



TÜBİTAK

# Bilim *ve* Teknik

Aylık Popüler Bilim Dergisi Ocak 2021 Yıl 54 Sayı 638 - 7 TL

**Bilimde...  
Teknolojide...  
Uzayda...**

# 2020

**2021  
Gök  
Olayları  
Yıllığı**

**COVID-19  
Zaman Çizelgesi**



**ÖZEL EK  
2021 Takvimi**

“Benim mânevi mirasım ilim ve aklıdır”  
Mustafa Kemal Atatürk

#### Bilim ve Teknik

Aylık Popüler Bilim Dergisi  
Yıl 54 Sayı 638  
Ocak 2021

#### İmtiyaz Sahibi

TÜBİTAK Adına Başkan  
Prof. Dr. Hasan Mandal

#### Genel Yayın Yönetmeni ve Sorumlu Yazı İşleri Müdürü

Doç. Dr. Rukiye Dilli

#### Yayın Yönetmeni - Editör

Dr. Özlem Kılıç Ekici  
bteknik@tubitak.gov.tr

#### Yayın Danışma Kurulu

Doç. Dr. Emine Adadan  
Prof. Dr. Elif Damla Arısan  
Doç. Dr. Rukiye Dilli  
Prof. Dr. Lokman Kuzu  
Prof. Dr. Faruk Soyduğan

#### Araştırma ve Yazı Grubu

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

#### Redaksiyon

Nurulhude Baykal

#### Grafik Tasarım

Hüseyin Diker

#### Video-Animasyon-Web

Selim Özden

#### Teknik Yönetmen

Sadi Atılğan

#### Mali Yönetmen

Adem Polat

#### İdari Hizmetler

Nahide Soytürk

#### İletişim Bilgileri

TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi  
Remzi Oğuz Arık Mah.  
Tunus Cad. No:80  
06540 Çankaya ANKARA  
Tel (312) 298 95 24 Faks (312) 427 74 89  
e-posta bteknik@tubitak.gov.tr  
İnternet www.bilimteknik.tubitak.gov.tr

#### Abone İlişkileri (312) 222 83 99

abone@tubitak.gov.tr  
www.tubitakdergileri.com.tr

ISSN 977-1300-3380

Fiyatı 7 TL - Yurtdışı Fiyatı 5 Euro

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

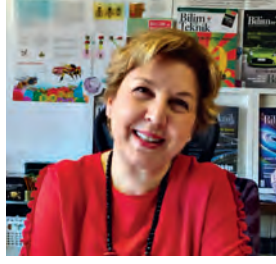
http://www.promat.com.tr/  
Tel (212) 622 65 63

#### Baskı Tarihi 22.12.2020

Dağıtım Turkuvaz Dağıtım Pazarlama A.Ş.  
http://www.tdp.com.tr

Bilim ve Teknik Dergisi, Millî Eğitim Bakanlığı  
[Tebliğler Dergisi, 30.11.1970, sayfa 407B, karar no: 10247]  
tarafından lise ve dengi okullara; Genelkurmay Başkanlığı  
[7 Şubat 1979, HRK: 4015-22-79 Egt. Krs. Ş. sayı Nşr.83]  
tarafından Silahlı Kuvvetler personeline tavsiye edilmiştir.

Her ayın 1'inde çıkar.



Dergimiz 54 yıldır her ay ülkemizdeki ve dünyadaki önemli bilimsel gelişmeleri, teknolojik yenilikleri, hayatın içindeki bilimi ve merak edilen ilginç bilgileri, en doğru ve anlaşılır şekilde sizlere ulaştırmaya, bilim okuryazarı olan bilinçli ve sorgulayan nesillerin yetişmesine katkı sağlamaya devam ediyor... Yeni yılda hayal ettiğiniz her şeyin gerçekleşmesini ve başarılarınızın devamını diliyoruz...

BİR yılı daha geride bıraktık. 2020 yılını COVID-19 yılı olarak hatırlayacağız. Tüm dünyayı etkisi altına alan ve milyonlarca insanın ölümüne neden olan küresel salgın gerçeğiyle karşı karşıya kaldığımız 2020 yılı birçoğumuz için sıra dışı bir şekilde, sevdiğimizden uzak, “maske, sosyal mesafe ve hijyen” kurallarına uyararak ve sağlıklı kalmaya gayret ederek geçti. Gerek kamuoyu gündeminde gerekse bilim ve teknoloji gündeminde COVID-19 pandemisi doğal olarak çok önemli bir yer tuttu. Dergimizde de yıl boyu bu salgınla ilgili gelişmelere sıkça yer verdik, yer vermeye de devam edeceğiz. Ancak 2020 yılında çok önemli başka bilimsel ve teknolojik gelişmelere de şahit olduk. Geçtiğimiz yıl yaşanan bilimsel ve teknolojik gelişmelerin en çarpıcı olanlarını İlay Çelik Sezer’in “Bilim ve Teknolojide 2020” ve Selçuk Topal’ın “2020’deki Önemli Uzay Çalışmaları ve Gökbilim Gelişmeleri” başlıklı yazılarından takip edebilirsiniz. Ayrıca, ikinci yılına giren koronavirüs küresel salgınınun nasıl başladığına, geliştiğine ve ilerlediğine dair önemli gelişmeleri ve tarihleri de Özlem Ak’ın hazırladığı COVID-19 zaman çizelgesinde bulabilirsiniz.

Özlem Ak, “Geçmiş ile Gelecek Arasında Bir Kültür Durağı: Cumhurbaşkanlığı Senfoni Orkestrası Konser Salonu ve Koro Çalışma Binası” başlıklı bir başka yazısında CSO binasının mimarisi ile ilgili önemli bilgilere yer veriyor. İlay Çelik Sezer ise bu yılki Nobel Fizik Ödülü’nü alan kara delikler ile ilgili çalışmalarını özetliyor. Bu sayımızda yeni bir köşeye başlıyoruz: Bilim Tarihinden Notlar. Hüseyin Gazi Topdemir her ay bilim ve teknoloji tarihinden önemli ayrıntıları bizlerle paylaşacak. Bu yıl da sizler için çok özel bir 2021 takvimi hazırladık. Güneş Sistemi temalı takviminizi güzel günlerde kullanmanızı diliyoruz. Tuncay Özışık ve Faruk Soyduğan’ın hazırladığı “2021 Gök Olayları Yıllığı” gökyüzü gözlemlerinizde yıl boyu size eşlik edecek. Bu yıl da #gözümüzyukarıdaolsun!

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

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

Sağlıkla ve bilimle kalın... Unutmayın #bilimokuyanbilir!

Saygılarımızla,  
Özlem Kılıç Ekici

# İçindekiler

## 12

### COVID-19 ile Geçen Bir Yıl

Özlem Ak

Tüm dünyayı etkisi altına alan ve ikinci yılına giren küresel koronavirüs salgınının nasıl başladığına, geliştiğine ve ilerlediğine dair önemli gelişmeleri ve tarihleri COVID-19 zaman çizelgesine not ettik.

## 60

### Geçmiş ile Gelecek Arasında Bir Kültür

#### Durağı: Cumhurbaşkanlığı Senfoni Orkestrası Konser Salonu ve Koro Çalışma Binası

Özlem Ak

Geçmiş 1826'ya dayanan Cumhurbaşkanlığı Senfoni Orkestrasının (CSO) yeni salonu 3 Aralık'ta Cumhurbaşkanı Recep Tayyip Erdoğan'ın katılımıyla açıldı. Yıllardır beklenen ve açılışıyla ses getiren CSO'nun yeni binasıyla ilgili önemli pek çok teknik bilgiyi mimarları Semra ve Özcan Uygur'dan dinledik.

## 68

### 2020 Nobel Fizik Ödülü:

#### Kara Delikler ve

#### Gökadamızın

#### En Karanlık Gizemi

İlay Çelik Sezer



Bu yılki ödülü evrendeki en egzotik olgulardan biri olan kara deliklere ilişkin keşiflerinden ötürü üç bilim insanı paylaştı.



4

### **Bilim ve Teknik ile Büyüdüm!**

Özlem Ak

6

### **Haberler**

20

### **Bilim Çizgi**

#### **Einstein'ın Buzdolabı**

Sinançan Kara

22

### **Bilim ve Teknolojide 2020**

İlay Çelik Sezer

2020 yılının en göze çarpan bilimsel ve teknolojik gelişmelerinden bazılarını içeren bir seçki ile farklı konulardaki araştırmaların ilginç ve önemli bulgularını bir araya getirdik.

42

### **Tekno-Yaşam**

Gürkan Caner Birer

44

### **2020'deki Önemli Uzak Çalışmaları ve Gökbilim Gelişmeleri**

Selçuk Topal

Derin uzay yolculuğu hazırlıklarından yeni Mars görevlerine, asteroit madenciliğinden Dünya dışı yaşama 2020 yılında çok önemli bilimsel keşif ve gelişmelere şahit olduk.

58

### **Merak Ettikleriniz**

Mesut Erol

78

### **Bilim Tarihinden Notlar:**

#### **Bilim ve Teknoloji Nedir?**

#### **Kuramsal ve**

#### **Uygulamalı Bilgi,**

#### **İlk Gök Kuramı**

Hüseyin Gazi Topdemir

82

### **Doğa - Fauna**

#### **Zıplar Penguen**

Bülent Gözcelioğlu

84

### **Gökyüzü**

Faruk Soydugan

88

### **Düşünme Kulesi**

Ferhat Çalapkulu

90

### **Satranç**

Kıvanç Çefle

93

### **Ayın Sorusu**

(Matematik)

Azer Kerimov

94

### **Zekâ Oyunları**

Emrehan Halıcı

96

### **Yayın Dünyası**

İlay Çelik Sezer

## **EKLER –**

### **2021 Takvimi**

#### **(Güneş Sistemi)**

Özlem Kılıç Ekici,

Hüseyin Diker



### **2021 Gök Olayları Yılığ**

Tuncay Özişik,

Faruk Soydugan,

Hüseyin Diker,

Sadi Atılğan



### **2020 Konu ve Yazar**

#### **İndeksi**

Özlem Kılıç Ekici,

Sadi Atılğan



(2020 indeksi basılı olarak verilmeyecektir. Alfabetik konu ve yazar indeksine *Bilim ve Teknik* dergisinin elektronik dergi arşivinden ve web sayfasından ulaşabilirsiniz.)

Dergimizin elektronik arşivi (services.tubitak.gov.tr/edergi), son dört sayı hariç, ücretsiz olarak herkesin erişimine açık kalmaya devam edecektir. Son dört aya ait sayılar ise sadece abonelerin erişimine açık olacaktır.



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](mailto:bteknik@tubitak.gov.tr)

Bilim ve Teknik Ocak 2021

## “Çocuğum da bu deneyimi yaşasın istiyorum”



Merhaba,

Çocukluğumda *Bilim ve Teknik* dergisinin sayılarını o kadar keyifle takip ederdim ki arkadaşlarıma dergiden edindiğim bilgileri anlatır ve keyifli zamanlar geçirirdik. O kadar enteresan bilgilere ulaşabiliyoruz ki bu edindiğimiz deneyimlerin aynısını çocuğum da yaşasın istiyorum ve yanında devamlı olarak *Bilim ve Teknik* dergisi okuyorum. Göz aşinalığı olsun diye salonda sehpanın üzerinde her zaman bir *Bilim ve Teknik* dergisi bulunuyor. Çalıştığım kurumda abone olan arkadaşlar sayesinde elimde olmayan sayıları da onlardan tedarik ediyorum.

Çalışmalarınızı ilgiyle ve sevgiyle takip ediyorum. Niçe başarılı çalışmalar diliyorum.

Muzaffer Karakuş,

Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, Devlet Memuru

## “Okumayı ve araştırmayı sizinle sevdim”



Merhaba,

Okumayı öğrendiğim zamanlarda beni dergilerinizle annem tanıştırmıştı. Tabii, o zaman annem *Bilim ve Teknik*, ben ise *Bilim Çocuk* derginizi okurdum. Verilen ek etkinlikler ve bilgi kartları ile saatlerce uğraşır, eğlenerek öğrenirdim. Okumayı ve araştırmayı sizinle sevdim. 2005 yılından beri de her ay aynı merakla yeni sayının çıkmasını bekliyorum. Ben TÜBİTAK ailesinden çok şey öğrendim, TÜBİTAK ailesi ile büyüdüm.

Bizlere güvenilir bilgileri sunan, emek veren herkese teşekkür ederim. İyi ki varsınız.

Seçil Doğan,

Yeditepe Üniversitesi

## “Hayata *Bilim ve Teknik*’le başlayın”



Merhaba,

Birinci sınıftayken *Bilim Çocuk* ile başladı bilim se-rüvenim. İlkokul öğretmenim sayesinde tanıştım. Dergiyi her ay bitirir, köşelerine yazılar yazardım. Yayınlanınca da büyük bir mutlulukla aileme ve arkadaşlarıma gösterirdim. *Bilim Çocuk* dergisinin 2006 Aralık - 2013 Kasım arasındaki sayıları bende mevcut ve koleksiyon olarak rafımda yer alıyor. On-lar benim için bir hazine, bilgi hazinesi. 2013’te ise *Bilim ve Teknik* okuyucusu oldum. Artık çok yönlü düşünüyordum. Konular hakkında fikrim oturma-ya başlıyordu. Mesleğimi ilkokuldan beri gelen bir hayal üzerine kurmuştum ama *Bilim ve Teknik* be-nim ufkumu açtı ve kariyer anlamında daha farklı idealler belirlememde rol oynadı. Şimdi ikinci sınıf-ta okuyan bir tıp öğrencisi olarak ileride seçeceğim bölüm ve kariyer için çalışıyorum. Hiçbir ay *Bilim ve Teknik*’i kaçırmıyorum.

Çok yönlü düşünme ve her konuda bir fikir sahibi olmak için hayata *Bilim ve Teknik*’le başlayın. Yeni nesillerin “bilim” ile büyümesi temennisiyle...

Ebru Urhan

Erciyes Üniversitesi Tıp Fakültesi 2. Sınıf Öğrencisi, Kayseri

## “Bilimdeki gelişmeleri yakından takip etmek beni mutlu ediyor”



Merhaba,

Her ay *Bilim ve Teknik* dergisi okuyorum. Sabırsız-lıkla bir sonraki ay çıkacak olan dergiyi bekliyo-rum. Bilimdeki gelişmeleri yakından takip etmek beni mutlu ediyor. Akademik kariyere verdiğim önem bilim ve teknolojiye karşı ilgimle gelişti. *Bi-lim ve Teknik* dergisini okuduktan sonra “Düşünme Kulesi” ve “Zekâ Oyunları” köşelerini cevaplandır-maktan çok keyif alıyorum. Bir sonraki ay cevapl-a-rımı mutlaka kontrol ediyorum.

Beni bilime daha çok yakınlaştıran ve okumaktan en çok mutluluk duyduğum tek dergi olan *Bilim ve Tek-nik* dergisine çok teşekkür ediyorum.

Ayşe Güldal Hasdemir,

Ekonomist, Endüstri Yüksek Mühendisi, Doktora İktisat Öğrencisi, Baltakesir

## “Eski bir dosta sarılır gibi..”



Merhaba,

Küçüklüğümde beri meraklı bir çocuktum. Bilime ve bilimsel deneylere merakım ise ortaokul yılların-da başladı. İnternetin olmadığı, bilgiye ulaşımın kısıtlı olduğu o yıllarda *Bilim ve Teknik* dergisi bilim dün-yasının kapılarını ardına kadar açıp benim bu dünya-ya ilk adımlarımı atmama neden oldu. Çocukluk dö-neminde başlayan bu yolculuğum hâlâ devam ediyor. Türkiye’den ayrılıp eğitim ve araştırma hayatıma yurt dışında devam etmeme rağmen Türkiye’den hiç kopmadım. Türkiye’ye her gelişimde aldığım ilk dergi *Bi-lim ve Teknik* dergisidir. Eski bir dosta sarılır gibi say-falarını çevirir, makaleleri hâlâ zevkle okurum. “*Bilim ve Teknik* ile Büyüdüm” köşenizde gencecik öğrenci-lerin yazdığı mektupları okuyunca yıllar önce eve ge-lir gelmez, okul formamı bile çıkartmadan elime alıp okuduğum *Bilim ve Teknik* dergimin yeni nesillere de nasıl ilham verip onların içinde bilimin kıvılcımını yaktığını görmek bana büyük keyif verdi.

İyi ki varsınız. Emeği gecen herkese kucak dolusu sev-giler, teşekkürler.

Dr. Eda Cengiz

Yale Üniversitesi Tıp Fakültesi, Pediatrik Diyabet Bilimsel Araştırma Bölümü, İnsülin Farmakokinetik ve Farmakodinamik Bilimsel Araştırma Bölüm Başkanı

## Haberler

### Havadaki “Nehir”ler Antarktika Buzullarında Açıklıklar Oluşturuyor

İlay Çelik Sezer

Yeni bir araştırmada atmosfer boyunca taşınan sıcak havanın Antarktika deniz buzulundaki muazzam açıklıkların oluşumunda etkili olduğunu gösteren bulgular elde edildi. Polinyalar olarak da bilinen bu açıklıklar geçmişte on binlerce ve hatta yüz binlerce kilometrekare yüz ölçümüne ulaşmış. Polinyaların oluşumunda kasırgaların etkili olduğu biliniyor. Ancak dünyanın en güçlü kasırgaları düzenli olarak Antarktika etrafındaki Güney Okyanusu’nda cereyan etse de kasırgalar polinyaların neden bazen oluşup bazen oluşmadığını tek başına açıklayamıyor.

Birleşik Arap Emirlikleri'nin başkenti Abu Dabi'deki Khalifa Üniversitesi'nden Diana Francis ve ekibi işte

bu sorunun yanıtını bulduklarını düşünüyor. Uydu kayıtları ile iklim verilerini bir araya getiren araştırmacılar, Antarktika kıyısındaki Weddel Denizi'nde 1973'ten 2017'ye kadar gerçekleşen başlıca polinya vakalarının inceledi.

Araştırmacılar atmosferik nehirler olarak bilinen havadaki ısı ve su buharı akımlarının çok büyük mesafeleri katedebildiğini, hatta bir defasında, 2017'de Güney Amerika'nın güneydoğu kıyısından Weddel Denizi'ne kadar ulaştığını keşfettiler. O yılın eylül

ayında atmosferik nehirlerden biri Weddel Denizi'ndeki sıcaklıkları 10 °C artırmıştı.

Atmosferik ısı nehirleri sadece buzulları hassas hâle getirip onların kasırgalarla kolayca kırılmasına neden olmakla kalmıyor aynı zamanda daha fazla su buharı sağlayarak kasırgaları da daha şiddetli hâle getirip daha yıkıcı olmalarına yol açıyor. Dolayısıyla ısı nehirleri ile kasırgaların etkileri birbirinden tamamen bağımsız değil.

Öte yandan, polinyaların denizel yaşama besin

sağlama gibi faydaları olabiliyor. Ancak tıpkı Kuzey Kutup buzullarının erimesi gibi polinyalar da küresel açıdan kaygı uyandırıyor, çünkü koyu renkli sular beyaz renkli buzlu yüzeylere göre Güneş'ten gelen enerjinin çok daha az bir kısmını uzaya geri yansıtarak iklim değişimini hızlandırma potansiyeli taşıyor. İklimin daha fazla ısınması da gelecekte daha fazla polinya oluşması demek. Karbon salımları azalmadığı sürece, küresel ısınma atmosferik nehir vakalarının görülme sıklığını %50 oranında artırabilir. ■





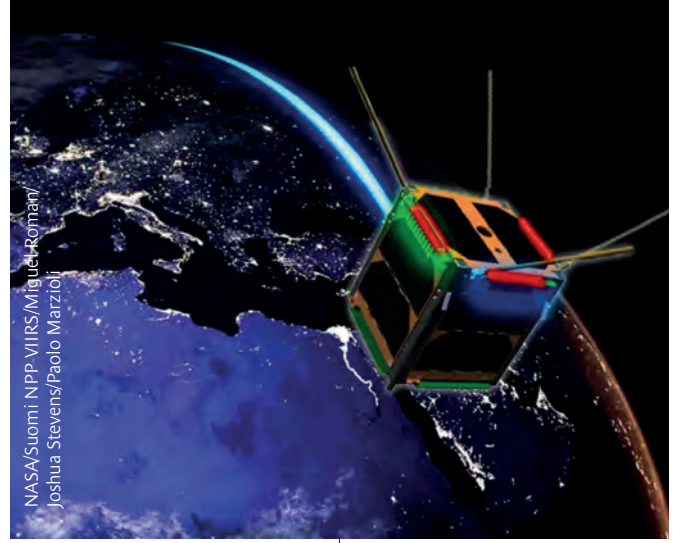
## Yanıp Sönen LED'ler Uyduların Takibini Kolaylaştırabilir

İlay Çelik Sezer

Bu yılın başlarında ESA tarafından uzaya gönderilecek küçük bir uydu ile yörüngedeki uyduları takip etmeye yönelik yeni bir yöntemin denemesi yapılacak. Roma La Sapienza Üniversitesine ait laboratuvarında uluslararası işbirliğiyle geliştirilen yeni yöntemde uydunun

bulunduğu pozisyonun yeryüzünden anlık olarak tespit edilebilmesi için LED'lerden yararlanılıyor. LEDSAT adı verilen ve her bir kenarı yaklaşık 10 santimetre uzunluğa sahip küp şeklindeki uydunun yüzeylerinde toplam 140 adet LED bulunacak. LED'ler gözlemcilerin izlemesine ve uydunun konumunun ve hatta yöneliminin belirlenmesine imkân verecek şekilde birkaç saniyede bir yanıp sönecek.

LED'ler çıplak gözle görülemeyecek ve çoğu yıldızdan daha sönük olacak. Ancak Dünya'dan bir teleskopla görülebilecek kadar da parlak olacak. Farklı yüzeylerinde farklı renklerde LED'ler bulunması sebebiyle de hangi yüzünün bize doğru baktığı anlaşılabilir. Roma'daki Sapienza Üniversitesinden araştırma ekibi üyesi Paolo Marzioli yanıp sönen uyduların arka planında görülen yıldızları tanıyor olacağı için uydunun pozisyonunun kolayca anlaşılabilirliğini de belirtiyor. Şu anda uydular radar da dâhil olmak üzere birkaç



farklı yöntemle izleniyor. İri uydular gökyüzünde çıplak gözle görülerek izlenebiliyor fakat bu ancak uyduların Güneş tarafından aydınlatıldığı alacakaranlık saatlerinde mümkün oluyor. LED'ler uyduların geceleri de optik olarak izlenebilmesini sağlayacak.

LEDSAT boyutundaki CubeSat'ların izlenmesi küçük boyutlarından dolayı hayli zor oluyor. LED'lerin bunların gözlemlenmesini kolaylaştırabileceği düşünülüyor. Marzioli, yörüngedeki yarım metreden küçük herhangi bir şeyi görmenin çok zor olduğunu söylüyor.

Öte yandan LED'lerin uzun vadede uzay çöplerinin izlenebilmesine ve çarpışmalardan

kaçınılmasına da yardımcı olabileceği düşünülüyor. Marzioli büyük uydularda çeşitli problemler yaşansa bile LED'lerin yanıp sönmeye devam ederek uydunun yerini belli edebileceğini belirtiyor. ■

## Uzayda Ortaya Çıkan Sağlık Sorunlarının Nedeni Mitokondri mi?

Özlem Ak

Yakın gelecekte uzaya daha fazla kişinin gönderilmesi planlanırken, uzay koşullarının insan sağlığı üzerindeki etkilerini detaylı bir şekilde anlamak da doğal olarak zorunlu hâle geldi. Görevlerini tamamlayıp



Dünya'ya dönen astronotlarda kemik ve kas kütlesi kaybundan bağışıklık fonksiyon bozukluğu ile kalp ve karaciğer sorunlarına kadar pek çok farklı sağlık sorunu gözlemleniyor. Bugünlerde ise çok ayrı disiplinlerden araştırmacıların oluşturduğu bir ekip sağlık sorunlarında kilit rol oynama ihtimali olan bir konu üzerine yoğunlaştı: mitokondri işlev bozukluğu. Yani mitokondrinin bir hastalık veya durum nedeniyle gerektiği gibi çalışmaması.

Cell dergisinde yayımlanan makalenin yazarlarından NASA'da görevli Afshin Beheshti, uzayda bulunmuş astronotların vücudunda gözlemledikleri değişiklikleri açıklayabilecek bir mekanizma olup olmadığını sorarak araştırmalarına başladıklarını belirtiyor. Sorularına yanıt ararken



mitokondride yolunda gitmeyen bir şeyin olduğu tekrar tekrar karşılımlarına çıktı. Araştırmacılar, uzaya giden 59 astronottan toplanan örneklerin yanı sıra NASA İkiz Çalışması ve hayvan çalışmalarından elde edilen bilgileri de içeren bir veri tabanı olan GeneLab platformundan gelen verileri analiz ettiler. İki farklı görevde uzaya gönderilen farelerden alınan farklı dokuları da karşılaştırdılar ve mitokondri işlev bozukluğunu tespit ettiler. Karaciğerdeki sorunları incelediklerinde bunların da mitokondri ile ilgili yollardan kaynaklandığını buldular. Daha derinlemesine inceledikleri gözlerdeki sorunların altından da gene mitokondri işlev bozukluğu çıktı. İkizler çalışmasından elde edilen verileri incelediklerinde, yani Uluslararası Uzay İstasyonu'nda bir yıl geçiren Scott Kelly ile Dünya'da kalan ikizi Mark Kelly'nin verilerini karşılaştırdıklarında mitokondri aktivitelerinde birçok değişiklik gördüler. Araştırmacılar, bu değişikliklerin bir kısmının, uzayda geçirdiği bir yıl boyunca Scott'ta meydana gelen

bağışıklık hücrelerinin dağılımındaki bozulmaları açıklayabileceğini söylüyorlar.

Ayrıca, farklı hücre tiplerindeki mitokondri aktivitesinin değiştiğini doğrulamak için fizyolojik verileri ve diğer astronotlardan toplanan kan ve idrar örneklerini de kullandılar.

Ekip, NASA'da bulgularını ilk kez rapor ettiklerinden beri, başka bilim insanları da mitokondrideki değişiklikler ile kardiyovasküler problemler ve sirkadiyen ritmin bozulması da dâhil olmak üzere pek çok sağlık sorunu arasında bağlantılar kurmaya başladı.

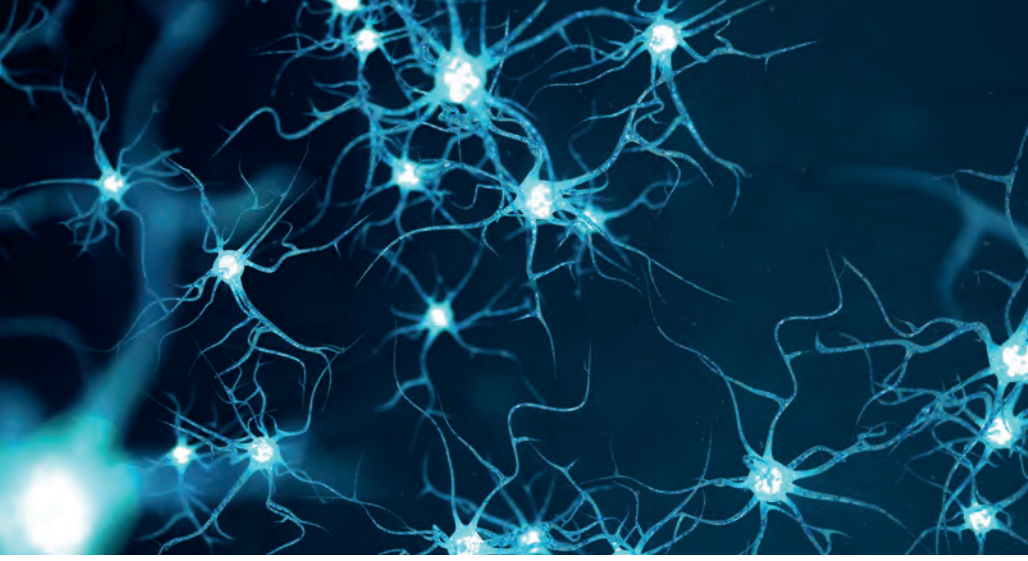
Mitokondri ile ilgili sorunların uzay yolculuğu sırasındaki pek çok rahatsızlığın bir nedeni olduğunu düşünen bilim insanları şimdi gerekli önlemleri almak için kolları sıvadı. Beheshti, çeşitli mitokondriyal bozukluklar için hâlihazırda onaylanmış birçok ilaç bulunduğunu ve bu ilaçların bazılarını uzayda hayvan ve hücre modelleriyle test edeceklerini belirtiyor. ■

## Beyin-Bilgisayar Arayüzleri İçin “Canlı Elektrotlar” Kullanılabilecek

Tuncay Baydemir

1950'lerden itibaren insan beynine yerleştirilen elektrotlar Parkinson hastalığının tedavisi başta olmak üzere felçli hastaların hareket etmelerini, iletişim kurmalarını ve hatta hissetmelerini sağlamak için tedavi amaçlı kullanılıyor. Günümüze kadar bu konularda oldukça şaşırtıcı gelişmeler ve başarılar da elde edildi.

Tüm olumlu gelişmelere rağmen geleneksel elektrotların kullanımı ile ilgili bazı sorunlar bulunuyor. Beyne yabancı bir cisim yerleştirilmesi görülebilir yara izlerine yol açıyor, enfeksiyon riski doğuruyor ve zamanla elektrot performansının azalmasına neden olabilecek vücut bağışıklık tepkileri oluşuyor. Ayrıca elektrotlar sadece hedeflenen nöronları değil, yakınlarında



Böylece sinir sisteminde güçlendirilmesi ya da sönmümlendirilmesi gereken etkileşimlere müdahale edilebilecek. Daha gelişmiş beyin-bilgisayar arayüzleri oluşturmayı amaçlayan araştırmacılar, bu sayede beyin aktivitesini daha yakından izlemeyi ve sinir sistemi ile ilişkili hastalıkları tedavi edebilmeyi umuyorlar. ■

bulunan tüm nöronları etkiliyor ve istenmeyen sonuçlara yol açabiliyorlar.

Tüm bu olumsuzlukları engellemek ve beyinle elektrot arasındaki uyumu artırmak için araştırmacılar yeni yollar bulmaya çalışıyor. Bu noktada canlı sinir hücrelerinden oluşturulan elektrotların tüm problemlerin çözümü olabileceği düşünülüyor.

Dayo O. Adewole ve arkadaşları tarafından yapılan yeni çalışmada (DOI: 10.1101/333526) ışığa tepki verecek şekilde genetiği değiştirilmiş sinir hücrelerinden oluşan ve “canlı elektrot” olarak ifade edilebilen sistem canlı hayvan deneklerin beynine ilk

defa başarılı bir şekilde yerleştirildi. Geleneksel elektrotlardan daha iyi ve daha uzun ömürlü olan bu elektrotlar sayesinde başarılı beyin bilgisayar arayüzlerinin geliştirilmesi umut ediliyor.

Çalışmada yaklaşık 10.000 adet genetiği değiştirilmiş nöron, insan saçının yaklaşık iki katı kalınlığa sahip hidrojel silindirelerin üzerine yerleştirildi. 1,5 mm uzunluğundaki nöron yüklü bu silindir elektrotlar farelerin görme korteksi bölgesine yerleştirildi. Bu nöronların büyük kısmı canlı kaldı ve aksonları kortekse doğru büyüyerek oradaki hücrelere başarıyla bağlandı.

Araştırmacılara göre, şimdi aşılması gereken zorluk bu bağlantılardan istenilenlerin güçlendirilmesi, istenmeyenlerin ortadan kaldırılması. Bu sayede epileptik nöbetleri önlemek gibi kazanımlar elde edilebilir.

Beyin yüzeyine yerleştirilen elektrotların uç kısmındaki ışık kaynakları ile nöronları kontrol etmeyi planlayan araştırmacılar canlı elektrot kullanımının henüz başında olduklarını belirtiyorlar. Yapılacak yeni çalışmalarla beyne yerleştirilen nöronlar bağlandıkları hücreleri aktif hâle getirecek veya bu hücrelerdeki aktiviteyi azaltacak şekilde düzenlenebilecek.

## Altın Nano Çubukların Düzenli Mimâri Dizilimi Gerçekleştirildi

Tuncay Baydemir

Birçok nano ölçekli malzeme boyuta bağlı değişen optik özellikler sergiliyor ancak nanokristallerin bir yüzeye düzenli bir şekilde yerleştirilememesi optik ve elektronik alanlarında kullanımlarını kısıtlıyor. Nano ölçekteki malzemelerin hassas bir şekilde düzenli dizilimini sağlamak, hâlihazırda potansiyel nanoteknolojik gelişmelerin gerçekleştirilmesinin önündeki en önemli zorluklardan biri olarak görülüyor.

Avustralya Melbourne Üniversitesi ARC Centre of Excellence in Exciton Science araştırma merkezinden Heyou Zhang ve arkadaşları yaptıkları çalışma ile bu sorunun üstesinden gelmiş görünüyor. Geliştirilen yeni nano ölçekli yapı yöntemi sayesinde kimyasal ve taklit ürün algılama analizleri sadece bakarak gerçekleştirilebilecek. *Advanced Functional Materials* dergisinde yayımlanan sonuçlara göre, araştırmacılar geliştirdikleri yöntemle bir ilk olarak nano boyutlardaki bir dizi altın çubuğu belirli bir desende dizmeyi başardı. Bu altın çubuklar hangi açıdan görüntülendiklerine

bağlı olarak çeşitli renkler oluşturacak şekilde düzenlenebiliyorlar.

Düzenli nano çubuk yapılar sahtecilik önleme alanında kullanılabilir. Bir banknot veya pasaportta kullanıldıklarında gerçek veya sahte olduklarını bakarak anlamak mümkün oluyor. Ayrıca mimari yapıdaki düzenlemelerle çeşitli kimyasal maddelere karşı bir uyarı sistemi olarak da görev yapabiliyorlar. Örneğin farklı zehirli gaz seviyelerinde alacakları farklı renklerle erken uyarı sistemi olarak da kullanılabilirler.

Bir nanometrenin bir metrenin milyarda biri uzunlukta olduğu

düşünüldüğünde nano boyutlarda düzgün yapılar elde etmenin ne kadar zor olduğu anlaşılabilir. Nano parçacıkları daha iyi kontrol edebilmek için çalışan Heyou ve arkadaşları bu zorluğun üstesinden gelebilmek için elektroforetik biriktirme (EPD-electrophoretic deposition) yöntemini kullandı. Temel olarak malzemelere elektrik alanı uygulamaya dayanan bu yöntemle nano altın çubuklar belirli bölgelere düzgün bir şekilde yerleştiriliyor. Bir yüzey üzerine düzgün aralıklarla yerleştirilmesi planlanan eksi yüklü nano altın çubuk, artı yüklü çukur tarafından çekiliyor ve bu sayede milimetre kare alan üzerinde bir milyondan fazla nano çubuktan oluşan düzenli mimari yapılar elde edilebiliyor.

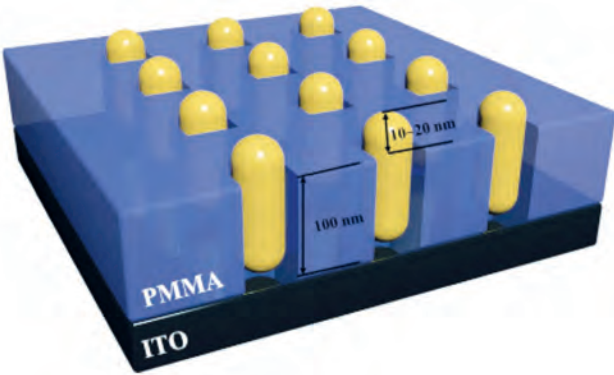
Araştırmacıların geliştirdiği bu yeni nano mimari tekniği, yenilenebilir enerji, akıllı telefonlar, dizüstü bilgisayarlar ve aydınlatma gibi çeşitli alanlarda yeni kullanımlar bulacak gibi görünüyor. ■

## Esneyebilir Optik Fiberlerden Dokunmaya Duyarlı Eldiven

İlay Çelik Sezer

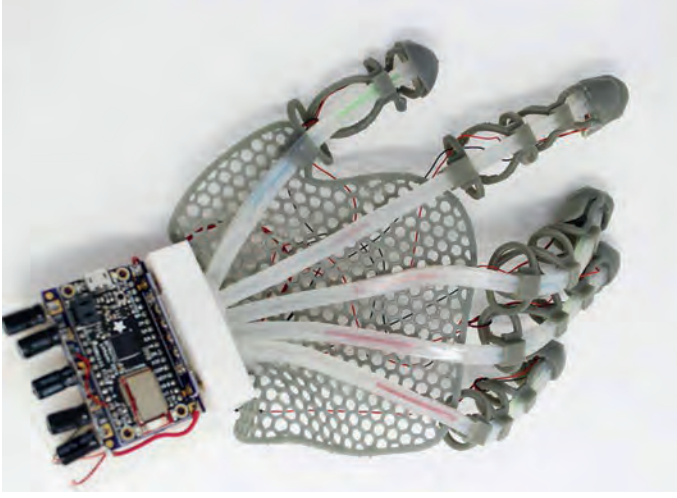
New York'taki (ABD) Ithaca şehrinde bulunan Cornell Üniversitesinden bir araştırma ekibi esneyebilen fiber optik algılayıcılar kullanarak ileride robotik, spor ve tıp alanlarında kullanılabilirliği düşünülen dokunmaya duyarlı bir eldiven üretti. Ekibin lideri Hedan Bai ürettikleri algılayıcıların dokunmaya ilişkin etkileşimleri algılama biçiminin insan derisinin çevresiyle etkileşimleri algılama biçimiyle aynı olduğunu belirtiyor.

Bai ve ekibi eldiveni üretirken bir LED'den gelen ışığı ileten ince elastomerik poliüretan kablolardan yapılmış optik fiberler kullandı. Kablo büküldüğü, esnediği ya da basınç altında kaldığı zaman ışık kesintiye uğruyor. Araştırmacılar fiberlerin bazı kısımlarını farklı renklere boyadı. Böylece fiberler bükülünce fiberden çıkan ışığın rengi değişiyor.



iletken özellikteki şeffaf camın üzeri polimetil meta akrilat polimer (PMMA) ile kaplanıyor. Elektroforetik biriktirme yöntemi ile genişliği altın nano çubuklarınkinden %20-%30 oranında fazla olan çukurlara nano yapılar düzenli bir biçimde yerleştirilebiliyor.

Zhang, H., Liu, Y., ve ark., "Direct Assembly of Vertical Oriented, Gold Nanorod Arrays", *Advanced Functional Materials*, 2006753, 2020.



Araştırmacılar eldivendeki ışık örüntülerini analiz ederek eldivenin içindeki bükülmenin tipini ve konumunu tahmin ediyor.

Araştırmada üretilen fiber optik algılayıcılar esneyebilme özelliğine sahip olduğu için akıllı giysilerde, giyilebilir teknolojilerde ve yumuşak robotlarda kullanılma potansiyeline sahip. Araştırma ekibinden Rob Shepperd, hareket kabiliyetini kısıtladığı için sert algılayıcıların robotlarda pek istenen bir özellik olmadığını belirtiyor.

Ekip ürettikleri teknolojinin spor ve tıp alanlarındaki potansiyel uygulamalarını da araştırıyor. Shepperd bu esneyebilen optik fiberleri gelecek yıl solunum ve kas kasılması ölçümlerine yönelik uygulamalarda kullanmayı planladıklarını belirtiyor. Söz konusu

teknolojiyi ayrıca beyzbol oyuncularının topla etkileşimleri hakkında bilgi toplamak için de kullanmak istiyorlar, böylece koçlar oyuncuların performansını iyileştirmek için yöntemler geliştirebilecek. ■

## Esneklikte Bir Numara: Ahtapotlar

Özlem Ak

*Scientific Reports*'ta yayınlanan yeni bir araştırmaya göre, ahtapotlar doğada bilinen en esnek uzantılara sahip. Yumuşak ve güçlü olmanın yanı sıra bir ahtapotun sekiz kolundan her biri ayrı ayrı bükülebiliyor, sarmal şeklini alabiliyor, uzayabiliyor ve kısalabiliyor. Peki bunları ne ölçüde yapabiliyorlar? Ya da her bir kol eşit

derecede yetenekli mi? Chicago Üniversitesi, Deniz Biyolojisi Laboratuvarındaki araştırmacılar, aylarca 10 ahtapotu çeşitli zorluklara maruz bıraktılar ve yaptıkları 16.563 kol hareketini kaydettiler. Şaşırtıcı bir şekilde, sekiz kolun tümü, uzunlukları boyunca dört farklı şekle (bükülme, sarmal, uzama, kısalma) giriyordu. Dahası, tüm hareket türlerini birden fazla yönde (örneğin, sol, sağ, yukarı, aşağı, 360° vb.) yapabiliyorlardı. Özellikle bükülme, kısalma veya uzama sırasında her bir kolun saat yönünde ve saat yönünün tersinde sarmal şeklini alması dikkat çekiciydi. Sarmal şeklini alan kol, aynı zamanda son derece esnekti.

Deniz Biyolojisi Laboratuvarından Roger Hanlon ahtapotlara çok

aşına olan araştırma ekibinin bile videoları kare kare analiz ederken sekiz kolun her birinin aşırı çok yönlülüğüne şaşırdığını söylüyor. Bu ayrıntılı analizler ahtapot kollarının sinir kontrolünü ve koordinasyonunu belirlemenin bir sonraki adımına rehberlik edebilir ve yeni nesil yumuşak robotların geliştirilmesine ilham verebilecek tasarım ilkelerini ortaya çıkarabilir. Mühendisler uzun süredir daha fazla çeviklik, güç ve algılama kabiliyetine sahip "yumuşak robotik kollar" tasarlamak istiyorlardı. Bu noktada ahtapot, gelecekteki robotik tasarımları için yeni bir model sundu. Bu yeni çalışma, tüm ahtapot kollarının motor kontrolünü araştırmak için bir temel oluşturabilir. Böylece yumuşak ve ultra esnek robotik kollar birçok yeni uygulamada kullanılabilir. ■



# COVID-19 ile Geçen Bir Yıl

Dr. Özlem Ak [ TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi

**2**019 yılının son günlerinde Çin, Dünya Sağlık rgtne (WHO) gizemli bir hastalığın varlığını bildirdi. Kısa bir süre sonra da bu hastalığa daha önce hiç görülmemiş bir koronavirüs türünün neden olduğu anlaşıldı ve 2020 yılı tarihe COVID-19 ile anılacak bir yıl olarak geçti. Tüm dünyayı etkisi altına alan ve ikinci yılına giren pandemi nasıl başladı, gelişti ve ilerledi bir göz atalım.

## 31 Aralık 2019

• Çin, WHO'ya Wuhan'daki nedeni bilinmeyen zatürree vakaları hakkında bilgi verdi. Vakalar ateş, kuru öksürük ve nefes darlığı gibi semptomlar gösteriyordu.

## 9 Ocak

• WHO zatürreenin nedeninin yeni bir koronavirüs olduğunu duyurdu.

## 10 Ocak

• Çinli bilim insanları yeni koronavirüsün genom dizisini ilk kez açıkladılar. Genom bilgisi Tüm Grip Verilerini Paylaşma Küresel Veritabanı'na (GISAID) yüklendi.

• Türkiye'de Sağlık Bakanlığı tarafından Koronavirüs Bilim Kurulu oluşturuldu.

## 13 Ocak

• WHO, Çin dışındaki ilk vakanın Tayland'da görüldüğünü açıkladı.

## 21 Ocak

• ABD ilk doğrulanmış COVID-19 vakasını duyurdu. Bu kişi yakın zaman önce Wuhan'dan Washington'a dönen bir ABD'liydi.

## 23 Ocak

• Wuhan'da, virüsün yayılmasını engellemek için şehre giriş ve çıkışlar yasaklandı.

• WHO Genel Direktörü, acil durum komitesinin önerisine rağmen salgınının uluslararası ölçekte endişe verici bir halk sağlığı durumu olmadığını belirtti.

## 24 Ocak 2020

• Yakın zaman önce Wuhan'a seyahat edip Fransa'ya dönen kişiler arasında görülen üç vaka Avrupa'da kaydedilen ilk vakalar oldu.

## 25 Ocak

• Avustralya, Wuhan'dan gelen bir yolcunun testinin pozitif çıkmasının ardından kıtanın ilk vakasını açıkladı.

## 30 Ocak

• Bilim insanları, semptomlar ortaya çıkmadan önce enfekte bir kişiden virüsün bulaşabildiğini öne sürdü.

• Dünya çapında 200'den fazla ölü sayısı ve 9800'den fazla vakaya dayanarak WHO halk sağlığı acil durumu ilan etti.

## 3 Şubat

• Türkiye, Çin'den gelen tüm uçuşları durdurduğunu açıkladı.

## 11 Şubat

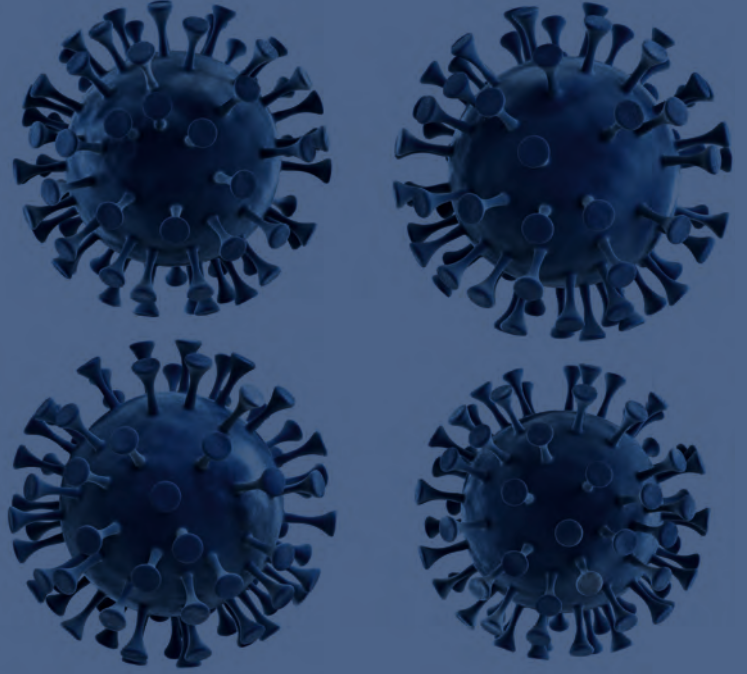
• Virüse SARS-CoV-2 adı verildi, neden olduğu hastalık da COVID-19 olarak adlandırıldı.

## 14 Şubat

• Mısır, Afrika'da kaydedilen ilk vakayı bildirdi.

## 15 Şubat

• Avrupa'da koronavirüs kaynaklı ilk ölüm Fransa'da gerçekleşti.



## 23 Şubat

• Türkiye ile İran arasındaki kara sınırı kapıları kapatıldı.

## 26 Şubat

• Brezilya, Güney Amerika'nın ilk vakasını bildirdi.

## 28 Şubat

• WHO, COVID-19 için "yüksek" küresel risk düzeyini, "çok yüksek" küresel risk düzeyi olarak değiştirdi.

## 11 Mart

• Avrupa seyahati sırasında virüse yakalanan bir Türk, Türkiye'nin ilk koronavirüs vakası olarak açıklandı.

• Sağlık Bakanlığı Halk Sağlığı Genel Müdürlüğü tarafından Bilim Kurulu'nun hazırladığı COVID-19 Rehberi yayımlandı.

• Virüs en az 114 ülkeye yayıldı, 4.000'den fazla insanın ölümüne neden oldu ve yaklaşık 120.000 kişiyi enfekte etti.

• WHO COVID-19'u resmen pandemi olarak ilan etti.

## 13 Mart

• Avrupa, (Çin hariç) dünyanın geri kalanının toplamından daha fazla rapor edilen vaka ve ölümle pandeminin merkez üssü hâline geldi.

## 16 Mart

• ABD'de ve Çin'de COVID-19 aşı güvenlik testleri başladı.

## 17 Mart

• Komplo teorilerinin aksine, bir çalışma virüsün laboratuvarında üretilmediğini veya laboratuvardan yayılmadığını doğruladı. Sonraki araştırmalar yarasanın en olası kaynak olduğunu öne sürdü.

• Türkiye Sağlık Bakanlığı tarafından ilk SARS-CoV-2 genom dizisi GISAID veri tabanına yüklendi.

## 18 Mart

• Türkiye'de koronavirüs kaynaklı ilk ölüm gerçekleşti ve toplam vaka sayısı 98 oldu.

## 23 Mart

• Türkiye'de televizyon ve internet ortamı aracılığıyla uzaktan eğitim ve öğretime başlandı.

• Türkiye Sağlık Bakanlığı tarafından paylaşılan ilk SARS-CoV-2 genom dizisi GISAID veri tabanı aracılığıyla açık erişime sunuldu.

## 26 Mart

• TÜBİTAK tarafından COVID-19 Türkiye Web Portalı açıldı.

## 27 Mart

• ABD 100.000'i aşan vaka sayısı ile pandemiyi yeni merkez üssü hâline geldi.

## 28 Mart

• ABD Gıda ve İlaç Dairesi (FDA), hastanede yatan bazı hastaların tedavisinde kullanılmak üzere bir sıtma ilacı olan hidrosiklorokin için acil kullanım izni verdi.

## 31 Mart

• JAMA Ophthalmology'de yayımlanan bir rapor ile COVID-19'un göz yoluyla bulaşabildiği bulgusu duyuruldu.





## 2 Nisan

- WHO, semptom göstermeyen enfekte kişilerden de virüsün bulaşabildiğini bildirdi.
- Dünya çapındaki vaka sayısı 1 milyona ulaştı, 53.000'den fazla kişi hayatını kaybetti.
- COVID-19 Türkiye Platformu "Aşı ve İlaç Geliştirme Sanal Konferansı" yapıldı.

## 3 Nisan

- ABD Hastalık Kontrol ve Korunma Merkezi (CDC), virüsün havadan yayılabileceğine ve asemptomatik kişilerin bulaşıcı olduğuna dair artan kanıtlar nedeniyle insanların halka açık yerlerde maske takmalarını tavsiye etti.

## 20 Nisan

- T.C. Sağlık Bakanlığı ile T.C. Sanayi ve Teknoloji Bakanlığının liderliğinde Biosys, ASELSAN, Baykar ve Arçelik şirketleri birlikte çalışarak yerli solunum cihazının seri üretimini gerçekleştirdi.

## 1 Mayıs

- Remdesivir isimli ilaç ağır COVID-19 hastalarında kullanılmak üzere acil FDA onayı aldı. Ancak ilacın etkinliği bilim insanlarınca sorgulanmaya devam etti.

## 13 Mayıs

- COVID-19 Türkiye Platformu tarafından "Türkiye'nin Tanı Gücü Sanal Konferansı" yapıldı.

## 14 Mayıs

- ABD, Ulusal Sağlık Enstitüsü (NIH), hidrosiklorokin için klinik bir araştırma yaptığını duyurdu.

## 22 Mayıs

- AstraZeneca ve Oxford Üniversitesi, aşı çalışmalarında Faz II insan denemelerini başlattı.

## 25 Mayıs

- WHO, güvenlikle ilgili endişeleri gerekçe göstererek hidrosiklorokin tedavisine ilişkin bir klinik denemeyi geçici olarak askıya aldı.

## 6 Haziran

Sağlık Bakanlığı Türkiye İlaç ve Tıbbi Cihaz Kurumu tarafından Beşerî Aşıların Klinik Dışı Değerlendirilmesine İlişkin Kılavuz yayımlandı.



## 8 Haziran

• Türkiye COVID-19 Platformu "Aşı ve İlaç Projeleri Değerlendirme Toplantısı" yapıldı.

## 9 Haziran

• WHO, COVID-19'un kalabalık kapalı alanlarda havadan taşınabileceğini ve virüsün asemptomatik kişiler tarafından yayılabileceğini duyurdu.

## 12 Haziran

• İstanbul Medipol Üniversitesi Öğretim Üyesi Doç. Dr. Mustafa Güzel ve ekibi, COVID-19 tedavisinde kullanılan Favipiravir isimli ilacın yerli sentezini üretmeyi başardı.

## 15 Haziran

• FDA, hidroksiklorokinin birden fazla çalışmayla hiçbir yararı olmadığını gösterdikten sonra acil kullanım yetkisini iptal etti.

## 16 Haziran

• Bir steroid olan deksametazon, solunum desteğine ihtiyaç duyacak kadar hasta insanlar arasında COVID-19 ölümlerini azaltan ilk ilaç olarak kabul gördü.

## 25 Haziran

• Çin, nihai güvenlik ve etkinlik testi tamamlanmadan önce ordu tarafından kullanılacak bir aşının onayını aldı.

## 28 Haziran

• Dünya çapında 10 milyondan fazla insan virüse yakalandı ve 500.000'den fazla kişi öldü.

## 3 Temmuz

• Çin'de Sinovac Biotech şirketi, inaktif SARS-CoV-2 formundan yapılan CoronaVac adlı bir aşı için Faz III denemelerini başlattı.

## 10 Temmuz

• Remdesivir'in üreticisi Gilead Sciences, ilacın COVID-19'dan ölüm riskini azalttığını iddia etti.

## 14 Temmuz

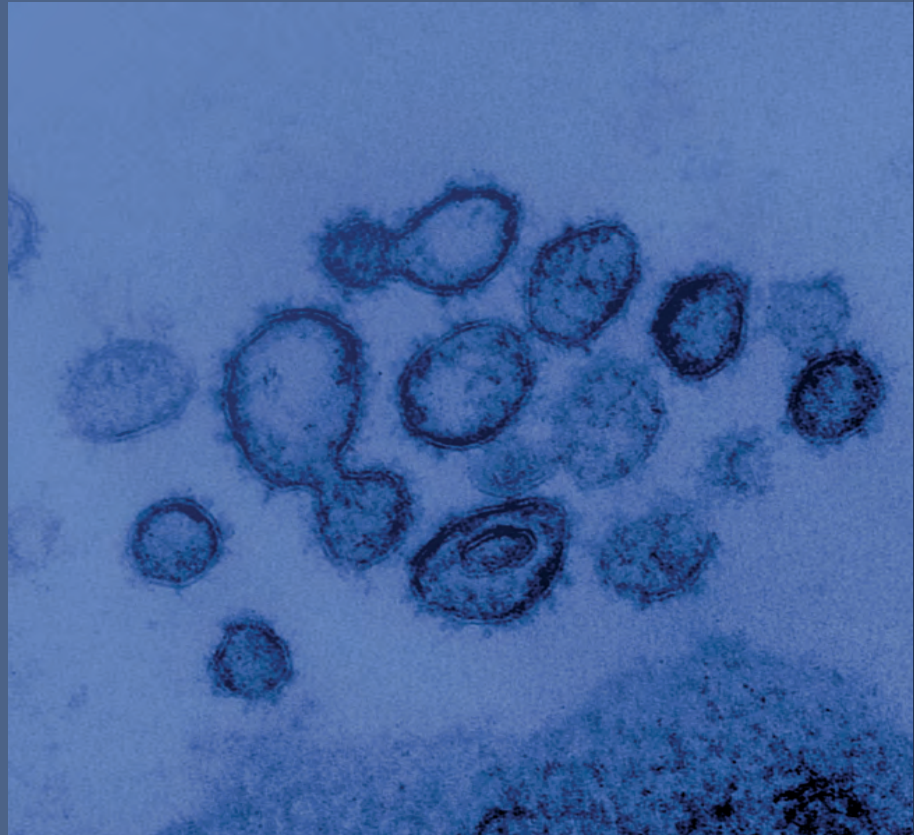
• Moderna şirketinin COVID-19 aşısının Faz I denemelerinden elde edilen veriler bağışıklık tepkisi oluşturduğunu gösterdi.

• Doç. Dr. Mustafa Güzel'in liderliğindeki ekip tarafından geliştirilen Favipiravir isimli ilacın yerli sentezi Sağlık Bakanlığı'ndan ruhsat aldı.

## 23 Temmuz

• *New England Journal of Medicine*'de yayınlanan bir araştırma COVID-19 enfeksiyonu geçirdikten 3 ay sonra antikor seviyelerinin düştüğünü gösterdi.

• Bazı araştırmacılar, SARS-CoV-2 üzerindeki diken proteinlerinin farklı konumlarını hedefleyen çeşitli antikorların bulunduğu bir antikor karışımı tasarladıklarını açıkladı.



## 27 Temmuz

• Moderna, Faz III aşı denemelerine başladı. Aynı gün, Alman şirketi BioNTech, Pfizer ile ortaklaşa olarak Faz II aşı denemelerini başlattı.

## 11 Ağustos

• Rusya, COVID-19'a karşı kullanılmak üzere Sputnik V adlı bir aşığı onaylayan ilk ülke oldu.

## 23 Ağustos

• FDA, enfeksiyonu geçiren ve iyileşen kişilerden alınan ve hastanede yatan hastaları tedavi etmek için başvuru konvalesan plazma için acil kullanım izni verdi.

## 24 Ağustos

• JAMA'da yayınlanan bir araştırma, remdesivir verilen katılımcı grubu ile kontrol grubu arasında oksijen takviyesi veya hastanede kalış süresi açısından önemli bir fark olmadığını gösterdi.

## 25 Ağustos

• SARS-CoV-2 ile yeniden enfekte olan bir kişinin açıklanmasından sonra bağışıklığın ne kadar süreceği konusunda endişeler arttı.

## 3 Eylül

• Üç çalışmadan elde edilen sonuçlar, sistemik kortikosteroid kullanımı sayesinde, normal bakım veya plaseboya kıyasla COVID-19 tanısıyla hastaneye yatırılan bireylerde ölüm riskinin üçte bir oranında azaltılabileceğini gösterdi.

• Sanofi ve GlaxoSmithKline protein bazlı aşılarının klinik denemesini başlattı.

## 4 Eylül

• Rusya'daki araştırmacılar *The Lancet*'de Sputnik V'in bağışıklık tepkisi sağladığını iddia eden bir çalışma yayınladılar. Ancak ülke dışındaki araştırmacılar çalışma verilerinin geçerliliğine şüphe ile yaklaştı.

## 6 Eylül

• Oxford AstraZeneca aşı denemeleri, güvenlik endişeleri nedeniyle askıya alındı.

## 14 Eylül

• Pfizer ve BioNTech COVID-19 aşılarının Faz III denemesi için başlangıçta 30.000 olarak düşünülen katılımcı sayısını %50 artırarak 44.000'e çıkaracaklarını duyurdu.

• AstraZeneca Faz III denemesini askıya aldıktan sonra NIH, olumsuz reaksiyonla ilgili bir soruşturma başlattığını duyurdu.

## 21 Eylül

• Johnson & Johnson, tek dozluk aşılarının büyük ölçekli klinik denemesine başladı.

## 23 Eylül

• Houston Methodist Hastanesinde yürütülen bir araştırma, son hasta örneklerinin büyük bir bölümünde daha bulaşıcı bir COVID-19 türü buldu. Virüsün daha fazla hücreye bağlanmasına ve enfekte olmasına izin veren bir mutasyon geçirdiğini duyurdular.

## 28 Eylül

• Dünya çapında COVID-19 kaynaklı can kaybı 1 milyonu geçti.



## 19 Ekim

• Johns Hopkins Üniversitesinden elde edilen veriler, COVID-19 vakalarının dünya çapında 40 milyonu aştığını gösterdi.

## 11 Ekim

• Johnson & Johnson deneme çalışmalarındaki bir katılımcıda ortaya çıkan ve açıklanamayan bir rahatsızlık nedeniyle aşı denemelerini durdurdu.

## 22 Ekim

• Remdesivir, COVID-19'u tedavi etmek için tam FDA onayı alan ilk ilaç oldu.

## 23 Ekim

• AstraZeneca ve Johnson & Johnson, COVID-19 aşı denemelerine yeniden başladıklarını duyurdu.

## 5 Kasım

• Tamamen yerli ve milli olarak Erciyes Üniversitesi Aşı Araştırma ve Geliştirme Uygulama ve Araştırma Merkezinde (ERAGEM) COVID-19'a karşı geliştirilen ve Sağlık Bakanlığı tarafından desteklenen inaktif aşı adayının AR-GE çalışmaları tamamlandı. İnaktif aşı adayının etik kurul izni ve Sağlık Bakanlığından alınan onayların ardından Erciyes Üniversitesi İyi Klinik Uygulama ve Araştırma Merkezinde (İKUM) ilk dozu bir gönüllüye uygulanarak Faz I çalışmalarına başlandı.

## 9 Kasım

• Pfizer ve BioNTech, geliştirdikleri aşının %90 etkili olduğunu açıkladı.  
• FDA, Eli Lilly'nin monoklonal antikor tedavisi için acil kullanım izni verdi. Laboratuvarıda üretilen antikorlar, yeni enfekte olmuş kişilerde virüs seviyelerini düşürebiliyor ve hastaneye yatışı önleyebiliyor.

## 16 Kasım

• Moderna, geliştirdikleri aşının %95 etkili olduğunu açıkladı.

## 18 Kasım

• Yaklaşık 44.000 kişilik bir denemenin sonuçları, Pfizer ve BioNTech'in COVID-19 aşısının %95 etkili olduğunu gösterdi.

## 20 Kasım

• Pfizer ve BioNTech, aşılarının acil kullanım izni için FDA'ya başvuru yaptı.

## 23 Kasım

• AstraZeneca geliştirdiği aşının iki defa uygulanarak (ilkinde yarım doz, en az bir ay sonra gerçekleştirilen ikincisinde ise tam doz) yaklaşık %90 etkili olabildiğini açıkladı.

## 2 Aralık

• İngiltere Pfizer ve BioNTech aşısına acil kullanım için onay verdi.

## 10 Aralık

• Bağımsız danışma komitesi, Pfizer'in COVID-19 aşısına FDA tarafından acil kullanım izni verilmesini önerdi.  
• Tüm dünyada vaka sayısı 69 milyonu, ölüm sayısı da 1,5 milyonu geçti.



## 11 Aralık

- Sağlık Bakanı Dr. Fahrettin Koca ülkemizde COVID-19'a karşı 16 ayrı aşı çalışması yürütüldüğünü, yerli aşı adayları içinde inaktif, mRNA, vektör ve "virüse benzer parçacık" aşıları bulunduğunu, üç aşı adayının klinik aşamaya geldiğini, bir aşının da Faz I çalışmasının tamamlanmak üzere olduğunu duyurdu.
- Pfizer ve BioNTech tarafından geliştirilen COVID-19 aşısına FDA acil kullanım onayı verdi.

## 13 Aralık

- Pfizer ve BioNTech tarafından geliştirilen COVID-19 aşısına CDC onay verdi.

## 17 Aralık

- Sanayi ve Teknoloji Bakanı Mustafa Varank'ın katılımıyla, TÜBİTAK Başkanı Prof. Dr. Hasan Mandal'ın yönetiminde ve COVID-19 Türkiye Platformu'nun koordinasyonunda düzenlenen "Aşı ve İlaç Geliştirme Sanal Konferansına" katılan bilim insanları araştırmalarındaki aşı ve tedavi odaklı gelişmeleri paylaştılar.
- Türkiye'nin 50 milyon adet sipariş ettiği Çin menşeli koronavirüs aşısı CoronaVac'ın ilk dozunun 23 Aralık'ta sağlık çalışanlarına uygulanacağı açıklandı.

## 18 Aralık

- FDA'nın danışma kurulu, Moderna'nın geliştirdiği COVID-19 aşısının güvenli olduğunu açıklayarak aşının acil durumda kullanılmasına onay verilmesini tavsiye etti.

## 19 Aralık

- FDA Moderna'nın geliştirdiği COVID-19 aşısının kullanımını onayladı. Pfizer ve BioNTech aşısından sonra onay alan ikinci aşı oldu. ■

## 20 Aralık

- İngiltere'de yeni bir koronavirüs mutasyonu tespit edildi. Virüsün mutasyon nedeniyle daha hızlı yayıldığına dair endişeler var. Türkiye, Hollanda ve Fransa dâhil birçok ülke İngiltere'den seyahatleri yasakladı.

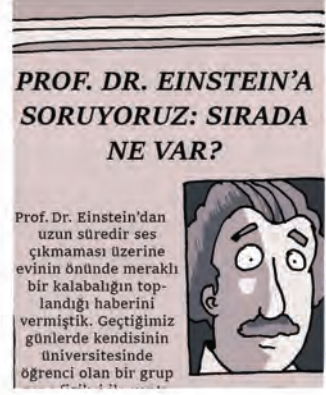
*Sevgili okurlarımız, dergimizin matbaa sürecini başlatacağımızdan zaman çizelgesini 20 Aralık'ta sonlandırmak zorunda kaldık. İlerleyen sayılarda COVID-19'a karşı geliştirilen aşı ve ilaç çalışmalarını sizler için ele almaya devam edeceğiz.*

### Kaynaklar

- <https://www.sciencenews.org/article/coronavirus-covid19-pandemic-timeline-events>
- <https://www.ecdc.europa.eu/en/covid-19/timeline-ecdc-response>
- <https://www.ajmc.com/view/a-timeline-of-covid19-developments-in-2020>
- <https://www.discovermagazine.com/health/the-pandemic-put-science-in-the-spotlight>
- [https://titck.gov.tr/storage/Archive/2020/announcement/BeerAlarnKlinikDDeerlendirilmesinelikinKlavuz\\_8b89348c-f0f0-45d4-b4d3-ab98b40fde0a.pdf](https://titck.gov.tr/storage/Archive/2020/announcement/BeerAlarnKlinikDDeerlendirilmesinelikinKlavuz_8b89348c-f0f0-45d4-b4d3-ab98b40fde0a.pdf)
- <https://www.erciyes.edu.tr/Duyuru-Haber/Universitemizde-Covid-19-Karsi-Gelistirilen-ERUCOV-VAC-Asi-Adayinin-II/16070>
- <https://www.medipol.edu.tr/haberler/doc-dr-guzel-covid-19a-karsi-ilk-yerli-sentez-ilaci-uretti>
- [https://kovkom.klu.edu.tr/dosyalar/birimler/kovkom/dosyalar/dosya\\_ve\\_belgeler/saglik\\_bakanligi/covid-19\\_rehberiv5-25subat2020.pdf](https://kovkom.klu.edu.tr/dosyalar/birimler/kovkom/dosyalar/dosya_ve_belgeler/saglik_bakanligi/covid-19_rehberiv5-25subat2020.pdf)

Sinancan Kara [ [btciigiroman@tubitak.gov.tr](mailto:btciigiroman@tubitak.gov.tr) ]

1924 YILINDA ALBERT EINSTEIN ÜNÜNÜN ZİRVESİNDEYDİ. GÖRELİLİK TEORİSİ İLE ARTIK BÜTÜN DÜNYA ONU TANIYORDU. YAŞADIĞI KENT OLAN BERLİN'DE DE GAZETECİLER PEŞİNİ BIRAKMIYORDU. ACABA BİR SONRAKİ KEŞFİ NE OLACAKTI?



ZAVALLI İNSANLARI BÜTÜN BİR AİLE BUZDOLABINDAN SIZAN GAZ YÜZÜNDEN ÖLMÜŞ, BU AY KAÇINCI BUZDOLABI ZEHİRLENMESİ HABERİ BU?



ÜNİVERSİTEDE TERMODİNAMİK KONUSUNDA ÇOK KABİLİYETLİ BİR ÖĞRENCİM VARDI. BEN ONA HEMEN ÜNİVERSİTEDE HOCA OLUP SORUMLULUK ALTINA GİRME, BENİM GİBİ BİR SÜRE PATENT OFİSİNDE ÇALIŞ, BÖYLECE FİZİK ÜZERİNE DÜŞÜNMEYE DAHA ÇOK VAKTİN OLUR DEMİŞTİM.



DİNLEMEDİ TABİİ. İLERİDEN SOLA DÖNECEBİZ.





BABA!

O ADAM GELDİ.  
HANI ŞU GAZETELERE  
ÇIKAN MEŞHUR ADAM...  
KAPIDA SENİ SORUYOR.

SELAM LEO! BÖLDÜBÜM İÇİN  
ÜZGÜNÜM AMA SANIRIM BİR  
FİZİKÇİNİN KADERİ SOYUT  
DÜŞÜNCELERE DALIP GİTMİŞKEN  
BİRDEN GÜNLÜK HAYATIN  
SORUNLARIYLA YÜZLEŞMEK.  
SANA BİR TEKLİFİM VAR.

BERABER  
BUZDOLABI  
YAPMAYA  
NE DERSİN?



MEVCUT SOĞUTMA SİSTEMLERİNDE ÜÇ  
SOĞUTUCU GAZ VAR, METİL KLORÜR,  
AMONYUM VE SÜLFÜR DİOKSİT.  
ÜÇÜ DE ZEHİRLİ. PİSTONLAR  
GAZLARI SIKIŞTIRIP ISITIYOR VE  
BUHARLAŞTIRIYOR.

KOLONİYANIN  
BUHARLAŞIRKEN  
SERİNLETMESİ  
GİBİ, DOLABI  
SOĞUTUYORLAR.  
FAKAT PİSTON  
TEHLİKELİ!

BİRKAÇ YIL ÇALIŞTIKTAN  
SONRA ÜÇ ADET PROTOTİP  
GELİŞTİRDİLER VE İCATLARINI  
MERAKLI KALABALIKLARA  
SUNMADAN ÖNCE SON  
BİR KEZ TOPLANDILAR.

SZILARD-EINSTEIN  
BUZDOLABININ EN ÖNEMLİ  
FARKI, SIZINTIYA YOL  
AÇAN PİSTONLU SİSTEM  
YERİNE KİMYASAL TEPKİME  
ENERJİSİ KULLANMASIYDI.

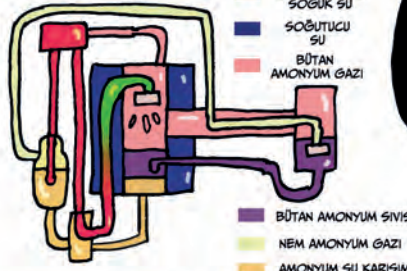


ADINIZIN BÖLYE BASİT BİR  
ÇALIŞMAYLA ANILMASINDAN RAHATSIZ  
OLMAZSINIZ UMARIM. ŞİMDİYE KADAR  
HEYECANDAN SORMADIM AMA  
ONCA ŞEY ARASINDA NEDEN  
BUZDOLABI YAPMAK  
İSTEDİNİZ?

HİÇ DE BASİT  
DEĞİL, BAK KAÇ  
SENERDİR  
ÜZERİNDE  
ÇALIŞIYORUZ.



BOŞVER ŞİMDİ BENİ.  
HAYDI, SUNUMDAN ÖNCE  
SON BİR KEZ ÜZERİNDEN  
GEÇELİM. NASIL  
ÇALIŞIYOR MÜTHİŞ  
BUZDOLABIMIZ?



PİSTON YERİNE KİMYASAL TEPKİME ISI  
KULLANIYORUZ. ISI KAYNAĞI GAZLARI VE  
SIVILARI TÜPLERDE TOPLANMAYA İTECEK.  
AMONYUM İLE KARŞILAŞAN BÜTAN BUHARLAŞIP  
ÇEVRESİNİ SOĞUTACAK. SONRA ORTA BÖLMEDE  
SU, AMONYUMU ABSORBE EDİP SIVI BÜTANİ  
AYRISTIRARAK DOLAŞIMINI SAĞLAYACAK.  
PİSTON GİBİ TAKILIR ÇIKARILIR PARÇALAR  
OLMAYACAĞI İÇİN NE SIZINTI OLACAK  
NE DE ZEHİRLENME!

ŞİMDİ ÖRENEBİLİR MİYİM,  
DÜNYA SİZDEN HER ŞEYİ  
DEĞİŞTİRECEK TEORİLER  
BEKLERKEN NEREDEN ÇIKTI  
BU BUZDOLABI?



HER ŞEYİ  
DEĞİŞTİRECEK  
TEORİLER  
GELİŞTİRMEK...  
BU ÇOK AĞIR BİR  
YÜK LEO. BEN DE  
İNSANIM.



İZAFİYET İLE, BÜYÜK TEORİLER  
İLE ÜĞRAŞMaktan YORULDUM.  
BİRAZ ARA VERMEK İSTEDİM.  
HEM ZEHİRLENEN İNSANLARI  
DÜŞÜNMEKTEN DE UYKULARIM  
KAÇIYORDU.



ALBERT EINSTEIN VE LEO SZILARD'IN  
GELİŞTİRDİĞİ BUZDOLABI, ZAMANININ  
TEHLİKELİ VE ÇEVREYİ KIRLETEN  
BUZDOLAPLARININ AKSİNE, ÇAĞIMIZIN  
STANDARTLARINDA ÇEVREYİ VE GÜVENLİ  
BİR BUZDOLABIDY. FAKAT ELEKTRİĞİN  
YAYGINLAŞMASINDAN SONRA YENİ ÇIKAN  
ELEKTRİKLİ BUZDOLAPLARI YÜZÜNDEN  
YAYGIN KULLANIM ŞANSI BULAMADI.  
FAKAT EN AZINDAN BU PROJE, STRESLİ  
ZAMANLARINDA EINSTEIN'A NEFES  
ALMA İMKANI VERMİŞTİ.

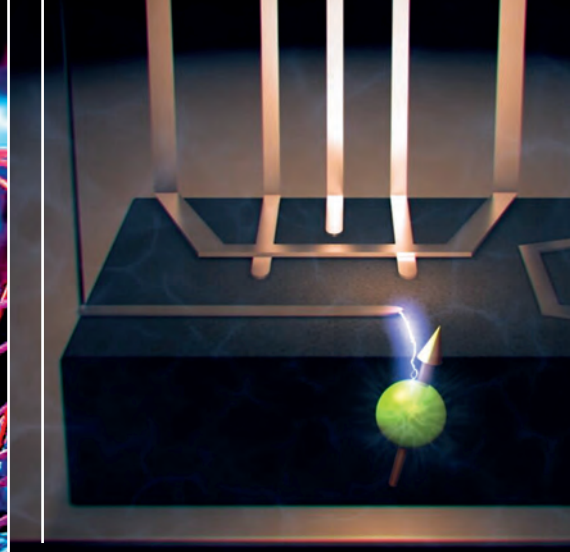
SON



# Bilim ve Teknolojide 2020

**M**uhtemelen çoğumuzun yaşadığı en sıra dışı yıl olan 2020'yi geride bıraktık. Geleneğimiz olduğu üzere bu Ocak sayımızda da sizler için geride kalan yılın en göze çarpan bilimsel ve teknolojik gelişmelerinden bazılarını içeren bir seçki hazırladık. Gerek kamuoyu gündeminde gerekse bilim ve teknoloji gündeminde Covid-19 pandemisi doğal olarak çok önemli bir yer tuttu. Yıl boyunca pandeminin çeşitli boyutlarını, pandemiyle ilgili güncel gelişmeleri ve bilimsel bilgileri sizlerle paylaşmaya çalıştık. Ayrıca bu sayımızda da pandemiyle geçen bir yılı özetleyen bir yazı bulabileceksiniz. Bu yüzden 2020'nin önemli bilimsel ve teknolojik gelişmeleri seçkimizde Covid-19 pandemisi dışında kalan konulara değinmek istedik. Böylece belki de pandeminin gölgesinde kalarak hak ettikleri ilgiyi elde edememiş ya da hak ettikleri ölçüde duyulmamış farklı konulardaki araştırmalardan daha fazla okurumuzun haberdar olmasını sağlayabiliriz. Sağlıklı bir yıl dileklerimizle sizleri seçkimizle baş başa bırakıyoruz...





Atom çekirdeğinin elektrik alanla kontrolünün temsili bir çizimi

# 1

## **DeepMind'in Yapay Zekâsı Proteinlerin Üç Boyutlu Yapısını Tahmin Ediyor**

Birleşik Krallık merkezli DeepMind adlı şirketin geliştirdiği AlphaFold adlı yapay zekâ sistemi, sadece aminoasit dizilimi bilgisinden yola çıkarak proteinlerin üç boyutlu yapısını doğru şekilde belirlemeyi başardı. AlphaFold, bu alandaki bir yarışmada, normalde pahalı ve zaman alan laboratuvar deneyleriyle elde edilebilen sonuçların üçte ikisini doğru şekilde elde etmeyi başardı. Neredeyse tüm yaşamsal süreçler proteinlerin işleyişine bağlı. Proteinler bir aminoasit zincirinin, aminoasit dizilimine bağlı olarak özel bir şekilde katlanmasıyla işlevsel hâle geliyor. Ancak neredeyse yarım yüzyıldır süren çabalara rağmen proteinlerin üç boyutlu yapısının sadece aminoasit diziliminden yola çıkılarak bu kadar yüksek bir doğruluk oranıyla tahmin edilmesi mümkün olmamıştı. Bu gelişme yaşam bilimlerinde çığır açıcı olabilir.

# 2

## **Akış Hâlindeki Tek Elektronlardan Tek Fotonlar Elde Eden Sistem**

Cambdridge Üniversitesi araştırmacıları, tek elektronları özel olarak tasarlanmış ışık yayan diyot (LED) içinde hareket ettirerek tek fotonlar üretmeye yarayan yeni bir teknik geliştirdi. Tekniğin kuantum iletişimi ve kuantum hesaplama gibi alanların gelişimine katkı sağlayabileceği düşünülüyor. Tek bir foton, yani ışığın temel parçacığı, yüzlerce kilometrelik mesafelere bir kuantum biti taşıyabilir. Dolayısıyla tek bir foton üretebilen bir kaynak pek çok kuantum teknolojisi için önemli bir yapı taşıdır. Yeni teknikle daha öncekilerden farklı olarak rastgele oluşan kuantum noktalarına ya da elmaslardaki yapısal kusurlara gerek duyulmadan kontrolü bir şekilde tek foton üretiliyor. Tekniğin ileride tek fotonların "uçan" kubitler olarak kullanılacağı büyük ölçekli kuantum hesaplama ağlarının oluşturulmasında faydalı olabileceği düşünülüyor.

# 3

## **Atom Çekirdeğinin Sadece Elektrik Alanla Kontrolü Başarıldı**

University of New South Wales'ten bir mühendis ekibi tek bir atomun çekirdeğini sadece elektrik alanları kullanarak kontrol etmeyi başardı. Bunun mümkün olabileceği kuramsal olarak ilk kez 1961'de ortaya konmuştu. Çekirdek dönüşünün manyetik alanlar yerine elektrik alanlarla kontrol edilebilmesinin çok yaygın etkileri olması bekleniyor. Manyetik alanları üretmek için büyük makaralar ve yüksek akımlar gerekirken elektrik alanlar minik bir elektrotun ucunda oluşturulabiliyor. Bu da nanoelektrik cihazlara yerleştirilen atomların tek tek kontrol edilmesini sağlayabilir. Keşfin kuantum bilgisayarların ve hassas algılayıcıların geliştirilmesinden kuantum fiziğinin doğasına ilişkin temel sorulara yanıt aranmasına kadar farklı alanlarda faydalı olabileceği düşünülüyor.



UNSW/Tony Melov

## 4

### **Bir Kuantum Radarı Prototipi Üretildi**

Avusturya Bilim ve Teknoloji Enstitüsünden bir araştırma ekibi nesne tespit yöntemi olarak kuantum dolanıklığını kullandıkları yeni bir tür radar geliştirdi. Kuantum dolanıklığı iki parçacığın birbirlerinden ne kadar uzakta olursa olsunlar aynı fiziksel özellikleri paylaşarak bağlantıda kaldıkları fiziksel bir olgu. Farklı üniversitelerden araştırmacılarla da iş birliği yapan ekip mikrodalga kuantum aydınlatması adlı teknolojiyi kuantum radarı olarak da bilinen bir prototiple hayata geçirdi. Bu teknolojiye dolanık mikrodalga fotonları tespit yöntemi olarak kullanılıyor. Kuantum radarı klasik radar sistemlerinin yetersiz kaldığı gürültülü ısı ortamlarda nesne tespiti yapabiliyor. Yeni teknoloji aşırı düşük güçle çalışan biyomedikal görüntüleme teknolojilerinde ve güvenlik tarayıcılarında kullanılma potansiyeline sahip.

## 5

### **Dünyanın En Büyük Füzyon Deney Reaktörü Kuruluyor**

Dünyanın en büyük nükleer füzyon deney düzeneği, geçtiğimiz yılın temmuz ayında Güney Fransa'da kurulmaya başlandı. Uluslararası iş birliği ile yürütülen Uluslararası Termönükleer Deneysel Reaktör (ITER) adlı projenin amacı füzyon gücünün ticari ölçekte güvenli ve sürdürülebilir biçimde üretilebileceğini göstermek. Füzyon hafif atom çekirdeklerinin birleşip daha ağır çekirdekler oluşturduğu ve bu sırada etrafa büyük bir enerjinin yayıldığı nükleer sürecin adı. Güneş ve diğer yıldızlar da enerjilerini bu süreçten alıyor. Projenin temel zorluğu reaktör tankının içinde tutulması ve muazzam bir manyetik alanla kontrol edilmesi gereken bu enerjiden yararlanmayı sağlayacak bir makine inşa edilmesiydi. Füzyon yöntemi zehirli atıklar, sera gazları ve uzun ömürlü radyoaktif atıklar ortaya çıkarmadığı için temiz bir enerji kaynağı olarak kabul ediliyor. ITER'in ilk deneylerinin 2025'te başlaması hedefleniyor.

## 6

### **Tropikal Ormanların Karbon Soğurumu Hızla Azalıyor**

Yaklaşık 100 araştırma kurumunun iş birliğiyle 30 yıldır sürdürülen bir analize göre, tropikal ormanların atmosferden karbondioksit soğurma yeteneği giderek azalıyor. Afrika'daki ve Amazonlar'daki toplam 565 bozulmamış orman üzerindeki uzun vadeli incelemeler, bütün hâldeki tropikal ormanların karbondioksit soğurumunun 1990'larda en üst düzeye ulaştığını, 2010'larda ortalama olarak üçte bir oranında azaldığını ve bir azalma eğiliminin sürdüğünü gösterdi. Fazla karbondioksit ağaçların büyümesini hızlandırırsa da yüksek sıcaklıklar ve kuraklık büyümeyi yavaşlatıp ağaçların ölümüne neden olarak bu olumlu etkiyi yok ediyor. Yapılan modellemelere göre 2030'ların ortalarına gelindiğinde Afrika'daki ormanların karbon soğurumunun ciddi ölçüde azalacağı ve hatta Amazonlar'ın karbon soğurmak bir yana karbon kaynağı hâline geleceği öngörülüyor.





# 7

## **En Sıcak On Yıllık Periyod: 2010-2019**

Altmışın üzerinde ülkeden toplam 520 bilim insanı tarafından oluşturulan “State of the Climate 2019” başlıklı iklim raporuna göre, 2010-2019 aralığı, uzun vadeli ortalamaya göre 0,39 °C’lik bir artışla küresel ölçekte kaydedilmiş en sıcak on yıl, 2019 da kaydedilmiş en sıcak ikinci ya da üçüncü yıl oldu. Rapor, artan sıcaklıkların gezegeni ve insan yaşamını ne şekillerde etkilediğine ilişkin çarpıcı bulgular da sundu. Rapora göre deniz yüzeyi sıcaklıklarının en yüksek ikinci değeri 2019’da kaydedildi. Sera gazı düzeyleri 2019’da rekor düzeye ulaştı. 2019 ayrıca Kuzey ve Güney Kutup bölgelerinin yaşadığı en sıcak ikinci yıl oldu. Tüm dünyada iklim krizinin sonuçları hissedilmeye başladı.

# 8

## **Gizemli Matematiksel Köprüde Çığır Açıcı Gelişme**

Bilim insanları matematik dünyasındaki iki uzak alan arasındaki bağlantıyı kuvvetlendiren önemli keşifler yaptılar. Ünlü matematikçi Andrew Wiles 1990’lı yıllarda “Fermat’ın son teoremi” diye bilinen teoremi ispatladığında, matematikte birbirinden çok uzak iki kıta gibi görünen iki alan (Diophantine Denklemleri ile otomorfik formlar) arasında bir köprü (Langlands Köprüsü) kurulabilmesi ümidi ni doğuran ilk bağlantıyı sunmuştu. Wiles’in ispatının ardından çok sayıda matematikçi kariyerini söz konusu köprüyü geliştirmeye adanmıştı. Ancak bu çalışmalar bir türlü aşılamayan bir engelle takılmış durumdaydı. Geçtiğimiz yıl yayımlanan iki makale, bu engelin aşılmasını sağladı. 1960’ların sonunda ünlü matematikçi Robert P. Langlands öncülüğünde başlatılan Langlands Programı adlı çok kapsamlı bir matematiksel araştırma seferberliği kapsamında yürütülen çalışmalar şimdiden birtakım yeni keşiflerin önünü aç-

tt. Langlands Köprüsü gibi köprülerin en önemli faydalarından biri bir alanda çözümsüz görünen kimi problemlerin bu tür köprüler aracılığıyla bir başka alana aktararak çok daha kolay bir şekilde çözülebilmesi.

# 9

## **50 Yıllık Matematik Problemini Bir Doktora Öğrencisi Çözdü**

Conway düğümü olarak bilinen eli yıllık bir matematik problemi Lisa Piccirillo adlı doktora öğrencisi tarafından çözüldü. 1970’te efsanevi matematikçi John Conway tarafından ortaya atılan problem, Conway düğümü olarak bilinen karmaşık geometrik nesnenin daha yüksek boyutlu bir düğümün bir dilimi olup olmadığıyla ilgili. Düğümün dilim olup olmadığı sorunsalı düğüm kuramcılarının daha yüksek boyutlu uzaylardaki düğümlerle ilgili baktıkları ilk olağan sorulardan biri. Piccirillo, Conway düğümü problemiyle 2018 yazında bir topoloji konferansında karşılaştı. Problem bir doktora öğren-

cisi olarak o surlar geliştirmekte olduğu bazı teknikler için iyi bir deneme alanı gibi göründü. Bir hafta içinde ise Piccirillo problemi çözmeyi başardı: Conway düğümü dilim değıldi. İspatı 2020 Şubatı'nda en prestijli matematik dergilerinden Annals of Mathematics'te yayımlandı ve bu başarısı Piccirillo'nun Massachusetts Institute of Technology'den öğretim üyeliğı teklifi almasını sağladı.

## 10

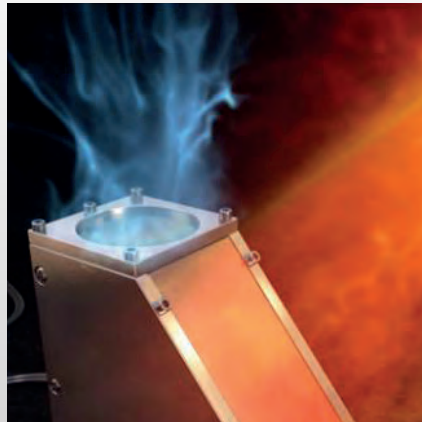
### **Tek Bir Molekülle Görünür Işık Tayfının Tamamından Enerji Toplanıp Hidrojen Üretildi**

Bilim insanları ilk defa güneş ışığını verimli şekilde soğurabilen ve güneş enerjisinden hidrojen elde edilmesini sağlayan bir katalizör olarak işlev görebilen tek bir molekül geliştirdi. Bu yeni molekül görünür ışık tayfının tamamından enerji toplayabiliyor ve mevcut güneş hücrelerinin yapabildiğinden %50 daha fazla enerji elde edebiliyor. Güneş enerjisini toplayarak hidrojen gibi bir yakıtı aktarmak için kimyasal tepkimeleri hızlandıran katalizör adı verilen unsurlara ihtiyaç duyuluyor. Güneş enerjisinden hidrojen elde etmeye yönelik önceki girişimlerde iki ya da daha fazla molekülden oluşan katalizörler kullanılmış ancak her aktarımda bir miktar enerji kaybolduğı için çoklu moleküllere dayalı bu sistemler düşük verimlilik göstermişti. Yeni geliştirilen molekül, fosil yakıtlardan sürdürülebilir enerji kaynaklarına geçişte faydalı olabilir.

## 11

### **Yeni Bir Pasif Soğutma Cihazı Geliştirildi**

Güney Koreli araştırmacılar ilk kez pasif ışınma yapan bir cihaz geliştirdi. Cihaz kapalı bir ortamdaki ısıyı soğurup bu ısıyı dışarıya yayıyor. "Janus emitter" ya da kısaca JET adı verilen cihaz mikro ölçekte dokulandırılmış bir kuartz alt katman üzerine yerleştirilen gümüş (Ag) ve polidimetilsiloksan (PDMS) tabakaları içeriyor. JET'in her bir yüzü kapalı boşlukları pasif olarak soğutmaya yarayan özgül niteliklere sahip. İç yüzeyi kapalı boşluğun içinden geniş bir dalga boyu aralığındaki termal ışınımı soğuruyor. Dış yüzeyi de bu enerjiyi, yayıcılığın azami düzeye çıkmasını sağlayan seçici bir frekans aralığında atmosfere yayıyor. Bu teknoloji, araçların ve binaların içlerini soğutmanın yanı sıra güneş hücrelerinin elektrige gerek duyulmadan soğutulmasında da kullanılabilir.

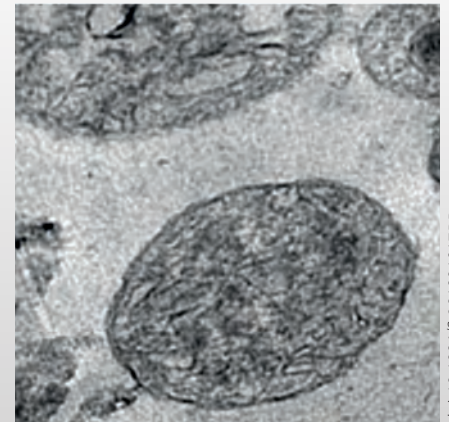


Pasif soğutma cihazının prototipi

## 12

### **Kanda Hücre Dışında Bütün ve İşlevsel Hâlde Mitokondriler Keşfedildi**

Montpellier Kanser Araştırma Merkezinden araştırmacılar kanda bütün hâlde işlevsel mitokondriler bulunduğunu ortaya çıkardı. Araştırmacılar sağlıklı bir insanın kan plazmasında mitokondriyel DNA'nın çekirdek DNA'sına göre 50.000 kat daha fazla miktarda bulunduğunu yönündeki daha önce ortaya konmuş bulgulardan yola çıktı. Araştırmacılar mitokondriyel DNA'nın kanda bu şekilde belirlenebilir ve ölçülebilir olabilmesi için dayanıklı bir yapı içinde korunuyor olması gerektiğini düşündü. Yaklaşık 100 kişinin kan plazmaları üzerinde yapılan incelemeler sonucunda bütün hâlde mitokondri genomları içeren çok dayanıklı yapılar keşfedildi. Elektron mikroskobu incelemeleri sonunda da bunların bütün hâldeki işlevsel mitokondriler olduğu anlaşıldı. Keşfin fizyoloji bilgimize yapacağı katkıların yanı sıra belirli hastalıkların teşhis, izleme ve tedavisinde de gelişmeler sağlayabileceği düşünülüyor.



Kanda serbest halde bulunan mitokondrilerin elektron mikroskobu görüntüsü

# 13

## **Kalp Krizine Neden Olan Plakları Parçalayan Nanoparçacık**

Michigan State ve Stanford üniversitelerinden araştırmacılar kalp krizlerine neden olan plakların kısmen (içten dışa doğru) aşınmasını sağlayan bir nanoparçacık geliştirdi. Çalışma prensibi itibarıyla "Truva atı"na benzeyen nanoparçacık belirli bir bağışıklık hücresi tipine, monositlere ve makrofajlara yönelik yüksek seçiciliği nedeniyle aterosklerotik (damar sertleşmesiyle ilgili) plaklara yöneliyor. Bu plaklardaki makrofajların içine girince de hücrenin hücresel kalıntıları yutup sindirmesini tetikleyen bir etken madde salgılıyor. Böylece plağın merkezindeki hastalıklı ya da ölü hücrelerin temizlenmesini sağlıyor. Sonuçta makrofajların harekete geçirilmesiyle plak boyutu küçültülmüş ve dengede tutulmuş oluyor. Araştırmacılar geliştirdikleri nanoparçacıkla gelecekte çoğu kalp krizi türünün asgari düzeyde yan etkiyle önlenebileceğini umuyor. Kalp krizi şu anda küresel ölçekte en yaygın ölüm sebebi.



# 14

## **En Zengin Biy çeşitlilik Merkezleri İklim Değişiminden Kaynaklı Tehditler Altında**

Uluslararası bir araştırma ekibi tarafından yayımlanan bir rapor 100'den fazla yerde tropikal ormanların ve mercan resiflerinin kasırgalar, seller, sıcak hava dalgaları, kuraklıklar ve yangınlar gibi uç iklim olaylarından nasıl etkilendiğini ortaya koydu. Tropikal ormanlar ve mercan resifleri gezegenimizin en zengin biyoçeşitlilik merkezleri arasında yer alıyor ve milyonlarca insanın yararlandığı ekosistem hizmetleri sağlıyor. Araştırmacılara göre, iklim değişimi tropikal bölgelerde uç iklim olaylarının daha sık ve daha şiddetli gerçekleşmesine yol açmakla kalmayıp bunların daha önce rastlanmamış ölçüde olumsuz ekolojik sonuçlar doğurmasına da neden oldu. Raporda ayrıca tropikal ormanların ve mercan resiflerinin uç iklim olaylarına bağlı zincirleme etkilere maruz kaldığı da gösteriliyor. Raporda tüm bu etkilerin yerel çözümlerle değil ancak sera gazı salımlarını azaltmaya yönelik uluslararası eylemlerle bertaraf edilebileceği de vurgulanıyor.

# 15

## **Toplu Tür Yok Oluşu Hızlanıyor**

*Proceedings of the National Academy of Sciences*'ta yayımlanan bir araştırmaya göre, karasal omurgalı türleri arasındaki tür yok oluş hızı önceki tahminlerden önemli ölçüde daha yüksek ve toplu yok oluşların önlenmesi için eyleme geçilmesinin aciliyeti de tahmin edilenden çok daha büyük. Öyle ki eyleme geçilmez ise 10-15 yıl içinde yok oluşun geri dönülemez bir noktaya ulaşacağı tahmin ediliyor. Araştırmada yok olmanın eşliğindeki ve yakın zamanda yok olmuş türlere ilişkin veriler değerlendirildi ve 2015'te bir grup bilim insanının başladığını iddia ettiği altıncı toplu tür yok oluşunun muhtemelen hızlandığı sonucuna varıldı. Araştırmada, tür yok oluşlarının başka türlerin de yok olmasını tetiklediği öne sürülerek dünya çapında son derece acil olarak önlemler alınması gerektiği vurgulanıyor.





2014'te Brezilya'nın Sao Paulo şehrine düşen bir dev yıldırım



# 16

## **İki Dev Yıldırım Rekor Olarak Kaydedildi**

Geçtiğimiz yıllarda gerçekleşen iki dev yıldırım düşmesi olayının rekor niteliği taşıdığı resmi olarak doğrulandı. 31 Ekim 2018'de Brezilya'ya düşen yaklaşık 700 kilometre uzunluğundaki yıldırımın şimdiye kadar kaydedilmiş en uzun yıldırım olduğu doğrulandı. 4 Mart 2019'da Arjantin'e düşen yıldırımsa 16,73 saniyelik süresiyle en uzun süreli yıldırım olarak kayda geçti. Dünya Meteoroloji Örgütünden araştırmacılar yeni yıldırım rekorlarını doğrulamak için uydu görüntülerinden yararlandı. Normalde yıldırımlar birkaç kilometre uzunluğunda oluyor ve sadece bir-iki saniye sürüyor. Rekorlara konu olan dev yıldırımlarsa yatay olarak yayılan karmaşık yıldırım ağları biçiminde ortaya çıkıyor. Yeni araştırmalar dev yıldırımların bilim insanlarının düşündüğünden daha sık oluştuğuna işaret ediyor.

# 17

## **Sürdürülebilirlik Sertifikalı Palm Yağı Üretimi Memeli Habitatlarını ve Tropikal Ormanları Tehdit Ediyor**

*Science of the Total Environment* dergisinde yayımlanan bir araştırma, sürdürülebilirlik sertifikalı palm yağı üretim faaliyetlerinin son 30 yıl içinde Borneo ve Sumatra'da büyük memelilerin habitatlarını ve tropikal ormanları işgal ettiğini ortaya koydu. 2004'te palm yağı endüstrisi paydaşlarının bir yuvarlak masa toplantısıyla (RSPO) başlattığı hareketle RSPO üyesi üreticiler sürdürülebilirlik sertifikalı üretime başlamış ve bazı araştırmalarda bu hareketin ormansızlaşmayı azalttığı iddia edilmişti. Söz konusu araştırmada ise son 36 yılı kapsayan yüksek çözünürlüklü uydu görüntüleri üzerinde yapılan ayrıntılı incelemeler, şu anda sertifikalı üretim yapılan palmye fidanlıkları ve ikmal üslerinin 1990'larda büyük memelilerin habitatı olan yerlerde ve 30 yıldan kısa bir süre önce biyoçeşitlilik bakımından zengin tropikal orman alanlarında bulunduğunu gösterdi.

# 18

## **Yeni Gine Dünyanın En Zengin Floraya Sahip Adası**

*Nature*'da yayımlanan bir araştırmada Yeni Gine'nin dünyanın en zengin bitki çeşitliliğine sahip adası olduğu ortaya kondu. Uluslararası iş birliğiyle yapılan araştırmada adanın ana karasında ve onu çevreleyen adacıklarda yaklaşık üçte ikisi bölgeye özgü (endemik) olan toplam 13.634 damarlı bitki türü olduğu tespit edildi. Çevrim içi kataloglar, kurumların koleksiyonları ve taksonomi uzmanlarının veri kümeleri gibi çok çeşitli kaynaklardan yararlanılarak oluşturulan tür listesi 99 Yeni Gine florası uzmanı tarafından da kontrol edildi. Bu güvenilir liste biyocoğrafya ve ekoloji araştırmalarının geliştirilmesini sağlamanın yanı sıra taksonomi uzmanlarının daha fazla tür keşfetmesine yardımcı olacak.



## 19

### **İklim Değişimi ve Arazi Kullanımı Su Aşındırmasına Bağlı Toprak Erozyonunu Hızlandırıyor**

*Proceedings of the National Academy of Sciences*'ta yayımlanan bir araştırmanın sonuçlarına göre su aşındırmasına bağlı toprak erozyonu, iklim değişimi ve yoğun toprak tarımının etkisiyle önümüzdeki 50 yıl içinde tüm dünyada büyük bir artış gösterecek. Toprak erozyonu çok kapsamlı sonuçlar doğuruyor. Örneğin verimli toprağın kaybedilmesine ve tarımsal üretkenliğin düşmesine neden olarak dünya nüfusu için gerekli gıda tedarikini tehlikeye sokuyor. Araştırmacılar öngörülerini Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli (IPCC) tarafından kullanılan üç farklı iklim senaryosuna dayalı olarak ortaya koydu. Simülasyonlar, 2015'teki rakamlara göre, 2070'e gelindiğinde toprak erozyonunun %30 ila %66 artış göstereceğini öngörüyor. Araştırmacılar yaptıkları öngörülerin karar vericileri tedbir alma konusunda teşvik etmesini umuyor.

## 20

### **Yaşayan Gezegen İndeksi'ne Göre Doğal Yaşam Keskin Bir Düşüş İçinde**

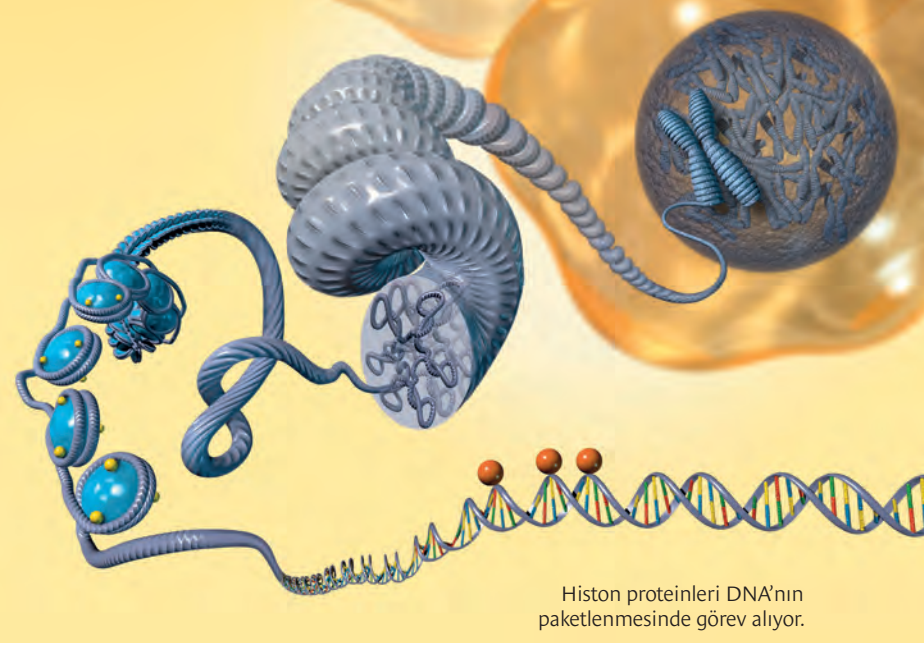
Dünya Doğa Koruma Vakfı (WWF) ile Londra Zooloji Derneği iş birliğiyle yayımlanan Yaşayan Gezegen Raporu'na göre küresel ölçekte hayvan popülasyonları aşırı tüketim yüzünden 50 yıldan az bir zaman zarfında üçte ikiden fazla oranda düşüş gösterdi. 4000'den fazla omurgalı türü takip edilerek oluşturulan Yaşayan Gezegen İndeksi'ne göre, ormansızlaşmadaki artış ve tarım alanlarının genişlemesi 1970-2016 arasında popülasyonlarda görülen ortalama %68'lik düşüşün ana nedeniydi. Yaşayan Gezegen İndeksi'ndeki en büyük düşüş (%94) ise Amerika'nın tropikal alt bölgelerinde görüldü. Rapora göre günümüzde doğal kaynakları tüketim hızımız gezegenin kendini yenileyebilme hızının bir buçuk katına ulaşıyor.

## 21

### **CRISPR-Cas9 Tedavisi Doğrudan Bir Hastanın Vücuduna Uygulandı**

Bilim insanları CRISPR-Cas9 gen değiştirme yönteminin ilk kez doğrudan insan vücudunda kullanıldığı bir klinik deneme başlattı. BRILLIANCE adı verilen deneme doğuştan gelen bir göz hastalığı olan LCA 10'u tedavi etmeyi hedefliyor. CRISPR-Cas9 yöntemi daha önce de hastaları tedavi etmeye yönelik klinik denemelerde kullanılmıştı ancak o denemelerde hastaların hücreleri vücut dışına çıkarılıyor, genetik değişiklik laboratuvar ortamında yapılıyor ve daha sonra hücreler tekrar vücuda yerleştiriliyordu. BRILLIANCE bir gen değiştirme yönteminin doğrudan insan vücudunda ilk uygulaması değil, zira 2017'de başka bir yöntem Hunter sendromlu bir hastaya uygulanmıştı. Ancak ön sonuçları ümit verici olan bu deneme 2012'de keşfedilmesinden bu yana gen değiştirme araştırmalarında âdeta çığır açan CRISPR-Cas9 tarihinde bir dönüm noktasını temsil ediyor.





Histon proteinleri DNA'nın paketlenmesinde görev alıyor.

## 22

### **Bakterileri Farklı Bir Şekilde Öldüren Yeni Antibiyotikler Keşfedildi**

Bilim insanları bakterilere farklı bir mekanizmayla saldıran yeni bir grup antibiyotik keşfetti. Bu, antimikrobiyal dirençle mücadele için ümit verici bir gelişme. Yeni keşfedilen korbo-misin ve daha önce bilinen bir gliko-peptit olan komplestatin antibiyotikleri, hücre duvarının işlevini bloke ederek bakterileri öldürüyor. Sonuçları *Nature*'da yayımlanan araştırmada bu yeni antibiyotiklerin farelerde ilaç dirençli *Staphylococcus aureus* enfeksiyonlarını durdurabildiği de gösterildi. Araştırmacılar bilinen gliko-peptitlerin soy ağaçlarını inceleyip kendisine karşı direnç mekanizması geliştirilmemiş olan gliko-peptit gruplarına odaklandı. Bunlardan antibiyotik özellik gösterenlerin bakterilere bilinen antibiyotiklerden muhtemelen farklı bir şekilde saldıracağı öngörüsüyle yola çıktılar. Bu yaklaşımın farklı mekanizmalarla işlev gören başka yeni antibiyotiklerin keşfi için de faydalı olabileceği düşünülüyor.

## 23

### **Fiziksel Kuvvet Tek Başına Gen Etkinliğini Tetikleyebiliyor**

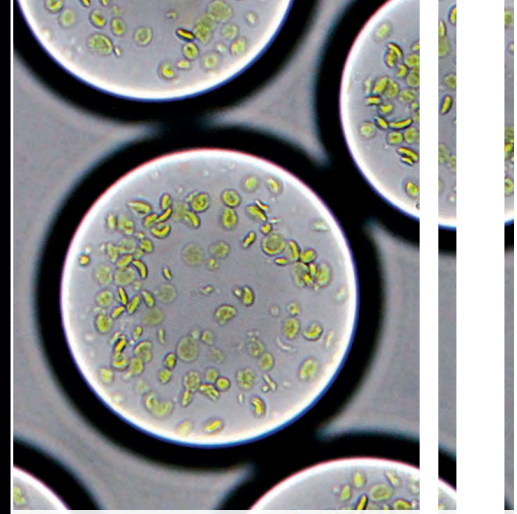
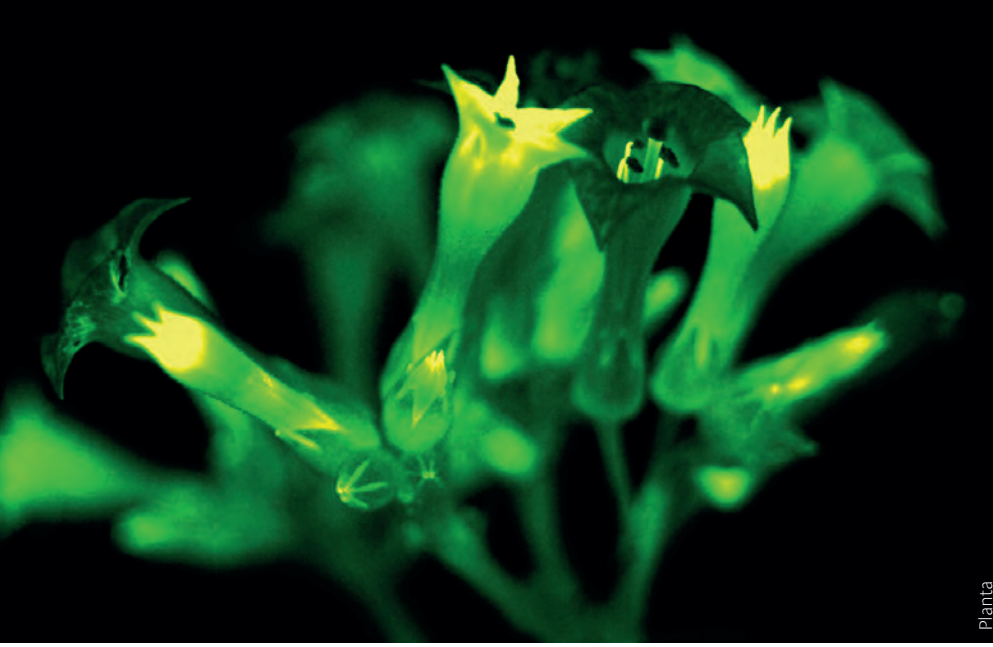
*Science Advances*'te yayımlanan bir araştırmada hücrelerin fiziksel kuvvete maruz kalmasının tek başına bazı genlerin etkinliğini tetikleyebildiği gösterildi. Gen etkinleşmesinin bir hücre fiziksel kuvvete maruz kaldıktan milisaniyeler sonra, yani gen etkinleştirici kimyasal bir sinyalin ilerleyebileceğinden yüz kat daha hızlı biçimde başladığı görüldü. Araştırmacılar deneylerinde insan hücrelerinin soluma, egzersiz ve ses çıkarma gibi etkinlikler sırasında maruz kalabileceği ölçekte fiziksel kuvvetler kullandı. Fiziksel kuvvete bağlı gen etkinleşmesinin enzimler ya da sitoplazmadaki sinyalci moleküller gibi herhangi bir aracının işlevi olmadan gerçekleştiği görüldü. Araştırmacılar fiziksel kuvvetin gen etkinliği üzerindeki etkisinde histon proteinlerinin etkili olduğunu gösterdi. Histon proteinleri DNA'yı sarmalayarak çekirdek içinde paketlenmesinde görev alıyor.

## 24

### **Kandaki Demir Düzeyi Sağlıklı Yaşlanma ve Uzun Yaşamada Önemli Olabilir**

Bir milyondan fazla insanın genetik verileriyle yapılan uluslararası bir çalışmada insan ömrü ve yaşlanma ile ilgili araştırmalarda önem taşıyan üç parametre (yaşam süresi, sağlıklı yaşam süresi ve çok uzun ömürlü olma) üzerinde etkili olduğu görülen 10 genom bölgesi saptandı. Sonuçları *Nature Communications*'ta yayımlanan araştırmada belirlenen gen kümeleri arasında demirle ilgili olanların ön plana çıktığı görüldü. Bu bulgu, kandaki demir miktarının sağlıklı düzeylerde tutulmasının sağlıklı yaşlanma ve uzun yaşama için önemli bir faktör olduğunu düşündürüyor. Araştırmacılar tespit ettikleri 10 genom bölgesinin yaşlanmayla ilgili araştırmalar için potansiyel hedefler sunduğunu düşünüyor. Bulguların yaşa bağlı hastalıkları azaltmaya yönelik ilaçlar geliştirilmesine, sağlıklı yaşam süresinin uzatılmasına ve hastalüksüz olarak ileri yaşlara erişme şansının artırılmasına katkıda bulunması umuluyor.





Sentetik kloroplast özelliği gösteren 90-mikrometre çaplı mikroakışkan damlacıklar  
T. Miller/Max Planck Institute for Terrestrial Microbiology; T. Beneyton/University Of Bordeaux

Planta

## 25

### Canlı Bitkilerde Sürdürülebilir Biyoişım

Bilim insanları bitkilere biyoişım yapan (biyokimyasal süreçlerle ışım yapan) mantar türü *Neonothopanus nambi*'den genler aktararak şimdiye kadar bitkilerde elde edilen en parlak biyoişımı sağlamayı başardı. Üstelik bu biyoişım dışarıdan herhangi bir kimyasal madde eklenmesine gerek kalmadan bitkinin yaşamı boyunca devam ediyor. Araştırmacılar mantarlarda bulunan biyoişımın metabolik olarak bitkilerde yaygın olan bazı doğal süreçlerle benzer bir mekanizma sonucunda oluştuğu bulgularından yola çıktı. Elde edilen biyoişım bilim insanlarının bitkilerin işleyişlerini anlamaya yönelik gözlemlerinde fayda sağlayabilir. Ayrıca keşfin pratik ya da estetik amaçlarla da kullanılacağı düşünülüyor. Bu konudaki en fantastik hayal ise bu yöntemle oluşturulacak ışık yayan ağaçlarla sokakların aydınlatılması!

## 26

### Yapay Kloroplast Güneş Işığı Kullanarak Karbondiyoksiti Organik Moleküllere Dönüştürüyor

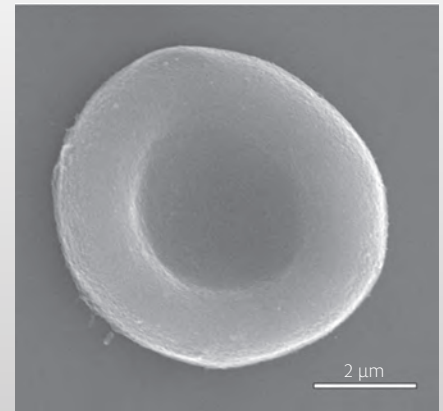
Max Planck Mikrobiyoloji Enstitüsünden bir araştırma ekibi yapay kloroplastlar oluşturmayı başardı. Yapay kloroplastlar bir sera gazı olan karbondiyoksiti soğurup ışık enerjisi kullanarak organik moleküllere dönüştürebiliyor. Araştırmacılar ıspanak bitkisinden elde ettikleri tilakoidlerle (kloroplastın içinde fotosentezin ışığa bağlı tepkimelerinin gerçekleştiği zarla çevrili kısmı) dokuz farklı organizmaya ait enzimleri, kloroplastlara benzeyen mikroakışkan damlacıklar içinde bir araya getirerek hücre dışında çalışabilen yapay kloroplastlar elde etti. Araştırmacılar "sentetik kloroplast" mikro-damlacıklarının gelişmiş ya da doğada hiç görülmeyen fotosentetik süreçler gerçekleştirmek üzere programlanabileceğini belirtiyor. Bu yolla küçük moleküllerin ya da

ilaçların sentezinden atmosferdeki karbondiyoksiti tutmaya yarayacak yapay biyolojik sistemlere kadar çeşitli potansiyel uygulamalar tasarlanabilir.

## 27

### Yeni İşlevler de Görebilen Sentetik Kırmızı Kan Hücreleri Üretildi

Bilim insanları doğal kırmızı kan hücrelerinin tüm yeteneklerine ve fazladan birkaç özelliğe daha sahip sentetik kırmızı kan hücreleri oluşturdu. İnsanlardan alınan kırmızı kan hücrelerini bir çeşit kalıp olarak kullanarak oluşturdukları yapay hü-



DOI: 10.1021/acsnano.9b08714s

Yapay kırmızı kan hücresinin elektron mikroskobu görüntüsü

reler boyut, şekil ve yüzey proteinleri açısından doğal hücrelere benziyor ve damar modelleri içinde şekillerini kaybetmeden sıkışarak ilerleyebiliyor. Sentetik kırmızı kan hücrelerinin model farelerin kan dolaşımında 48 saatten uzun süre herhangi bir toksite göstermeden dolaşabildiği gösterildi. Araştırmacılar yapay hücrelere hemoglobinin, bir kanser ilacı, bir toksin algılayıcı ya da manyetik bir nanoparçacık yükleyerek bu hücrelerin çeşitli yükleri taşıma potansiyelini gösterdi. Yapay hücrelerin bakteriyel toksinler için bir çeşit yem olarak kullanılabileceği de gösterildi. Araştırmacılar hücrelerin kanser tedavisi ve toksinlere yönelik biyoalgılama gibi tıbbi uygulama potansiyellerini araştırmayı planlıyor.

## 28

### **Plastikleri Sindiren Enzim Karışımı Plastik Atıklar İçin Ümit Kaynağı**

Daha önce plastik parçalayan bir enzim olan PETaz'ı genetik mühendisliği yöntemleriyle geliştiren bilim insanları, şimdi de plastikleri altı kat daha hızlı sindirebilen bir enzim karışımı hazırladı. PETaz'ın bulunduğu bakteride yer alan ikinci bir enzim olan MHETaz, plastik sindirimini hızlandırmak üzere PETaz'la bir araya getirildi. Araştırmacılar daha önce de PETaz'ı 20 kat daha hızlı PET (polietilen tetratafat) parçalayabilecek şekilde geliştirmişti. PETaz ile MHETaz'ı bir karışımda basitçe bir araya getirmek bile PET parçalanma hızını iki katına çıkarırken

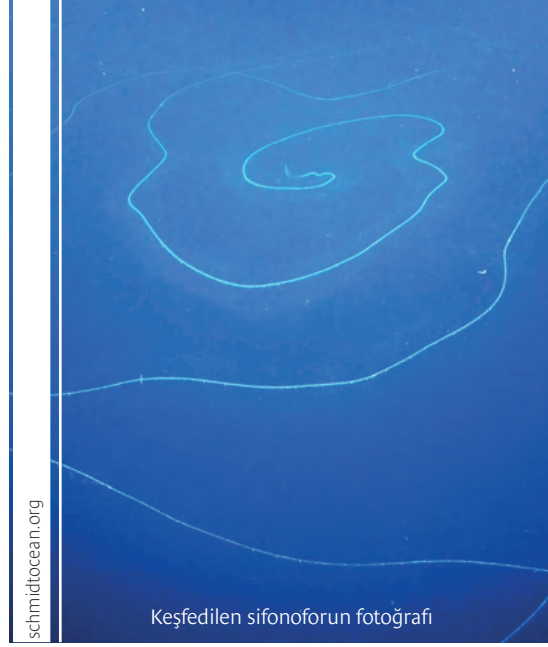


araştırmacıların iki enzim arasında kurduğu fiziksel bağlantı bir çeşit "süper enzim" oluşturarak etkinliği fazladan üç kat daha hızlandırdı. PETaz ve yeni MHETaz-PETaz kombinasyonu PET'i orijinal yapıtaşlarına dönüştürdüğü için plastiklerin defalarca yeniden kullanımına imkân tanıma potansiyeline sahip.

## 29

### **Kızılötesi Spektroskopide Dev Gelişme**

Tokyo Üniversitesinden araştırmacılar saniyede 80 milyon spektrum kaydedebilen yeni bir kızılötesi spektroskopi yöntemi geliştirdi. Bu da mevcut tekniklerle ulaşılabilenin yaklaşık 100 katı bir hıza karşılık geliyor. Kızılötesi spektroskopi bir örnekteki moleküllerden yayılan ya da yansıyan kızılötesi ışığı ölçerek örnekte hangi moleküllerin bulunduğunu yüksek bir doğrulukla belirlemeyi sağlayan bir analiz yöntemi. Bir kimyasal tepkimenin aşamalarını incelemek gibi bir amaçla kullanıldığında yöntemin hızı son derece önemli bir hâle geliyor. Kızılötesi spektroskopinin çok geniş bir akademik ve endüstriyel kullanım alanı bulunuyor. Yeni yöntemin özellikle temel bilimsel araştırmalarda yeni açılımlar sağlayabileceği umuluyor.



schmidtocean.org

Keşfedilen sifonoforun fotoğrafı

## 30

### **Dünyanın En Uzun Hayvanı Avustralya'da Gözlemlendi**

Schmidt Okyanus Enstitüsü tarafından gerçekleştirilen bir derin deniz araştırma seferi sırasında aralarında şimdiye kadar gözlemlenmiş en uzun hayvan olarak kayda geçen bir sifonoforun da bulunduğu muhtemelen daha önce tanımlanmamış 30 yeni tür keşfedildi. Sifonofor tahminen 46 metre uzunluğundaydı. Tek bir organizma gibi görünse de sifonoforlar aslında kendilerini binlerce kez klonlayarak uzun zincirler hâlinde tek bir vücut oluşturan organizma kolonileridir. Sifonoforların deniz anaları gibi avlarını felç ederek yakalamalarını sağlayan zehirli iğneleri bulunuyor. Sefer sırasında ayrıca ışıldayan Taning ahtapot kalamarı, uzun kuyruklu denizhiyarı ve denizlerde yaşayan çok sayıda yumuşakça, kabuklu ve istakoz da ilk kez Avustralya açıklarında gözlemlendi.

# 31

## **Balıklar Yumurtalarını Kuşların Yemesiyle Göç Edebiliyor**

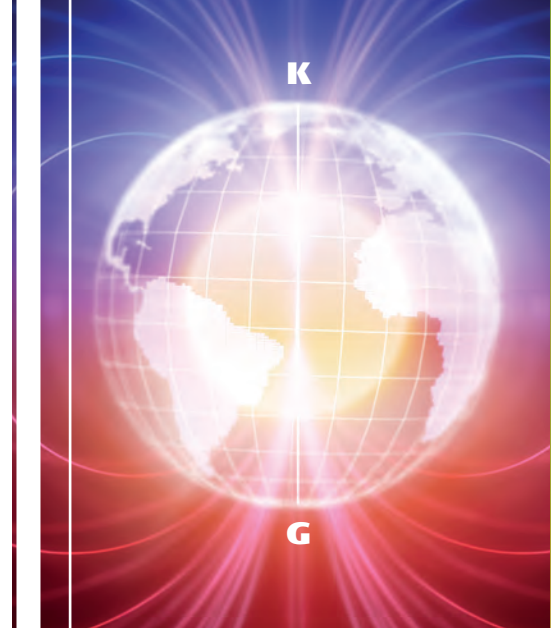
Deneysel bir çalışmada kuşlar tarafından yenilen balık yumurtalarının küçük de olsa bir kısmının canlı kaldığı ve dolayısıyla balık yumurtalarının kuşlar tarafından taşınabildiği gösterildi. Çok izole hâldeki göllerde bile balıklara rastlanması bu balıkların oralara nasıl gelmiş olabileceği sorusunu gündeme getiriyor. Daha önce yapılan araştırmalarda bu tür göllerdeki balıkların çoğunun daha az izole hâldeki bölgelerde bulunan balıklarla akraba olduğu gösterildi. Bu da buralardaki balıkların izole yerlere bir şekilde göç ettiği fikrini doğurdu. Bunun en bariz yolunun balıkların balık yumurtalarının kuşlar tarafından yutulması olduğunu öne sürülmüştü ancak bu hipotez test edilmemişti. Geçen yıl yapılan araştırmanın sonuçları %0,2 gibi düşük bir hayatta kalma oranıyla (dışkıdaki yumurtalardan sağlıklı şekilde çıkabilen yavru sayısının balıklar tarafından yutulan toplam yumurta sayısına oranı) da olsa kuşların balık yumurtalarını sindirim sistemlerinde taşıyabildiği gösterildi.



# 32

## **Daha Düşük Radyasyon Gerektiren Yeni Bir X Işını Dedektörü Geliştirildi**

Araştırmacılar medikal görüntüleme için çığır açabilecek yeni bir tür X ışını dedektörünün prototipini oluşturdu. Yeni cihaz maruz kalınan radyasyon düzeyini önemli ölçüde azaltıyor. Perovskit temelli yeni dedektör, yaygın silikon temelli dedektörlere göre 100 kat daha hassas. Ayrıca yeni dedektör X ışınlarına yanıt olarak elektrik sinyalleri üretmek için bir dış güç kaynağına ihtiyaç duymuyor. Yüksek hassasiyete sahip perovskit dedektör sayesinde diş tedavilerinde ve tıpta yaygın olarak kullanılan X ışını görüntüleme sistemlerinde hastaların maruz kaldığı radyasyonun çok küçük bir kısmıyla görüntü elde edilebilecek. Düşük enerjili ve yüksek çözünürlüklü dedektörlerin güvenlik tarayıcılarında ve X ışınıyla görüntüleme yapılan araştırmalarda da çığır açma potansiyeli var.



# 33

## **Dünya'nın Manyetik Kuzey Kutbu'nun Rusya'ya İlerlemesine Bir Açıklama Getirildi**

*Nature Geoscience*'ta yayımlanan bir araştırma dünyanın manyetik kuzey kutbunun neden Kanada'dan Rusya'ya doğru kaydığı sorusuna bir açıklama getirdi. Dünyanın Manyetik Kuzey Kutbu'nun hareketi, bu hareketin keşfedildiği 1830'lardan bu yana bilim insanları tarafından takip ediliyor. Ancak bu hareket uzun bir süre çok yavaş seyrettikten sonra 1990'lardan itibaren hız kazandı. Bu hareketin günlük yaşamımızı etkileyen bir sonucu da var çünkü navigasyon sistemlerinde güncellemeler yapılmasını gerektiriyor. Araştırmacılar çekirdek ile mantonun sınırında iki büyük negatif manyetik akı lobu bulunduğunu ve çekirdekteki ergimiş metal akışının loblardaki manyetik akıda değişimlere neden olduğunu öne sürdü. Araştırmacıların açıklamasına göre, kutbun konumu iki lobtan hangisinin kuvvetinin üstün geldiğine bağlı olarak yer değiştiriyor.



## 34

### ***Sinek Kuşları Bizim Hayal Bile Edemeyeceğimiz Renkleri Görebiliyor***

Bir araştırmada sinek kuşlarının bizde bulunmayan bir koni hücre-si çeşidine sahip oldukları için bizim göremediğimiz renkleri görebildikleri ortaya kondu. Araştırmacıların Colorado'daki geniş kuyruklu sinek kuşları (*Selasphorus platycercus*) üzerinde yaptıkları deneylerin sonuçlarına göre, bu kuşların görünür ışık tayfında olmayan renkleri görme kabiliyeti bulunuyor ve bu yetenekleri çiftleşme, beslenme ve avcılardan korunma gibi yaşamsal davranışları için çok önemli bir rol oynuyor olabilir. İnsanlardaki gibi üç değil de dört farklı koni hücreye sahip oldukları için kuşların insanlardan daha iyi bir renk görüşüne sahip olduğu tahmin ediliyordu. Kuramsal olarak dört farklı koni hücreyi sayesinde morötesi ışık da dâhil daha geniş bir tayf aralığındaki renkleri ayırt edebilecekleri düşünülüyordu. Ancak kuşların gerçekte neyi görebileceğine ilişkin pek fazla çalışma yapılmamıştı.

## 35

### ***Amerika'da İnsan Varlığına İlişkin En Eski Kanıt***

Meksika'daki Chiquihuite Mağarası'nda yapılan arkeolojik araştırmalar insanların Amerika kıtasına sanıldığından çok daha önce, günümüzden en az 33.000 yıl önce yerleştiğini gösterdi. Arkeologların bulunduğu 2000'e yakın taş gereç, mağaranın insanlar tarafından en az 20.000 yıl kullanıldığına işaret ediyor. 20. yüzyılın ikinci yarısında arkeologlar arasında Amerika kıtasına ilk gelen insanların 11.500 yıl önce Sibirya'dan Alaska'ya geçen Clovis halkı olduğu yönünde bir uzlaşma oluşmuştu. Ancak bu ortak kanı 1970'lerden sonra yapılan keşiflerle sarsıldı. Chiquihuite Mağarası kazılarında elde edilen kemik, kömür ve tortular hem radyokarbon tarihlendirme hem de optik uyarmalı lüminesans (OSL) teknikleriyle tarihlendirildi. Arkeologlar söz konusu keşfin Amerika kıtasında aynı döneme ait başka yerlerin keşfine yönelik çalışmalarını teşvik etmesini umuyor.



Alfred-Wegener-Institut / Steffen Graupner

## 36

### ***Dünya'nın En Büyük Kuzey Kutbu Araştırma Seferi Tamamlandı***

Tarihteki en büyük Kuzey Kutbu araştırma seferi geçtiğimiz ekim ayında son buldu. Bir yılı Polarsten adlı araştırma gemisiyle Kuzey Buz Denizi'nde araştırma yaparak geçiren bilim insanları bulutlar, atmosfer, okyanus fiziği ve biyolojisi gibi konularda Kuzey Kutbu'nun iklim sistemini ilgilendiren çok miktarda veri elde etti. MOSAiC (Multidisciplinary Drifting Observatory for the Study of Arctic Climate) adlı araştırma, Almanya'daki Alfred Wegener Enstitüsü liderliğinde, tüm dünyadaki araştırma merkezlerinden yüzlerce araştırmacının iş birliğiyle gerçekleştirildi. Araştırma seferi sırasında koronavirüs pandemisinden kaynaklı lojistik sorunlar da dâhil olmak üzere pek çok zorlukla mücadele edildi. Kuzey Kutbu'ndaki deniz buzlarının incelenmesinin ve erimesinin doğrudan gözlemlendiği araştırmada elde edilen veriler Kuzey Kutbu'nun geçirmekte olduğu hızlı değişimin ve nedenlerinin daha iyi anlaşılmasına yardımcı olacak.

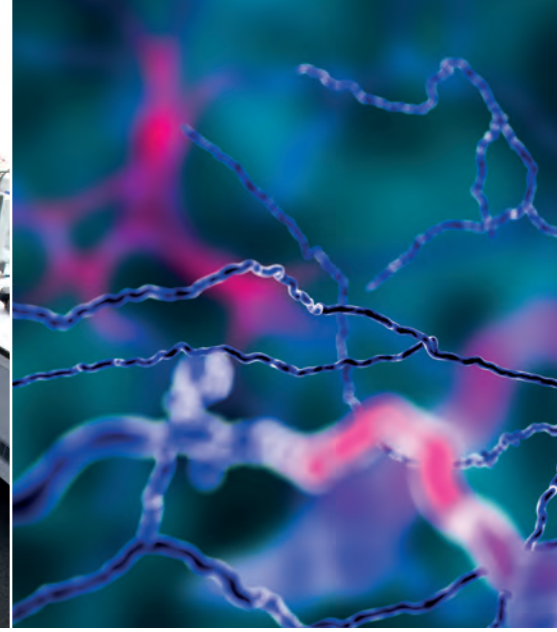
# 37

## **Köpeklerde Başarı Elde Edilen İmmünoterapi Yaklaşımı İnsan Beyin Kanserinde Denenecek**

Missouri Üniversitesinden araştırmacılar köpeklerde kemik kanserine yönelik geliştirdikleri yeni bir immünoterapi yaklaşımında başarı elde etti. Bu başarı yöntemin beyin kanseri hastası insanlarda denenebilmesi için FDA'dan onay almasına yardımcı oldu. ELIAS Animal Health şirketiyle birlikte çalışan araştırmacılar, 14 köpeğe, her bir köpeğin kanser hücrelerinden elde ettikleri kişiselleştirilmiş kanser aşılarını uyguladı. Daha sonra da hayvanlardan aldıkları beyaz kan hücrelerini laboratuvar ortamında büyüterek bağışıklık tepkilerini güçlendirdiler ve daha sonra bunları tümörlere saldırmaları için hayvanlara tekrar enjekte ettiler. İlk sonuçlara göre, bu tedavi köpeklerin standart tedavilere göre önemli ölçüde daha uzun yaşamasını sağladı. Yeni yöntemin standart tedaviye göre üstün olduğunu söylemek için erken ancak ELIAS hâlihazırda köpekler üzerinde çok daha geniş bir klinik deneme üzerinde çalışıyor.



University of Liverpool



# 38

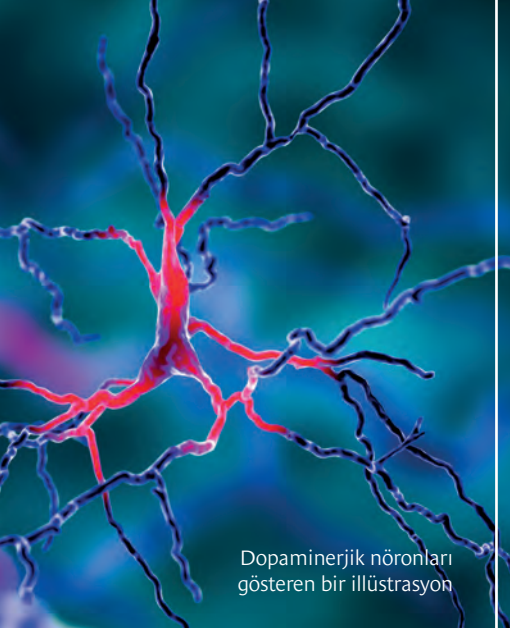
## **Robot Araştırmacı Kendi Kendine Kimya Deneyleri Yapabiliyor**

Liverpool Üniversitesinden araştırmacılar gece gündüz çalışarak kendi kendine deneyler yapabilen akıllı bir robot geliştirdi. Türünün ilk örneği olan "robot araştırmacı" sırasıyla hangi kimya deneylerini gerçekleştireceğine kendisi karar verebiliyor. İnsansı robot özellikleri taşıyan robot standart bir laboratuvar da cihazları tıpkı bir insan gibi kullanabiliyor. *Nature*'da kapak konusu olarak yayımlanan icadın bizim kavrayışımızı aşan ölçek ve karmaşıklıkta problemlerin çözümüne yardım edebileceği düşünülüyor. Örneğin otonom robotlar keşfedilmemiş engin kimyasal uzayları araştırarak temiz enerji elde etmek için malzemeler ya da yeni ilaç formülasyonları bulabilir. İcadın yayımlandığı 2020 Temmuz'u itibarıyla robot araştırmacı yeni bir katalizör keşfetmişti.

# 39

## **Yerfıstığı Alerjisine Yönelik Güvenlik Tedbiri Sağlayabilecek Bir İlaç Onay Aldı**

Çocuklarda yerfıstığı alerjisi için güvenlik tedbiri sağlayabilecek yeni bir ilaç ABD'de FDA onayı aldı. 4-17 yaş arası çocuklar için onay alan ilaç toz hâline getirilmiş yerfıstığı proteinin standart dozlarından oluşuyor. İlaç puding ya da püre gibi atıştırılabilirliklere eklenebiliyor. Hastalar iki yerfıstığına eşdeğer dozu tolere edinceye kadar ilacı giderek daha büyük dozlarda alıyor. İlacın işleyiş mantığı, bağışıklık sistemine yerfıstığının tehlikeli olmadığını adım adım öğretme esasına dayanıyor. Ancak araştırmacılar bunun yerfıstığı alerjisine yönelik bir tedavi olmadığı, potansiyel olarak öldürücü anaflatik bağışıklık tepkisi riskinin süreceği ve ilacı kullanan hastaların yerfıstığından uzak durmaya devam etmesi gerektiği konusunda uyarıyor. İlacın amacı yerfıstığına kazara maruz kalınması durumunda bir güvenlik tedbiri oluşturmak.



Dopaminerjik nöronları gösteren bir illüstrasyon

olduğu; ayrıca hastanın motor belirtilerinde ve yaşam kalitesi puanında artış, günlük ilaç ihtiyaçlarında ise azalma görüldü. Yöntemin güvenliliğinin ve etkililiğinin kesinleşmesi için çok daha geniş ölçekli ve kontrollü klinik deneyimler gerektiğini belirten araştırmacılar 2022 sonunda başlatmayı planladıkları büyük bir klinik denemeye hazırlanıyor.

Bu rastgele olduğunda hücre için ölümcül olabilecek sonuçlar doğabiliyor. Ancak araştırmacılar bu mekanizmayı hedefli gen değişimi yapmaya olanak tanıyan bir yöntemle dönüştürdü. Henüz birtakım kısıtlılıkları olsa da yöntem geliştirildiğinde mitokondriyle ilintili hastalıklara da ir daha önce mümkün olmamış pek çok araştırma yapılmasına olanak sağlanacak.

## 40

### **Parkinson Hastalığına Yönelik Ümit Verici Kök Hücre Tedavisi**

2020'nin belki de en çok ses getiren kök hücre çalışmalarının birinde, Parkinson hastalığının tedavisi için kişiye özel olarak geliştirilen kök hücreler kullanıldı. Araştırmada hastanın kendi olgun hücrelerinden oluşturulan otolog iPSC adlı kök hücrelerden yararlanıldı. Bunların hastanın kendi hücrelerinden elde edilmesi, doku reddini önlemek üzere bağışıklık baskılayıcı ilaçlara ihtiyaç duyulması ihtimalini azaltıyor. Araştırmada 69 yaşındaki bir Parkinson hastasının derisinden alınan hücreler yeniden programlanarak iPSC'ler elde edildi. Araştırmacılar laboratuvar ortamında dopaminerjik (dopamin salgılayan) nöronların özelliklerini kazandıracak şekilde yönlendirdikleri iPSC'leri hastanın beynine yerleştirdi. 24 aylık bir izleme dönemi boyunca PET taramalarında yeni hücrelerin işlevsel

## 41

### **Mitokondriyel DNA'da Hedefli Değişiklik Yapabilmenin İlk Kez Bir Yolu Keşfedildi**

Bilim insanları mitokondriyel DNA'da değişiklikler yapmayı sağlayan yeni bir yöntem geliştirdi. Hücrede enerji elde edilmesinden sorumlu organel olan mitokondri hücre çekirdeğindeki genomik DNA'dan bağımsız olarak kendine ait bir DNA'ya sahip. Bilim insanları, genlerde değişiklik yapmak amacıyla şimdiden sayısız uygulamada kullanılan CRISPR yöntemini daha önce mitokondriyel DNA'ya uygulamayı başaramamıştı. Yeni yöntem ise bakteriyel bir toksin olan DddA'dan yola çıkılarak geliştirildi. Toksin bir tepkime tetikleyerek DNA'daki bir nükleotidin (DNA'nın yapıtaşı olan molekül) başka bir nükleotide dönüşmesine neden oluyor.



## 42

### **WMO İklim Tahminlerine Göre En Sıcak Beş Yılın İçindeyiz**

Dünya Meteoroloji Örgütü (WMO) tarafından yapılan iklim öngörülerine göre yıllık küresel ortalama sıcaklık, 2020-2024 aralığındaki beş yılın her birinde büyük bir ihtimalle endüstrileşme öncesi düzeylerin en az 1 °C üstünde olacak. Bu farkın en az bir yıl 1,5 °C'yi aşma olasılığı ise %20 ve bu olasılık zamanla artıyor. 2020-2024 Antarktika Okyanusu'nun bazı kısımları hariç dünyanın her yerinde büyük ihtimalle yakın geçmişin en sıcak beş yılı olacak. Yılıktan – On Yılığa Küresel İklim Güncellemesi kapsamında her yıl beş yıllık iklim tahminleri yapılıyor. WMO genel sekreteri Petteri Taalas'a göre rapor, sıcaklık artışını Paris Anlaşmasında hedeflenen limitin altında tutmanın ne kadar zor olduğunu gösteriyor. Paris Antlaşması ile bu yüzyıl içinde küresel sıcaklıktaki artışın endüstrileşme öncesi düzeylere göre 2 °C'nin altında tutulması ve hatta 1,5 °C ile sınırlı tutulması hedefleniyor.

# 43

## Yeni Biyomalzemeyle Damar Benzeri Yapılar Üç Boyutlu Basılabilir

Uluslararası bir araştırma ekibi üç boyutlu yazıcıyla doku benzeri damar yapıları oluşturulmasını sağlayan yeni bir malzeme keşfetti. Araştırmacılar grafen oksit ve bir proteini üç boyutlu olarak basmayı sağlayan bir yöntem geliştirdi. Kullanılan protein borumsu yapılar şeklinde organize olabiliyor ve damar dokusunun bazı özelliklerini taklit edebiliyor. Yeni biyomalzeme oluşurken söz konusu protein grafen oksitle kendiliğinden organize oluyor. Malzeme bir üç boyutlu baskı mürekkebi olarak kullanılıp çözünürlüğü 10 mikrometreye kadar inebilen ve girift geometrilere sahip yapılar basılabildiğini sağlıyor. Araştırmacılar bu malzemeyle hücreleri de işin içine katarak damarsı yapılar oluşturulabildiğini, biyolojik olarak anlamlı kimyasal ve mekanik özellikler elde edilebildiğini de gösterdi. Araştırmanın lideri Alvaro Mata, elde edilen sistem sayesinde damarlaşmanın laboratuvar ortamında oluşturulmasının mümkün olabileceğini düşünüyor.



Damar benzeri sentetik yapının elektron mikroskobu görüntüsü

# 44

## Yeni Kobaltsız Lityum-İyon Pil Performanstan Ödün Vermeden Maliyeti Düşürüyor

*Advanced Materials*'ta yayımlanan bir araştırmada kobalt içermeyen yüksek enerjili bir lityum-iyon pil üretildi. Bilim insanları on yıllardır yüksek enerjili pil üretiminde kobaltı saf dışı bırakmanın yollarını arıyordu çünkü kobalt hem yüksek maliyetli hem de madenciliğin insan haklarına ilişkin sorunlar söz konusu. Araştırma ekibi yüksek miktarda (%86) nikel içeren yeni bir katot sınıfı tanımladı. Diğer iki ana element ise manganez ve alüminyum. Pilin daha fazla nikel içermesi daha fazla enerji depolayabilmesi, bu da daha uzun ömürlü olması anlamına geliyor. Genellikle enerji yoğunluğunun artması pilin yaşam süresinin kısalmasına, kobaltın saf dışı bırakılması ise pilin dolma ve boşalma hızının azalmasına neden oluyor. Ancak araştırmacılar metallerin optimum bir kombinasyonunu ve iyonların homojen dağılımını sağlayarak bu iki sorunun üstesinden geldiklerini belirtiyor.



# 45

## Aşırı Yağışlar 2018'de Kīlauea Volkan Patlamasını Tetiklemiş

Miami Üniversitesinden araştırmacıların yaptığı bir çalışmada aşırı ve sürekli yağışların Hawaii'deki Kīlauea Volkanı'nın 2018'deki patlamasını tetiklediğine işaret eden bulgular elde edildi. Araştırmacılar yerel yağış rejimlerinin Kīlauea Volkanı ve belki de başka volkanların patlama zamanlamasını ve sıklığını kayda değer ölçüde etkilediğini düşünüyor. *Nature*'da yayımlanan araştırmada yağışa ilişkin yer temelli ölçümler ve uydu ölçümleri birlikte kullanılarak volkan konisi içindeki sıvı basıncı modellendi. Sıvı basıncı yüzey altında mekanik kırıklar oluşması eğilimini doğrudan etkileyebilen ve nihayet volkanik etkinliği başlatabilen bir faktör. Araştırmanın sonuçlarına göre sıvı basıncı, volkan patlamadan önceki yaklaşık yarım yüzyıl boyunca en yüksek değerinde seyretti. Bunun da volkanın altındaki magma hareketlerini hızlandırdığı düşünülüyor.



Takeshi Inomata

## 46

### **Asfalt Sıcak ve Güneşli Günlerde Hava Kirliliğini Artırıyor**

Yale Üniversitesinden araştırmacılar asfaltın kentsel alanlarda, özellikle de sıcak ve güneşli günlerde önemli bir hava kirliliği kaynağı olduğunu tespit etti. Asfalt çok geniş kullanım alanına sahip bir malzeme olmasına rağmen kentsel hava kalitesi yönetim planlarında genellikle dikkate alınmıyor. Araştırmacılar yaygın olarak kullanılan yol ve çatı asfaltlarının çeşitli sıcaklık ve güneşlenme koşullarında, aralarında zararlı kirleticilerin de bulunduğu karmaşık organik bileşikler ürettiğini gözlemledi. Yakın zamanlarda yapılan başka araştırmalar yanma ile ilgili olmayan çeşitli kaynakların havadaki organik bileşik içeriğinde önemli rol oynadığını gösterdi. Bu bileşikler ikincil organik aerosollere (SOA) dönüşebiliyor. SOA'lar ise PM2.5 olarak bilinen ve halk sağlığı üzerinde önemli etkileri olan, çapı 2,5 mikrometreden küçük hava kirletici parçacıkların oluşumunda etkili olan önemli unsurlar arasında sayılıyor.

## 47

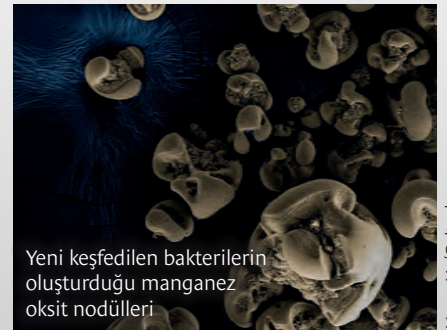
### **3000 Yıllık Törenselle Maya Kompleksi Açık Bir Alanda Keşfedildi**

*Nature*'da yayımlanan bir araştırmada Maya bölgesinde keşfedilmiş en eski ve en büyük anıtsal yapı olduğu anlaşılan, üzerinde yaklaşık 4 metre yüksekliğinde bir piramit de dâhil olmak üzere bir dizi yapı bulunan 3000 yıllık dev bir toprak platform bulundu. Araştırmacılar platformu ve platforma giden dokuz yolu LiDAR teknolojisini kullanarak keşfetti. Lazer temelli bu teknoloji genellikle yoğun ağaç örtüsü altında kalan yapıları "görebilmek" için kullanılıyor ancak bu defa keşfedilen yapı aslında açıkta duruyordu ve en azından yüzlerce yıldır fark edilmemişti. Keşif, Maya bölgesinde en erken dönemde inşa edilmiş yapılardan bazılarının, bin yılı aşkın süre sonra Klasik Maya Dönemi'nde (M.Ö. 250-900) inşa edilenlerden önemli ölçüde daha büyük olduğu yönündeki yeni hipotezi destekleyen en son kanıt oldu.

## 48

### **Manganezle Beslenen Bakteriler Şans Eseri Keşfedildi**

Manganezle beslenen ve bu metali enerji kaynağı olarak kullanabilen bir bakteri California Institute of Technology'den araştırmacılar tarafından keşfedildi. Bu tür mikroorganizmaların var olabileceği yüz yıl kadar önce öngörülmüş ancak keşfedilebilen ya da tanımlanabilen bir tür olmamıştı. Araştırmada bu bakterilerin manganezi kullanarak kemotenz adlı süreçle karbondioksiti biyokütleye çevirebildiği de tespit edildi. Keşfin ilginç bir yanı, araştırmacılar manganezin hafif tebeşirimsi bir formuyla alakasız deneyler yaparken gerçekleşmiş olması. Araştırmanın bulguları doğada ve yaşam alanlarında bulunan bazı manganez oksit birikintilerinin nedenini açıklamada aydınlatıcı oldu. Örneğin literatürde içme suyu dağıtım şebekelerinde tıkanıklığa yol açan manganez oksit tortularına ilişkin çok sayıda kayıt bulunuyor. Pek çok bilim insanı bunların manganezi enerji kaynağı olarak kullanan bakterilerin eseri olabileceğini düşünmüşse de bunu destekleyen bir kanıt bulunamamıştı.



Yeni keşfedilen bakterilerin oluşturduğu manganez oksit nodülleri

Hang Yu/Caltech





Göğüste bulunan timüs, bağışıklık sisteminde hayati bir rol oynayan T lenfositlerin olgunlaştığı organ.

## 49

### **Fotosentetik Bakteriye Örümcek İpeği Ürettirildi**

*Communications Biology*'de yayımlanan bir araştırmada fotosentetik bakteriler kullanılarak örümcek ipeği üretimi gerçekleştirildi. Örümcekler ipek proteinlerinden oluşan şaşırtıcı derecede dayanıklı ve hafif ağ iplikleri üretiyor. Bu iplikler bazı faydalı malzemelerin üretiminde kullanılabilir ancak her bir örümcek ancak çok küçük miktarda iplik üretiyor. Dolayısıyla araştırmada keşfedilen yöntem ile fotosentetik biyo-fabrikalar kurularak istikrarlı şekilde örümcek ipeği üretilmesinin önünü açabilir. Araştırma ekibi genetik mühendisliği yöntemleriyle denizde yaşayan fotosentetik bir bakteri olan *Rhodovulum sulfidophilum*'un *Nephila* örümceğinin ağının ana bileşeni olan MaS1 proteinini üretmesini sağladı. *Rhodovulum sulfidophilum* sürdürülebilir biyo-fabrikalar kurmak için ideal özellikler taşıyor: Deniz suyunda yaşıyor, atmosferdeki karbondioksit ile azota ihtiyaç duyuyor ve güneş enerjisi kullanıyor.

## 50

### **İnsan Kök Hücrelerinden Bütün ve İşlevsel Hâlde Timüsler Üretildi**

Francis Crick Entitüsü ve University College London'dan araştırmacılar, insan kök hücreleri ve biyo-mühendislik ürünü bir iskele kullanarak bağışıklık sistemindeki hayati bir organ olan timüsü laboratuvar ortamında oluşturmayı başardı. Elde edilen başarı, hem ileride insanlara nakledilebilecek yapay timüsler üretilmesine yönelik hem de daha genel olarak yapay organ üretimine yönelik önemli bir adım olarak görülüyor. Göğüste bulunan timüs, bağışıklık sisteminde hayati bir rol oynayan T lenfositlerin olgunlaştığı organ. Timüsün iyi çalışmaması ya da fetüs gelişimi sırasında oluşmaması bağışıklık sistemiyle ilgili çok ciddi hastalıklara neden oluyor. Farelere nakledilen yapay timüslerin olgun ve işlevsel insan T lenfositlerinin oluşumunu sağladığı gözlemlendi. Bilim insanları daha önce laboratuvar ortamında başka organlar ya da organ kısımları da oluşturmuştu. Ancak bu çalışmada ilk defa bütün ve çalışır hâlde bir timüs üretildi. ■

#### **Kaynaklar**

1. <https://www.newscientist.com/article/2261156-deepminds-ai-biologist-can-decipher-secrets-of-the-machinery-of-life/>
2. <https://phys.org/news/2020-02-photons-stream-electrons.html>
3. <https://phys.org/news/2020-03-year-old-puzzle-quantum-breakthrough.html>
4. <https://phys.org/news/2020-05-scientists-quantum-radar-prototype.html>
5. <https://www.sciencelert.com/scientists-start-assembling-the-world-s-largest-nuclear-fusion-experiment>
6. <https://phys.org/news/2020-03-tropical-forests-carbon-rapidly-weakening.html>
7. <https://www.theguardian.com/us-news/2020/aug/12/hottest-decade-climate-crisis-2019>
8. <https://www.quantamagazine.org/amazing-math-bridge-extended-beyond-fermats-last-theorem-20200406/>
9. <https://www.quantamagazine.org/graduate-student-solves-decades-old-conway-knot-problem-20200519/>
10. <https://phys.org/news/2020-01-harness-entire-spectrum-sunlight.html>

# 2020

11. [https://www.eurekalert.org/pub\\_releases/2020-10/gio-bth100720.php](https://www.eurekalert.org/pub_releases/2020-10/gio-bth100720.php)
12. <https://www.sciencedaily.com/releases/2020/01/200123134100.htm>
13. <https://msutoday.msu.edu/news/2020/nanoparticle-chomps-away-plaques-that-cause-heart-attacks/>
14. <https://thehill.com/changing-america/sustainability/climate-change/480287-study-earths-most-biodiverse-ecosystems-face>
15. <https://www.nytimes.com/2020/06/01/science/mass-extinctions-are-accelerating-scientists-report.html>
16. <https://www.smithsonianmag.com/smart-news/record-breaking-lightning-bolts-spark-excitement-180975223/>
17. <https://phys.org/news/2020-07-certified-sustainable-palm-oil-fields.html>
18. <https://www.sciencedaily.com/releases/2020/08/200805124056.htm>
19. <https://phys.org/news/2020-08-climate-soil-erosion.html>
20. <https://phys.org/news/2020-09-world-wildlife-plummets-two-thirds-years.html>
21. <https://www.discovermagazine.com/health/crispr-treatment-is-injected-directly-into-a-patients-body-a-first-for-gene>
22. <https://phys.org/news/2020-02-antibiotics-bacteria.html>
23. <https://phys.org/news/2020-04-physical-spurs-gene-reveals.html>
24. <https://phys.org/news/2020-07-blood-iron-key-ageing-gene.html>
25. <https://phys.org/news/2020-04-sustainable.html>
26. <https://www.sciencemag.org/news/2020/05/artificial-chloroplasts-turn-sunlight-and-carbon-dioxide-organic-compounds>
27. <https://phys.org/news/2020-06-synthetic-red-blood-cells-mimic.html>
28. <https://phys.org/news/2020-09-plastic-eating-enzyme-cocktail-heralds-plastic.html>
29. [https://www.u-tokyo.ac.jp/focus/en/press/z0508\\_00128.html](https://www.u-tokyo.ac.jp/focus/en/press/z0508_00128.html)
30. <https://phys.org/news/2020-04-species-exploration-abysal-deep-sea.html>
31. <https://phys.org/news/2020-06-fish-migrate-ingestion-birds.html>
32. <https://phys.org/news/2020-04-self-powered-x-ray-detector-revolutionize-imaging.html>
33. <https://phys.org/news/2020-05-explanation-earth-north-magnetic-pole.html>
34. <https://www.sciencealert.com/hummingbirds-can-see-colours-we-cant-even-imagine-experiment-reveals>
35. <https://www.bbc.com/news/science-environment-53486868>
36. <https://www.scientificamerican.com/article/curtain-falls-on-historys-biggest-arctic-expedition/>
37. <https://www.usnews.com/news/best-states/missouri/articles/2020-07-03/mizzou-to-test-dog-bone-cancer-therapy-on-human-brain-cancer>
38. <https://phys.org/news/2020-07-robot-scientist-catalyst.html>
39. <https://www.discovermagazine.com/health/a-new-drug-for-peanut-allergies-is-offering-hope-for-food-allergy-sufferers>
40. <https://www.discovermagazine.com/health/is-the-dawn-of-the-stem-cell-revolution-finally-here>
41. <https://www.discovermagazine.com/health/scientists-devise-a-method-to-edit-mitochondrial-dna-heres-how-it-works-and>
42. <https://public.wmo.int/en/media/press-release/new-climate-predictions-assess-global-temperatures-coming-five-years>
43. <https://phys.org/news/2020-03-biomaterial-discovery-enables-d-tissue-like.html>
44. [https://www.eurekalert.org/pub\\_releases/2020-07/uota-ncl071520.php](https://www.eurekalert.org/pub_releases/2020-07/uota-ncl071520.php)
45. <https://phys.org/news/2020-04-excessive-triggered-klauea-volcano-eruption.html>
46. <https://phys.org/news/2020-09-asphalt-air-pollution-hot-sunny.html>
47. <https://www.nationalgeographic.com/history/2020/06/massive-ancient-maya-ceremonial-complex-discovered-hiding-plain-sight/>
48. <https://phys.org/news/2020-07-bacteria-metal-diet-dirty-glassware.html>
49. <https://phys.org/news/2020-07-spider-silk-photosynthetic-bacteria.html>
50. [https://www.crick.ac.uk/news/2020-12-11\\_scientists-build-whole-functioning-thymus-from-human-cells](https://www.crick.ac.uk/news/2020-12-11_scientists-build-whole-functioning-thymus-from-human-cells)

# Tekno-Yaşam

Gürkan Caner Birer [ [teknoyasam@tubitak.gov.tr](mailto:teknoyasam@tubitak.gov.tr) ]



## Oyun Bandı

2020 her şeyi evde yapmanın popüler olduğu bir yıl oldu. Omni One adlı cihaz evde spor yapmaya eğlenceli bir yaklaşım sunuyor. Omni One tıpkı koşu bandına benzer bir alet olmakla birlikte aslında sanal gerçeklik destekli oyunların oynanabileceği bir platform. Yelek, sanal gerçeklik gözlüğü, oyun kolu ve ayakkabı gibi kendine has ekipmanlarla kullanılan cihaz, oyun içerisinde koşmak, zıplamak, ateş etmek gibi eylemleri fiziksel olarak yapmanızı sağlıyor. Bu durum hem sanal gerçeklik destekli oyunlardan daha çok keyif almanızı sağlıyor hem de bedensel olarak hareket hâlinde olduğunuz için

bir nevi spor ihtiyacınızı da gideriyor. Omni One şık görünümü ve nispeten az alan kaplamasıyla ev kullanımına uygun. Aleti üreten firma oyun merkezleri için daha profesyonel ürünleri geliştiriyor ve bu alanda önemli bir tecrübeye sahip. Oyunların Omni One ile çalışması için özel bir geliştirme yapılması gerekiyor. Bu açıdan biraz cazibesini yitirse de geliştirici firma sunduğu uygulama platformunda birçok oyunun bulunduğunu belirtiyor. 2000 dolarlık bir fiyatla önümüzdeki aylarda satışa sunulacak cihaz herkese uygun olmasa da bir süre sonra daha ucuza satılan benzerleri piyasaya çıkacaktır.



Oyun bandının tanıtım videosunu izlemek için <https://youtu.be/aOYHg8qdxTE> adresini ziyaret edebilir ya da aşağıdaki kare kodu akıllı cihazınızdaki barkod okuyucuya okutabilirsiniz.

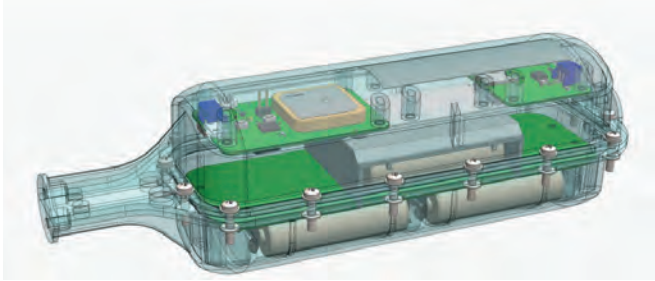


<https://invest.virtuix.com/>

## Pet Şişenin Yolculuğu

Hindistan'da bir kişi Ganj nehrinde bir pet şişe buldu. Sıradan görünen bu şişenin içinde bir elektronik devre olduğunu fark edince merakla kurcalamaya başladı. Devreye takılı duran sim kartı telefonuna takarak Facebook'a girmeye ve internette dolaşmaya başlayan adam bedava internetin tadını çıkarırken olayın perde arkası sonradan anlaşıldı. Aslında o pet şişe Exeter Üniversitesi ve Londra Zooloji Topluluğundan uzmanların birlikte yürüttüğü çalışmanın bir parçasıydı ve türünün tek örneği değildi. Ganj nehrinde plastik atıkların seyrini ve ne tür bir kirlenmeye yol açtığını anlamak için nehre bırakılan pet şişelerin içerisine yerleştirilen elektronik devreler, her üç saatte bir internete bağlanarak şişeye ilgili bilgileri merkezi bir sisteme aktarıyordu. Normalde 2 KB veri tüketmesi beklenen şişelerin yüzlerce MB veri tükettiği gelen faturayla anlaşıldı. Her ne kadar bazı şişeler bu şekilde -deyim yerindeyse- yoldan çıkmış olsa da araştırma genel olarak başarıyla sonuçlandı ve elde edilen sonuçlar bir makale olarak yayımlandı. Ayrıca tasarlanan sistem de açık kaynak olarak paylaşıldı, böylece benzer konularda araştırma yapanlar da bu sistemi kullanabilecek.

<https://bit.ly/pet-sise>  
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0242459>



## Gıda İsrafı

Dünyada üretilen gıdaların %30'unun israf edildiği tahmin ediliyor. Buna karşın 820 milyon insan yiyecek bulamıyor. Bu rakamların aşağı çekilmesi için çeşitli araştırmalar yürütülüyor. Gıda israfı tek bir nedenden kaynaklanmadığı için farklı alanlarda çalışmalar yapılması gerekiyor.

Google tarafından yaklaşık üç yıldır devam eden bir çalışmada bir dizi proje geliştirilmiş. Daha akıllı gıda dağıtım ağıyla israfının azaltılmasını hedefleyen bir proje kapsamında, özellikle ambarlarda veya gıda depolarında bulunan ürünlere ait bilgilerin bu gıdalara ihtiyaç duyan yerlerle anlık ve ortak bir standarda uygun olarak paylaşılması sağlanıyor. Bunun yanında ticari mutfaklarda çöpe atılan gıdaların miktarının tespit edilebilmesi için görüntü işleme tekniklerinden faydalanan bir sistem geliştirilmiş. Bu sistem topladığı verileri analiz ederek işletmeciye alternatifler önermeyi hedefliyor. Örneğin çöpe çok fazla pirinç dökülüyorsa sistem işletmeciye bu pirinci sütlaç yaparak değerlendirebileceğini söylüyor. Bu projelerin pratikte ne kadar faydalı olacağını bilemiyoruz ancak yapılan israf göz önüne alındığında bu alanda daha fazla çalışmanın yapılması ve özellikle yeni teknolojilerden faydalanılması gerektiği açık. Ülkemizde de gıda israfını engellemeye yönelik çeşitli çalışmalar ve kampanyalar yürütülüyor.

<https://bit.ly/israf-etme>

# 2020'deki Önemli Uzay Çalışmaları ve Gökbilim Gelişmeleri

Dr. Selçuk TOPAL [ *Astrofizikçi, Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fizik Bölümü* ]

Uzay bilimi ve ilişkili teknolojiler göz kamaştırıcı bir hızla ilerlemeye devam ediyor. 2020 yılında derin uzay yolculuğu hazırlıklarından yeni Mars görevlerine, asteroid madenciliğinden Dünya dışı yaşama ilişkin birçok bilimsel keşif ve gelişmeye şahit olduk. Bu yazıda 2020'nin öne çıkan uzay çalışmalarını ve gökbilime dair gelişmeleri bulacaksınız.

# Dünya'ya En Yakın Kara Delik Keşfedildi

Büyük kütleli yıldızların yaşamlarının sonunda geride bıraktığı cisimler olan kara delikler evrendeki en ilginç cisimler listesinde üst sıralarda yer alıyor. LIGO'nun 2015 yılındaki uzay-zaman dalgalanması keşfinden sonra yapılan istatistiksel çalışmalar sadece bizim galaksimizde 100 milyon kara delik olabileceğini gösteriyor.

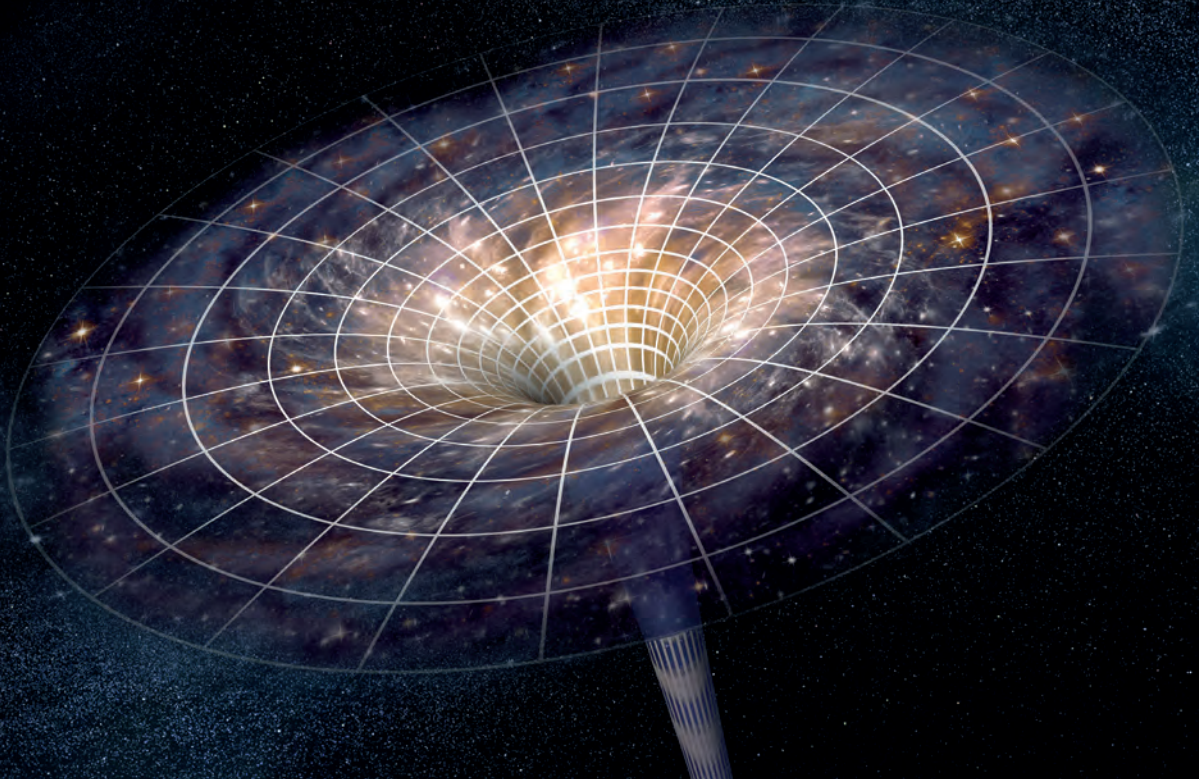
2020'de yapılan bir çalışma bize en yakın kara deliği belirledi. Bu kara delik evimizden yaklaşık 1000 ışık yılı (Işık yılı ışığın 1 yılda aldığı mesafeye eşittir. Bu mesafe yaklaşık 9,5 trilyon km'dir) uzaklıkta bulunan HR 6819 isimli üçlü bir sistemin üyesi. 1000 ışık yılı insanlar için çok büyük bir mesafe gibi görünse de kozmik ölçeklerde durum öyle değildir. Galak-

simizin görsel dalga boylarındaki çapının 100.000 ışık yılı olduğunu düşünürsek 1000 ışık yılı mesafenin bir galaksi ölçeğinde bile büyük bir mesafe olmadığını kolaylıkla anlayabiliriz. Hesaplamalara göre, kara deliğin kütlesi en az 4 Güneş kütlesi büyüklüğünde. Üçlü sistemde B tayf türünden iki yıldız ve bir kara delik bulunuyor. B sınıfından yıldızlar Güneş'ten daha fazla ışınım gücüne sahip mavi yıldızlardır. Kara deliğe yakın olan yıldız onunla birlikte ortak kütle merkezi etrafında tur atarken daha uzakta-ki ikinci yıldız ise bu ikilinin etrafında dolanıyor. Yıldız ve kara delikten oluşan buna benzer çiftlerde genellikle yıldızdan kara deliğe madde aktarımı olması beklenir. Ancak bu sistemde kara deliğe herhangi bir madde aktarımı söz konusu değil.

Kara delikler direkt olarak gözlenebilen cisimler olmadığı için yakın çevresinde bulunan gaz bu-

lutlarına yaptıkları etkiler gözlenerek dolaylı yoldan belirlenebilirler. M87 galaksisinin merkezindeki süper kütleli kara deliğin "fotoğrafı" da bu şekilde elde edilmişti. HR 6819 sisteminde keşfedilen kara delik ise kara deliğin sistemin diğer bileşenleri olan yıldızlara direkt etkisi incelenerek keşfedildi. HR 6819 üçlü sistemini oluşturan parlak B türü yıldızlar, Güney Yarımküre'den gözlenebilen Dürbün (Telescopium) Takımyıldızı'nın üyeleridir.

Bu keşfi ilginç kılan unsurlardan biri de sistem üyesi yıldızların çıplak gözle gözlenebiliyor olması. Üçlü sistem üyesi iki yıldız ortalama 5,5 kadir parlaklığa sahipler. Galaksimizde milyonlarca başka kara delik olabileceği düşünülürse yakın bir gelecekte bin ışık yılından daha yakın bir mesafede başka kara delikler de keşfedilebilir.



## Venüs'te Fosfin Gazı Keşfedildi

İlk kez Rus Venera uzay araçları tarafından ziyaret edilen Venüs gezegeni bu yıl açıklanan bir keşifle bilim dünyasının gündemine oturdu. Bu yeni çalışma, Venüs'ün atmosferinin üst kısımlarında fosfin (PH<sub>3</sub>) gazının belirlendiğini duyurdu. Fosfin gazı genellikle bir canlılık belirteci olarak değerlendiriliyor. Nitekim canlılık kaynaklı fosfin üretimi dışındaki diğer kimyasal süreçler çalışmayla belirlenen fosfin miktarının nasıl ortaya çıktığını açıklayamıyordu. Bu da fosfin gazının canlılık kaynaklı olabileceğine veya kullanılan kimyasal modellerin elde edilen bulguyu açıklamakta yetersiz kaldığına işaret ediyordu. Çalışmanın gözlemsel verileri milimetre dalga boyuna özgü James Clerk Maxwell Teleskobu (JCMT) ve Atacama Large Millimeter/submillimeter Array (ALMA) anten dizisi ile elde edildi. Elde edilen tayfta fosfin gazı bir soğurma olarak gözlemlendi.

Keşiften birkaç hafta sonra iki bağımsız araştırma fosfin gazı keşfini yapan çalışmada açıklanan sinyal/gürültü oranında bir sorun olduğunu duyurdu. Bu çalışmalara göre, analiz işleminde hata yapılmış ve aslında sadece 2 olan sinyal/gürültü oranı daha yüksek gösterilmişti. Bunun üzerine keşfe imza atan ekip verileri tekrar gözden geçirdi. Daha dikkatli yapılan yeni analizler sonucunda ilk duyurulan sinyalin daha sönük ol-

duğu kabul edildi. Ancak sinyal/gürültü oranı 3'ten büyük olduğu için fosfin gazı hâlâ bilimsel olarak tespit edilmiş görünüyordu. Bir sinyalin bilimsel açıdan anlamlı olarak değerlendirilebilmesi için gürültüden en az üç kat daha büyük olması gerekir.

500 dereceye varan yüzey sıcaklığı, neredeyse tamamı karbon dioksitten oluşan atmosferi ve Dünya'ya kıyasla 90 kat daha yüksek olan atmosfer basıncı ile Venüs yaşam barındırması beklenen son yer olarak düşünülebilir. Buna rağmen Venüs'ün atmosferinde yaşam olabileceği uzun yıllardır tartışılıyor. Gelecekte yapılacak çalışmalar sadece Venüs'te yaşam olup olmadığını değil, genel anlamda bu derece ekstrem koşullarda yaşam bulunma olasılığı konusunda da birçok bilgiye ulaşmamızı sağlayacak. Bu yolda Venüs'teki fosfin gazını daha duyarlı bir şekilde belirlemeyi hedefleyen yeni gözlem projeleri hayata geçirilebilir.

## Beyaz Cüce Etrafında Dolanan Ötegezegen Keşfedildi

Yıldızların hayatına baktığımızda Güneş benzeri yıldızların bir süpernova olarak patlaması beklenmiyor. Güneşimize benzer ve ondan maksimum birkaç kat daha büyük kütleyle sahip yıldızlar hayatının son evrelerinde bir kırmızı dev hâline gelir, giderek genişler ve nihayetinde üst katmanlarını şiddetli yıldız rüzgârlarıyla uzaya savururlar. Sonuçta yıldızdan geriye kalan, çapı Dünya boyutlarında fakat kütlesi Güneş'in kütlesinin 1,4 katına ulaşabilen beyaz cüce ismini verdiğimiz cisimlerdir. 2018 yılında gözlemlere başlayan





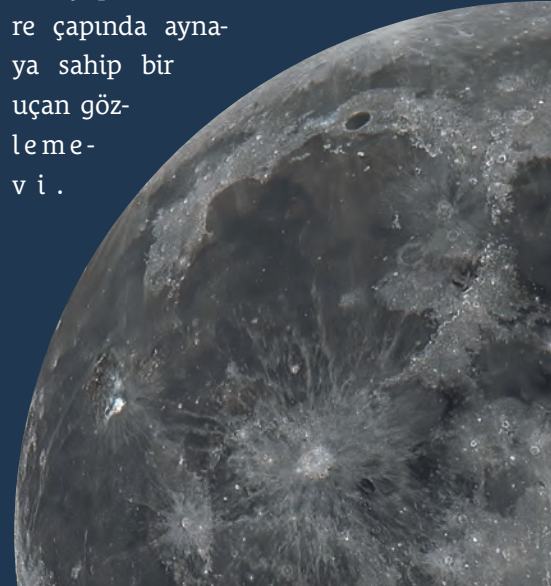
## Ay'ın Güneş Işığ<sup>ı</sup> Alan Bölgelerinde Su Molekülü Bulundu

Ay'ın kutup bölgelerinde bulunan kraterlerin Güneş ışığı almayan iç kısımlarında buz hâlinde su olduğuna dair çalışmalar yapılmıştı. Bu yıl içerisinde yapılan son çalışma ise Ay'ın güney kutbuna yakın bir bölgede yer alan Clavius kraterinin Güneş ışığı alan kısımlarında su moleküllerinin olduğunu gösterdi. Keşfedilen su molekülleri sıvı veya buz oluşturabilecek kadar birbirine yakın değil ve yüzeye çok seyrek bir şekilde yayılmış olarak bulunuyor. Direkt olarak Güneş ışığına maruz kalan bir ortamda su moleküllerinin hâlihazırda uzaya kaçmış olmaması ise beklenmedik bir durum.

Gözlemler SOFIA Teleskobu ile elde edildi. SOFIA Boeing 747-SP model bir uçağa yerleştirilen ve atmosferin stratosfer tabakasında gözlem yapabilen 2,5 metre çapında aynaya sahip bir uçan gözlemevi.

ve binlerce yeni ötegezegen keşfetmesi beklenen The Transiting Exoplanet Survey Satellite (TESS) teleskobu aynı zamanda beyaz cüce türünden yıldızları da inceliyor. Seçilen beyaz cücelerin yakın çevresini gözlemleyen TESS sayesinde yıldızların oluşumunun ve yok oluşunun daha iyi anlaşılması hedefleniyor. Bu amaçla bir beyaz cüce gözleyen TESS yeni bir keşfe imza attı. WD 1856+534 isimli beyaz cücenin etrafında dolanan çapı neredeyse Jüpiter'e eşit ve ondan maksimum 14 kat daha büyük kütleye sahip bir ötegezegen keşfedildi (WD 1856+534 b). Ötegezegenin yıldız etrafındaki turu sadece 1,4 gün sürüyor. Ötegezegen yıldızına yaklaşık 0,02 Astronomi Birimi (1 Astronomi Birimi (AB) Dünya-Güneş arasındaki mesafeye, yani yaklaşık 150 milyon km'ye eşittir) uzaklıkta, yani Merkür'ün Güneş'e olan mesafesine kıyasla yıldızına

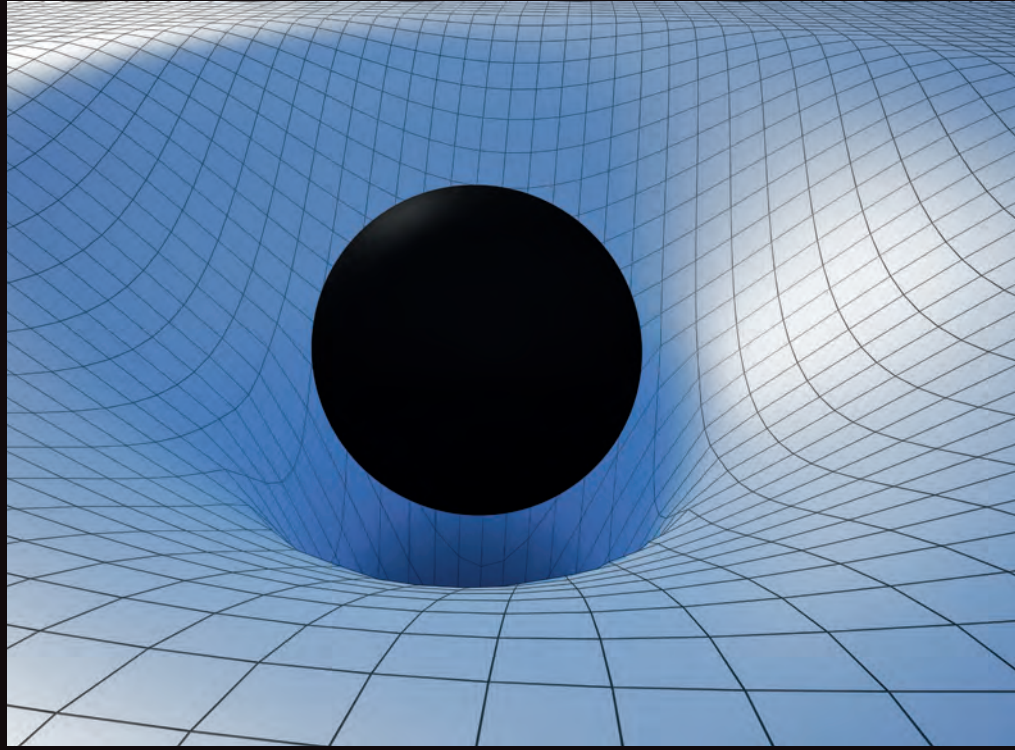
yirmi kat daha yakın bir noktada bulunuyor. Ötegezegenin yıldızına bu derece yakın bir noktada bulunması keşfi çok daha ilginç kılıyor. Nitekim bir yıldız kırmızı dev evresine geçerken çapı aşırı derecede genişleyeceği için kendisine yakın mesafede bulunan gezegenlerin yok olması beklenir. Örneğin Güneş'in kırmızı dev hâline geldiğinde Dünya'yı da yutacak kadar genişlemesi bekleniyor. Bu doğrultuda ötegezegenin beyaz cüceye bu kadar yakın olmasının nedeni olarak üzerinde durulan senaryo şu: Ötegezegen geçmişte yıldızdan uzak bir noktadaydı ancak yıldız beyaz cüceye dönüştükten sonra bir şekilde yıldızla yaklaştı. Bu senaryonun doğruluğu tam olarak kesinleşmese de bu ve buna benzer çalışmaların yıldızların ve gezegenlerin yaşam döngüsünü daha iyi anlamamıza ciddi katkılar yapacağı kesin.



Ay gibi uzayın her türlü tehlikesine açık bir yerde su moleküllerinin keşfedilmesi yakın gelecekte Ay'da kurulması planlanan üs için umut vaat eden bir gelişme olarak değerlendirilebilir. Yine de bu derece radyasyona açık bir bölgede su moleküllerinin bulunması henüz anlaşılabilmiş değil.

## Genel Görelilik Artık 500 Kat Daha Güçlü!

Kara delikler uzay-zaman örtüsünü ciddi derecede büken ekstrem koşullara sahip cisimlerdir. Bu özelliğiyle de genel görelilik teorisinin test edilmesi açısından eşsiz doğal laboratuvarlardır. 55 milyon ışık yılı ötede yer alan M87 galaksinin merkezinde bulunan ve kütlesi Güneş'in 6,5 milyar katı olan süper kütleli kara delik geçen yıl Olay Ufku Teleskobu (EHT) ile gözlenmişti. O çalışma sayesinde bir kara deliğin yakın çevresinin ve kara deliğin "gölgesinin" en detaylı görüntüsü elde edilmişti. Buradaki gölge tabiri günlük yaşamda aşına olduğumuz bir gölge değildir çünkü çevremizde gördüğümüz gölgeler



bir cismin gelen ışığı engellemesi sonucu oluşurken burada sözü ettiğimiz gölge olay ufkunu geçen ışığın kara delikte hapsolmesiyle oluşur.

M87'nin merkezindeki kara deliğin kütlesi çok büyük olsa da aynı zamanda çok uzakta olduğu için kara delik açısal olarak çok küçük görünüyordu. Bu engeli aşabilmek ve yeteri derecede bir çözünürlük elde edebilmek için Dünya'nın birçok yerine konuşlanmış milimetre dalga boyuna özgü teleskoplardan oluşan bir anten dizisi kullanıldı. Bu sayede çapı neredeyse Dünya boyutlarında bir teleskopla elde edilebilecek bir açısal çözünürlüğe ulaşıldı. Çalışma sonucu elde edilen verilerin analizinden yeni çalışmalar da ortaya çıkıyor. Bu çalışmalardan bir yenisi M87 galaksisinin merkezinde yer alan süper kütleli kara deliğin gölgesinin çapını çok duyarlı bir şekilde hesaplayarak genel görelilik teorisini hiç

olmadığı kadar duyarlılıkta test etmeyi ve diğer tüm alternatif çözümlere de bir açıklama getirmeyi amaçlıyordu. Kara deliklerin uzay-zaman örtüsünü ciddi derecede bükmesi onların gölgesinin olduğundan daha büyük görünmesine neden olur. Bu görsel bozulma hesaba katılarak yapılan söz konusu çalışma kara deliğin gölge boyutunun genel göreliliğin önerdiği ölçekte olduğunu ortaya koydu.

Genel görelilik teorisi yüz yılı aşkın bir süredir her geçen gün daha da duyarlı hâle gelen tekniklerle test edilmeye devam ederken teorisinin doğruluğunu ispatlayan bu yeni çalışma sayesinde teori hiç olmadığı kadar güçlü bir hâle geldi. Bu çalışma sayesinde bu yöntemle elde edilen kara delik "görüntülerinin" genel görelilik teorisinin testi için kullanılacağı de kanıtlandı.



## Bir Özel Şirket Uzay İstasyonuna İlk Kez Rutin Astronot Gönderimi Gerçekleştirdi

21. yüzyılın başlangıcı ile birlikte uzaya yatırım yapan özel şirketlerin sayısının her geçen gün arttığına şahit oluyoruz. Uzay hiç olmadığı kadar ticarileşmeye başladı. Yakın bir gelecekte uzay turizmini başlatmayı hedefleyen bu özel şirketler, aynı zamanda uzay ajansları ile ortak projeler geliştirmeye de devam ediyor. 90'lı yıllarda Rusya ve Amerika Birleşik Devletleri'nin (ABD) iki modülünün birleşmesi ile hayata geçen Uluslararası Uzay İstasyonu (UÜİ), günümüze kadar yapılan eklemelerle birlikte, 14 modülden oluşan ve 15 fark-

lı ülkenin ortak çalıştığı bir laboratuvar kompleksi hâlini aldı. 2011 yılındaki ST-135 uzay mekiği görevinden bu yana ABD'li astronotlar UÜİ'ye gitmek için Rus Soyuz kapsülünü kullanıyordu. 30 Mayıs 2020 tarihinde Amerikalı bir şirket olan SpaceX tarafından geliştirilen Crew Dragon isimli kapsül, UÜİ'ye astronot taşıma testini başarılı bir şekilde gerçekleştirmişti. Kapsülün UÜİ ile kenetlenmesi ve görev sonunda istasyondan ayrılması işlemleri tamamen otonom olarak gerçekleştirilmişti. Bu başarılı testten sonra UÜİ'ye rutin astronot gönderimi ise SpaceX şirketinin Crew-1 isimli görevi sayesinde 16 Kasım 2020 tarihinde gerçekleşti. Böylece ilk kez bir özel şirket UÜİ'ye rutin astronot göndermeyi başardı. ABD bu başarılı görevden sonra astronotlarını artık kendi toprağından göndermeyi amaçlıyor. Tüm bu gelişmeler çok yakın bir gelecekte uzay turizminin başlayacağını gösteriyor.

## Asteroit Madenciliği Resmen Başladı

Asteroit araştırmaları Güneş Sistemi'nin geçmişi ve gezegen oluşumu hakkında yararlı bilgiler vermesinin yanı sıra gelecekte yapılması planlanan asteroid madenciliğinin de ilk adımlarını oluşturuyor. 2014 yılında fırlatılan ve 2018 yılında Ryugu isimli asteroide ulaşan Japon Hayabusa 2 uzay aracı 2019 yılında asteroitten bir miktar örnek almayı başarmış ve Dünya'ya doğru yola koyulmuştu. Hayabusa 2 taşıdığı asteroid örneğini 6 Aralık 2020 tarihinde bir kapsül içinde Dünya'ya ulaştırdı. Hayabusa 2 tüm görev boyunca yaklaşık 5 milyar km yol katetti. Japonya Uzay Ajansı (JAXA) Ha-



yabusa 2'nin görevinin uzatılmasına karar verdi. Hayabusa 2'nin bundan sonraki hedefinde ise 1998 KY26 isimli asteroit bulunuyor, bu asteroit sadece 30 m çapında. Bu asteroidin seçilme nedeni ise Dünya'ya çarpma riski olan asteroitlerden biri olması. Gezegen savunması açısından bakıldığında bu tarz asteroitlerin doğasını iyi anlamak hayati önem arz ediyor. Hayabusa 2'nin 1998 KY26 isimli asteroit ile buluşması 2031 yılında gerçekleşecek. Benzer bir görevle 2016 yılında Bennu asteroidine gönderilen NASA'nın OSIRIS-REx isimli uzay aracı 2018 yılında asteroitte ulaşmıştı. Uzay aracı 20 Ekim 2020 tarihinde asteroitten başarılı bir şekilde örnek aldı ve 2024 yılında Dünya'ya dönmesi bekleniyor. Bu görevler önümüzdeki 30-40 yıl içinde hayata geçmesi beklenen asteroit madenciliğinin öncül teknolojilerini oluşturuyor. Nadir toprak elementleri 17 adet metalik elementten oluşuyor (lantanit ailesinden 15 element ile birlikte itriyum ve skandiyum) ve yüksek teknoloji ürünlerin (örneğin cep telefonları, hard diskler, elektrikli ve hibrit araçlar gibi) yapımında kullanılıyor. Günümüzde bu elementlerin çok büyük bir çoğunluğu Çin'den çıkarılıyor ve önümüzdeki 30 yıl içinde tükenmesi bekleniyor. Robotik ve otonom sistemlerin giderek gelişmesiyle birlikte önce en yakınımızdaki Ay'da sonra ise Yakın Dünya Cisimleri'nde bu nadir ve değerli elementlerin madenciliği yapılacak.

## Üç Büyük Mars Görevi Yola Çıktı

Mars her geçen gün daha fazla uzay aracı tarafından ziyaret ediliyor. Bu yıl üç büyük Mars görevi ilk kez aynı ay içerisinde hayata geçirildi ve farklı bilimsel amaçlara sahip üç uzay aracı Mars'a gönderildi. Bu üç büyük görev sayesinde elde edilecek bilgiler gelecekte kurulması planlanan Mars üssü için hayati önem arz ettiği gibi geçmişte geniş su yataklarına sahip olduğu düşünülen kızıl gezegenin bugün nasıl bu hâle geldiğini anlamamıza da önemli katkılar sağlayacak.

### 1. The Hope

Birleşik Arap Emirlikleri 2014 yılında Mars'a araç göndereceğini duyurmuştu ve projeyi 2020 yılında hayata geçirdi. The Hope isimli uzay aracı 19 Temmuz 2020 tarihinde Japonya Tanegashima Uzay Merkezi'nden fırlatıldı. The Hope hâlâ yolda ve bu yıl Şubat ayında Mars'a ulaşması bekleniyor. Uzay aracının geliştirilmesi, California Berkeley ve Arizona State üniversitelerinin destekleriyle Colorado Boulder Üniversitesi, Atmosfer ve Uzay Fiziği Laboratuvarında gerçekleştirildi. Görev kontrol ve yönetimi ise Muhammed Bin Raşid Uzay Merkezi tarafından yapılıyor. The Hope bir yörünge aracı olarak tasarlandı ve herhangi bir iniş modülü içermiyor. Uzay aracının amacı Mars'ın günlük ve mevsimlik iklim



değişimlerini incelemek. The Hope sayesinde, özellikle Mars'ta gerçekleşen dönemli toz fırtınaları ve yüzeyin farklı bölgelerindeki sıcaklık değişimleri detaylı olarak incelenecek. Bu amaçla uzay aracı üç farklı ölçüm aracı taşıyor: Kızılötesi ve morötesi tayfölçer ile birlikte yüksek çözünürlüklü görüntü alabilen çok bantlı bir kamera. Geçtiğimiz yıllarda yapılan bir çalışma ile Mars'ın küresel bir manyetik alandan yoksun olduğu ve kütlesinin yeterince büyük olmaması nedeniyle atmosferindeki gazların sürekli uzaya kaçtığı bulunmuştu. The Hope sayesinde Mars'ın atmosfer kaybı da daha detaylı şekilde incelenebilecek. The Hope ile Mars'ın bugüne kadarki en kapsamlı atmosfer ve iklim bilgilerinin elde edilmesi planlanıyor.

## 2. Tianwen-1

Çin'in uzay aracı Tianwen-1, 23 Temmuz 2020 tarihinde fırlatıldı ve Şubat 2021'de Mars'a ulaşması bekleniyor. Tianwen-1 bir yörünge aracı, iniş modülü ve yüzey aracı içeriyor. Tianwen-1 üzerindeki iniş modülü ve taşıdığı yüzey aracı Mars'taki Ütopya Düzlüğü (Utopia Planitia) isimli bölgeye inecek. The Hope Mars'ın atmosferini derinlemesine incelerken Tianwen-1 de Mars yüzeyini enine boyuna araştırarak Mars toprağında yaşam izi arayacak olan uzay aracıyla aynı zamanda yüzeyin bir haritasını da çıkarmak hedefleniyor. Yüzeyde analizler yaparken sahip olduğu radar sayesinde yüzeyden 100 metre derine kadar incelemeler yapabilecek. Yörünge aracı ise 400 km yükseklikten iki metre çözünürlük sağlayabilen bir kamera içeriyor.

## 3. Perseverance

Mars 2020 görevi, taşıdığı birçok bilimsel araç ve gereçle birlikte 30 Temmuz 2020 tarihinde Mars'a ulaşmak üzere fırlatılarak başlatıldı. Temmuz ayı içinde Mars'a gönderilen üç büyük görevden sonuncusu olan Mars 2020'nin taşıdığı Perseverance (Türkçesi: Azim) isimli yüzey aracı bu yıl Şubat ayında Mars toprağına inecek. Perseverance için iniş yeri olarak 60'dan fazla bölge değerlendirildi ve beş yıl boyunca bu bölgeler enine boyuna incelendi. Sonunda karar kılınan bölge Jezero Krateri oldu. Mars ekvatorunun 18 derece kuzeyinde yer

alan Jezero Krateri yaklaşık 45 km çapında. İniş için bu bölgenin seçilmesinin nedeni bir zamanlar Jezero Krateri'nin sularla kaplı antik bir nehir deltasına ev sahipliği yaptığının düşünülmesi. Perseverance yüzey aracının birçok bilimsel amacı bulunuyor. En önemli hedeflerinden biri Mars'taki yaşam olasılıklarını ve eğer varsa geçmişten kalan yaşam izlerini bulmak. Perseverance özel olarak bu amaçla tasarlandı. Mars'ın iklimini de inceleyecek olan Perseverance Mars'ın yüzeyindeki kayalık yapıları ve gelecekte kurulması planlanan Mars yerleşimine yarar sağlayabilecek doğal kaynaklar ve yakıt olarak kullanılacak enerji kaynakları gibi çevresel koşulları da araştırarak.

Perseverance üzerinde minik bir helikopter de bulunuyor. Helikopterin adı Ingenuity (Türkçesi: Hüner, beceri). Bu helikopter hem bu teknolojinin Mars atmosferinde ilk testini yapmayı amaçlıyor hem de Perseverance için en iyi güzergâhın belirlenmesi konusunda yardım

sağlayacak. Otonom şekilde hareket edecek olan helikopterin yerden maksimum 10 metre havalanması ve her biri üçer dakika süren beş uçuş yaparak toplamda birkaç kilometrelik bir mesafeyi katetmesi bekleniyor.

## Güneş'in 25. Leke Çevrimi ve Güney Atlantik Anomalisi

Bizler için Dünya'nın atmosferindeki değişimler gibi uzayın iklimi de önemlidir. Uzayın iklimiyle ilişkili olgulara atmosferimizde gördüğümüz Aurora yapıları (kuzey ve güney ışıkları), Güneş'te gerçekleşen koronal kütle atımları, Güneş rüzgârları, Güneş kaynaklı radyasyon fırtınaları, Dünya'nın etrafını saran Van Allen radyasyon kuşakları ve Dünya'nın iyonosfer tabakası örnek olarak verilebilir.

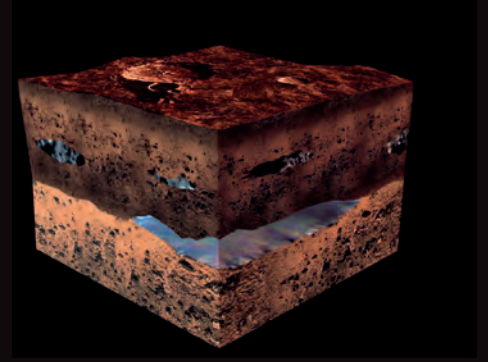


Uzayın ikliminde dikkate almamız gereken en önemli cisim hayat kaynağımız Güneş'tir. O nedenle, 1,5 milyon km çapındaki aşırı ısıtılmış bu gaz topundaki değişimleri iyi analiz etmeliyiz. Uzun yıllardır yapılan gözlemler Güneş'te ortalama 11 yıllık döneme sahip bir leke çevrimi olduğunu göstermiştir. Ortalama her 11 yılda bir leke sayısı maksimuma ulaşır. Sonra sayı giderek azalır ve nihayetinde bir an gelir ki Güneş yüzeyinde hiç leke görünmez. 2020 yılının sonuna doğru Güneş yüzeyinde birkaç lekenin olduğu gözlemlendi ancak Güneş henüz leke sayısı bakımından sakin bir evrede bulunuyor. Önümüzdeki birkaç yıl içinde leke sayısının giderek artması ve 2024-2025 yılları arasında da maksimuma ulaşması bekleniyor. Lekelerin boyutu birkaç km'den Dünya'nın on katına kadar değişebilir. Lekeler çevrelerine kıyasla, yani yaklaşık 6000 derece sıcaklığındaki fotosfere kıyasla daha soğuk bölgelerdir. Lekelerin sıcaklığı yaklaşık 3000-4500 derece arasında değişir. Yani lekelerin karanlık görünmesinin nedeni gerçekten kara olduklarından değil, etraflarını saran fotosferle aralarındaki sıcaklık farkıdır.

Güneş'in yüzeyinde gözlenen lekelerin Güneş'in iç yapısı, dönme hareketi ve manyetik etkinliğiyle bağlantılı olduğu düşünülüyor. Güneş'in her bir enlemi farklı hızlarda döner. Bu da manyetik alanın bir süre sonra bazı bölgelerde artmasına neden olur. Bunun sonucunda leke olarak gözlediğimiz olgular or-

taya çıkar. Bir lekenin ömrü birkaç günden birkaç aya kadar değişebilir. Leke çevrimi ortalama 11 yıl sürse de her bir çevrimdeki leke sayısı aynı değildir. Bazen çok fazla sayıda leke oluşabilir. Güneş'in  $\pm 30$  derece kuzey ve güney enlemlerinde doğan lekelerin sayısı giderek artmaya ve ekvator bölgesinde yoğunlaşmaya başlar. Ekvator bölgesinde sayıları bir süre sonra giderek azalır ve nihayetinde yok olurlar. Lekele- rin bu hareketini bir grafiğe dökerseniz karşınıza kelebeğin kanatlarına benzer bir diyagram çıkar. İşte bu nedenle buna "kelebek diyagramı" denir.

Güneş'in etkinliği ve Dünya'nın manyetik alanı arasındaki ilişkinin incelendiği yeni bir çalışma Van Allen radyasyon kuşakları ile ilgili önemli sonuçlara ulaştı. Gezegenimizi âdeta bir can simidi şeklinde saran ve zararlı yüklü parçacıkları hapseden Van Allen kuşakları iki ayrı kuşaktan oluşuyor. Birinci kuşak yer yüzeyine nispeten daha yakındır ve yüzeyden ortalama 600-800 km yükseklikten başlar. Uzun süredir elde edilen veriler Güney Amerika ve Güney Atlantik Okyanusu üzerindeki manyetik alanın giderek zayıflayan bir bölgesi olduğunu gösterdi. Dahası bu bölge Güney Atlantik okyanusu üzerinde yayılım gösterip ikinci bir loba ayrılıyor. Buna Güney Atlantik Anomalisi deniyor. Bu nedenle Güneş'ten gelen zararlı yüklü parçacıklar Dünya yüzeyine umulandan fazla yaklaşıyor. Şu an için sadece yapay uyduları tehdit eden bu durum gelecekte yeryüzündeki canlılığı da tehdit edebilir.



## Mars'ta Yeni Yer Altı Gölleri Keşfedildi

Dünya'nın en soğuk yerinden bile daha soğuk ortalama sıcaklığı ve neredeyse tamamen karbondioksit ile kaplı olan incecik atmosferine rağmen Mars insanlığın Ay'dan sonra ulaşmak istediği en önemli gök cismi. Uzun yıllardır yapılan çalışmalar sayesinde Mars'ın yüzeyinin bir zamanlar sularla kaplı olduğuna işaret eden ciddi delillere ulaşıldı. Gelecekte yapılması planlanan Mars yerleşimi için hayati bir önem taşıyan su hem içecek hem de bir enerji kaynağı olarak kullanılabilir. Mars'ın kutup bölgelerinin yanı sıra ekvatoru ile kuzey kutbu arasında kalan bölgede yüzeyin hemen altında da buz hâlinde su olduğu bulunmuştu. 2018 yılında yapılan bir çalışma ile Mars'ın kutup buzullarının altında sıvı sudan oluşan bir yer altı gölü olabileceği de belirtilmişti. Bu yıl yapılan yeni bir çalışma sayesinde ise sadece bu yer altı gölünün varlığı kanıtlanmadı aynı zamanda söz konusu gölün etrafında

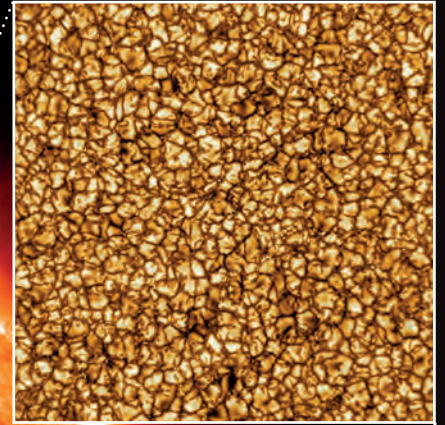
yer alan üç adet göl daha keşfedildi. Keşif Avrupa Uzay Ajansına (ESA) ait Mars Express isimli yörünge aracının üzerinde yer alan The Mars Advanced Radar for Subsurface and Ionosphere Sounding (MARSIS) isimli radarın aldığı verilere dayanıyor. Öyle görünüyor ki Mars'ın yüzeyinin altında, radyasyondan korunaklı bölgelerde buz hâlinde ve sıvı su bulunuyor. Bu bulgular Mars'ın yüzeyinin altında canlılık olma ihtimalini de güçlendiriyor.

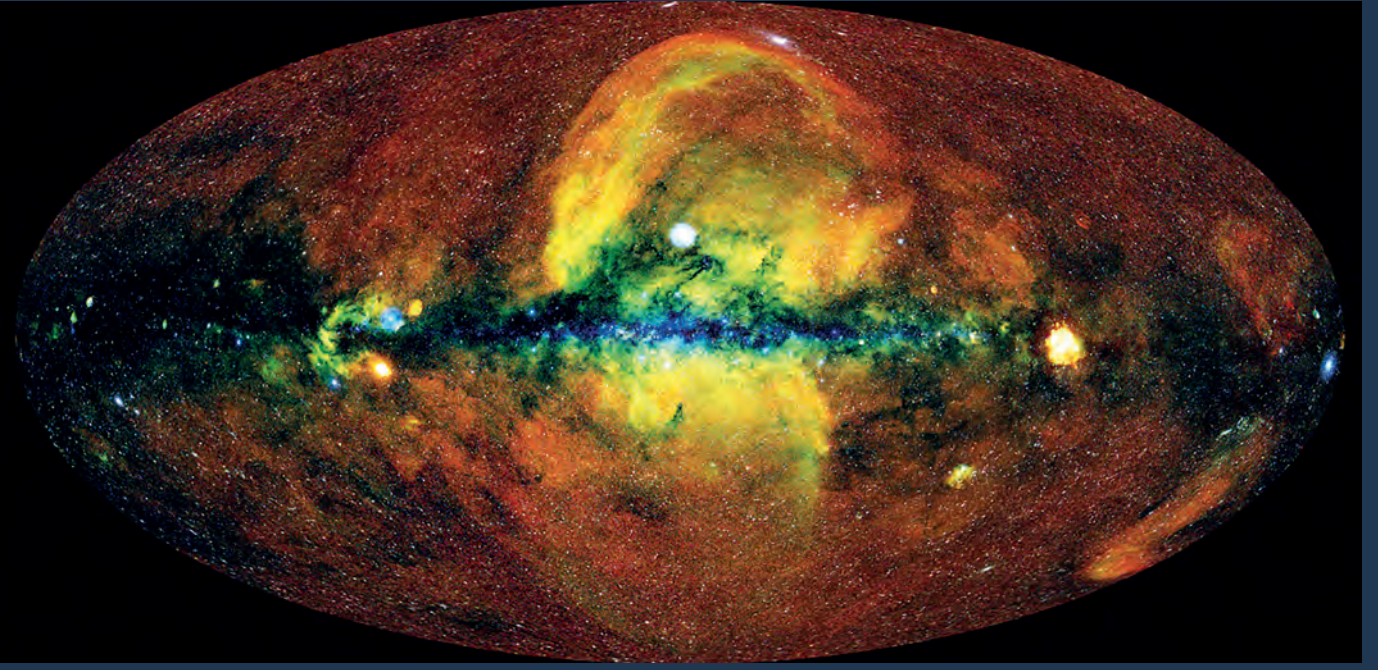
## **Güneş'in En Yakın ve En Yüksek Çözünürlüklü Görüntüleri Elde Edildi**

NASA ve ESA'ya ait Solar Orbiter isimli uzay aracı 30 Mart 2020 tarihinde Güneş'e yaklaşık 77 milyon km mesafede bulunuyorken bir milyon dereceden daha yüksek sıcaklığa sahip korona tabakasının uzak morötesi bölgede görüntülerini elde etti. Bu özelliği ile Güneş'e en yakın noktadan fotoğraf çeken uzay aracı oldu. Parker Solar Probe isimli uzay aracı Güneş'e daha fazla yaklaşmıştı ancak Güneş'e dönük bir görüntüleyiciye sahip değildi.

Hawaii'de bulunan ve Dünya'nın en büyük Güneş teleskobu olan Daniel K. Inouye Güneş Teleskobu (DKIST) faaliyete geçtiği ilk gün Güneş'in en detaylı yüzey fotoğrafını elde etti. Görüntüde Güneş'in fotosfer tabakasındaki plazma ha-

reketleri 30 km'ye ulaşan bir çözünürlük ile görülebiliyor. Gözlem projesinin amacı sadece Güneş'in yüzey fotoğrafını elde etmek değil aynı zamanda fotosferde gözlenen o yapıların manyetik alan ölçümlerini de yapmak. Bu veri sayesinde hem Güneş'in etkinlik çevriminin hem de fotosferden daha dışta yer aldığı hâlde daha sıcak olan korona tabakasının bu yüksek sıcaklığının nedeninin anlaşılması hedefleniyor. Uzayda her geçen gün ulaştığı noktaları genişleten ve önce tekrar Ay'a sonra ise Mars'a gitmeyi hedefleyen insanlık için Güneş'in etkinliğini ve dolayısıyla uzayın iklimini doğru analiz edebilmek çok önemli.





## Evrenin En Detaylı X Işını Haritası Çıkarıldı

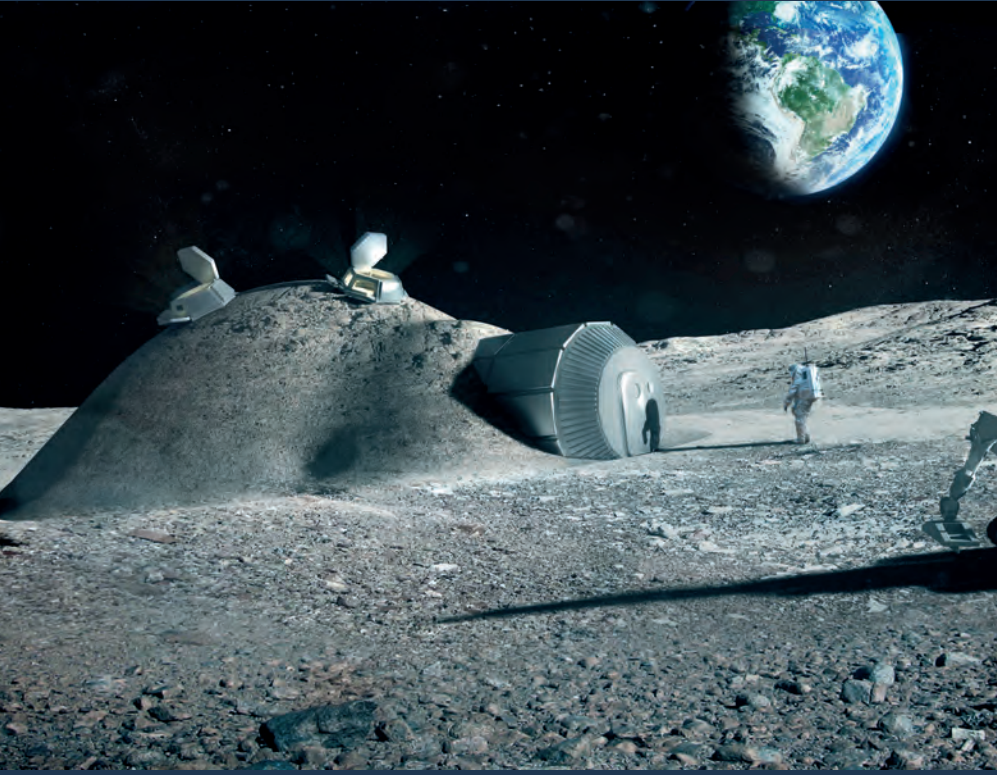
eROSITA Max Planck Dünya Dışı Fizik Enstitüsü (Max Planck Institute for Extraterrestrial Physics) tarafından geliştirilen bir X ışını gözlem aracıdır. Geçen yıl fırlatılan Rus-Alman ortak yapımı Spectr-RG gözlemevi- nin bir parçası olarak gökyüzünün X ışını haritasını elde etmek için görev ve başladı. Güneş ve Dünya'nın kütle çekimi kuvvetlerinin merkezci kuvvet ile dengelendiği ve Dünya'dan 1,5 milyon km ötede bulunan Lagrange 2 noktası etrafında bir yörüngeye yerleştirilen Spectr-RG gözlemevi Dünya ile birlikte Güneş etrafında tur atıyor. Her biri X ışını ayna sistemi ve CCD kamera içeren yedi modülden oluşan eROSITA geniş bir görüş alanına ve yüksek bir çözünürlüğe sahip, bu da 1990'lı yıllarda fırlatılan Alman ROSAT X ışını teleskobundan yaklaşık 20 kat daha duyarlı gözlemler yapabilmesine olanak sağlıyor. Sahip olduğu ayna sistemi yüksek enerjili fotonları toplayıp CCD X ışını kameralarında odaklıyor. eROSITA ilk X ışını taramasını altı ay süren bir gözlem sonucunda 11 Haziran 2020 tarihinde tamamladı ve yaklaşık 1,1 milyon X ışını kaynağını katalogladı. Bu sayede eROSITA bugüne kadarki en iyi tayfsal ve açısal çözünürlüğe sahip X ışını haritasını elde etti. Her altı ayda bir evreni tarayacak olan eROSITA aynı zamanda yaklaşık 100.000 galaksi kümesinin de X ışını haritasını çıkarmış olacak. Bu sayede karanlık enerjinin doğasının ve yüksek enerji çıkışına sahip kozmik olayların (aktif galaksi çekirdekleri, kara delikler, süpernova kalıntıları, nötron yıldızları, X ışını çiftleri ve kuazarlar gibi) daha iyi anlaşılması bekleniyor. 2026 sonunda birkaç milyon adet X ışını kaynağının eROSITA sayesinde kataloglanması bekleniyor.

## Ay Toprağı Dünya'ya Getirildi

Çin Uzay Ajansı'nın Chang'e 5 isimli uzay aracı 23 Kasım 2020'de Ay'a doğru yola çıktı. Uzay aracının taşıdığı modül 1 Aralık 2020 tarihinde Ay üzerindeki Fırtınalar Denizi (Oceanus Procellarum) isimli volkanik düzlüğe başarılı bir şekilde indi ve yaklaşık 2 kilogram örnek alıp 3 Aralık 2020'de Ay'ı terk etti. Uzay aracının topladığı örneğin 1,2 milyar yaşında olması bekleniyor. Bu örneğin araştırılmasıyla Ay'ın geçmişi daha iyi anlaşılacak.

Bu gelişmeyle birlikte, ABD ve Sovyetler Birliği'nden sonra Ay'dan numune toplayabilen üçüncü ülke Çin oldu. ABD'nin 1969-1972 yılları arasında gerçekleştirdiği altı farklı görevde 382 kilogram ay numunesi getirilmiş ve





bu örneklerin incelenmesi sonucunda yaşlarının 3,1 ile 4,4 milyar arasında olduğu bulunmuştu. Sovyetler Birliği'nin Luna 24 robot sondası ise 1976'da 170 gram ağırlığında Ay numunesini dünyaya getirmişti. Chang'e 5, Luna 24'ten sonra Ay'da gerçekleştirilen ilk robotik örnek toplama görevi oldu.

Ay örneği taşıyan kapsül 16 Aralık 2020'de Türkiye saatiyle 21.00 civarında yeryüzüne başarılı bir şekilde ulaştı.

## Yerli Roketimiz Uzaya Ulaştı

Bu yıl için ülkemiz bir ilki başardı. Roketsan tarafından geliştirilen bir roket uzayın sınırı olarak kabul edilen 100 km hattını aşmayı başardı ve bize Dünya'nın bir görüntüsünü

gönderdi. Uzun menzilli roket çalışmalarının bir ürünü olan bu başarı şüphesiz ülkemizin gelecekteki derin uzay çalışmaları için büyük bir adım niteliği taşıyor.



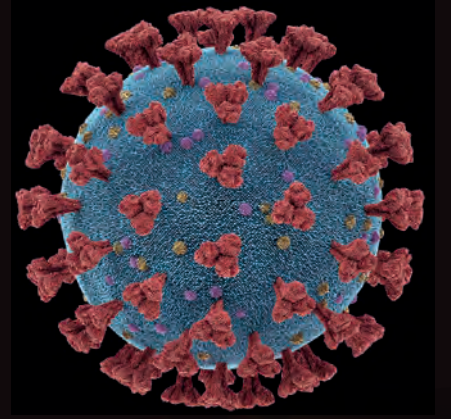
## Uzay Çalışmalarında COVID-19 Etkisi Devam Ediyor

Günümüzde 80'den fazla ülkenin uzay programı bulunuyor. Uzay teknolojileri özellikle gezegen gözlemleri, küresel konumlama sistemleri, sağladığı hızlı iletişim olanakları ve ürettiği yeni teknolojiler sayesinde günlük hayatımıza ciddi katkılar sunmaya devam ediyor. Ancak tüm Dünya'yı yakından ilgilendiren ve çok kısa bir sürede Dünya geneline yayılan COVID-19 virüsü nedeniyle her sektör gibi uzay sektörü de kötü yönde etkilendi ve etkilenmeye devam ediyor. Avrupa'da bu etkinin 1 milyar Euro düzeyine ulaşması bekleniyor. Örneğin, pandemi nedeniyle bazı roket fırlatılışları ertelendi. Dünya geneline bakıldığında, 2020 yılında fırlatılan roket sayısının 2018 ve 2019 yıllarına kıyasla daha az olduğu görülüyor.

Uzay endüstrisinin en büyük yatırımcıları hâlâ devletler olduğu için ülke ekonomilerinin salgın nedeniyle zarar görmesi uzay ekonomisini de derinden etkiliyor. Uzay sektöründeki büyük aktörler krizden çok fazla etkilenmese de hayatta kalmaları büyük aktörlere bağlı olan daha küçük şirketler ise ciddi sorunlarla yüzleşiyor. Nitekim, büyük şirketler roket fırlatılışındaki gecikmelere şimdilik dayana-

bilecek güçte iken küçük şirketler için aynı durum söz konusu değil. İngiltere’de yapılan bir çalışma nispeten küçük uzay şirketlerinin %20’sinin COVID-19 nedeniyle ciddi şekilde etkilendiğini ortaya koyuyor. Almanya’da bu oran %40 iken, Güney Kore’de %60’a kadar çıkabiliyor; şirketlerin %20’si ise gelecekle rinin tehlikede olduğunu düşünüyor. Avrupa genelinde ve çok sayıda küçük uzay şirketine sahip olan ABD’de de benzer bir negatif etkinin olması bekleniyor.

COVID-19 salgını nedeniyle, yapay uydu verisi ve sinyaline mecbur olan ticari sektörler olumsuz etkilenmeye devam ediyor. Örneğin, küresel uydu kümeleri oluşturmayı planlayan en büyük aktörlerden biri olan OneWeb şirketi projesi için gerekli bütçeye ulaşamayınca iflas koruma planına başvurmuştu. 2020 yılı itibarıyla yaklaşık 350 milyar dolar olan uzay endüstrisinin 2040 yılına kadar 1 trilyon doları aşması bekleniyordu ancak COVID-19 salgını bu beklentiye bir miktar aşağı çekebilir. ■



#### Kaynaklar

- [https://www.aanda.org/articles/aa/full\\_html/2020/05/aa38020-20/aa38020-20.html](https://www.aanda.org/articles/aa/full_html/2020/05/aa38020-20/aa38020-20.html)
- <https://www.nature.com/articles/s41586-020-2713-y>
- <https://journals.aps.org/prl/abstract/10.1103/PhysRevLett.125.141104>
- <https://academic.oup.com/mnras/article/473/1/1186/4060726>
- <https://www.liebertpub.com/doi/10.1089/ast.2017.1783>
- <https://www.nature.com/articles/s41550-020-1174-4>
- <https://arxiv.org/abs/2010.09761>
- <https://arxiv.org/abs/2010.14305>
- <https://www.nature.com/articles/d41586-020-03258-5>
- <https://arxiv.org/abs/2011.08176>
- [https://www.nature.com/articles/s41550-020-01222-x#\\_blank](https://www.nature.com/articles/s41550-020-01222-x#_blank)
- <https://www.pnas.org/content/115/36/8907>
- <https://news.arizona.edu/story/terraced-craters-windows-into-mars-icy-past>
- <https://science.sciencemag.org/content/361/6401/490.editor-summary>
- <https://www.nature.com/articles/s41550-020-1200-6?proof=t>
- <https://www.nasa.gov/feature/goddard/2020/solar-orbiter-returns-first-data-snaps-closest-pictures-of-the-sun>
- <https://nso.edu/telescopes/dkist/first-light-full-image/>
- [https://read.oecd-ilibrary.org/science-and-technology/the-space-economy-in-figures\\_c5996201-en#page34](https://read.oecd-ilibrary.org/science-and-technology/the-space-economy-in-figures_c5996201-en#page34)
- [https://read.oecd-ilibrary.org/view/?ref=135\\_135514-gg3eitmwa3&title=The-impacts-of-COVID-19-on-the-space-industry](https://read.oecd-ilibrary.org/view/?ref=135_135514-gg3eitmwa3&title=The-impacts-of-COVID-19-on-the-space-industry)
- <https://www.swpc.noaa.gov/products/solar-cycle-progression>

# Merak Ettikleriniz

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

## Madeni Paralar Neden Kokar?

Madeni bir paraya, anahtara ya da çiviye dokunduktan sonra elimizi kokladığımızda “metalik” bir koku alırız. Ancak kimya biliminin bu duruma oldukça kışkırtıcı bir cevabı var: Metaller kokmaz!

Bir maddenin kokusunu alabilmemiz için öncelikle o maddenin uçucu taneciklerinin burnumuza ulaşması gerekir. Katılarla kıyaslandığında sıvıların koku üretmesi daha olasıdır. Çünkü sıvı molekülleri birbirine göre daha zayıf etkileşimler ile tutunur. Katılar arasında bir uçuculuk hiyerarşisi kurmak gerekirse, organik bileşiklerin koku üretimine daha yatkın olduğu görülür. Tuz, mineral ve metallerin de içinde yer aldığı inorganik bileşikler ise tanecikleri arasındaki güçlü etkileşimlerin etkisiyle koku üretmeye en az meyilli maddelerdendir. Bir kokuyu alabilmemizin ikinci şartı ise burnumuzda o uçucuyu algılayacak reseptörlerin bulunmasıdır. Metaller, normal koşullar altında, buharlaşsalar dahi kokularını almamız mümkün olmazdı.

Madeni bir paraya dokunduktan sonra elimizden aldığımız kokuda demir atomları yer almaz. Kokunun kaynağı cildimizin metalle etkileşiminden ortaya çıkan ürünler ya da metalin üzerindeki kimyasal birikintilerdir.



Metal objeler tutan katılımcılarla yapılan deneylerde, demir iyonları ile cildimizdeki ter ve yağların hızlı reaksiyonu sonucunda aldehit ve keton türü bileşiklerin oluştuğu gözlenmiştir. Deney, kokunun kaynağının paradaki demir atomları değil, insan vücudunun ürettiği kimyasallar olduğunu gösteriyor. Deney bulguları arasında saf ya da alaşımli bakır metali içeren objelerin de benzer süreçler sonrasında bu kokuya yakın kimyasallar ürettiği yer alıyor.

Araştırmacılar kanda bulunan demirin de benzer reaksiyonlar sonucu kan kokusu adını verdiğimiz kokuyu ortaya çıkardığını düşünüyor.

1-okten-3-on (OEO) adlı kimyasal bu reaksiyonlar sonucu ortaya çıkan ve mantar kokusunu çağrıştıran ürünlerden bir tanesi. İnsan burnu OEO molekülünü trilyonda beş parçacık düzeyinde bulursa dahi algılayabilecek hassasiyette.

### Kaynaklar

Glindemann, D., Dietrich, A., Staerk, H.-J., & Kusch, P. (2006). The Two Odors of Iron when Touched or Pickled: (Skin) Carbonyl Compounds and Organophosphines. *Angewandte Chemie International Edition*, 45(42), 7006–7009.

[vtnews.vt.edu/articles/2006/11/2006-611.html](http://vtnews.vt.edu/articles/2006/11/2006-611.html)

# Parmak İzimiz Ne İşe Yarar?

1910 yılında katil zanlısı Thomas Jennings'in olay mahallinden kaçarken yeni boyanmış korkulukta bıraktığı belirgin parmak izleri ertesi yıl sonuçlanan davada hüküm giyme- siyle sonuçlanmıştı. Bu dava sonrasında parmak izlerinin ağırlıklı olarak adli soruşturmalarda kullanılması biyolojik işlevini gölgeledi diyebiliriz. Parmak izimizi oluşturan oluk- lu ve çıkıntılı deri dokusunun daha iyi tutma ve kavramaya yardımcı olma ile hassas dokunma hissine katkı sağladığı düşünülüyor.

El ve ayak parmak uçlarımızda yer alan epidermal çıkıntılar vücudumuzun diğer bölgelerine kıyasla yüksek yoğunlukta ter bezleri içerir. Parmaklarımızla bir yüzeye temas ettiğimizde bu çıkıntılardaki gözeneklerden çıkan ter, cildimizi yumuşatarak sürtünmeyi artırır. Azami sürtünme sağlan- dığındaysa yüzeye temasın etkisiyle gözenekler tıkanır ve yeni ter üretmez. Böylece fazla nemin yol açabileceği kay- ganlık tehlikesinin de önüne geçilir. Elimizin ya da temas ettiğimiz yüzeyin ıslak olması durumunda ise parmak ucu çıkıntılarımızın arasındaki oluklar fazla suyun hızlıca buhar- laşmasını sağlayarak kaymayı engeller. Bu mekanizma araç lastiklerinin yolda temas ettiği suyu tasarımıdaki oluklarla uzaklaştırmasına benzetilebilir. Araştırmacılar parmak uç- larındaki sürtünmenin daha iyi anlaşılması sayesinde geliştirmiş robotik ve protez uzuvlar ile akıllı cihaz ekranları için daha hassas dokunsal geri bildirim sistemlerinin geliştirile- bileceğini düşünüyor.

Parmaklarımızda basınç ve dokunma gibi mekanik uyarıcı- ları algılamak için dört farklı mekanoreseptör çeşidi bulu- nur. Parmak uçlarımızdaki derinin 2 milimetre kadar altın-

da yer alan ve ince dokulu yüzeyleri algılamamıza aracılık eden pacinian yuvarı reseptörü bunlardan bir tanesidir. Bu reseptör, 200 hertz'lik titreşim duyarlılığı sayesinde parmak uçlarımıza üst düzey hassas algılamada yardımcı olur. Sor- bonne Üniversitesinden Georges Debrégeas, biyobenzetim yoluyla dokunma hassasiyetini ölçmeye çalıştığı deneyinde, pürüzsüz ve parmak izli düzeneklere uygun mesafede sen- sörler yerleştirdi. Düzenek farklı yüzeylerle test edildiğinde parmak izli düzeneğin tam da pacinian yuvarının algılayabi- leceği hassasiyette titreşimler ürettiği gözlemlendi. Debrégeas parmak izlerinin dokunmada sağladığı bu hassasiyetin eş zamanlı olarak tutma eyleminde uygulanacak kuvveti belir- lemede de etkili olabileceğini öne sürüyor.

Yüzeylerde bırakılan parmak izleri, benzersiz bir desen ol- masının ötesinde, parmak uçlarındaki ter bezleriyle vücut- tan dışarıya aktarılan kimyasalların yanı sıra parmak izini bı- rakan kişinin epidermal oluklarında biriken diğer maddeleri de içerir. Güncel adli bilim araştırmaları parmak izlerinden yola çıkılarak kişinin öncesinde neye dokunduğunun, ne ye- diğinin ve hatta hangi ilaçları kullandığının anlaşılabilceği- ni gösteriyor.

## Kaynaklar

cosmosmagazine.com/health/body-and-mind/hold-on-thats-why-we-have- fingerprints

livescience.com/why-do-humans-have-fingerprints.html

theconversation.com/the-hidden-data-in-your-fingerprints-95491

**Geçmiş ile Gelecek Arasında Bir Kültür Durağı:**  
**Cumhurbaşkanlığı Senfoni Orkestrası**  
**Konser Salonu**  
**ve**  
**Koro Çalışma**  
**Binası**

Dr. Özlem Ak [ TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi

Geçmiş 1826'ya dayanan ve dünyanın en eski orkestralarından biri olan Cumhurbaşkanlığı Senfoni Orkestrasının (CSO) yeni salonu 3 Aralık'ta Cumhurbaşkanı Recep Tayyip Erdoğan'ın katılımıyla açıldı. Coşkulu gala etkinliklerine en sahipliği yapan salon, Türkiye'de senfonik konser salonu amacıyla inşa edilmiş ilk salon olma özelliğini taşıyor. Hikâyesi uzun olsa da sonuç hem Ankara hem de Türkiye için heyecan verici. Yirmi üç yıl önce temeli atılan binanın tasarımı ve mimarları 1992 yılında düzenlenen AKM CSO Konser Salonu ve Koro Binaları Mimari Yarışmasında belirlenmişti. Birinci olan tasarımlarıyla mimar Semra Uygur ve Özcan Uygur da bu projenin en önemli isimlerinden olmuştu. Yıllardır beklenen ve açılışıyla ses getiren CSO'nun yeni binasıyla ilgili önemli pek çok teknik bilgiyi birinci ağızdan, yani mimarlarından dinledik. İşte Semra Uygur ve Özcan Uygur ile yaptığımız röportajdan bu özel yapıyla ilgili öğrendiklerimiz...

**T**ürkiye’de yapılan tüm salonlar örneğin konferans, tiyatro ya da konser kullanımı için genellikle çok amaçlı olarak tasarlanıyor ve inşa ediliyor. CSO’nun eski binası da bu şekilde yapılmış ve sonradan konser salonuna dönüştürülmüştü. Bu nedenle yeni binanın senfonik konser binası olarak tasarlanması Türkiye için bir ilk. Konser salonları, salonun dinleyici kapasitesi, hacmi, plan tipi, boyutu gibi fiziki ve gerekli akustik özellikleri göz önünde bulundurularak mimarlar ve akustik uzmanları tarafından birlikte tasarlanıyor. Semra Hanım ve Özcan Bey de yapının akustiğiyle ilgili konularda Almanya Fraunhofer Bina Fiziği Enstitüsü ve Prof. Wolfgang Fasold ile birlikte çalıştıklarını belirtiyor.

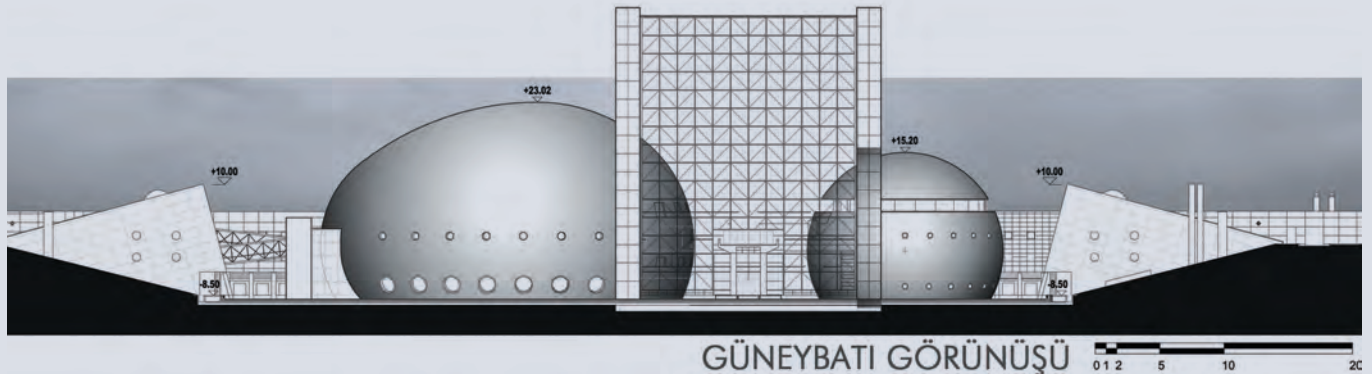
Müzik ve konuşma sesinin akustik ihtiyaçları farklı olduğu için, konser için yapılan salonların akustik tasarımı birçok yönden konuşma sesi için yapılan salonlardan farklılık gösteriyor. Müzik için yapılan salonlar birçok farklı formda ve büyüklükte olabiliyor. Özcan Bey dünyada konser

salonlarının birkaç tipolojisi olduğunu ve bir tanesinin de CSO salonunda da kullanılan üzüm bağı tipolojisi olduğunu söylüyor. Tabii bu tipolojilere mimarlar iç düzenlemelerini ve biçimlerini farklılaştırarak yorumlar getiriyor. Özcan Uygur kendilerinin de yaptıklarının bir anlamda bu olduğunu belirtiyor ve üzüm bağı tipolojisine en iyi örneğin Berlin Filarmoni Orkestrası salonu olduğunu söylüyor.

Semra Hanım CSO salonundaki kot ve terasların esas amacının hem sesin yayılmasını kolaylaştırmak hem de -günümüzdeki teknolojiyle kendi evinde konser izleme imkânı varken- izleyicilerin konser salonunda olma ve atmosferi paylaşma isteğini tetiklemek olduğunu vurguluyor. Atmosferi paylaşmak için de salondaki tüm izleyicilerin hem birbirlerini hem de sahneyi görebilmesi gerekiyor. Teraslar akustik açıdan olduğu kadar görüş açısından da çok önemli. Bir diğer özellik ise konser salonlarının akustiği için kişi başına düşen hacim. CSO salonunda kişi başına düşmesi gereken hacim 11m<sup>3</sup> olarak hesaplanmış. Kişi başına düşen hac-

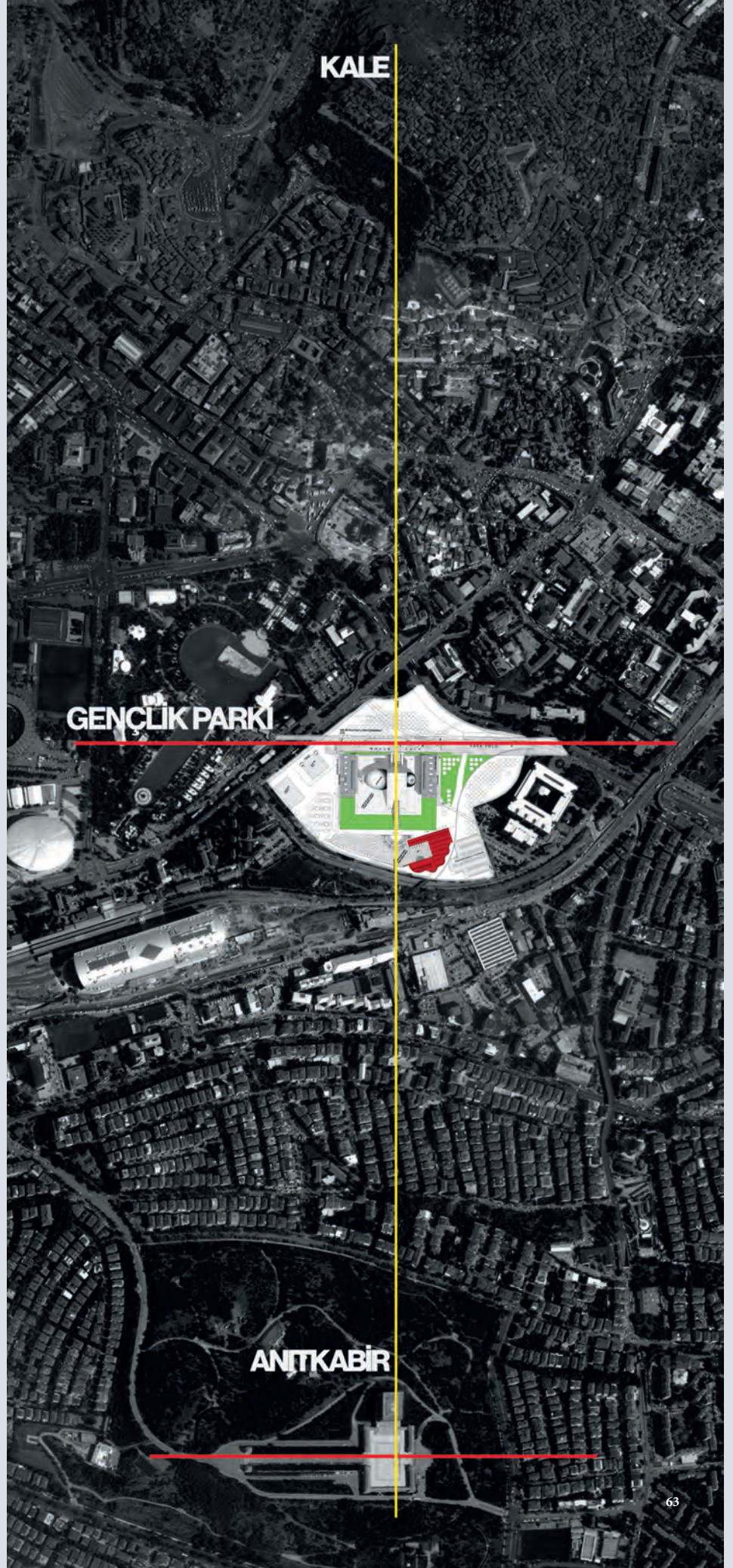
Mimari akustik, yapı akustiği ve hacim akustiğinden oluşuyor. Yapı akustiği, yapı ve yapının çevresinde oluşan gürültülerin belirlenip, yapı elemanlarında yeterli ses yalıtımının sağlanmasıyla elde ediliyor. Hacim akustiği ise, iç mekânların işlevlerine uygun olarak, ses kaynağından çıkan sesin hacim içerisinde dinleyicilere homojen olarak iletilmesi amacıyla salonun düzenlenmesi, uygun malzemelerin seçilmesi ve amaca uygun bir biçimde konumlandırılmasıyla sağlanıyor.

mi karşılamak amacıyla konser salonlarında hem performansın yapıldığı hem de izleyicilerin olduğu alanlar yüksek oluyor. Aslında akustik için gerekli olan bu hacim sesin gidip geri dönüş süresiyle, yani yansımaların süresi ile ilgili. Bu süre kısaca sesin kaynaktan çıktığı an ile duyulduğu an arasında geçen süredir. Bu süreyi hesaplamak için bir formül var.





Semra Uygur kenedileri için çok önemli bir anekdotu da bizimle paylaşıyor. 1992 yılında katıldıkları yarışmanın jüri raporunda, "Proje belirli bir zaman kesimi için geçerli olabilecek bir tasarım dili ile ele alınmış bir yapıdan çok kent ölçeğinde zamanla eskimeyecek bir simgesel davranış ortaya koymuş ve bu tutumu ile öne çıkmıştır" ifadesi yer almış. Jürinin bu cümlelerle projenin 28 yıl bekleyeceğini öngörmüş gibi rapor hazırlamasını hoş bir anı olarak aktarıyor. Gerçekten de "zamanla eskimeyecek bir yapı" değerlendirmesi projelerinin ne kadar zamanının ötesinde bir tasarım olduğunun göstergesi. Ayrıca yarışma şartnamesinde "Yarışmada Türkiye Cumhuriyeti'nin evrensel kültüre katkısını ve Türk mimarlık sanatının günümüzde ulaştığı düzeyi simgeleyecek çağdaş, kalıcı bir kültür anıtı olması beklenen yapının ana fikirlerini bulmak, aynı zamanda güzel sanatları teşvik etmek amaçlanmaktadır." cümlesine yer verilmiş. Özcan Bey bu açıdan düşünüldüğünde de CSO binasının anıtsal bir yapı olduğunu, kentlerin de bu yapılarla beraber anıldığını; anıtsal yapıların toplum açısından manevi bir getirisi olduğunu ve bu nedenlerle yapının önem kazandığını vurguluyor.





Semra Uygur kendileri için binanın tekil formlardan oluşan yapı elemanlarının (üçgen prizma, yumurta ve küre) üst kotlardan bakıldığında çatı ve cephe olarak ayrışmadan bir bütün olarak algılanmasının önemli olduğunu söylüyor. Cam üçgenin içine girildiğinde zeminin tam ortasında görülen cam çizginin Ankara Kaleşi ile Anıtkabir'in aksını simgelediğini de özellikle belirtiyor. Dolayısıyla CSO yerleşkesi geçmiş ile gelecek arasında bir müzik merkezi, kültür durağı”.



O formülde süre çeşitli frekanslara göre hesaplanıyor ve test ediliyor. Tiyatro, konferans ya da opera salonlarında insan sesi önemli olduğu için tavanlarının daha alçak olduğunu, örneğin kişi başına düşen hacmin tiyatro salonlarında 6-8 m<sup>3</sup>, opera salonlarında ise 8-10 m<sup>3</sup> olduğunu öğreniyoruz mimarlarımızdan. Hâlbuki senfoni salonlarında önemli olan enstrüman sesidir ve bu nedenle konser salonlarının tavanlarının yüksek olması gerekir.

Akustik, sesin bir ortamdaki yayılımını, duyulmasını ve dağılmasını inceleyen bilim dalıdır. Biliyoruz ki ses de ışık gibi dalga ve tit-

reşim hareketi yapıyor. Aslında sesi yönlendirmek için en önemli bilgi sesin de ışık gibi hareket ettiği. Ses de çarptığı bir yüzeyden ışık gibi geri dönüyor ya da emilip sönümleniyor. Bunun için sesin salonun içerisinde nerelerde yansımaları ya da nerede sönümlenerek geri dönüşünün engellenmesi gerektiği inceleniyor. Bu noktadan yola çıkarak da salondaki teraslamaların yüzeylerinin yansıtıcı mı, emici mi, yayıcı mı olacağına mimarlar akustik uzmanlarla beraber karar veriyor ve bir çizim oluşturuyorlar.

Senfoni müzikte en önemli noktalardan biri zarflama yani

tüm seslerin kulağa dengeli gelmesi. Tiyatroda sadece yansıtıp gelen sesler önem kazanırken senfoni konser salonlarında yansıyan, dağılan, arkadan, önden, her yönden gelen tüm seslerin kulağa dengeli gelmesi gerekiyor ki senfoni müzikten, yani çok sesli müzikten zevk alınabilsin. Özcan Bey bu noktada fiziğin de işin içine girdiğinin altını çiziyor. Alçak frekansların, yüksek frekansların, orta frekansların yani bas sesler, tiz sesler ve orta seslerin dengelenmesi çok önemli. En büyük sorunun alçak frekansları yani dalga boyu uzun olan bas sesleri kontrol etmek olduğunu söyleyen Özcan Uygur salonun bütün bölgelerinin hangi



Özcan Uygur akustik uzmanı olmadıkları için salonun akustik değerlendirmelerini yapma yetkinliğinde olmadıklarını, ölçümlerin ya da akustik optimizasyonların uzmanlar ve sanatçılarla yapılacağını, henüz o aşamaya gelinmediğini ve tabii en önemli şeyin de sanatçıların CSO konser salonunda kendilerini nasıl hissedecekleri olduğunu belirtiyor.

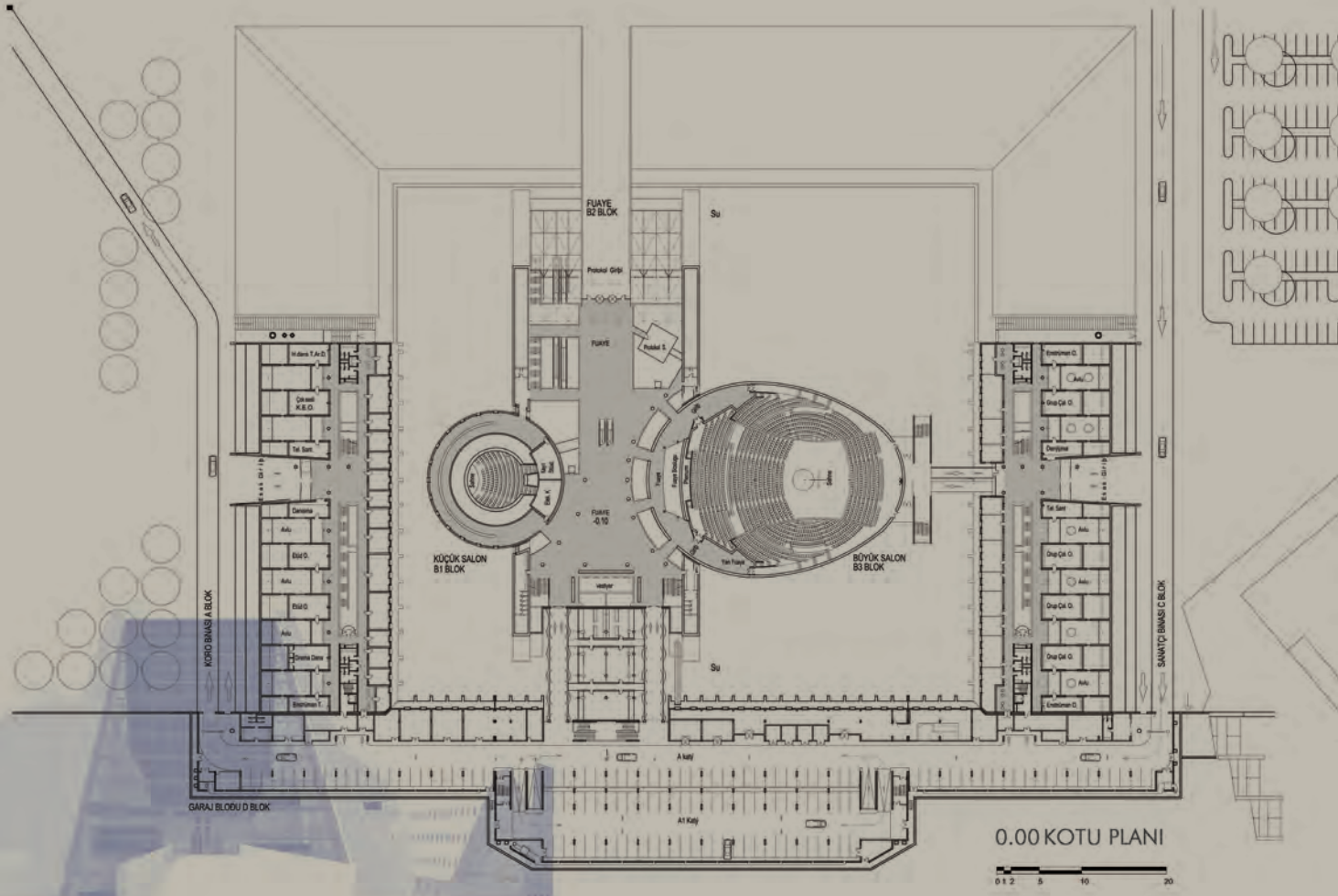
## Üçgen Prizma, Yumurta, Küre

Semra Uygur bu üç şeklin yan yana gelmesinin kentsel bir anlamı olduğunu söylüyor. Üçgen prizma aslında yerleşkenin fuayesi. Bir yanında küre şeklinde küçük salon, diğer yanındaysa yumurta şeklinde büyük salon bulunuyor. Fuayenin o şekilde ve orada bulunmasının nedeni ise Ankara Kalesi ile Anıtkabir'in aksının ortasında yer alması. Böylelikle bu yapı duygusal ve görsel olarak kentsel bağlama sahip bir kent odağı hâline geliyor. Diğer yandan, Semra Hanım aslında yumurtanın kesitinin, yani çift merkezli elipsin bu tür salonlarda sahne ve izleyicilerle en iyi iletişimin kurulabildiği form olduğunu belirtiyor. Bu tasarım izleyicilerin sahneyi ve sanatçıları daha iyi görmesinin yanı sıra sanatçıların da izleyicileri daha iyi görmesini sağlayan bir formül. Semra Uygur plandaki yumurta kesitinin üçüncü boyutta gerçekten yu-

frekanslarda nasıl etkilendiğinin simülasyonlarla hesaplandığını belirtiyor. Örneğin kendi tasarımlarında salonun 1/20 ölçeğindeki maketi üzerinden simülasyon yapılmış. Ayrıca bilgisayar simülasyonuna da başvurulmuş. Bu sırada dışarıdan gelen sesleri izole etmek için dış akustik yani bina akustiği hesaplamaları da yapılarak dışarıdan kaynaklanabilecek gürültülerin salona ne kadar yansıtılacağı öngörülmeye çalışılmış.

Akustik uzmanları yaptıkları testlerden ve simülasyonlardan sonra, mimarlara yaptıkları hesaplamaları iletiyor. Bu hesaplamalar sonucunda yalıtım katsayıları ve

geçirgenlik oranları elde ediliyor. Ardından da mimarlar hangi malzemelerle bu oranları ya da katsayıları karşılayabileceklerini araştırıyor. Akustik uzmanları aslında tasarım yapmıyor, mimara sadece hesaplamalardan ve kendi deneyimlerinden yola çıkarak veri sağlıyor. Mimarlar o veriyi istenilen özelliklere uygun olarak kullanıyor. Örneğin Semra Uygur ve Özcan Uygur hesaplamalara göre akustik anlamda uygun olacak şekilde, ahşap ağırlıklı olmak üzere beton ve cam malzemeler kullandıklarını ifade ediyorlar. Ahşabın ağırlıklı olarak kullanılmasının nedeni ise akustik uzmanlarının da belirttiği üzere tınıyı her zaman daha iyi vermesi.

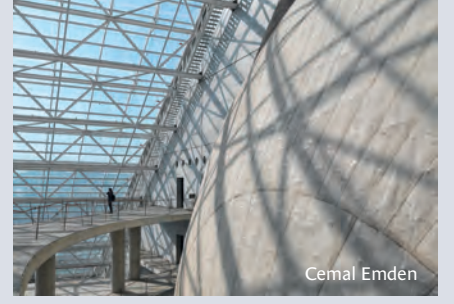


murta gibi görünmesinin nedeni de gene yerleşkenin konumuyla ve çevresiyle ilgili olarak açıklıyor. İnşaat için seçilen yerin bölgenin en çukur alanı olduğunu; etrafında Etnografya Müzesi, Resim Heykel Müzesi ve Merkez Bankası binaları bulunduğunu; o noktalardan bakıldığında yumurta formunun kentin kucağında hissini uyandırdığını açıklıyor ve ekliyor: “Bir kentin kucağında olan yapının bütünlük ve düşünsel açıdan köşeli olmaması ancak kendini net

hâle getirmesi gerekir; bu yapı aynı zamanda çevresindeki binaların da kucağındadır”. Semra Uygur bu yapının bir yandan da salonlar ve fuaye gibi kompleksin diğer bölümleriyle ve toprakla da çevrelenerek bir krater gölünün içinde akustik ve görsel korumaya alındığını söylüyor.

Yumurta şeklindeki yapının dış kısmı aslında PVC bir kalıp. Bu sisteme hava ile çalışan mekanik sistem, yani pnömatik kalıp sistemi

deniyor. Semra Uygur daha önce ürün saklamak için inşa edilen yüksek ve silindirik yapılar olan siloların yapımında kullanılan bu sistemin Türkiye’de ilk defa kendileri tarafından denendiğini ve bu sistemi kullanarak kademeli bir konser salonu yapmayı başardıklarını belirtiyor. Ardından da mimarlarımız balonun şişirilmesiyle ilgili bilgiler veriyor. PVC balon Amerikalı bir firma tarafından 80 bin adet iskele elemanı ile yapılmış kalıp iskele kullanılarak kompre-



Son yıllarda binaların sürdürülebilir olması hayli gündemde. Mimarlarımız CSO binasının sürdürülebilir olup olmadığını sorduğumuzda zaten bir yapının fizik kurallarına uyularak doğru yapıldığında sürdürülebilir olduğunu belirtiyorlar. CSO binasının da temelden çatıya bohçalama yöntemi (içten ve dıştan yalıtım) ile yalıtımının tamamlandığını söylüyorlar. Ayrıca enerji tasarrufunun sağlandığını, doğal ışığın sonuna kadar kullanıldığını, lavabolardan giden suyun arıtılıp gri su olarak tuvalet rezervuarlarında kullanıldığını vurguluyor ve teknik sürdürülebilirliğin yanında sosyal sürdürülebilirliğin de çok önemli olduğunu, hatta daha önemli olduğunu hatırlatıyorlar. Teknik olarak sürdürülebilir bir bina, eğer işlevsel olarak da kullanılıyorsa, o binada hayat devam ediyorsa, asıl sürdürülebilirliğin bu olduğunun altını çiziyor ve aksi takdirde bina yapmanın da sürdürülebilirliğin de bir anlamı olmadığını belirtiyorlar.

sörler aracılığıyla 3,5 saatte şişirilmiş. En başta içine vinç yerleştirilmiş ve 10 cm kalınlığında, 1 metre yüksekliğinde püskürtme betonla, betonun kalınlığı 52 cm oluncaya dek kademe kademe yapılmış. Yapılan hesaplamalar sonucunda istenen bina akustiğini sağlamak için gerekli olan kalınlığın 52 cm olmasından ötürü limiti bu şekilde belirlenmiş. Yumurta şişirildikten sonra oda müziği salonu olan küre de 1,5 saatte şişirilmiş. Salonların içindeki teraslamalarda ve döşemelerde ise geleneksel kalıp sistemi kullanılmış.

CSO binası ikonik bir yapı olduğu için Türkiye'nin başkentinin bir simgesi olacağını söyleyen Özcan Uygur, dünyanın her yerinde kentleri vurgulayan simgelerin bulunduğunu, Avustralya denildiğinde akıllara Sydney Opera Binası'nın gelmesi gibi, bu yapının da sade-

ce Ankara'nın değil, Türkiye'nin bir sembolü olacağını düşünüyor.

Tasarımı yaparken herhangi bir zorlukla karşılaşmadıklarını vurgulayan mimarlarımız "keyifle yapıyorsanız eğer, evet, zaman alıyor, araştırmak gerekiyor, sıkıntılar yaşanabiliyor ama sonuçta ortaya geçecek bir ürün çıkıyor" diyorlar.

Özcan Uygur ise sohbetimizin sonunda özellikle bir noktaya dikkat çekiyor ve CSO'nun neredeyse 200 yıllık bir orkestra olduğunu, sürdürülebilmesinin ve ileri taşınmasının, bu yeni binaya uluslararası orkestraların, şeflerin ve solistlerinin gelmesini sağlamanın çok büyük önem taşıdığını söylüyor. Açılışın pandemi dönemine denk gelmesi bir şanssızlık olsa da bu kültür durağının Ankara'nın ve Türkiye'nin kültür hayatına çok büyük katkı sağlayacağını düşünüyor. ■

# Nobel Fizik Ödülü

## 2020

### Kara Delikler ve Gökadamızın En Karanlık Gizemi



Çeviri ve Uyarlama: İlay Çelik Sezer [ TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi

2020 yılının Nobel Fizik Ödülü'nü, evrendeki en egzotik olgulardan biri olan kara deliklere ilişkin keşiflerinden ötürü üç bilim insanı paylaştı. Roger Penrose kara deliklerin genel görelilik kuramının doğrudan bir sonucu olduğunu gösterdi. Reinhard Genzel ve Andrea

Ghez ise gökadamızın merkezinde, yıldızların yörüngelerini belirleyen görünmez ve aşırı büyük kütleli bir cisim keşfetti. Bunun şu anda bilinebilen tek açıklaması ise gökadamızın merkezinde süper kütleli bir karadeliğin varlığı.



### **Roger Penrose**

1931'de Colchester'da (Birleşik Krallık) doğdu. University College London'da (Birleşik Krallık) matematik okudu. Doktorasını 1957'de Cambridge Üniversitesinden (Birleşik Krallık) aldı. Kariyeri boyunca çok sayıda üniversite ve araştırma kuruluşunda çalışmalar yapan Penrose hâlen Oxford Üniversitesi fahri profesörü.



### **Reinhard Genzel**

1952'de Bad Homburg vor der Höhe'de (Almanya) doğdu. Fizik alanındaki lisans derecesini Freiburg Üniversitesinde, doktorasını Bonn Üniversitesinde tamamladı. Hâlen Garching'deki (Müniç, Almanya) Max Planck Dünyadışı Fizik Enstitüsünde araştırmacı ve University of California, Berkeley'de profesör olarak görev yapıyor.



### **Andrea Ghez**

1965'te New York'ta (ABD) doğdu. 1987'de Massachusetts Institute of Technology'den fizik alanındaki lisans derecesini, 1992'de California Institute of Technology'den doktora derecesini aldı. Hâlen University of California, Los Angeles'te profesörlük görevini sürdürüyor.

**R**oger Penrose, Albert Einstein'ın genel görelilik kuramını incelemek için dâhice matematiksel yöntemler icat etti. Penrose içlerine giren her şeyi yakalayan ve ışığın bile kaçamadığı uzay ve zaman “canavarları” olan kara deliklerin oluşumunun, genel görelilik kuramının bir sonucu olduğunu gösterdi.

Reinhard Genzel ve Andrea Ghez 1990'ların başından itibaren ikisi de gökadamızın merkezindeki bir bölgeye odaklanan birer gökbilim araştırma grubuna liderlik ettiler. Bu araştırma grupları merkeze en yakın en parlak yıldızların yörüngelerini giderek artan bir hassasiyetle haritaladı. Her iki grup da bu yıldız yığınının bir girdap içinde dolanmaya zorlayan hem görünmez hem de büyük kütleli bir şey keşfetti. Bu görünmez kütle, Güneş Sistemi'nden büyük olmayan bir bölgeye sıkıştırılmış hâldeki dört milyon Güneş kütlesine eşdeğer büyüklükte. Gökadamızın merkezindeki yıldızların böylesine inanılmaz hızlarda dolanmasına sebep olan şey ne olabilir diye düşünüldüğünde şu anda geçerli olan kütle çekim kuramına göre bu sorunun cevabı olabilecek tek bir aday var: süper kütleli bir kara delik.

## Einstein'ın da Ötesine Geçen Çığır Açıcı Bir Keşif

Genel göreliliğin babası sayılan Albert Einstein bile kara deliklerin gerçekten var olabileceğini düşünmüyordu. Ancak Einstein'ın ölümünden on yıl sonra İngiliz kuramcı Roger Penrose kara deliklerin gerçekten oluşabileceğini kuramsal olarak gösterdi ve özelliklerini betimledi. Buna göre kara delikler özlerinde tekillik adı verilen bir olgu, doğanın bilinen bütün kanunlarının geçersiz hâle geldiği bir sınır barındırıyordu.

Kara delik oluşumunun kararlı bir süreç olduğunu kanıtlamak üzere Penrose'un görelilik kuramını incelemek için kullanılan yöntemleri genişletmesi, bunun için de kuramın problemlerini yeni matematiksel kavramlarla ele alması gerekti. Penrose'un 1965'in Ocak ayında yayımlanan çığır açıcı makalesi hâlâ Einstein'dan bu yana genel görelilik kuramına yapılan en önemli katkı olarak kabul ediliyor.

## Kütle Çekim Kuvveti Evreni Avucunda Tutuyor

Kara delikler genel görelilik kuramının belki de en tuhaf sonucudur. Albert Einstein 1915'te kuramını sunduğunda uzay ve zamana dair daha önceki kavramların hepsini altüst etti. Kuram, evreni en geniş ölçekte şekillendiren unsur olan kütle çekimini anlamaya yönelik tamamen yeni bir temel sağladı. O zamandan beri bu kuram tüm evren araştırmaları için zemin oluşturduğu gibi günümüzün en yaygın navigasyon aracı olan GPS teknolojisinde de kendine bir uygulama alanı buldu.

Einstein'ın kuramı evrendeki her şeyin ve herkesin nasıl kütle çekiminin avucunun içinde tutulduğunu betimliyordu. Kütle çekimi bizi yer kabuğunun üzerinde tutuyor, gezegenlerin Güneş çevresindeki yörüngelerini ve Güneş'in gökadamızın merkezi çevresindeki yörüngesini belirliyor. Yıldızlararası bulutsulardan yıldızlar oluşmasına ve sonunda yıldızların kütle çekimsel



çöküşle ölümüne neden oluyor. Kütle çekimi uzaya şekil veriyor ve zamanın akışını etkiliyor. Çok büyük bir kütle uzayı büküyor ve zamanı yavaşlatıyor; hatta aşırı derecede büyük bir kütle uzayın bir parçasını kesip içine hapsedebiliyor ki bu durumda bir kara delik oluşuyor.

Bugün kara delik olarak adlandırdığımız olgu ile ilgili ilk kuramsal tanımlamalar genel görelilik kuramının yayımlanmasından sadece birkaç hafta sonra geldi. Kuramın aşırı derecede karmaşık matematiksel denklemlerine karşın Alman astrofizikçi Karl Schwarzschild, Einstein'a büyük kütlelerin uzayı ve zamanı nasıl büktebildiğini betimleyen bir çözüm sunmayı başardı.

Daha sonra yapılan araştırmalar gösterdi ki bir kara delik oluştuğunda, merkezdeki kütle etrafını bir perde gibi saran olay ufku ile çevrelenir. Kara delik sonsuza kadar olay ufkunun arkasına gizlenmiş hâlde kalır. Kütle ne kadar büyükse kara delik ve olay ufku da o kadar geniş olur. Güneş'inkine eşdeğer bir kütle için olay ufku neredeyse üç kilometrelik bir çapta, Dünya'nunkine eşdeğer bir kütle için ise sadece 9 milimetrelik bir çapta olur.

## Mükemmelden Öte Bir Çözüm

“Kara delik” kavramı kültürel ifadelerin pek çok biçiminde yeni anlamlar kazandıysa da fizikçiler için kara delikler büyük kütleli yıldızların zaman içindeki değişim sürecindeki doğal birer son noktadır. Çok büyük kütleli bir yıldızın dramatik çöküşüne ilişkin ilk hesaplama 1930'ların sonunda, daha sonra ilk atom bombasının üretildiği Manhattan Projesi'ni yürütecek olan Robert Oppenheimer adlı fizikçi



2019'da bilim insanları, Olay Ufku Teleskobu'nu kullanarak M87 galaksisinin merkezinde yer alan karadeliğin, olay ufkunun yakınındaki güçlü kütleçekimin etkisiyle girdap biçiminde dönen sıcak gaz içeren yakın çevresini görüntülemeyi başardı.

tarafından yapıldı. Güneş'ten kat be kat daha büyük kütleli dev yıldızlar yakıtları bitince önce süpernova biçiminde patlar sonra da çökerek aşırı derecede yoğun biçimde sıkıştırılmış kalıntılara dönüşürler. Bu kalıntılar o kadar yoğundur ki bunların kütle çekimi her şeyi, ışığı bile içine çeker.

“Karanlık yıldızlar” fikrinin geçmişi İngiliz filozof ve matematikçi John Michell'in ve tanınmış Fransız bilim insanı Pierre Simon de Laplace'ın 18. yüzyıl sonlarındaki çalışmalarına kadar uzanıyor. Her ikisi de uzaydaki cisimlerin görünmez hâle geleceği ve kütle çekimlerinden kaçmaya ışığın hızının bile yetmeyeceği kadar yoğunlaşabileceği çıkarımında bulunmuştu.

Bir yüzyıldan biraz uzun bir zaman sonra Albert Einstein genel görelilik kuramını yayımladığında kuramın zorluğuyla ünlü denklemlerinden bazılarının çözümü tam da böylesi karanlık yıldızları tanımlıyordu.



Ta 1960'lara kadar bu çözümler tamamen, yıldızların ve kara deliklerinin kusursuzca yuvarlak ve simetrik olduğu ideal durumları tanımlayan kuramsal spekülasyonlar olarak kabul edildi. Ancak evrende hiçbir şey kusursuz değildi ve Roger Penrose çentikleri, çukurlukları ve doğal kusurlarıyla tüm çöken maddeler için gerçekçi bir çözüm bulmayı başaran ilk kişi oldu.

## Kuasarların Gizemi

Kara deliklerin var olup olmadığı sorusu 1963'te evrendeki en parlak nesnelere olan kuasarların keşfiyle yeniden gündeme geldi. Gizemli kaynaklardan, örneğin Virgo Takımyıldızı'ndaki 3C273'ten gelen radyo dalgaları neredeyse on yıl boyunca gökbilimcilerin kafasını kurcaladı. Gözle görünmeyen dalga boylarındaki ışınım, sonunda bu cismin gerçek konumunu ortaya çıkardı: 3C273 o kadar uzaktı ki ışık ışınlarının Dünya'ya yolculuğu bir milyar yıldan uzun sürüyordu.

Işık kaynağı bu kadar uzak ise birkaç yüz galaksinininkine eşdeğer bir yoğunluğa sahip olması gerekir. Bu tür nesnelere "kuasar" adı verildi. Gökbilimciler kısa süre sonra bize ulaşan ışınımın evrenin erken çocukluk döneminde yaymış olan çok daha uzak kuasarlar da keşfetti. Bu inanılmaz ışınımın nereden geldiği üzerine düşündüklerindeyse bir kuasarın sınırlı hacmi içinde bu kadar büyük bir enerji ancak tek bir yoldan, bir karadeliğin içine düşen maddeden elde edilebilir sonucuna vardılar.

## Kapana Kısılmış Yüzeyle Bulmacayı Çözdü

Kara deliklerin gerçekçi koşullarda oluşup oluşamayacağı Roger Penrose'un kafasını kurcalayan bir soruydu. Daha sonra anlattığına göre, sorunun yanıtı 1964 sonbaharında Londra'daki Birbeck College'da matematik profesörü olarak bulunduğu günlerde arkadaşıyla yaptığı bir yürüyüş sırasında ortaya çıktı. Bir sokaktan karşıya geçmek üzere konuşmaya ara verdikleri sırada aklına bir fikir geldi. Aynı günün ilerleyen saatlerinde bu fikir üzerine düşünmeye başladı. Kapana kısılmış yüzeyle diye adlandırdığı bu fikir onun bilinçsizce arayıp durduğu bir anahtar, kara deliği tanımlamak için elzem nitelikte bir matematiksel araçtı.

Kapana kısılmış bir yüzey, yüzeyin dışıya da içe doğru bükülmesinden bağımsız olarak tüm ışınları bir merkezi gösterecek biçimde yönlenebilir. Penrose kapana kısılmış yüzeyleri kullanarak bir kara deliğin özünde her zaman tekilite adı verilen bir olguyu, uzayın ve zamanın son bulduğu bir sınır barındırdığını kanıtlamayı başardı. Kara deliğin yoğunluğu sonsuzdur ve hâlâ fizikteki bu en tuhaf olguya nasıl yaklaşılacağına dair bir kuram bulunmuyor.

Kapana kısılmış yüzeyler Penrose'un tekilite kuramının kanıtını tamamlamasında temel bir kavram oldu. Onun ortaya koyduğu topolojik yöntemler bugün bükülmüş hâldeki evrenimizi incelemek için kullandığımız paha biçilmez araçlardır.

## Zamanın Sonuna Giden Tek Yönlü Yol

Madde bir defa çökmeye başlayıp bir kapana kısılmış yüzey oluşturdu mu artık çöküşü hiçbir şey durduramaz. Tıpkı Nobel Ödüllü Subrahmanyam Chandrasekhar'ın Hindistan'daki çocukluğuna dair hikâyede olduğu gibi geriye dönüş yoktur. Hikâye yusufçuklar ve su altında yaşayan larvalarıyla ilgili. Bir larva kanatlarını açmaya hazır olduğunda, uçmaya başladıktan sonra suyun dışındaki hayatın nasıl olduğunu larva hâlindeki arkadaşlarına anlatacağına söz verir. Ancak larva suyun dışına çıkıp bir yusufçuk olarak uçmaya başladıktan sonra artık geri dönüş yoktur. Sudaki larvalar suyun dışındaki hayata dair hiçbir şey öğrenemeyecektir.

Benzer şekilde tüm maddeler kara deliğin olay ufkunu sadece tek bir yönde geçebilir. O vakit, zaman uzayın yerine geçer ve mümkün olan tüm yollar içeriye doğrulur, zamanın akışı her şeyi tekillikteki kaçıışı olmayan sona doğru taşır (Şekil 2). Süper kütleli bir kara deliğin olay ufkuna doğru düşseniz hiçbir şey hissetmezsiniz. Dışarıdan sizin düştüğünüzü kimse göremez ve ufka doğru yolculuğunuz sonsuza kadar sürer. Fiziğin kuralları gereği bir kara deliğin içine bakmak mümkün değildir. Kara delikler tüm gizemlerini olay ufkunun ardında gizli tutar.

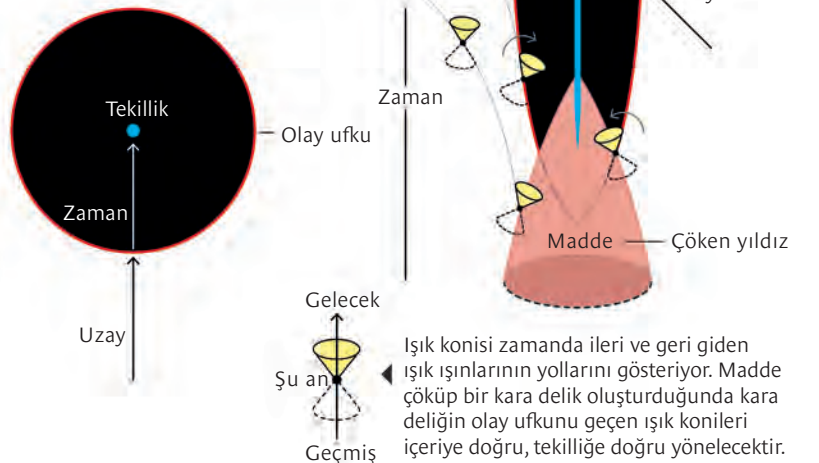
## Kara Delikler Yıldızların Yörüngelerini Belirler

Kara deliği göremesek de sahip olduğumuz muazzam kütle çekiminin onu çevreleyen yıldızların hareketlerini nasıl yönlendirdiğini gözlemleyerek kara deliğin özelliklerini belirleyebiliriz.

Reinhard Genzel ve Andrea Ghez, her biri gökadamızın merkezini inceleyen ayrı birer araştırma grubuna liderlik etti. Bir uçtan bir uca 100.000 ışık yılı bir uzanıma sahip yassı bir disk biçimindeki gökadamız gaz, toz ve birkaç yüz milyar yıldızdan oluşuyor. Bu yıldızlardan biri de Güneş (Şekil 3). Bizim Dünya üzerindeki konumumuzdan bakıldığında, yıldızlararası gaz ve toz gökadamızın merkezinden gelen görünür ışığın çoğunu perdeler. Gökbilimcilerin gökadamızın diskinin içerisinden merkezdeki yıldızları görüntülemesi ilk kez kızılötesi teleskoplar ve radyo teknolojisi sayesinde mümkün oldu.

Genzel ve Ghez yıldızların yörüngelerini kılavuz olarak kullanarak gökadamızın merkezinde görünmeyen, devasa kütleli bir nesne bulunduğuna ilişkin şimdiye kadarki en ikna edici kanıtları ortaya koydu. Bu ise ancak orada bir kara deliğin bulunmasıyla açıklanabiliyordu.

Çok büyük kütleli bir yıldız kendi kütle çekiminin etkisi altında çökerse bir kara delik oluşturur. Kara delik o kadar ağırdır ki olay ufkunu geçen her şeyi yakalar. Işık bile etkisinden kaçamaz. Olay ufkunda zaman uzayın yerine geçer ve sadece ileriye gösterir. Zamanın akışı her şeyi kara deliğin merkezinde olan, yoğunluğun sonsuza ulaştığı ve zamanın sona erdiği tekillikçe doğru taşır.



Şekil 2. Bir Karadeliğin Kesiti

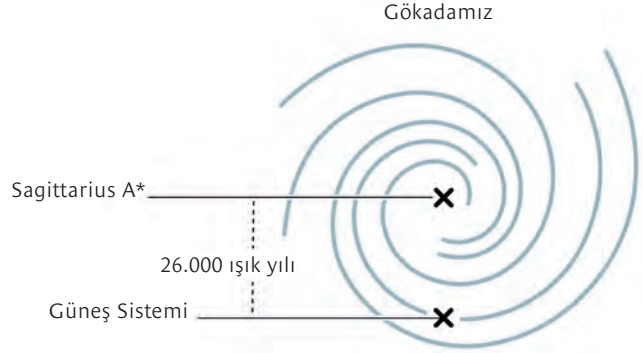
İşık konisi zamanda ileri ve geri giden ışık ışınlarının yollarını gösteriyor. Madde çöküp bir kara delik oluşturduğunda kara deliğin olay ufkunu geçen ışık konileri içeriye doğru, tekillikçe doğru yönelecektir. Dışarıdan bakan bir gözlemci ışık ışınlarının olay ufkuna ulaşmasını asla görmeyecektir. Buradan ötesini kimse göremez.

## Merkeze Odaklanmak

Fizikçiler elli yıldan uzun bir süre gökadamızın merkezinde bir kara delik bulunabileceğinden şüphe etti. 1960'ların başlarında kuasarların keşfedilmesinden itibaren fizikçiler bizim gökadamız da dâhil olmak üzere çoğu büyük galaksinin içinde süper kütleli kara deliklerin bulunabileceği çıkarımında bulundu. Ancak kütleleri birkaç milyon güneş kütlesi ile milyarlarca güneş kütlesi arasında değişen galaksilerin ve kara deliklerinin nasıl oluştuğunu hâlâ kimse açıklayamıyor.

Yüz yıl kadar önce ABD'li gökbilimci Harlow Shapley, Yay (Sagittarius) Takımyıldızı doğrultusunda gökadamızın merkezini ilk tanımlayan kişi olmuştur. Gökbilimciler daha sonra yaptıkları gözlemlerle orada güçlü bir radyo dalgaları kaynağı buldu ve bu kaynağa Sagittarius A\* adı verildi. 1960'ların sonlarına doğru Sagittarius A\*'nın gökada merkezinde bulunduğu ve gökadamdaki tüm yıldızların onun etrafındaki yörüngelerde dolandığı açıklık kazandı.

Gökbilimcilerin daha büyük teleskoplar ve daha gelişmiş ekipmanlarla Sagittarius A\*'yı daha sistematik biçimde inceleyebilmesi ise 1990'ları bulacaktı. Reinhard Genzel ve Andrea Ghez toz bulutlarının içerisinde gökadamızın kalbini görüntülemek amacıyla birer proje başlattılar. Araştırma gruplarıyla birlikte kendilerini uzun vadeli araştırmalara adanarak, yeni ve eşsiz cihazlar üretmek için kullandıkları teknikleri iyileştirdiler ve geliştirdiler.



Şekil 3. Gökadamıza tepeden bakış. Gökadamız bir uçtan bir uca 100.000 ışık yılı uzanımına sahip bir disk biçimindedir. Spiral biçimindeki kolları gaz ve toz ile birkaç yüz milyar yıldızdan oluşur. Bu yıldızlardan biri de Güneş'tir.

Uzak yıldızları görebilmek sadece Dünya'nın en büyük teleskoplarıyla mümkündür. Gökbilimde teleskop ne kadar büyükse sonuç o kadar iyidir. Alman gökbilimci Reinhard Genzel ve grubu başlangıçta Şili'deki La Silla Dağı'nda bulunan NTT'yi (New Technology Telescope) kullandılar. Daha sonra gözlemlerine yine Şili'deki Paranal Dağı'nda bulunan VLT (Very Large Telescope) ile devam ettiler. Dört dev teleskobuyla NTT'nin iki katı boyuttaki VLT, her biri 8 metreyi aşkın çapa sahip dünyanın en büyük yekpare aynalarına sahiptir.

ABD'deki Andrea Ghez ve ekibi ise Hawaii'deki Mauna Kea Dağı'nda bulunan Keck Gözlemevi'ni kullanıyor. Bu gözlemevindeki aynalar yaklaşık 10 metre çaplarıyla dünyanın en büyük aynaları olma özelliği taşıyor. Birer bal peteğini andıran her bir ayna, yıldız ışığının daha iyi odaklanabilmesi için ayrı ayrı kontrol edilebilen 36 altıgen parçadan oluşuyor.



## Yıldızlar Yol Gösteriyor

Teleskobun çapı ne kadar büyük olursa olsun ayırt edebilecekleri ayrıntı düzeyinin daima bir sınırı vardır çünkü yaşadığımız yer neredeyse 100 kilometre kalınlığındaki bir “atmosfer denizi”nin dibidir. Teleskobun üzerinde bulunan, çevresinden daha sıcak ya da daha soğuk büyük hava balonları mercek etkisi göstererek teleskobun aynasına doğru ilerlemekte olan ışığı kırarak ışık dalgalarını çarpıtır. Çıplak gözle bakıldığında yıldızların “göz kırpması” ve bulanık görülmelerinin sebebi de budur.

Adaptif (uyarlayıcı) optik donanımların geliştirilmesi gözlemlerin iyileştirilmesi için son derece gerekliydi. Günümüzde teleskopların üzerinde havadaki türbülansın etkisini telafi ederek bozuk görüntüleri düzelten fazladan aynalar bulunuyor.

Reinhard Genzel ve Andrea Ghez yaklaşık otuz yıl boyunca gökadanın merkezinde bulunan uzak yıldız yığınındaki yıldızları takip ettiler. Bugün bile hassas dijital ışık algılayıcıları ve daha iyi adaptif optik donanımlar geliştirilerek teknolojilerini iyileştirmeye devam ediyorlar. Bu sayede görüntü çözünürlüğünü bin kattan fazla iyileştirmeyi başardılar. Artık yıldızların konumunu daha hassas bir şekilde belirleyebiliyor, onları geceden geceye takip edebiliyorlar.

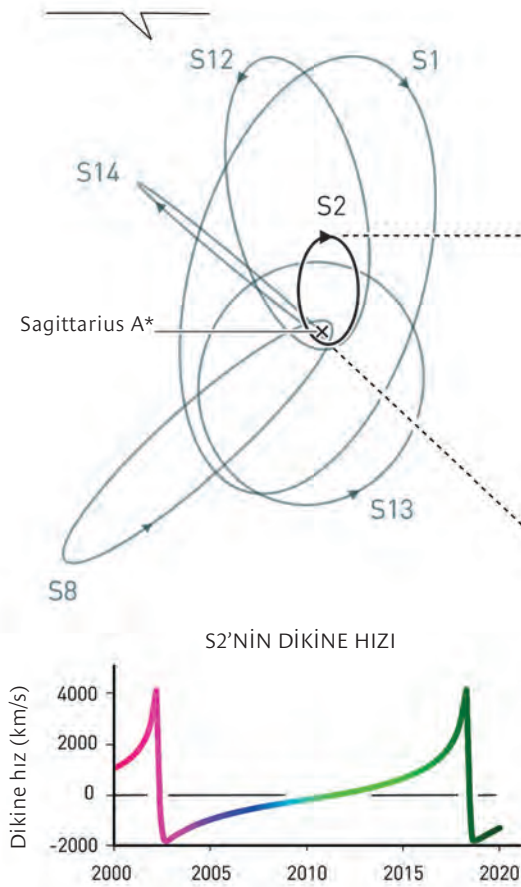
Araştırmacılar yıldız yığınındaki en parlak yıldızlardan otuz kadarını takip ediyor. Gökadanın merkezinden bir ışık ayı kadarlık bir yarıçapın içinde kalan yıldızlar en hızlı dolananlar. Söz konusu yıldızlar bu bölgede bir arı sürüsünününe benzer hareketli bir dans sergiliyor. Bu bölgenin dışında kalan yıldızlar ise daha düzenli bir şekilde eliptik yörüngelerini takip ediyor (Şekil 4).

S2 ya da S-O2 olarak adlandırılan bir yıldız, gökadamın merkezi etrafındaki yörüngesini 16 yıldan kısa bir sürede tamamlıyor. Bu aşırı derecede kısa bir süre olduğundan gökbilimciler yörüngesinin tamamını haritaladılar. Bunu Güneş'le karşılaştırabiliriz. Güneş'in gökadamızın merkezi etrafındaki bir turunu tamamlaması 200 milyon yıldan fazla sürüyor.

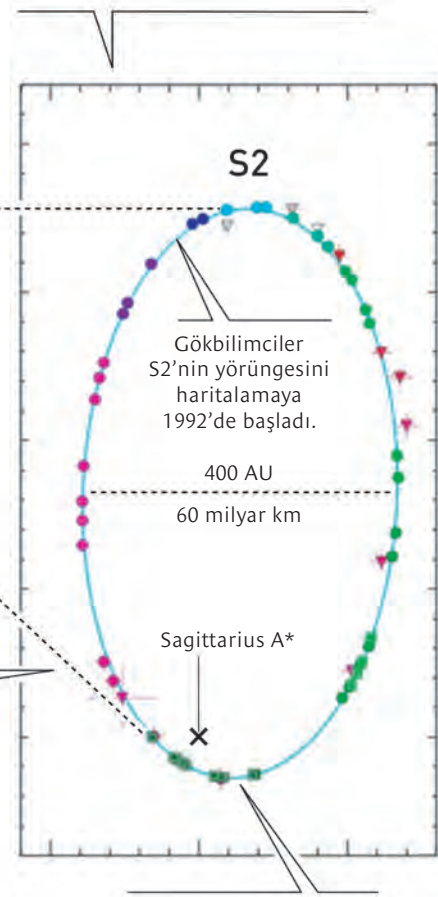
## Gökadamızın Merkezine En Yakın Yıldızlar

Yıldızların yörüngeleri Sagittarius A\*'nın içinde süper kütleli bir kara delik saklandığına ilişkin en ikna edici kanıt. Bu kara deliğin, Güneş Sistemimizden daha büyük olmayan bir bölgede sıkışmış hâldeki 4 milyon Güneş kütlelerine denk bir kütleyle sahip olduğu tahmin ediliyor.

Gökadamızın merkezindeki Sagittarius A\*'ya en yakın yıldızlardan bazılarının ölçümlerle belirlenmiş yörüngeleri



Gökbilimciler yıldızlardan birinin, S2'nin (S-O2) 16 yıldan kısa süren yörüngesinin tamamını haritalamayı başardı. Yörüngenin Sagittarius A\*'ya en yakın olduğu mesafe yaklaşık 17 ışık saati (10.000 milyon kilometreden fazla) idi.



S2 yıldızının dikine hızı, yıldız eliptik yörüngesinde ilerlerken Sagittarius A\*'ya yaklaştığında artıyor ve ondan uzaklaştığında azalıyor. Dikine hız yıldızın yörünge hızının bakış doğrultumundaki bileşenidir.

S2, Sagittarius A\*'ya en yakın olduğu konumdayken (2002 ve 2018'de olduğu gibi) maksimum hızı saniyede 7000 km'ye ulaşıyor.

Şekil 4: Yıldızların yörüngeleri incelendiğinde bu yörüngeleri gökadamızın merkezinde, görünmeyen çok büyük kütleli bir cismin belirlediği anlaşıldı.

## Kuram ve Gözlemler Birbirini İzliyor

İki araştırma grubunun ölçümleri arasındaki kusursuz uyuşmadan yola çıkılarak gökadanın merkezindeki kara deliğin yaklaşık Güneş Sistemimizin yayıldığı alana denk bir bölgeye sıkıştırılmış hâldeki 4 milyon Güneş kütlesine karşılık gelen bir kütleyle sahip olduğu sonucuna varıldı.

Yakında Sagittarus A\*'ı doğrudan görebilmemiz mümkün olabilir. Bu, sıradaki ilk hedef çünkü sadece bir buçuk yıl kadar önce Olay Ufku Teleskobu adlı bilimsel işbirliği kapsamında süper kütleli bir kara deliğin en yakın çevresi başarıyla görüntülendi. Bizden 55 milyon ışık yılı uzaktaki Messier 87 (M87) adlı gökadede, bir ateş halkasıyla çevrelenmiş kapkara bir göz bulunuyor.



Olay Ufku Teleskobu İşbirliği (EHT-Event Horizon Telescope Collaboration) kapsamında oluşturulan Dünya boyutundaki sanal teleskop yardımıyla ilk defa süper kütleli bir kara deliğe ait görüntüler elde edilmesi 2019'a damga vuran bilimsel gelişmelerden biriydi. Bu büyük başarıya imza atan 347 bilim insanı, temel fizik alanında 2020 Breakthrough Ödülü'ne layık görüldü. Bu 347 kişinin arasında Türk bilim insanı Feryal Özel de bulunuyor.

M87'nin kara çekirdeği, Sagittarius A\*'nın bin katından fazlasına karşılık gelen muazzam bir kütleyle sahiptir. Yakın zamanda gözlemlenen kütle çekim dalgalarına neden olan çarpışan kara delikler epeyce daha küçüktü. Kütle çekim dalgaları da 2015'te ABD'deki LIGO dedektörü tarafından yakalanmadan önce tıpkı kara delikler gibi Einstein'ın genel görelilik kuramındaki hesaplamalardan ibaretti. Kütle çekim dalgalarının LIGO aracılığıyla gözlemlenmesini sağlayan çığır açıcı çalışmalar da 2017 Nobel Ödülü'nün konusu olmuştur.

## Bilmediklerimiz

Roger Penrose kara deliklerin genel görelilik kuramının doğrudan bir sonucu olduğunu gösterdiyse de tekilliğin sonsuz güçteki kütle çekiminde bu kuram geçersiz kalır. Kuramsal fizik alanında yeni bir kuantum kütle çekim kuramı oluşturabilmek için yoğun çalışmalar sürdürülüyor. Bu kuramın görelilik kuramı ile kuantum mekaniğini, yani fiziğin kara deliklerin aşırılıklar yuvası derinliklerinde buluşan iki önemli dayanağını birleştirmesi gerekiyor.

Bir yandan da gözlemler kara deliklere giderek daha çok yaklaşıyor. Reinhard Genzel ile Andrea Ghez'in öncü çalışmaları sayesinde genel görelilik kuramı ve onun tuhaf öngörülerinin yeni nesil ölçüm teknolojileriyle hassas biçimde sınanabilmesinin yolu açıldı. Bu ölçümlerin yeni kuramsal anlayışlar geliştirilebilmesi için ipuçları sağlaması ise güçlü bir ihtimal. Evren hâlâ keşfedilmeyi bekleyen bir sürü gizem ve sürprizle dolu. ■

### Kaynak

Popular information. NobelPrize.org. Nobel Media AB 2020. 13 Kasım 2020.  
<https://www.nobelprize.org/prizes/physics/2020/popular-information/>

# BİLİM TARİHİNDEN NOTLAR

Prof. Dr. Hüseyin Gazi Topdemir

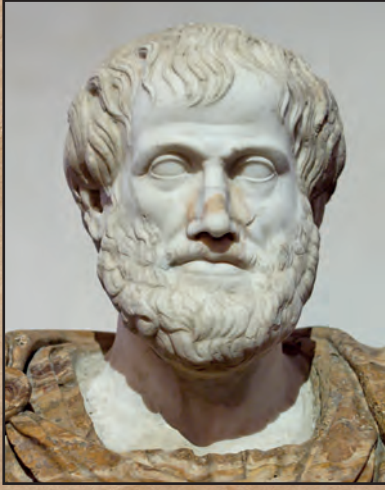
[Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Edebiyat Fakültesi,  
Felsefe Bölümü, Bilim Tarihi Anabilim Dalı]



**B**u köşenin amacı okurlarımıza her ay bilim ve teknoloji tarihi hakkında temel bir fikir vermek ve bu konulara ilişkin büyük ve genel bir resim çizmektir.

İçinde bulunduğumuz 21. yüzyılın bilim ve teknoloji açısından gözler önüne serdiği tablo, daha önceki yüzyıllarda bilim ve toplum arasında kurulmuş olan bağlantının bütünüyle değiştiğini gösteriyor. Çok değil, elli veya yüz yıl öncesinde kuramsal bilimsel başarıların ve uygulama alanı olan teknolojinin, günümüzle kıyaslandığında henüz bütünüyle toplumsal hayatın bu denli içinde olmadığı görülür. Bugün gündelik hayatımızın bir parçası hâline gelen sosyal medyada X ışınlarından CERN deneylerine, radyo dalgalarından kuarklara, Ay'dan sonra Güneş Sistemi'ndeki gezegenlere araç göndermeye, sestem birkaç kat hızlı hareket eden uçaklara, manyetik raylı ultra hızlı trenlere, yapay zekâyla çalışan sistemlere kadar sayısız başarı herkesin anlayabileceği dilde haberler olarak paylaşımlarda yer alıyor. Benzer biçimde bugün içinde bulunduğumuz zorlu sürecin kaynağı olan COVID-19'dan kurtulmak için bilimin bizlere sunacağı aşı ile ilgili haberleri de herkes sosyal medya ve diğer medya araçları üzerinden merakla takip ediyor.

## Bilim nedir?



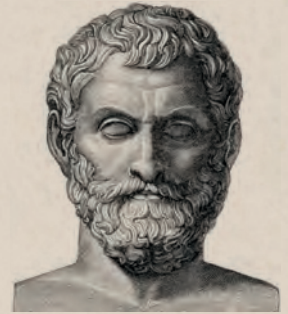
Bilim, saf ve çıkarsız bilme arzusuyla insana, doğaya ve evrene yönelen insanın, başlangıçta duyuları aracılığıyla, zaman içinde doğal bilme yetisini etkin kullanarak duyularının sağladıklarını soyutlayarak, gruplandırarak ve birbirleriyle ilişkilendirerek oluşturduğu kapsamlı bilgi yığındır. Ama sözü edilen bilgi yığını hiçbir zaman tamamlanmamıştır ve tamamlanmayacaktır. Çünkü ünlü filozof Aristo'nun da dediği gibi "insan doğası gereği ve doğal olarak bilmek isteyen" bir varlıktır ve bilme arzusu bitmediği sürece bilgi ve bilim hep var olacaktır. Üstelik sürekli birikecek ve ilerleyecektir. Yüz yıl önceki iletişim teknolojisiyle bugünün iletişim teknolojisini karşılaştırarak, yüz yıl öncekinden daha hızlı ulaşım araçlarımızı göz önünde bulundurarak veya daha konforlu evlerde yaşadığımızı dikkate alarak bunu görmek mümkündür.

Felsefe tarihinin seçkin figürlerinden biri ve klasik mantığın kurucusu olan Aristo, doğada gözlemlenen değişimleri, yani oluş ve bozuluşu araştırmış, nedensel açıklamalarını yapmış, her şeyin madde ve formdan oluştuğunu savunan madde-form kuramını geliştirmiştir. Madde herhangi bir şey olmaya yatkın bir potansiyeldir. Form ise onu belirli bir sınıfa mensup bir varlık hâline getiren özdür. Örneğin, buğday tanesi buğday başağını oluşturur. Aristo kuvvetsiz hareket olmaz ilkesine dayalı hareket açıklamasını ve aynı zamanda yer merkezli evren kuramını da oluşturan kişidir.

## Peki, teknoloji deyince ne anlıyoruz ve ne anlamalıyız?

Bilimsel araştırmayla ulaşılan bilgilerin önemli bir kısmı aslında gündelik hayatı kolaylaştıracak araç ve gereçlere dönüştürülebilir niteliktedir ancak bilim insanları bu misyonla hareket etmez. Astronom Jean Picard, bir gece (1675) elinde bir cıva tüpüyle yürürken, tüpün üst kısmındaki boşlukta kıvılcım çıktığını veya hafif bir parıltı oluştuğunu gözlemlemiş ve bunu araştırmaya koyulmuştu. Bu süreçte Picard'ı harekete geçiren bulduğu şeyin ne işe yarayacağı düşüncesi değildi. O sadece doğal bilme yetisiyle saf araştırma tutkusunun peşine düşmüştü. Picard parlamanın statik -dinelgin- elektrik olduğunu doğrudan keşfedemediyse de başlattığı araştırma Geissler tüpü denilen, elektrik gerilimine maruz kaldığında düşük basınçtaki gazın parlaması, yani elektrik deşarjıyla ilgili prensibin keşfiyle sonuçlandı.

Benzer bir durum buhar için de geçerlidir. Başlangıçta bilginler buhara insanlara ne gibi bir katkısının olacağını düşünmeden ilgi gösterdiler. Bunlardan biri olan İskenderiyeli Heron, geliştirdiği buhar üreticini insanları eğlendirmek maksadıyla kullanmaya başladı. Daha sonra buharın önemli bir güç kaynağı olduğunu fark etti ve bu gücü kapıları açıp kapatacak bir düzenekte kullandı. Yüzyıllar sonra



Buharın gücünü keşfeden Heron, başlangıçta bu keşfini insanları şaşkınlığa düşüren düzenekleri hareket ettirmekte kullandı. Aelolipile diye adlandırılan ilk buhar üretici bu türdendir.

İskenderiyeli Heron  
(MS 10 - MS 70)



James Watt buharı büyük ağırlıkların çekilmesini ve itilmesini sağlayan motorların (lokomotif) güç kaynağı olarak kullandı ve bu büyük gelişme Sanayi Devrimi'ni tetikledi. Gündelik hayatımıza konfor ve rahatlık sağlayan sayısız araç gereç için de benzer durumlar söz konusudur.

## Kuramsal Bilgi ve Uygulamalı Bilgi

Gündelik hayatımızı kolaylaştıran araç ve gereçler bilimsel araştırmanın sonuçları ve ürünleridir. Peki, bilim sadece hayatı kolaylaştıran araç ve gereçler mi üretir? Elbette hayır! Bu aslında bilim denilen etkinliğin çok küçük kısmıdır. Bilim denilen etkinliğin önemli kısmı ise kuram adı verilen gelişmelerle ilgilidir. Bugün çoğumuzun aşına olduğu kuramlar vardır: Kopernik kuramı, ortak merkezli küreler evren kuramı, Yer merkezli evren kuramı, parçacık kuramı, dalga kuramı, kuantum kuramı, görelilik kuramı, bileşik alan kuramı, SU6 kuramı, sicim kuramı ve daha başkaları. Peki, bu kuramlar ne işimize yarar?

“Dünya her gün yeniden kurulur” derler. Bu cümlelerin anlamı elbette fiziki olarak dünyanın yeniden kurulması değil, bir insanın dünya üzerinde kendine anlamlı bir hayat kurmasıdır. Tarih boyunca değişik zaman dilimlerinde insanlar bilimin de yardımıyla birçok dünya kurmuşlardır. Bilimin inşa ettiği dünya, insanın kendi anlam dünyasını oluşturmasına yani felsefe, sanat ve değer sistemlerini geliştirmelerine izin verecek şekilde kurulmuş bir dünyadır. Dünyanın yıkılması ise bir toplumun çökmesi veya uygarlığın ortadan kalkmasıdır. Bu nedenle bilimin inşa ettiği günümüz dünyasında da bilime, felsefeye ve sanata dayalı yeni düşünce dünyamızı inşa etmek zorundayız.

Öyleyse kuramlar bizim dünyayı anlamamızı, anlamlandırmamızı ve açıklamamızı sağlayan düşünce sistemleridir diyebiliriz. Bu yüzden

bütün bilim dallarında kuramlar vardır. Kuramlar birbirlerine mantıksal olarak bağlanmış önerme kümeleridir.

## İlk Gök Kuramı: Ortak Merkezli Küreler Kuramı

Knidoslu Eudoksos (MÖ 400-347), tarafından geliştirildi. Eudoksos bu kuramıyla gökte o zaman için çıplak gözle görebildiklerini geometri kullanarak açıkladı. Kurama göre, Yer evrenin merkezidir, beş gezegen ile Güneş Yer'in etrafında dolanır, her bir gezegenin kendisine özgü birden fazla küresi bulunur, gezegenler döngüsel hareket eder, her bir gezegen kendisini taşıyan kürenin ekvatoruna çakılıdır ve sistem toplam 27 küreden oluşur. Bu kuram, daha sonra Kallippos (MÖ 300-370) ve Aristo (MÖ 384-322) tarafından geliştirildi. Kallippos küre sayısını 34'e, Aristo ise 56'ya çıkardı. Giderek anlaşılması zorlaşan kuramı en sonunda (MS 150'lerde) Ptolemaios yalınlaştırdı. Kuram bu hâliyle 1543 yılında Kopernik Güneş merkezli evren kuramını ileri sürünceye kadar geçerliğini korudu. Bütün bu kuramlar evrenin sonlu olduğu kabulü üzerine kurulmuştu ve bunlara göre evrenin sonu sabit yıldızların çakılı olduğu küreydi.

Peki, Eudoksos neyi başarmıştı? Mısır, Mezopotamya ve Babil gibi eski uygarlıklardan itibaren kayıt altına alınmış gök cisimlerinin gözlemlenen hareketleri, Eudoksos'un ortaya attığı teoremin geliştirilmesiyle geometrik bir modelle kavranır hâle gelmişti.

Gelecek sayıda Antik Çağ dönemi gök kuramlarına, ayrıca geometri konusundaki gelişmelere Thales, Platon ve Eukleides'den bahsederek devam edeceğiz.





TÜBİTAK

POPÜLER BİLİM KİTAPLARI

# Ayın Kitabı

OCAK  
2021

İnternet'in Geçmişi ve Dijital Gelecek'te İnternet'in 1950'lerden günümüze uzanan gelişim hikâyesi anlatılıyor. Savaş, terörizm, entelektüel özgürlük, telif hakkı ihlali ve sansür gibi alanlarda birey ile devlet arasındaki güç dengesinin nasıl değiştiği konu ediliyor.

**%25**  
**İndirimli**  
(Ocak ayı boyunca)



Kitaplarımızı [esatis.tubitak.gov.tr](https://esatis.tubitak.gov.tr) 'den ve  
Atatürk Bulvarı No: 221 Kavaklıdere Ankara adresindeki TÜBİTAK  
kitap satış büromuzdan satın alabilirsiniz.

**TÜBİTAK**  
Popüler Bilim Kitapları  
Instagram'da!  
 [/tubitakkitaplar](https://www.instagram.com/tubitakkitaplar)

# Doğa Fauna

Dr. Bülent Gözcelioğlu [ [turkiye.dogasi@tubitak.gov.tr](mailto:turkiye.dogasi@tubitak.gov.tr) ]

**Antarktika ve Yakın Çevresindeki Adaların  
Dondurucu Soğukunda Bir Yaşam**

## Zıplar Penguen

Antarktika ve yakın çevresinde bulunan adalardaki biyoçeşitlilik yaban hayatı fotoğrafçıları ve meraklıları kadar bilim insanlarının da dikkatini çekiyor. Bu ekstrem koşullarda yaşayan türler arasında diğer penguenler gibi karınları üzerinde buzda kayarak değil, kayadan kayaya zıplayarak hareket eden ve kendilerine bu hareketlerinden ötürü zıplar penguen denilen bir tür bulunur. Bu penguenler kendilerine özgü hareketleri ve kafalarındaki tüylerle âdeta bir sinema figürü

gibi görünür.

Boyları 50-55 cm, ağırlıkları 2-3 kg kadar olabilen zıplar penguenlerin cildinin altında bulunan kalın yağ tabakası onları dondurucu soğuğa karşı korur. Ayrıca çok sık tüyleri vardır. Bu sayede soğuk su vücutlarına temas etmez.



Zıplar penguenler Antarktika ve çevresindeki adalar, Güney Patagonya ve Yeni Zelanda'da yaşıyor. Penguenler içinde sayı bakımından üstünlüğü olan bu türün popülasyonu geçtiğimiz yüzyıldan bu yana yaklaşık %30 oranında azaldı, hâlâ da azalmaya devam ediyor.



# Gökyüzü

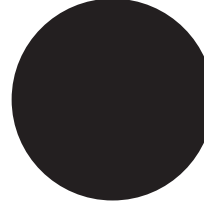
Prof. Dr. Faruk Soyduğan

[fsoydugan@comu.edu.tr]

06 Ocak  
Sondördün



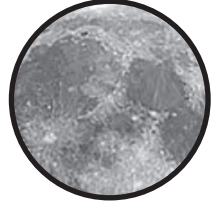
13 Ocak  
Yeniay



21 Ocak  
İlkördün



28 Ocak  
Dolunay



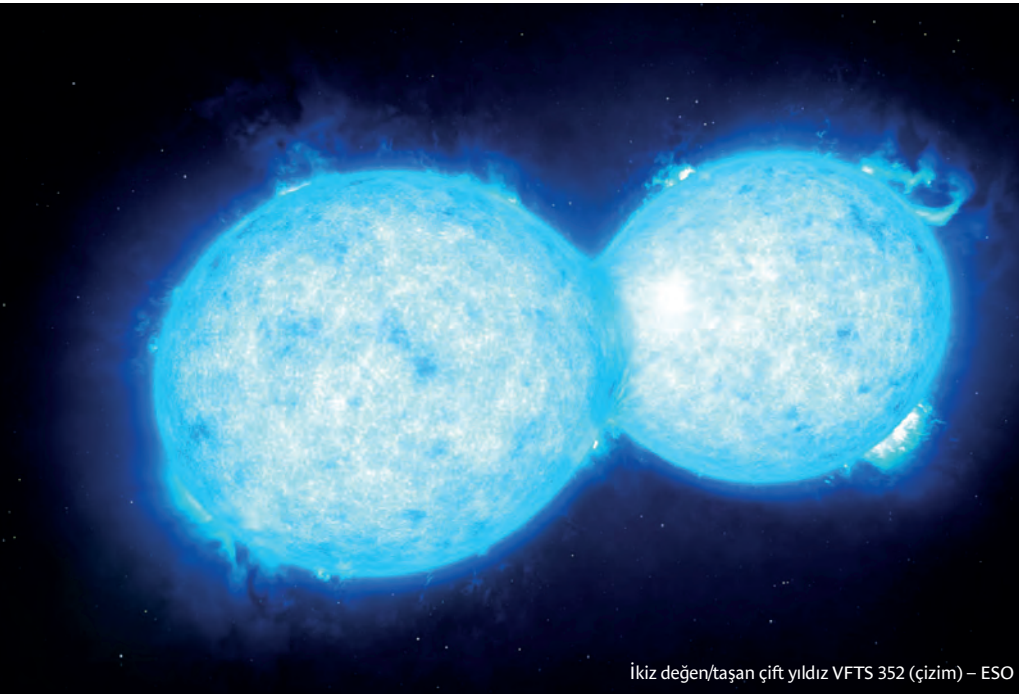
## Kozmik İkizler

**B**ilimde canlı cansız ikiz yapıları araştırmak her zaman ilgi çekiyor ve bilgi kaynağı olarak görülüyor. Evrendeki makro ikiz yapılar da astronom ve astrofizikçilerin önemli araştırma alanlarından biri. Gökyüzüne baktığımızda farklı derinliklerde ve özelliklerde çok sayıda ikiz yapı karşımıza çıkıyor. Bunların bazılarında üyeler birbirine kütle çekimsel olarak bağlı iken bazıları ise sadece görsel olarak veya benzerinden çok uzaklarda olmasına rağmen çok yakın yapısal özellikler

göstermeleri açısından ikiz görünüm sergiliyorlar. Bu yazıda evrendeki bazı kozmik ikizlere dikkat çekmeye çalışacağız. Bunun için öncelikle mitolojik ikiz de denilebilecek İkizler (Gemini) Takımyıldızı'na odaklanalım.

Kuzey Yarımküre'nin kış aylarını süsleyen İkizler Takımyıldızı, gökyüzünü parsellemekte kullandığımız 88 takımyıldızından biridir. İkizler'i bulmanın en kolay yolu, en parlak iki yıldız olan Castor ve Polluks'u, Boğa (Taurus) Takımyıldızı'nın V şeklini ve

Avcı'nın (Orion) kuşağındaki üç yıldız kullanmaktır. İkizler Takımyıldızı'nda çıplak gözle 85 yıldız gözlenebilmesine rağmen ona adını da veren en parlak iki yıldız Castor ve Polluks öne çıkıyor. Polluks Dünya'dan 34 ışık yılı uzaklıkta, görünür parlaklığı 1,15 kadir olan turuncu renkli dev bir yıldızdır ve etrafında dolanan bir gezegen de barındırmaktadır. İkizlerin diğer üyesi Castor ise Dünya'dan 49 ışık yılı uzaklıkta parlaklığı 1,9 kadir olan mavi-beyaz bir yıldız olup aslında altı yıldız sisteminin (üç çift yıldız sistemi) üyesidir. Babil, Yunan ve Mısır tarihinde farklı mitolojik anlatımlarla betimlenen İkizler, Zodyak kuşağında yer alması ve gökyüzündeki açık şekli nedeniyle insanlık tarihi boyunca her zaman ilgi çekti. Yunan mitolojisinde takımyıldızın en parlak yıldızları Castor ve Polluks ikizlerin başlarını, sönük yıldızlar ise çiftin vücutlarını temsil eder. Modern gökbilimde de "İkizler", Gemini Uzay Aracı ve Programı, Gemini Gözlemevi, Gemini Gezegen Görüntüleyicisi gibi farklı alanlarda/araçlarda kendine yer bulmaya devam ediyor. İkizler Takımyıldızı'nın alanında gözlemeye değer derin uzay nesnelere de yer alıyor. Yaklaşık dolunay büyüklüğünde ve karanlık ortamda çıplak gözle



İkiz değen/taşan çift yıldız VFTS 352 (çizim) – ESO

fark edilebilecek M35 açık yıldız kümesi bunlardan biri. Dünya'dan yaklaşık 4000 ışık yılı uzaklıktaki gezegenimsi bulutsu olan NGC 2392 (Eskimo Bulutsusu), muhteşem bir kozmik gaz gösterisi sunuyor. Medusa Bulutsusu, NGC 2158 ve NGC 2129 açık yıldız kümeleri diğer derin uzay cisimleri olarak bu takımyıldızın bölgesinde gözleniyor. Bu çerçevede tabii ki "Geminidler" göktaşı yağmurlarını da unutmamak gerekir.

Gökyüzünde gözlenen gözlenmeyen çok sayıda ikiz nesneden bazılarını göz atalım. 90 Antiope, ilk keşfedildiği 1866'dan 2000 yılına kadar devasa bir kayaç parçası olarak biliniyordu. 2000 yılında ise neredeyse küresel denilecek şekle sahip, hemen hemen eşit boyutlarda, kayaç yapıda iki dev kütlede oluşan bir ikiz asteroit olduğu anlaşıldı. Çift asteroit Antiope, Mars ve Jüpiter arasındaki ana asteroit kuşağında yer alıyor. İki dev kayaç parçasının kütle farkı %2,5 civarında ve aralarındaki mesafe yaklaşık 170 km'dir. Az rastlanan bu tür birbirine kütle çekimsel olarak bağlı ikiz kayaç parçalarının gözlemlenmesi, onların kütle ve yoğunluklarını bulma fırsatı veriyor. Themis asteroit ailesinin üyesi olan bu ikiz kayalar, düşük yoğunluklu olup en büyük 500 asteroit arasında yer alıyorlar.

Yıldız astrofiziği araştırmalarındaki gözlemlerin artması, gökyüzü taramaları ve uydu teleskop gözlemlerinin analiz edilmesi, gökadamızdaki yıldızların %50'den fazlasının iki veya daha çok bileşenli yıldız sistemlerinden oluştuğunu gösteriyor. Gökadamızdaki çift yıldız araştırmalarında, özellikle birbirine çekimsel olarak bağlı ve çok yakın fiziksel özel-



Çift asteroit 90 Antiope-ESA

liklerdeki ikiz çiftler ilgi çekiyor. Birbirine çok benzer kütle, sıcaklık, boyut ve toplam enerji değerlerine sahip ve özellikle aynı bulutta birlikte oluşmuş aynı kimyasal bolluğa sahip kardeş yıldızların oluşturduğu ikiz bir sistemi incelemek yıldız yapısı ve gelişim kuramlarını test etmek için son derece önemli. Günümüz teleskop ve alıcı teknolojileri yardımıyla birbirine çekimsel olarak bağlı üyelerden oluşan çift sistemlerin özellikle kütle ve yarıçap değerleri %1-2 duyarlılıkla belirlenebiliyor. Bu çift üyeleri ikiz olacak kadar benzer özelliklerde ise yıldızların duyarlı temel parametrelerle birlikte gelişim süreçlerinde birbirlerine olan etkileri de çok daha hassas biçimde incelenebiliyor. Gelecek yaşam senaryolarında, bu ikizlerdeki küçük farklılıklarının gelişimlerinde nasıl etkili olabileceği ortaya çıkarılabiliyor. Örneğin, "Gelecekte daha mı yaklaşacak hatta birleşecekler mi?",

"Yoksa birbirlerinden daha da uzaklaşacaklar mı?" gibi sorulara cevaplar aranıyor. V2281 Cyg ve KIC 4826439 bu tür ikiz çift yıldızlara örnek olarak verilebilir.

"Güneş'in ikizi veya kardeşi var mı?" sorusu da astrofizikçilerin araştırmalarına konu oluyor. Güneş'e çok benzer yapısal özelliklerde ancak çekimsel olarak bağlı olmayan ve gökadamızın farklı konumlarında bulunan yıldızların araştırılması, Güneş ve çok benzer yıldızların yapısı ve yaşamlarının anlaşılması açısından oldukça önemli. Bunun yanında, Güneş'in ilk oluştuğu dönemde ona bağlı bir kardeşinin (belki de ikizinin) olup olmadığı da son yılların merak edilen konularından biri. Güneş türü yıldızlar, Güneş'in analogları ve Güneş'in ikizleri ayrı ayrı üç araştırma alanı olarak görülüyor ve bu alanlarda benzerlik kriterleri farklı olarak ele alını-



Kozmik ikizler NGC 5426 ve NGC 5427 spiral gökadaları

yor. Güneş'in ikizi tanımını yapmak için yıldızın sıcaklığı ile Güneş'in sıcaklığı arasında en fazla 50 K, yıldızın yaşı ile Güneş'in yaşı arasında en fazla yaklaşık 1 milyar yıl olması, kendisine bağlı başka bir yıldızın olmaması (çift yıldız üyesi olmaması), metal bolluğunun da Güneş'ten en fazla %89-112 kadar farklı olması gerekiyor. Kütle ve boyutlarının benzemesi de ikizlik için önem taşıyor. Bu kriterlere en çok uyan veya başka deyişle Güneş'e ikiz denebilecek kadar çok benzeyen yıldızlardan biri çıplak gözle de gözlenebilecek parlaklıkta olan 18 Scorpii'dir. 2,9 milyar yaşında olduğu için genç bir Güneş ikizi diye adlandırılıyor. Yaşı dışında neredeyse diğer tüm ikizlik kriterlerini sağlıyor (Güneş 4,6 milyar yaşında, dolayısıyla aralarındaki yaş farkı yaklaşık 1,7 milyar yıl). Bunun dışında, HD 150248 ve HD 164595 Güneş'in ikizi sınıfına giren yıldızlara örnek olarak gösterilebilir. Bunlar, Güneş'ten uzakta, ona fi-

ziksel olarak bağlı olmayan ama çok benzeyen yıldızlar. "Güneş oluştuğunda bir çift yıldız sisteminin üyesi miydi?" veya "Oluşturduğunda ona kütle çekimsel olarak bağlı bir kardeşi/ikizi var mıydı?" soruları ise henüz cevap bulunmuş değil.

Kozmik olarak daha büyük ölçekte ikiz yapılar da bulunuyor. İkiz gökadalara örneklerden biri Kelebek Gökadaları veya Siyam İkizleri olarak bilinen NGC 4567 ve NGC 4568'dir. 59 milyon ışık yılı uzaklıktaki bu iki gökada birleşme sürecindedirler ve merkezlerinin birbirine olan uzaklığı 20.000 ışık yılı kadardır. Başka bir ikiz gökada örneği ise kütle çekimsel olarak kucaklaşma aşamasında olan NGC 5426 ve NGC 5427'dir. Kozmik ikizlerin birleşme sürecinin yüz milyonlarca yıl süreceği tahmin ediliyor.

Bu süreçte ikiz kardeşler evrenin her yerinde ilgi çekmeye devam edecek. Astrofizikçiler de gelişen teknolojinin sağladığı imkânlarla ikiz kardeşlerin yaşamlarını ve yapılarını daha detaylı araştırmaya odaklanacaklar. Yazının sonuna gelirken ikizlerle ilgili iki soruyu da okuyuculara bırakıyoruz: "Evrendeki ikizleri de araştırmak için kullanılan büyük çaplı ikiz teleskoplar hangileridir?" ve "Çıplak gözle tek veya çift nesne olarak gökyüzünde gözlemleyebileceğimiz makro ikiz kardeşler hangileridir?"

Başka bir gökyüzünde buluşmak dileğiyle...

#### Kaynaklar

<https://science.nasa.gov/twin-galaxies-virgo>

<https://www.universetoday.com/15274/twin-spiral-galaxies-dance-together/>

[https://en.wikipedia.org/wiki/Solar\\_analog](https://en.wikipedia.org/wiki/Solar_analog)

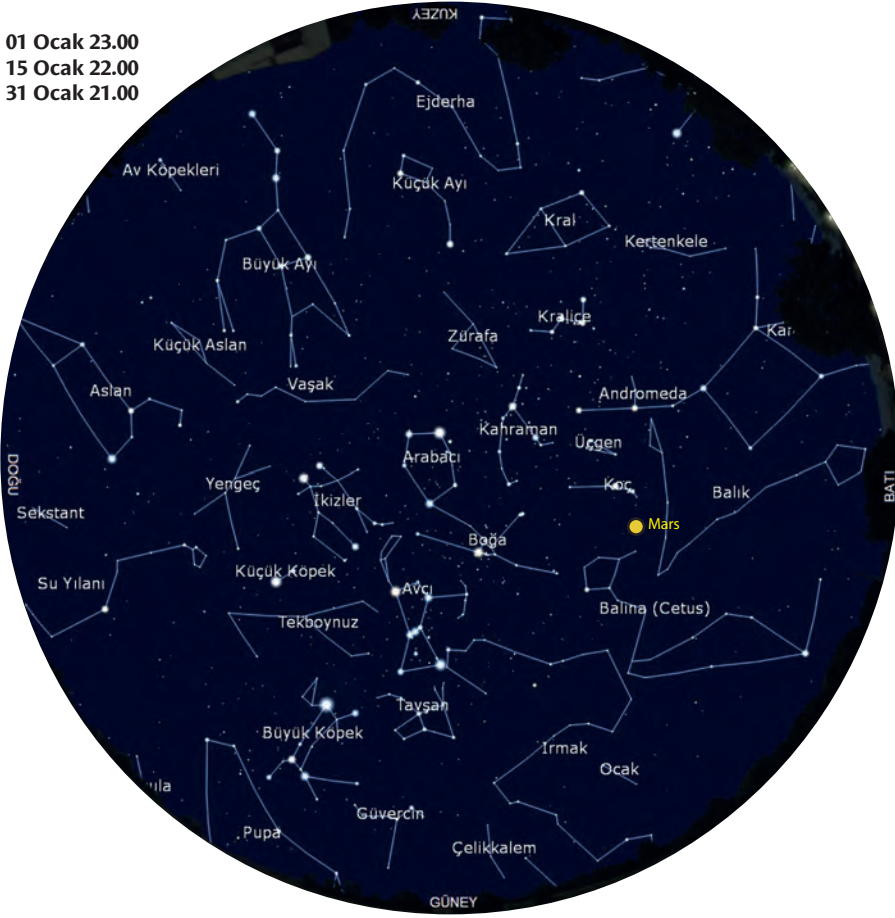
<https://scitechdaily.com/twin-suns-our-sun-may-have-started-its-life-with-a-binary-companion/>

## Ayın Önemli Gök Olayları

- 02 Ocak** Dünya Güneş'e en yakın konumunda (147 milyon km)
- 09 Ocak** Ay Dünya'ya en yakın konumunda (367.400 km)
- 10 Ocak** Merkür, Satürn ve Jüpiter gün batımından sonra batıda birbirlerine yakın görünümde
- 11 Ocak** Ay ve Venüs gün doğumunda doğuda yakın görünümde
- 21 Ocak** Ay Dünya'ya en uzak konumunda (404.400 km)
- 24 Ocak** Merkür en büyük doğu uzanımında (19°)



01 Ocak 23.00  
15 Ocak 22.00  
31 Ocak 21.00



## Gezegener

**Merkür:** Gökyüzünde Güneş'ten yavaş yavaş ayrılığını artırmaya başlayan gezegenin gün batımından hemen sonra kısa sürelerle gözlenebilmesi için ayın son haftasını beklemek gerekiyor. Yine de parlaklığı fazla olmayan gezegeni alacakaranlıkta fark edebilmek için temiz bir gökyüzü ve yüksek bir gözlem yeri gerekiyor.

**Venüs:** Gün doğumundan önce doğudan yükseliyor. Ayın ilk günlerinde yaklaşık bir saat parlak bir şekilde gözlenebilir. Günler ilerledikçe gözlem süresi bir saatin altına düşmeye başlayacak ve ayın ortalarında gökyüzünde Güneş'e yaklaşmış olacağından artık gözlenemeyecek.

**Mars:** Gün batımında gökyüzünün güneydoğu bölgesinde yükselmiş olan kızıl gezegene bir el dürbünü yardımıyla kolayca fark edilebilecek Uranüs eşlik ediyor. Ayın ortasına kadar gece yarısından iki saat sonrasına dek gökyüzünde kalacak gezegen oldukça parlak. Ayın geri kalanında parlaklığı hafifçe azalarak gece yarısından bir saat sonrasına kadar gözlenebilir.

**Jüpiter:** Yılın başında, gün batımından hemen sonra batı ufku yakın ve daha sönük Satürn ile yan yana parlak bir şekilde ama kısa sürelerle görülebilir. Ayın ilk haftasından sonra bu iki gezegene birkaç gün Merkür de eşlik edecek. Ayın ortasına doğru gökyüzündeki konumu Güneş'e yaklaşmış olan gezegeni görmek neredeyse imkânsız olacak. Gezegen ay

sonunda Güneş'in batısına geçmeye başlayacak ve yavaş yavaş sabah gökyüzüne gelecek.

**Satürn:** Yıla Oğlak (Capricornus) Takımyıldızı'nda başlayıp tüm yılı burada geçirecek olan halkalı gezegene aynı bölgede ve daha parlak olan Jüpiter eşlik ediyor. Ayın ilk haftası gökyüzünde Güneş'e yakın bir konumdaki gezegeni kısa süre de olsa görebilmek için temiz bir ufuk ve yüksek bir gözlem yeri bulup gün batımından hemen sonra batı ufku bakmak gerekiyor. Daha sonraki günlerde gezegen gökyüzünde giderek Güneş'e yaklaşmaya başlayacak ve gözlenemeyecek. Gezegen, ayın son haftası Güneş'in batısına geçerek sabah gökyüzüne gelmeye başlayacak.



# Düşünme Kulesi

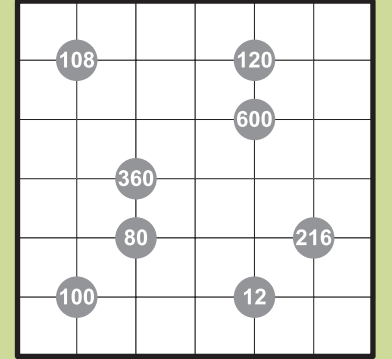
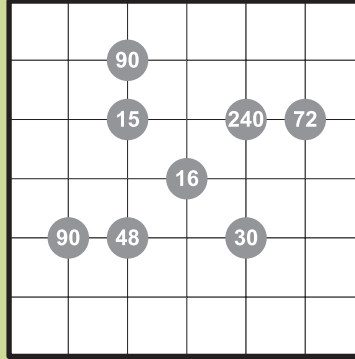
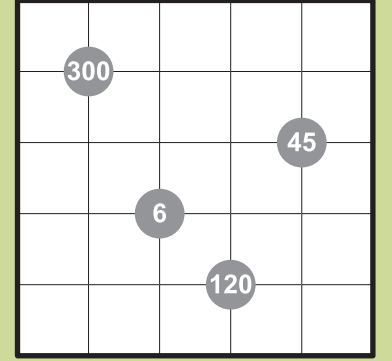
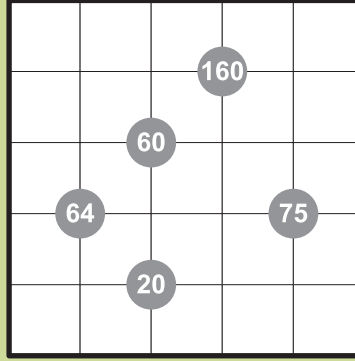
Ferhat Çalapkulu [ [dusunme.kulesi@tubitak.gov.tr](mailto:dusunme.kulesi@tubitak.gov.tr) ]

# Ayın Oyunu: Çarpmaca

## Çarpmaca Oyun Kuralları

Her satırda ve her sütunda 1'den 5'e (3., 4. ve ödüllü soru için 1'den 6'ya) rakamları birer kez kullanarak diyagramı doldurun.

Çemberler çevrelerindeki dört karedeki rakamların çarpımını göstermektedir.



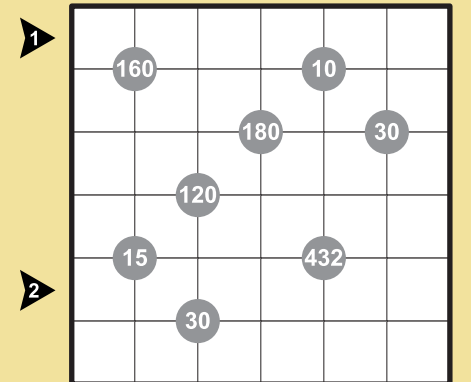
## Çarpmaca - Örnek Çözüm

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

## Ödüllü soru

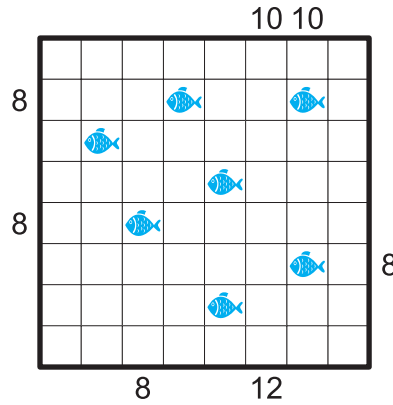
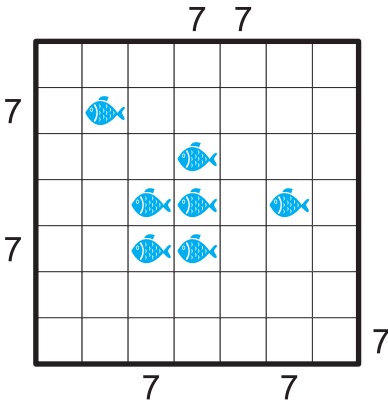
▼ Çarpmaca sorusunu çözüp ok doğrultusundaki içeriği yazarak, ad, soyad ve adres bilgileri ile birlikte [dusunme.kulesi@tubitak.gov.tr](mailto:dusunme.kulesi@tubitak.gov.tr) adresine gönderenler arasından çekilişle belirlenecek 10 kişiye TÜBİTAK Popüler Bilim Kitapları tarafından yayımlanmış *Deneyap Sanatı* başlıklı kitap hediye edilecek. Çekiliş sonuçları dergimizin facebook ve twitter hesaplarından önümüzdeki ayın ilk haftasında duyurulacak. Geçen ayın ödüllü ABC Kadar Kolay sorusunu doğru yanıtlayan ve kitap ödülü kazanan okurlarımızın listesi facebook ve twitter hesaplarımız üzerinden duyuruldu.

[www.bilimteknik.tubitak.gov.tr](http://www.bilimteknik.tubitak.gov.tr)

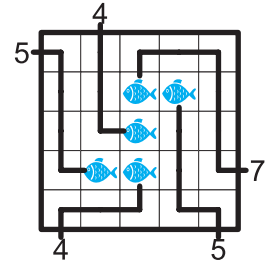


Ok doğrultusundaki içeriği yazın. Örnek çözümün ilk satırı 1234 şeklinde yazılmalıdır.

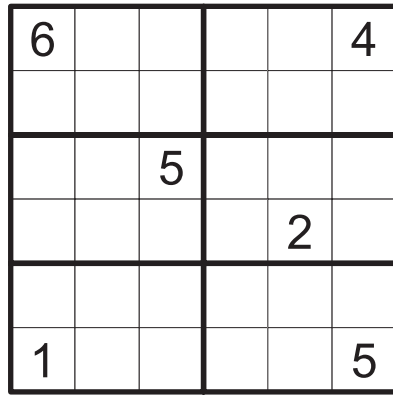
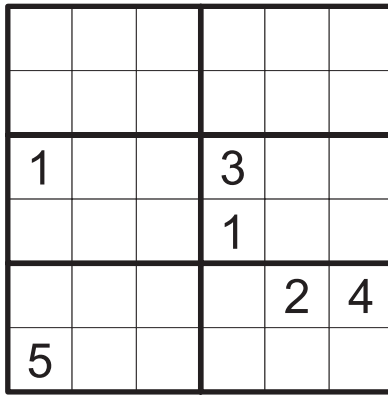
**Balıkçılar:** Diyagramın dışındaki sayılarla temsil edilen her bir balıkçı, farklı bir balık tutmuştur. Sayılar, balık olan kare ile birlikte olta ipinin uzunluğunu göstermektedir. İpler kenardan komşu olan hücreler boyunca hareket etmektedir ve birbirlerini kesemezler.



**Balıkçılar**  
Örnek Çözüm

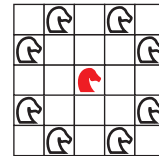


**At Hamlesiz Sudoku:** Her satırda, her sütunda ve kalın çizgilerle belirlenmiş her 2x3'lük bölgede 1'den 6'ya tüm rakamlar tam olarak birer kez yer alacak şekilde diyagramı doldurun. Aynı rakamlar birbirlerini at hamlesi ile tehdit edemez.



**At Hamlesiz Sudoku**  
Örnek Çözüm

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



## Geçen Sayının Çözümleri

ABC	A	C	A	A	B
C	C	C	A	B	B
B	B	A	C	C	C
A	A	C	B	C	C
B	B	C	A	A	A
C	C	A	B	C	B
C	A	B	B	A	

ABC	A	B	C	A
C	C	B	A	A
A	A	A	C	B
C	C	A	B	B
B	B	C	A	C
B	B	C	A	A
B	B	C	C	

AB	C	B	B	
CD				
A	A	D	B	C
	C	B	D	A
D	D	A	C	B
C	C	D	A	B
	B	C	A	D
B	B	A	D	C
	D	A		C

						2
						2
						1
						2
						1
						2
						1
3	1	2	2	1	1	2

●	●	●	●	●	●	●
○	○	○	○	○	○	○
○	○	○	○	○	○	○
○	○	○	○	○	○	○
○	○	○	○	○	○	○
○	○	○	○	○	○	○
○	○	○	○	○	○	○
○	○	○	○	○	○	○

ABC		B	A	
A		B	A	C
C	C		B	A
B	B	C	A	
A	A	B	C	
A	B	C	A	

ABC		B	B	
B		A	B	C
A	A	B	C	A
B	B	A	C	
C		B	A	
C				

**Ödüllü Soru:**  
ABC Kadar Kolay

ABC Kadar Kolay

						2
						1
						1
						1
						1
						1
						1
2	2	1	2	1		

Çadır

○	○	○	○	○	○	○
○	○	○	○	○	○	○
○	○	○	○	○	○	○
○	○	○	○	○	○	○
○	○	○	○	○	○	○
○	○	○	○	○	○	○
○	○	○	○	○	○	○
○	○	○	○	○	○	○

Yin Yang

# Satranç

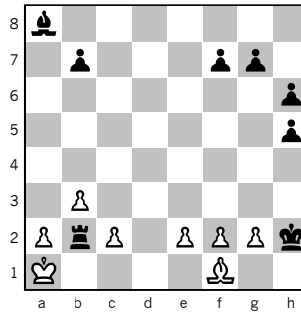
Kıvanç Çefle [ [btsatranc@tubitak.gov.tr](mailto:btsatranc@tubitak.gov.tr) ]

## Güzel Bir Retrograd Analizi Sorusu

Zaman zaman bu sayfalarda retrograd analiz problemlerine yer veriyoruz. Konuya vâkıf olmayanlar için retrograd analizi verilen bir pozisyonun geçmişinin çözümlenmesi olarak basitçe tanımlayabiliriz. Bildik satranç problemlerinde ve etütlerde değerlendirme ileriye dönüktür: beyaz oynar ve iki hamlede mat eder, beyaz oynar ve kazanır vs. Retrograd analizde ise verilen bir pozisyonda oynanan son hamlenin ne olduğu, beyazın (ya da siyahın) rok yapma hakkını kaybedip kaybetmediği, verilen pozisyonun normal kuralların geçerli olduğu bir oyunda oluşmasının mümkün olup olmadığı, hatta bu pozisyona hangi hamleler dizisi ile ulaşıldığı gibi sorular ele alınır. Herhalde bütün satranç problem türleri arasında pratik oyundan en uzak olanlar bunlardır. Bu yüzden salt akıl yürütmeye dayanan retrograd analize Noam Elkies ve Raymond Smullyan gibi matematikçilerin ve mantıkçıların ilgi duyması şaşırtıcı değildir.

Sorumuza geçmeden önce birkaç alıştırmaya bakalım:

**Diyagram 1**



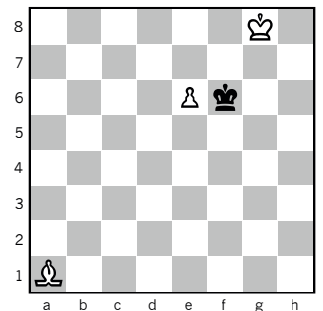
Soru şu: Bir oyunda Diyagram 1'deki konum oluşabilir mi?

Çözüm: Dört farklı nedenden dolayı kurallara uygun oynanmış bir oyunda böyle bir pozisyon oluşamaz. Birincisi, b7'de siyah piyon varken a8'e siyah filin gelebilmesi mümkün değil. İkincisi, h5'teki siyah piyonun orada olmasının tek yolu h7 veya f7'den iki taş olarak buraya gelmesidir. Oysa f7'de zaten siyah bir piyon var; h7'nin orijinal piyonu ise h6'da duruyor. Üçüncüsü, siyah şahın h2'ye gelmesi mümkün değil. Bunun olabilmesi için beyaz

piyonların denetimindeki g3 ya da h3 karelerinden geçmesi ya da f1'deki filin üzerinden sıçraması gerekiyor. Son olarak, b2'deki kale ve a1'deki şah bu karelere nasıl gelebilmiştir? Eğer kale b2'ye geldikten sonra şah a1'e gelmişse, kalenin denetimi altındaki b1'den geçmiş olmalıdır ki bu da kural dışıdır. Ya da beyaz şah önceden a1'e gelmişse, kale b1'den geçerek b2'ye gelmiş olmalıdır ki bu da imkânsız bir durumdur. Çünkü önce a1'deki şahın çekmiş olmalıdır ki o zaman da şah kaleyı almak zorunda kalırdı.

Bir diğer öğretici örnek (Diyagram 2):

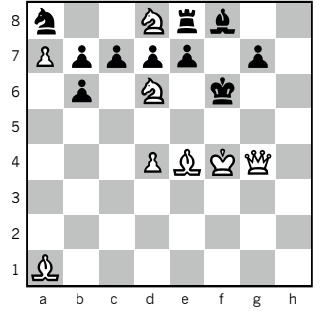
**Diyagram 2**





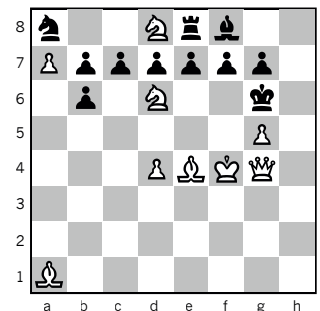
çekmesi, siyahın e7'deki piyonunu çift sürerek şahı kesmesi ve ardından da beyazın dxe6 e.p. hamlesini yapmış olması gerek. O zaman Diyagram 3'teki durum ortaya çıkar. Yani 3 yarım hamle önce pozisyon şöyleydi:

**Diyagram 5**



Bu durumda (Diyagram 5) son hamleyi siyah yapmıştı. Peki bu hamle neydi? Son hamleyi yapmış olabilecek tek taş şah. Ama siyah şah f6'ya nereden geldi? Hâlihazırda beyaz şahın denetimindeki e5, f5, g5 karelerinden gelmiş olamaz. İki farklı beyaz taşın denetimindeki e6 ya da f7'de durması da imkânsız. Geriye kaldı g6. Ama burası hem vezir hem de fil tarafından denetleniyor. İşte bunun bir açıklaması var (Diyagram 6):

**Diyagram 6**

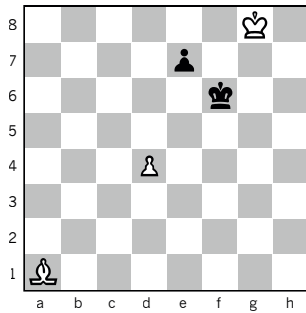


Yine üç yarım hamle önce pozisyon Diyagram 6'da olduğu gibiydi. **Beyaz 1. Fe4+** hamlesini yapmıştı, oyun şöyle sürdü: **1...f5 2. gxf6 e.p.+ Şxf6** ve Diyagram 5'teki pozisyon oluştu.

Bu pozisyon oluşmadan önce yapılan son hamle neydi?

Çözüm: Son hamleyi beyazın yaptığı belli, çünkü a1'deki filiyle şah çekmiş. Ama fil a1'e nereden gelip de şah çekmiş? Bu garip durumun tek açıklaması var (Diyagram 3):

**Diyagram 3**



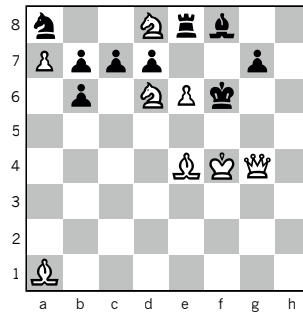
Üç yarım hamle (ya da bir buçuk hamle) önce Diyagram 3'teki pozisyon oluşmuştu. Burada beyaz **1. d5+** hamlesini oynadı. Siyah **1...e5** ile karşılık verdi. Beyaz **2. dxe6 e.p.** oynayınca Diyagram 2'deki pozisyon oluştu. Yani oynanan son hamle "dxe6 e.p." idi. Satranç notasyonunda e.p. Fransızca kökenli en passant (geçerken alma) teriminin kısaltmasıdır. Satranç

oyunundaki en ilginç hamlelerden olan geçerken alma retrograd analiz sorularında sıklıkla rastlanan bir motiftir.

Şimdi güzel bir retrograd analiz problemini birlikte çözeceğiz (Diyagram 4):

**Diyagram 4**

N. Plaksin, A. Kislyak, N. Petrovic,  
M. Caillaud, A. Frokin  
*Die Schwalbe*, 1986  
İkincilik Ödülü



Bu oyunda, beyaz şahın yaptığı ilk ve son hamle neydi?

Çözüm: A1'deki filin şah çektiğini görüyoruz. Diyagram 2'deki örnekten biliyoruz ki bunun olabilmesi için beyazın d4-d5 hamlesi ile açarak şah

Böylece siyah şahın yaptığı son hamleyi bulduk: Şg6xf6. Peki ilk hamle neydi? Diyagram 6'ya bakarsak siyah şahın yalnızca a7 karesindeki geçitten yararlanarak bu noktaya gelebileceğini görürüz. Önce siyah at a8'e oynanmış, sonra da a7xb6X hamlesi yapılmış. Ondan sonra şah b8-a7 üzerinden geçerek şimdiki konumuna gelmiş. Ama şimdi d8'de duran a8 kalesi onun yolunu tıkamaz mıydı? İşte bu engel de siyahın büyük rok yapmasıyla aşılmış. Rok yaparken şah âdeta kalenin üstünden sıçrar ve onun öte tarafına geçer. Sonuç olarak Diyagram 4'teki konumun oluşabilmesi için siyahın büyük rok yapmış olması şarttır, dolayısıyla şahın oyunda yapmış olduğu ilk hamle de büyük roktur. Çünkü daha önce başka bir hamle yapmış olsaydı rok yapma hakkını kaybederdi!

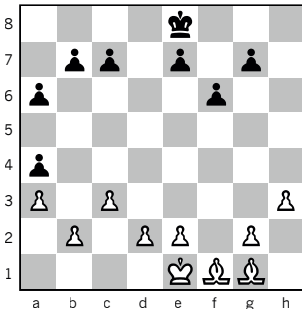
## Ayin Sorusu

Ayin sorusu yine bir retrograd analiz problemi:

### Diyagram 7

Joseph Haas

Problème, 1971



Soru şu: Kurallara uygun oynanmış bir oyunda böyle bir pozisyon oluşabilir mi? Bu problemi (ve genelde birçok retrograd analiz problemini) çözerken önce tahtada kaç beyaz ve siyah taş olduğunu, buldukları yere taş olarak gelen piyonları ve bunların kaç taş aldığını, piyon terfisi ile ortaya çıkmış taş olup olmadığını belirleyin. Terfi hangi karede olmuştur? Terfi eden piyon buraya gelmek için kaç taş almıştır? Bunlar da önemli. Bütün bunlar problemi çözerken size yol gösterecek.

\*\*\*\*

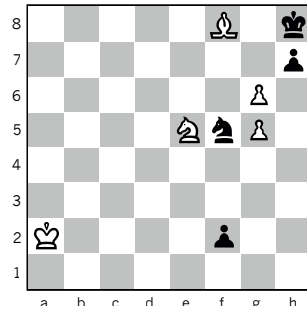
## Geçen Ay Sorulan Problemlerin Çözümleri

### Diyagram 8

Emil Zakhodjakın

Tidskrift för Schack, 1930

Birincilik Ödülü



Beyaz oynar ve berabere kalır.

### 1. g7+ Axc7

1...Şg8 2. Ag4 f1=V 3. Af6+ Şf7 4. g8=V mat.

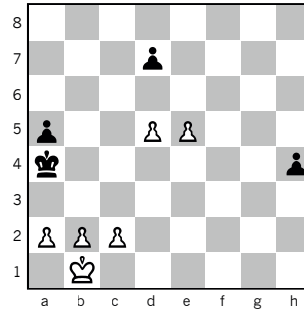
### 2. Af7+ Şg8 3. Fc5! f1=V

4. Ah6+ Şh8 5. Fd6 ve beraberlik. Siyah şah h8'de hapis kalır. Siyah eğer atı oynarsa beyaz f1'e ten şah çeker ve at yine g7'ye gelmek zorunda kalır. Vezir e5'teki fili alsa bile bu kez beyaz atla f7'den şah çeker (çatal) ve sonra veziri alır. Siyahın materyal üstünlüğüne rağmen ilginç bir konumsal beraberlik durumu.

### Diyagram 9

A. Katsnelson, A. Sochniev

Schakend Nederland, 1977



Beyaz oynar ve berabere kalır.

Önce beyaz, sonra da siyah vezir çıkacak gibi görünüyor. Ama "küçük" bir sorun var: Siyah vezir çıkar çıkmaz mat ediyor: 1. e6 h3! (1... dxe6 2. dxe6 h3 3. e7 h2 4. e8=V+ ve kazanan beyaz olur) 2. e7 h2 3. e8=V h1=V + 4. Ve1 Vxe1 mat! Bu sıkıntılı durumdan beyaz yaratıcı bir şekilde kurtuluyor. Görelim:

### 1. e6

1. a3? Şb5!

### 1...h3!

1...dxe6 oynarsa yukarıda gösterdiğimiz gibi beyaz kazanır.

### 2. a3! dxe6 3. dxe6!!

Çok önemli bir ayrıntı. Neden 3. d6 değil? Çünkü 3. . h2 4. Şa2 h1=V 5. c4 Vb7 6. d7 Vb3+ 7. Şa1 Vd3 8. Şa2 Vxc4+ ve siyah kazanır.

### 3...h2 4. Şa2!

4. c4? Şb3!

### 4...h1=V 5. c4! Vb7 6. e7! Vb3+

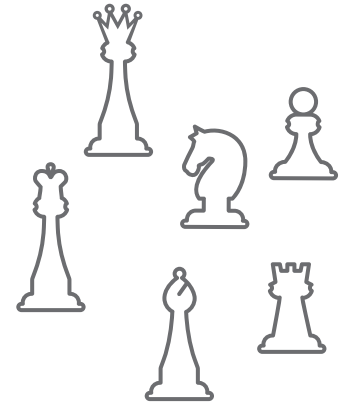
6...Vxe7 7. Vb3 mat! Beyaz, yalnızca piyonların desteğiyle yapılan bir mat olanağını kullanıyor.

### 7. Şa1!

7. Şb1? Vd3+ 8. Şa1 Şb3

### 7...Ve3 8. Şa2 Vb3+ 9. Şa1

Vb8 10. Şa2 ve hamle tekrarıyla beraberlik.



# Ayın Sorusu

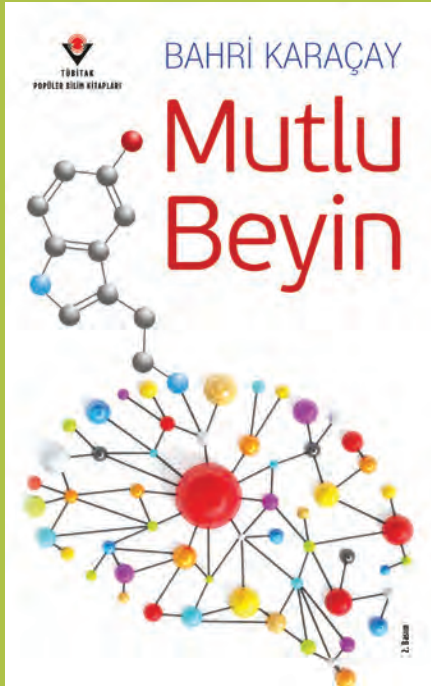
Prof. Dr. Azer Kerimov [ [bteknik@tubitak.gov.tr](mailto:bteknik@tubitak.gov.tr) ]

Bilkent Üniversitesi Fen Fakültesi  
Matematik Bölümü

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

Bu ay:

## Mutlu Beyin



Çözümü ile birlikte gönderilmeyen cevaplar değerlendirilmeye alınmayacaktır.

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

# Çiftlikteki Arkadaş İkilisi Sayısı



(Matematik)

30 cücenin yaşadığı çiftliğe yerleşen Keloğlan beş kez akşam yemeği düzenleyerek her bir cüceyi bu akşam yemeklerinden tam olarak birine davet etmeyi planlıyor (farklı akşam yemeklerine farklı sayıda cüce katılabilir). Çiftlikteki bazı cüceler kendi aralarında arkadaşlar. Keloğlan her bir akşam yemeğine katılan tüm cücelerin birbirleriyle arkadaş olan cüceler olmasını istiyor (bir akşam yemeğine birbirleriyle arkadaş olan bir cüce grubunun sadece bir kısmı katılabilir). Keloğlan ilk önce hangi cücelerin birbirleriyle arkadaş olduğunu öğreniyor. Bundan sonra davet listelerini hazırlamaya çalışıyor ve zorunlu olarak her bir akşam yemeğine tam olarak 6 cücenin davet edilmesi gerektiğini anlıyor.

Buna göre, çiftlikteki arkadaş ikilisi sayısının alabileceği değer en fazla kaç olabilir?



# Zekâ Oyunları

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

## Göz Aldanması

Bu resimde ne görüyorsunuz?



### 2021 Soruları

2021 yılının pandemiden kurtulduğumuz sağlıklı, mutlu ve huzurlu bir yıl olmasını diliyoruz.

Aşağıdaki sorularda verilen rakamların hepsini birer kez kullanarak ve sadece toplama, çıkarma, çarpma, bölme işlemleri uygulayarak 2021 sayısını elde ediniz.

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

#### SORU 1

1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9  
(Dört çözüm var.)

#### SORU 2

9, 8, 7, 6, 5, 4, 3, 2, 1  
(Üç çözüm var.)

Örnek: Soru 1,3,5,7,9,7,5,3,1 rakamları için sorulsaydı çözümlerden biri şöyle olurdu:  
 $135 \times 7 - 9 + 7 \times 5 \times 31 = 2021$

### Okul Numarası

Ahmet'in okul numarası, o sayının alfabetik değerinden büyüktür. Ahmet'in okul numarası en az kaç olabilir?

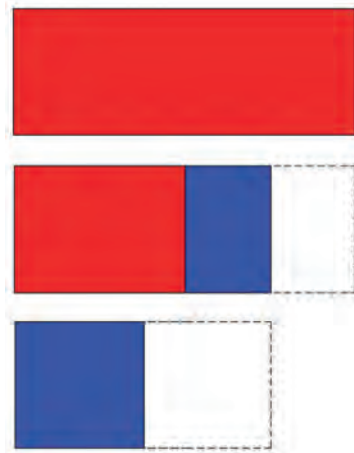
Alfabetik Değer: Bir sayı yazıyla yazıldığında, onu oluşturan

tüm harflerin Türkçe alfabedeki sıralarının toplamı.

Örneğin 1 sayısının alfabetik değeri 35'tir.

BİR → B'nin alfabedeki sırası 2, İ'nin alfabedeki sırası 12, R'nin alfabedeki sırası 21  
 $2+12+21=35$

### Katlanın Karton



Dikdörtgen bir kartonun bir yüzü kırmızı, diğer yüzü mavi renge boyanmıştır. Bu karton ikinci şekildeki gibi katlanınca kırmızı alanın mavi alanın iki katı olduğu yeni bir dikdörtgen elde ediliyor.

Daha sonra bu dikdörtgen tam ortadan ikiye katlanıyor ve en altta görülen kare elde ediliyor. Baştaki dikdörtgenini alanını karenin alanı cinsinden hesaplayınız.

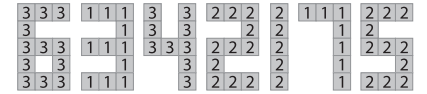
### İki Sayı

Bir bilgisayar oyununda ekranda rastgele iki pozitif tam sayı beliriyor ve bu sayıların her ikisi de her dakika birer sayı artıyor. Ekrana baktığınızda büyük sayının küçük sayıya tam olarak bölündüğünü görüyor ve bu durumun bundan sonraki 7 dakikada 7 kez daha tekrar edeceğini anlıyorsunuz.

Büyük sayının alabileceği en küçük değer kaçtır?

### Yazı

Hangi kelimenin yazıldığını bulunuz.



### İşlem

1'den 9'a kadar olan rakamları sadece birer kez kullanarak A, B, C, D, E, F sayılarını öyle oluşturunuz ki, aşağıdaki işlemin sonucu maksimum olsun.

$$\left(\frac{A}{B} + \frac{C-D}{E}\right) \times F$$

Not: Çarpma ve bölme işlemleri, toplama ve çıkarmaya göre önceliklidir.

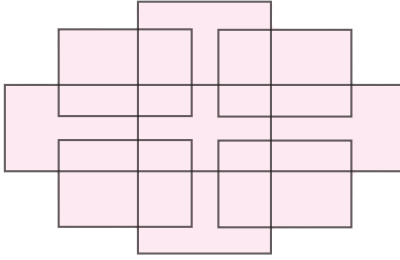
### Soru İşareti

Soru işaretinin yerine ne gelecek?

AR, Sİ, LI, BA, BE, MA, ?

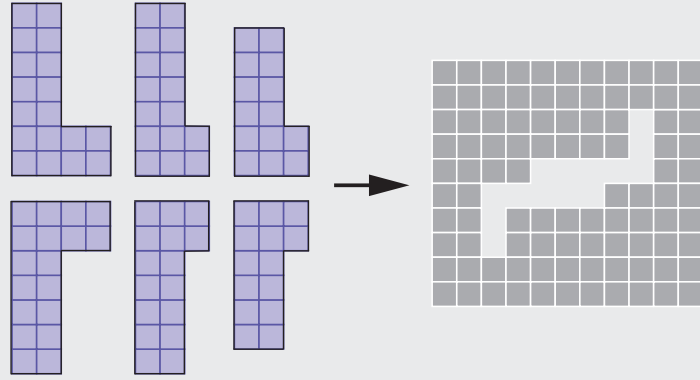
## Dörtgenler

Bu şekilde toplam kaç dörtgen var?



## Altı "L"

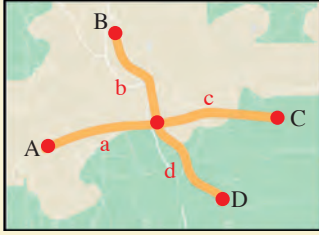
Altı "L" parçasını bir araya getirerek sağdaki şekli elde ediniz. Parçalar döndürülebilir ve ters çevrilebilir.



## Geçen Sayının Çözümleri

### Dört Köy

A ile B arası 5 kilometredir.



Her köyün kesişim noktasına uzaklığını küçük harflerle gösterirsek,

A ile B arası a+b kilometredir.

$$a+c=8$$

$$b+d=9$$

$$c+d=12$$

$$(a+c)+(b+d)-(c+d)=8+9-12$$

$$a+b=5 \text{ bulunur.}$$

### Gol Sayıları

A'nın gol sayısı 48, B'nin 24, C'nin 8, D'nin 2'dir.

A=2B, B=3C, C=4D verildiğine göre, futbolcuların gol sayıları D cinsinden hesaplanabilir: A=24D, B=12D, C=4D, D

Ayrıca futbolculardan ikisinin (en uzun ve en kısa) gol toplamının 26 olduğu verilmiştir.

Hangilerinin en uzun ve en kısa olduğu bilinmediğine göre olası tüm ikili toplam gol sayılarını incelemek gerekir:

36D, 28D, 25D, 16D, 13D, 5D

Bu toplamlar arasında sadece 13D, 26'ya eşit olabilir.

Buradan D=2 bulunur ve problem çözülür.

### Basamak Toplamları

90

İlk rakamı ve son rakamı aynı olan üç basamaklı sayılar.

### Yürüyen Merdiven

96 basamaklıdır.

B= Basamak sayısı

H= Yürüyen merdivenin hızı (basamak/saniye)

$$B= 24H+24$$

$$B= (48/3)H+48$$

Bu iki denklemden B=96 bulunur.

### Takım Bayrağı

150 farklı bayrak elde edilebilir.

Bayrak ters döndüğünde de aynı görünmesi

istendiği için sadece üstteki (ya da alttaki) iki

şeridi ve orta şeridi dikkate almak yeterlidir.

$$6 \times 5 \times 5 = 150$$

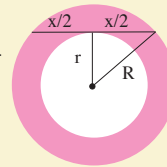
### O Harfi

C şikkinda hesaplanabilir.

Pisagor bağıntısından

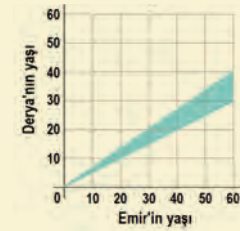
$$R^2 = (x/2)^2 + r^2$$

$$R^2 - r^2 = x^2/4$$



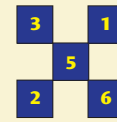
$$\begin{aligned} \text{Pembe alan} &= \pi R^2 - \pi r^2 \\ &= \pi (R^2 - r^2) \\ &= \pi x^2/4 \end{aligned}$$

### Yaş Grafikleri



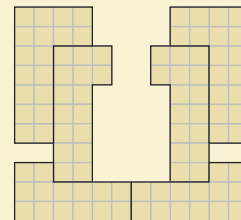
### SORU İŞARETİ

6 gelecek.



Üstteki karelerin oluşturduğu sayıyla alttaki karelerin oluşturduğu sayının farkı ortadaki kareye yazılıyor. 31-26=5

### Altı "L"





# Yayın Dünyası

İlay Çelik Sezer [ TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi

## Gökyüzünü Tanıyalım



M. Emin ÖZEL, A. Talât SAYGAÇ

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

Gece berrak bir gökyüzünde pırl pırl ışıldayan yıldızlar,gezegenler,meteor ışıkları,yapay uydular ve Ay... Yaşadığınız kentte, köyde, tatilde, yaylada, deniz kenarında ya da bir mavi yolculukta sizinle tanışmak için sraya giren gök cisimleri... Bu gökyüzü bahçesinin güzellikleriyle tanışmak için ne bekliyorsunuz? Size yol gösterecek, ilgi çekici fotoğraf ve resimlerle sizi gökyüzünün sakinleri ile tanıştıracak bir dostunuz var artık. Her mevsimde, gökyüzünde görülebilecek yıldızların isimleri, uzaklıkları, özellikleri ve çok daha fazlası anlaşılır bir dille kaleme alınan *Gökyüzünü Tanıyalım* kitabında sizi bekliyor. Gökyüzüne dair merak ettiğiniz soruların yanıtlarını en güncel bilgilerle bu kitaptan öğrenebilirsiniz. Gökyüzünün ilgi çekici güzellikleri ile tanışmak için acele edin.

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

## Yeni Başlayanlar İçin Periyodik Tablo

Gill Arbutnott

Çeviri: Ezgi Su Dağabak

TÜBİTAK Popüler Bilim Kitapları, 10 yaş +, 2018

*Yeni Başlayanlar İçin Periyodik Tablo* kitabında hangi metalin çığlık attığını, hangi elementin atom bombası yapımında kullanıldığını, hangi gaza maruz kalırsanız kahkaha atmaktan kendinizi alamayacağınızı keşfedin. 92 elementle ilgili akıl almaz bilgiler edinin. Elementin ne demek olduğunu ve elementlerin günlük hayatımızdaki rollerini öğrenin!



## Yer Altında

Anna Milbourne, Serena Riglietti

Çeviri: Şeyma Bayrak Salantur

TÜBİTAK Popüler Bilim Kitapları, 3 yaş +, 2020 (6. Basım)

Yer altında neler olduğunu hiç merak ettiniz mi? Bu resimli kitabın sizi çıkaracağı harika yolculuğa hazır mısınız? Hazırsanız gelin hep birlikte yer altını keşfe çıkalım.