlayan bu serüvenin çözülmesi, Güneş, küçük ve orta kütleli yıldızların yaşamlarının anlaşılmasının yanında, gökadamızın yaşı ve içerdiği karanlık maddeye ilişkin kanıtlar da sunuyor."



Güneş ve benzeri yıldızların doğumundan ölümüne yaşamlarının bazı önemli evreleri gösteriliyor (sağda).

(1)
Doğum, bir süpernova patlamasının oluşturduğu şokla çökmeye başlayan bir molekül bulutunda gerçekleşir.

(2)
Öncelikle çökme sırasında, sıkışan bölgenin etrafında bir disk meydana gelir.

(3)
Bu diskte zaman zaman jet adı verilen fışkırmalar görülebilir.

(4-5)
Bulutun yoğun bölgesinde sıkışan madde, enerji üretmeye başlayıp çökmeyi durdurur ve kararlı hâle gelir. Sonunda Güneş parlamaya başlar ve anakol yıldızı oluşur.

(6)
Güneş, yaklaşık 4,6 milyar yıldır enerji üretilip yaymaya devam ediyor. Çekirdekteki yakıt hidrojen azalınca, Güneş dış katmanlarını genişletmeye başlayacak ve daha kırmızı ancak daha parlak görünecek.

(7)
Hidrojen tamamen tükendiğinde şimdiki boyutunun yaklaşık 200 katı büyüklüğe ulaşarak alt-dev yıldız olacak.

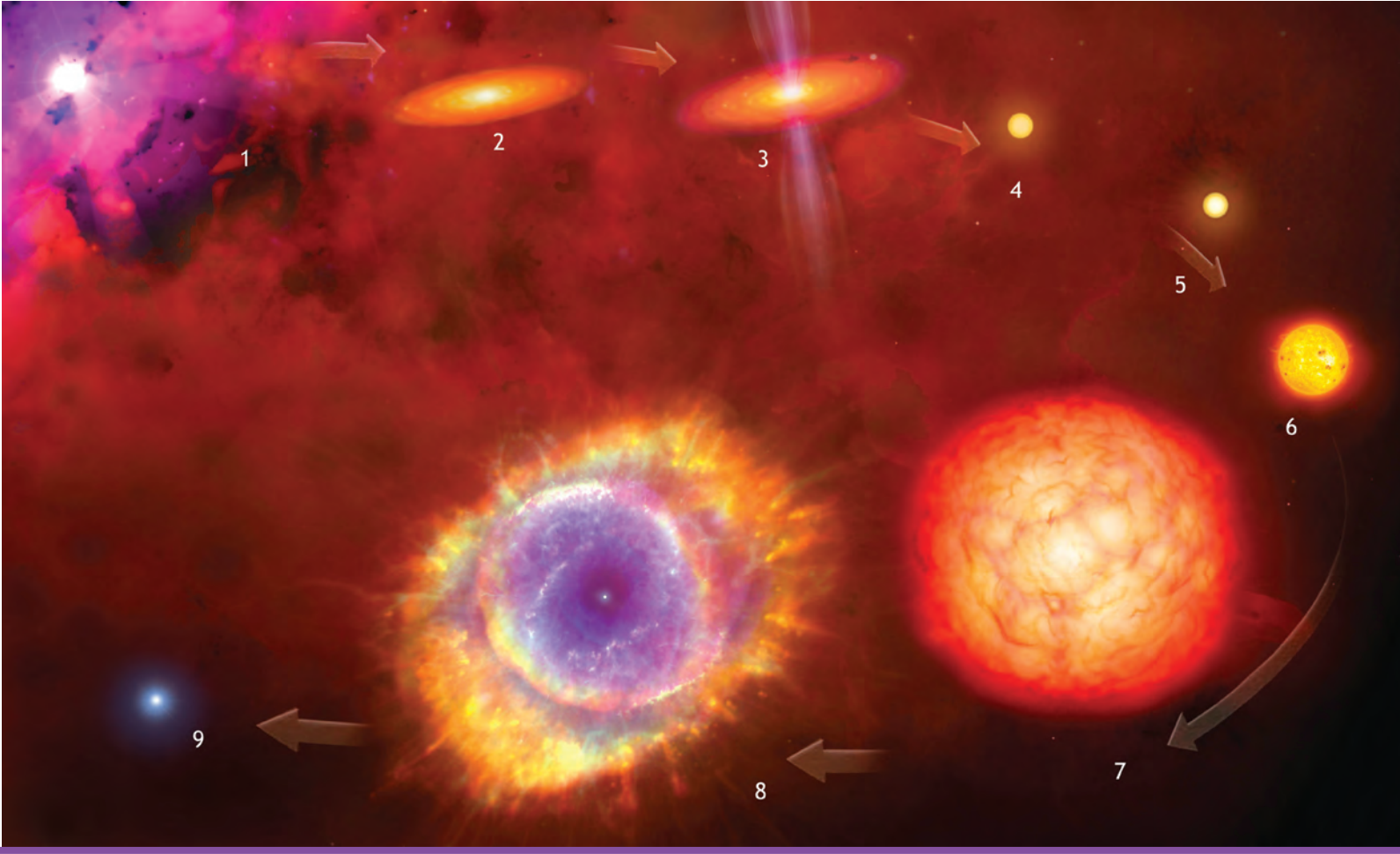
(8)
Çekirdekteki enerji üretimi durduğunda, dış katmanlarını patlama ile atarak, merkezinde artık bir beyaz cücenin yer aldığı, bir gezegenimsi bulutsu oluşturacak.

(9)
Bu gezegenimsi bulutsuda Güneş'ten geriye yalnızca Güneş'in ölü artık çekirdeği olan ve gittikçe soğuyan bir beyaz cüce kalacak.

Yıldızlar, gökadalardan ve evrenin enerji üreten hücreleridir. Makro evrenin anlaşılması, enerji kaynağı ve element dönüşüm fabrikası olan yıldızların doğasının çözülmesine bağlıdır. Yıldızlar, insanlar ve onların araştırdığı diğer canlılara göre çok uzun yaşam sürelerine sahip olsalar da onların yaşamlarını da canlıların hayat serüvenine benzeterek açıklamak anlaşılmasını kolaylaştırıyor. Bu senaryoda, yıldızların hayatı doğum, yaşam ve ölüm olarak üç ana evreye bölünebilir. Bu evrelerin nasıl ve ne kadar sürede gerçekleşeceğini belirleyen parametrelerin başında, onların doğum anındaki kütleleri geliyor. Yıldızların bu yolculuğunda başlangıçtaki kütlelerinin ne kadar değiştiği de onların yaşam döngüsü için önem taşıyor.

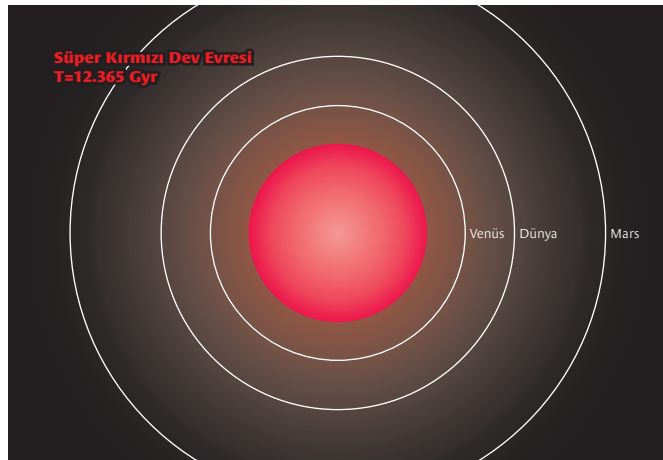
* Bu yazıda, Güneş benzeri yıldızlar ifadesi, Güneş gibi, yaşamlarının sonunda beyaz cüceye dönüşecek yıldızlar için kullanılmaktadır. Bu yıldızlar için başlangıç kütle aralığı yaklaşık 0,1 ila 8 Güneş kütlesine karşılık gelir.

Milyarlarca yıl yaşayabilen yıldızların bu kadar uzun olan yaşam zinciri ve yaşamlarının sona erdiği dönemler nasıl araştırılıyor? Astrofizikçiler, gökadamız içinde farklı kütlelerde doğmuş, farklı yaşlardaki yıldızları inceleyerek, onların uzun zamana yayılmış yaşamlarını, gözlemsel ve kuramsal yolları birlikte kullanarak çözümlenmeye çalışıyor. Özellikle son elli yıldır sürdürülen araştırmalar sayesinde yıldız astrofiziğinde önemli sorulara cevaplar bulundu. Şu anda "Yıldızların geleceği ve sonu nasıl olacak?" sorusuna belirli ölçüde cevap verilebiliyor. Doğum kütleleri Güneş'in sekiz katı kütle kadar olan küçük ve orta kütleli yıldızların yaşamları benzer biçimde sona eriyor. Enerji üretimleri durduğunda gerçekleşen bir patlama ile oluşan ve gittikçe yayılarak kaybolan bir gezegenimsi içinde artık bir çekirdek olarak "beyaz cüce" bırakıyorlar. Başlangıç kütleleri 8-25 Güneş kütlesi arasında olanlar ve 25 Güneş kütlesinden daha büyük kütlelerde doğan yıldızlar ise süpernova patlamaları geçirerek sırasıyla nötron yıldızı ve karadelik olarak sonlanıyorlar.



Bu arada, gökadamızdaki yıldızların %97'den fazlasının, kütleleri Güneş'in kütlelerinin 8 katından küçük olmak üzere, küçük ve orta kütleli yıldızlardan oluştuğu tahmin ediliyor. Bunun anlamı, Güneş'in de içinde olduğu, evrendeki yıldızların çok büyük bir bölümünü benzer bir son bekliyor. Şimdi, Güneş ve benzeri yıldızların* yaşamlarının sonuna nasıl geldikleri sorusuna cevap vermeye çalışalım:

Güneş'in ve diğer yıldızların sonu veya ölümü denildiğinde enerji üretiminin durması anlaşılır. Yıldızlar füzyon reaksiyonlarıyla enerji ürettikleri sürece hayatta kalırlar. Yıldızların yaşamları devam ederken, kütleçekim kuvveti ile merkezde termonükleer füzyonla beslenen yüksek sıcaklığın oluşturduğu basınç birbirini dengeler ve yıldızlar kararlı bir küre olarak yaşamlarına devam ederler.



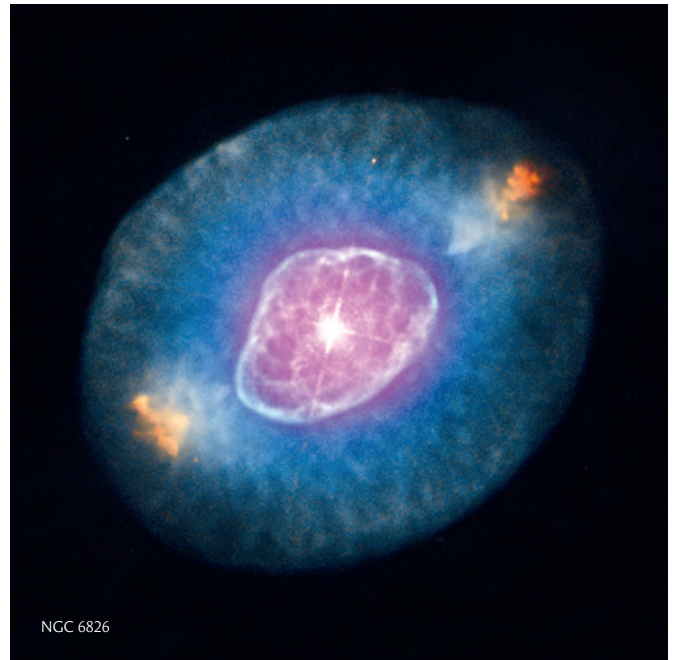
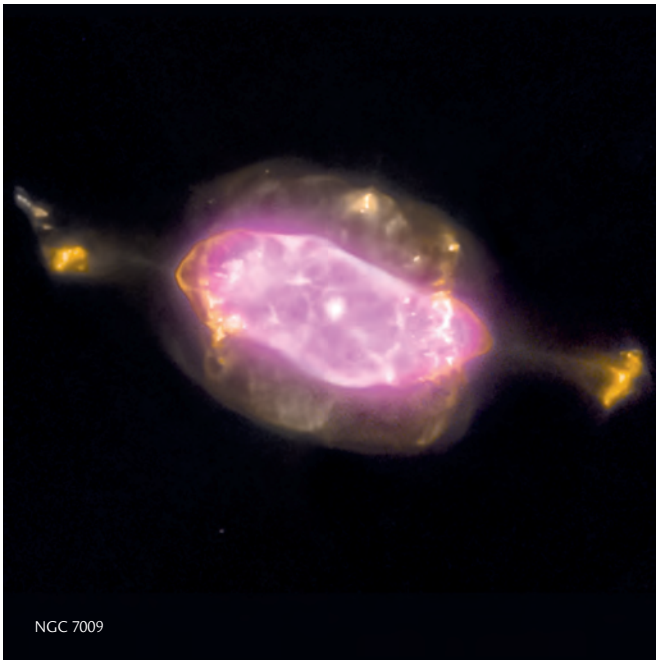
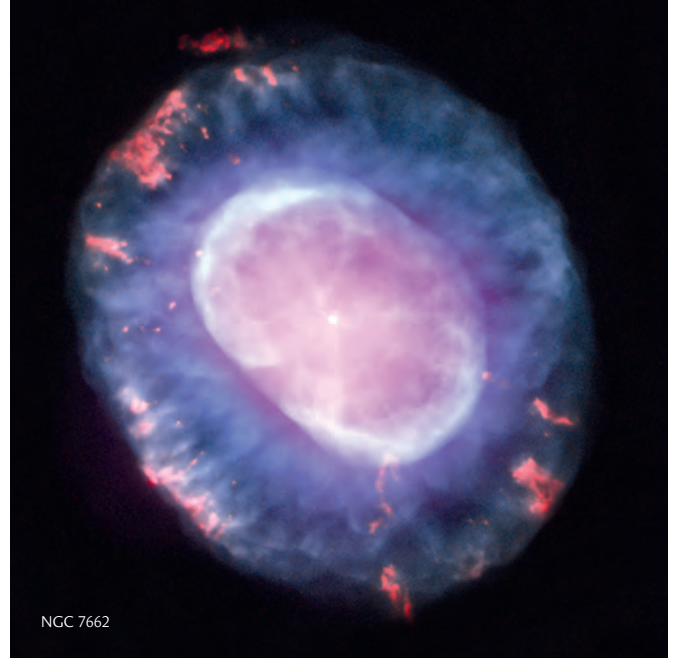
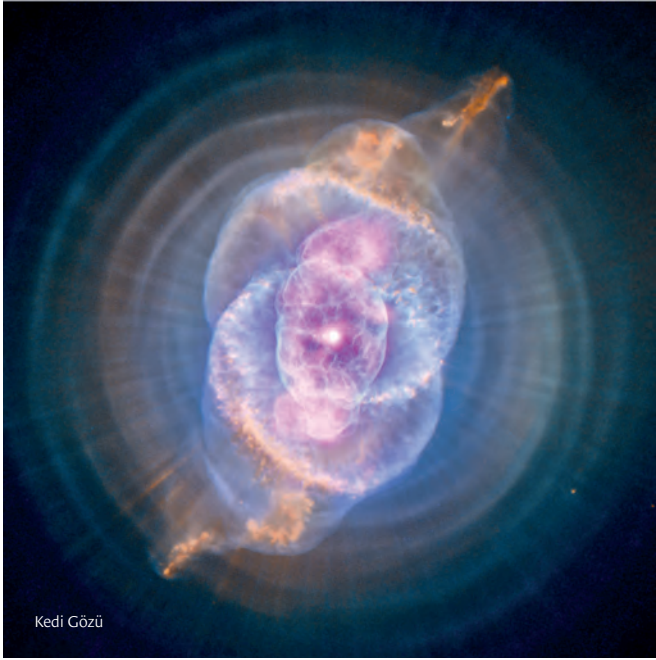
Güneş ve benzer kütlede doğan yıldızların gençlik ve olgunluk dönemleri, füzyon reaksiyonlarıyla gerçekleşen hidrojen-helyum dönüşümüyle, kararlı bir şekilde, enerji üreterek geçer. Yaşamlarının yaklaşık %90'ında enerji üretimi bu yolla gerçekleşir. Anakol evresi olarak bilinen bu evrede, yıldızlar enerji üreten kararlı plazma küreleri olarak görülür.

Güneş'in beyaz cüceye dönüşmeden önce patlama anına yakın bir zamanda ortaya çıkacak kırmızı süper dev görüntüsüyle Venüs, Dünya ve Mars'ın yeni yörüngeleri.

Kütlesinin yarıya yakını kaybedecek olan Güneş, Merkür'ü içine alacak ve diğer gezegenleri de kendisinden uzağa doğru itecektir.

Güneş ve benzer kütleli yıldızların yaşlılık döneminin başlangıcında (kırmızı dev aşaması), enerji üretme çabaları, helyum ve karbon yakılması (denemeleri) ile sürer ancak bu dönem kısa ve sancılı gerçekleşir. Çünkü kütle yeterince büyük değildir ve hidrojenden sonraki füzyon denemelerinde yıldızların fiziksel özelliklerinde (özellikle çekirdek, dış kabuk ve atmosferde) önemli değişiklikler olur.

Yıldızların uzaya yaydıkları enerji, sıcaklık ve boyutlarında ortaya çıkan değişimler, çekirdekte üretilen enerjideki değişimlerin sonucudur. Üretilen enerjideki dalgalanmalar ve üretimin durması, yıldızların son evrelerine yani ölümlerine yaklaştıklarını gösterir. Bu aşamada, yıldızların çekirdek bölgeleri sıkışır ve böylece bu bölgede sıcaklık ve yoğunluk artışı olur.



Çekirdekdeki sıcaklık 100 milyon °C derecelere kadar ulaşır. Bunun tersine yıldızın dış kısmı da genişleyerek soğur ve yıldız önemli miktarda kütle kaybeder. Güneş türü yıldızlarda, çoğunlukla, çökmeye devam eden çekirdek, helyum ve karbon yakma reaksiyonlarından sonra, yeterli kütleyle sahip olamadığından, enerji üretimini sürdürülemez. Çökme ile oluşan kütleçekimsel enerji hem merkez hem de üst bölgede yer alan kabukta sıcaklığın artmasına yol açarak kabukta hidrojen yanmasını başlatacaktır. Bu yanma, kısa sürede yıldızın boyutunun daha da büyümesine yol açacak ve yaydığı enerjinin hızla artmasına neden olacaktır.

Yaşanacaklara Güneş örneğinden devam edecek olursak, Merkür'ü içine alacak kadar genişleyecek olan Güneş'in, Dünya ve diğer gezegenlerin yörüngelerinin yeniden düzenlenmesine yol açacağını söyleyebiliriz. Bu aşamadan sonra artık, iç basınç dengelenemeyecek ve Güneş patlamayla dış katmanlarını atarak bir gezegenimsi bulutsu oluşturacak ve bu bulutun içinde artık bir çekirdek (beyaz cüce) bırakacaktır.

Artık çekirdek olan beyaz cücede madde, yüksek yoğunluk nedeniyle, "yozlaşmış" (dejenere) gaz formundadır. Bu tür bir madde, atom çekirdeklerinden ve serbest elektronlardan oluşmuş bir çorbaya benzetilebilir. Böylesi bir maddenin davranışını artık kuantum mekaniği ile açıklamaya başlarız. İdeal gaz ortamında basınç sıcaklıkla artarken, yozlaşmış madde için basınç yoğunlukla artmaktadır. Bu ortamdaki maddenin çökmesini önleyen ve bir süre sonra kararlı yapı almasını sağlayan ise yozlaşmış elektronların oluşturduğu basınçtır. Son durumda, kütleçekimin yozlaşmış elektron basıncıyla dengelendiği, etrafta gittikçe yayılarak soğuyan madde ile çevrili, çok yüksek sıcaklıklı, ölü bir artık kalır. Diğer taraftan bu artık, sonun başlangıç nesnesi olan "genç" ve sıcak bir beyaz cücedir.

Hubble Uzay Teleskobu ile optik bölgede görüntülenmiş dört farklı gezegenimsi bulutsu (solda).

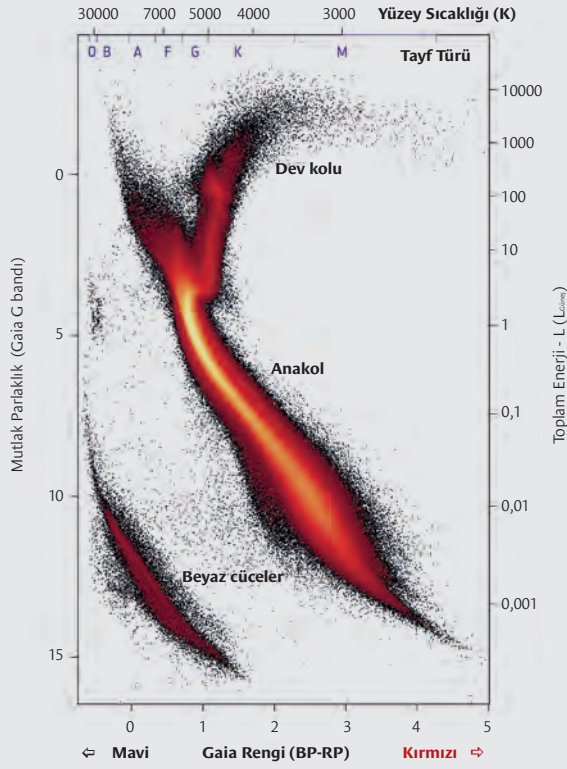
Gezegenimsi bulutsular, Güneş türü yıldızların dış kabuklarını atıp artık olarak beyaz cüce bıraktıkları patlamalar sonucunda oluşur. (NASA)

Gökadamızdaki yıldızların çoğu yaşamlarının sonunda gezegenimsi bulutsu oluşturacak mı?

Astrofizikçilerin tahminlerine göre, gökadamızdaki yıldızların %97'sinden fazlası, patlamanın ardından, merkezinde artık çekirdek beyaz cüce olan, gezegenimsi bulutsu oluşturarak yaşamını sonlandıracak. Kuramsal araştırmalar, Güneş'in de içinde bulunduğu küçük ve orta kütleli yıldızlar için sonun böyle olduğunu gösteriyor. Gözlemsel araştırmalar da dikkate değer sayıda yıldızın sonunun bu şekilde olacağını destekliyor. Bu durumu açıklamak için şu örneği kullanalım:

Gözlemlerle, yarıçapı yaklaşık bir ışık yılı (yaklaşık 9,5 trilyon km) olan tipik bir gezegenimsi bulutsunun tayf verilerinden -Doppler etkisi kullanılarak- genişleme hızının saatte 20 km olarak ölçüldüğünü düşünelim. Gezegenimsi bulutsunun yarıçapı, genişleme hızına bölünürse, yaşının yaklaşık 15.000 yıl olduğu bulunabilir. Bu süre, yıldız yaşamları dikkate alındığında oldukça küçük bir zaman dilimine karşılık gelir. Astrofizikçiler bugüne kadar 3000'den fazla gezegenimsi bulutsu gözlediler ve gökadamızda 15.000'den fazla sayıda bu cisimlerden olduğunu düşünüyorlar.

Bu kadar kısa yaşam sürelerine sahip olmalarına karşın bu kadar çok sayıda gezegenimsi bulutsu gözlenebilmesi, gökadamızdaki yıldızların önemli bölümünün, geçirecekleri patlamaların ardından gezegenimsi bulutsu ve merkezlerinde artık bir beyaz cüce bırakarak yaşamlarının son bölümüne geçeceklerini ortaya koyuyor.



Güneş'ten 5 bin ışık yılı uzaklığa kadar yayılmış, yaklaşık 4 milyon yıldızın Gaia uydusu ile ölçülen renk ve parlaklık verileri kullanılarak oluşturulan Hertzsprung-Russell (HR) veya renk-parlaklık diyagramı (solda).

Diyagramın sol alt bölgesinde yaklaşık 15.000 beyaz cücenin dağılımı görülmüştür. (ESA)

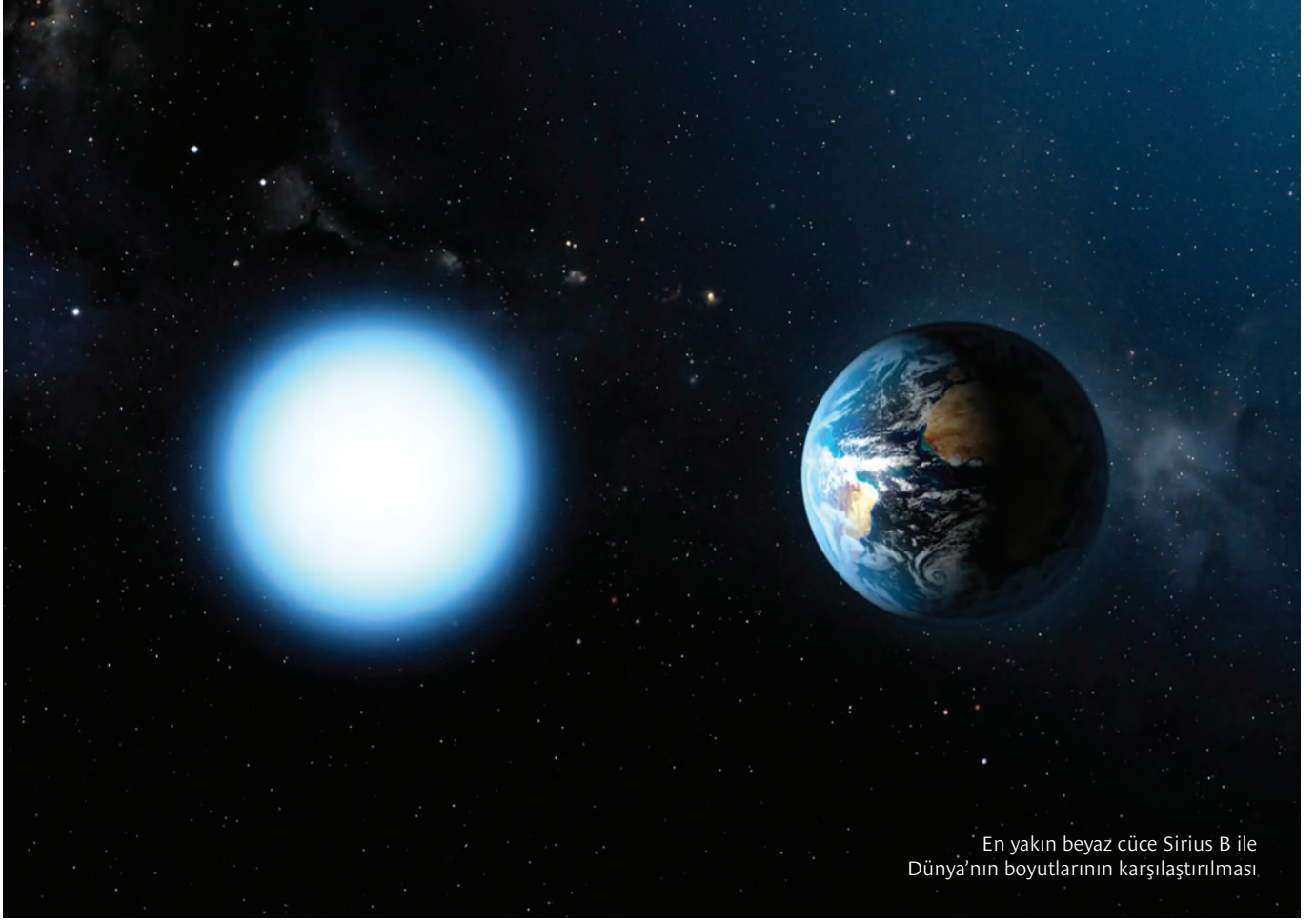
Işıldayan Ölü Artık: Beyaz Cüceler

Güneş benzeri bir yıldızın sonu olan genç beyaz cüceler yaşları çoğunlukla 12 milyardan büyük, boyutları yaklaşık Dünya büyüklüğünde, kütleleri Güneş kütlelerinden küçük ve yoğunlukları çok büyüktür. Bu yoğunluk değerine kabaca, bir ton kütleli birkaç otomobilin bir yüzük içine sığdırılmasıyla ulaşılabılır. Patlamayla dış kabuk atıldığında açığa kalan beyaz cüceler sıcaklığı yüz bin dereceleri aşsa da görece kısa bir sürede bu sıcaklık 10.000-15.000°C dereceye kadar düşer. Her ne kadar enerji üretimi durmuş olsa da bu sıcaklık onların yaydığı enerjinin kaynağıdır.

Evrenin en yaşlı - emekli yıldızları veya ölü yıldız çekirdekleri olan beyaz cüceler, gökadamızdaki yıldızların %97'sinin yaşamlarının son evreleri olacak. Bu cisimlerin, Güneş benzeri yıldızların (8 Güneş kütlelerine kadar) kalan çekirdekleri olduğu düşünülürse, beyaz cüceler önemli bölümü, çoğunlukla son reaksiyon ürünleri olan karbon ve oksijen içermelidir. Az sayıda beyaz cüce için, oksijen - neon - magnezyum içerikten de bahsedilebilir.

Beyaz cücelerinin iç yapıları çoğunlukla karbon ve oksijenden oluşmakla beraber çok ince bir atmosferlerinin de olduğu tayf gözlemlerinden ortaya çıkarılmaktadır. Hidrojen ve helyum yoğunluklu içeriğe sahip bu atmosfer yapısının incelenmesi, beyaz cücelerinin ısıl dönüşümlerinin anlaşılması için önem taşıyor. Beyaz cücelerinin sınıflandırılmasında da atmosfer içeriğindeki baskın element kullanılıyor. Gözlenen tüm beyaz cücelerinin yaklaşık %80'i hidrojen baskın bir tayf sergilerken (DA sınıfı), %16'sının atmosferindeki helyum tayfta etkin (DB sınıfı) olarak gözleniyor. Beyaz cücelerinin çoğunluğunun atmosfer sıcaklıkları 10.000-16.000°C derece arasında iken çekirdek sıcaklıkları 20 milyon°C dereceye kadar çıkıyor.

Beyaz cücelerde, yıldızlarda olduğu gibi, kütleçekimin füzyon reaksiyonlarıyla üretilen ısı ile dengelenmediği biliniyor. Bu cisimlerde çökme, yozlaşmış elektron baskıncı ile durduruluyor. Yozlaşmış madde, olağandışı özellikler taşıyor. Örneğin, beyaz cüce ne kadar büyük kütleli

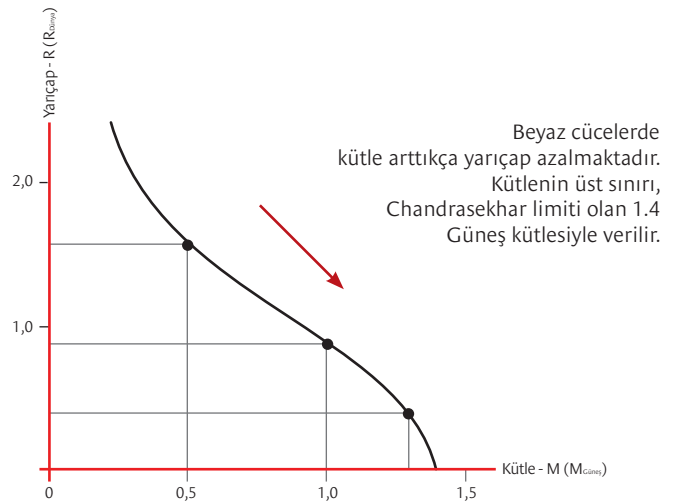


En yakın beyaz cüce Sirius B ile Dünya'nın boyutlarının karşılaştırılması.

olursa o kadar küçük boyutlu olur. Bu durum, beyaz cücenin kütlesi arttıkça kütleçekim kuvvetine karşılık verebilmek için elektronların birbirine yaklaşmasıyla açıklanıyor. Ancak, beyaz cücenin taşıyabileceği kütlenin bir sınırı vardır. Chandrasekhar sınırı denilen bu değer 1,4 Güneş kütlesine karşılık gelir ki eğer beyaz cüce bu kütle sınırını aşarsa, yozlaşmış elektron basıncı desteğini sürdüremez. Bu sınır aşıldığında, Tip Ia süpernovaları olarak bilinen patlamalarla karşılaşırız. Çift bir sistemin üyesi olan bir beyaz cüce, yakınındaki bileşen yıldızından kütle alıp Chandrasekhar limitini aştığında güçlü patlamalar sergiler (örneğin SN 1006).

Güneş ve milyarlarca yıldızın benzer son ile karşılaşacak olması, beyaz cücelerin araştırılmasını değerli kılıyor. Bunun yanında, beyaz cücelerin incelenmesi, gökadamızın en yaşlı nesnelere olmaları nedeniyle, Güneş ve benzeri yıldızların yaşam zincirlerinin çözülmesi ve gökadamızdaki dönüşümün anlaşılmasına katkı verecek sonuçların ortaya çıkmasını sağlıyor.

Tabii ki Güneş gibi milyarlarca yıldızın sonu beyaz cüce ile noktalanmıyor. Bu nesnelere sonun başlangıcı olarak görülebilir. Beyaz cücenin zamanla soğuması ve görülmeyecek kadar düşük sıcaklığa gelince de kara cüceye dönüşmesi beklenen durum. Ancak, bu aşamaya doğru ilerlerken beyaz cücelerin "kristal" kürelere dönüşeceklerine ilişkin araştırmalar da yayınlanıyor.

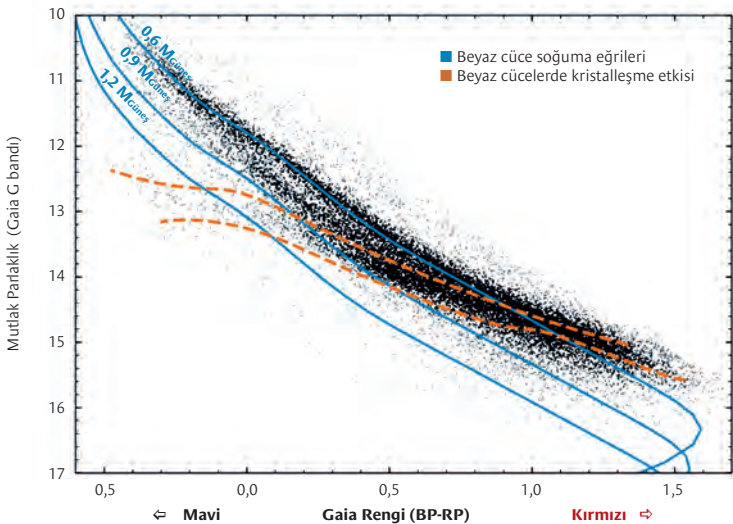


Soğuyan Beyaz Cüceler ve Kristal Küreler

Beyaz cüceler füzyon reaksiyonları ile enerji üretmedikleri hâlde, göreceli yüksek sıcaklıkları nedeniyle uzaya enerji yayarlar. Ancak beyaz cücelerde enerji üretimi olmaması nedeniyle yavaş bir soğuma süreciyle enerjilerini kaybetmeye devam ederler ve bu süreç milyarlarca yıl devam eder. Beyaz cücelerin soğuma süreçlerinin anlaşılması, onların iç yapı özellikleri ve yaşlarına ilişkin bilgiler sunması nedeniyle önemlidir.

İlk oluştuklarında beyaz cücelerin sıcaklıkları, 100.000°C ölçeğinde iken farklı soğuma süreçleri ile sıcaklıkları düşmeye başlar. Genç beyaz cüce evresinde çok hızlı soğuduklarından kısa sürede (beyaz cücenin yapısında hangi elementten hangi oranda bulunduğuyla ilgili olmakla birlikte birkaç milyar yıl içinde) sıcaklıkları 10.000°C'lere gelir. Şu anda gözlenen beyaz cücelerin de önemli bölümü bu sıcaklıklara sahiptir. Beyaz cüceler soğumaya devam ettikçe renkleri değişmeye başlar. Şu ana kadar gözlenen en soğuk beyaz cücenin sıcaklığı yaklaşık 2700°C'dir ve turuncu-kırmızı renktedir. Bu tür gözlemler beyaz cücelerin aslında çok yavaş soğuduklarını ortaya koyuyor.

Gaia uydu verileri kullanılarak oluşturulmuş renk-parlaklık diyagramında 15.000 beyaz cücenin dağılımı ve kuramsal soğuma eğrilerinin karşılaştırılması. Mavi eğriler, farklı kütlelerdeki kristalleşme dikkate alınmadan gerçekleşen soğumayı gösterirken turuncu eğriler (üstteki %20 ve alttaki %80 oranında) kristalleşme etkisiyle birlikte soğumayı gösteriyor. (Pier-Emmanuel Tremblay ve ark. 2019)

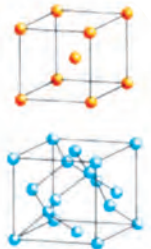


Peki, milyarlarca yıl süren bu soğuma nasıl gerçekleşiyor?

1952'de İngiliz astrofizikçi Leon Mestel, beyaz cücelerin soğumasını, ısıtılıp dışarıya bırakılan ve soğumaya başlayan demir örneğine benzeterek açıklamaya çalışır. Ancak sıcak bir demir parçasının çok kısa zamanda soğuduğu düşünüldüğünde, bu mekanizmada soğumayı geciktiren bir etkiye ihtiyaç duyulur. Peki, beyaz cücelerin büyük bölümü (kütlenin yaklaşık %99'u) yozlaşmış ve ısıl iletkenliği yüksek bir madde ile dolu olmasına rağmen, soğumaları neden çok daha uzun sürede gerçekleşiyor? Bu sorunun cevabını vermeye çalışırken, beyaz cücelerin yapısını hatırlamak gerekir: Bu nesnelere, gözlemlerle özellikleri belirlenebilen, ideal gaz içeren (çoğunlukla hidrojen ve helyumdan oluşan) çok ince bir atmosfer ve onun altında yozlaşmış elektron yığılı bir madde ile dolu çok yoğun kürelerdir. Bu durumda, Mestel'in kuramsal yaklaşımında, soğuyan demir gibi davranan iç kısımları bir battaniye gibi saran yozlaşmış olmayan atmosfer, ısıyı tutarak soğumanın milyar yıllara yayılmasından sorumlu tutulur.

Bu yaklaşımın ardından gelen araştırmalar, soğumada başka süreçlerin de karmaşık biçimde rol oynadığını ortaya koyuyor. Dış, ince atmosfer katmanından soğumanın fotonlarla kaybedilen enerji ile gerçekleştiği düşünülürken, çok daha sıcak yozlaşmış ve yoğunluğu yüksek bölümden ise nötrino salımı ile enerji kaybedildiği tahmin ediliyor. Özellikle genç ve sıcak beyaz cücelerde nötrino salımının çok daha etkin olduğu düşünülüyor. Bu durumda, genç beyaz cücelerde daha etkin olmak üzere, Mestel tarafından önerilen soğumadan daha hızlı bir soğuma gerçekleşeceği anlaşılıyor. Soğumada diğer önemli etki ise yine yozlaşmış madde bölgesinde soğuma sürecinde ortaya çıkan kristalleşme.

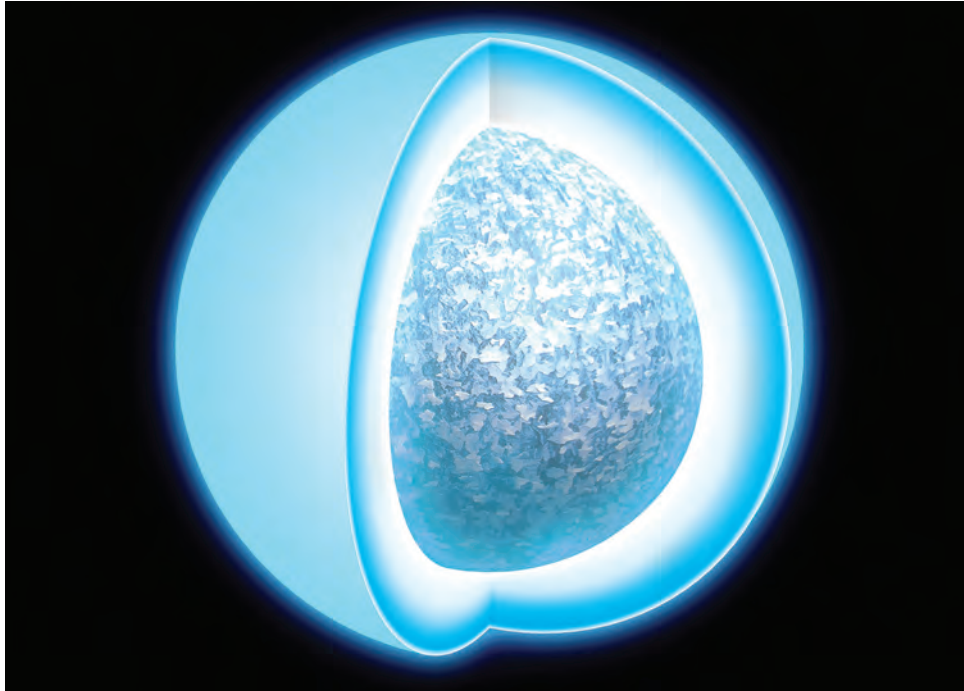
Beyaz cücelerin iç kısımlarında oluşan karbon kristal form ile Dünya'da bulunan elmas için de geçerli olan karbon kristal yapı (üst ve alt). Beyaz cücelerdeki karbon kristallerinin boyutu, elmasa göre 100 kat daha küçüktür. (Kawaler ve Dahlstrom, 2000)



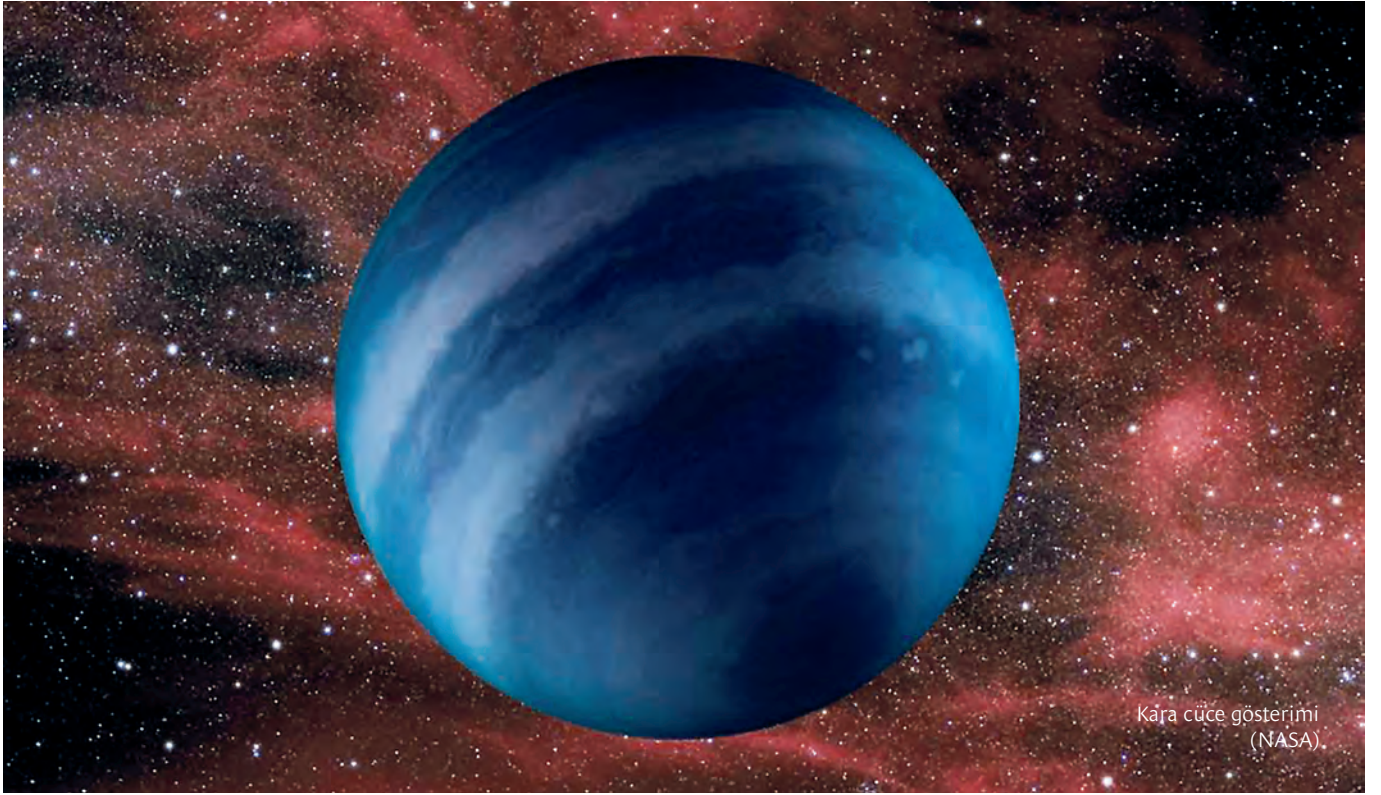
Beyaz cücelerin soğumaları devam ederken, belirli bir sıcaklığa ulaştıklarında (kütleyle göre değişken bir sıcaklık olmak üzere), soğumanın yavaşladığı gözlemlerle ortaya çıkarılıyor. Bu yıl *Nature* dergisinde yayınlanan Pier-Emmanuel Tremblay'ın başını çektiği ekibin Gaia uydu verilerine dayanan araştırmasında, 15.000 beyaz cüce incelenerek soğuma gecikmesi ilk kez doğrudan gösterildi. Bu gecikme, beyaz cücenin iç kısımlarında gerçekleşen kristalleşme ile açıklanıyor. İç bölgede gerçekleşen hâl değişimi, aynı zamanda ek bir enerji beslemesi sağlayarak soğumada yavaşlatıcı rol oynuyor. Bu olayı basitçe şu örnekle açıklayabiliriz: Su bir dondurucuya konulduğunda donarak kristal buz forma ulaşır ve bu aşamada enerji açığa çıkar. Bu sırada, termometreyle belirli aralıklarla sıcaklık ölçülürse suyun sıcaklığının 0°C dereceye kadar düştüğü ve sıfıra ulaştığında bir süre bu sıcaklıkta kaldığı gözlenir. Tam bu anda, su molekülleri kristal forma geçecek şekilde konumlanırlar. Kristal forma ulaştıklarında buz, dondurucuyla aynı sıcaklığa erişinceye kadar sabit hızla soğumaya devam eder.

Araştırmacılar, beyaz cücelerin iç kısımlarında aynı olayın, çok daha uzun zaman ölçeğinde, yaşandığını düşünüyor. Bu cisimlerin çekirdeklerinde yer alan oksijen ve karbon kristalleştikçe ısı yayıyor ve beyaz cücenin soğumasını, kütlesi ve kimyasal içeriğine göre farklı zaman ölçeklerinde olmak üzere, 1-2 milyar yıl geciktirebiliyor.

Büyük kütleli beyaz cüceler, yaklaşık bir milyar yılda kristal forma ulaşırken, Güneş ve benzeri yıldızların sonu olacak daha küçük kütleli beyaz cücelerde ise katı kristal küre yapı ancak 5-6 milyar yıl sonra oluşabilecek. Güneş örneği üzerinden devam edersek, Güneş'in yaklaşık 7 milyar yıl sonra beyaz cüceye dönüşeceği tahmin ediliyor. Bundan yaklaşık 5-6 milyar yıl sonra da bir kristal küreye dönüşeceğini ortaya koyan çalışmalar bulunuyor. Gökadamızdaki yıldızların %97'sinden fazlasının sonunda beyaz cüceye dönüşeceği tahmin edildiğine göre, 15 milyar yıl sonra kristal kürelerle dolu bir gökadamız olabilir!



Beyaz cüceler, kara cüce olmadan önce kristal bir küreye dönüşürler.



Kara cüce gösterimi
(NASA)

Kara Cüceler

Kristalleşme evresinde sağlanan ek ısı, soğumayı geciktirse de, sürekli bir besleme sağlayamayacağından, soğuma devam edecek ve beyaz cücelerin sıcaklıkları ve dolayısıyla uzaya yaydıkları enerji sürekli azalacaktır. Beyaz cücelerin kara cüceye dönüşecek kadar soğumaları için ise kabaca 10 milyar yıldan fazla süre geçmesi gerekir. Beyaz cüceye dönüşüncüye kadar geçen süreyi de göz önüne alırsak Güneş benzeri bir yıldızın kara cüce hâline gelmesi için evrenin şimdiki yaşının (yaklaşık 13,7 milyar yıl) çok üstünde bir sürenin gerekli olduğunu söyleyebiliriz. Bu nedenle, kuramsal hesaplamalar ve gözlemler, şu anda 2000°C'den daha soğuk bir beyaz cüce görmemizin çok da mümkün olmadığını ortaya koyuyor. Artık soğuk bir kristal küre olan kara cüce gözleyebilir miyiz, siz düşünün!

Milyarlarca yıl, enerji üretimi ve beslemesi olmadan, enerji yayararak soğuyan beyaz cüceler, sonunda görülmeyecek kadar soğuk kara cücelere dönüşecekler. Ancak, kütlelerinde değişiklik beklenmediğinden, bilim insanla-

rı onların çevrelerinde oluşturacakları kütleçekim alanı ve etkileşimler nedeniyle, algılanabileceklerini diğer bir deyişle gözlenebileceklerini düşünüyor. Soğuma zaman ölçekleri üzerine yapılan hesaplamalar ve gözlemsel veriler, beyaz cücelerin en yaşlı olanlarının bile (evrenin yaşına yakın) kara cüce olacak kadar soğuyamadıklarını gösteriyor. Gökadamızın, milyarlarca beyaz cüce için soğuma sürecinin bitmesiyle, karanlık madde olarak da adlandırılacak, doğrudan gözlenemeyen karanlık cücelere dolu olabileceği tahmin ediliyor. ■

Kaynaklar

Pier-Emmanuel Tremblay ve ark., "Core crystallization and pile-up in the cooling sequence of evolving white dwarfs", *Nature*, 565, 202-205, 2019.

<http://www.astronomy.ohio-state.edu/~pogge/Lectures/vistas97.html>

Kaplan, David L. ve ark., "A 1.05 M Companion to PSR J2222-0137: The Coolest Known White Dwarf?", *Astrophysical Journal*, Cilt 789, Sayı 2, s. 119, 2014.

Camisassa, María E. ve ark., "Updated Evolutionary Sequences for Hydrogen-deficient White Dwarfs", *Astrophysical Journal*, Cilt 839, Sayı 1, s.11, 2017.

Hansen, Brad M. S., Liebert, James, "Cool White Dwarfs", *Annual Review of Astronomy & Astrophysics*, Cilt 41, s. 465, 2003.

Steven D. Kawaler ve Michael Dahlstrom, "White Dwarf Stars", *American Scientist*, Vol. 88, sayfa 498-507, 2000.

R. Mark Wilson, "White Dwarfs Crystallize as they cool", *Physics Today*, 72, 3, 14, 2019.

M.A. Seeds ve D.A. Backman, "Foundation of Astronomy", *Cengage Learning*, 12th edition, 2012.



TÜBİTEM
KONFERANSI 2019



Bilim Merkezleri ve Okul Dışı Öğrenme

3. Türkiye Bilim ve Teknoloji Merkezleri Konferansı

11-12 Eylül 2019

Kadir Has Kongre Merkezi
Kayseri

Ayrıntılı bilgi ve kayıt için
bilimmerkezleri.tubitak.gov.tr/tubitemkonferansi



Merak Ettikleriniz

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

Taze Biçilmiş Çim Kokusunun Kaynağı Nedir?

Ç oğumuz ferahlık hissi veren yeni biçilmiş çimenlerin kokusunu severiz. Ancak bu kokunun sebebi ortama hoşluk katmaktan oldukça uzak. Çim biçme makinesinin kestiği ya da böceklerin yemeye başladığı çimler, aslında koku yoluyla kimyasal sinyaller yayarak yardım çağrısında bulunuyor.

Bitki zarar gördüğünde ürettiği asidik bileşenler, öncelikle bitkinin yaralarını kapatmak üzere yeni hücre oluşumunu tetikler ve iştah kapatıcı bir tada bürünmesini sağlar. Ayrıca mantarlardan ve bakteriyel enfeksiyonlardan korunmasına yardımcı olur.

Bitkilerin ürettiği ve hızlıca havaya karışan bu kimyasal bileşenlere “yeşil yaprak uçucuları” (GLVs) deniliyor. Bu uçucu maddeler bitkilerle beslenen böceklerin avcıları için davetiye işlevi görür. Bilim insanları kesilen çimlerin yaydığı kokunun, tadını sevdiğimiz bitkilerin yaydığı kokuyu çağrıştırdığı için hoşumuza gittiğini düşünüyor.

Bu arada, uçucu bileşikleri sadece avcı böcekler ve insanlar algılamıyor. Kimyasal sinyalleri uyarı olarak algılayan diğer bitkiler, ürettikleri besinin bir bölümünü ve diğer kaynaklarını köklerine yönlendirerek olası kayıplarını en aza indirmeye çalışıyor.

Kaynaklar

curiosity.com/topics/the-reasons-behind-that-pleasant-fresh-cut-grass-smell-arent-so-pleasant-curiosity

livescience.com/65400-why-freshly-cut-grass-smells-good.html



Bebekler Uçakta Neden Ağlar?

Ağlamak için bolca sebebe sahip bebeklerin uçak yolculuklarında haklı bir gerekçeleri daha ortaya çıkar. Uçağın kalkışı ve inişi sırasında kulak zarlarının iki tarafı arasındaki basınç farklılığını dengeleyemeyen bebekler, zarın gerilmesiyle yaşadıkları rahatsızlığı kabindeki tüm yolculara haykırarak bildirir.

Kulak yolunun sonunda, kulağın iç bölümlerini dış dünyadan tamamen izole hâle getiren kulak zarı bulunur. Zarın hemen arkası içi havayla dolu bir odacık olan orta kulak bölümüdür. Östaki borusu orta kulağı burnumuzun arkasında bulunan üst yutağa bağlar. Dış ve orta kulak arasında bir basınç farkı oluştuğunda östaki borusu açılarak bu dengesizliğin üstesinden gelir. Örneğin, uçak yükselirken zarın dışında basınç düşer. Zar dışarı doğru bombelenir ve kapalı konumdaki östaki borusunun açılması tetiklenir. Boru açıldığında orta kulaktaki havanın bir kısmı üst yutağa aktarılır ve basınç dengelenir. İniş sırasında ise bunun tam tersi gerçekleşir. Esnerken ve yutkunurken gerçekleşen kas hareketleri borunun açılmasına yardımcı olur. Basınç dengelenmesi esnasında, östaki borusu işlevini yerine getirdiğinde, kafamızın içinde bir ses duyar ve rahatlarız.

Bebeklerin östaki borusu yetişkinlerinkinden daha dardır ve ihtiyaç hâlinde boruyu açan dört kas bebeklerde henüz yeterince gelişmemiştir. Bu yüzden kulaklarında oluşan basınç farklılığıyla başa çıkmakta zorlanırlar. Kulak enfeksiyonu ya da soğuk algınlığında mukus ile tıkanan östaki borusu durumu daha da kötü hâle getirebilir.

Kaynak

kidshealth.org/en/parents/flying-ears.html
rootswingsandtravelthings.com/why-babies-cry-on-planes



Ağız Yaraları Neden Daha Çabuk İyileşir?

Ağız içi yaraları derimizin diğer bölümlerindeki yaralara kıyasla oldukça hızlı iyileşir. Uzun süredir tükürüğün oluşturduğu nemli ortamın ve içerdiği proteinlerin iyileşme hızına olumlu katkıları biliniyordu. 2017 ve 2018 yılında yayımlanan araştırma sonuçları ile bu süreç daha ayrıntılı biçimde anlaşıldı.

Tükürüğümüzde bulunan histatin-1 adlı protein, bakterileri yaralı dokulardan uzaklaştırarak yaraların iyileşmesine katkıda bulunur. 2017 yılında Şilili araştırmacılar, histatin-1'in aynı zamanda yaralar kapatılırken yeni oluşturulan hücrelerin taşınmasına ve birbirlerine tutunmalarına yardımcı olduğunu, ayrıca yeni damar oluşumunu (anjyogenez) desteklediğini buldular.

Temmuz 2018'de California Üniversitesi ve National Institutes of Health (NIH) araştırmacıları 30 gönüllü ile gerçekleştirdikleri deneylerde, deneklerin ağız ve kollarında benzer boyutta yaralar açarak iyileşme hızını etkileyen faktörleri belirlemeye çalıştılar. Yaralı bölgelerdeki gen ifadelerini karşılaştıran araştırmacılar, ağızdaki SOX2, PITX1, PITX2 ve PAX9 proteinlerinin sürekli hazırda bekletildiğini, yara oluşumunda hızlıca harekete geçtiklerini ve diğer deri onarım proteinlerine kıyasla daha uzun süre çalıştıklarını fark ettiler. Bu sayede ağız yaralarının on kata kadar daha hızlı kapandığı gözlemlendi. Ek olarak yapılan deneylerde, farelerde normal şartlarda dokuz günde iyileşen yaraların genetik müdahale ile SOX2 proteini düzeyleri artırıldığında üç günde iyileşebildiği görüldü.

Kaynaklar

curiosity.com/topics/why-do-mouth-wounds-heal-so-fast-curiosity
sciencenews.org/article/why-wounds-heal-faster-mouth-other-skin

Buharlı Makinelere 21. Yüzyıla Çok Şey Değişti!

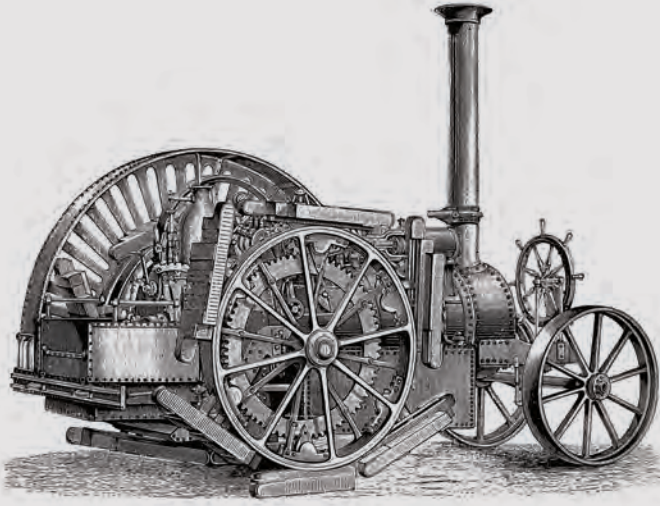
**STEM Yaklaşımı ve
Türkiye'nin Geleceğine
Yansımaları**

Dr. Şahin İdin [TÜBİTAK

Dünya genelinde ilk olarak STEM (Bilim, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik) olarak tanınan ve eğitimi destekleyen bu yaklaşım son birkaç yıl içinde STEM+A veya STEAM olarak, Arts yani Sanat alanını da kapsayarak tasarım odaklı ve toplumun ihtiyaçlarına cevap verecek şekilde düzenlenmiştir.

İçinde bulunduğumuz 21. yüzyılda bilim, teknoloji ve mühendislik alanlarında gerçekleşen değişimlere ve ilerlemelere bağlı olarak endüstride de gelişmeler yaşıyor. Bilim, teknoloji, mühendislik ve matematik alanlarının disiplinlerarası olacak şekilde birlikte kullanılması etkilerini sanayi alanlarında hissettiriyor.



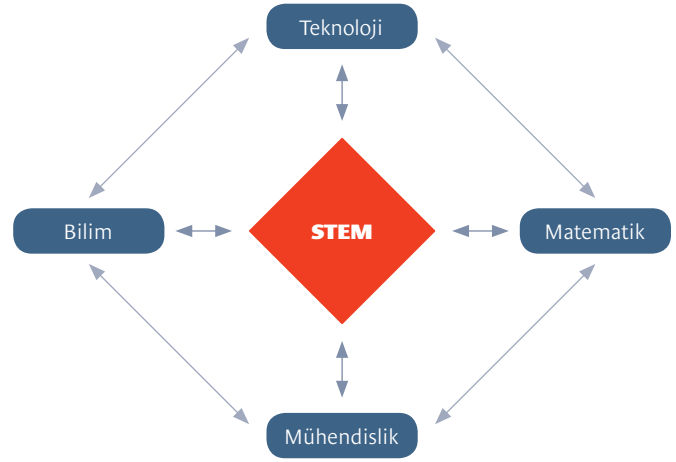


18. yüzyılın sonlarında buhar gücüne dayalı makineleri kullanmaya başlamamızdan bu yana çok zaman geçti. 20. yüzyıla gelindiğinde, elektrik enerjisinin sanayide kullanılmasıyla fabrikalarda seri üretime geçilebildi. 20. yüzyılın ikinci yarısının ortalarından itibaren de elektronik ve bilgi teknolojilerinin sanayide kullanımı mümkün oldu. Günümüzde ise akıllı robotik sistemler, zenginleştirilmiş gerçeklik, bulut, yapay zekâ, büyük veri analizi, siber güvenlik, nesnelerin interneti ve simülasyon gibi ileri teknoloji ürünlerini kullanabiliyoruz.

Sputnik 1



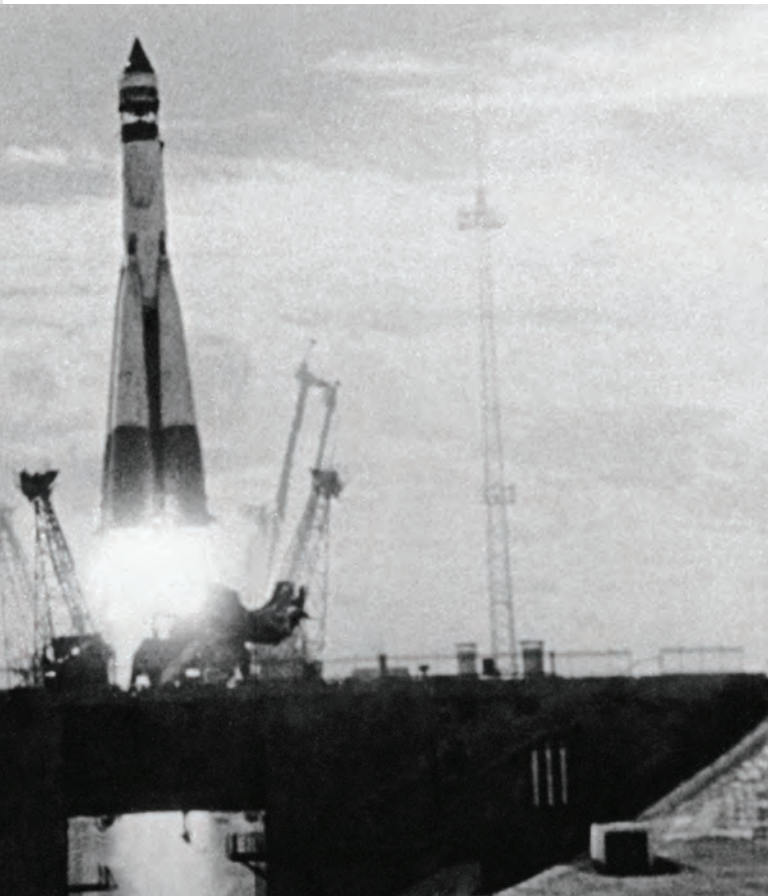
Sovyetler Birliği'nin 1957'de *Sputnik 1* isimli yapay uyduyu Dünya'nın çevresinde yörüngeye oturtmayı başarması ve sonrasında uzay yarışında yaşanan gelişmeler, gelişmiş ülkelerin eğitim sistemlerini gözden geçirmelerine neden oldu. Sputnik 1 uydusunun uzaya fırlatılması, Amerika Birleşik Devletleri'nde (ABD) bilimsel ve teknolojik alanlarda geri kalındığı endişesini ortaya çıkardı. ABD Ulusal Eğitim Komisyonu'nun 1983'teki raporunda, ABD'nin uluslararası ticaret, endüstri, bilim ve teknolojideki liderliğinin risk altında olduğu ve bu konunun o zamanki rekabet ortamında rakipleri tarafından ele geçirilmesinin olası olduğu belirtildi. ABD'de 1990'lı yıllarda öğrencilerin fen bilimleri ve matematik gibi derslerde başarılarının istenilen seviyede olmadığı ve öğrencilerin bilim, teknoloji ve mühendislik ile ilgili kariyer alanlarına daha az yöneldikleri çeşitli raporlarda ortaya konuldu. Bu gelişmelerden sonra Amerikalı öğrencilerin STEM (temel bilim, teknoloji, mühendislik, matematik) mesleklerine ilgi duymaları ve yönelmeleri için yeni yaklaşımlara ihtiyaç duyuldu.



STEM modelini oluşturan bileşenler

Bunun sonucunda STEM kavramı ilk kez National Research Council (Amerikan Ulusal Araştırma Kurulu - NRC) tarafından kullanıldı. STEM; Science (bilim), Technology (teknoloji), Engineering (mühendislik) ve Mathematics (matematik) kelimelerinin baş harflerinden oluşan bir kısaltmadır. STEM'i okul öncesinden üniversite öğrenimine kadarki dönemde bireylerin bilim, teknoloji, mühendislik ve matematik disiplinlerinin içeriklerini reel dünya ile ilişkilendirmelerine ve bunları sosyal yaşantılarına dâhil etmelerine olanak sağlayan disiplinlerarası bir yaklaşım olarak tanımlayabiliriz. STEM kendisini içeren disiplinlerin bölünmemiş bir bütünüdür. Diğer bir deyişle, STEM eğitimi fen, teknoloji, mühendislik ve matematiğin bilgilerini somut olarak bir araya getirerek öğrencilere disiplinlerarası bir bakış açısı kazandırır. STEM eğitimi yapısındaki disiplinleri bir araya getirerek problem çözme, yaratıcı ve eleştirel düşünme, etkili iletişim gibi 21. yüzyıl becerilerinin öğrencilere kazandırılmasını amaçlar.

STEM modelinde de gösterildiği üzere, STEM'i oluşturan her bir disiplin dinamik bir yapıda olup diğerleri ile bütüncül ve onları destekleyecek bir ilişkiye sahiptir. 2000'lerin ilk yarısına kadar bilim okuryazarlığı, teknoloji okuryazarlığı ve matematik okuryazarlığı kavramları birbirinden bağımsız olarak kullanılıyordu. Ancak bilim, teknoloji ve mühendislikte meydana gelen ilerlemeler eğitim süreçlerine de etki etti. Böylece STEM okuryazarlığı kavramı oluşmaya başladı. Girişimcilik, istihdam ve yaratıcılık, STEM eğitiminin temel amaçları olup STEM okuryazarları bu amaçları gerçekleştirebilen bireylerdir.



STEM Eğitimi Almış Bireylerin Özellikleri

STEM eğitimi almış bireyler eleştirel düşünebilen, rutin olmayan problemleri çözebilen ve takım çalışmasına yatkın kişiler olmanın yanı sıra yaratıcılık, girişimcilik, inovasyon (yenileşim) ve etkili iletişim gibi 21. yüzyıl becerilerine sahiptir. STEM yaklaşımına uygun bir eğitim modelinin bilim, teknoloji ve mühendislik gibi disiplinlerdeki gelişmelere bağlı olarak, insanların buldukları topluma daha kolay entegre olmalarına yardım etmesi ve onları toplum lehine yararlı çalışmalar üreten bireyler hâline gelmeye yönlendirmesi gerekir. Bundan dolayı, STEM yaklaşımına uygun eğitim almış bir birey için aşağıdakiler söylenebilir:

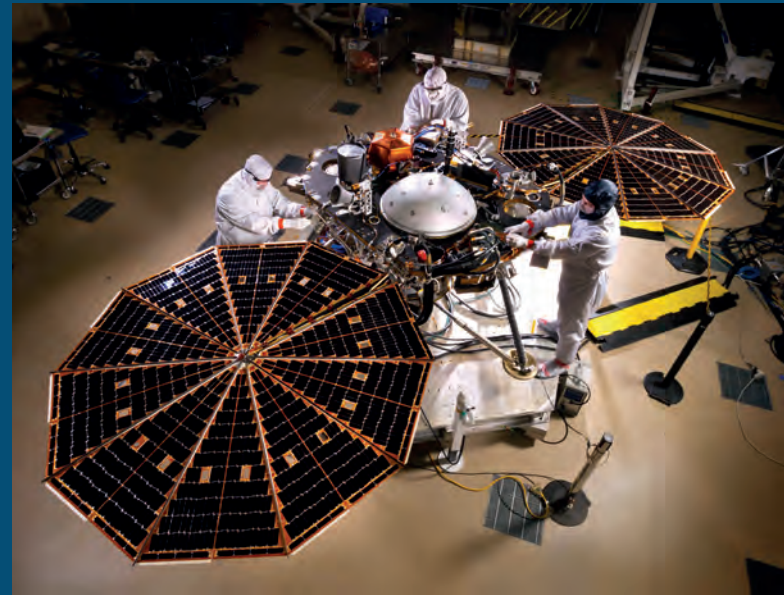
- Günlük hayatta karşılaştığı problemleri sahip olduğu bilgi ve becerileri kullanarak çözer.
- Takım çalışmasına uyum sağlar ve buna göre çalışır.
- Etkili iletişim kurarak işbirliğini destekleyici faaliyetler yürütür.
- İnovatif bir düşünce yapısına sahiptir ve yaratıcı fikirler sunar.
- Kendini yeniler ve yenilikçi uygulamaları kullanır.
- Araştırma-Geliştirme (Ar-Ge) faaliyetlerine katılır ve girişimcidir.

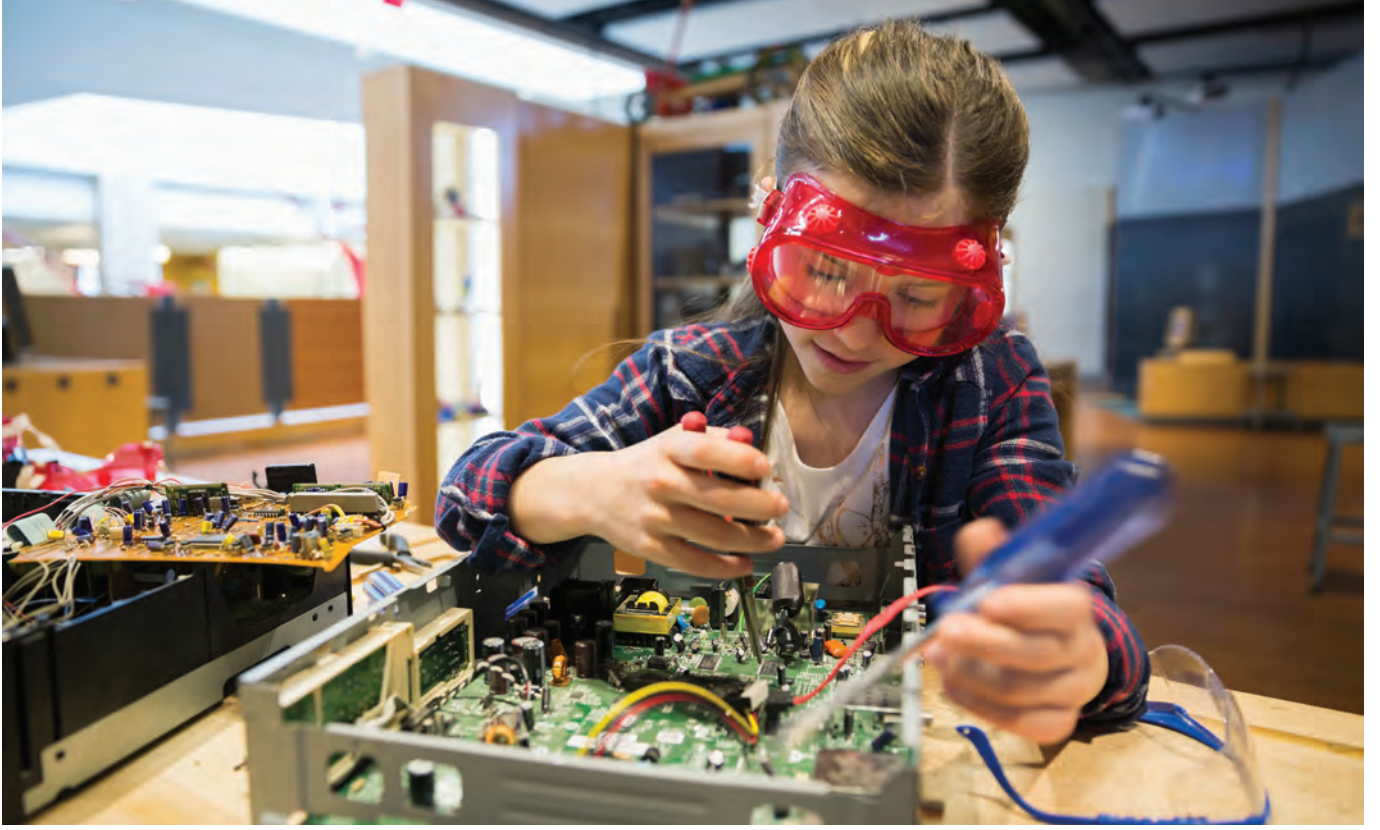
Avustralyalı bir grup lise öğrencisinin bir ilacın etken maddesini sentezlemeleri buna örnektir. Dünya Sağlık Örgütü'nün kullanılması zorunlu ilaç listesinde olan Daraprim, sıtma ve toksoplazmoz gibi enfeksiyonların ve kemoterapi gören AIDS hastaları gibi bağışıklıkları zayıf insanların tedavisinde kullanılıyor. ABD'de bu ilacın bir gecede büyük oranda zamlanması, Avustralya'daki bir grup lise öğrencisini harekete geçirdi. Bu öğrencilerin, Sidney Üniversitesinden bir akademisyenin ve kimya öğretmenlerinin rehberliğinde, okuldan sonraki boş vakitlerinde, okul laboratuvarında bir yıl süre ile çalışıp Daraprim ilacının etken maddesi olan primetamini patentli yöntemden farklı bir yol izleyerek sentezlemesi, aldıkları STEM eğitiminin amacına ulaştığını gösterir. Öğrencilerin girişimci bir yaklaşımla takım hâlinde çalışması onlar için bu başarıyı mümkün kılmıştır. Öğrenciler gerçek hayattaki bir probleme çözüm üretmiş ve gerek kendileri gerekse başkaları için bir istihdam alanı sağlayabileceklerini göstermişlerdir.

NASA tarafından 27 Kasım 2018'de Mars yüzeyine indirilen *InSight* isimli uzay aracı STEM disiplinlerinin bir arada kullanılmasına güzel bir örnektir.

InSight uzay aracında bulunan robot kol, kameralar, ısı ve rüzgâr sensörleri, RISE anteni, sismograflar, solar paneller ve ısı ölçüm cihazı Mars hakkında bizlere bilgi vermek amacıyla üretilmiştir.

InSight'ta bulunan bu araçlar STEM yaklaşımı uygulamalarını görünür hâle getirerek eğitim süreçlerine daha fazla dâhil olmaları gerektiğini gösteriyor.





İlköğretim ve ortaöğretim düzeyinde bilişim, teknoloji ve tasarım, fen bilimleri ve matematik derslerinde gerçekleştirilen uygulamalarda sıcaklık ölçen ve yön tayin eden bazı sensörlerin kullanılması, robotik uygulamaların gerçekleştirilmesi, Arduino elektronik programlama platformunun ve 3D yazıcıların kullanılması, STEM alanlarının eğitim süreçlerinde kullanılmasına örnektir. STEM eğitimini kapsayan alanların sınırları uzmanlar tarafından kesin olarak belirlenmemekle birlikte çevre bilimi, genetik, yer bilimleri, fizik, kimya, bilgisayar bilimleri, elektrik-elektronik, endüstri mühendislikleri, istatistik, cebir ve geometri gibi alanlar STEM kapsamında sayılabilir.

Dünya Ekonomik Forum'u tarafından yapılan bir araştırmaya göre, mobil internet ve bulut teknolojisi, büyük veri analizi, yeni enerji sağlayıcılar ve teknolojiler, nesnelerin interneti, kitle kaynaklı çalışma ve ekonomik paylaşım, robotik, yapay zekâ, 3D yazıcı teknolojisi ve biyo-teknoloji gelecekte rağbet görecektir çalışma alanları olarak görülüyor. Buna bağlı olarak, iklim mühendisliği,

veri analistliği, enerji sistemleri mühendisliği, nanoteknoloji mühendisliği, biyoteknoloji uzmanlığı, bilişim çalışmalarını yöneticisi ve yapay zekâ eğitmenliği gibi meslek dallarının gelecekte rağbet göreceği söylenebilir.

2010 yılında, Barack Obama'nın ülkesinin uluslararası alandaki saygın konumunun ABD'li öğrencilerin fen, teknoloji, mühendislik ve matematik alanlarındaki eğitim kalitelerine bağlı olduğunu belirtmesi sonrasında STEM eğitime ilgi arttı. Bu kapsamda, özellikle Teksas'taki devlet okulları ve özel okullar STEM merkezleri ve STEM akademileri kurma yolunda desteklendi. Benzer çabalar Avrupa Birliği'nde de görülüyor. 2009'dan itibaren Avrupa Birliği üye ülkeleri ve aday ülkelerin desteklediği bir kuruluş olan European SchoolNet (Avrupa Okul Ağı) tarafından STEM alanında Scientix, STEM Alliance, Bloom, Amgen Teach, GO-LAB gibi projeler yürütülüyor. Bu projelerde STEM öğretmenlerine, akademisyenlere ve araştırmacılara STEM eğitimi ile ilgili uygulamalar ve etkinlikler tanıtılıyor.

Gelişmiş ülkeler eğitim sistemlerinde STEM yaklaşımına sahip uygulamalara büyük yatırımlar yapıyor. Bu ülkeler artırılmış ve sanal gerçeklik uygulamaları, robotik bilimi ve kodlama çalışmaları, elektronik programlama, dijital dönüşüm, girişimcilik, inovasyon, simülasyon, mobil programlama, nesnelerin interneti ve siber güvenlik gibi alanları eğitim sistemlerine entegre ediyorlar.

Ülkemize gelecek olursak, ulusal ve uluslararası araştırmalar, Türk öğrencilerin STEM disiplinlerine ait fen bilimleri ve matematik gibi derslerdeki başarılarının ve bu disiplinlere ilişkin mesleklere ilgilerinin ne düzeyde olduğuna ışık tutuyor. Ekonomik Kalkınma ve İş Birliği Örgütü (OECD) tarafından üç yılda bir gerçekleştirilen Uluslararası Öğrenci Değerlendirme Programı (PISA) verileri ülkelerin bilim, matematik ve teknoloji eğitimlerini yapılandırmasına yön veriyor. PISA 2015 sonuçlarına göre, fen bilimleri testi için OECD ülkelerinin genel ortalaması 493 iken, Türk öğrencilerin test ortalamasının 420; matematik testi içinse OECD ülkelerinin genel ortalaması 490 iken Türk öğrencilerin test ortalamasının yine 420 olduğu görüldü. Uluslararası Matematik ve Fen Eğilimleri Araştırması (TIMSS) 2015 sonuçlarına göre de

dördüncü ve sekizinci sınıf düzeyinde Türk öğrencilerin matematik ve fen bilimleri test ortalaması TIMSS ortalamasının altında kaldı. Ulusal sınav sonuçlarına bakılacak olursa, 2016 yılındaki Lisans Yerleştirme Sınavı'nda (LYS) matematik testi (50 soru) net ortalaması 10,38; geometri testi (30 soru) net ortalaması 4,58; fizik testi (30 soru) net ortalaması 5,48; kimya testi (30 soru) net ortalaması 10,56 ve biyoloji testi (30 soru) net ortalaması 8,5'ti.

2019 yılı YKS (Yükseköğretim Kurumları Sınavı) - AYT (Alan Yeterlilik Testi) net ortalamaları ise matematik: 4,78/40 soru, fizik: 1,03/14 soru, kimya: 0,96/13 soru, biyoloji: 1,30/13 soru şeklinde açıklandı (<https://dokuman.osym.gov.tr/pdfdokuman/2019/YKS/sayisalbilgiler18072019.pdf>).

Daha önce de belirtildiği üzere, STEM alanları fen, teknoloji, mühendislik ve matematik bilgilerini kullanmayı gerektiren alanlardan oluşuyor. Türk öğrencilerin özellikle de fen bilimleri ve matematik alanlarına ilişkin başarılarının düşük olması kaliteli bir STEM eğitime sahip olmadıklarını gösteriyor. Öğrencilerimizin STEM eğitiminde başarılı olması için STEM alanlarına yapılan yatırım ve teşviklerin artırılması gerekiyor.



Öte yandan, 2000-2010 yılları arasında üniversite sınavında ilk 1000'e giren öğrencilerin STEM disiplinlerine ilişkin bölümleri tercih oranlarının giderek azaldığı görülüyor. 2010 yılında üniversite sınavında ilk 1000'e giren öğrencilerin sadece %24'ü STEM bölümlerini tercih etti.

21. yüzyılda dijitalleşmeye ve inovasyona dayalı ilerlemelerle birlikte, STEM disiplinleriyle ilişkili iş alanlarında diğer alanlara göre daha fazla artış görülmesi bekleniyor. Gelişmiş ülke olabilmek yolunda, Türkiye'ye ait bu veriler, ülkemizde STEM eğitimine daha fazla önem verilmesi gerektiğini ortaya koyuyor.

Aslında son yıllarda ülkemizde STEM eğitimine ilişkin çalışmalar yapılmıyor değil. MEB tarafından STEM eğitimine ilişkin raporlar hazırlanması, TÜBİTAK tarafından yayımlanan popüler bilim dergilerinde STEM uygulamaları ve etkinliklerine yer verilmesi ve okullarla üniversitelerin STEM projelerinin desteklenmesi, lise ve üniversitelerin bünyesinde STEM merkezlerinin açılması bu çalışmalardan yalnızca birkaçı.

Fen bilimleri ve matematik gibi derslerin öğretim programları incelendiğinde MEB tarafından 2000, 2005 ve 2013 yıllarında revize edildiği; yeni düzenlemelerle yapılandırıcı, araştırmacı ve sorgulayıcı öğrenme yaklaşımlarına dayandırılan bu öğretim programlarının 2017'de yeniden revize edildiği ve bu defa STEM yaklaşımıyla iyileştirildiği görülür. Bu bağlamda, 3. sınıftan 8. sınıfa kadar fen bilimleri dersinde son ünitenin "Fen ve Mühendislik Uygulamaları" olarak düzenlenmesi bu yaklaşımı yansıtan çalışmalara bir örnektir.

Son yıllarda akademik camiada da STEM eğitimine ilginin arttığı görülüyor. STEM ile ilgili Erasmus Plus ve Araştırma ve Teknolojik Gelişme için 7. Çerçeve Programı (7th Framework Programme for Research and Technological Development) gibi uluslararası proje destek programlarına ülkemizden STEM projelerinin yazılması, TÜBİTAK tarafından doktora sonrası araştırma için yurt dışı desteklerinin verilmesi ve bilim merkezlerinin kurulması Türkiye'de STEM eğitimine verilen önemi ortaya koyuyor.

STEM eğitimine yönelik tüm bu çalışmaların Türk eğitim sistemine faydasının dokunacağı muhakkak. OECD tarafından 2014 yılında gerçekleştirilen bir araştırmaya göre, Türkiye'de STEM disiplinlerine ait bölüm-

lerden mezun olanların tüm mezunlara oranı %14 ancak ilerleyen yıllarda STEM alanları ile ilişkili mesleklere olan ihtiyacın artması öngörülüyor. 2012 yılı verilerine göre Avrupa Birliği STEM bölümünden mezun olanların oranı %22,8'dir. 21. yüzyılda inovasyonu ön planda tutan; ekonomi, üretkenlik, istihdam gibi alanlarda başarılı ve kendi kendine yeten gelişmiş bir ekonomiye sahip olabilmek için STEM alanlarına ilişkin çalışmaların yoğunlaşması, okulların STEM yaklaşımına uyumlu olacak şekilde düzenlenmesi ve STEM alanlarında uzmanlaşmış bireylerin sayısının artırılması gerekiyor.

Karşılaştığı karmaşık problemleri çözebilen, eleştirel düşünebilen, iş gücünün ihtiyaç duyacağı teknik donanımı yüksek, yaratıcı ve yenilikçi bireylerin yetiştirilmesi ülkemizin gelişmiş bir ülke olmasını sağlayabilir. Bunu gerçekleştirebilmek için STEM alanları ile ilgili derslerin ve öğretmen eğitimi programlarının gerekli biçimde düzenlenmesi ve STEM yaklaşımının ve okuryazarlığının yaygınlaştırılması yararlı olacaktır. ■

TÜBİTAK tarafından Elazığ, Kayseri, Bursa, Konya, İstanbul (Üsküdar) ve Kocaeli illerinde bilim merkezleri kurulmuştur. Bilim merkezlerinde STEM disiplinlerine ilişkin uygulamalı eğitimler ve etkinlikler yapılıyor. Ayrıntılı bilgi için bilim merkezleri portalını ziyaret edebilirsiniz:

<https://bilimmerkezleri.tubitak.gov.tr/>

Kaynaklar

<http://www.eun.org/projects/stem>

İdin, Ş., *Örnek ve Uygulama Destekli Fen Öğretiminde Disiplinlerarası Beceri Etkileşimi* (Edt. Ersin Karademir). 7. Bölüm: STEM Yaklaşımı ve Eğitime Yansımaları, s. 257-288. Ankara: Pegem Akademi Yayınları, 2017.

National Research Council, *National Science Education Standards*. National Academy Press: Washington DC., 1996.

Obama, B., *Changing the Equation in STEM Education* <https://obamawhitehouse.archives.gov/blog/2010/09/16/changing-equation-stem-education>

<https://www.oecd.org/pisa/pisa-2015-results-in-focus.pdf>

<https://www.sciencealert.com/students-have-made-martin-shkreli-s-750-drug-in-their-chem-lab-for-just-2>

<http://dokuman.osym.gov.tr/pdfdokuman/2016/LYS/LYSSayisalBilgiler19072016.pdf>

http://www3.weforum.org/docs/WEF_Future_of_Jobs.pdf

<http://timss2015.org/timss-2015/mathematics/student-achievement/>

<https://tusiad.org/tr/yayinlar/raporlar/item/9735-2023-e-dog-tu-tu-rkiye-de-stem-gereksinimi>

Biyolojik Bir Hazine

EKSOZOMLAR

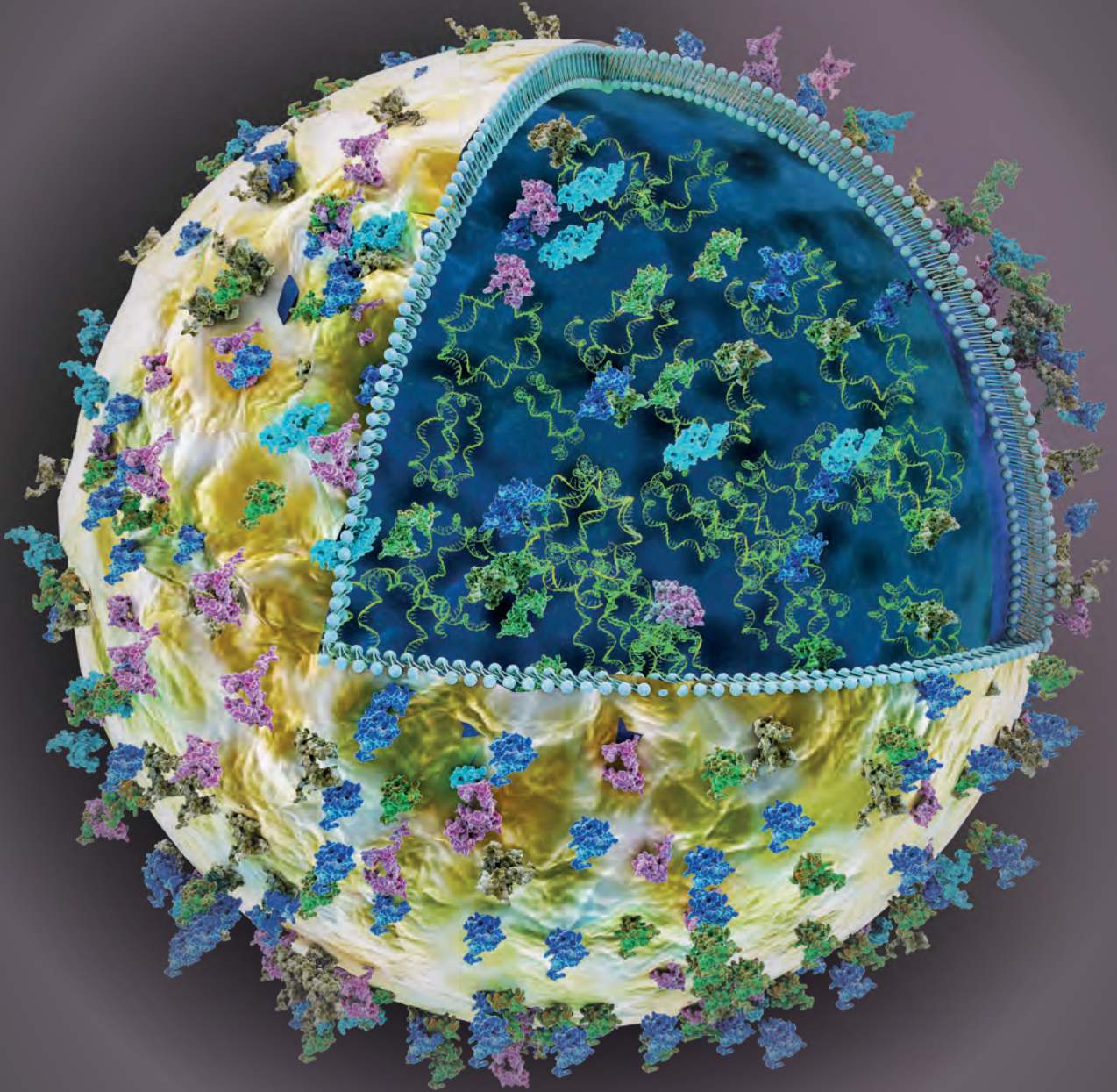
Prof. Dr. Menemşe Gümüşderelioğlu [Hacettepe Üniversitesi, Biyomühendislik Anabilim Dalı

Arş. Gör. Tülay Selin Ertekin [Hacettepe Üniversitesi, Kimya Mühendisliği Bölümü

Arş. Gör. Elvan Konuk [Hacettepe Üniversitesi, Nanoteknoloji ve Nanotıp Anabilim Dalı

Keşifleri yaklaşık 30 yıl öncesine dayanan eksozomlar son yıllarda yoğun olarak araştırılan bir konu hâline geldi.

Başlangıçta eksozomların sadece hücrelerdeki gereksiz ya da toksik ürünleri dışarı atmak için hücrel bir atık mekanizması olduğu düşünülüyordu. Ancak, hücre biyolojisi, hücreler arası iletişim, immünoloji ve kanser alanındaki araştırmalar, eksozomların sahip oldukları içerik nedeniyle biyolojik bir hazine olduğuna işaret ediyor.

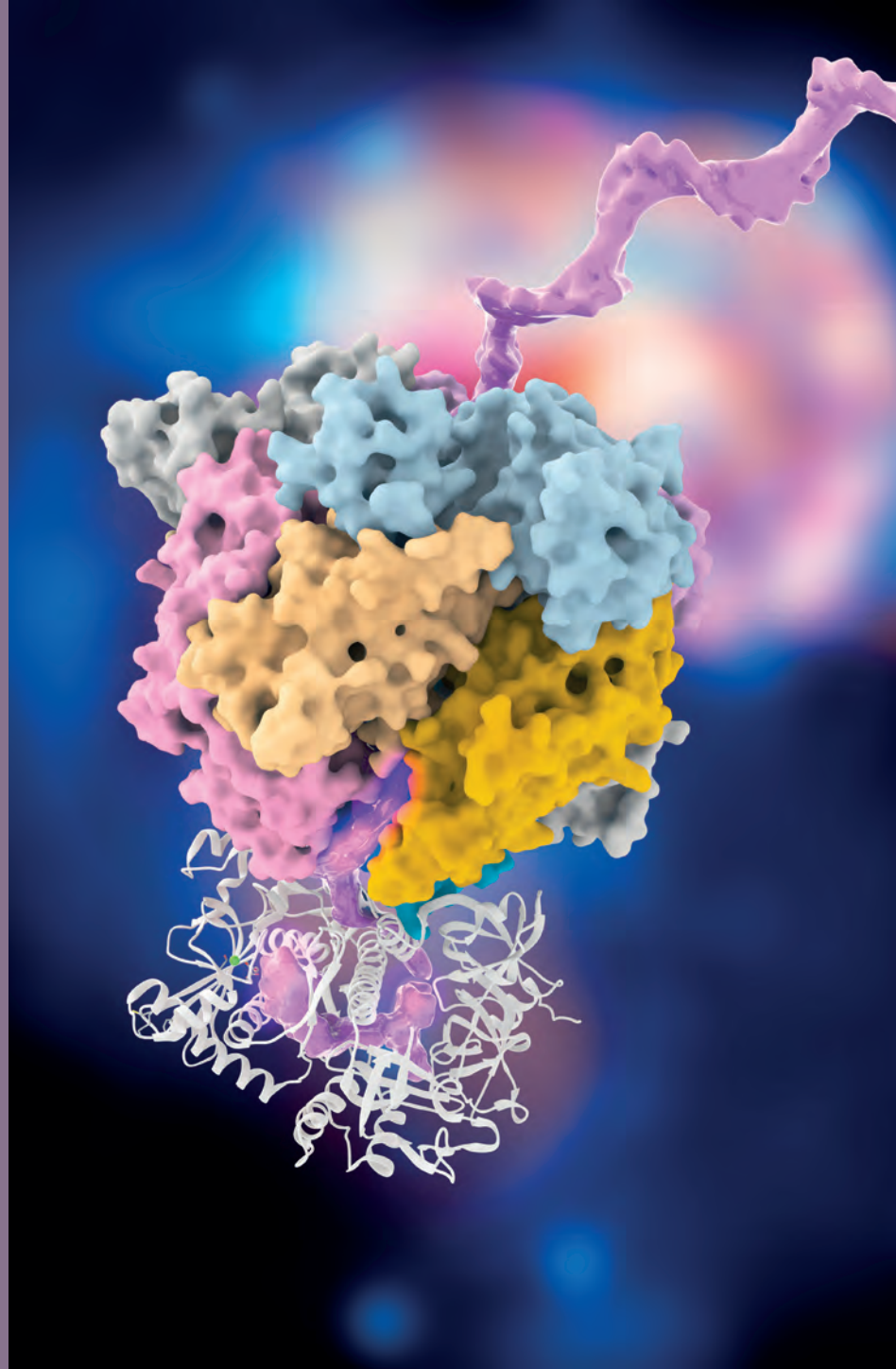


Hücredeki eksozom kompleksinin temsili görüntüsü.
Eksozomlar birçok proteinden oluşur.
Hücre kesiti içinde RNA iplikleri, protein alt birimleri ve hücre zarı üzerinde de yüzey proteinleri görülüyor.

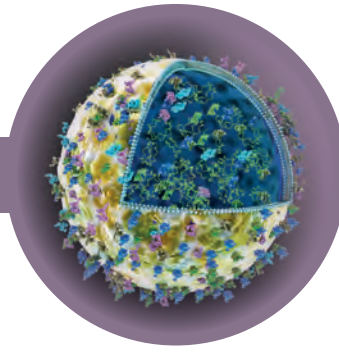
Eksozom Nedir?

Eksozomlar, hücreler tarafından hücre dışı ortama salınan ve boyutları 40-100 nanometre arasında değişen doğal keseciklerdir. Çift katlı fosfolipid yapıdaki zarla çevrili olan bu kesecikler içerisinde çeşitli nükleik asit türleri ve türevleri, lipidler ve proteinler bulunur. Hücre dışında bulunan ve bir zarla çevrili bu keseciklerin varlığı yaklaşık 50 yıldır biliniyordu. Ancak, eksozomların bugün bilinen fonksiyonları ile keşfedilmeleri 1980'li yıllara dayanıyor. İlk keşfedildiklerinde eksozomların sadece hücredeki atıkların hücre dışına taşınmasında görevli oldukları düşünülüyordu. Ancak alyuvarların olgunlaşması sırasında transferin reseptörünün atılması için eksozomların kullanıldığının keşfedilmesi, ardından B-hücrelerindeki immünolojik rollerinin gösterilmesi ve son olarak da çeşitli nükleik asit türevlerini barındırdığının ve kanser metabolizmasındaki rolünün de keşfiyle eksozom çalışmaları çok farklı boyutlara taşındı. Son yıllarda yapılan araştırmalarda eksozomların neredeyse bilinen bütün vücut hücreleri tarafından salındığı ve anne sütü, idrar, tükürük, ter, serum ve plazma gibi çok çeşitli vücut sıvılarında da bulunduğu belirlendi.

Eksozom kompleksinin DNA, RNA ve çok sayıda protein alt biriminden oluşan moleküler modeli (sağda).



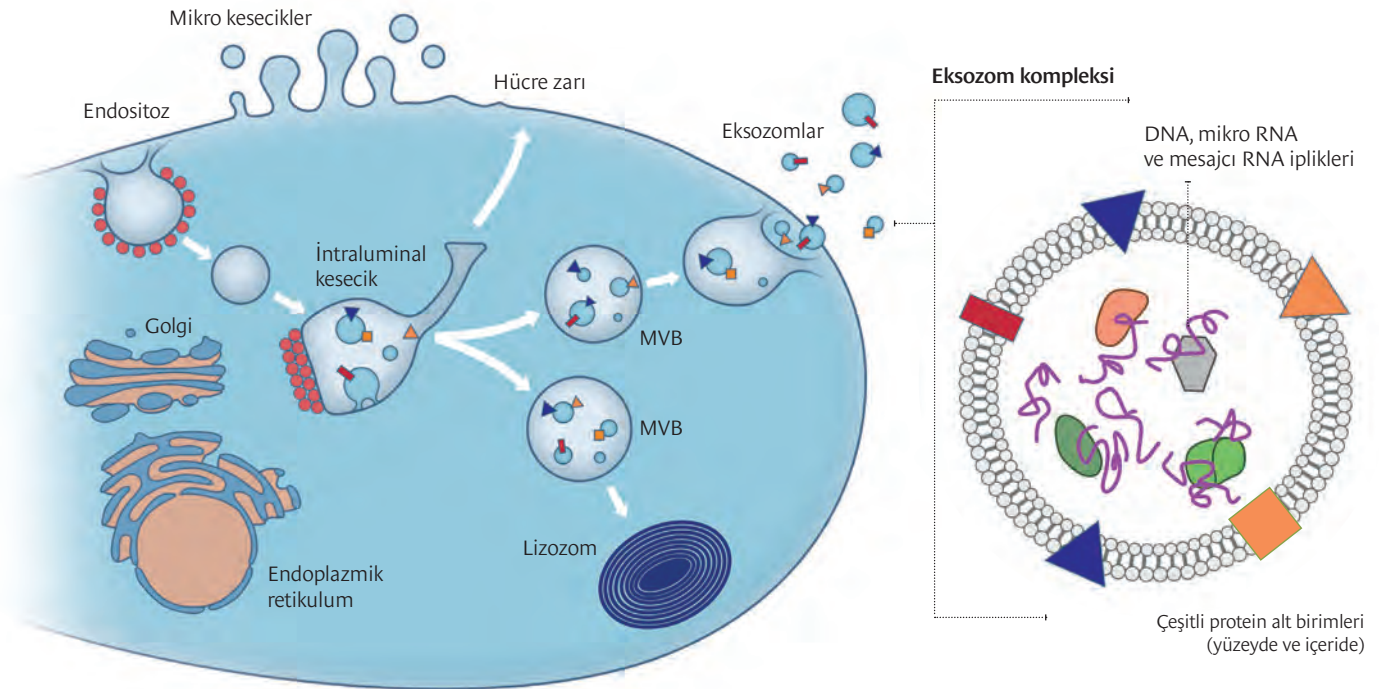
Eksozomlar Nasıl Oluşur?



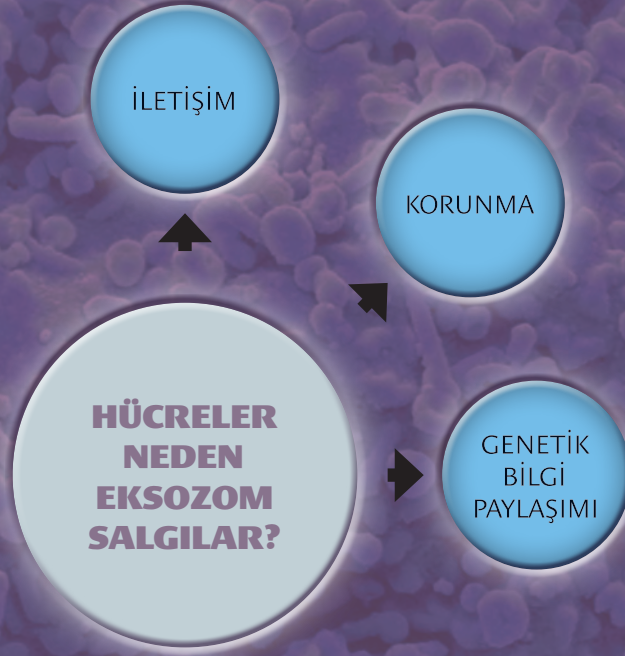
Eksozom oluşumu ilk bakışta basit ancak temelde oldukça karmaşık bazı biyokimyasal süreçler ile meydana geliyor. Oluşumun ilk basamağında hücre zarının bir bölümü hücre içine alınıyor (endositoz). Bu zar tekrar kendi içine kıvrılıyor ve küçük bir kesecik (intraluminal kesecik) oluşturuyor. Ardından "multiveziküler cisimcik (MVB)" olarak adlandırılan ve içerisinde çok sayıda kesecik barındıran bir yapı oluşuyor.

MVB'ler metabolik olarak iki farklı yol izleyebiliyorlar. Eğer, bir MVB düşük kolesterol seviyesine sahip ise parçalanıyor, hücre içerisindeki bir organel olan lizozomun yapısına katılıyor ve sonunda MVB içeriği hücreye geri dönüşüme gidiyor. İkinci durumda ise; daha yüksek kolesterolle sahip olan MVB'ler plazma zarıyla birleşiyor ve MVB içeriği hücrenin dışına atılıyor. İşte bu atıklara "eksozom" deniyor.

Tüm bu süreçler hücre içindeki sinyalizasyon araçları ile sıkı bir şekilde kontrol ediliyor. Ancak bu yollardan hangisinin, hangi koşullarda devreye gireceği henüz bilinmiyor. Bu nedenle eksozom salınması ve MVB içerisindeki keseciklerin lizozoma gönderilmesi arasındaki dengeyi düzenleyen mekanizmanın nasıl işlediği, hâlâ araştırılmakta olan bir konu olarak karşımıza çıkıyor.



Eksozom oluşumu. Oluşumun ilk basamağında hücre zarının bir bölümü hücre içine alınıyor (endositoz). Bu zar tekrar kendi içine kıvrılıyor ve küçük bir kesecik (intraluminal kesecik) oluşturuyor. Ardından "multiveziküler cisimcik (MVB)" olarak adlandırılan ve içerisinde çok sayıda kesecik barındıran bir yapı oluşuyor. Son aşamada MVB'ler plazma zarıyla birleşiyor ve MVB içeriği hücrenin dışına atılıyor. Bu atıklar da "eksozom" olarak adlandırılıyor ya da MVB içeriği lizozomun yapısına katılarak hücre içi dönüşüme uğruyor.



Hücreler birbirleri ile haberleşebilmek, kendilerini iç ve dış strese korumak ve genetik bilgilerini paylaşabilmek amacıyla eksozom salgırlar.

Hücreler Neden Eksozom Salgılar?

Tüm çok hücreli organizmalarda, hücrelerin kendi aralarında uyumlu ve etkin bir şekilde çalışması için haberleşmeleri gerekir. Hücreler arasındaki bu bilgi alışverişi, çözünebilir moleküllerin salgılanmasıyla veya doğrudan etkileşim yoluyla sağlanır. Buna ek olarak, birçok ökaryotik hücre, hem uzağındaki hem de yakınındaki hücrelere ulaşabilen, hücre zarı kaynaklı kesecikleri yani eksozomları salgılar. Kısacası, hücreler, iletişim, korunma ve genetik bilginin paylaşılması amacıyla eksozom üretiyor. Yapılan çalışmalar işlevsel reseptörlerin ve ikincil mesajcıların hedef hücrelere eksozomlarla taşındığını gösteriyor.

Hücreler birbirleri ile etkin bir şekilde haberleşebildiği gibi kendi atık yönetimini de yapabilen birimler. Bunu eksozomlar aracılığıyla, gereksiz veya toksik ürünleri hücre dışına atarak, hücreyi oluşabilecek iç ve dış streslere karşı koruyarak başarıyorlar.

Aynı zamanda hücreler genetik bilginin paylaşılması amacıyla da ortama saldıkları eksozomlar ile hücreye ait mRNA (messenger RNA) ve alt türevleri olan miRNA gibi molekülleri alıcı hücrelere taşıyorlar.

Her Canlı Eksozom Salgılar mı?:

Hücrelerin eksozom salgılabilmesi için hücre sitoplazması içerisinde zarlı yapıda organellere sahip olması gerekiyor. Çekirdek zarı, Golgi cisimciği, granüllü ve granülsüz endoplazmik retikulum, endozom, lizozom ve hücre zarı gibi yapıları içeren bu sistem yalnızca ökaryotik canlılarda bulunuyor. Bu nedenle bakteri ve mavi-yeşil algler gibi prokaryotik canlılar eksozom salgılayamıyor.

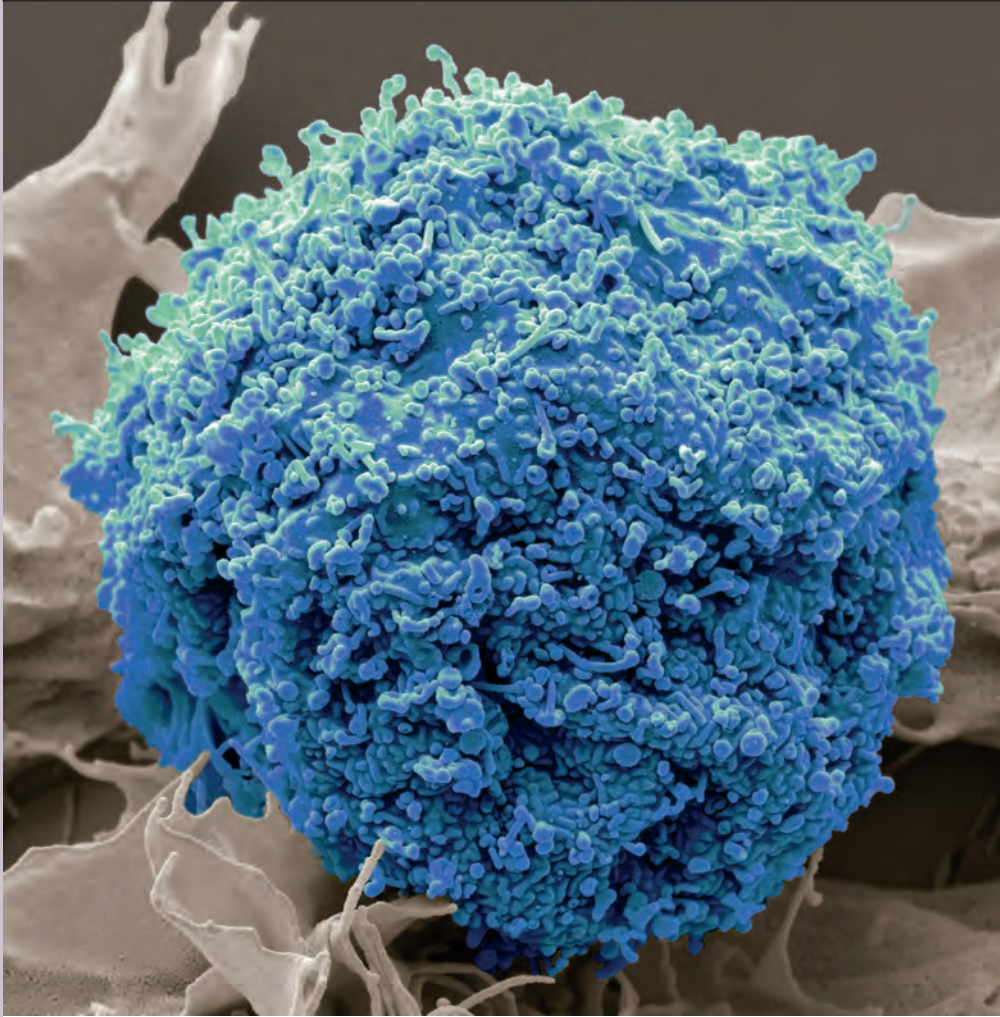
Eksozomlar Nasıl Elde Edilir?

Eksozomlar çoğunlukla laboratuvar ortamında kültüre alınan hücreleri çoğaltmak ya da farklılaştırmak için kullanılan kültür ortamlarından elde ediliyor. Bunun için hücrelerin üzerindeki kültür sıvısı (süpernatant) alınır ve çeşitli izolasyon teknikleri uygulanarak bu sıvıdan eksozomlar elde edilir. Hücre kültürü süpernatantında, kan, idrar, ağız içi salgı, amniyotik sıvı, beyin-omurilik sıvısı, eklem sıvısı, nazal salgılar, anne sütü, serum ve plazma dâhil, bütün vücut sıvılarından da eksozomlar elde edilebilir. Eksozom izolasyonu için

santrifüj, immüno afinite ve filtrasyon tekniklerine dayanan birden çok yöntem kullanılıyor. Her yöntemin kendine özgü güçlü yanları ve sınırlamaları olsa da bu yöntemler arasında en yaygın olanı ultrasantrifüj yöntemi. Merkezkaç kuvvetlerinin etkin olduğu bu yöntem, santrifüj kuvveti ve süresi giderek artan bir dizi santrifüj basamaklarından oluşuyor.

Hücre kültür süpernatantı içinde eksozomlar dışında ölü ve canlı hücreler, hücresel atıklar, proteinler gibi boyutları ve yoğunlukları birbirin-

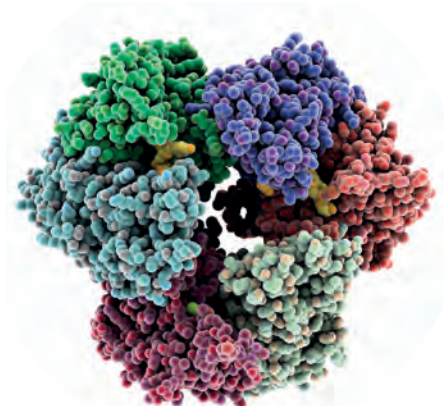
den farklı birçok bileşen bulunuyor. Her bir santrifüj basamağında bu bileşenlerden daha ağır olanları ortamdan ayrılarak dibe çöküyor ve üstte kalan sıvı alınarak daha yüksek santrifüj hızında işleme devam ediliyor. Belirli hızlarda ve sürelerde gerçekleştirilen santrifüj basamaklarından sonra eksozomlar elde ediliyor. Güvenilir ve çok yaygın bir yöntem olarak kullanılmasına rağmen, santrifüj sürelerinin çok uzun sürmesi, maliyetin yüksek olması ve eksozomların yüksek santrifüj hızlarından zarar görmesi bu yöntemdeki en önemli sorunlar.



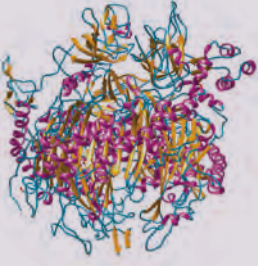
Kültüre alınmış 293T hücresinin çok sayıda eksozomu hücre zarından dışarı salgıladığı görülüyor.

Renkli taramalıelektron mikroskop (SEM) görüntüsü (büyütme x 7000)

Eksozomlardaki protein alt birimlerini gösteren moleküler modeli.



Eksozomlar Neden Bu Kadar Önemli?



Eksozomlar köken aldıkları ve salındıkları hücre kaynağına bağlı olarak farklı biyolojik özellikler gösterirler.

Bu özellikleri alt başlıklar şeklinde sıralayıp açıkladık.

Genetik Bilgi ve Sinyal Moleküllerinin Taşınması

Eksozomlar alıcı hücrelerin içerisine girip eksozomal içeriklerini hücrelere aktarıyorlar. 2000'li yıllarda yapılan araştırmalar, eksozomların içerdikleri biyomoleküller arasında mRNA ve miRNA gibi önemli RNA türlerinin bulunduğunu ve bu yapıların alıcı hücrelere aktarılabilirdiğini gösteriyor. Eksozomlar, sahip oldukları bu kargo içerikleri sayesinde hedef hücrenin gen ifadelerini düzenleyebiliyor. Ayrıca sadece genetik bilgi içeren biyomolekülleri değil, çeşitli sinyal moleküllerini de taşıyorlar. Eksozomun içerisinde bulunan bu sinyal molekülleri alıcı hücreye aktararak, hücrelerde ilgili sinyal yollarının düzenlenmesine katkıda bulunuyor.

Bağışıklık Sisteminin Düzenlenmesi

Eksozomların, salgılandıkları hücreler ile alıcı hücreler arasında çeşitli protein ve lipid alışverişini yapabilme özelliği sayesinde, hücreler arası iletişimde de rol aldığı belirtiliyor. Eksozomların sahip oldukları bu özellik bağışıklık sisteminde de karşımıza çıkıyor. Dendritik hücrelerden elde edilen eksozomların antijene özgü T hücre aktivasyonunu desteklemesi bize dendritik hücreler, makrofajlar ve B-lenfositlerden salınan eksozomların bağışıklık yanıtı oluşmasında ve düzenlenmesinde önemli bir role sahip olduğunu gösteriyor.



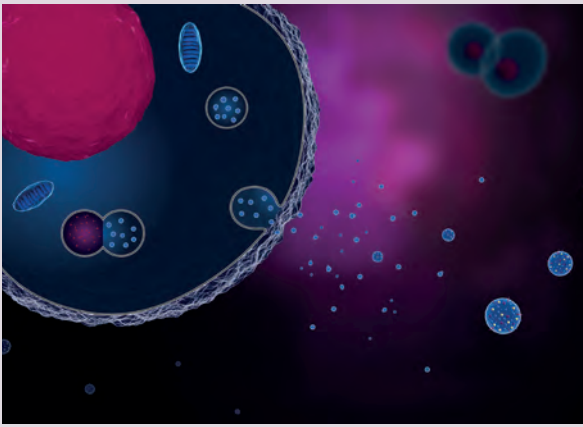
Hastalıkların Tanısı

Eksozomların önemli fizyolojik özelliklere sahip olmalarının yanı sıra türetildikleri hücre kaynağına bağlı olarak farklı biyolojik özellikte etki mekanizmaları içermeleri ve köken aldıkları hücrelere benzer işlevsel özellik göstermeleri, bu yapıların hastalıkların tanısında da kullanılmasına olanak sağlıyor. Hastalık denildiğinde de çalışmalar kanser üzerinde yoğunlaşıyor. Bu çalışmalarda kanser hücrelerinin eksozomlar sayesinde bağışıklık sisteminden kaçabildiği, bağışıklık sistemi hücrelerini yok edebildiği, kanser hücrelerinden salınan eksozomların tümörlerin etrafında damarlanmayı artırdığı ve kanser hücrelerinin ilaç direnci kazanmasına neden olduğu belirtiliyor. Bununla beraber eksozomlar, yüzeylerinde veya kesecik içinde taşıdıkları onkogenik (kansere yol açan) sinyal proteinleri, ligandlar, enzimler ve miRNA'lar yoluyla tümörün salgılaşmasına ve başka bölgelere sıçramasına (metastaz) neden oluyorlar. Eksozomların bu özellikleri bir yandan kanser metabolizmasını daha iyi anlamamıza yardımcı olurken, diğer yandan hücre yüzey belirteçleri iyi bilinen prostat, meme ve akciğer kanserlerinin erken teşhisine olanak sağlıyor. Eksozomların ilgili vücut sıvılarından izolasyonu ile bu yaklaşımın yakın bir zamanda klinikte kanser teşhisi için rutin bir kontrol yöntemi olarak kullanılacağı düşünülüyor.

Yöntemi daha etkin kılmak için toplanan eksozomlardan doğru bir biçimde analizlerin yapılabilmesi amacıyla basit, ucuz ve etkili yöntemler geliştirilmeye çalışılıyor. Son yıllarda popüler bir diğer araştırma konusu olan “mikroakışkan sistemler”de çeşitli düzenlemeler yapılarak eksozom izolasyonu, tespiti ve analizi iyileştirilmeye çalışılıyor.

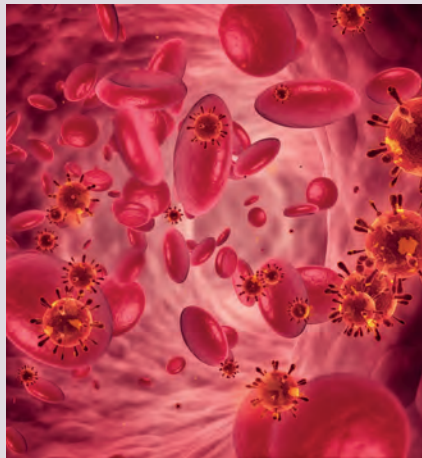
Son yıllarda eksozomların sahip olduğu önemli fizyolojik özelliklerin, sağlıkta ve hastalığıdaki önemli rollerinin anlaşılmasıyla, bu yapıların hastalıkların tanı ve tedavisine yönelik potansiyel klinik uygulamalarına olan ilgi hızlı bir şekilde artıyor.

Eksozom oluşumu ve salgılanmasında birçok molekül yer alırken, bu moleküllerden bazıları için etki mekanizmasının henüz tam olarak bilinmemesi, çok sayıda izolasyon teknikleri uygulanmasına rağmen, eksozomların ayrılması ve saptanması için standart bir protokolün hâlâ mevcut olmaması gibi bazı engeller karşımıza çıksa da gelecekte yapılacak çalışmalarla eksozom biyolojisinin ve işlevsel özelliklerinin daha iyi anlaşılacağı düşünülüyor.



Hücresel Atıkların Uzaklaştırılması

Hücreler tarafından salınan eksozomların önemli fizyolojik özelliklerinden biri de hücrelerden istenmeyen maddelerin uzaklaştırılması. Bu sayede hücre kendini içeriden ve dışarıdan gelecek çeşitli streslere karşı koruyor. Örneğin, alyuvarlar olgunlaşırken retikülositler tarafından eksozom salgılanması, bu hücreler için yararlı olan transferin reseptörü veya integrinler gibi proteinlerin ortamdaki uzaklaşmasına olanak sağlıyor.



Kaynaklar

Colombo, M., Raposo, G., Théry, C., “Biogenesis, Secretion and Intercellular Interactions Of Exosomes and Other Extracellular Vesicles”, *Annual Review of Cell and Developmental Biology*, Sayı 30, s. 255-289, 2014.

Hessvik, N. P., & Llorente, A., “Current Knowledge On Exosome Biogenesis And Release”, *Cellular and Molecular Life Sciences*, Sayı 1, s. 1-16, 2017.

Gümüşderelioğlu, M., Doku Mühendisliği Ders Notları, Hacettepe Üniversitesi, 2018.

Astrofest 2019

Kapadokya'da Düzenlendi

Nurulhude Baykal [TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi



Konya Bilim Merkezi tarafından ilki 2018'de düzenlenen Astrofest gökyüzü gözlem etkinliği bu yıl 12-14 Temmuz tarihleri arasında Kapadokya'da gerçekleştirildi.

"Herkes biraz gökyüzü!" sloganı ile düzenlenen etkinliğe gençler aileleriyle birlikte katıldı.

Şehirleşmiş bölgelerde geceleri yapay aydınlatmaların kullanılması ışık kirliliği oluşturur ve bu durum geceleri gök cisimlerinin görülmesini zorlaştırır. Yapay aydınlatmaların bilinçsiz ve aşırı kullanımı ışık kirliliğini artırır.



Etkinliğin ilk gününde, Konya Bilim Merkezi eğitmenleri katılımcılara astrofizik ile ilgili temel kavramları ve gökyüzü gözlem etkinliklerinde nelere dikkat edilmesi gerektiğini anlattı. Gökyüzü gözlemi şehir ışıklarından uzaktaki Kapadokya'nın Aşk Vadisi bölgesinde gerçekleştirildi.

Gökyüzü Gözlemi

Gökyüzü gözlemleri sırasında teleskoplarla Ay, Satürn ve Jüpiter gözlemlendi. Bunun yanı sıra katılımcılara geceleri çıplak gözle gök cisimlerini nasıl bulabilecekleri anlatıldı. Ayrıca eski çağlarda yaşayan insanların gök cisimlerinin konumlarındaki değişiklikleri günlük hayatlarında nasıl kullandıkları da (örneğin tarımsal faaliyetleri nasıl düzenledikleri) katılımcılarla paylaşıldı.

Gözlem alanında yapılan sunumlar da katılımcılara yıldız kümeleri ile takımyıldızlar tanıtıldı. Ayrıca Kutup Yıldızı'nın gökyüzünde nasıl bulunacağıyla ilgili bilgi de verildi.

Konya Bilim Merkezi eğitmenleri ayrıca gök cisimleri ile ilgili yanlış bilinenler hakkında bilgi verdi. Örneğin Kuzey Yarımküre'de yaşayan insanlar tarafından yüzyıllardır yön bulmada kullanılan Kutup Yıldızı'nın gökyüzünün en parlak yıldızı olduğu için kolayca bulunabildiği söylenir. Hâlbuki gökyüzünün en parlak yıldızı Büyük Köpek Takımyıldızı'ndaki Akyıldız olarak da bilinen Sirius'tur.



İlk olarak gökyüzünde kepeğe benzeyen şekliyle kolayca tanınan Büyük Ayı Takımyıldızı bulunur. Kepeğin çukur kısmındaki iki yıldız görece daha parlaktır. Parmağınızı bu iki yıldız arasındaki mesafenin beş katı kadar Küçük Ayı Takımyıldızı'na doğru hareket ettirdiğinizde Küçük Ayı Takımyıldızı'nın sapının ucundaki Kutup Yıldızı'nı bulabilirsiniz.



Eğlenceli Atölye Etkinlikleri

Etkinliğin ikinci gününde katılımcılar Konya Bilim Merkezinin düzenlediği kodlama, elektronik devresi, su roketi gibi farklı atölye etkinlikleri ile hem eğlendi hem de yeni bilgiler edindi. Katılımcılar ayrıca resim, boyama, rozet yapımı atölyeleri ile etkinliğe dair kendi hatıra objelerini yaptı. Etkinlikte resim ve su roketi yarışmaları düzenlendi ve kazananlara dürbün hediye edildi.

Kapadokya'yı Keşif

Katılımcılar 1985'ten beri UNESCO Dünya Mirası Listesi'nde yer alan Göreme Milli Parkı ve Kapadokya'daki peribacalarını ve bu bölgede gerçekleştirilen balon turlarını izleme imkânı buldu. Ayrıca etkinliğin son gününde Derinkuyu Yeraltı Şehri'ne düzenlenen geziyle yeryüzüne dair güzellikleri de tanıdılar.





Astrofest Bilim Söyleşileri

Astrofest etkinliğinde düzenlenen bilim söyleşilerinde parçacık fiziği alanındaki çalışmalarını ile uluslararası düzeyde bilime katkı sağlayan Orta Doğu Teknik Üniversitesi Fizik Bölümünden Prof. Dr. Bilge Demirköz, aynı bölümden Doç. Dr. Sinan Kaan Yerli ve *Bilim Çocuk* dergisinin yayın yönetmeni Alp Akoğlu katılımcılarla astrofizik, uzay, gökyüzü, gece gözlemi, gökbilim ve amatör gökbilimle ilgili bilgiler paylaştı.



Kilistra ve Uludağ'da da Gözlem Şenlikleri

Konya Bilim Merkezi 27 Temmuz'da Konya'nın Meram ilçesi sınırlarında bulunan Kilistra antik şehrinde de bir gözlem şenliği düzenledi. Kilistra'da Konya Bilim Merkezi tarafından düzenlenen ilk gözlem etkinliği ise Astronomi Günü olarak kutlanan 22 Haziran'da gerçekleştirilmişti. Konya Bilim Merkezinin eğitimcileri ile gök cisimlerini tanımak ve gökbilime dair ilginç bilgiler öğrenmek istiyorsanız Konya Bilim Merkezinin internet sitesini www.kbm.org.tr adresinden ziyaret edebilir ve eğitimcilerle iletişime geçebilirsiniz.

Bursa Bilim ve Teknoloji Merkezi ise 19-21 Temmuz tarihleri arasında Uludağ'da Astrofest etkinliği düzenledi. Atölye çalışmalarının, bilim gösterilerinin, konferansların ve gözlem etkinliklerinin gerçekleştirildiği Uludağ Astrofest'in konuşmacıları arasında TÜBİTAK Uzay Teknolojileri Araştırma Enstitüsü müdürü Doç. Dr. Lokman Kuzu ve uzaya giden ilk Suriyeli kozmonot Muhammed Ahmed Faris de vardı. Etkinlikle ilgili ayrıntılı bilgilere bursabilimmerkezi.org adresinden ulaşabilirsiniz.

Türkiye'nin dört bir yanına TÜBİTAK desteği ile kurulan bilim merkezleri için ise bilimmerkezleri.tubitak.gov.tr adresindeki internet portalını ziyaret edebilirsiniz. ■

Doğa Fauna

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

Buzların Üzerindeki Devler Morslar



Morlar, Kuzey Kutbu'nun nazik ve kibar devleri olarak bilinir. Etçil ve iri olmalarına rağmen saldırgan değildirler. En dikkat çekici özellikleri uzunluğu 1 metreye varan köpek dişleridir. Hem erkek hem dişilerde bulunan bu üst köpek dişleri, erkek bireylerde daha uzun ve kalın olur. Morlar bu büyük dişlerini buzları kırmak ve buzlara tırmanmak için kullanır.

Bununla birlikte, grup içindeki hiyerarşiyi sağlamak ya da avcılarına karşı kendilerini savunmak için de üst köpek dişlerini kullanabilirler.

Morlar 180 metre kadar derine dalıp 25 dakika kadar su altında kalabilirler. Su altındaki karanlık bölgelerde besin bulmak için iri bıyıklarını kullanırlar.

Morslar,
Kuzey Kutup Dairesi içinde ve çevresindeki yerlerde bulunurlar.
40 yıla kadar yaşayabilirler.

Genel olarak istiridye gibi çift kabuklular başlıca besinlerini oluşturur.
Bununla birlikte, karides, yengeç, ahtapot, denizhiyari, yavaş hareket eden balıklar
ve çok nadir olarak da diğer fokları yiyerek beslenirler.
Böyle iri bir hayvanın küçük canlılarla beslenmesi ilginç görünebilir.
Oysa morslar çok sayıda küçük hayvanı avladıklarından
besin ihtiyaçlarını karşılayabiliyorlar.

Morslarda,
erkek bireyler ortalama 3,2 metre
uzunluğunda olup
1200-1500 kilogram ağırlığa kadar çıkabilirken
dişiler 2,7 metre
ve yaklaşık 600-850 kilogram olur.

Morsun üç tane alt türü vardır. Atlantik morsu (*Odobenus rosmarus rosmarus*), Kanada'nın Kuzey Kutbu sınırları içinde yer alan doğu kısımları ve Grönland çevresinde bulunur. Pasifik morsu (*Odobenus rosmarus divergens*) Bering Denizi ve Arktik Okyanusu'nda, Laptev morsu (*Odobenus rosmarus laptevi*) ise Sibirya'nın kuzeyi ve Laptev Denizi'nde bulunur.

Morsları tehdit eden en büyük etkenler iklim değişikliği ve insanlar tarafından avlanmaları. Bunlara ek olarak, morsların avladığı canlıların insanlar tarafından da tüketilmesi ve artan gemi trafiği diğer tehdit unsurları olarak öne çıkıyor.

Evrenin Derinliklerini Gözlemlemek

Dr. İrek M. Hamitoğlu [TÜBİTAK Ulusal Gözlemevi

Prof. Dr. Marat R. Gilfanov [Max-Planck Astrofizik Enstitüsü, Rus Bilimler Akademisi Uzay Araştırma Enstitüsü

Prof. Dr. Sacit Özdemir [Ankara Üniversitesi Fen Fakültesi Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü, TÜBİTAK Ulusal Gözlemevi

Spektrum Röntgen Gama Uzay Gözlemevi (SRG) ile

X ışını bölgesinde keşfedilecek birçok kaynağın optik tayf gözlemleri, tanımlamaları ve uzaklık ölçümleri TÜBİTAK Ulusal Gözlemevinin RTT150 isimli optik teleskobu ile yapılacak.

13 Temmuz 2019 bütün dünyadaki astrofizikçiler için önemli bir gündü: Rus-Alman ortaklığı ile inşa edilen *Spektrum Röntgen Gama Uzay Gözlemevi (SRG)*, Kazakistan'da bulunan Baykonur Uzay Üssünden Proton roketiyle fırlatıldı. Bu görevin temel amacı evrenin şimdiye kadar gerçekleştirilmemiş bir hassasiyetle X ışını haritasını oluşturmak. SRG'nin, gökyüzünün elektromanyetik spektrumun X ışın bandındaki tek haritasını oluşturan *ROSAT Uzay Gözlemevi*'ne kıyasla gökyüzündeki 20-30 kat daha sönük X ışını kaynaklarını tespit etmesi hedefleniyor. *SGR Gözlemevi*'ni, Proton roketine entegre edilirken gösteren bir videoyu izlemek için <https://www.youtube.com/watch?v=6vWajhdtOx0&feature=youtu.be> adresini ziyaret edebilir ya da aşağıdaki kare kodu akıllı telefonunuza okutabilirsiniz.



Fırlatmadan sonra uzay aracı, gözlemlerini gerçekleştireceği Güneş-Dünya sisteminin Lagrange-2 (L2) noktasına doğru yüz gün sürecek yolculuğuna başladı. Gökyüzü taraması yapan uzay teleskopları için L2 noktasının özel bir önemi var. Bu noktadaki bir uzay aracı karmaşık şekilli, kapalı bir yörüngede hareket eder ve yakıt tüketimi hayli düşük olduğundan uzun süre görev yapabilir. Astrofizikçiler bilimsel gözlemlerini gerçekleştirmek için uzun zamandan beri Güneş Sistemi'ndeki bu bölgeyi kullanıyor. Şimdiye kadar *Herschel Kızılötesi-Mikrodalga Gözlemevi*, *Wilkinson Mikrodalga Anizotropi Sondası Gözlemevi (WMAP)*, *Planck Gözlemevi* ve *Gaia Astrometrik Gözlemevi* gibi birçok uzay gözlemevi L2 noktasında çalıştı ve çalışmaya devam ediyor. Ayrıca *James Webb Uzay Teleskobu*'nun (JWST) 2021'de bu noktaya yerleştirilmesi planlanıyor.

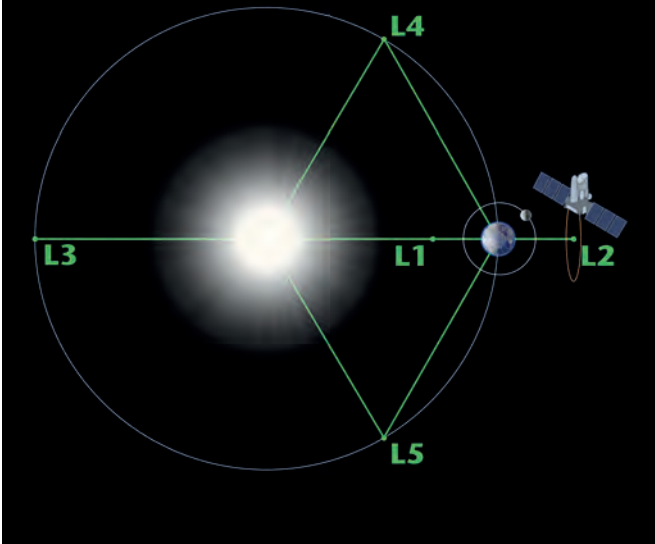


<https://www.ispace.ru/upload/medialibrary/3/b6/3b6ff391c60041c06c13864aa5172ea.JPG>

Spektrum Röntgen Gama (SRG) Uzay Gözlemevi

Lagrange Noktaları

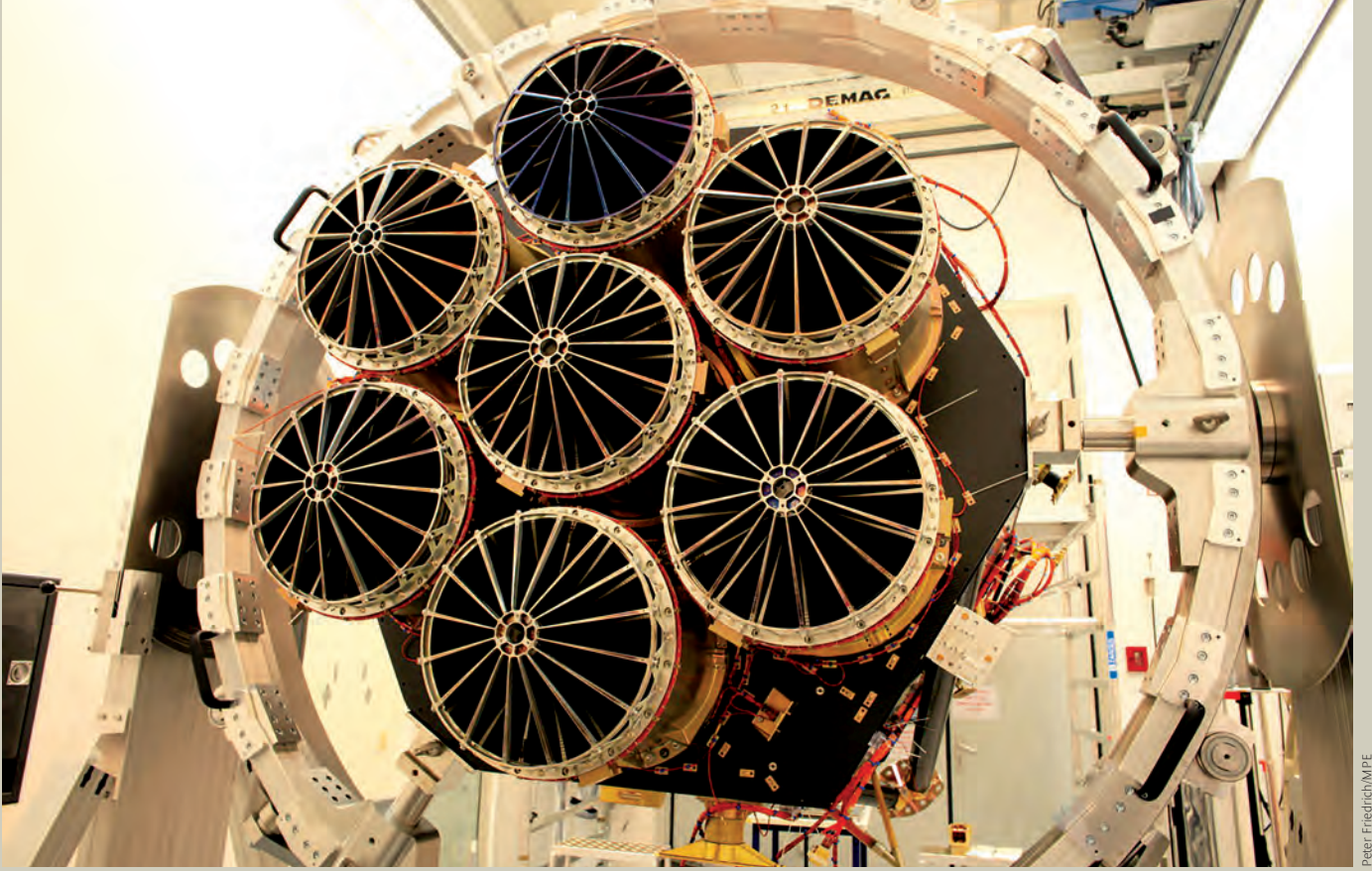
1700'lü yılların sonlarında yaşayan ünlü Fransız matematikçi Joseph Lagrange, birbirlerinin çevrelerinde dolanan bir büyük, bir de daha küçük cisimden oluşan her sistemde, çok küçük üçüncü bir cismin sürekli olarak yörüngede kalabileceği beş nokta bulunduğunu ortaya koydu.



Güneş ile Dünya'nın merkezinden geçen doğru üzerinde ve Dünya'dan bir buçuk milyon kilometre uzaklıkta bulunacak SRG, X ışını teleskoplarının erişebileceği gökyüzünün en derin köşelerini altı ayda bir tarayacak. Dört yıl sürmesi planlanan gözlemlerden sonra, tüm gökyüzü sekiz kez taramış olacak. Her tarama sırasında kaynaklardan kaydedilen X ışını fotonları biriktirilerek daha sönük ve daha uzak nesnelerin algılanması sağlanacak. Ayrıca her bir ölçümün öncekilerle karşılaştırılmasıyla kaynaklarda zaman içinde meydana gelen değişimler araştırılacak.



Roscosmos/DLR/SRC/Lavochkin



Peter Friedrich/WPE

Fotoğrafta *SRG Gözlemevi*'nde yer alacak X ışını teleskobu *eRosita* görülüyor.

Evrenin tamamı astrofizikçiler için fiziksel kuramların test edilmesi ve yeni yasaların keşfedilmesi için en doğal laboratuvar. Bu nedenle tüm gökyüzünün X ışını haritasının oluşturulması astrofizikçiler için hayli önemli. İnsan vücudu kızılötesi dalga boyunda, sıcaklığı birkaç bin santigrat derece olan yıldızlar ise yoğun olarak görünür bölgede ışık yayar. X ışını dalga boyunda ışık yayan kaynakların sıcaklıklarının ise en az birkaç yüz bin santigrat dereceye ulaştığı tahmin ediliyor. *SRG* ile sıcaklığı birkaç on milyon santigrat derece ile birkaç yüz milyon santigrat derece arasında olan gökcisimleri keşfedilebilecek.

SRG Gözlemevi ayrıca gökadalardan merkezinde bulunan süper kütleli karadeliği de gözlemleyecek. Bu gökcisimlerinde sıcaklık ve yoğunluk, manyetik alan kuvveti ve kütleçekim kuvveti değerleri Dünya'daki laboratuvarlarda erişilmesi mümkün olmayan ölçeklerdedir. Karadeliğin bazılarında bir saniyede yayılan enerji miktarı, Güneş'in birkaç milyon yıl boyunca yaydığı enerji miktarına eşittir.

SRG Gözlemevi'nin keşfedeceği bir diğer önemli astrofiziksel yapı ise gökada kümeleri. Kütleleri 10^{15} Güneş kütesine ve boyutları birkaç milyon ışık yılına ulaşan

gökada kümeleri evrendeki bilinen en büyük yapılardır. Bu cisimlerden yayılan X ışınlarının kaynağı, gökadalardan arasındaki boşluğu dolduran sıcak plazmadır. Gökada kümelerinden yayılan X ışınları, onları evrenin "standart fenerleri" yapar. Bu sayede kozmolojik mesafelerin belirlenmesinde kullanılırlar. Astrofizikçiler gökada kümelerinin özellikleri hakkında bazı bilgilere sahiptir. Ancak gökada kümeleriyle ilgili hâlâ çözülmemiş birçok soru (örneğin nasıl oluştuğu ve evrendeki dağılımı) var. Astrofizikçiler bu sorulara karanlık enerji ve karanlık maddenin doğasının anlaşılmasıyla cevap bulunabileceğini düşünüyor.

Hesaplamalara dayanan tahminlere göre *SRG Gözlemevi*'nin tüm gökyüzü taramasında yaklaşık üç milyon süper kütleli karadeliği, kuasar ve aktif gökada merkezi bulunabilir. Ayrıca evrenin gözlemlenebilir kısmındaki büyük kütleli gökada kümelerinin tümü -yaklaşık 100.000- keşfedilebilir. 20-30 yıl öncesine kadar bu sayılar bir hayal idi. Bunlar *SRG Gözlemevi* ile yapılacak araştırmaların küçük bir kısmını oluşturuyor. X ışını gökyüzü haritalaması sırasında ayrıca gökadamızdaki çok sayıda yeni X ışını kaynağı keşfedilebilecek.



RTT150 Teleskobu



Bu bilimsel beklentilerin gerçekleşmesi için görünür bölge dalga boyunda araştırmalar yapan gökbilimcilerin desteğine de ihtiyaç duyuluyor. Çünkü *SRG Gözlemevi* tarafından yapılan gözlemler evrenin sadece iki boyutlu bir X ışını haritasının elde edilmesini mümkün kılabilir. Üç boyutlu bir görüntü oluşturmak içinse *SRG Gözlemevi* tarafından tespit edilen X ışını kaynaklarının uzaklıklarının da ölçülmesi gerekir. Dolayısıyla Dünya üzerinde kurulu optik teleskopların yardımına ihtiyaç duyulur. *SRG*'den gelecek verilerin yer tabanlı teleskoplarla incelenmesi, görünür bölge dalga boyunda araştırmalar yapan gökbilimciler için uzun yıllar sürececek bir çalışma olacak. İşte bu noktada Türk gökbilimciler ve astrofizikçiler, Kazan Federal Üniversitesinden ve Rus Bilimler Akademisi Uzay Araştırma Enstitüsünden Rus meslektaşları ile birlikte ayna çapı 1,5 m olan ve Rus-Türk ortaklığıyla kurulan *RTT150* optik teleskobunu kullanarak *SRG Gözlemevi*'nin kaynaklarının optik gözlemlerine katkı sağlayacak.

RTT150, TÜBİTAK Ulusal Gözlemevinin (TUG) 2500 m yükseklikteki Bakırlıtepe Yerleşkesinde yirmi yıldan fazla bir süredir başarıyla çalıştırılıyor.

RTT150 teknik donanımına göre sınıftaki en iyi teleskoplardan biri. X ışını bölgesinde *SRG Gözlemevi*'yle keşfedilecek birçok kaynağın optik tayf gözlemleri, tanımlamaları ve uzaklık ölçümleri bu teleskop ile yapılacak. Son yıllarda TUG'daki uzmanlar Rus meslektaşları ile birlikte bu gözlemlerde teleskobun verimliliğini artırmak için çalışıyor. Bu çalışmalarda gökadamızın dışındaki birkaç düzine cismin uzaklıklarını tek bir gözlemlerle ölçmeye yarayan bir araç geliştirildi. Bu sayıyı 200'e çıkarmak için çalışmalar yapılıyor. Çalışmaların başarıyla sonuçlanması durumunda bu görev 200 kat daha hızlı tamamlanabilecek.

Kaynaklar

<http://hea.iki.rssi.ru/SRG/en/index.php>

<http://tug.tubitak.gov.tr/tr/duyuru/spectrum-roentgen-gamma-srg-toplantisi>

<https://en.wikipedia.org/wiki/Spektr-RG>

Düşünme Kulesi

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

Ayın Oyunu: Çarpmaca

Çarpmaca Oyununun Kuralları

Tabloyu satırlarda ve sütunlarda aynı sayıyı iki kez kullanmadan doldurun.

Çemberler çevrelerindeki karelerde bulunan rakamların çarpımlarını gösteriyor.

1-5

				160
		300		
			20	
160				

1-5

6				
				16
		160		
			30	

1-6

9				576
	360		48	
		144		
	30		72	
64				225

1-6

	100			24
300				
		24		
			200	
288				30

Çarpmaca Oyunu - Örnek Çözüm

1-4

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

72

24

8

Ödüllü soru

▼ ÇARPMACA sorusunu çözüp Ok olan satırların içeriğini yazarak, ad, soyad ve adres bilgileri ile birlikte dusunme.kulesi@tubitak.gov.tr adresine gönderenler arasında çekilişle belirlenecek 10 kişiye TÜ-BİTAK Popüler Bilim Kitapları Yayınları'ndan *Belleğin Tükenişi* adlı kitap hediye edilecek. Çekiliş sonuçları dergimizin internet sayfası ve sosyal medya hesaplarından ay sonunda duyurulacak. Geçen ayın ödüllü Apartmanlar sorusunu doğru yanıtlayan ve kitap ödülü kazanan okurlarımızın listesi internet sayfamız ve sosyal medya hesaplarımız üzerinden duyuruldu.

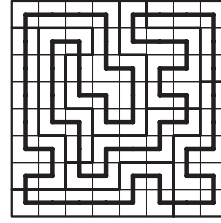
1-6

		120		12
	480			18
			36	
10		108		
				600

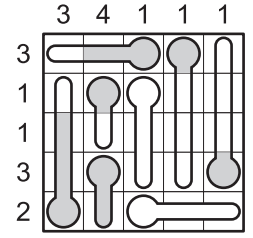
Ok doğrultusundaki içeriği yazın.

Örnek çözümün ilk satırı 1234 şeklinde yazılmalıdır.

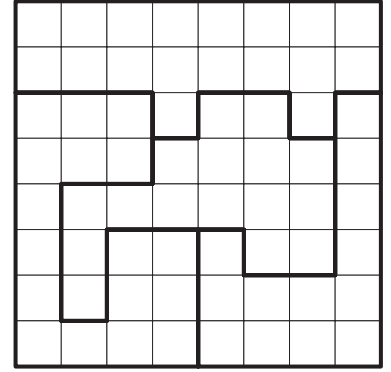
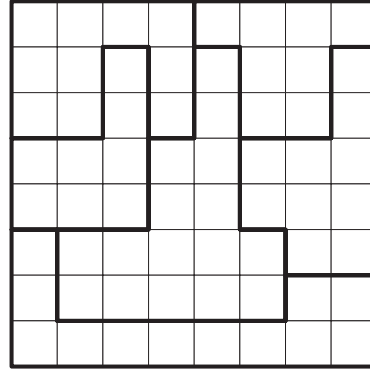
Giriş Çıkış
Örnek Çözüm



Termometre
Örnek Çözüm

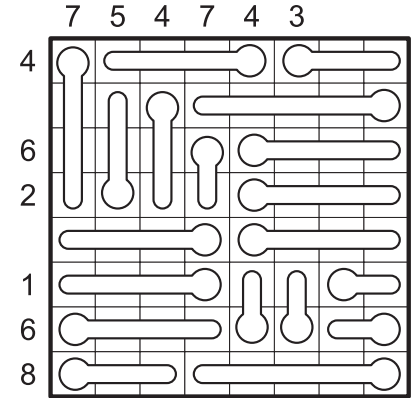
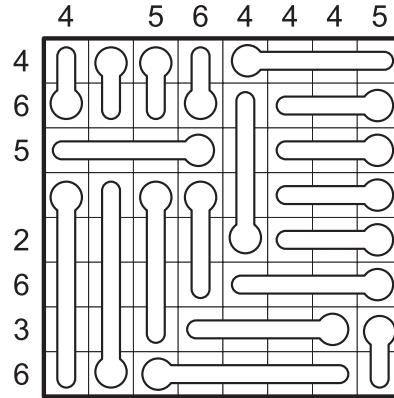


Giriş Çıkış: Tüm karelerden yatay veya dikey ilerleyerek geçen ve kendisini kesmeyen kapalı tek bir yol çizin. Kalın çizgilerle belirtilmiş bir bölgeye girdiğinizde, çıkmadan önce o bölgedeki tüm karelerden geçmelisiniz.



Termometre: Diyagramda cıva seviyeleri bilinmeyen termometreler var. Ancak termometrelerle ilgili şunlar biliniyor: Cıva seviyeleri her zaman yuvarlak uçtan başlayarak yükselir. Bazı termometreler tamamen dolu veya tamamen boş olabilir. Diyagramın dışındaki sayılar ilgili satır veya sütundaki cıva olan karelerin sayısını gösterir.

Tüm termometrelerin cıva seviyesini gösterebilir misiniz?

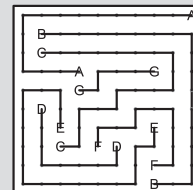
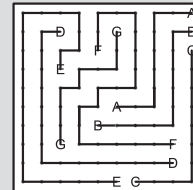


Geçen Sayının Çözümleri

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

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

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



	17	6		26	12				
41	9	2	5	4	1	3		9	4
36	8	4	2	7	9	5	1		
	7	19	8	3	5	7	4	3	
12	4	8		4	3	1		17	
6	2	4	12	7	4	2	1	9	
28	1	2	5	6	4	7	3		
	12	5	7		15	9	6		

		36	12	17	4	35			
	24	3	5	8	1	7		19	
35	1	2	7	9	3	8	5		
14	5	9		27	21	7	5	2	
		23	6	8	9	3	2	1	
16	9	7	4	8	6	4	1	3	
28	9	7	4	8	6	4	1	3	
40	7	1	6	4	5	9	8		
	17	8	9		4	1	3		

Apartmanlar

**Ödüllü Soru:
Apartmanlar**

ABC Bağlamaca

Kakuro

Satranç

Kıvanç Çefle [btsatranc@tubitak.gov.tr]

Lord Dunsany'nin Satranç Fantezileri

“Satranç hayatın aynasıdır” derler.

Birçok yazar bunun farkındadır ve dolayısıyla edebiyatta olayların satranç etrafında kurgulandığı pek çok eser yazılmıştır. Bunlar arasında Vladimir Nabokov'un “Lujin Savunması” ve Stefan Zweig'in “Satranç” adlı romanları ilk akla gelenler.

Belki daha ilginç olanı, bazı yazarların satrancı eserlerinin bir unsuru olmakla sınırlamayıp onu bizzat kendi yaşamlarına taşımalarıdır.

Yukarıda da sözünü ettiğimiz Rus Nabokov (1899-1971) muhtemelen satranca meraklı yazarların en ünlüsü. Nabokov güçlü bir kulüp oyuncusu olmanın yanı sıra üç düzine kadar üst düzey satranç problemi de kurmuştu.

Bu yazıda ele alacağımız Edward Plunkett'i ise (1878-1957) muhtemelen çoğunuz ilk defa duyuyorsunuz. Soylu bir aileden gelen İngiliz-İrlanda kökenli Plunkett 17. Dunsany Baronu John Plunkett'in oğluydu (dolayısıyla kendisi de 18. Dunsany Baronu oluyor!). Ömrünün büyük bir kısmında İrlanda'daki Dunsany Şatosu'nda yaşadı. “Edebiyatta İrlanda Uyanışı” hareketinin destekçisiydi ve hâliyle edebiyat çevreleriyle yakın ilişki halindeydi. Dostları arasında William Yeats ve Rudyard Kipling gibi önemli şair ve yazarlar vardı. Edebiyata olan bu ilgisi teoride kalmadı ve özellikle 1905 yılından itibaren o zamanlar çok yaygın bir tarz olmayan fantastik edebiyat alanında eserler vermeye başladı. İlk iki kitabı “Pegana” isimli hayali bir ülkede geçen hikâyelerden oluşur. Plunkett bu eserleri “Lord Dunsany” adıyla yayınlıyordu.

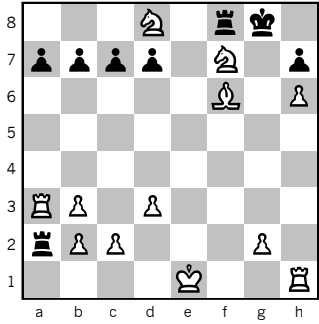


Lord Dunsany'nin bizim için önemi satranca olan derin ilgisi. Bir simültane maçta efsanevi Capablanca ile berabere kalabilecek kadar kuvvetli bir satranç oyuncusuydu. Dahası, satranç problemlerine çok düşküdü ve kendisi de retrograd analize dayanan problemler kurmuştu. Şimdi onun satranç alanındaki yapıtlarından örnekler vereceğiz.

Diyagram 1

The Times

Literary Supplement, 1922



Sıra beyazda, rok yapabilir mi?

Çözüm:

Hayır yapamaz! Sıra beyazda olduğuna göre, son hamleyi siyah yapmıştı. Bu hamle neydi? Siyah son hamlesini ne f8 ne de a2'deki kalesiyle yapmış olabilir. Çünkü her iki durumda da zaten şah çekmiş olan bir kaleyle (e8 ve a1'den) hamle yapmış olur ki bu durum kural dışıdır. Şahıyla da bir hamle yapmış olamaz. Çünkü bir önceki pozisyonda şahın ya g7 ya da h8'de durması gerekiyor. Oysa her iki karede de kendisine kural dışı bir şekilde çifte şah çekilmiş oluyor. Evet ama siyahın son hamlesini yapmış olabileceği başka bir taş yok ki tahtada!?

Mantık yollarının tıkanmış gibi görüldüğü bu noktada kafamızda bir şimşek çakar: Siyah son hamlesini hem şah hem de kaleyle yapmış olamaz mı? Elbette! Neden söz ettiğimi anladınız: Siyah son hamlesinde kısa rok yap-

mıştı. Diğer bütün hamleleri elediğimize göre yapmış olabileceği başka bir hamle yok. Siyah son hamlesinde kısa rok yaptığına göre, a2'deki siyah kale oyunun başında a8'de duran orijinal kale olmaz (daha bir hamle öncesi ne kadar şah hep e8'de duruyordu, o zaman kale a8'den a2'ye nasıl gelmiş olabilir?). Demek ki siyahın e7, f7 ya da g7 piyonlarından biri kale çıkmış olmalı. Hangi piyon olursa olsun, hangi karede kaleye terfi etmiş olursa olsun; (c1, d1, f1 ya da g1) beyaza şah çekilmiş, buna cevap olarak da beyaz şahın hamle yapmış olması gerekir. Yani beyazın rok yapma hakkı yok.

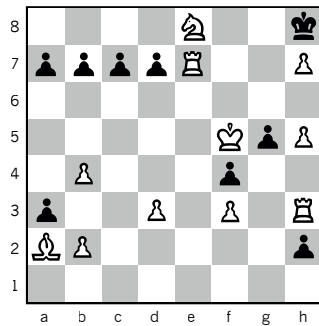
Size bir soru: Siyah bir piyon a1'de kaleye terfi etmiş olabilir mi? Problemi tam anlamıyla çözmek için bu soruya cevap vermek zorundayız.

Gelelim ikinci örneğimize...

Diyagram 2

The Times

Literary Supplement, 1922



Beyaz oynar, iki hamlede mat eder.

Çözüm:

1. hxg6 e.p.! ve arkasından **2. g7 mat'a** çare yok. Şimdi diyeceksiniz ki, "siyahın son hamlesinde g7-g5 oynadığını nereden bilebiliriz?"

İşte size kanıtı: Önce beyazın verilen pozisyonda 11 taşı olduğunu not edelim. Geriye kalan beş taştan dördünü siyahın e7 piyonu şimdi durduğu a3'e gelirken almış (e7xd6xc5xb4xa3). Bu tespiti yaptıktan sonra şu soruyu soralım: Şimdi sıra beyazda olduğuna göre, son hamleyi siyah yapmıştı. Bu son hamle neydi? İhtimalleri bir bir gözden geçirelim:

a) Son hamleyi a3 piyonu yaptıysa a4'ten buraya gelmiş olmalı. Ama bu imkânsız. Çünkü a4'te duran bir piyon, a7, b7, c7 ya da d7 karelerinden buraya gelmiş olmalı. Ama bütün bu karelerde zaten siyah piyonlar var.

b) h2'deki piyon son hamlede beyaz bir taş olarak g3'ten buraya gelmiş olabilir mi? Bu varsayımsal hamleyi (h3xg2) geri alalım, yani siyah piyonu g3'e, herhangi bir beyaz taşı da h2'ye koyalım. Şimdi tahtada 12 beyaz taş var. Geriye kalan dört taşı a3'teki piyonun aldığını biliyoruz. Yani a3'teki piyon tarafından alınanlar dışında esir düşen başka bir beyaz taş olamaz.

Ama durun bir dakika! h2'deki siyah piyonu g3'e geri koymuştuk, bu durumda g5'teki siyah piyonla birlikte bir duble piyon formasyonu ortaya çıkar. Yani siyah bir taş daha almış olmalıdır. Ama bu imkânsız. Demek ki son hamle g3xh2 olamaz.

c) Benzer mantıkla, f6xg5 ya da h6xg5 hamleleri de oynanmış olamaz. Çünkü bunlar da bizi duble piyon formasyonlarına götürür.

d) Son hamlede e5xf4 oynanmış olamaz. Çünkü oyuncu başlarken e7 karesinde duruyor olamaz (e7'den başlayan piyonun şimdi a3'te olduğunu biliyoruz). Yani e sütununa geçebilmek için önceden bir taş daha almış olmalıdır. Ama o zaman a3 ve f4 piyonları toplamda 6 taş almış olurlar ki bu da imkânsız. Çünkü tahtada yalnızca beş taş eksik.

e) g6-g5 hamlesi oynanmış olamaz. Çünkü g6 duran piyon şah çekerken kural dışı hamle yapmış olurdu.

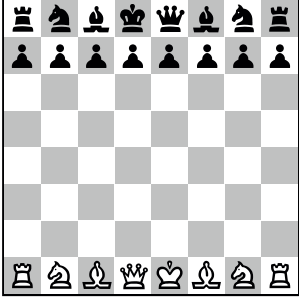
f) O halde, siyah son hamlesinde g7-g5 oynamış olmalı. Çünkü siyahın yapmış olabileceği diğer bütün hamleleri gözden geçirdik ve hepsi bizi mantık dışı bir duruma götürdü.

Şimdi sıra sizde...

Lord Dunsany'nin iki problemi
aşağıda sizi bekliyor.

Ayın Soruları

Diyagram 3

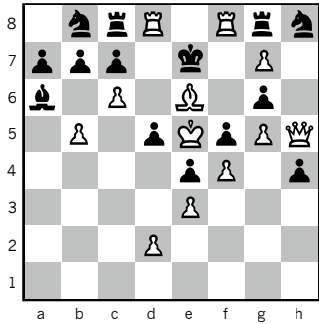


Beyaz oynar, dört hamlede mat eder.

Diyagram 4

The Times

Literary Supplement, 1922



Beyaz oynar, bir hamlede mat eder.



İngiliz ressam George Goodwin Kilburne'nin (1839-1924) "Bir Satranç Oyunu" isimli tablosu.

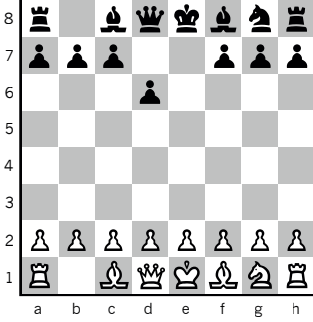
Satranç, edebiyatın yanı sıra resim sanatında da birçok tabloya konu olmuştur.

Geçen ay sorulan soruların çözümleri

Diyagram 5

G. Schweig

Tukon, 1938



Siyahın dördüncü hamlesinden sonraki pozisyon. Oyunun hamlelerini bulunuz.

Çözüm:

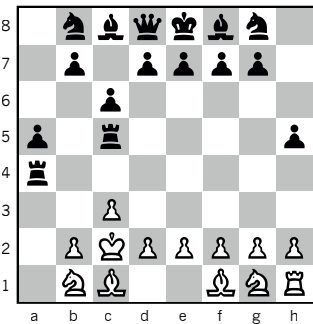
1.Ac3 d6 2.Ad5 Ad7 3.Axe7 Adf6 4.Axg8 Axg8.

Kurgucunun g8'deki atını oynuna g8'den başlayan at olduğunu sanmamızı istediği çok açık. Bu yanlış varsayım dayalı çözüm denemeleri hüsrana uğrar. Oysa g8'deki at b8'e ait. Dolayısıyla kurmaca oyun terminolojisinde o bir "impostor"; yani bir sahtekâr.

Diyagram 6

M. Caillaud

Phenix, 1994



Siyahın dokuzuncu hamlesinden sonra ortaya çıkan pozisyon. Oyunun hamlelerini bulunuz (iki çözüm).

Birinci çözüm:

1. a4 a5 2. Ka3 Ka6 3. Kh3 Kc6 4. c2 Kc5 5. Vc2 c6 6. Vg6 hg6 7. Şd1 Kh4 8. Şc2 Kxa4 9. Kh5 gh5.

İkinci çözüm:

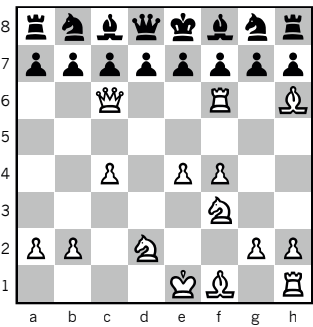
1. c3 h5 2. Vb3 Kh6 3. Vb6 ab6 4. Şd1 Kxa2 5. Şc2 Ka4 6. Ka3 Kc6 7. Kb3 Kc5 8. Kb5 c6 9. Ka5 ba5.

Birinci çözümde siyahın c5 ve a4'te duran kaleleri (sıra-sıyla) a8 ve h8'den geliyor. İkinci çözümde ise bunun tam tersi: c5'teki h8'den, a4'teki a8'den gelmiş.

Diyagram 7

Unto Heinönen

The Problemist, 1991



Siyahın on ikinci hamlesinden sonra ortaya çıkan pozisyon. Oyunun hamlelerini bulunuz.

Çözüm:

Bu problemde beyazın hamleleri belli. Muhtemel bir senaryo şöyle:

1. c4 2. Va4 3. Vc6 4. e4 5. Fh6 6. Ad2 (daha önce d2 piyonunu siyah atıyla almış olmalı) 7. Kc1 8. Kc3 9. Kf3 10. Kf6 11. f4 12. Agf3

Peki, bu arada siyah ne yapacak? Bütün hamlelerini at ve belki kaleleriyle yaptığı çok açık. Sanki b8 atını b8-a6 arasında bir ileri bir geri oynayarak vakit doldurursa ve bu arada beyaz da kendi pozisyonunu oluşturursa problem çözülecek gibi görünüyor. Ama öyle değil; beyazın d2 piyonunun alınması gerekliliği siyahın hamle sırasını son derece hassas bir şekilde belirliyor:

1. c4 Af6 2. Va4 Ae4 3. Vc6 Axd2 4. e4 Ab3 5. Fh6 Aa6 6. Ad2 Ab4 7. Kc1 Ad5 8. Kc3 Af6 9. Kf3 Ag8 10. Kf6 Ac5 11. f4 Aa6 12. Agf3 Ab8 ve diyagram 7'deki pozisyona ulaşmış oluruz.

Siyahın oyunun başında b8 ve g8'de duran atlarının aralarında yer değiştirmiş olduğunu görüyoruz. Demek ki bu problemde iki "impostor" var.

Umarız kurmaca oyunları sevmişsinizdir.

Ayın Sorusu

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

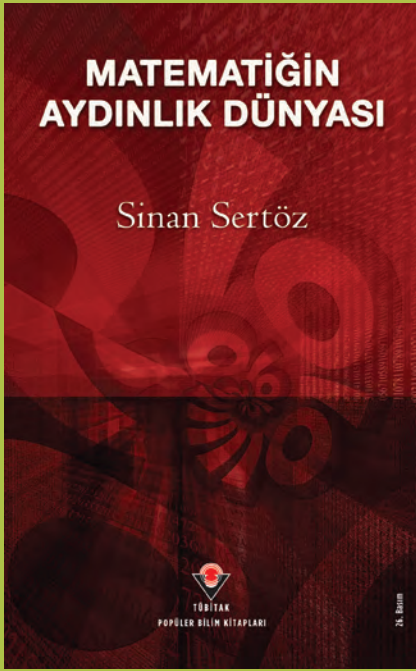
Bilkent Üniversitesi Fen Fakültesi

Matematik Bölümü

Soruyu çözüp cevabı ad, soyad ve adres 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:

Matematiğin Aydınlik Dünyası



Çözümü ile birlikte gönderilmeyen cevaplar değerlendirmeye alınmayacaktır.

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

Bilim ve Teknik Ağustos 2019

Mantar Sayısı



(Matematik)

Keloğlan ormandan mantar toplamış 100 cüceden her birinin kaç mantar topladığını öğrenmek için cücelere birkaç soru soruyor. Keloğlan her bir soruda bir veya birkaç pozitif tam sayı söyledikten sonra topladığı mantar sayısı bu sayılardan herhangi birine eşit olan tüm cüceler ellerini kaldırıyorlar.

Örneğin, bir soruda Keloğlan 10, 27 ve 33 sayılarını söylese, 10, 27 veya 33 mantar toplayan tüm cüceler el kaldırarak kendilerini belirtiyorlar. Keloğlan bu işlemlerin sonunda hiçbir cücenin 111'den fazla mantar toplamadığını öğreniyor.



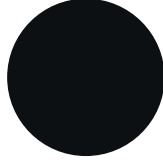
Keloğlan en az kaç soru sorarak 100 cüceden her birinin kaç mantar topladığını belirlemeyi garantileyebilir?

Gökyüzü

Alp Akoğlu [alp.akoglu@tubitak.gov.tr]

Instagram: amator_astronomi

1 Ağustos
Yeniay



7 Ağustos
İlkdördün



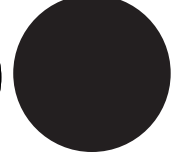
15 Ağustos
Dolunay



23 Ağustos
Sondördün



30 Ağustos
Yeniay



Perseid Göktaşı Yağmuru

Her yıl 12 Ağustos'ta en yoğun hâlini alan Perseid Göktaşı Yağmuru, gözlemcilere hemen hemen her zaman etkileyici bir gösteri sunar. Mevsim yaz olduğu için hava genelde açıktır. Havaların sıcak olması sayesinde uzun süre gözlem yapmak mümkündür.

Gözlemleri olumsuz etkileyebilen ve "kontrolü elde olmayan" en önemli etken Ay'dır. Ay göktaşı yağmuru sırasında gökyüzünde yalnızca parlak olan göktaşlarını görmek mümkün olur. Bu yıl göktaşı yağmurunun en etkin olduğu 12 Ağustos gecesi Ay sabaha karşı batacak ve gözlemleri olumsuz etkileyecek. Ne var ki göktaşı yağmurları sabaha karşı daha etkin olur. O nedenle Ay'ın battığı ya da en azından gökyüzünde alçaldığı saatlerde gözlem yaparsanız çok sayıda göktaşı görebilirsiniz.

Perseid Göktaşı Yağmuru 12 Ağustos'ta en yüksek etkinliğine ulaşacak olsa da bu tarihten iki hafta öncesinde ve sonrasında da gözlemlenebilir. Ancak görülebilecek göktaşlarının sayısı görece az olur. Yine de 12 Ağustos'tan önceki günlerde Ay'ın etkisi daha az olacağından bu tarihten birkaç gün önce gözlemlerinize başlayabilirsiniz.

Göktaşı yağmuru izlemek, en basit ve zevkli gözlemlerden biridir. Gözlem yeri olarak ışık kirliliğinden ne kadar uzak bir yer seçerseniz o kadar çok göktaşı görebilirsiniz. Göktaşı yağmuru gözlemi için hangi yöne baktığınız o kadar önemli değil. Ancak bakmak için gökyüzünün en temiz ve karanlık olduğu bölgeyi seçmenizde yarar var. Gözlem yaparken en iyisi bir döşerğin üzerine, yere ya da bir şezlonga uzanmaktır. Çünkü gözlem birkaç saat sürebilir ve bu işin keyfini öyle daha iyi çıkarabilirsiniz.

Bir göktaşı yağmurunun en önemli özelliği, göktaşlarının "kaynak" adı verilen bir noktadan çıkı-

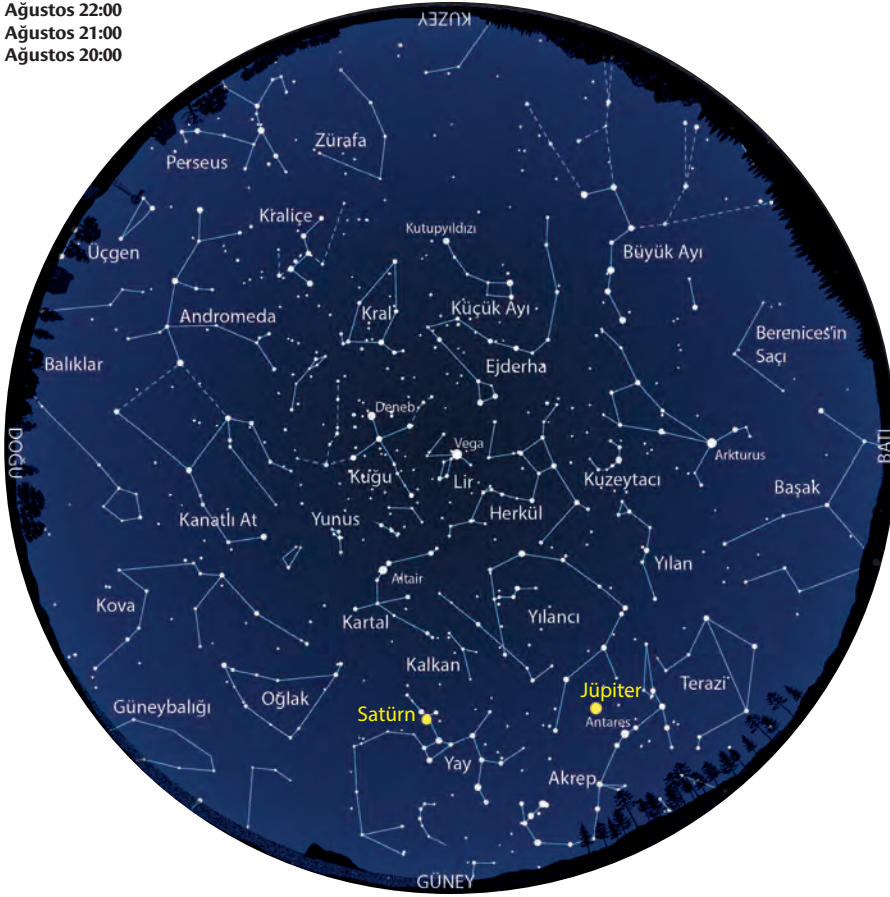
yor gibi görünmesidir. Zaten göktaşı yağmurları da adlarını kaynaklarının yer aldığı takımyıldızlardan alır. Örneğin Perseidler'in kaynağı Perseus Takımyıldızı'nın sınırları içindedir. Bir de göktaşı yağmurundan bağımsız olarak atmosfere giren göktaşları vardır. Bunlar her gece saatte 5-10 arasında değişen sayılarda görülür ve belli bir kaynakları yoktur.

Göktaşı yağmurlarının sabaha karşı daha etkin olmasının nedeni ise bu sırada yerküre üzerinde bulunduğumuz yerin Dünya'nın yörüngesinde ilerlediği yöne dönmesi ve göktaşlarıyla doğrudan karşılaşmasıdır.



Yukarıda bir Perseid Göktaşı Yağmuru sırasında uzun pozlamayla çekilmiş bir fotoğraf görüyorsunuz.

1 Ağustos 22:00
15 Ağustos 21:00
31 Ağustos 20:00



Ayın Önemli Gök Olayları

- 02 Ağustos** Ay Dünya'ya en yakın konumunda (359.545 km)
- 09 Ağustos** Ay ve Jüpiter birbirine yakın görünümde
- 10 Ağustos** Merkür sabah gökyüzünde en büyük batı uzanımında (19°)
- 12 Ağustos** Ay ve Satürn birbirine yakın görünümde
- 17 Ağustos** Ay Dünya'ya en uzak konumunda (406.200 km)
- 30 Ağustos** Ay Dünya'ya en yakın konumunda (357.175 km)



9 Ağustos akşamı güney ufku

Gezegenler

Merkür ay boyunca sabah gökyüzünde olacak. Ayın başında ve sonunda Güneş'e yakın konumda olduğundan gözlenemeyecek. Ancak ayın ortalarında ufkun üzerinde görülebilecek kadar yükselmiş olacak. Bu sırada gündoğumundan önce kısa sürelerle görülebilecek. Merkür'ü görebilmek için iyi hava koşullarında, yüksek bir gözlem yerinden gözlem yapmak gerekiyor.

Venüs, Güneş'e çok yakın konumda olduğundan bu ay gözlenemeyecek. Gezegen akşam gökyüzüne geçecek ancak ufkun üzerinde görülecek kadar yükselmesi için yılın sonlarını beklemek gerekiyor.

Mars, Güneş'e çok yakın konumda olduğundan bu ay gözlenemeyecek. Gelecek ayın başında sabah gökyüzüne geçecek ve Ekim ayından itibaren gündoğumundan önce doğu-güneydoğu yönünde görülebilecek.

Jüpiter ayın başlarında, hava karardığında gökyüzündeki en yüksek noktasına ulaşmış durumda ve gecenin ilk yarısı gökyüzünde. Ayın sonlarındaysa günbatımında güneybatı ufku üzerinde bulunacak ve geceyarısından önce batacak.

Satürn hava karardığında güneydoğu ufku üzerinde yükselmiş oluyor. Satürn ayın başlarında gündoğumundan iki saat öncesine kadar

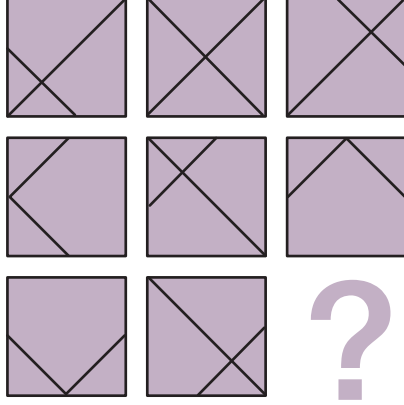
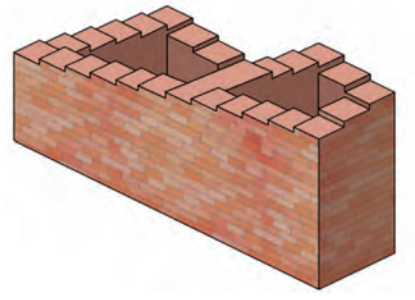
gökyüzünde olacak. Ayın sonlarındaysa gece yarısından yaklaşık iki saat sonra batacak.

Zekâ Oyunları

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

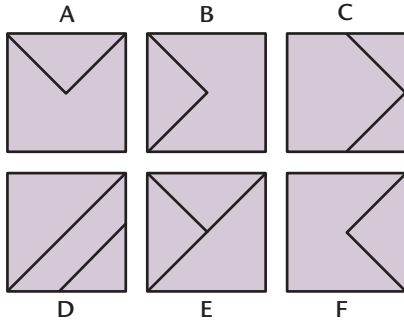
Göz Aldanması

Kale merdiveninden sürekli iniyorsunuz ya da çıkıyorsunuz. Olanaksız ama kağıt üzerinde çizilebiliyor.



Soru İşareti

Soru işaretinin yerine aşağıdakilerden hangisi gelecek?



Şapkalar

Emre'nin şapkasında 4, Burak'ın şapkasında 5, Ali'nin şapkasında ise 3 yıldız bulunuyor. Acaba Orkut'un şapkasında kaç yıldız var?

Günler

Dünün harf sayısı kadar sonraki günün harf sayısı ile yarının harf sayısı kadar önceki günün harf sayısı eşittir.

Bugün günlerden ne?

Sayılar

A, B, C, D, E harfleri 1'den 16'ya kadar olan on altı sayı arasında beş farklı sayıya karşılık gelmektedir.

- A, E'den 2 fazladır.
- A, 4'e tam bölünmektedir.
- B, C ile D'nin çarpımına eşittir.
- C, E'den büyüktür.
- E, 3'e tam bölünmektedir.

Bu koşullara göre harflerin hangi sayılara karşılık geldiğini bulunuz.

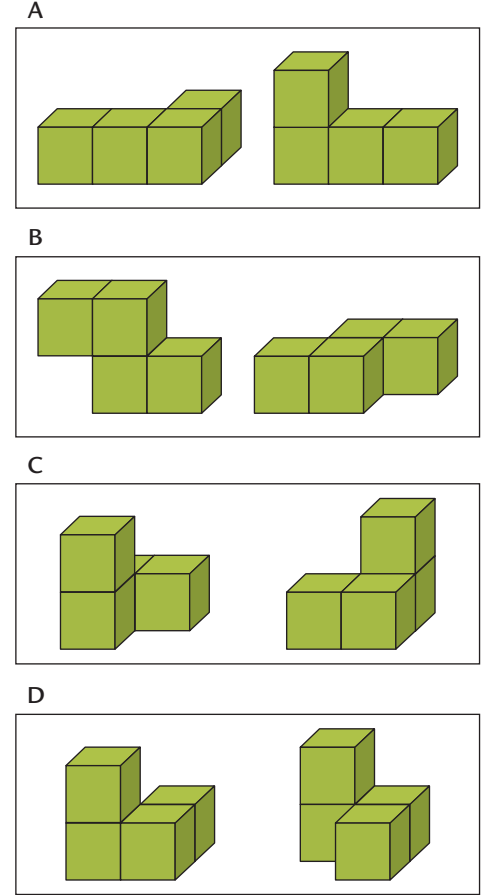
Yedi Harfli Kod

A, B, C, D harflerini kullanarak 7 harfli kodlar üreteceksiniz.

Kodların her birinde her bir harfin en az bir kez kullanılması gerektiğine göre kaç farklı kod üretebilirsiniz?

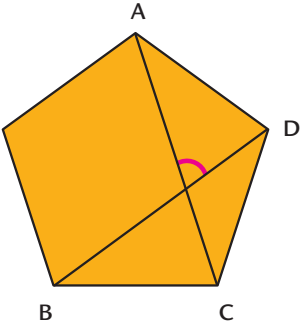
Hangisi Farklı

Aşağıdaki şekillerden hangisi farklıdır?



Yazı

Yukarıdaki sarı alanın içinde ne yazıyor?

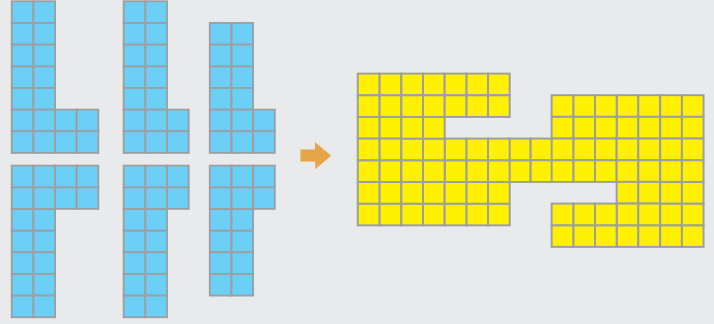


Düzyen Beşgen

Düzyen beşgenin iki köşegeni arasında kalan açıyı bulunuz.

Altı "L"

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



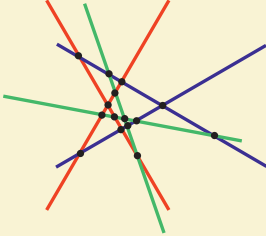
Geçen Sayının Çözümleri

Palindromlar Toplamı

696, 7447
(696 + 7447 = 8143)

X İşareti

En fazla 15 kesişim noktası elde edilebilir:



Bitişik Rakamlar

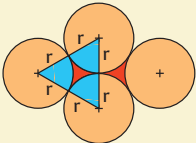
558

Saç Renkleri

2834.

Öğrenci sayısı 5'e, 7'ye ve 11'e bölündüğüne göre 385'in (5x7x11) katıdır. 385'in katı olan en küçük palindromik sayı 5005'tir. Buna göre 1001 kumral, 715 sarışın, 455 kızıl saçlı ve 2834 esmer öğrenci vardır.

Dört Daire



Üçgen yarıçaplardan oluştuğu için eşkenar üçgendir.

K= Üçgenin içindeki kırmızı alan

T= Toplam kırmızı alan = 2K

r= 1

Ü= Üçgenin alanı= $(\sqrt{3}/4)(2r)^2 = \sqrt{3}$

M= Mavi renkli bir daire diliminin (60 derece)alanı

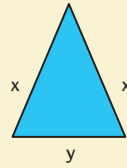
= $\pi r^2/6 = \pi/6$

K= Ü-3M= $\sqrt{3} - 3\pi/6 = \sqrt{3} - \pi/2$

T= $2\sqrt{3} - \pi$

İkizkenar Üçgen

$x=7, x=7, y=2$



$2x+y=16$

Üçgende iki kenarın uzunluk toplamı üçüncüden büyük olacağı için,

$2x>y$

İki tarafa da y eklersek,

$2x+y>2y$

$16>2y$

$8>y$

y için olası durumlar:

6, 4, ve 2..

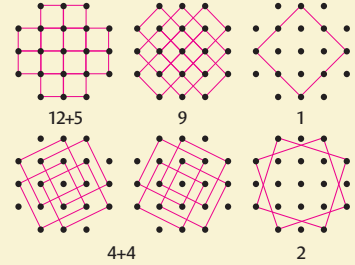
(x, x, y) için olası durumlar:

(5, 5, 6), (6, 6, 4), (7, 7, 2)

(Uzun kenar tek sayı olacağı için çözüm (7, 7, 2)'dir.

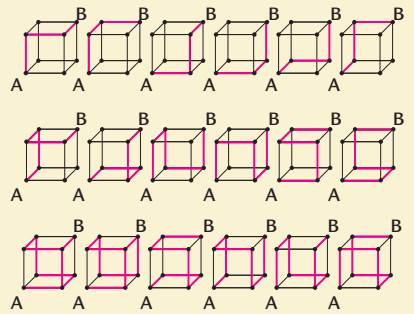
Noktalar ve Kareler

37 farklı kare çizilebilir.

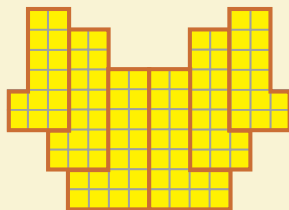


Tel Küp

18 farklı biçimde gidilebilir:



Altı "L"



Yayın Dünyası

İlay Çelik Sezer [TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi

Bir Astronottan Hayat Dersleri

Chris Hadfield

Çeviri: İlnur Kelso

TÜBİTAK Popüler Bilim Kitapları, Yetişkin Kitaplığı, 2019

Albay Chris Hadfield onlarca yıl astronotluk eğitimi aldı ve yaklaşık 4000 saat uzayda kaldı. Bu süre içinde bir uzay istasyonunun kapısını İsviçre çakısıyla açmak, pilotu olduğu uçaktan bir yılanı dışarı atmak ve yörüngedeki bir uzay aracının dışına tutunmuş durumda geçici körlük yaşamak gibi maceralar atlattı. Albay Hadfield'ın başarısının ve hayatta kalmasının sırrı NASA'da öğrendiği alışılmadık bir felsefe idi: En kötü olasılık için hazırlan ve her anının tadını çıkart.

Bir Astronottan Hayat Dersleri'nde Albay Hadfield okurları eğitim hayatı ve uzay keşfi yıllarının derinliklerine götürerek onlara imkânsız nasıl mümkün kılacaklarını gösteriyor. Kalkışın heyecanını, uzay yürüyüşlerinin büyümesini ve krizlerin gerektirdiği ölçülü ve sakin tepkileri aktardığı zihin açıcı ve eğlenceli hikâyelerle, alışlagelmiş bilgeliğin başarı ve mutluluğun önüne nasıl geçebileceğini anlatıyor. Uzayda aldığı olağandışı eğitim ona bazı alışılmadık dersler vermiş: Başarıya odaklanma, başkalarının ne düşündüklerini önemse ve küçük şeyleri dert et. Sizler belki de asla Albay Hadfield gibi bir robot yapmayacak, bir uzay aracı kullanmayacak, bir müzik videosu çekmeyecek ya da yerçekimsiz ortamda basit bir ameliyat gerçekleştirmeyeceksiniz fakat onun güçlü ve farklı içgörülerini size bir astronot gibi düşünmeyi öğretecek, dünyadaki yaşama, özellikle de kendinizinkine bakış açınızı tamamen değiştirecek.



Yakından Taniyin - Bitkiler

David Burnie

Çeviri: Banu Binbaşaran Tüysüzoğlu

TÜBİTAK Popüler Bilim Kitapları, Başvuru Kitaplığı, 2019

Bitkilerin güneş ışıklarını kendi besinlerine nasıl dönüştürdüğünü, gür bir ormanda veya çölde nasıl çiçeklendiklerini keşfedin.



Resimli Bulmaca Kitabı

Katherine Lucas, Gareth Lucas

Çeviri: Şeyma Duyar

TÜBİTAK Popüler Bilim Kitapları, 4 yaş+, 2018

Resimli Bulmaca Kitabı'nda, nefis ayrıntılarla dolu zengin görseller içeren 25 resimli bulmaca bulunuyor.