

3B GÖRSELLER EŞLİĞİNDE APOLLO 13 GÖREVİ

# POPULAR SCIENCE

TÜRKİYE

## DÜNYA'YI KURTARACAK HARİKA MİKROPLAR

PLASTİK YİYEN, KARBON PARÇALAYAN, HATTA HAVADAN  
İNSAN GIDASINI ÜRETEBİLİR BAKTERİLER

FİYATI:  
8,90 TL  
Temmuz  
2020/07  
Sayı: 99



ISSN 2147-0960  
KKC  
FİYATI:  
12,50 TL

**Beyin İmplantları – Apollo 13 Macerası — Dünya'nın Yaşı — Savunma Sanayii**

Kulağa çılginca gelse de  
bu sayede kapasitemizi  
artırabilir miyiz?

Unutulmaz uzay görevini,  
Astronot Jim Lovell ile  
yaptığımız röportajda okuyun.

Gezegene hakkındaki en  
önemli bilgilerden birini  
nasıl öğrendik?

ASELSAN'ın teknoloji  
harikası yeni insansız  
araçları





BİLİM TUTKUNU ÇOCUKLAR,  
ZAMAN VE UZAYDA YOLCULUK YAPARAK  
NOBEL ÖDÜLLÜ BİLİMİNSANLARIYLA BULUŞUYOR.





# Editörün notu



Özellikle bazı sektörlerdeki iş hayatına dönüş zorunluluğu da yeni vaka sayısının artmasındaki nedenlerden biri. Sosyal mesafeye dikkat edilmesi ve maske kullanılması bu noktada çok önemli.



## DERGİLERDE BU AY



**Genetik tuhaflıklar bazı insanları süper kahramanlara dönüştürüyor.**



**Evrenin bir sonu var mı? Varsa bizi orada ne bekliyor?**

## Bir kötü, bir de iyi haber

Dergi baskıya girerken COVID-19 hakkında biri olumsuz diğeri olumlu iki haber geldi. Son 4 aydır mecbur kalmadıkça dışarı çıkmadık, hijyen kurallarına dikkat ettik ve maske kullanımına özen gösterdik. Bunların sonucunda ülkemizdeki yeni vaka sayısı epeydir düşme eğilimindeydi. Fakat görünen o ki COVID-19 önlemleri bir miktar gevşetildi ve bunun sonucunda da düşüş trendindeki yeni vaka sayısı tekrar artmaya başladı. Bu noktada henüz bir tedavi ya da aşı bulunmadığını hatırlayıp buna göre davranmamız çok önemli.

Olumlu haber ise, düşük maliyetli, steroid sınıfındaki bir ilacın ilk denemelerde hastalık üzerinde etkili olduğuydu. Bu olumlu haberi kesinleşmiş bir müjde olarak Ağustos sayımızdaki COVID-19 Özel bölümümüzde size ulaştırabilmek dileğiyle.

Popular Science Youtube kanalını (PopularScienceTR) takip etmiyorsanız çok şey kaçırıyorsunuz demektir. Hayır, bu yazı bir "Kanalıma abone olmayı unutmayın" yazısı değil. Neden değil açıklayayım. 30 Mayıs'ta gerçekleşen SpaceX'in tarihe geçen insanlı uçuşunu Türkiye'de canlı olarak yayımlayan iki kanaldan biriydik. Bu canlı yayını gerçekleştiren yazarımız NASA astrofizikçisi Dr. Umut Yıldız ve Damla Pekoğ, fırlatma hakkında bilgi verirken bir yandan da sorularınızı cevapladı. En güzeliyse roketin fırlatılışının ardından aynı video içinde, emekli astronot Mike Massimino ile Umut Yıldız'ın Zoom üzerinden gerçekleştirdiği röportajı bulabileceğiniz olmanız. Mike Massimino'yu Hubble Uzay Teleskobu'nu tamir eden astronot olarak tanıyanlarınız olabilir. Zira All About Space dergisinde Mike'in uzaydaki tamir maceralarını anlattığımız harika bir yazı yayınlamıştık. Bu röportaj için Discovery Channel'a teşekkür ederiz.

Sadece canlı yayınlar da değil, Popular Science Türkiye Youtube kanalı içinde; Özel-Genel Görelilik Kuramı, Kuantum Fiziği, Çift Yarıç Deneyi, İnsan Beyni, Atom Modeli ve daha pek çok başlık altında her biri son derece bilgilendirici videolar bulacaksınız. Son olarak, çok yakında Popular Science yazarları olarak Youtube kanalımızda bir canlı yayın gerçekleştireceğimizi de buradan duyurmuş olayım.

**ŞAHİN EKŞİOĞLU**

✉ [sahin@doganburda.com](mailto:sahin@doganburda.com)  
@SahinEksioglu

**BİZE YAZIN**

PopularScienceTR



[www.popsci.com.tr](http://www.popsci.com.tr)

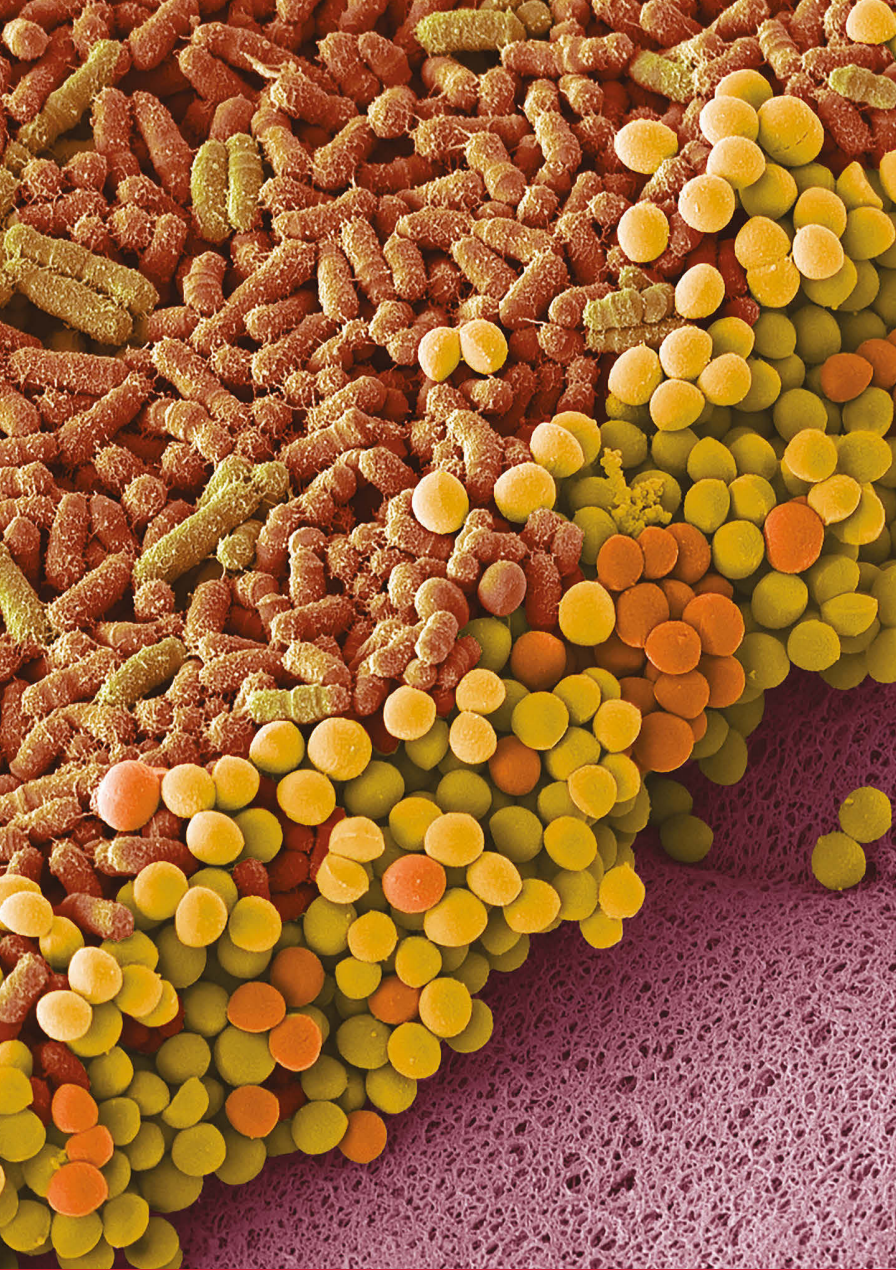
/PopularScienceTurkiye

@PopSciT

@PopularScienceTurkiye



# İçindekiler



# 45

## Bu bakteriler çok başka!

Bakteri denince hemen tedirgin oluyoruz ama bu bakteriler sadece bize değil tüm gezegene iyi gelecek özelliklere sahip.

### Beyin implantları

Beyin-bilgisayar arabirimleri gittikçe gelişerek bize yeni bir dünyanın kapılarını açıyor. Peki biz buna hazır mıyız?

SAYFA 54

### Bir Asteroit nasıl parçalanır?

Gezegemize çarpma ihtimali yüksek olan bir asteroit henüz uzaydayken durdurmak için ne yapabiliriz?

SAYFA 60

### 3B Apollo 13

NASA'nın Apollo 13 görevini 3B fotoğraflar ve QR kodlar üzerinden videolar eşliğinde okumaya ne dersiniz?

SAYFA 68

### Apollo 13 macerası

Bu harika röportajda Apollo 13 astronotlarından Jim Lovell'in ağzından görevi tüm detaylarıyla dinliyoruz.

SAYFA 76

### Dünya'nın yaşı

Yazı dizimizin bu son bölümünde, gezegemizin yaşını nasıl hesaplayabildiğimizi ve bunun altındaki bilimi okuyacaksınız.

SAYFA 86

- 03 Editörün Notu
- 06 Megapikseller
- 08 Kısaca
- 33 Matematik Yapmak
- 36 Işın Doğrusu
- 38 Yıldız Günlükleri
- 92 Sahadan Öyküler
- 94 Kafa Ayarı
- 95 Soru&Cevap

### Şimdi

- 12 Meerkat Teleskobu
- 14 Mars'taki nehir yatağı
- 15 Ryugu'ya ateş etmek
- 18 Süpernova görüntüleme
- 19 Yenilenebilir enerji ve ekonomi
- 20 Dinozor dişleri
- 21 ASELSAN'ın yeni teknolojileri
- 22 Haberler

### Gelecek

- 24 Hidrojen atmosferli bir Dünya
- 26 SKA Teleskobu
- 28 Yapay yaprak
- 30 Kök hücrelerin inanılmaz davranışı

### İnfografik

- 31 Dünya'nın kenarındaki laboratuvar
- 32 Bronzu seçmek

### COVID-19 Özel

- 40 COVID-19 ve hava kirliliği
- 42 Neden bazıları COVID-19'u hafif geçiriyor
- 43 COVID-19'a karşı yeni bir antikor



İstikrarlı Kazancın Yolu;

# BORSA İSTANBUL

Borsa İstanbul'da yatırımlarınız istikrarlı bir şekilde güvenle büyür,  
uzun vadede kazanan daima siz olursunuz.



BORSA  
İSTANBUL

[t](#) [f](#) [in](#) [yt](#) /borsaistanbul

Takas İstanbul uygulamasını  
App Store ve Google Play Store üzerinden  
ücretsiz olarak indirebilirsiniz.

App Store

Google play

[www.borsaistanbul.com](http://www.borsaistanbul.com)



# Megapikseller

HAZIRLAYAN TAN BODUR

FOTOĞRAF NASA/ JOEL KOWSKY

## CREW DRAGON

SpaceX firmasının Crew Dragon kapsülü, 30 Mayıs 2020 tarihinde NASA astronotları Robert Behnken ve Douglas Hurley'i Uluslararası Uzay İstasyonu'na taşıdı.



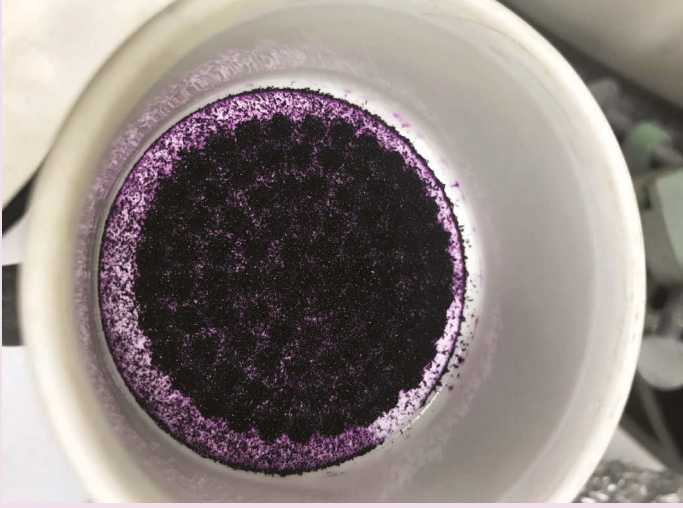




# ARAŞTIRMA VE GELİŞTİRMENİN MERKEZİ







HESHALI WELGAMA

## SU KAYNAKLARININ KORUMAK

Inorganic Chemistry'de yayımlanan bir makalede, Buffalo Üniversitesi araştırmacıları içme suyu kaynaklarını kirleten tehlikeli atıkları yakalayan bir sudan ayırıcı bir moleküler yapı geliştirdiklerini açıkladı. Demir bazlı organik yapı taşlarının birbirlerine kenetlenmesiyle oluşturulan

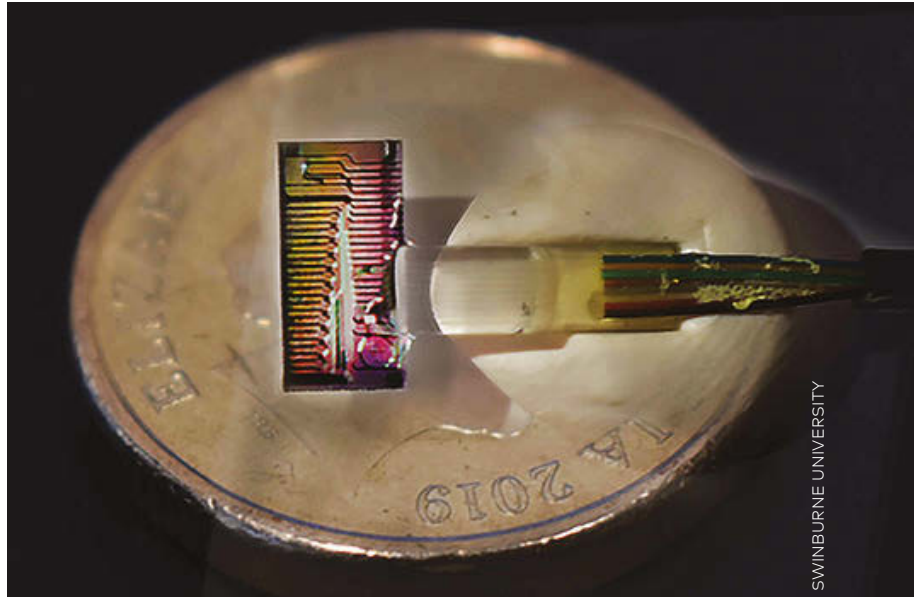
bu tuzaksı yapı, belli atık maddelere yapışarak sudan uzaklaştırıyor. Araştırmacılar bu mini tuzaklar üzerinde yapılacak yeni geliştirmelerle daha farklı türlerdeki atık maddeleri de yakalamayı ve böylece gelecekte içme suyu kaynaklarını çok daha etkili bir şekilde arıtmayı planlıyor.

## COVID-19 AŞISINDA ÖNEMLİ ADIM

Lancet dergisinde yayımlanan bir araştırmada, COVID-19 aşısının geliştirilmesine yönelik önemli adımlar atıldığı duyuruldu. Feng-Chai Zhu liderliğindeki ekip tarafından geliştirilen aşının insan üzerinde denemelere geçilen bu aşamasında, 18-60 yaş arası 108 hasta üç gruba ayrıldı ve ilk gruba düşük, ikinci gruba orta, üçüncü gruba yüksek seviye dozda aşı uygulandı. Tüm gruplarda iki hafta içerisinde antikor üretiminin ciddi miktarda arttığı, bir ay içerisinde ise zirve noktaya ulaştığı görüldü. Bunun yanı sıra aşından sonraki bir aylık süreçte hiçbir katılımcıda ciddi bir yan etki görülmediği de belirtildi. Dolayısıyla sonuçlar hayli umut verici olarak değerlendiriliyor.

## İNTERNET HIZINDA YENİ REKOR

Avustralyalı araştırmacılar, tek bir optik çip yardımıyla, 1000 adet yüksek çözünürlükte filmi yalnızca bir saniyede indirmeyi başararak en yüksek internet hızı rekorunu ele geçirdi. Nature Communications dergisinde yayımlanan makalede, 44.2 Terabit veri aktarım hızına ulaştıklarını açıklayan bilim insanları, kullandıkları çipin 80 kızıl ötesi lazere eş değer güçte olduğunu belirtti. Bu yeni teknolojinin kapasitesi, en çok internet kullanılan anlarda bile dünya çapında milyarlarca insanın yüksek hızda internete erişmesini sağlayacak düzeyde.



SWINBURNE UNIVERSITY

GİTTİĞİNİZ  
HER YERDE  
KENDİNİZİ  
İFADE EDİN

M2

SMART LED Taşınabilir STUDIO Projeksiyon Cihazı



Kompakt taşınabilir tasarım



Ev sineması için %125 Rec709  
renk kapsama oranı



Harman/Kardon Hoparlör  
Ayarlanabilir stand tasarımı

[www.viewsonic.com.tr](http://www.viewsonic.com.tr)

   /ViewSonicTR

ViewSonic®

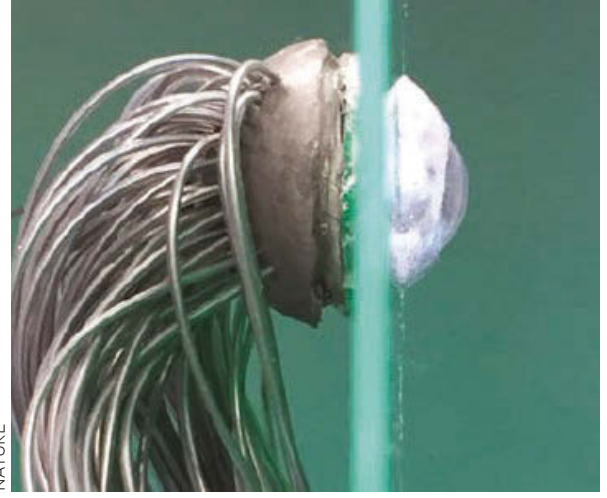




## GÖRME ENGELLİLER İÇİN BİYONİK GÖZ

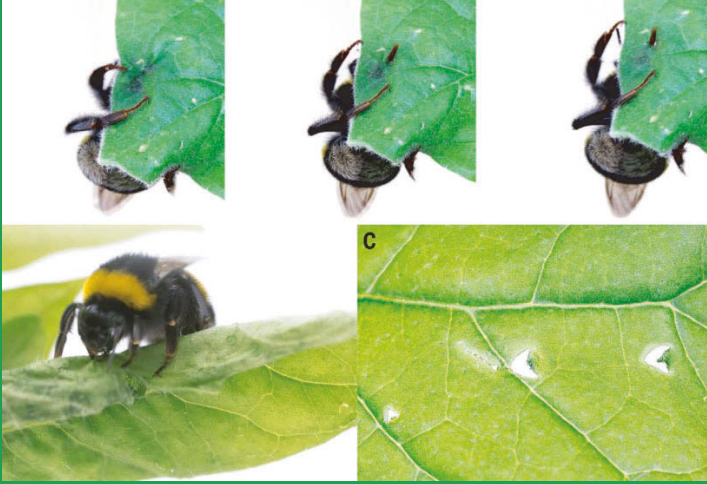
ABD ve Hong Kong'dan bilim insanları, ortak yürüttükleri bir çalışmaya dair Nature dergisinde yayımladıkları makalede, geliştirdikleri biyonik gözün ilk testleri başarıyla tamamladığını duyurdu. Bu yeni sentetik göz, şimdilik yalnızca alfabedeki harflere ait düşük çözünürlüklü görseller üretebiliyor; daha karmaşık şekil ve

görüntüleri işleyebilmesi için ise sensörlerinin geliştirilmesine ihtiyaç duyuluyor. Sentetik gözün, yakın bir gelecekte normal insan gözünden daha iyi algılayabilecek duruma gelmesi ve görme engelli insanlara da tekrardan görme yeteneği kazandırması, araştırmacılara göre hiç de zor değil.



NATURE

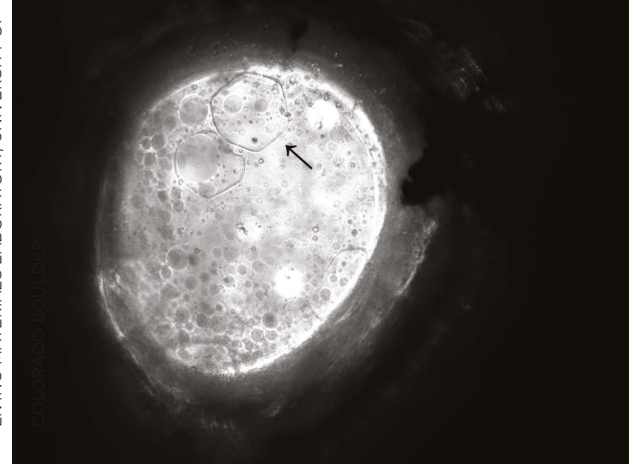
## ARILAR VE POLEN MANİPÜLASYONU



Bitkilerin çiçeklenmesindeki en önemli aktörlerden olan arıların, bu süreç üzerinde sanıldığından da büyük bir etkiye sahip olduğu ortaya çıkarıldı. Science dergisinde yayımlanan yeni bulgulara göre arılar, polen üretmeye başlamamış bitkilerin yapraklarına minik delikler açarak polen üretme döngülerini bir ay kadar öne çekebiliyor. Arıların bu yöntemi geliştir-

mesinde, ilkbahar döneminde bazen yuvadan çok erken ayrılmaları yatıyor. Bitkiler henüz polen üretmeye başlamadan yuvadan ayrılmış olan bu arılar aç kalıyor ve buna çözüm olarak da bitki yapraklarını delerek daha hızlı çiçeklenmelerini sağlıyorlar. Bu deliklerin çiçeklenmeyi neden hızlandırdığı konusu ise şimdilik anlaşılammış durumda.

LIVING MATERIALS LABORATORY, UNIVERSITY OF



## BETON TEKNOLOJİSİNDE ÖNEMLİ GELİŞME

Cell Reports Physical Science dergisinde yayımlanan bir makalede, araştırmacılar doğal antifriz proteinleri kullanılarak üretilen yeni bir sentetik molekülün, donma-çözünme hasarını en aza indirdiğini ve betonun mukavemetini ve dayanıklılığını artırdığını duyurdu. Araştırma kapsamında, Arktik ve Antarktik organizmalarda bulunan antifriz bileşiklerini taklit eden bir biyomimetik molekülün betona eklenmesinin, buz kristallerinin büyüyerek meydana getirdiği hasarı büyük ölçüde önlediğini buldular. Bu yeni yöntem, don hasarını azaltmada kullanılan ve beton içerisine küçük hava baloncukları eklenerek uygulanan yöntem göre daha avantajlı görünüyor.

## EVRENDEKİ KAYIP MADDE KEŞFEDİLDİ

Astronomlar, gizemli doğalarıyla tanınan hızlı radyo patlamalarını kullanarak evrendeki "kayıp madde"nin gizemini çözdüklerini açıkladı. Matematiksel modellere göre evrende belli bir miktarda madde olması öngörülürken, bu

madde miktarının ancak yarısı gözlemlenebiliyordu. Nature'da yayımlanan makalede, araştırmacılar kayıp olan kısmı da bulduklarını belirtti. Uzaydan gelen ve sadece birkaç milisaniye süren hızlı radyo patlamaları incelenerek yapılan

keşifte, bu patlamaların kaynağı olan galaksilerin mesafelerine dair son derece kesin hesaplamalar yapıldı ve kayıp madde tarafından kırılıma uğradıkları gösterilerek bu maddelerin buldukları konumlar da anlaşılmış oldu.



## DERİ ÜZERİNDEN RUH HALİ ANALİZİ

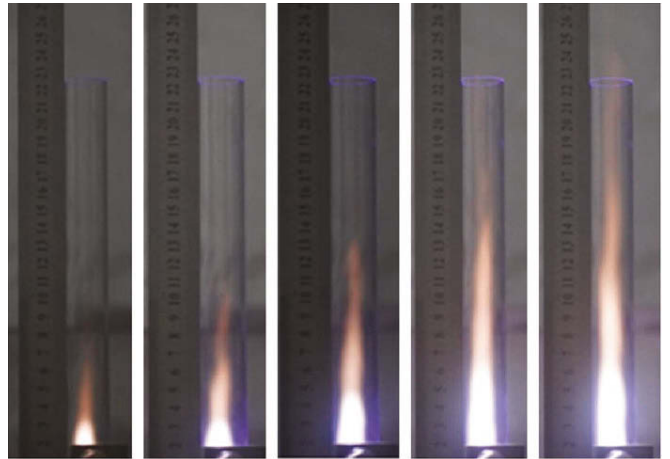
İsveç ve İngiltere'den araştırmacılar, deri üzerine yerleştirilen ve cilt iletkenliğini kullanarak stres seviyesini ölçüp duygu analizi yapan bir sistem geliştirdi. Cilt iletkenliği, yalan dedektörü teknolojisinin de temelinde yatan ve kullanıcının ne kadar terlediğinden yola çıkarak duygusal ve fiziksel reaksi-

yonlarını ölçen bir kavram. Böylece bu reaksiyonlar, analiz edilmek üzere bir araya getirilebiliyor. Transactins in Computer-Human Interaction dergisinde yayımlanan makalede, biodata alanındaki gelişmelere yeni bir yön kazandırabilecek cihazın, geliştirilmeye devam edildiği belirtiliyor.

## FOSİL YAKITSIZ JET MOTORU

Wuhan Üniversitesi'nden bilim insanları, yeni bir jet motoru prototipi geliştirdiklerini ve bu motorun fosil yakıtlara ihtiyaç duymadan, yalnızca hava ve elektrikle çalışabildiğini duyurdu. AIP Advance dergisinde yayımlanan makalede tanıtılan sıfır karbon salınımına sahip

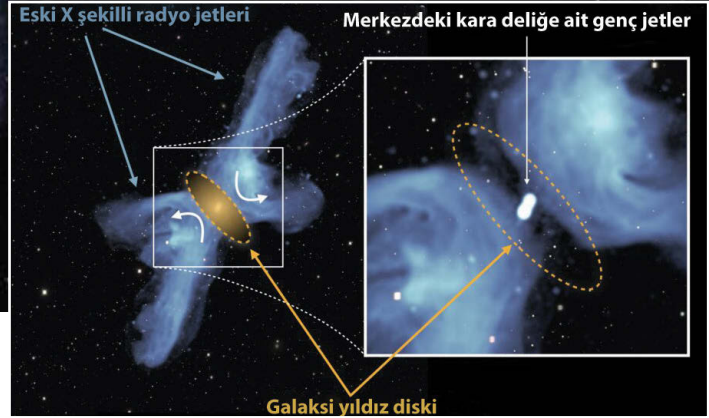
bu prototip, içten yanmalı motor teknolojisinin küresel ısınmaya olan etkilerini ortadan kaldırabilir. Geliştirilen jet motoru, havayı sıkıştırarak mikrodalga hava plazmalarıyla iyonize ediyor ve geleneksel jet motorlarınıninkine eş değer bir itiş gücüne sahip bir plazma üreterek çalışıyor.





Dünya'dan 800 milyon ışık yılı uzaktaki PKS 2014-55 galaksisi, daha önce çekilen bulanık görüntüleri nedeniyle "X şekilli" olarak sınıflandırılıyordu. MeerKAT tarafından çekilen detaylı görüntülerde ise bu şeklin "çift bumerang" olduğu görülüyor.

X-şekilli galaksi PKS 2014-55'e ait aşağıdaki grafikte, eski X şekilli radyo jetleri, merkezdeki kara deliğe yakın olan daha genç jetler, ve merkez galaksinin yıldız ve gazların etkisindeki bölge gösteriliyor. Küçük beyaz oklar, X'in yatay bileşenini oluşturan geriye doğru akışın yönünü ifade ediyor.



KOZMOS

## MEERKAT TELESKOBU, X-GALAKSİLERİN SIRRINI ORTAYA ÇIKARDI.

GÜNEY AFRIKA RADYO ASTRONOMİ GÖZLEM EVİ

**SAMANYOLU'NDAN DAHA AKTİF BİRÇOK GALAKSİDE, EVRENE DOĞRU YAYILAN ÇİFT UÇLU RADYO JET DALGALARI BULUNUYOR.** Genellikle bunlar galaksinin merkezindeki büyük kara delikten geliyor ve birbirine zıt yönde yayılıyorlar. Fakat nadiren, daha karmaşık yapıda ve gökyüzünde "X" şeklinde bir formasyon oluşturan 4 jetli radyo dalgalarına da rastlanabiliyor. Bu oluşumu açıklayabilmek için bilim insanları; galaksinin merkezindeki kara deliğin ve jetlerin milyonlarca yıl boyunca aynı yönde dönmeleri; her birinde bir çift jet olan iki kara deliğin varlığı; galaksiye doğru çekilen cisimlerin farklı yönlerde doğru dağılırarak X şeklinin diğer iki kolunu oluşturmaları gibi farklı açıklamalar öne sürüyorlar.

Bu tür galaksilerden biri olan ve Gü-

ney Afrika'nın MeerKAT teleskobu tarafından yakalanan PKS 2014-55, "köşelerden dönen", evsahibi galaksiye doğru geri çekildiğini andıran yapısı nedeniyle yukarıda bahsettiğimiz son açıklamayı haklı çıkarır nitelikte.

4 kuruluşun katıldığı çalışma, Güney Afrika Radyo Astronomi Gözlemevi (SARAO) ve Pretoria Üniversitesi ile ABD Ulusal Radyo Astronomi Gözlemevi (NRAO) ve Rhodes Üniversitesi tarafından gerçekleştirildi. Bu sıradışı galaksilere ait önceki araştırmalarda yeterli kalitede görüntü elde edilememişti. Ancak yapımı kısa süre önce tamamlanan ve hizmete giren MeerKAT teleskobu, Güney Afrika'nın Kuzey Cape bölgesindeki Karoo çölünde bulunan toplam 64 radyo çanağına sahip. 9000 metrekare alana yayılan bu antenlerden

toplanan veriler bilgisayarlar tarafından derlenerek teleskoba ulaştırıldı ve galaksinin radyo bandında görüntüleri oluşturuldu

MeerKAT teleskobunu inşa eden SKA Güney Afrika Projesinin eski başkanı Bernie Fanaroff, teleskobun kendi alanında dünyanın en iyisi olmak üzere tasarlandığını belirtiyor: "Teleskobun benzersiz özellikleri sayesinde, galaksilerin evrimlerine dair uzun zamandır akılları kurcalayan soruların çözümüne katkı sağladığını görmek harika".

NRAO'dan William Cotton ise "MeerKAT, eski gizemleri çözerken yenilerini bulabilecek güce sahip yeni nesil enstrümanlardan biri. Bu galaksi, şimdiye dek bu denli detaylı olarak görülmemiş ve tamamen anlaşılmamış özellikleri görmemizi sağladı" diyor.

# HER YERDE Wi-Fi 6

Daha Hızlı. Daha Akıllı. Durdurulamaz



Lider firma TP-Link, tüketicilere 'en iyi WiFi deneyimini' sunmak için Wi-Fi 6 teknolojisiyle donatılmış olan yeni Deco modellerini geliştirdi. Mesh ile Wi-Fi 6 teknolojisini birleştiren yeni Deco'lar, çok geniş ve/veya katlı evlerde güçlü ve kesintisiz bir bağlantıyı garanti ediyor.



## Deco X60

- › AX3000 Wi-Fi 6 Sistem
- › 2 Gigabit Port
- › Dual Band Wi-Fi
- › Wi-Fi Cihazları İçin Akıllı Hub
- › TP-Link HomeCare
- › TP-Link Mesh Teknolojisi
- › Ethernet Backhaul Desteği
- › Router / AP Modu
- › IPv6
- › Alexa Desteği



## Deco X20

- › AX1800 Wi-Fi 6 Sistem
- › 2 Gigabit Port/Pcs
- › Dual Band Wi-Fi
- › Wi-Fi Cihazları İçin Akıllı Hub
- › TP-Link HomeCare
- › TP-Link Mesh Teknolojisi
- › Ethernet Backhaul Desteği
- › Router / AP Modu
- › IPv6
- › Alexa Desteği



## Deco X90

- › AX6600 Wi-Fi 6 Sistem
- › 1 Adet 2.5 Gbps Port +  
1 Adet Gigabit Port
- › Tri-Band Wi-Fi
- › Akıllı Antenler
- › AI-Driven Mesh Wi-Fi
- › Wi-Fi Cihazlar İçin Akıllı Hub
- › TP-Link HomeCare
- › TP-Link Mesh Teknolojisi
- › Ethernet Backhaul Desteği
- › Router / AP Modu
- › IPv6
- › Alexa Desteği



BEKLE BİZİ MARS!

# MARS'TAKİ NEHİR YATAĞININ DETAYLI GÖRÜNTÜSÜ

KATIE PAVID

ŞİMDİ

Ş

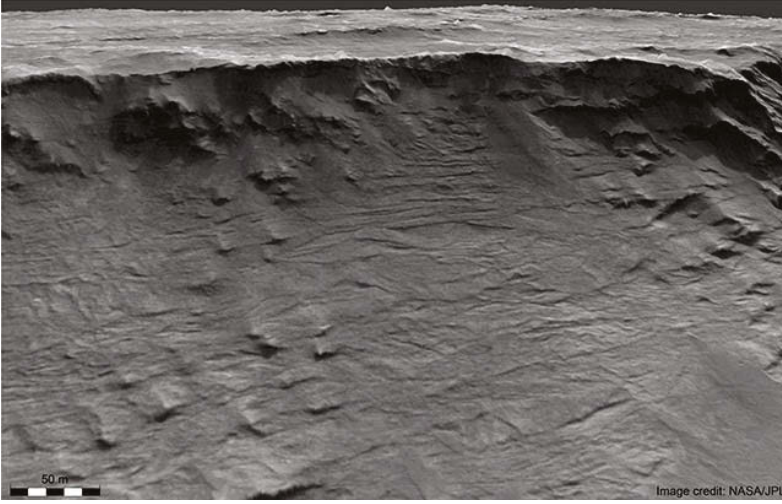
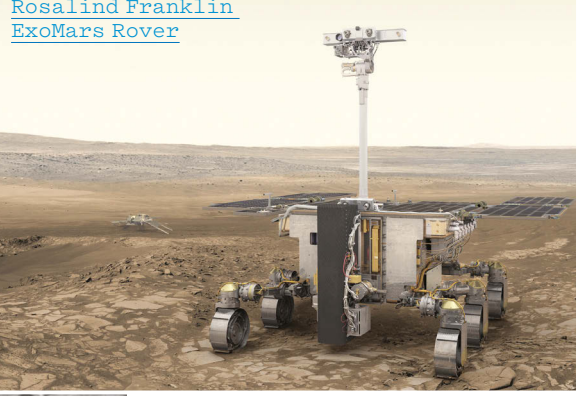


Image credit: NASA/JPL-Caltech/UoA/Matt Balme



Rosalind Franklin  
ExoMars Rover

Mars'taki dev yamacın detaylı görüntüleri.

**ARAŞTIRMACILAR ONLARCA YIL BOYUNCA MARS ÜZERİNDE SU İZLERİ ARADILAR.** Teknoloji geliştikçe daha belirgin kanıtlara ulaşıldı. Kızıl gezegende bir zamanlar nehirler, göller, hatta okyanuslar vardı.

Günümüzde Mars yüzeyi toz ve buzla kaplı; yüzeyde su bulunma ihtimali neredeyse hiç yok. Ancak milyarlarca yıl önce Mars daha sıcaktı; dolayısıyla o dönemde yaşamı destekleyecek miktarda su olması da muhtemel. Hatta uzmanlar, yıllardır Dünya dışında yaşam izlerini bulabileceğimiz en uygun gezegenlerden birinin Mars olduğunu düşünüyorlar.

Yüksek çözünürlüklü görüntüleme uydusu, Mars'ın kayalık yamaçlarından birinde 3.7 milyar yıl önce bir nehir akmış olduğuna dair kanıtları fotoğrafladı. Bu süre, Dünyada yaşamın başladığı döneme denk geliyor. Görüntüler, bilim insanlarına Mars'ta bu tip kayaları ilk defa yakından inceleme fırsatı vermiş oldu.

Hollanda'nın Utrecht Üniversitesi jeologları Dr. Francesco Salese ve William McMahon, Birleşik Krallık'taki Open University (dünyanın en büyük yaygın eğitim kurumu) öğretim görevlisi Dr. Matt Balme ve Doğal Tarih Müzesinden Dr. Joel Davis'ten oluşan

uluslararası araştırma ekibi, araştırmanın bulgularını Nature Communications dergisinde yayımladı.

Joel, "Daha önce bu kadar detaylı bir iz görüntülememiştik; kesinlikle çok eski olduğunu söyleyebiliriz. Bunlar, Mars'ta bir zamanlar yaşam olup olmadığına dair arayışta bulmacanın önemli bir parçasını daha oluşturuyor ve bu tarih öncesi manzaranın ne kadarlık bölümünün suyla kaplı olduğuna dair önemli ipuçları veriyor" dedi.

Görüntüler, NASA'nın Mars Keşif Uydusu (MRO) üzerindeki Yüksek Çözünürlüklü Görüntüleme Bilimsel Deneyi (HiRISE) kamerası tarafından elde edildi. Gezegenin güney yarımküresinde bulunan ve Güneş Sistemindeki en büyük çarpışma kraterlerinden biri olan devasa Hellas kraterinin içini gösteren bu fotoğraflarda, yamacın duvarlarında toplam 200 metre kalınlığında kaya katmanları belirgin bir şekilde görülüyor. Joel ve arkadaşları için bu görüntüler, yapının akarsu tarafından oluşturulmuş bir tortul kaya olduğunun neredeyse kesin kanıtları. Nehir yatakları sürekli değişerek kum duvarları oluşturmuş olabilir.

Görüntüler ayrıca bu kayaları oluşturan nehir hareketlerinin uzun

süre boyunca devam etmiş olduğunu gösteriyor. Joel, "Bu kayalar tek seferde oluşmadı, büyük ihtimalle onlarca, hatta binlerce yıl süren bir su akışı ile meydana geldiler" diyor.

Ekip, bahsi geçen tortul yapıların Mars'ta bir zamanlar hüküm sürmüş yaşama dair kanıtlar toplamak açısından ideal olduğunu düşünüyor.

Makalenin yazarlarından William McMahon, "Dünyada jeologlar, tortul kayaları gezegenimizde koşulların milyonlarca, hatta milyarlarca yıl önce nasıl olduğunu öğrenmek için inceliyorlar... Şimdi ise bu yöntemi başka bir gezegende, hatta bizimkinden çok daha eski tortul kayalara sahip olan Mars'ta kullanabileceğimiz teknolojiye sahibiz" diyor.

## EXOMARS

Avrupa Uzay Ajansı (ESA), 2022 yılında Rosalind Franklin ExoMars Rover aracını fırlatmayı planlıyor. Bu araç Mars'ta yaşam izleri aramak ve gezegende suyun akıbetine dair veriler elde etmek için benzer bölgeleri araştırarak. Joel ve arkadaşları ise ESA ekibine aracın bulgularının ne anlama geldiğini anlatacak. Bu yeni görüntüler, ExoMars'ın görevinde başarılı olacağına dair güçlü sinyaller veriyor.

# RYUGU'YA ATEŞ ETMEK

PAUL K. BYRNE, THE CONVERSATION

**21 ŞUBAT 2019 TARİHİNDE JAPONYA HAVACILIK VE UZAY DAİRESİ (JAXA) TARAFINDAN KUMANDA EDİLEN** Hayabusa 2 uzay aracı, Dünya'nın 350 milyon kilometre uzağındaki 1 kilometre çaplı Ryugu asteroidinin yüzeyine 5 gramlık bir metal mermi ateşlemişti. Bu mermi, gök cisminin yüzeyini parçalamış, uzay aracı ise saçılan maddelerden bazılarını toplamayı başarmıştı. Ekim 2019'da Ryugu'dan ayrılan Hayabusa 2'nin, 2020 sonlarında Dünya'ya yakın geçmesi ve topladığı numuneleri bir kapsül içinde göndermesi bekleniyor.

Science dergisinde kısa süre önce yayınlanan bir makalede, Hayabusa 2 ekibi; gözlemlerini, numune toplama sürecini ve yüzey ölçümlerinin asteroidin evrimi hakkında sağladığı bilgileri paylaştı. Bu gözlemler, ana asteroid kuşağından kopup gelen, Güneşe yakın geçen ve sonunda gezegemize yakın bir yörüngeye oturan kozmik bir gezginin hikayesini anlatıyor. Ryugu'nun mevcut şeklinin nasıl ve neden böyle olduğunu anlamak, Güneş Sistemi'ndeki özel cisimlerin oluşumlarına ait daha kesin bir model çıkarmaya yardımcı olabilir. Bu cisimlerden biri de, "C-tipi" yani karbon açısından zengin bir asteroid olan Ryugu.

## RENKLİ BİR GEÇMİŞİ VAR.

Yeni çalışma, Ryugwu'nun bazı bölümlerinin "daha mavi", bazılarının "daha kırmızı" olduğunu belirtiyor.

Bu terimler, asteroid yüzeyinin görülebilen spektrumdaki ufak renk



JAXA



◀ Ryugu asteroidi, 20 kilometre uzaktan çekilen bu fotoğrafta gri bir kaya parçası olarak görülüyor.

ruz kalarak kızıllaşan materyallerin, daha yüksek ekvator ve kutup bölgelerinden asteroidin zayıf yerçekimi ile daha alçak orta enlemlere doğru yavaşça kaydıkları düşünülüyor. Bu sürüklenme ile birlikte, ekvator da ve kutuplarda bulunan daha genç, mavi renkli materyaller de yüzeye çıkıyor.

Hayabusa 2 ekibi ayrıca, asteroidin bir noktada Güneşe, şu anda olduğundan çok daha yakın bir konumda bulunmuş olduğunu düşünüyor. Bu da yüzeydeki kırmızı rengin miktarını açıklıyor. Kraterlerin yaşlarını iki farklı model ile hesaplayan ekip, Güneş ısı nedeniyle oluşan kırmızılaşmanın 8 milyon yıl kadar eski, ya da 300 bin yıl kadar yeni olabileceğini düşünüyor. Bu aralık, kozmik takvimde göz açıp kapayıncaya kadar geçen ufak bir süre.

Hayabusa 2'nin elde ettiği görüntüler esas alınarak elde edilen krater istatistikleri, asteroid yüzeyinin en fazla 17 milyon yaşında olabileceğini gösteriyor. Bu da Ryugu'nun asteroid kuşağındaki "anne-babasının" birkaç yüz milyon ila bir milyar yıl arası bir zaman önce parçalanmış olduğunu düşündürüyor.

Ufak bir metal parçasının bir asteroid yüzeyine çarpması ile elde edilenlerin onun yaşamı, oluşumu, yolculuğu ve rotasıyla ilgili detaylı bilgi sağladı. Bir asteroidi ziyaret etmekle ne çok bilgi sahibi olduğumuzu görmek inanılmaz. Yıl sonunda Hayabusa 2'nin göndereceği kapsül, Ryugu hakkında çok daha fazla şey öğrenmemizi sağlayacak.

farklılıklarını ifade ediyor. Hayabusa 2 ekibi, asteroidin ekvator ve kutup bölgelerinin daha mavi, orta enlemlerinin ise daha kırmızı olduğunu ifade ediyor. İlginç bir şekilde, bu renk farkı yaşa bağlı, yani materyallerin uzaya ne kadar uzun süre maruz kaldıkları ilgili de olabilir. Bunun nedeni, dış yüzeylerin uzaydaki (mikro meteoritler, Güneşten gelen veya diğer serbest kozmik parçacıklar tarafından bombardıman edilmeleri ve Güneş tarafından ısıtılmaları gibi) koşullar nedeniyle kararmaları ve daha kırmızı bir renk almaları.

Hayabusa 2, ilk mermisini 1 metre uzaklıktan ateşledikten hemen sonra kendi iticilerini kullanarak asteroidten uzaklaşmıştı. Bu sırada kırmızımsı koyu renk çakıllar ve daha küçük zerreciklerden oluşan bir bulut kısa bir süre havalandırıp yere çöktü. Ekip, yüzeyde bulunan bu parçacıkların numune toplanacak alana yayıldığını ve bölgenin rengini maviden kırmızıya çevirdiğini anlatıyor.

Bu gözlem, ekibin Ryugu'nun enlemsel "şeritleri" hakkında bilgi edinmesini sağladı. Uzay şartlarına ve Güneşe ma-

◀ Dünyaya yakın asteroidler (NEA) sınıfındaki Ryugu asteroidinin yüzeyi, Hayabusa 2 tarafından böyle görüntülenmişti.

şimdi

S



# AY ÜSSÜ İÇİN SU ARAYIŞI

**D**ünya'daki su, büyük ölçüde ortak kullanılan ve yenilenebilir bir kaynak. Su kaynakları azaldığında, yağmurla eninde sonunda yenileniyor. Oysa, Ay'da su, altın veya petrol kadar değerli ve nadir bulunan bir kaynak. Çağlar boyunca yavaş yavaş birikmiş ve orada öylece duruyor.

Gelecekte gerçekleştirilecek olarak görevlerle buz madenleri kurmadan önce, kaynakların nerede olduğunu tespit etmek gerekiyor. NASA bu amaçla, Ay'a bir yüzey araştırma aracı göndermeyi planlıyor. Her şey yolunda giderse, Volatiles Investigating Polar Exploration Rover (VIPER) adı verilen, bir golf arabası boyutunda bir yüzey araştırma aracı, 2022 yılının Aralık ayında Ay'ın güney kutbuna inecek ve Ay yüzeyini kazarak buzun izlerini arayacak. Üreteceği harita, bilim insanlarına suyun Ay'a nereden geldiği hakkında bilgi verecek ve ileride Ay'ı ziyaret edecek olan astronotlar için suyun adresi olacak.

VIPER projesi bilim insanı Anthony Colaprete, "Şu anda bilim ve keşif dünyasının bir araya geldiği bir dönemi yaşıyoruz" diyor. Ay'da yeteri kadar su bulmak, artık bir Ay üssü kurma imkanımızın olduğu anlamına geliyor. Suyu sadece temizlik ve içme suyu ihtiyacımız için düşünmüyoruz. Elektrik akımı yardımı ile su moleküllerini roket yakıtı için hidrojen, hava için oksijene ayırabiliriz. Ay'dan ne kadar su elde edebileceğimiz ise hala bir soru işareti. Colaprete, "Şu anda tespit etmeye çalıştığımız, Ay'daki suyun, Dünya'da petrol veya doğal gaz gibi rezervler boyutunda olup olmadığı" diyor.

Ay'ın kutuplarındaki su yataklarının 100 milyon ile 1 milyar ton arasında olduğu tahmin ediliyor. Bu miktar Antarktika'da kurduğumuz araştırma istasyonları boyutunda bir istasyonu destekleyecek kapasiteye sahip. Ancak uzayda bir şehir kurmak istiyorsak, başka kaynaklara bakmamız gerekiyor. Örneğin, İstanbul boyutunda bir şehri alıp Ay'a getirirsek, böyle bir yerleşim, uydunun bilinen su kaynaklarını yıl sonuna kadar tüketip bitirirdi.

## Nerede bu Ay suyu?

Araştırmacılar, Ay yüzeyindeki toz parçacıklarına bir miktar su molekülünün yapışmış olabileceğini düşünüyor ancak bunun büyük miktarlarda olmayacağı kesin. Daha ilginç olan veriler ise NASA'nın 2009'da bilerek Ay'ın güney kutbuna düşürdüğü Lunar Crater Observation and Sensing Satellite (LCROSS) uydusundan geldi. Cihaz, Ay tozunun içinde su buzunun izlerine rastladı. LCROSS'un ana araştırma cihazı Colaprete'ten alınan bilgilere göre Ay tozunun içindeki buz parçaları, kahve parçacıklarının arasındaki toz şekerlere benziyor. Bu suyu astronotların kullanımına sunmak mümkün olmayabilir. Buz, uzay boşluğunda hemen buharlaşıyor. Suyu toplamak için Ay

**NASA, Ay'daki buz yataklarını haritalamak için VIPER yüzey araştırma aracını gönderiyor!**

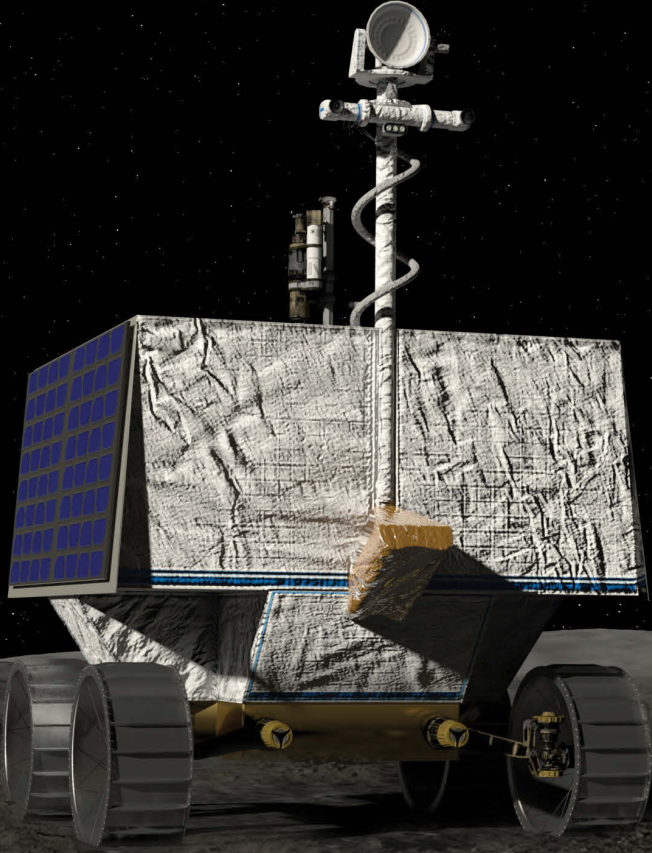
**WILO, GELECEĞİ 150 YILLIK BİRİKİMİYLE ELE ALIRKEN ÇEVRE DOSTU YÜKSEK VERİMLİLİĞE SAHİP POMPALARIYLA SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK KONUSUNDA İLHAM VERİYOR.**

toprağını karıştırmak ve ortaya çıkan buharı bir şekilde yakalamak gerekecek.

Radar verilerinden alınan bilgilere göre yeraltında da büyük buz-toz karışımı bloklar şeklinde üçüncü tür bir su kaynağı olabilir. Ay'daki bu donmuş toprak parçalarının yüzde 15'i sudan meydana geliyor olabilir ancak dondurucu soğuklar nedeniyle betondan daha sert olmalılar. Bu yüzden onları kazıp çıkartmak oldukça zor olacaktır.

## Ay'ın su buzunu haritasını çıkarmak

VIPER, yukarıda saydığımız buz yataklarının üç boyutlu haritasını çıkartmak için güney kutbuna gidiyor. Burada Güneş ışınlarının açısı, büyük bir bölgenin sürekli gölgede kalmasını sağlıyor. Milyarlarca yıllık kraterlerin kenarlarında dolaşacak olan yüzey araştırma aracı, suyun daha önce birikmiş olabileceği noktaları taramak için üç farklı tipte spektrometre kullanacak. İkisi sürekli olarak suyun yan ürünlerini tararken üçüncüsü yeraltına



**Tekerlekler önemli:** Robotik mühendisi Jason Schuler, NASA'nın Florida'daki Kennedy Uzay Merkezi'nde 17 Mart 2020'de VIPER'in tekerleklerindeki çeşitli contaları toz testine hazırlamak üzere bir ön test gerçekleştirdi. Test, ay yüzeyinin özelliklerini taklit etmeye yardımcı olmak için kullanılan 120 tondan fazla simüle edilmiş ay regoliti (gevşek kir, toz ve kaya) bulunan bir alanda yapıldı.



**İnsanlı uçuş öncesi:** VIPER projesi, 2024'te Ay'a yollanması planlanan bir kadın ve bir erkek astronotun yer aldığı Artemis adlı projenin öncesinde, Ay yüzeyinde 100 gün boyunca dolaşarak Ay'daki su ve buzun kapsamlı bir haritasını çıkaracak.

bakacak. VIPER nemli bir nokta bulduğunda bir metrelik matkabını kullanarak yüzeyin altına inecek ve daha detaylı analizler gerçekleştirecek. Yüzey araştırma aracının cihazları birlikte çalışarak birkaç kilometrelik bir alanı tarayacak ve ne tür buz bulunduğunu anlamaya çalışacak. Eğer VIPER bu araştırmalar sırasında bir altın damarına rastlarsa, oluşturacağı harita, ileride burayı ziyaret edecek olan astronotlara bir başlangıç noktası oluşturacak. Buna ek olarak Colaprete'in "kaynak modeli" olarak adlandırdığı, suyun nerede olduğu ve neden Ay'da su olması gerektiğine dair bilimsel teorisini destekleyen kanıtlar da elde edilmeye çalışılacak. Colaprete güney kutbunu çok seviyor, zira burası küçük bir alan içinde birden fazla ortamı barındırıyor ve bu bölgeyi araştırarak olan VIPER'in yeteri kadar veri toplaması da kolaylaşıyor. Colaprete Dünya'daki mineral araştırmalarının da aslında benzer bir tahmin metodolojisi ile gerçekleştirildiğini söylüyor: "United States Geological Survey kurumu ile beraber çalışmalar yürüterek,

Dünya'da kullandığımız teknik ve süreçleri Ay'a uyarlamayı hedefliyoruz."

## Ay'da kalıcı olmak için su şart

Bu kaynak modeli hem araştırmacılar hem de bilim insanları için çok amaçlı bir veri seti oluşturacak. Buz madeni kurmak isteyenler, konum seçimi için oluşturulacak haritadan faydalanacaklar. Buna ek olarak kuyruklu yıldızlardan gelen ve Güneş rüzgarlarıyla etkileşim nedeniyle oluşan su birikintileri arasında ayırım yapılabilecek. VIPER, Ay'da kalıcı bir yerleşim kurmak isteyen insanlar için önemli bir adım. Aynı zamanda bu, Ay'daki olası bir yerleşimin, ortaya çıkması milyarlarca yıl sürmüş olan kısıtlı bir kaynağa ne kadar bağımlı olunabildiğini göstermesi açısından da önem taşıyor. Madencilik teknolojilerini Ay'a taşımak bizim için uzaya daha kolay erişim imkânı verebilir, ancak burada kalıcı olmayı düşünüyorsak, sürdürülebilirlik süreçlerini hayata geçirmek de çok önemli.



ÖLEN YILDIZLAR

# SÜPERNOVA GÖRÜNTÜLEMEDE YENİ NESİL YÖNTEMLER

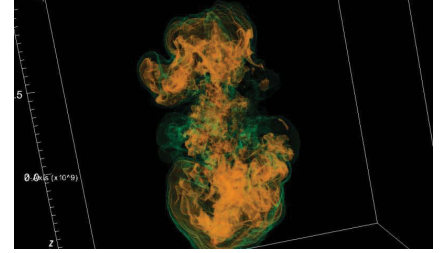
OZGRAV

**AVUSTRALYANIN SWINBURNE TEKNİK ÜNİVERSİTESİNDE BULUNAN OZSTAR SÜPERBİLGİSAYARI KULLANILARAK 3 SÜPERNOVA PATLAMASININ MODELLEMESİ YAPILDI. BU SİMÜLASYONLAR, DEV YILDIZLARIN YAPILARINA DAİR YENİ BİLGİLERE ULAŞILMASINI SAĞLAYACAK.**

Üniversitenin Kütleçekim Dalgaları Keşif Merkezinden (OzGrav) Dr. Jade Powell ve Dr. Bernhard Mueller tarafından gerçekleştirilen ve İngiltere'nin Kraliyet Astronomi Derneğinin aylık dergisinde (MNRAS) kısa süre önce yayınlanan çalışma için ülkenin en büyük süperbilgisayarlarından biri kullanıldı. Simülasyon modellerinde Güneş'ten sırasıyla 39, 20 ve 18 kat daha büyük yıldızlar hesaplandı. Modellemenin çıktuları, patlayan dev yıldızlar ve gelecek nesil kütle çekimsel dalga dedektörlerine dair yeni bulgular sunuyor. Çekirdeği çöken süpernovalar (ÇÇS), yaşamlarının sonuna gelmiş devasa yıldızların patlamasıyla meydana geliyorlar. Evrendeki en parlak nesnelere olarak biliniyorlar ve tabii kara deliklerin ve nötron yıldızlarının doğumunu hazırlıyorlar. Bu süpernovalardan gelen kütleçekim dalgalarını inceleyerek bilim insanları kara deliklerin ve nötron yıldızlarının astrofiziksel özelliklerini daha iyi

anlayabiliyorlar. Gelecek nesil kütleçekim dalga dedektörleri, son derece hassas sistemleri sayesinde bir süpernovayı kolayca algılayabilecek. Çekirdeği çöken süpernovalar da aynı anda hem elektromanyetik ışık, hem nötrino, hem de kütle çekimi dalgaları ile gözlemlenebilecek. Bir ÇÇS'yi algılamak için bilim insanları öncelikle kütle çekimi dalga sinyalinin şeklini tahmin ediyorlar; karmaşık fiziksel özelliklerini anlamak için süper bilgisayarlar kullanarak bu kozmik patlamaların simülasyonlarını yapıyorlar. Bu işlem onlara, dedektörlerin patlama sırasında ne görebilecekleri konusunda bir fikir veriyor.

Patlayan 3 farklı yıldızın simülasyonunun yapıldığı araştırmada, süpernova motoru (bu hesaplamaların yüklendiği derin öğrenme destekli yazılım platformu) uzun bir süre çalıştırıldı. Bunun nedeni, nötron yıldızı kütlelerine ve gözlemlenebilir patlama enerjilerine dair daha kesin tahminler yapabilmektir. Jade Powell, "39 kat büyük model özellikle önemli; çünkü çok hızlı dönüyor. Daha önce yapılan uzun süreli ÇÇS simülasyonlarında dönme etkileri göz önünde bulundurulmamış" diyor. Yapılan simülasyonlarda, daha büyük olan iki modelde nötron kaynaklı enerji patlamaları



▲ Çekirdeği çöken bir süpernovanın 3 boyutlu simülasyon görüntüsü. Bernhard Mueller, Monash Üniversitesi.

meydana gelirken en küçük olanda patlama gerçekleşmiyor. Patlamayan yıldızlar daha düşük genlikte kütle çekimi dalgaları yayıyorlar; ancak aynı zamanda bu dalgaların frekansları, dedektörlerin en hassas olduğu algılama aralığına denk geliyor. "Kütle çekimsel dalga frekansları ve yeni oluşmakta olan nötron yıldızlarının özellikleri arasındaki ilişkinin, dönme değerleri ile değiştiğini ilk kez göstermiş olduk" diyor Powell. Daha hızlı dönen modelde daha geniş genliğe sahip dalgalar sayesinde, Einstein Teleskobu gibi yeni nesil dedektörler kullanılarak 6,5 milyon ışık yılı uzakta patlayan bir yıldız bile algılamak mümkün olacak.

ŞİMDİ

S

ALTERNATİFLER

# YENİLENEBİLİR ENERJİNİN ÜLKE EKONOMİLERİ ÜZERİNDEKİ ETKİSİ

Kısa süre önce yapılan bir araştırmada, G7 ülkelerindeki yenilenebilir enerji kaynaklarının, ekonomi üzerindeki etkileri incelendi. Araştırma, enerji sektöründe büyük paya sahip bölgelerdeki ekonomik gelişmenin, bu ülkelerdeki çevresel durum ile ilişkilerini ortaya koyuyor.

## EKONOMİK GELİŞME, ÇEVRE İÇİN BİR RİSK OLUŞTURUYOR

Güney Ural Devlet Üniversitesi (SUSU) Finans Teknolojileri bölümünden Andrew Adewale Alola, aralarında Türkiye, Kıbrıs ve Norveç'ten araştırmacıların da bulunduğu bir ekiple birlikte, enerji sektöründe yenilenebilir kaynaklar açısından büyük paya sahip ülkelerde ekonomik gelişme ve çevresel sorunlar arasındaki ilişkileri inceledi. Bu

çalışma tüm ülkelerde ekonomik fayda ve yaşanabilir bir çevre arasında en uygun dengenin bulunmasını sağlamayı amaçlıyor. Bulgular, yenilenebilir enerji kaynakları ve fiyatlarının çevresel koşulların iyileştirilmesini sağladığını; ticaret hacminin ise CO2 salınımını artırarak çevresel koşulların kötüleşmesine neden olduğunu gösteriyor. "Bazı Avrupa ülkelerinde karbondioksit emisyonunun düşürülmesi ve çevresel koşulların iyileştirilmesinde bazı ilerlemeler kaydedildiğini görmekte birlikte Avrupa Birliği, dünyada atmosfer kirliliğinin üçüncü en büyük kaynağı olarak kabul ediliyor. Bu da ekonomik gelişme yönündeki politikalarımızı gözden geçirmemiz gerektiğini hatırlatıyor. Ülke bazında tahminler, enerji fiyatlarının CO2 emisyonları üzerindeki olumsuz etkilerini ortaya koymakta" diyor Andrew Adewale Alola.

Yenilenebilir enerji tüketiminde kirliliğin azaltılması sayesinde görülen olumlu etkiler, tüm ülkelerde belirgin olarak gözlemlenirken,

tekil tahminler bu tüketimin G7 ülkelerinde eşit dağılmadığını ortaya koyuyor. Kanadada, yenilenebilir enerjinin çevre üzerinde dikkate değer bir etkisi mevcut değilken Fransa'da bu ilişki daha belirgin şekilde ortaya çıkıyor. Birleşik Krallık ve İtalya'da emisyonların enerji fiyatları üzerinde büyük etkisi var: Fiyatlar yükseldikçe CO2 salınımları düşüyor. Almanya'da çevresel koşullar, yenilenebilir enerji kaynaklarının tüm enerji tüketimi içindeki payına göre değişiyor. ABD ve Japonya'da ise karbondioksit emisyonlarının seviyesi yenilenebilir enerji kaynaklarının oranından ziyade, enerji fiyatlarına daha bağlı görünüyor.

## YEŞİL GELİŞİM STRATEJİLERİ

Bu çalışma, AB'nin geliştireceği muhtemel politik ve ekonomik stratejiler açısından önemli; zira çevresel koruma odaklı sorunlar, enerji üretimi azaltılmadıkça çözülecek gibi görünmüyor. Alola'ya göre "...birçok koşulda makroekonomiyi

belirleyen faktörler, çevresel sürdürülebilirlik açısından da önem taşır. Fosil yakıtları, gayri safi yurtiçi hasıla ve turizm gibi makroekonomik göstergeler, uygulanabilir bir ekonomi için son derece önemli bileşenlerdir. Bu yüzden çalışmalar, bu bu ülkelerde enerji kaynaklarının çeşitlendirilmesine, çevre dostu teknolojilerin geliştirilmesine ve yenilenebilir enerji kaynakları kullanımına gittikçe daha fazla önem verilmesi gerektiğini gösteriyor".

Hala hidrokarbon enerji kaynaklarına bağımlı olan bazı ülkelerde fosil yakıtları tüketmenin yıkıcı etkileri de araştırmada belirgin olarak ortaya çıkıyor: SUSU araştırmacıları, bu ülkelerin enerji kaynaklarını çeşitlendirerek hem dışarıya daha az bağımlı hale gelebileceklerini, hem de ekonomilerini tek bir enerji kaynağına bağlamaz durumda kalmayacaklarını söylüyorlar. Benzer bir çalışmanın, Çin, ABD, AB ve Hindistan'dan sonra beşinci büyük kirlilik kaynağı kabul edilen Rusya için de yapılması bekleniyor.







Erken dönem sauropod türlerinden Lufengosaurus, torunlarına diş yapısını miras bıraktı.



## EV R İ M

## DİNOZOR DIŞI FOSİLLERİ, OMURGALILARIN EVRİMİNE IŞIK TUTUYOR

**DEV SÜRÜNGENLERİN HÜKÜM SÜRDÜĞÜ ZAMANLARDA, ARALARINDA EN BÜYÜK TÜR SAUROPODLARDI. DİPLODOCUS VE APATOZOR GİBİ UZUN KUYRUKLU VE UZUN BOYUNLU TÜRLER İSE BUNLARIN EN BÜYÜKLERİYDİ.** Bazılarında baş-kuyruk mesafesi 40 metreye kadar ulaşabiliyordu. Bu dev otoburlar gezegene yayılmış ve yaklaşık 150 milyon yıl yaşamışlardı.

Toronto Mississauga Üniversitesinde paleontoloji ve biyoloji profesörü Robert Reisz, sauropodların dinazor çağının başından sonuna kadar yaşamayı başarmış bir grup olduğunu söylüyor: "Ancak inanılmaz boyutlarına rağmen başları ve ağızları küçüktü. Ağaç ve çalılardan bitki kopararak besleniyorlar ve neredeyse hiç durmadan yeme ihtiyacı duyuyorlardı".

Fakat sauropodlar (kertenkele kalçaları), devasa dişleri ile tanınan büyük başlı, ördek gagalı dinozolardaki çiğneme yeteneklerine sahip değillerdi. Titanozor ve diplodocus gibi sauropodların basit, ufak, kalem gibi ve sürekli yenilenen dişleri, onların ulaşması ve çiğnenmesi zor bitkileri yiyebilmelerini sağlıyordu.

Nature Communications'da yayınlanan araştırmada Reisz, titanozor ve diplodocus gibi belirgin sauropodlara göre daha önce yaşamış olan Lufengosaurus embriyolarına ait fosilleri

inceledi. Çin'in Yunnan bölgesinde bulunan fosiller, Lufengosaurus'un farklı gelişim evrelerine ait kayıtlar tutulmasına yardımcı olurken diş gelişimini de safha safha gösteriyor.

Bu safhalardan birinde Lufengosaurus embriyoları, tıpkı bazı yetişkin diplodocus ve titanozor türlerindeki gibi kalem benzeri dişlere sahip. Bulgular, daha sonraki dönemlerde ortaya çıkan sauropod türlerindeki diş yapılarının, atalarından geldiğini gösteriyor Reisz, "Paedomorfoz adı verilen bu evrimsel fenomen, daha çok küçük hayvanlarla ilişkilendirilmekte. Fakat bulgular sayesinde büyük hayvanlarda da bulunabileceğini gördük" diyor. Reisz'in sauropod araştırması nadir embriyo fosillerine dayanıyor olsa da, kendisi daha eski ve çeşitli sürüngen türlerine ait bir araştırma da yapmıştı.

Captorhinus aguti, dinozorlardan da önce, Permian döneminde (289 milyon yıl önce) yaşamış bir sürüngen. Current Biology'de yayınlanan makalesinde Reisz, 95 Captorhinus fosili üzerinde yaptığı çalışmalarını paylaşmış, bu dört bacaklı sürüngenlerde, günümüzde insan, kuş ve sürüngenlerdeki lateralizasyon (bazı algısal ve sinirsel işlevlerin beyin sağ ve sol loblarına bölüştürülmesi) özellikleri açısından bağlantı olup olmadığını araştırmıştı.

"Bilinen en yaygın lateralizasyon, in-

sanda sağ ve sol elle yazma özelliğidir. Biliyoruz ki sağ elini kullanan insanlar genellikle yemek yerken de sağ taraftaki dişlerini kullanmaya meyillidir." diyor Reisz.

Bu proje, Reisz'in araştırma asistanı olan Diane Scott tarafından yapılan bir keşifle başladı. Scott, bu sürüngene ait neredeyse eksiksiz bir kafatası üzerinde çalışırken, dişlerin bir yanda diğerlerine göre daha fazla aşınmış olduğunu farketti. Reisz'in ekibi, bu sürüngene ait (tek bir bölgeden çıkan) daha fazla alt çene örneğini inceleyerek popülasyonda çiğneme alışkanlıklarını anlamayı hedefledi.

"Sadece tek bir örnek üzerinde çalışırsanız, size hikayenin tamamını anlatamayabilir" diyor Reisz: "Belki de o bireyde, bu durumun ortaya çıkmasına neden olacak bir kas anomalisi vardı. Ama burada, tek bir bölgedeki popülasyon genelinde çalışma yapıyoruz".

Captorhinus fosilinin sağ çenesi, sol tarafa göre daha fazla aşınmıştı. Bu da, 289 milyon yıl önce bile sürüngenlerin beyin asimetrisini gösteren özelliklere sahip olduğuna işaret ediyordu: "Tabii bu ikinci derece bir kanıt; fakat inanıyoruz ki beyindeki yapılanma hakkında bazı bilgiler veriyor ve işlevsel beyin asimetrisinin omurgalılarda evrimsel olarak süregelen bir fenomen olduğunu gösteriyor. Buna fosil çalışmalarında ilk defa rastlıyoruz."

# TÜRK ORDUSUNA ROBOT ASKERLER

İNSANSIZ SİSTEMLERİN SAVUNMA VE GÜVENLİK ALANINDAKİ YERİ GÜN GEÇTİKÇE ARTIYOR. ASELSAN'IN BU KONUDAKİ YENİ ÇÖZÜMLERİ PEK ÇOK AÇIDAN DİKKAT ÇEKİCİ.

Özellikle asimetrik savaş koşullarında; keşif-gözetleme-istihbarat, savunma, lojistik destek ve benzeri faaliyetleri hızlı ve etkin bir şekilde ve personel kaybı vermeden yürütmek için kendi kendine karar verebilen insansız sistemlere ihtiyaç duyuluyor.

ASELSAN, geleceğin savaş sahasında yaygın bir şekilde kullanılacak olan;

- Uzaktan kontrol edilebilen,
- Kendi başına karar verme ve uygulama yeteneğine sahip,
- Zorlayıcı çevre ve arazi koşullarında görev yapabilen,
- Değişik boyutlara sahip insansız kara araçları geliştirilmesi ve üretilmesine yönelik çalışmalarına devam ediyor.

ASELSAN, özellikle emniyet güçlerimizin ihtiyaç duyabileceği görevleri dikkate alarak insansız kara araçları için harekât konseptleri belirleyerek bunlara yönelik çözümler oluşturuyor. Şirket, son dönemde söz konusu görevlerin başarı ile gerçekleştirilmesini sağlayacak teknolojiler ile bunların deneneceği ve doğrulanacağı araç platformları geliştirdi.

## FUARLARDA GÖRÜCÜYE ÇIKAN YENİ TEKNOLOJİLER

ASELSAN, İnsansız Kara Araçları alanında 2005 yılından beri çalışıyor. Şir-



ERTUĞRUL  
Bomba İmha  
Robotu

ket; IDEF 2007 Uluslararası Savunma Fuarında ilk insansız kara aracı olan İZCİ'yi, IDEF 2009'da da GEZGİN'i tanıttı. Ardından 2010 yılında PERİ araçları ile Avustralya'da düzenlenen Uluslararası MAGIC 2010 yarışmasına katılıp finalist oldu. IDEF 2011'de KAPLAN İnsansız Kara Aracını tanıtıp bu platformun Bomba İmha Robotu versiyonu ile 2012 yılında ilk insansız kara aracı teslimatını gerçekleştirdi. 2011 yılından günümüze KAPLAN platformunun, silahlı koruma, keşif gözetleme, mayın tespit, sinyal karıştırma gibi görevleri yerine getirmek üzere birçok farklı konfigürasyonunu oluşturdu ve oluşturmaya devam ediyor.

ASELSAN; 2015 yılında emniyet güçlerimizin iki kişi tarafından taşınabilir bomba imha robotu ihtiyacını karşılamaya yönelik, ERTUĞRUL Bomba İmha Robotunu geliştirdi ve 2017-2018



KAPLAN İnsansız  
Kara Aracı

yıllarında teslimatlarını tamamladı.

ASELSAN; İnsansız Kara Aracı geliştirme faaliyeti ile beraber, insanlı kullanılan araçların insansız olarak kullanılabilmesine yönelik İnsansızlaştırma Kiti geliştirdi ve farklı araçlara bu kiti entegre ederek gösterimlerini yaptı. 2019 yılı içerisinde insansız kara araçlarına otonom hareket kabiliyeti kazandırmaya yönelik otonomi kiti ve KAPLAN İnsansız Kara Aracının otonom versiyonu geliştirildi ve gece-gündüz fark etmeksizin engelden sakınarak otonom görev icrası gösterimi ve insan takibi gösterimleri başarı ile yapıldı. Otonomi kitinin Orta Sınıf Seviye-1 İKA, Orta Sınıf Seviye-2 İKA ve Zırhlı Muharebe Aracı için entegrasyon faaliyetleri ise devam ediyor.

Savunma Sanayii Başkanlığı ve ASELSAN arasında 2020 yılı Mayıs ayında Orta Sınıf 2. Seviye İnsansız Kara Aracı geliştirilmesi için sözleşme imzalandı. Savunma Sanayii Başkanlığının tedarik makamı olduğu projede kullanıcı makam olarak Kara Kuvvetleri Komutanlığı yer alıyor. ASELSAN'ın ana yüklenici olduğu projede Katmerciler firması platform üreticisi olarak görev alacak. Proje; keşif, gözetleme, hedef tespiti yapabilen ve üzerine değişik silah sistemleri ile ihtiyaç duyulan başka sistemlerin takılabildiği, uzaktan komuta edilebilen, otonom olarak hareket edebilen, üstün hareket kabiliyetine sahip insansız kara aracı geliştirilmesi ve seri üretimini içeriyor.



Orta Sınıf 2. Seviye  
İnsansız Kara Aracı



# Doom Eternal, serinin satış rekorunu kırdı

DOOM Eternal, piyasaya çıktığı hafta sonu içerisinde DOOM'un (2016) çıkış hâsılatını ikiye katlamakla kalmayıp bir yandan da serinin ilk hafta sonu satış rekorunu kırmayı başarmıştı. DOOM Eternal, Steam üzerinde çıktığı hafta boyunca en çok satan oyun oldu ve çıkar çıkmaz platformda aynı anda 100.000'den fazla oyuncu tarafından oynandı. Nitekim oyunun başarısı, dünya genelindeki eleştirilenlerden aldığı yorumlara da yansdı. DOOM Eternal şimdiye kadar PC/Xbox/PS4'te 90/89/87 Metacritic puanına ulaştı ve OpenCritic'teki eleştirilenlerin %96'sının onayını aldı; ay-



rica eleştirilenlerin büyük bir kısmı net bir şekilde yılın oyunu olmaya aday olduğunu ve bu oyun türünün tarihindeki en iyi birinci şa-

hıs nişancı hikâyelerinden birine sahip olduğunu belirtti. Eğer bu türe ilgi duyuyorsanız DOOM Eternal'ın kesinlikle kaçırmak isteme-

yeceğiniz bir klasik olduğunu söyleyebiliriz. Son olarak oyunun Türkiye satış fiyatında indirim yapıldığını da belirtelim (199 TL).

## En iyi üniversitelerimiz

Doğa bilimlerinde yüksek kaliteli araştırmalara imza atan kurumları ve ülkeleri sıralayan 2019 yılı Nature üniversiteler endeksi, "The Nature Index 2020 Annual Tables" yayınlandı. Nature tarafından açıklanan sıralamalar, dünyanın en prestijli 82 bilimsel dergisinde yayınlanan makalelere göre bağımsız bir uzman grubunun yer aldığı panel tarafından yapılıyor. Nature Endeksi 2020 Yıllık Tablosu, her yıl üniversitelerin akademisyenlerinin yaptıkları araştırmalar sonucu yayımladıkları bilimsel makalelerin sayısına ve paylarına göre belirleniyor. Endekse göre 1 Aralık 2018 ve 30 Kasım 2019 tarihleri arasında yayımlanan bilimsel makale çıktılarına göre ülkemiz itibarıyla birincilik kürsüsüne Bilkent Üniversitesi çıkarken ikinci sırada İTÜ ve üçüncü sırada ise Boğaziçi Üniversitesi yer aldı. Ayrıca İTÜ, Türkiye'de "Nature & Science" alanındaki en iyi üniversite olarak açıklandı ve bu alanda yaptığı araştırmalarla Batı-Asya bölgesinin de 6.sı oldu.



## BEYİN İÇİNDE BİR YOLCULUK

İnsan beyni halen en az bilinen organ. Bırakın karmaşık işlemleri, görmenin bile nasıl gerçekleştiğini halen tam olarak bilmiyoruz. Ama şunları da bilmiyoruz: Dijital cihazlar beynimize ne yapıyor? Beyin hücrelerimizi neler öldürüyor? Dönüşü var mı? Uyku ve öğrenme arasında nasıl bir ilişki var? En çok çocuklarda görülen dikkat eksikliğinde beyinde neler oluyor? Neden rüya görürüz? Rüyalarımızı kontrol edebilir miyiz? Hayal kurmanın beynimize etkileri nelerdir? Neden yalan kolay inanılır? Kötü anıları silmek mümkün mü? Beynimizi nasıl genç tutacağız? Neden yaşlılar gençlerden daha mutlu? Beynimiz nasıl geleceği öngörebiliyor? Bilen insan çekinirken, neden bilmeyen insan cesurdur? Uykusuzluk, karar mekanizmalarımızı nasıl etkiliyor? Yapay zekâ düşüncelerimizi nasıl okuyabilecek? Alzheimer hastalığı genetik mi? Nasıl korunacağız? Yeni bir dil öğrenmek neden yetişkinler için zordur? Bu kitapta Nörolog Dr. Sevda Sarıkaya, beynin bilinmeyenleri ve bu alandaki çalışmalardan elde edilen yeni bilgileri herkesin anlayabileceği bir dille anlatıyor. Ayrıca bir nörolog olarak aykırı beyinlerle bir dizi röportaj gerçekleştiriyor. Uzmanıyla birlikte beynin kıvrımları arasında bir dizi yolculuğa hazır mısınız?





BU YAZ DA  
Sağlıkla Ferahla!



**Beypazarı**  
Karakoca



[www.beypazarimadensuyu.com.tr](http://www.beypazarimadensuyu.com.tr)

☎ 444 3 223

Karadut Frenk Üzümlü ve  
Mango Ananas çeşitleri ile zenginleşen  
meyve aromalı serimiz, yeni şişelerinde  
bu yaz ferahlık katmaya hazır!



# GELECEK



EVRENDE YAŞAM

## ATMOSFERİ HİDROJENDEN OLUŞMUŞ BİR DÜNYADA YAŞAM DEVAM EDEBİLİR.

JENNIFER CHU, MASSACHUSETTS INSTITUTE OF TECHNOLOGY

**ÖNÜMÜZDEKİ BİRKAÇ YIL İÇİNDE YENİ NESİL TELESKOPLAR KULLANIMA GİRECEK.** Bu cihazlar sayesinde astronomlar yakınımızda bulunan ötegezegenlerin atmosferler yapılarını inceleyerek yaşam izleri arayabilecekler. Fakat bir bir soru var ki, uzun zamandır hepimizin aklını kurcalıyor: Ya karşılaştığımız yabancı organizmaların canlı olduğunu farketmezsek?

Massachusetts Teknoloji Enstitüsü (MIT) fizik ve gezegenbilim profesörü Sara Seager, bu endişeyi taşıyan astronomlardan biri. Kendisi, yaşam olgusuna terrasentrik (dünya merkezli) yaklaşımın ötesinde bir algıyla yaklaşıyor ve bizimki dışında ne gibi ortamların yaşanabilir olabileceğini inceliyor.

Nature Astronomy'de Mayıs ayında yayınlanan makalede Seager, aynı üniversiteden arkadaşları Jingcheng Hu-

ang, Janusz Petkowski ve Mihkel Pajusalu ile birlikte, laboratuvar ortamında mikropların çoğunlukla hidrojen oluşmuş bir atmosferde de yaşayıp çoğalabildiklerini gösterdi. Bu ortam Dünya'nın oksijen ve azot ağırlıklı atmosferinden çok farklı: Öncelikle bu gaz, oksijen ve azota göre daha hafif. Bu nedenle hidrojen ağırlıklı bir atmosfer (bizdekine benzer bir atmosfere göre) daha geniş bir alana uzanacaktır ve güçlü teleskoplar tarafından belirlenmesi de daha kolay olacaktır.

Seager ve arkadaşları tarafından yapılan çalışma, basit yaşam formlarının hidrojen bakımından zengin gezegenlerde yaşayabileceklerini gösteriyor. Bu da, NASA'nın James Webb Uzay Teleskobu gibi gelecek nesil teleskopların (kullanılmaya başlandıklarında), yaşam belirtilerini hidrojen yoğunluğu

yüksek ötegezegenlerde aramalarının anlamlı olabileceğini gösteriyor.

Seager, "Uzayda yaşanabilecek birçok gezegen var. Dünyada doğmuş yaşamın hidrojen ağırlıklı bir atmosferde devam edebileceğini kanıtladık... Diğer dünyalarda yaşam ararken bu tür gezegenleri de listeye kesinlikle eklememiz gerekir" diyor.

### ATMOSFER EVRİMİ

Dünya'nın ilk zamanlarında, milyarlarca yıl önce, atmosferimiz bugün solduğumuzdan çok farklıydı. Bu bebek gezegenin atmosferi henüz oksijenden yoksundu ve karbondioksit, metan ve çok az miktarda hidrojen karışımı bir gaz çorbasını andırıyordu. Hidrojen gazı milyarlarca yıl boyunca atmosferimizde kalmayı başardı ve Büyük Oksidasyon Olayı ile birlikte yavaş yavaş

birikmeye başladı.

Bugün mevcut olan ufak miktarda hidrojen, kökleri çok eskilere dayanan bazı mikroorganizmalar tarafından tüketiliyor. Bunlara, buzulların ve çöl kumlarının altı gibi ekstrem iklimlerde yaşayan, metan üretmek için karbondioksitle birlikte hidrojen yutan organizmalar olan metanojenler de dahil.

Bilim insanları, laboratuvar koşullarında %80 hidrojen ile yetiştirdikleri metanojenlerin aktivitelerini periyodik olarak takip ediyorlar. Ancak başka mikropların hidrojen bakımından zengin ortamlara nasıl tolerans gösterdiklerine dair çalışmaların sayısı az. Seager, hidrojeni zengin bir atmosferde yaşamın sürdürülebileceğini ve çoğalabileceğini göstermek istediklerini vurguluyor.

### “ŞİŞENİN GERİ KALANINA HİDROJEN DOLDURDUK”

Ekip %100 hidrojenli laboratuvar ortamında iki tip mikrop üzerinde deneyler yaptı. Seçtikleri organizmalar ise basit bir ökaryot olan E.Coli bakterisi ve daha karmaşık bir ökaryot olan (ve daha önce hidrojen yoğunluğu daha fazla olan bir ortamda denenmemiş olan) maya idi.

Her iki mikrop da, bilim insanlarının uzun zamandır üzerinde çalıştıkları ve büyük oranda karakterize edilmiş olan organizmalar olduğu için araştırmacılar deneylerini bunlar üzerinde yapmayı uygun gördüler. Ayrıca her iki organizma da hem oksijenli, hem de oksijensiz ortamda yaşayabildikleri için, ekibe hidrojenli ortama taşımadan önce açık havada deney yapma fırsatı verdiler.

Deneylerde maya ve E.coli kültürlerini ayrı ayrı yetiştiren araştırmacılar, daha sonra bunları, içinde besin açısından zengin bir kültür bulunan şişelere enjekte ettiler. Şişelerin kalan kısmındaki oksijenli hava boşaltılıp yerine diğer gaz (örneğin %100 hidrojen) dolduruldu. İnkübatöre yerleştirilen şişeler yavaşça, fakat sürekli olarak karıştırılarak mikrobun besinle tamamen karışabilmesi sağlandı. Her şişeden saat başı toplanan örneklerdeki canlı mikroplar sayıldı. Bu işlem 80 saat devam etti. Sonuçlar klasik bir büyüme eğrisi gösteriyordu: Başlarda besinle buluşan mikroplar hızla artarak çoğaldılar.

Zaman içinde sayı kararlı bir seviyeye ulaştı. Yeni mikroplar oluşarak ölenlerin yerini aldılar.

Seager, biyologların bu sonuçları şaşırtıcı bulmayacakları kanısında; zira bir soy gaz olan hidrojen, organizmalar için toksik değil: “Zaten şişenin boş kısmına zehir doldurmamıştık... Ama inanmak için görmek lazım, değil mi? Daha önce –özellikle ökaryotları konu alan- hidrojeni daha yüksek bir ortamda bir çalışma yapılmadığı için bunu görebilmek için deney yapmamız gerekiyordu”.

Seager, deneyin mikropların enerji kaynağı olarak hidrojene ihtiyaç duyup duymadıkları ile ilgili olmadığını altını çiziyor; amaçlarının %100 hidrojenden oluşan bir atmosferin bazı türlere zarar vermeyeceğini ya da öldürmeyeceğini göstermek olduğunu hatırlatıyor.

“Astronomların hidrojen açısından zengin bir ortamda da yaşam bulabileceğini düşündüklerini zannetmiyorum” diyen Seager, çalışmanın astronomlar ve biyologlar arasında, özellikle yaşanabilir gezegenler ve Dünya dışı yaşam formları arayışı dahilinde bir diyalog kurulmasına da yardımcı olabileceğini umuyor.

### HİDROJEN ATMOSFERLİ DÜNYALAR

Astronomlar mevcut araçlarla ufak, kayalık ötegezegenlerin atmosferleri üzerinde henüz detaylı çalışmalar yapamıyorlar. İncelemeyi başarabildikleri birkaç yakın gezegen ise ya atmosferden yoksun ya da günümüz teleskopları ile algılanamayacak kadar küçük. Bilim insanları atmosferlerinde hidrojen oranı daha yüksek gezegenler olabileceğini söyleseler de,

bunu kanıtlayabilecek çözünürlükte bir teleskop henüz yok.

Ancak gelecek nesil gözlem araçları böylesi bir durumla karşılaşarsa Seager ve arkadaşlarının çalışması, bu gezegenlerde yaşam olabileceğini şimdiden göstermiş oldu.

Atmosferi hidrojen açısından zengin, kayalık bir gezegenin neye benzediği konusunda ise Seager, Dünya'nın en yüksek noktası olan Everest dağı'nı örnek gösteriyor: Azot ve oksijen açısından zengin olan atmosferimizde yükseklik arttıkça yoğunluğun azalması nedeniyle zirveye tırmanan dağcılar havasız kalırlar. Eğer bir dağcı Everest tepesine –azottan 14 kat daha hafif olan- hidrojen oranı yüksek bir atmosferde tırmansaydı, havasız kalmadan önce 14 kat daha yükseğe ulaşabilirdi. “Anlatması biraz zor olabilir fakat hafif bir gaz, atmosferi genişletir” diyor Seager: “Teleskoplar açısından da, bir gezegenin atmosferi ne kadar büyükse, onu algılamak da o kadar kolaylaşır”.

Seager, hidrojen açısından zengin atmosfere sahip bir gezegen keşfedilirse bunun yüzeyinin bizimkine göre değişik olabileceğini, ama algılanamayacak derecede farklı olmayacağını söylüyor.

“Yüzeyi delerek içine girdiğinizde, oksitlenmiş metaller yerine büyük ihtimalle yine hidrojen bakımından zengin minerallerle karşılaşacaksınız. Ayrıca okyanuslar da olacaktır; çünkü bize göre her türlü yaşam için bir sıvı olması gerekiyor ve tabii mavi bir gökyüzü görme ihtimaliniz var” diyor Seager: “Ekosistemin tamamının neye benzeyeceğini düşünmedik ama çok da farklı bir dünya olması gerekmiyor”.

▲  
Yeni çalışmaya göre gelecek nesil teleskoplar, yaşam bulunan ötegezegenler ararken hidrojen bakımından zengin gezegenlere öncelik vermeli.

NASA/JPL





SKA teleskobunun alçak frekans bileşeni Avustralya'da inşa ediliyor.

PEK YAKINDA!

# SKA TELESKOBU VE KRİZ DÖNEMLERİNDE ASTRONOMİ

FRED WATSON, THE CONVERSATION

**KARŞI KARŞIYA OLDUĞUMUZ DURUM GİBİ ULUSLARARASI BİR KRİZ SIRASINDA İNSANIN AKLINA EN SON GELECEK ŞEYİN YILDIZ BİLİMİ OLDUĞUNU DÜŞÜNEBİLİRSİNİZ.** Hem insanların, hem de devletlerin karşısındaki problemler, uzayın derinliklerinde olan olaylardan çok daha önemli, çünkü insanlık şu günlerde tarihte nadir görülen bir belaya karşı savaş veriyor.

Fakat tarih boyunca astronomi bilimi kriz dönemlerinde bile halkın desteğini hiç yitirmedi. Bugün de uluslararası bir proje olan Kilometrekare Dizisinin (SKA) inşaatına baş-

lanmak üzere.

SKA, dünyanın en büyük radyo teleskobu olacak. Avustralya ise yapımı ve işletiminde en büyük rolü oynayacak. Burada önemli soru şu: Global pandemiyle boğuşan bir ülke bundan tam olarak nasıl faydalanacak?

## ZOR ZAMANLAR

Tarih, astronomi biliminin krizlerle ilk defa tanık olmadığını söylüyor. Modern astronomi bile derin bir karmaşanın ortasında, Hollanda'nın kuzey eyaletlerinin 40 yıl süren bir savaş sonrasında İspanya ile müzakerelere yaptığı bir dönemde doğmuştu.

1608 yılında Hollandalı gözlük ustalarının ellerinden çıkan derme-çatma bir teleskop, astronomi ve sunduğu olanakları fark etmemizi sağladı. Birkaç ay sonra Galileo Galilei bu cihazı gördüğünde onu daha da geliştirmeye başladı. Gerisini zaten biliyoruz.

20. yüzyıla girildiğinde astronomi altyapısı bir sektöre dönüşmeye başlamıştı bile. Fakat arka arkaya yaşanan iki dünya savaşı bu sektörü de sekteye uğrattı. Yeni teleskop projeleri; üreticiler tüfek nişangahları, dürbünler ve diğer "optik mühimmat" üzerine çalışmaya odaklandıkları için beklemeye alındı.

İkinci Dünya Savaşı sırasında bir İngiliz şirket, yeni Güney Afrika Teleskopu için hazırlanan 1,5 ton ağırlığındaki bir aynayı gerçek anlamda toprağa gömerek bombalardan korumayı başarmıştı. Aynanın teslimatı 1948 yılına kadar yapılamadı, ancak teleskop sonunda başarılı bir şekilde inşa edildi ve hala çalışmaya devam ediyor.

Benzer şekilde ABD'nin California eyaletinde, -o dönem için- dünyanın en büyük teleskobunun inşası için kullanılması planlanan 5 metrelik bir ayna dökülmüş; fakat cihaz 1934 yılına kadar tamamlanamamıştı. Artık dünyanın en büyük teleskobu olmasa da, Palomar teleskobu hala etkili bir cihaz olmayı sürdürüyor.

## ASTRONOMİ VE COVID-19

Dünya savaşlarıyla kıyaslanması

mümkün olmasa bile, mevcut kriz de kendi ölçeğinde son derece elzem bir durum arz ediyor. Bu noktada Square Kilometer Array (SKA) gibi bir projeyi de göz önüne almak gerekebilir.

Tamamlandığında, alanında dünyanın en büyük ve en gelişmiş tesisi olacak ve radyo astronomlarına sınırsız çalışma imkanları sunacak olan SKA için 50 yıllık bir ömür biçiliyor. Bu süre içinde evrenin 13.8 milyar yıllık tarihini keşfedecek ve birçok heyecan verici buluşa şahitlik edecek. Henüz geliştirilme aşamasındaki teknolojilerin ürünleri ticari olarak da zengin bir potansiyele sahip. Böylece ekonominin canlanmasına da yardımcı olacak.

Devletlerin evrenle ilgili çalışmalarına yatırım yapma sebeplerinden biri de, astronomların - düşük gürültülü radyo alıcılardan, karmaşık veri yö-

netim sistemlerine ve ileri seviye bilgisayar algoritmalarına kadar, teknolojilerin sınırlarını zorluyor olmaları. Örneğin Wi-fi teknolojisinin kökleri, çeyrek yüzyıl öncesinin Avustralya radyo astronomisine dayanıyor.

Daha yakın dönemde, SKA teleskobunun inşaatı yerel firmalara da benzersiz avantajları sunmakta. Tesisin alçak frekans bileşeni, dünyanın radyo sinyallerinden arınmış bölgelerinden biri olan Batı Avustralya'nın Wajarri Yamaçları kirasalında yapılacak.

Projenin gözlemevi ve iz bulucu enstrümanlarının yapımı için bugüne kadar Avustralya ve Batı Avustralya devletleri tarafından 330 milyon dolar harcandı. Daha geniş perspektifte ise SKA gibi büyük projeler için uluslararası destek gerekiyor. Bu da projeye dahil olan 14 ülkenin katılımı ile olacak. Örneğin teleskobun orta frekans bileşeni, Güney Afrika'da yer alacak.

## BİLİME İLHAM VERİYOR

Astronomik araştırmaların önemli bir çıktısı teknolojik yan ürünler olsa da, gerçekte bu süreçlerin devam etmesini sağlayan şey, türümüzün bitmek bilmeyen merakı. Bilim insanlarını motive eden de farklı bir şey değil. Evrenin çarpıcı güzelliği ve bilimi anlama çabamız da biz insanlar için önemli bir motivasyon. Bu gerçek, özellikle gençleri geleceğin bilgi ekonomisi tabanlı mesleklerine yönlendirebilmek açısından büyük bir avantaj.

Diğer taraftan, eğer tarih tekerürden ibaretse, SKA'nın evrenin sırlarını aralamaya başlaması için, COVID-19 krizinin bitmesinden çok daha ileriki tarihleri beklemek gerekecek.

◀ Güney Afrika'daki orta frekans apertür dizini, tamamlandığında böyle görünecek.





## SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK

# GÜNEŞ ENERJİSİNDEN VERİMLİ YAKIT İÇİN “YAPAY YAPRAK” MODÜLÜ

ABD'nin Rice Üniversitesinden araştırmacılar, hidrojen yakıt elde etmek için suyu parçalayan bir platform tasarladılar.

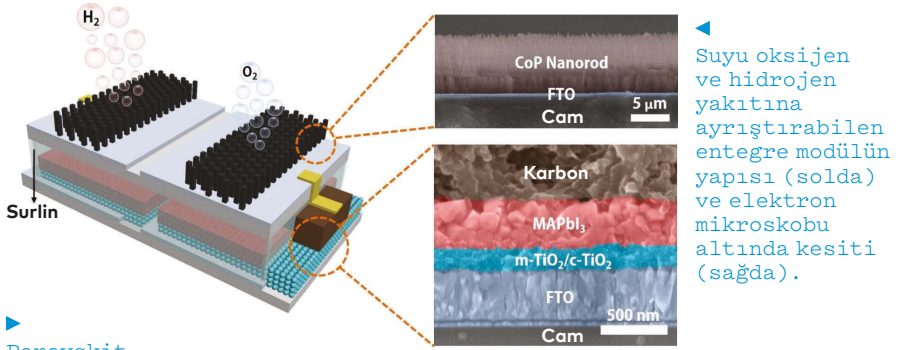
MIKE WILLIAMS

**ÜNİVERSİTENİN MALZEME MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜNDEN JUN LOU VE JIA LIANG ÖNDERLİĞİNDE GELİŞTİRİLEN BU PLATFORMDA, PEROVSKİT GÜNEŞ PİLLERİNE KATALİTİK ELEKTROTLAR ENTEGRE EDİLDİ.** Sistem güneş ışığı ile tetiklendiğinde elektrik üretiyor; katalizörlere ulaşan bu elektrik akımı ise suyu hidrojen ve oksijene %6.7 oranında bir güneş ışığı-hidrojen verimliliği ile ayrıştırabiliyor.

Bu tip katalizörler ilk defa kullanılmıyor; ancak ekip, perovskit katman ve elektrotları ilk kez tek bir modül içinde birleştirdi. Bu modül suya daldırılıp güneş ışığına maruz bırakıldığında, başka hiçbir girdiye ihtiyaç duymadan hidrojen üretebiliyor.

Lou ve arkadaşlarının geliştirdikleri platform, kendi kendine yetebilen bir yakıt üretici ve büyük miktarlarda üretimi de gayet basit. “Bu konsepti yapay bir yaprağa benzetmek mümkün” diyor Lou: “Güneş ışığını elektrığe dönüştüren entegre bir modül, elektrokimyasal bir reaksiyon gerçekleştiriyor. Su ve güneş ışığı kullanarak kimyasal yakıt üretiyor”.

Küp benzeri örgülere sahip kristaller olan perovskitlerin ışığı toplama özelliği mevcut. Günümüzde kullanılan yüksek kaliteli perovskit güneş pillerinde %25'e kadar verimlilik elde edilebiliyor; ancak kullanılan malzemeler hem çok pahalı, hem de ışık, nem ve ısıdan çabuk etki-



▶ Perovskit kristalleri, güneşin yüksek enerjili ışınlarını emebildikleri için yüksek kaliteli güneş pillerinde sıklıkla kullanılıyor.



leniyorlar. Araştırmacılar, perovskit güneş pillerinde bulunan platin gibi pahalı bileşenleri, karbon gibi alternatifleri ile değiştirdiler. Bu sayede ticari uygulamalardaki fiyat engeli de zayıflamış oldu. Bu tür entegre cihazlar, sürdürülebilir olmaları açısından önemli. Modül, çalışmasını sürdürmek için harici bir güç kaynağına ihtiyaç duymuyor.

Liang, platformun ana bileşeninin perovskit değil, onu kaplayan ve koruyan, böylece modülün uzun süre suda kalabilmesini sağlayan polimer malzeme olduğunu söylüyor: “Diğerleri, suyun

dışında bulunan güneş pillerini, suya batmış durumdaki elektrotlara kablo ile bağlayan katalitik sistemler geliştirdiler. Biz ise tüm sistemi basitleştirip perovskit katmanı bir Surlin (polimer) tabaka ile kapladık”. Bu tabaka hem güneş ışığının güneş pillerine ulaşabilmesini sağlıyor hem de onu korurken aynı zamanda hücreler ve elektrotlar arasında bir yalıtık görevi görüyor.

“Zekice tasarlanmış bir sistemle kendi kendine yetebilen bir döngü oluşturabilirsiniz” diyor Lou: “Güneş ışığı olmadığında bile depolanmış olan enerjiyi kimyasal yakıt halinde kullanabilirsiniz. Hidrojen ve oksijen ürünlerini ayrı tanklara yerleştirip -yakıt hücresi gibi- bir modül kullanarak bunları elektrığe geri çevirmek de mümkün”. Araştırmacılar bu kaplama tekniğini ve güneş pillerini daha da geliştirerek modüllerin verimini arttırmayı hedefliyorlar.

YENİ

# All About Space

# TÜRKİYE'DE

UZAY BİLİMLERİ VE  
ASTRONOMİ DERGİSİ

POPULAR SCIENCE  
EKİBİNDEN  
YENİ BİR  
DERGİ

TEMMUZ  
SAYISI

BAYİLERDE  
KAÇIRMAYIN



POSTER  
HEDİYE

Dünya Dışı Yaşam Arayışı  
& Uzaklara Yolculuk





ŞİMDİ



UZUN YAŞAM

# KÖK HÜCRELER, YARALANMA DURUMUNDA KENDİ ÖLÜMLERİNİ GECİKTİREBİLİYOR

**ŞEKİL DEĞİŞTİRME YETENEKLERİ ZATEN BİLİNEN KÖK HÜCRELERİN, ÖLÜMÜ GECİKTİRME ÖZELLİKLERİ OLDUĞU DA ORTAYA ÇIKTI.**

Yeni bir çalışma, vücudun birçok bölümüne katkı sağlayan kök hücrelerin, bir yaralanma durumunda müdahale edebilmek için kendi ölümlerini de geciktirebildiklerini gösterdi. Çalışma, kök hücreleri sayesinde her tür yaralanmadan sağ çıkabilmeleri nedeniyle rejenerasyon (yenilenme) konusundaki araştırmalarda model organizma olarak sıklıkla kullanılan planarya solucanları üzerinde yapıldı. Cornell Üniversitesi Veterinerlik Okulundan Divya Shiroor, planaryada bu tepkinin ilk defa ele alındığı makalesinde "Planarya kök hücreleri, son derece büyük baskı altında iken bile kendi ölümlerini geciktirerek oluşan yaralanmaya müdahale edebiliyorlar" diyor.

Deneyde araştırma ekibi planaryaları öncelikle radyasyona maruz bıraktı. Ardından yarısında fiziksel yaralanma oluşturuldu. Yaralanmamış solucanlarda beklenen seviyede kök hücre ölümü gözlemlendi. Yaralanan solucanların kök hücreleri ise kendi ölümlerini geciktirerek önce yaralanmanın etrafında toplanıp müdahale etmeye başladılar.

"Hayvanlarda radyasyona maruz bırakıldıktan hemen sonra bir yaralanma gerçekleşirse, radyasyon nedeniyle meydana gelen kaçınılmaz hücre ölümünün önemli

bir süre geciktirilebildiğini gösterdik" diyor Shiroor. Çalışmanın bulguları, kanser araştırma ve terapilerinde, özellikle kemoterapi ve ameliyat seçeneklerini değerlendirmede önemli faydalar sağlayabilir. Shiroor, yaralanma anında planarya kök hücrelerine radyasyona karşı koymak için nasıl bir sinyal gönderildiği anlaşılabilirse, memelilerle –olası ortak genleri ortaya çıkarılarak mevcut tedavi yöntemlerini daha da geliştirmenin mümkün olabileceğini düşünüyor.

Planaryalar, insanla benzerlikleri nedeniyle temel araştırmalarda sıklıkla kullanılan bir grup. İnsanlar gibi onlarda da kök hücreler; benzer organlar ve genler bulunuyor; ancak planaryalar, kök hücrelerinin yüksek boyutta olması ve insandaki iyileşme sürecini karmaşılaştıran sofistike bir bağışıklık sistemleri bulunmaması nedeniyle yaralanmalara çok daha hızlı ve başarılı tepki veriyorlar.

"Bu, kök hücre üzerinde hem yaralanma, hem de radyasyonun etkilerini anlama sürecini daha basit hale getiriyor ve memelilerde olduğu gibi yaralanmaya bağlı enflamasyon gibi paralel süreçlerle uğraşmak zorunda kalmadan, doğrudan odak üzerine çalışmayı kolaylaştırıyor" diyor Shiroor. Araştırmacılar, planaryalardaki gibi sistemlerde bulunan ve yaralanma durumunda kök hücrelere etki eden mekanizmaları anlayarak, bu bilgileri insanda da benzer tepkiler vere-



▲ **Planaryalar, son derece güçlü bir yenilenme yeteneğine sahip. Bazı türleri, ortadan ikiye bölündüklerinde bile kendilerini tamir ederek yaşamayı sürdürüyor.**

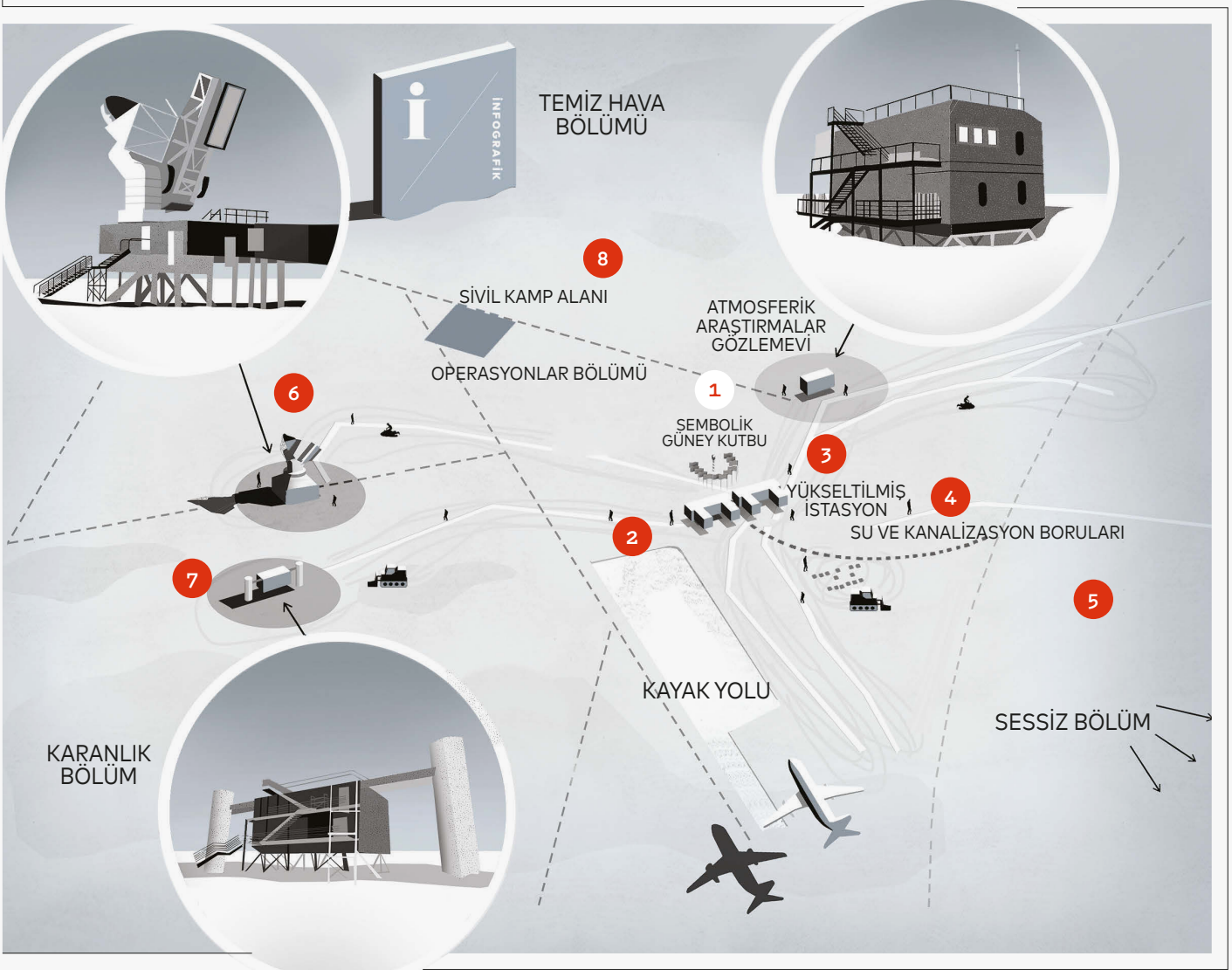
bilecek kök hücreler geliştirmekte kullanabilmeyi umuyorlar. Planaryaların kök hücrelerini kullanarak iyileşme ve yenilenme yöntemleri, farklı araştırma laboratuvarlarında değişik yöntemlerle zaten çalışılıyor; ancak Shiroor ve ekibinin dahil olduğu Adler Laboratuvarında yaralanma ve radyasyon aynı anda kullanılarak kök hücrelerin yeni bir tepki davranışı ortaya çıkarıldı. Shiroor, bir sonraki adımda baskı altındaki kök hücrelerin bir yaralanmadan nasıl haberdar olduklarını ve diğer hücrelerin bu noktada başka görevler üstlenip üstlenmediklerini incelemeyi planlıyor: "Kök hücrelerin radyasyon ve yaralanma sonrası yaşam sürdürmesini sağlayan önemli bir geni tanımlamayı başardık ve bunu ileriki çalışmalar için bir basamak olarak kullanmayı planlıyoruz".

UZAKLAR

## Dünya'nın kenarındaki laboratuvar

1911 YILINDA NORVEÇLİ ÜNLÜ KAŞİF Roald Amundsen' in gezginlerden oluşan takımı, Güney Kutbu'na ulaşan ilk insanlar oldu. Burada bir haftadan daha az kaldılar. Ama günümüzde dünyanın en izole bölgesi olan bu bölge, yıl boyunca birçok kişiye ev sahipliği yapıyor. Amundsen-Scott Kutup İstasyonu, dünyanın en alt kısmında yer alır

ve insanlardan uzak olması nedeniyle bilim adamlarının dünyanın başka yerlerinde bu şekilde çalışılması imkansız olan; sismoloji, hava kalitesi, evrenin oluşumu gibi alanlarda çalışmalarına olanak sağlar. Aşağıda dünyanın en ileri araştırmalarını yürütmek için bu zorlu iklimle nasıl baş ettiklerini öğrenebilirsiniz.



### 1/Sembolik Güney Kutbu

Bu bölgenin coğrafi olarak kesinliği yok. Üzerinde bulunan her şeyle birlikte Doğu Antartika Buz Sayfası her yıl Weddell Denizine doğru 10 metre ilerliyor ve dekoratif olarak konulan bayrak direğini Dünya'nın coğrafi olarak belirlenen en alt noktasından uzaklaştırıyor.

### 2/Kayak Yolu

Askeri uçaklar uzayda yol alabilmek için kayak ve roketlerle donanımlıdır ve güney yarımkürede yaz olduğunda araştırmacılarını getirip götürürler. Ama sıcaklıklar düştüğünde ve güneş ışıkları gelmediğinde buralar tamamen izole olur.

### 3/Yükseltilmiş İstasyon

Ana bina sadece yurt olarak kullanılmıyor burada aynı zamanda yiyecek yetiştirmek için sera ve soğuk günlerde ısınmak için sauna var. Yapı alttan kar yığınlarının geçmesini sağlayan hidrolik kazıkların üstünde ve çok fazla kar birikintisi olursa bu kazıklar istasyonu yükseltiyor.

### 4/Su ve Kanalizasyon Boruları

Buzun 12 metre altına kazılmış yalıtımlı borulardan oluşan tüneller, üssün elektrik santrali tarafından eritilen taze suyu yukarıya taşıyor. Kuyu kurduğunda uzağına yenisi yapıldı ve eskisi kanalizasyon çukuru olarak kullanılıyor.

### 5/Sessiz Bölüm

Yüksek izolasyon burayı var olan en sessiz dolayısıyla da en hassas istasyonu yapıyor. Buzun yüzlerce fit altında gömülü olan aletler Dünya boyunca dalgalanan sismik dalgaları izliyor bu da bizim kıtaların nasıl hareket ettiğini anlamamıza yardımcı oluyor.

### 6/Karanlık Bölüm

Kutuplar soğuk-kuru havası, yüksek rakımı ve Dünya'nın eksenindeki sabit yeri nedeniyle gece gökyüzünü incelemek için ideal. Nitekin Güney Kutbu Teleskobunun 10 metrelik aynası, büyük patlamadan kalan radyasyonları yakalamayı başarmıştı.

### 7/Buz Kübü Gözlemevi

Yeraltındaki sensörler atom ve nötrinoların ya da yüksek enerjili atom altı parçacıkların çarpışmalarını yakalıyor. El değmemiş kutup buzlarındaki su moleküllerinin mükemmel dizilimi sayesinde bu çarpışmalardan açığa çıkan izler net şekilde gözlemlenebiliyor.

### 8/Temiz Hava Bölümü

Güney Kutbu, hava kirliliğinden uzak olması nedeniyle Dünya'nın atmosferik koşullarıyla ilgili ölçümlerin yapılması için ideal bir yer. Bu laboratuvaradaki sensörler, iklim değişikliğine karşı yol kat etmemiz için belirlenmesi gereken sera gazlarıyla ilgili kesin ölçümler alıyor.



# > INFOGRAFİK

ZAMANDA YOLCULUK

## Bronzu seçmek

GRACE WADE /

İLLÜSTRASYON WES L COCKX

**YAKLAŞIK 10,000 YIL ÖNCE** atalarımız ok ve baltalarını biçimlendirecek daha iyi bir materyal olan bakır keşfetmeden önce taşlar kullanılan en ileri malzemeydi. Arkeologlar bakırın insan eliyle değiştirilen ilk metal olduğuna inanıyor ve

o zamandan beri de bakır bir sürü önemli buluş yapılmasını sağlamış. Şimdi dünyada en çok kullanılan üçüncü metal. Bu altı teknoloji, bakırın binlerce yıldır hayatımızı nasıl şekillendirmeye yardımcı olduğunu gösteriyor.



### Metalurji

Şu ana kadar çıkarılmış en eski metal obje, Orta Doğu'da bulunmuş M.Ö. 6.000'lere ait olan küçük bir bakır parçası. Genelde doğada başka metallerle karışmamış saf bir şekilde bulunduğundan bakır, insanların metalleri işleme süreci olan metalurjiyi keşfetmesi için idealdi. Bakırın işlenmesi ilk toplumlara balta ve ok gibi daha ağır, güçlü aletleri kullanma imkanı sağladı.



### Tunç

Bakır oldukça yumuşak bir metal ama diğer metallerle karıştırılıp daha güçlü alaşımlar elde edilebilir. M.Ö. 3000 yılı civarı Sümerler bakır kalayla karıştırarak daha güçlü, kalıba dökmesi daha kolay ve saf elementlerden daha keskin kenarlara sahip olan tuncu elde ettiler. Karışımlar saf elementlerden daha kesin yapıdadırlar çünkü farklı iki boyuttaki atomları birleştirince, birbirleri üzerinden kayarak geçmeleri zorlaşır.



### Para Çağı

Modern zamanda kullanılan bozuk paralar sadece yüzde 2,5 bakır içerir geri kalanı çok daha ucuz olan çinkodan yapılır ama bazı bilinen en eski paralar, yüzde 95'i bakırdan oluşan tuncdan yapılmıştır. Bakır aşınma dayanıklılığı sağlar, elden ele geçtikçe şeklini kaybetmez. Ayrıca yapısal özellikleri, sembollerin ya da dönemin liderlerinin kabartmalarını yaparken kolaylık sağlar.



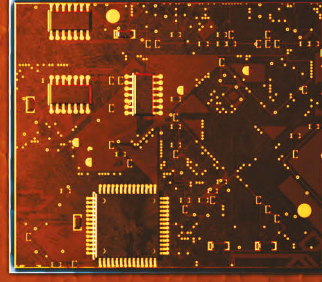
### Antimikrobiyal Yüzeyler

Bakır, birçok tek hücreli canlı için toksik bir maddedir ve ancak en iyi antibiyotiklerle kurtulabileceklerimiz de dahil olmak üzere çok fazla mikrobu iki saatte kısa sürede öldürebilir. Bazı hastaneler bu özellikten, yatak başlarını ve kapı kollarını bakırdan yaparak yararlanıyor. Eskiden doktorlar bakır tozunu kulak enfeksiyonlarında ve yanıklarda kullanırlardı.



### Bakır Çatılar

Binaların üst kısmını kapatmak için M.Ö. 3. yüzyıldan beri bakır kullanılır. Buna Panteon gibi yapılar da dahildir. Materyal, açık havaya maruz kalınca kimyasal tepkimeye giriyor ve yeşil bir dış tabaka oluşturuyor. Bu da sadece güzel bir renk olmakla kalmıyor bir de aşınmayı önüyor.



### Elektrik

Bakır gümüşten sonra en iyi ikinci elektrik iletkeni olmakla kalmıyor aynı zamanda çok kolay şekillenebilir yani kırılmadan incecek tellere ayrılabilir bir yapıya da sahip. Alessandro Volta'nın pili icat etmesinden bu yana bakır kablolar; devre kartlarından internete bağlanmamızı sağlayan elektrikle ilgili her şeye kadar son derece gerekli.



# Sözelci misiniz yoksa sayısalcı mı?

Tarihi değiştiren zihinlerde ne vardı dersiniz? Hukuk mu, felsefe mi, tarih mi yoksa matematik mi?

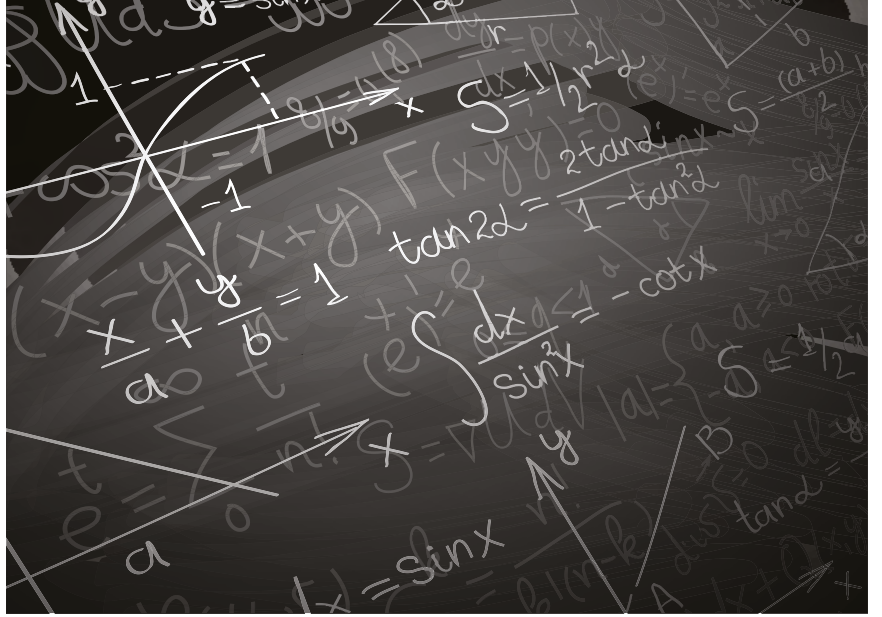
DR. BURAK KARABEY\*

Matematik, ona ilgi duyan herkese kapılarını cömertçe açmış, kişinin bu dili nerede ve nasıl öğrendiğine bakmaksızın, sadece ne kadar emek sarf ettiği ile ilgilenmiştir. Sarf edilen her emek ise matematik karşısında er ya da geç değerini görmüştür. Ancak zihinsel bir emek sarf etmeden matematiksel bilgiyi deha olsanız bile yeterli düzeyde edinemezsiniz.

Gottfried Leibniz, bir üniversite kasabasında dünyaya geldi, babası hukukçu ve felsefe profesörü olarak görev yapıyordu. 6 yaşında iken babasını kaybetti, 17yy'da böylesine kıymetli olabilecek bir mentoru erken kaybetmek, hayattaki en büyük şanssızlıklarından biri olsa gerek. Ancak içinde durdurulamaz bir öğrenme isteği vardı ve büyümüş de küçülmüş tabirine uygun şekilde davranışları ile etrafın ilgisini çekiyordu. Henüz 8 yaşında iken Titus Livius'un Roma tarihinin resimli bir kopyasını, önce Latince ardından durdurulamaz merakı ile Yunanca olarak erken bir yaş sayılabilecek 12'sinde bitirdi. Bu ilgi ona, daha önce kilitli tutulan babasının kütüphanesine erişim hakkı kazandırdı ve böylece tam anlamıyla bir kitap kurdu gibi tarih, felsefe ve edebiyatın klasikleri ona apayrı bir yol açtı. Yetişkinliğinde o zamanları şöyle aktarıyordu: "Ben çok küçükken düşünmeye başladım ve 15 yaşından önce ormanda kendi kendime uzun yürüyüşler yapıyor, Aristo ile Democritus'un ilkelerini karşılaştırıyordum."

## BASAMAKLARI KOŞAR ADIM TIRMANAN BİR DÂHİ

Tabi ki böylesine bir merak duygusu 17yy'da üniversiteye erken yaşta kabul ve ilerleme ile sonuçlandı. Dola-



yısıyla 17 yaşında üniversiteden mezun oldu. Ancak matematik merakı hiçbir zaman azalmadı. Yazları üniversitelerin yaz okulundan matematik dersleri almayı ihmal etmiyordu ama hedefinde hukuk vardı. Yüksek lisansını hukuk alanında tamamladı ve tezi temel felsefeyi de içerdiğinden, üniversitede felsefe bölümünde öğretim görevlisi olarak işe başladı ve bu sırada yaşı sadece 20'ydi. Doktorasını 1 yılda bitirdi ama bu arada Ars Combinatoria (1666) başlıklı, hukukta mantıksal çıkarımlar yapmak amacıyla permütasyon ve kombinyasyon teorilerini içeren makalesini yazdı. Ancak bu yazı matematik açısından çok da yeni değildi. Sonraki yıllarda bu makalesi için matematik açısından "okul dışındaki genç bir adamın çalışması" olarak bahsetti. Doktora derecesini hukuk alanında aldıktan sonra devletin çeşitli kademelerinde tarihçi, hukukçu, felse-

fecisi ve düşünür olarak görev aldı. Yaşadığı yıllar Avrupa tarihinin en kanlı savaşlarından biri olan 30 yıl savaşları sonrası olduğu için matematik çalışmaya hemen hemen hiç vakti kalmıyordu. 30'lu yaşlarında matematik bilgisini artırmak için Pascal ve Descartes'in eserlerini -bu eserler kendi bilgi düzeyinin çok üstünde olsa bile- öğrenmeye verdi. Bu süreçte kendisini öylesine kaybetti ki, kısa zamanda olgun bir matematikçiye dönüşmeyi başardı. Daha sonraları Pascal'ı okurken "Birdenbire gelen bir ışıkla aydınlandığını" yazmıştır. Böylesine bir konsantrasyon ile analizde ilerledi ve kendi adıyla anılan alterne serileri elde etmeyi başardı. Ancak en büyük zaferi bu olmayacaktı. Bir yandan devletteki görevine devam ederken, felsefe, hukuk, tarih ve matematikle ilgili çalışmalarını da sürdürüyordu.



## MATEMATİK VE FİZİĞİN BÜYÜK BULUŞMASI: CALCULUS

Bu arada İngiltere kraliyet akademisinde Newton, buluşları ve çalışmalarını ile ün salmıştı ve Calculus (Analiz) konusunda çalışmalar yaptığını ortak bir mektup arkadaşları sayesinde Leibniz de öğrenmişti. Kendisi de eğriler üzerine yoğun çalışıyor ve günümüz fizik alanının gelişmesine en çok destek sağlayan teğet konusunda çalışmaya çalışıyordu. Bu arada Newton, Leibniz'e ileilmek üzere iki mektup yazdı ve bu mektuplar Analizde neler geliştirdiğini kısmen gizli bir şekilde içeriyordu. Aslında Newton bu yazışmaları yapmak istememesine rağmen ortak arkadaşlarını kırmamış ve mektupları yazmıştı. Ancak böylesine önemli bir teori kimseye açık açık yazılmamalı, başarı paylaşılmamalıydı ve mektuplarında Latince bir anagram ile özü anlatmaya, başka bir deyişle gizlemeye çalıştı.

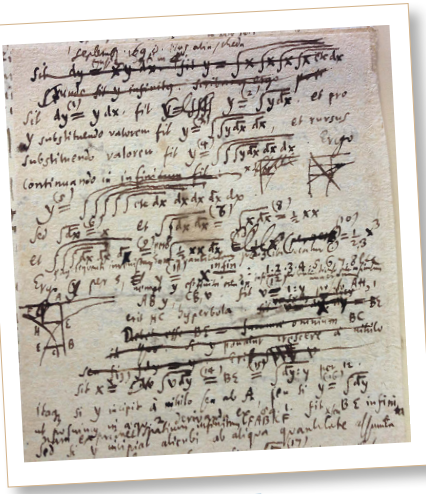
6accdae13effi3l9n4o4qrr4s8t12vx  
(Newton'un mektupta yazdığı anagram)

"Değişkenleri ve tersini bulmak için verilen herhangi bir sayıdaki değişken niceliği içeren denklem"

Leibniz ise başka ve eş zamanlı bir yöntem bulunduğunu iddia ediyor, açık yüreklilikle de yaptıklarını paylaşıyordu. Bilim tarihin en büyük kavgalarından bir tanesi yavaş yavaş ortaya çıkmaya başlamıştı. Newton; tarihin en önemli kitaplarından biri olan "Principia"sının ilk baskısında Leibniz'den şöyle bahsetmişti:

En mükemmel Geometri G.W. Leibniz ile benim aramda on yıl önce geçen mektuplaşmalarda, maksimum ve minimum belirleme, teğeti çizme vb. konuları bildiğimi gösterdiğimde ve bunu harflere aktararak gizlediğimde... En seçkin adam benzer bir şekilde bir yöntemle karşılaştığını yazdı ve yöntemini bildirdi, benimkinden hemen hemen hiç farkı yoktu, semboller ve kelimeleri hariç.

Bu ilk baskıdaki dokundurmadan sonra, ikinci ve üçüncü baskılarda Leibniz'den hiç söz etmemeye karar



Leibniz'in integral ve diferansiyel işareti ilk kez kullandığı notlarından

veren Newton, ona resmen savaş açtı diyebiliriz. Bu büyük tartışma ve Analiz'i kimin bulduğu konusu, Leibniz öldükten sonra bile devam etti. Burada detaylarına giremeyeceğiz, meraklı okuyucuların bu bilimsel savaşın detaylarını okumalarını öneririm.

## SÖZELCİ VE SAYISALCI DİYE BİR AYRIM VAR MI?

Leibniz, Newton'la birlikte, matematikte türev ve integral sembollerini ilk kullanan, teğet problemini çözen ve anlamlandıran kişi olarak kabul edilir. Yaptığı çalışmalar, fizik ve matematik alanında inanılmaz derecede çığır açıcı bir yapıyı oluşturmuş, matematiğin fiziksel alanda kullanımı konusunda kapıları sonuna kadar açmıştır. Yüzyıllar sonra, Einstein'ın yakın arkadaşı ve matematiğin soyut alanında çığır açmış zihinlerinden Kurt Gödel'in Leibniz takıntısı çok ünlüdür. Leibniz'in muazzam yetenekleri ve matematiksel becerisiyle büyülenmiş gibidir. Gödel'in Leibniz için, "Birileri onun yazılarını daha fazla okumayalım, insanlık daha zeki olmasın diye yok etmiştir." diyerek hayranlığını dile getirmiştir. Böylesine büyük ve önemli bir matematik zihninin yaşam hikayesinde okul hayatının tamamının sözel bölümler olarak adlandırdığımız felsefe, hukuk ve teoloji ile başlaması da oldukça enteresandır.

## ÖNYARGILARI KIRMAK ATOMU PARÇALAMAKTAN ZOR

Matematik ile ilgili, büyük ihtimal okul yıllarındaki kötü deneyimler-

den dolayı en çok duyduğumuz ya da söylenen sözlerden biri, "Ben sözelciyim, matematik hiç bilmiyorum, yapamıyorum ve öğrenemem." olmuştur. Her şeyden önce belirtmek gerekir ki, bilişsel yapımızın temelinde sayı, uzam, nesnelere, eylemler ve sosyal çevremiz olmak üzere beş tane bileşen yer alır. Biliş sisteminin beş parçasının ikisini matematiksel yapıların oluşturuyor olması, aslında insanın fizyolojik olarak öğrenmesinin temelinde matematiksel yapıların olduğunun bir göstergesi sayılabilir. Erken dönemde çocukların okuma yazma öğrenmeden önce şekillere (uzam) ve sayılara olan ilgisi, ritmik sayma gibi işlemleri erken yaşlarda yapabilmeye çalışmalarını temel olarak bilişsel yapımızın çalışmasına bağlayabiliriz. Örüntülerle öğrenen bir biliş yapısına sahip olmamızın da matematiği ve teknolojiyi geliştirdiğini rahatlıkla söyleyebiliriz. Hatta 1980'den sonra hızlanan teknolojik gelişmelerle, "Matematik nedir?" sorusuna "örüntülerin bilimi" denilmesi, büyük verinin ve bu veriden elde edilen örüntülerin günümüz dünyasında yoğun kullanılıyor olması, aslında zihnimizin öğrenme biçimini bir hayat biçimine dönüştürme çabamız olarak görülebilir.

## TRAVMANIN SEBEBİ MATEMATİK DEĞİL

Sayılarla olan erken çocuklukta doğal ilginizin, sonraki okul yıllarında buhran durumlarına dönüşmesinin, zihninizin matematik öğrenememesi ile alakası olmadığını belirtmek isterim. Bu durum aslında matematik öğrenme yönteminiz, ortamınız veya ilginizle yoğun alakalıdır. Her insan matematik öğrenebilir ve doğal olarak bunun düzeyi farklılık gösterir. Matematik öğrenmenin de birçok değişken gibi normal dağılım eğrisine uyduğunu söylememiz pek de yanlış olmaz. İnsanların yaklaşık %5'i diskalkulik bireylerdir ve temel hesaplama işlemlerinde ciddi hatalar yaparlar. Nitekim bu bireyler

bir tür öğrenme bozukluğuna sahip olarak adlandırılır. Diğer yandan nüfusun %45'i matematik öğrenmekte genel olarak zorlanır ve %45'i ise matematiği ortalama düzeyde öğrenebilir. Geriye kalan yaklaşık %5'lik kısım ise matematiği çok üst düzeyde öğrenebilir, bu alanda çalışabilir ve ürünler ortaya koyabilir. Bu durumda kabaca tüm insanların matematik öğrenebildiğini görmekteyiz. Peki neden matematik yapmamak ya da yapamamak "sözelci" olarak adlandırılır?

"Sözelci" tanımı sınav sistemlerimizin bize hediyesi olarak tarafımızdan oluşturulmuş bir genellemedir ve tam olarak ne anlama geldiği de belli değil aslında. Mesela "sözelci" matematikle ilgili olmayan alanları içeriyorsa coğrafya, felsefe, psikoloji ve hukuk da dahil olmak üzere (bazıları eşit ağırlık olsa da geçmişte sözel puanı) "sözelci" olarak alınabilir. Leibniz, söz konusu bu alanlardan hukuk, tarih ve felsefe alanlarında üst düzey performans göstermiş, yayınlar yapmış hatta doktora derecesine sahip olmuştur. Tüm eğitim hayatını sözel bir perfor-

mansla geçiren birinin matematik ve fizik alanının en ünlü buluşlarından birine imza atması "sözelcilikle" nasıl açıklanabilir?

Leibniz örneğini bir kenara bırakırsak, saymış olduğumuz "sözel" alanlar yoğun bir şekilde matematiksel bir zihne ve algoritma yapısına ihtiyaç duyar. Coğrafyanın alt alanları olan fiziki, beşerî, ekonomik ya da bölgesel coğrafyanın hemen hepsinde matematiksel denklemler, ölçümler ve hesaplamalar yer alır. Ya da felsefe okumaya gittiğinizde karşınıza matematiksel bilginin temelleri olan mantık ve hesaplamaları sizi karşılar. Hatta sembolik mantık, matematikle karşılaştırıldığında hiç de kolay değildir. Psikolojide ise istatistik ve grafik bilgisine ve yorumlama becerisine sahip olma zorunluluğunuz vardır, hukuk alanında kullanılan ya da geliştirilen argümanların hepsi temel akıl yürütme ve mantık süreçlerine dayanır. Hatta hukukun ekonomik işlerle ilgilenilen kısmı olan ticaret hukukunun, oranlar, faizler, denkleştirmeler (eşitlik) ve hesaplamalar

içerdiğini rahatlıkla söyleyebilirim. Diğer sözel puanla alan bölümleri de incelediğinizde benzer durumları görebilirsiniz. Bu anlamda üniversite sınavında "sözel" bölüm seçmeniz, sizi matematiğin hesap kısmından uzak tutamaz. Matematikteki örüntüleri, akıl yürütmeleri ve günümüz koşullarında algoritmaları düşünürseniz, bu sistemden uzak kalmanız zaten mümkün değil.

Matematiksel düşünme her yaşta geliştirilebilir, öğrenilebilir ve öğretilir. Tarihte birçok kişi bu özelliklerle karşımıza çıkmakta. Burada asıl olan, okul yaşamında matematikten çocukların kopmamasını sağlayan, etkin-yetkin öğretmenler ve ailelerle birlikte olabilme fırsatını çocuklara sağlamaktır. Bu ortam sağlandığında, "sözelciyim" gibi matematikten kendisini uzaklaştırmaya çalışmak yerine, ihtiyacı olan ve gereksinimlerini matematikte istediği düzeyde karşılayabilen bireylerin çoğunlukta olduğu bir topluma ulaşabiliriz.

Matematik yapmakla ve sevgiyle kalın.

## POPULAR SCIENCE YOUTUBE KANALI AÇILDI!



[YouTube.com/PopularScienceTR](https://www.youtube.com/PopularScienceTR)



**Hemen üye ol  
her hafta harika  
bilim videolarını  
KAÇIRMA!**



okut,  
üye ol,  
bildirimleri aç,  
izle!



# COVID-19 ve artan stres yükümüz

Dr. Alp Sırman

**BU AY COVID-19 PANDEMİSİ SIRASINDA VE SONRASINDA YAŞAMIMIZDA OLACAK DEĞİŞİKLİKLER VE BUNA BAĞLI ARTAN STRES DÜZEYİNİ NEDENİ İLE STRESİN VÜCUDUMUZDA ÖZELLİKLE BAĞIŞIKLIK SİSTEMİMİZE ETKİSİNİ MERCEK ALTINA ALIYORUZ.** Kısaca Stresten söz edelim. Hepimiz stres sözcüğünü sık sık kullanıyoruz ama stres kelimesi yaşamımıza ne zaman girdi önce onu görelim.

## TARİHÇE

Stres konusunda ilk araştırmalar, Hans Selye tarafından yapıldı. Hans Selye harika bir bilim insanı idi, fareler üzerinde değişik vücut organlarından elde ekstralarının etkilerini araştırıyordu. Bu deneylerde kullandığı farelerde pankreas ekstrelerinin damar etkilerini araştırırken farelerde damar sertliği ve midede ülser olduğunu fark etti. Bulguları çığır açıydı. Pankreas enzimlerinin ülser ve damar sertliğine yol açtığını düşündü. Hemen kontrol grubundaki fareleri de kontrol etti. Ve



Hans Selye. Stresin babası



sürpriz! Kontrol grubunda da aynı etkiler vardı. Yani sebep verdikleri ekstre değil farelerin bu deneyler sırasında yaşadıkları çeşitli enjeksiyonlar, yakalanma veya kafeste olmaları sırasında gördükleri travmalar idi. Hans Selye bunu bir adaptasyon reaksiyonu olarak tanımladı ama ardından bu tanıma stres reaksiyonu adı verildi. Selye, bu araştırması ile Nobe'le aday gösterildi ise de hiçbir zaman Nobel ödülü almadı. Fakat Nobel alamamış olması başarısını küçültmedi. Selve, çağımızın en önemli sorunu stres in babası olarak bilindi.

## STRES NEDEN BU KADAR YIKICI?

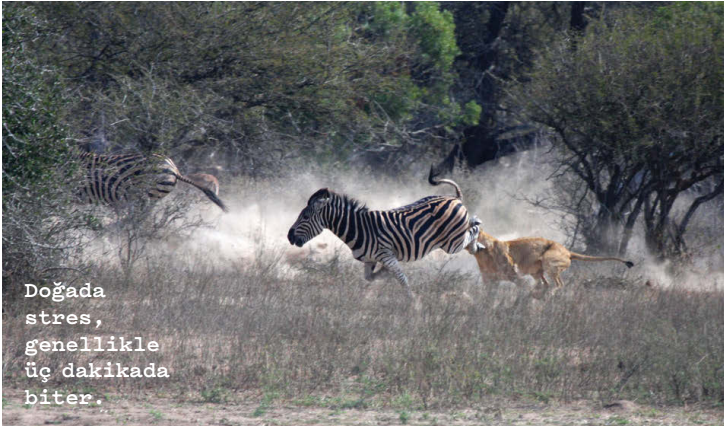
Nedir stres ve sağlığımıza neden bu kadar zarar veriyor? Stres reaksiyonu hayatımızı tehlikeye sokan, hoşlanmadığımız bir duruma karşı vücudumuzun geliştirdiği bir nöroendokrinolojik tepki zinciridir. Doğada stres reaksiyonu uzun sürmez. Nitekim hayvanlar aleminin %99'unda strese yol açan durumun başlaması ve bitmesi arasında geçen süre 3 dakikayı geçmez. Bir aslan bir zebra'yı kovalar, bir timsah su için bir manda sürüsüne saldırır stres reak-

siyonu başlar ve biter.

Bu stres reaksiyonunun uzun sürdüğü ve aynı etkilerin insana benzer olduğu bir diğer memeli türü Afrika babunlarıdır. Afrika babunları oldukça sosyalleşmiş kendi içlerinde hiyerarşik yapıları bulunan sosyal bir yapıya sahiptirler. Peki bu babunların stres ile karşılaşmalarına yol açan etken nedir? Açlık mı? Hayır, tam tersi babunlar günün sadece 3 saatini harcayarak yiyecek ihtiyaçlarını giderebiliyorlar. Bu babun türünün en fazla stres yaşayan tür olmasının nedeni, sosyalleşmenin getirdiği hiyerarşi ve bunun sonucunda oluşan sosyal stres.

Görece üst seviyede olan babunlarda stres daha az iken, alt düzeyde olan maymunlarda stres ve strese bağlı hastalıklar çok sık görülmekte. Üst düzey babunlarda dopamin reseptörleri de daha fazla bulunduğundan yaşamdan aldıkları keyif de daha yüksek. Bu da insanlarda yapılan araştırmalar ile benzerlik gösteriyor.

İngiltere'deki Sosyal Hizmetler kurumunda çalışan bireyler üzerinde



Üst düzey ve alt düzey maymunların beyinlerinde dopamin etkisi



Doğada stres, genellikle üç dakikada biter.

yapılan Whitehall araştırmasında, hep-si eşit biçimde beslenen, benzer yaşam koşullarına sahip kişilerde alt düzeyde çalışanların daha fazla strese maruz kaldıkları ve sonuç olarak daha fazla strese bağlı hastalıklar görüldüğü, bu durumun Babun sürüsündeki verilerle de benzeştiği gözlemlendi.

## STRESE BAĞLI HASTALIKLAR NEDEN OLUR?

Bunu açıklamak için önce strese neden olan durumun oluşturduğu hormonal etkiden söz edelim. Adrenalin veya epinefrin ile kortizol, stres reaksiyonunun önde gelen hormonları olarak bilinir.

Bütün bu hormonların salgılanması, tehlikeden uzaklaşmak için kullanacağımız kaslarımıza gereken daha fazla oksijen, daha fazla glukoz teminine yöneliktir. Yazının başında da belirttiğimiz gibi bu durum hayvanlarda ortalama üç dakika sürer. Aslına bakarsanız kısa süreli stresi sevebiliriz de. Bungee Jumping, lunapark-

lardaki roller coaster trenler, korku tünelleri, hepsi kısa süreli stresin yol açtığı duygulardan hoşlanmamızın sonucunda yapıyor ama uzun süreli ekonomik güçlükler, iş kaybetme korkusu, okul, sınavlar gibi onlarca sorun aynı bir aslanın kovalamasında olduğu gibi tehlike hissini doğurarak benzer biçimde adrenalin ve kortizol hormonlarının salgılanmasına yol açar. Fakat burada önemli bir fark vardır. Bu defa bu durum 3 dakika değil 30 yıl bile sürebilir. Peki bu hormonların etkileri nelerdir, kısaca gözden geçirelim.

**Obesite:** Özellikle karın çevresinde kortizol etkisi ile salgılanan Neuropeptid Y yağ birikimi meydana gelir. Bu yağ sadece bir yağ deposu olmayıp sitokin adı verilen enflamatuar maddeleri salgıladığından tüm vücudumuza zarar verir.

**Hipertansiyon:** Sürekli artan adrenalin düzeyi devamında, insülin direnci de strese bağlı damar sertliğinin ne-

denlerinden biri olarak hücre hasarına yol açar,

Stres aynı zamanda beyinde öğrenme ve hatırlama ile ilgili hipokampus bölgesinde de hücre hasarına yol açar. Bu durum sadece stres altındaki kişilerde değil hastalıkları nedeni ile sürekli kortikosteroid kullanan kişilerde de görülür.

Stres altındayken vücuttaki tüm tamir işleri durur. Kolajen yapımı durur, cildimiz sarkar, saçlarımız dökülür, mide ve bağırsaklarımızda stres ülserleri meydana gelir.

Dahası en fazla hücre çoğalmasına ihtiyacımız olan bağışıklık sistemimiz de bu durumdan olumsuz yönde etkilenir. Hücresel bağışıklığımız azalır, bu durum enfeksiyonlara karşı direncimizi azaltır ve böylece daha kolay hastalanırz,

**İlginc bilgi:** Stres, enfeksiyonları artırırken sanıldığı gibi kansere yol açmaz.

## Bunca soruna yol açan stresi azaltmanın yolları ise:

- ▶ Önce yaşanan çevrenin sağlıklı, temiz hareket edilebilir yürünebilir olması şart.
- ▶ Toplumda sosyoekonomik durum iyileştikçe stres azalır.
- ▶ Yeterli ve düzenli uyku stresi azaltmakta çok önemli etkiye sahip.
- ▶ Sağlıklı beslenme ve sosyal aktiviteler de strese azaltmakta çok önemli.
- ▶ İyi bir özel ilişki ve iş yaşamındaki sorunların azaltılması da stresi azaltacak etkenlerden.
- ▶ Mucize besinler veya ilaçlar, bu önlemlerin arasında bulunmuyor.

Sağlıklı stressiz bir ay dilerim. Bilimden ayrılmayın.



Kısa süreli stresi seviyoruz.



# Ticari Roketle İlk İnsanlı Uzay Yolculuğu

GEÇEN AY NASA VE SPACEX İŞ BİRLİĞİ İLE TARİHİ BİR UZAY YOLCULUĞUNA ŞAHİT OLDUK. FIRLATMA, NASA TARAFINDAN BÜYÜK BASIN KONFERANSLARIYLA HALKA DUYURULDU.

—  
Dr. Umut Yıldız\*

DRAGON CREW DEMO-2 FIRLATMASI (NASA/SPACEX)



**AMERİKA BİRLEŞİK DEVLETLERİ İÇİN UZUN SÜREDEDEN SONRA, ABD TOPRAKLARINDAN YENİDEN UZAYA İNSAN GÖNDERİLDİĞİNDEN DOLAYI ÜLKE İÇİN ÖNEMLİ BİR OLAY.** Burada şunu düşünebilirsiniz; Amerika zaten uzaya insan göndermiyor muydu, neden bu fırlatma bu kadar önem kazandı? Farklı bir bakış açısıyla bakarsak, bu fırlatmanın insanlık için ayrı bir önemi var. İlk defa bir özel şirket (SpaceX), uzaya insan gönderme yetisi kazanmış oldu. Dolayısıyla yakın gelecekte, uzaya daha ucuz ve kolay gitmenin yolu böylece açılmış oldu diyebiliriz.

## ABD NEDEN İNSANLI UZAY YOLCULUKLARINI DURDURMUŞTU?

Burada biraz uzay çalışmalarının tarihinden bahsetmeliyiz. Elbette Amerika topraklarından uzaya defalarca astronot gönderildi. 12 Nisan 1961'deki Yuri Gagarin'in ilk insanlı uzay yolculuğunun hemen ardından buna cevap olarak ABD, 5 Mayıs 1961'de Alan Shephard'ı uzaya göndermişti. Sadece 15 dakika uzayda kalan Shephard'ın ardından geçen yıllar içinde hem roketlerle hem de sonrasında uzay mekiği programıyla yüzlerce Amerikalı astronot yüzlerce kez uzaya seyahat etti.

İnsanlı Ay yolculuklarının 1972'de sona ermesinin ardından, soğuk sa-

vaşın yakın yörüngede devam etmesi gerektiğini düşünen Sovyetler Birliği ile ABD, Dünya çevresinde yörüngeye soktukları uzay istasyonları ile bir nevi ileri karakol görevi yaparak, uzaydan diğer ülkeleri gözlemek istemişlerdi. Sovyetler'in Salyut uzay istasyonları bu konuda büyük çalışmalar yaptı.

1972'de başlayan ABD'nin Uzay Mekiği programı, ilk insanlı uçuşunu Columbia ile 1981'de yapmıştı. Toplamda 5 adet olan ve o zamanların uzay taksisi diyebileceğimiz bu mekikler, 133 kez uzaya çıkarak birçok uydu, teleskop, gezegenlerarası uzay araçları yanında Uluslararası Uzay İstasyonu'nun da parçalarını büyük oranda uzaya taşımıştı.

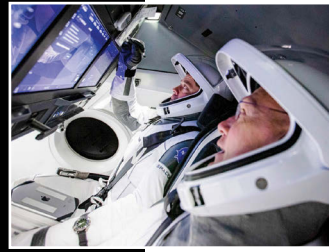
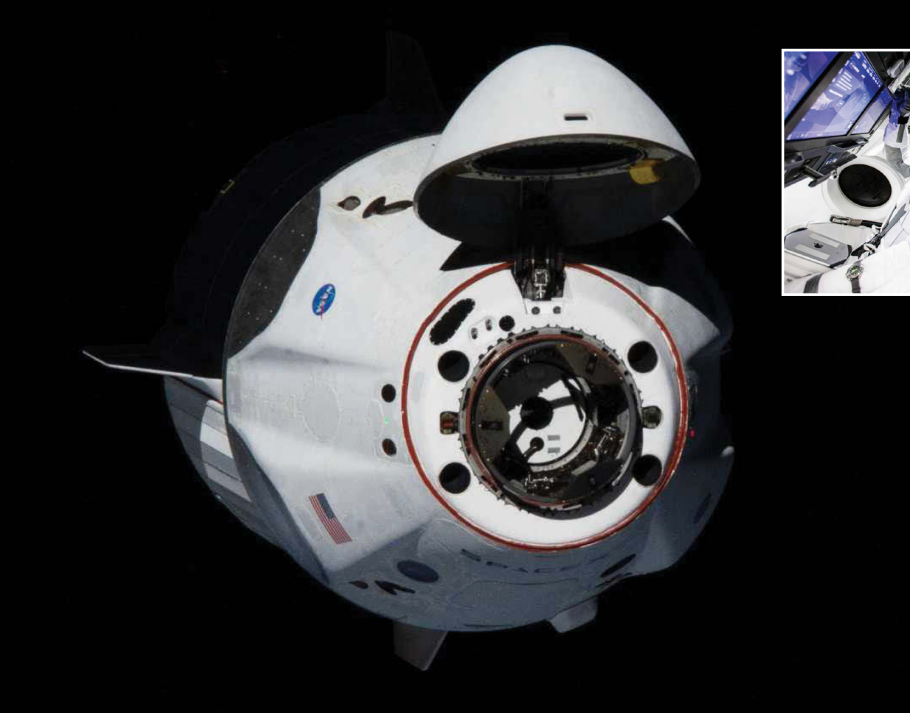
NASA ve ABD tarihi için büyük trajedi kabul edilen Challenger (1986) ve Columbia (2003) uzay mekikleri kazaları sonrası bütün program 2,5 yıl askıya alınmıştı. Güvenlik önlemleri daha da artırılarak bu çok başarılı işler yapan uzay mekikleri uzaya gitmeye devam etse de 2010'lara gelindiğinde durum değişmeye başlamıştı. Çünkü mekikler 30 yaşında araçlar olduğundan hem çok yaşlanmıştı ve hem de aynı zamanda çok da pahalıya mal oluyordu. Her bir uzay mekiği uçuşunun devlete 450 milyon dolar gibi ciddi bir mali yükü vardı. Yeni ve daha ucuz bir

yol bulunmalıydı. O nedenle uzay mekiği programı 2011 yılında Atlantis'e son uçuşu yaptırılarak emekli edildi. Geriye kalan mekikler müzelere kaldırıldılar.

## ABD'İN DİŞA BAĞIMLILIĞI

Tabii ABD, bu programı tamamen kapatmadan önce yeni bir strateji takip etmek istedi. Bu strateji de bundan sonra uzay uçuşlarının özel ticari şirketler vasıtasıyla olması idi. Ancak bu sırada ABD, elbette Uluslararası Uzay İstasyonu'ndaki varlığından vazgeçmese de uzaya astronot gönderilmesi için Rusların Soyuz aracına yaklaşık 80 milyon dolar tutan koltuk bileti parası vermek zorunda kaldı. Ruslara böyle bir konuda bağımlı olmak hoşlarına gitmese de bu durum yıllarca sürdü.

Uzay Mekiği programının sonlanmasıyla NASA, 2011 yılında ticari insanlı uzay yolculukları geliştirme adı altında (Commercial Crew Development) proje çağrısına çıktı. Amaç, bu projeye başvuran gelecek vadeden şirketlere maddi ve teknik destek vererek bu şirketlerin büyümesini ve kendi kendilerine uzaya insan gönderebilme yetisi kazanmalarınıydı. Bu sırada birçok şirket bu fonlara başvurdu. Bazıları kazandı, bazıları da



başarısız girişimler olarak tarih sahnesinde yer aldılar.

Bu başarılı şirketlerin en dikkat çekenini, belki de şirketin sahibinin popüler anlamda gündemde olmasından dolayı Elon Musk'ın SpaceX şirketi oldu.

2002 yılında kurulan SpaceX, insanlı Dragon projesinden önce, kendi Falcon roketinin bütün parçalarını kendi fabrikasında üretme özelliğini kazanmaya çalıştı. Falcon 9 roketlerinin başarısının ardından 2008 yılında, NASA'nın Uluslararası Uzay İstasyonu'na kargo göndermesini amaçlayan (Commercial Resupply Services) 1,6 milyar dolarlık çok büyük ihalesini aldı. Bu ihaleye göre istasyona 12 kez kargo götürülecekti ve neticede götürdü. Bu sırada sadece kargo göndermek için çalışmadı. Aynı zamanda insanlı fırlatmalar için planladığı Dragon Crew modülünü de geliştirdi.

Dragon Crew modülünün ilk testinin 2015 yılı içinde gerçekleşmesi beklenirken, yaşanan gecikmeler sonrası ilk demo testi 2 Mart 2019'da yapıldı (Dragon Crew Demo-1). Bu fırlatma için, kapsüle Ripley adında cansız bir manken konuldu. Onun yanına da kapsül içine sanki insan varmış gibi benzer ağırlıklar konularak test edildi. Kapsül otomatik olarak Uluslararası Uzay İstasyonu'na kilitlendi ve bir hafta sonra Uzay İstasyonu'ndan ayrılarak Florida yakınlarında suya düşürülerek başarılı bir şekilde geri döndü. Ne yazık ki, Demo-1 testinin yapıldığı

Dragon kapsülü birkaç ay sonra başka bir test sırasında patladığından dolayı yeniden kullanma imkânı olmadı.

### SIRADA DEMO-2

Uzaya kargo ya da uydu götürmenin teknik zorlukları olsa da güvenli bir şekilde insan götürüp geri getirmek çok daha zorlu bir süreç. Aşırı yüksek güvenlik önlemlerinin yanında insanların sağlıkları, psikolojileri gibi birçok farklı parametrenin de hesaba katılması gerekiyor. NASA'nın kriterlerinin yanında Federal Havacılık Yönetimi (FAA)'den de lisans alınması gerekiyor ve bu da sürecin daha da uzamasına neden oluyor.

Ruslara verilen bilet ücretinin artması bir yana, onların da Soyuz araçlarının teknolojileri de her geçen yıl eskiyor ve yakın gelecekte güvenlik tehlikesi oluşturma ihtimali artıyordu. NASA, özel girişim olan SpaceX'e işleri hızlandırması için sadece Dragon projesini geliştirmek üzere 3,1 milyar dolar ödenek verdi. Yıllar süren bu uğraşı 30 Mayıs'taki başarılı fırlatma ile taçlandırıldı.

Demo-1'de elde edilen deneyimin ardından, Dragon Crew Demo-2 adı verilen misyonla, 2 astronot Uluslararası Uzay İstasyonu'na SpaceX'in Falcon 9 roketiyle fırlatılarak kilitlendi. İnsanlı programın durdurulmasının ardından dokuz yıl sonra ABD topraklarından yeniden uzaya astronot gönderildiğinden dolayı Başkan Donald Trump da canlı izleyenler arasındaydı.

Her ne kadar araç 7 kişiyi taşıyabiliyor olsa da Demo-2 misyonunda sadece iki astronot, Doug Hurley ve Bob Behnken uzaya gönderildi. Bu astronotlar daha önceden uzay mekiği programıyla birkaç defa uzaya gitmiş olan astronotlar. Hatta Doug Hurley'in farklı bir özelliği var. Hurley, 2011'deki en son uzay mekiği uçuşu olan Atlantis'in kaptan pilot astronotuydu. Son uçuşunda Uluslararası Uzay İstasyonu'na küçük bir Amerikan bayrağı bırakıp ve bu bayrağı gelecekte buraya yeniden Amerika topraklarından fırlatılan astronot almasını demişti. Artık kaderin cilvesi mi diyelim, bu bayrağı almak 9 yıl sonra yine Doug Hurley'e düştü.

Astronotlar başarılı fırlatma sonrası 19 saatlik Dünya çevresindeki yolculuğun ardından uzay istasyonuna başarılı bir şekilde kenetlendi. Her ne kadar kenetlenmeler otomatik olsa da hem bu misyonun bir demo testi olması hem de giden astronotların deneyimli astronot olmalarından dolayı ileride otomatik kenetlenmede bir sorun olduğunda bunu çözebileceklerinin de testini yapmak üzere elle komuta edilerek kenetlenme başarılı.

### BU, BİZİ NEREYE GÖTÜRECEK?

Bu fırlatmayı yeni bir çağın başlangıcı olarak düşünebiliriz. Dragon Crew modülü geri döndükten sonra Ağustos ayında 4 astronotun gönderileceği US-Crew-1 seferi gerçekleştirilecek. Bunu düzenli ticari seferlerin başlangıcı olarak varsaymak mümkün. Tabii şu anda SpaceX'in en büyük müşterisi NASA gibi görünse de yarın özel kişiler de kendi istekleri için SpaceX'e para ödeyip uzaya çıkma zevkini tatmak isteyeceklerdir. Geri dönüşümlü roketler kullanıldığından dolayı uzaya çıkma fiyatları her geçen gün daha da düşecektir.

Hatta belki biz ölmeden, uzaya tarifeli insan seferlerinin başladığını göreceğiz. O nedenle 30 Mayıs'ı not edebiliriz, gerçekten tarihi bir andı.





## PANDEMİNİN ETKİLERİ

# COVID-19, CALIFORNIA'DA HAVA KİRLİLİĞİNİ AZALTTI.

LAUREN MIURA

**ABD'İN CALIFORNIA EYALETİ GENELİNDE YAPILAN BİR ARAŞTIRMA**, Mart ayından beri insanların sokaklara ve otopyollara daha az çıkması nedeniyle hava kalitesinin gözle görülür düzeyde artmış olduğunu ortaya koydu.

UCLA araştırmacıları, normalleşme süreciyle birlikte durumun eski haline döneceğini, ama bunun bir kader olmadığını söylüyorlar. 4 Mayıs'ta hakemli bir yayın olan Nature Sustainability'de yayımlanan makale, California'da sera gazlarının ve hava kirliliğinin 2050 yılına kadar kademeli bir şekilde nasıl yok edilebileceğini anlatıyor. Araştırmacılara göre bu önlemler alınır, hava kirliliği kaynaklı hastalıklar nedeniyle her yıl gerçekleşen 14 bin ölüm engellenebilecek ve iklim değişikliği yavaşlatılabilecek.

Hava kirliliği birçok hastalığın altında yatan gizli bir düşman. Bu hastalıklar arasında solunum ve kalp-damar hastalıkları, sinirsel rahatsızlıklar, kanserler ve hamilelik komplikasyonları da yer alıyor. Uzun süre yüksek seviyede hava kirliliğine maruz kalan insanların grip ve COVID-19 gibi hastalıklara karşı dirençleri de daha düşük oluyor.

UCLA Fielding Halk Sağlığı Okulundan Prof. Yifang Zhu, "Daha temiz bir hava ve daha sağlıklı bir yaşam için dünya çapında bir pandemi ile karşı karşıya olmak gerekmiyor" diyor: "İklimin düzelmesi, hem yerel, hem bölgesel ölçekte daha temiz hava oluşmasını sağlayarak insanlar üzerinde olumlu etki oluşturur. Bunun halk sağlığı üzerinde hem kısa, hem de uzun vadede avantajları, ayrıca her yıl ekonomiye milyarlarca dolarlık katkısı vardır".

Global ısınmanın en kötü etkilerinden kaçınabilmek için, global sıcaklıktaki artışı 2100 yılına kadar 2 santigrat derecede tutabilmek gerekiyor. Birleşmiş Milletler'in İklim Değişikliği konulu Uluslararası panelinde, insan kaynaklı emisyonların neredeyse sıfır seviyesine çekilmesi, kalan emisyonların ise hapsedilip depolanması gerektiğine işaret edilmişti. Bu etkinliğe "net-sıfır emisyon" ya da "karbon nötrallitesi" adı verildi. Yukarıdaki hedefe global olarak ulaşmak kolay olmasa da, araştırma, bunun en azından California genelinde mevcut teknolojiler ve politikalarla 2050'ye kadar nasıl gerçekleştirilebilece-

ğini anlatıyor.

Net-sıfır emisyon senaryosunda hava kalitesinin nasıl değişeceğini modelleyen araştırmacılar, bu modeli toplum sağlığı verileri ile karşılaştırarak etkisini tahmin ettiler. Buna göre California'da her yıl 14 bin erken ölümün engellenmesine ek olarak:

- 8.4 milyon yetişkinde görülen akut solunum yolları semptomları azalabilir,
- 1 milyon çocukta şiddetli astımın önüne geçilebilir,
- Hastalık izinleri nedeniyle kaybedilen 14 milyon işgünü geri kazanılabilir,
- Her yıl 4500 kişi kalp-damar hastalıkları nedeniyle hastaneye yatmaktan kurtulabilir.

"Bu emisyonların azaltılmasıyla, hava kalitesinde çok büyük bir yükselme olacağını görmek bizi memnun etti" diyor Zhu.

Araştırmada ayrıca süregelen COVID-19 krizinin tersine, net-sıfır emisyon odaklı bir seferberlik sayesinde ekonominin de gelişeceği; 2050 yılına kadar sera gazlarının azaltılması sayesinde eyaletin 109 milyar dolar masraftan kurtulabileceği öngörüldü.

# HOW IT WORKS

MERAKLI ZİHİNLERİN EFSANE DERGİSİ



## TEKNOLOJİ

Modern mühendisliğin sunduğu en harika olanaklar ve icatlar

## BİLİM

Çağdaş dünyanın dikkat çeken bilimsel uygulamaları

## UZAY

Güneş sistemi içindeki keşiflerden derin uzaya...

## ÇEVRE

Gezegimizin doğası mercek altında

## ULAŞIM

Kara, hava ve deniz yolculuklarındaki en yeni gelişmeler

## TARİH

Geçmişte yaşanan pek çok gizeme dair cevaplar

## BİLİM VE TEKNOLOJİNİN DÜNÜ, BUGÜNÜ VE GELECEĞİ

TEMMUZ SAYISI BAYİLERDE

TAKİP EDİN [howitworks.com.tr](http://howitworks.com.tr) [f howitworksturkiye](https://www.facebook.com/howitworksturkiye) [@howitworksturkiye](https://www.instagram.com/howitworksturkiye)

Dergilerimizi aşağıdaki sitelerden bedava kargo fırsatıyla satın alabilirsiniz:  
[dergiburda.com](http://dergiburda.com) • [n11.com](http://n11.com) • [gittigidiyor.com](http://gittigidiyor.com) • [hepsiburada.com](http://hepsiburada.com) • [amazon.com.tr](http://amazon.com.tr)





BAŞLANGIÇ NOKTASI



Araştırmacılar, virüse ait 3000 üzerinde parçayı test ederek bunların insan bağışıklık sistemi tarafından farkedilip edilmediğini incelediler.

## NEDEN BAZILARI COVID-19'U AĞIR, BAZILARI HAFİF GEÇİRİYOR?

**DÜNYANIN HEMEN HER ÜLKESİNDE BİLİM İNSANLARI COVID-19 ENFEKSİYONUNA KARŞI ETKİLİ BİR AŞI GELİŞTİRMEK İÇİN YARIŞIRLARKEN EPİDEMİOLOGLAR DA BU AŞI BULUNANA KADAR KORONAVİRÜS PANDEMİSİNİN NASIL BİR SEYİR İZLEYECEĞİNİ ÖNGÖRMENE ÇALIŞIYOR.** Fakat her iki çabada da, bağışıklık sistemimizin SARS-CoV-2'ye karşı kesin ve kalıcı bir tepki sağlayıp sağlamayacağı ve grip koronavirüslerine yakalanmanın koruyucu bir bağışıklığa neden olup olmayacağı sorularında birleşiyorlar.

ABD'nin California eyaletinde bulunan La Jolla Enstitüsünden Dr. Shane Crotty ve Prof. Alessandro Sette, hem aşı geliştirmekte olan araştırmacılara, hem de sosyal mesafe yönergelerine destek olmak için ilk kez hücresel bağışıklık verilerini bir araya getirmeye başladılar.

Cell dergisinin online sürümünde yayınlanan çalışmada, COVID-19'u atlatmış 20 yetişkinde gözlenen antiviral bağışıklık tepkisi paylaşıldı. Bulgular, vücudun bağışıklık sisteminin SARS-CoV-2 virüsünü birçok noktada fark ettiğini gösteriyor; böylece virüse karşı uzun dönem etkili bir aşı geliştirme umutları güçlenmiş oldu.

"Yalnızca marjinal tepkiler gözlemlenmiş olsaydık endişelenebilirdik" diyor Sette; "Fakat diken proteinine son derece sağlam bir T hücresi tepkisi gözlemledik; bu da sürmekte olan COVID-19 ve diğer birçok viral proteinlerle ilgili çabaların hedeflemekte olduğu bir durum. Bu bulgular aşı geliştirme süreçleri açısından gerçekten iyi haber". Crotty ise "En iyi aşı adaylarını bulma ve pandemiyi kontrol altına alma yönündeki çabalar, virüse karşı bağışıklık sistemimizin tepkisini anlamak üzerinde yoğunlaşmakta... İnsanlar, COVID-19'a karşı bir bağışıklık olmayabileceğinden endişe ediyorlardı. Bazı insanların tekrar enfekte olmaları da bu

korkuları artırdı. Ortalama bir insanda belirgin bir bağışıklık tepkisi geliştiğini bilmek bu endişeleri yok edecektir" diyor.

Daha önce yapılmış bir çalışmada Sette ve ekibi, biyoinformatik araçlar kullanılarak SARS-CoV-2'nin hangi bölümünün insanda T hücrelerini harekete geçirdiğini araştırmıştı. Yeni çalışmada ise hastalığı (büyük problemler yaşamadan) atlatmış olan yetişkinlerden izole edilen T hücrelerinin virüse ait protein parçalarını (peptidleri), hatırlayıp hatırlamadıklarını incelediler. Bunun için bilim insanları peptidleri iki büyük gruba ayırdı: Birinci "mega havuz" grubunda, virüs genomunun "diken" proteini dışındaki tüm proteinlerini kapsayan peptidler yer alıyordu. İkinci grupta ise özellikle virüsün yüzeyindeki noktaları oluşturan diken proteinlerine odaklanıldı; çünkü hemen hemen tüm aşı çalışmaları, koronavirüsün diken proteinini hedefliyor. "Normal bir hastalık seyri gösteren ve hastaneye yatırılmak zorunda kalınmayan kişileri özellikle tercih ettik; böylece ortalama bir bağışıklık tepkisinin nasıl olabileceğine dair fikir elde edebilecektik. Çünkü virüs bazı insanlarda çok sıradışı tepkilere yol açabiliyor" diyor Sette. Araştırmacılar, tüm COVID-19 hastalarında belirgin bir CD4, yani antikor üretimine katkıda bulunan "yardımcı" T hücresi tepkisinin gözlemlendiğini söylüyorlar. Ayrıca hemen hemen tüm hastalarda, enfekte olan hücreleri öldürmek için virüse özel CD8 (ya da "katil") T hücreleri üretildiği ortaya çıktı. Crotty, virüsün sıradan, sağlıklı bir antiviral tepki davranışını tetiklediğini söylüyor.

Bu sonuçlar, SARS-CoV-2'ye karşı bağışıklık tepkisinin bir zarara yol açmadığı anlamına gelmesede, bireylerin bağışıklık sistemlerinin karşılaştırılabileceği bir zemin oluşturuyor. Sette, "Bir şeyin resmini görebilirsenez, onu beğenip beğen-

mediğinizi tartışabilirsiniz. Ama ortada resim bile yoksa, tartışacak birşey de yoktur" diyor. Sette, "Ciddi belirtiler gösteren ve hastanede tedavi görmesi gereken insanlarla, hastalığı evinde geçiren, hatta belirti bile göstermeyen hastalar arasında bağışıklık tepkisi açısından bir fark olup olmadığını sorgulayabileceğimiz bir başlangıç noktası meydana getirdik" diyor; "Hatta yetersiz veya yıkıcı tepki yerine şimdi elimizde, deneysel aşı yapılmış insanlarda görülen bağışıklık tepkisinin, COVID-19'a karşı koruyucu bir bağışıklık tepkisinde görmeyi belediğimiz durumu andırıp andırmadığını anlamamızı sağlayacak bir araç var.

Ekip, 2015-2018 yılları arasında, SARS-CoV-2 henüz yayılmaya başlamadan önce toplanmış kan örneklerine ait T hücresi tepkisini de incelediler. Bu bireylerin çoğu, daha önce bu virüse maruz kalmamış olmalarına rağmen, SARS-CoV-2'ye karşı dikkate değer T hücresi reaksiyonu gösteriyorlardı. Fakat bu bireylerin her biri, 4 sıradan grip koronavirüsünden en az 3 tanesini daha önce geçirmişti. Bu da çapraz etkileşimi açıklıyordu.

Gözlemlenen bu reaksiyonların, SARS-CoV-2'ye karşı en azından bir miktar bağışıklık yaratmış olup olmadığı henüz kesin değil. Bu yüzden bazı insanların ya da bazı bölgelerde yaşayanların COVID-19'dan neden daha fazla etkilenedikleri de kesin olarak açıklanamıyor.

"Süregelen COVID-19 pandemisinin ciddiyeyi göz önünde bulunursa, çapraz reaksiyon nedenli koronavirüs bağışıklığı, ne seviyede olursa olsun, pandeminin seyri üzerinde büyük rol oynayacaktır. Ayrıca bu, epidemiyologlar için de önemli bir detay; çünkü COVID-19'un önümüzdeki aylarda toplulukları nasıl etkileyeceğini tahmin etmeye yardımcı olabilir" diyor Crotty.

# HÜCREYE COVID-19 BULAŞMASINI ENGELLEYEN BİR ANTİKOR KEŞFEDİLDİ!

**UTRECHT ÜNİVERSİTESİ, ERASMUS TIP MERKEZİ VE HARBOUR BIOMED ŞİRKETİNDEN ARAŞTIRMACILARIN OLUŞTURDUĞU BİR EKİP, SARS-CoV-2 (COVID-19) virüsünün hücre kültürüne bulaşmasını engelleyen ve tamamen insana ait bir monoklonal (tek bir antijene tepki veren) antikor ortaya çıkardılar.** Nature Communications'ta yayınlanan bu keşif, SARS-CoV-2 koronavirüsün neden olduğu solunum yolu hastalığı COVID-19'u önlemek veya tedavi etmek için umut verici bir başlangıç noktası olarak görülüyor: COVID-19 pandemisi, bu yazının hazırlandığı tarih itibarı ile 7,5 milyondan fazla insanda görüldü; 425 bin kişinin ise yaşamına mal oldu.

Utrecht Üniversitesi'nden Dr. Berend-Jan Bosch, bu çalışmanın üniversite araştırma grubu tarafından 2002/2003'te ortaya çıkan SARS-CoV salgını için geçmişte yapmış oldukları antikor araştırmaları üzerine kurulu olduğunu söylüyor: "Elimizdeki SARS-CoV antikorlarını kullanarak, hücre kültüründe (laboratuvarda yetiştiril-

miş hücrelerde) SARS-CoV-2 enfeksiyonunu da etkisiz hale getirebilen bir antikor tanımlamayı başardık. Bu antikorun, hastada enfeksiyonun seyrini değiştirecek, virüsü ortadan kaldıracak veya henüz hastalık bulaşmamış kişilerde, maruz kalınan virüse karşı koruma sağlayacak bir potansiyeli var".

Dr. Bosch aynı zamanda bu antikorun hem SARS-CoV, hem de SARS-CoV-2'de bulunan bir alana bağlandığını, bu yüzden her iki virüse karşı etkili olmasının sebebinin de bu olduğunu anlatıyor: "Antikorun bu çapraz nötralizasyon (etkisiz hale getirme) özelliği son derece ilginç; hatta gelecekte ortaya çıkacak koronavirüslere karşı bile koruma potansiyeli var".

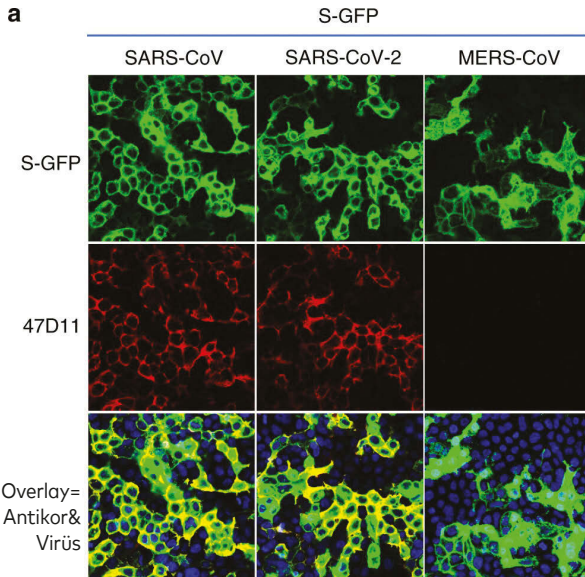
Erasmus Tıp Merkezinden Frank Grosveld ise "Bu keşif sayesinde bahsi geçen antikorları karakterize edebileceğimiz ek araştırmalar için, hem de potansiyel bir COVID-19 tedavisi geliştirmeye başlamak için de sağlam bir temel oluşmuş oldu" diyor; "Bu çalışmada kullanılan antikorun ta-

mamen insana ait olması ise gelişmelerin daha hızlı gerçekleşebileceği ve bağışıklık temelli potansiyel yan etkilerin daha az olacağı anlamına geliyor".

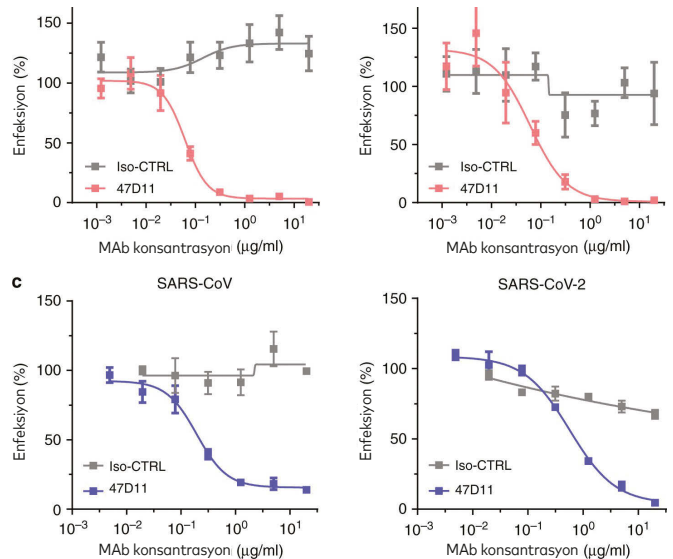
Geleneksel terapötik antikorlar öncelikle başka hayvan türlerinden üretilip daha sonra "insansılaştırılmak" için birkaç safhadan geçmek zorundalar. Bu antikor, Harbour BioMed şirketinin H2L2 transgenik (gen yapısı değiştirilmek için nakil yapılmış) fare teknolojisi ile meydana getirildi.

"Bu çığır açan bir çalışma" diyor Harbour BioMed kurucusu Dr. Jingsong Wang: "bu antikorların insanlarda hastalığın şiddetini azaltabilecek veya ondan koruyabilecek özellikte olup olmadığını değerlendirmek için daha çok çalışma yapmak gerekiyor. İş ortaklarımızla birlikte araştırmaları sürdürüyoruz. İnanıyoruz ki teknolojimiz, toplum sağlığını tehdit eden bu acil duruma karşı savunmada bir katkı sağlayacak".

Şirket bu çalışmanın yanın da farklı tedavi yöntemleri üzerinde de çalışmaya devam ediyor.



47D11 antikorunun (turuncu ve mavi) enfeksiyon yüzdesi üzerindeki etkisi.





# Coğrafya, turizm, keşif



KEŞFETMEK  
İÇİN BAK

ATLAS



Hemen Abone Olun • 0 212 478 0 300

 atlasdergisi.com

 ATLASDergisi

 AtlasDergisi

 atlas\_dergisi



# YARARLI MIKROPLAR

HEM GEZEĞEN  
HEM DE BİZİM İÇİN  
FAYDALI BİR BAKTERİLER  
DALGASI GELİYOR!

COLIN BARRAS

**Kirli havayı temizleyecek, çöplerimizi arıtacak, enerji üretecek ve bizi daha sağlıklı kılacak yararlı bakterilerin üretildiği laboratuvarlara girdik!**

**B**aşımız dertte! Fosil yakıtlara aşırı bağlı olmamız ve yüksek karbon ayak izine sahip yiyecekleri sevmemiz iklim değişikliğine neden oluyor. Tüketim toplumu karaları ve denizleri plastik kirliliği ile doldurdu. Antibiyotiklerle öldüremediğimiz mikroplar yüzünden ortaya çıkan hastalıklar küresel bir sağlık krizine neden olacak gibi görünüyor.

Şimdi biraz da iyi haberler verelim. Son yıllarda atmosferden karbondioksiti çekip iklim değişikliğini yavaşlatabilecek yöntemler geliştirilebileceğini görüyoruz. Büyük bir karbon ayak izi oluşturmadan yüksek kaliteli protein üretme potansiyelimiz de var. Tüm bu gelişmelerin ardında yatan ortak element nedir? Bakteriler! Her ne kadar kulağa garip gelse de, gelecekte sağlıklı ve mutlu olmamız bu alçakgönüllü mikroplara bağlı olabilir.

NEDİR  
ŞU BAKTERİ  
DEDİKLERİ?

BU MİKROSKOBİK TEK HÜCRELİ YAŞAM FORMLARI İNSAN HÜCRELERİNDEN KÜÇÜK VE DAHA BASİT BİR İÇ YAPIYA SAHİP. ANCAK BU BASİTLİĞE RAĞMEN, HAYATTA KALMA KONUSUNDA SON DERECE BAŞARILILAR. GEZEĞENİN HER YERİNDE, ZORLU ŞARTLARDA BİLE YAŞAYABİLİRLER.



# İNSAN SAĞLIĞI

## Bedenimizi iyileştiren yararlı mikroplar

Bakteriler insan sağlığına zarar verebiliyor, tüberküloz ve kolera gibi ölümcül hastalıklara neden olabiliyorlar. Bu yüzden 20. yüzyılın en önemli icatlarından biri bakterileri öldüren antibiyotikler oldu: Sadece penisilin 80 yıl içinde 200 milyon hayat kurtardığı tahmin ediliyor.

Bakteriler, insan sağlığı için yararlı da olabilir. Son dönemde derimizin üstünde ve bağırsaklarımızda trilyonlarca yararlı bakteri ve mikrop taşıdığımızı öğrendik. Sadece besinlerden enerji üretmemizi sağlamıyorlar, bu "iyi" bakteriler bizi, zaman zaman hastalığa yol açan "kötü" bakterilerden de koruyorlar. Bunun nedeni bağırsaklarımızda yeteri kadar iyi bakteri bulunursa, bu kötü bakterilerin yerleşecek yer bulamamaları.

Eğer onları çok fazla rahatsız edersek, bunun sonucu kötü de olabilir. Uzun süre antibiyotik tedavisi görmeyen yan etkisi, bağırsaklardaki yararlı bakterilerin de bir kısmının ölmesi. Hal böyle olunca Clostridioides difficile gibi hastalık getiren bakteriler buralarda kendilerine yerleşecek bir alan buluyorlar. C. difficile enfeksiyonları ishal, bulantı ve ateşe neden olabiliyor.

Ancak, son birkaç on yılda gerçekleştirilen araştırmalar C. difficile enfeksiyonları ile savaştıkları yeni bir yöntemi ortaya çıkardı. Sağlıklı bir bireyden alınan bir dışkı örneği hastanın bağırsağına yerleştirildiğinde, iyi bakteriler buradaki C. difficile üremesini durdurabiliyor.

Bu "dışkı nakli" yöntemi, diğer hastalıkların tedavisinde de kullanılabilir. Şu anda tam olarak hangileri olduğunu bilemiyoruz. Tennessee'deki Vanderbilt Üniversitesinden Profesör Seth Bordenstein hayvanlar, mikroplar ve virüsler

×

"Bazı probiyotik (sağlığa yararlı) E. coli türleri, kanserli tümörleri bulup içlerinde büyüyebiliyor."



İnsan dışkısından elde edilen bakterilerin elektron mikroskobu ile çekilmiş fotoğrafı.

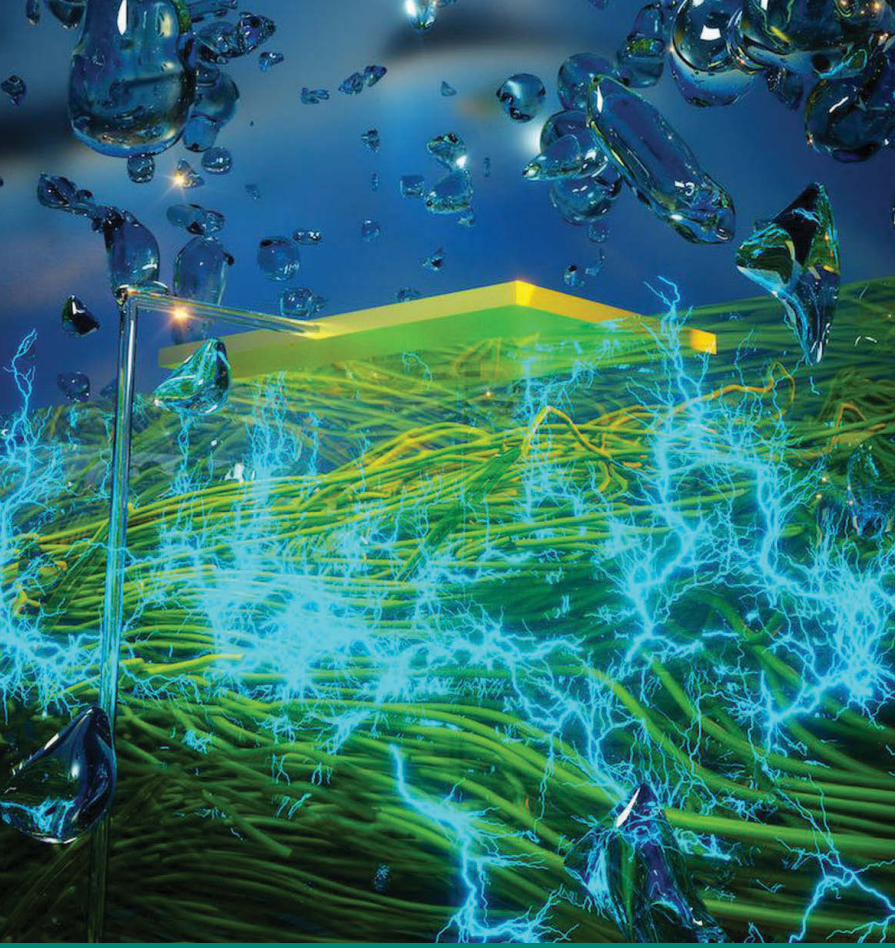
arasındaki etkileşimi araştırıyor ve dışkıdaki hangi bakterilerin sağlığa yararlı olduğunu tam olarak bilmediğimizi söylüyor.

Yelpazenin diğer ucunda, tıpta kullanılan ve nasıl çalıştığını tam olarak bildiğimiz bakteriler var. Buna en iyi örnek insan bedeninde yaşayan zararsız bir tür olan Escherichia coli. Araştırmacılar yıllarca süren araştırmalar sonucunda E. coli hakkında o kadar çok şey öğrendi ki, artık onu programlanabilir minik bir biyobilgisayar olarak kullanarak hastalıkları tedavi edebiliyorlar.

New York'taki Columbia Üniversitesinden doktora öğrencisi Candice Gurbatri, "Bazı probiyotik (sağlığa yararlı) E. coli türleri, kanserli tümörleri bulup içinde büyüyebiliyor. Bu türleri kanser ilaçlarını hedefe göndermek için bir taşıyıcı olarak kullanabiliriz" diyor. Gurbatri, aynı üniversiteden Profesör Tal Danino ile beraber bu tümör arayış bulma sürecini kullanabilecek bir yöntem bulmak için bir araştırma yürütüyor. E. coli bakterilerine ekledikleri DNA'lar ile bakterinin "nanoyapı" adı verdikleri kanserle savaşan moleküller üretmesini sağlayabiliyorlar.

Bir başka DNA tedavisi ile, E. Coli hücrelerinin tümör hücreleri içine yerleşip çoğaldıktan sonra parçalanmaları sağlanabiliyor. Böyle olduğunda, tümörün içi nanoyapılarla doluyor. Sonuç olarak ortaya kanser ilacı olarak kullanılacak, yutulabilen bir E. coli türü çıkıyor.

Bu yılın başında Gurbatri, Danino ve meslektaşları fareler üzerinde gerçekleştirdikleri deneylerde başarılı sonuçlara ulaştı. Ancak insanlı deneylere başlamak için aşılması gereken kanuni engeller bulunuyor. İnsanları genetiği değiştirilmiş mikroplarla tedavi etmek, etik ve güvenlik açısından soru işaretleri taşıyan bir yöntem.



Grafik sanatçısının gözüyle, havadan elektrik elde etmeye yarayan "Air-gen" cihazı.

diyor. "Böylece, yatırım maliyeti dramatik ölçüde düşüyor."

Bakterilerden biyoyakıt üretmek için başka yöntemler de bulunuyor. Yaklaşımlardan bir tanesi beslendikten sonra elektron (negatif yüklü atom altı parçacıklar) çıkartan garip bir bakteri türü kullanarak elektrik üretmek. Doğru noktada yere saplanan bir elektrotun çevresinde bu "elektroaktif" bakteriler gelip bir koloni oluşturabiliyor.

Massachusetts Üniversitesinden Profesör Derek Lovley ve meslektaşları yıllardır bu mikropları kullanarak yenilenebilir enerji kaynakları üretmek için çalışıyor. 2010'da Sporomusa ovata bakterisini aldılar ve beslendikleri "yiyecek" olan hidrojeni ortamdan çekerek aç bıraktılar. Bu sırada ortama biraz da elektrik verdiler. Bir süre sonra mikroplar hidrojen yerine elektronlarla beslenmeye ve elektrik enerjisini kullanarak karbondioksiti asetata dönüştürmeye başladı. Asetat endüstriyel sistemlerde biyoyakıt veya plastiğe dönüştürülebilen bir tuz. Lovley bu işleme "mikroplardan elektrosentez" adını veriyor ve tarıma göre daha verimli bir şekilde biyoyakıt üretmenin yolu olduğunu savunuyor. Bunun nedeni bu elektrosentez süreci için gerekli olan gücü Güneş panellerinden elde etmenin mümkün olması. Paneller Güneş enerjisini şu anda biyoyakıt üretmek için kullanılan kolza tohumu gibi fotosentez yapan bitkilerden daha verimli bir şekilde toplayabiliyor.

Bu yılın başında Lovley ve meslektaşları, bakterileri kullanarak yenilenebilir enerji üretebilecek yeni bir yöntem daha geliştirdiklerini duyurdu. Bazı elektroaktif bakterilerde zamanla iletken tüyler oluşuyor. Bu tüyler alınıp iletken iki altın plaka arasına sıkıştırıldığında bir anda elektrik üretmeye başlıyorlar. "Air-gen" adını verdikleri bu cihaz nem farklılıkları gibi doğal süreçleri kullanarak elektriği direkt olarak havadan üretiyor. Lovley ve ekibi, Air-gen cihazlarını geliştirerek günümüzde ticari Güneş panellerinden daha verimli bir şekilde elektrik üretebileceklerini düşünüyor. Zira Güneş panellerinin aksine, Air-gen cihazı geceleri de çalışıyor...

Bakteriler, inanılmaz kimyagerler. Çok güçlü kanser ilaçları da, yenilenebilir biyoyakıtlar da üretebiliyorlar. Bu yılın başında Manchester Üniversitesinden Profesör Prof Nigel Scrutton ve meslektaşları bu potansiyeli ortaya koyan bir çalışma yayınladı. Birçok bakteride bulunan, "Fibroblast aktivasyon proteini" (FAP) adında bir enzimi modifiye ederek bakterilerin gıda atıklarını, fermantasyon ile parçalayıp propan gazı üretmesini sağladılar. Propan taşımacılığında, kalorifer sistemlerinde ve ocaklarda yakıt olarak kullanılıyor.

Bu, ticari olarak kullanılacak sistemler için ümit verici bir adım. Ancak Scrutton ve meslektaşları endüstriyel başarı için şanslarını biraz daha zorladılar ve bu enzimi çok tuzlu sulara hayatta kalabilen Halomonas bakterisine eklediler. Çoğu endüstriyel fermantasyon sistemi çelikten imal ediliyor ve mikropların fermantasyon odasına girip sistemin verimini düşürmemesi için dikkatle sterilize ediliyor. Ancak Halomonas fermantasyon sistemi tuzlu su ile çalıştığı için, bu yüksek maliyetli sterilizasyon sürecine ihtiyaç duymuyor. Zira içeride Halomonas'lardan başka hiçbir şey hayatta kalamıyor.

Scrutton, "bu fermantasyon işlemi plastik gibi ucuz bir malzemenen üretilmiş bir reaktörün içinde bile gerçekleştirilebilir"

# YENİLENEBİLİR ENERJİ

## Bakterilerden biyoyakıt elde etmek



# SU ARITMA



## Kirli su ile beslenen bakteriler

Bakteriler mükemmel geri dönüşüm makineleridir. İnsanlar lağımlara genelde atık gözü ile bakar, ancak burası bakterilerin beslenme alanlarıdır. Bu yüzden bakteriler atık su tesislerinde anahtar rolü oynarlar. Ancak atık su tesisleri oldukça yüksek maliyetlidir. Genelde atıkları parçalamak için oksijen tüketen mikroplar kullanılır, bu yüzden de atık sular pompalarla sürekli havalandırılır. Bunun da ciddi bir maliyeti vardır.

Massachusetts'ten Cambrian Innovation firmasının kurucu ortağı ve CEO'su Matthew Silver'a göre, böyle devam etmek zorunda değiliz. Cambrian geliştirdiği bir yöntemle atık suların harcadığından fazla enerji üretmesinin bir yolunu buldu. Silver, atık suların enerji ile dolu olduğunu söylüyor. Örneğin, süt ürünlerinden çıkan atık sularda bol miktarda karbonhidrat ve protein bulunuyor. "Geri dönüştürdüğümüz karmaşık karbonhidrat molekülleri aslında temelde yakıt gibi görülmeli" diyor.

Fırmanın kurduğu sistem, oksijensiz ortamda üreyebilen bakterileri temel alıyor. Bu bakteriler sayesinde hava pompalarına ihtiyaç duyulmuyor. Sistemin bir bölümünde Geobacter ve Shewanella gibi "elektroaktif" mikroplar atıklarla besleniyor ve elektronlar ile diğer yüklü parçacıklar salıyor. Sistemin diğer bir bölümünde ise "metanojenik" bakteriler, bu parçacıkları enerji kaynağı olarak kullanarak karbondioksiti metan gazına çeviriyor. Silver, "süreç sonunda ortaya çıkan metan gazı yakılarak ısı veya elektrik elde edilebilir" diyor.

Mikropları kullanarak hem atık suyu arıtmak hem de güç elde etmek 15 yıldır üzerinde çalışılan bir konu. Ancak laboratuvarındaki gösterilerden ticari başarı sağlayacak bir sisteme geçiş hiç de kolay olmuyor. New York'taki Cornell Üniversitesinden bakterilerle enerji üretimi konusunda araştırmalar yürüten Profesör Buz Barstow, "Lağımda enerji yoğunluğu oldukça az. Bu yüzden beklenen gücü üretmek için inanılmaz büyük miktarlarda hacme ihtiyaç var" diyor. Ancak Silver, bu teknolojinin endüstriyel yapı içinde kullanıldığında ekonomik açıdan çok daha ilgi çekici olduğunu savunuyor. Zira endüstriyel atık su, şehir lağımına göre çok daha yüksek hacimde enerji içeriyor.

×

"Geobacter ve Shewanella gibi elektroaktif bakteriler, sudaki atıklarla besleniyor ve elektron üretiyor."

—

# BESİN

## Havadan protein üretmek mümkün mü?

Bakteriler Dünya'yı besleyebilir. Bazı bakterilerle karbondioksiti faydalı yakıtlara dönüştürebilir, hidrojenle beslenen (hydrogenotroph) bakterilerle karbondioksiti insanların beslenebileceği proteinlere dönüştürebiliriz. Bu söylediğimiz çok da şaşırtıcı olmamalı. Yediğimiz bitkiler veya hayvanlara yedirdiğimiz yemler, Güneş'ten aldıkları enerjiyi kullanarak karbondioksiti karbonhidratlara dönüştürüyor. Aslında bitkiler karbondioksiti besine dönüştürme yeteneğini evrimle elde etmediler, bunu hücrelerine fotosentetik bakterileri entegre ederek başardılar.

Güneş panelleri Güneş enerjisini fotosentetik organizmalardan daha verimli toplayabiliyor ve bu da önümüzde bir fırsat olabileceğini gösteriyor. Eğer Güneş'ten elde ettiğimiz enerjiyi bakterilerin karbondioksitten besin üretmesi için kullanabilirsek, besinleri her zamankinden daha verimli bir şekilde yetiştirebiliriz.

Finlandiya'dan bir start-up firma olan Solar Foods, fotosentezle elde edilmeyen besinleri ticari olarak üretmeyi planlıyor. Firmanın CEO'su Dr Pasi Vainikka, bunu Güneş panellerini kullanarak su moleküllerini parçalayıp hidrojen gazı üreterek başardıklarını söylüyor. Solar Foods, üretilen hidrojenle bir fermentasyon odasında büyüyen bakterileri besliyor. Vainikka, ticari nedenlerden ötürü hangi tür bakteri kullandıklarını açıklamıyor. Mikroplar bu hidrojeni enerji kaynağı olarak kullanarak atmosferdeki karbondioksiti yüksek kaliteli proteine dönüştürüyor. Vainikka, "Yiyecek üretimi ile tarımın arasındaki bağlantıyı kaldırıyoruz" diyor. Bunu yapmanın çeşitli avantajları var. Örneğin Solar Foods'un kullandığı fermentasyon odaları çok da fazla yer kaplamıyor. "Aslında temelde bir bira fabrikası çalıştırıyoruz" diyorlar. Fermentasyon odalarının gücünü Güneş santrallerinden alması, çok fazla yer kaplamamalarını sağlıyor. Vainikka, Solar

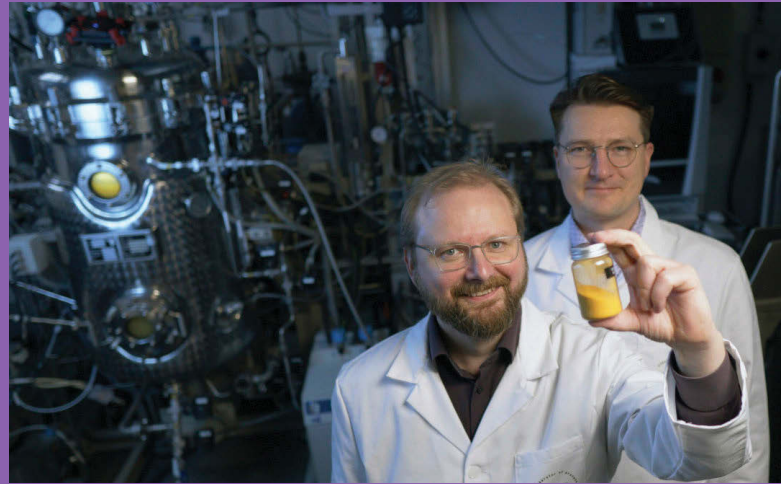
Foods'un geleneksel bir çiftliğe göre yirmide bir daha küçük bir arazide aynı miktarda protein üretebileceğini düşünüyor.

Bu sayede, tarım arazilerinin bir kısmı ormana dönüştürülebilir. Böylece atmosferden daha fazla karbondioksit emilmesi sağlanabilir. Vainikka, "Sistematik bir düzeyde çalışarak karbon ayak izimizi negatife indirebiliriz" diyor.

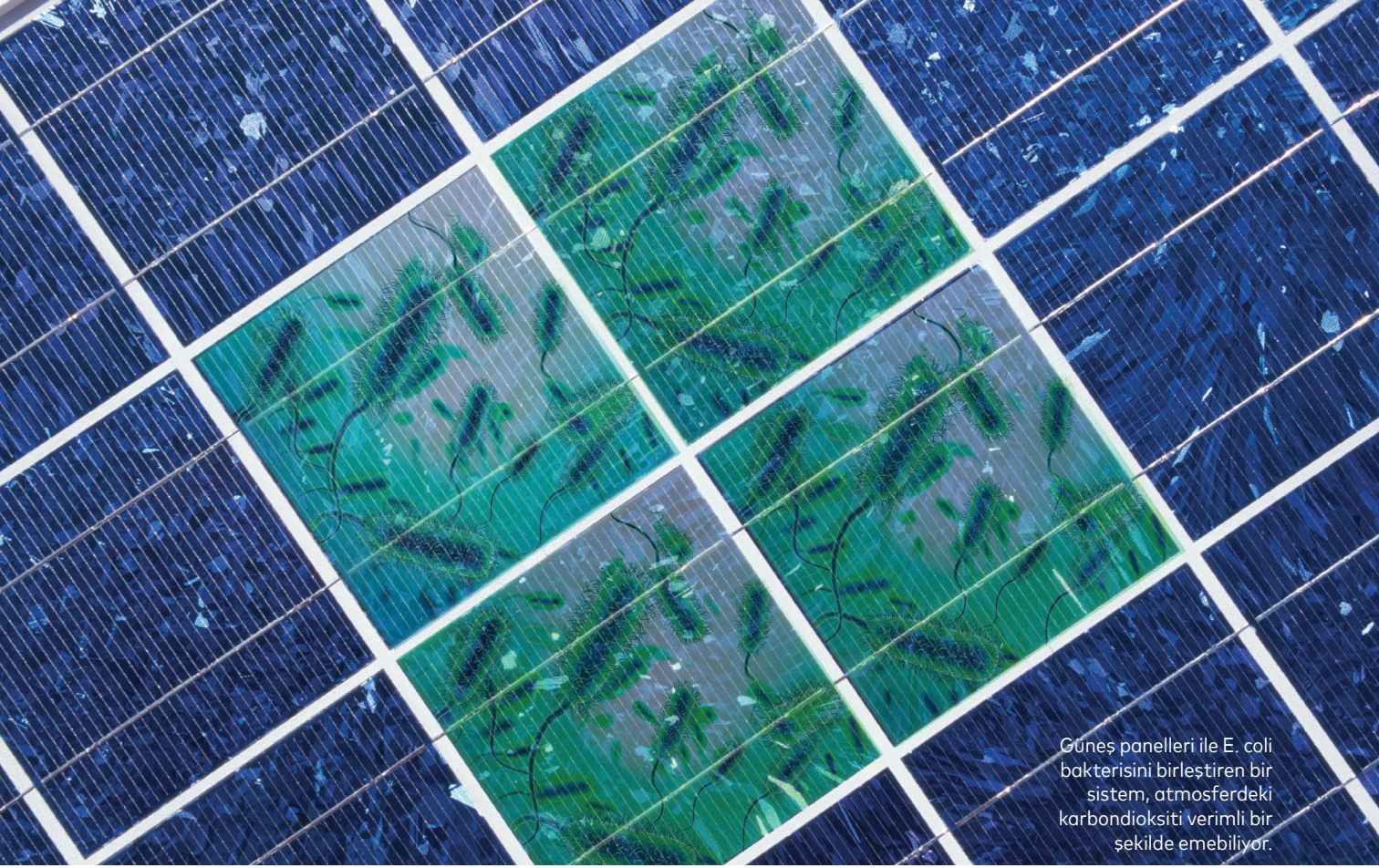
New York'taki Cornell Üniversitesinden Profesör Buz Barstow, bakteri ve mikropları kullanarak çevre dostu protein üretme konusunda büyük bir potansiyel olduğunu söylüyor. Vainikka, Solar Food'un ürünlerinin ekmeke ve makarna gibi yiyeceklerin veya yulaf sütü gibi içeceklerin protein değerlerini artırmak için kullanılabileceğini düşünüyor. Her ne kadar firması (ve benzer firmalar) kullanıcı alışkanlıklarını değiştirme konusunda bıçak sırtında gibi görünse de, tüketicilerin bakterilerle üretilmiş proteinleri yemeyi tercih edebileceği konusunda ümitliler.

Örneğin, Bir İngiliz üretici olan Quorn, her ne kadar mantar kullanarak üretiliyor olsa da bu tür proteinleri yıllardır satıyor.

Solar Foods CEO'su Pasi Vainikka (arkada), "Ekonomik büyüme için doğal kaynakların sömürülmesine son verilmelidir" diyor







Güneş panelleri ile E. coli bakterisini birleştiren bir sistem, atmosferdeki karbondioksiti verimli bir şekilde emebiliyor.

# IKLİM DEĞİŞİKLİĞİ

Sera gazlarını nasıl yok edeceğiz?

Bakteriler küçük olabilirler, ama iklim değişikliği ile olan savaşımızda büyük faydalarını görebiliriz. Bunu nedeni bakteriler türlerinin büyük bölümünün karbondioksit, yani en büyük sera gazı ile "beslenmesi". Ancak burada dikkat edilmesi gereken bir nokta var: Bakteriler karbondioksiti çok yavaş tüketiyor.

Hızla üreyen mikrop türleri daha fazla karbondioksit emebilir, ancak bu bakteriler karbondioksit yerine şeker tüketmeyi daha çok seviyor. Geçtiğimiz yıl, Weizmann Bilim Enstitüsünden Profesör Ron Milo ve meslektaşları, hızlı üreyen bir mikrobu (E. coli) karbondioksit ile beslenen bir türe dönüştürmeyi başardı.

Milo'nun ekibi bunun için E. Coli'lere karbondioksit ile beslenen fotosentetik bakteri DNA'sı enjekte etti. Daha sonra, bu modifiye edilmiş E. coli bakterilerini yüksek karbondioksit konsantrasyonu ve sıfır şeker olan bir ortaya yerleştirdiler. Yaklaşık bir yıl sonra, bu ortamdaki E. Coli'ler karbondioksit ile beslenecek şekilde evrim geçirdi.

Deneyi gerçekleştiren ekipten Dr. Schmuël Gleizer, "Çalışmamız, sık kullanılan mikropların metabolizmasında, kabul edilebilir süreler içinde dramatik değişiklikler yapılabileceğini gösterdi" diyor.

E. coli karbondioksit yemek için ihtiyacı olan gücü format adı verilen ve Güneş panellerinden gelen güçle üretilen bir kimyasaldan alıyor.

Gleizer'e göre bir Güneş paneli teorik olarak karbondioksiti fotosentez sürecinden 10 kat daha verimli emebiliyor.

Çalışmada rol almayan, Almanya'daki Greifswald Üniversitesinden biyoteknolog Uwe Bornscheuerm, "gerçekten çok büyük bir ilerleme olduğunu düşünüyorum" diyor. Araştırmalar geliştikçe, küresel ısınma ile mücadeleye pozitif katkısı olabilir. Diğer bilim insanları toprağa özenle seçilmiş mikroplar enjekte ederek karbon depolama kapasitesini artırmayı ve ekinlerin büyüme hızını artırmayı hedefledikleri "toprak için probiyotik" adını verdikleri bir çalışma yürütüyor. Bazı araştırmacılar, toprak probiyotiği uygulandıktan sonra bir hektar tarım alanının fazladan 10 ton karbondioksit depolayabileceğini iddia ediyor. Bu yöntem geniş çapta uygulandığında, Dünya'daki tarım alanları insanlar yüzünden atmosfere salınan tüm karbonu emebilir.

Ancak bu araştırmalar beraberinde itirazları da getiriyor. Avustralya'daki Southern Queensland Üniversitesinden ekolog Dr. Adam Frew'e göre toprakta yaşayan mikropların doğası hakkında yeteri kadar bilgimiz bulunmuyor. Bu da onları işe yarayacak şekilde modifiye etmeyi zorlaştırıyor. "Bu işte kestirme bir yöntem yok" diyor. Mikroplar toprağın karbon depolama potansiyelini artırabilir, ancak yine de toprağa yeni mikroplar eklemek yerine zaten var olanları geliştirmek, daha akla yatkın bir yöntem olabilir.



# HAVA KİRLİLİĞİ

## Havadaki zehirleri temizlemek

Bakteriler, içinde karbon olan hemen hemen her şeyi yiyebiliyor. Petrol sızıntısı veya diğer kirlilik formları ile beslenecek şekilde adaptasyon geçiren bazı mikroplar bile bulunuyor. St Louis, Missouri'deki Washington Üniversitesinden Profesör Gautam Dantas, "2010'da Meksika körfezinde meydana gelen Deepwater Horizon petrol sızıntısının çevresinde yeni bakteri oluşumları tespit edildi" diyor. Bu petrolle beslenme yeteneği gözlerden kaçmadı: Dünya'nın dört bir yanında araştırmacılar petrol sızıntısına yakın noktalardaki bakteri oluşumlarını inceliyor ve kirliliği yok etmek için hangi türün en verimli çalıştığını tespit etmeye çalışıyor. Ana hedef, petrol kirliliğinin çok olduğu tüm noktalarda toprağa bu mikropları enjekte ederek temizlik yapmak.

Bu yaklaşımdaki potansiyel problem, topraktaki mikroplar hakkında fazla bilgimizin

olmaması. Almanya'daki Helmholtz Çevre Araştırma Merkezi'nden Dr. Hermann Heipieper, "Toprağa eklenen mikroplar büyük ihtimalle burada daha önceden yerleşmiş olanlarla rekabete girecek" diyor.

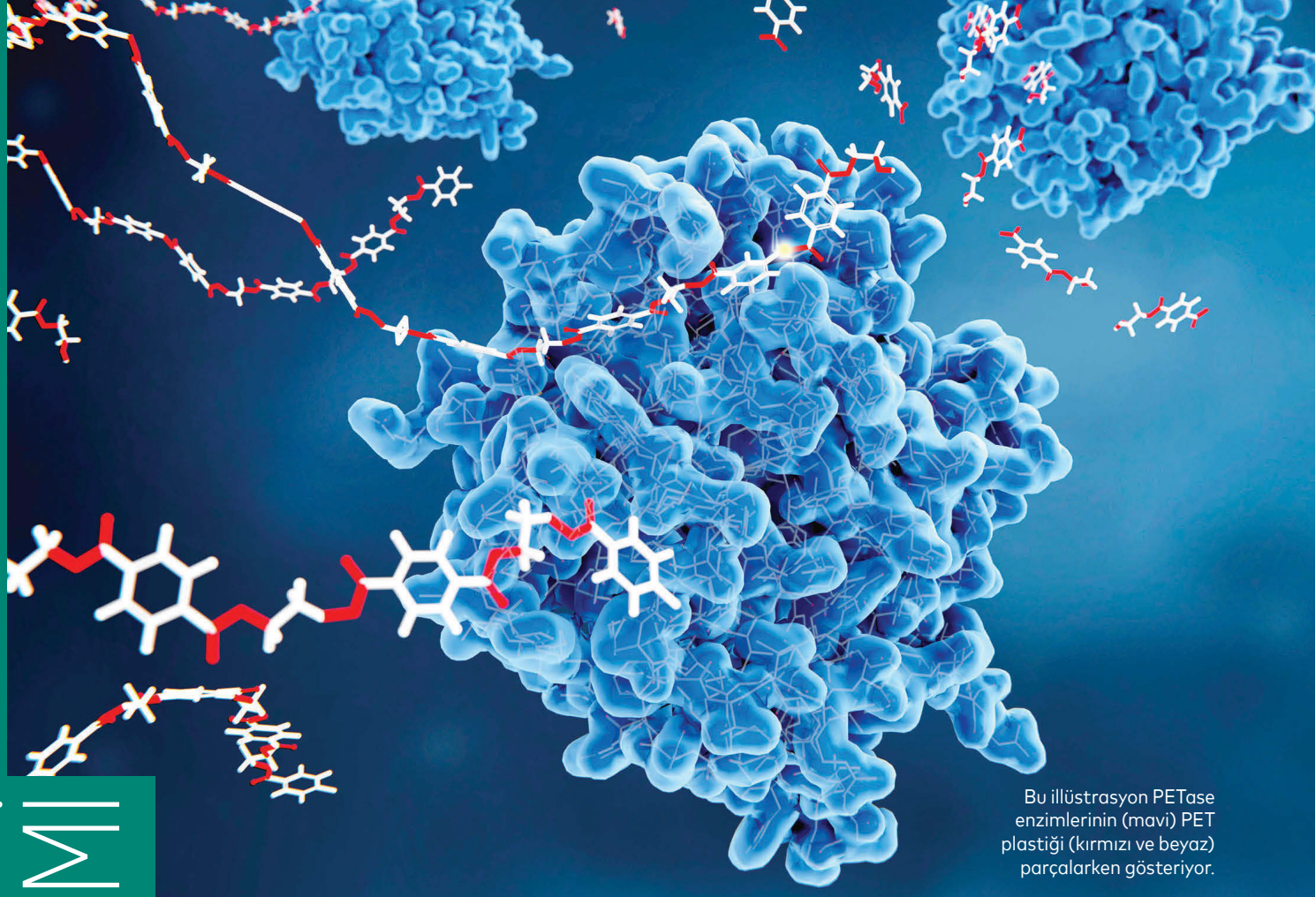
Ancak, temizlik alanında bakteriler hala çok önemli bir bileşen. Akılda tutulması gereken, mikropların daha iyi beslenmek için mükemmel bir adaptasyon ve evrim kapasitesinin olması. Eğer bir fabrikanın çevresindeki toprak petrolle kirlenirse, bu topraktaki mikropların bir kısmının petrolle beslenmeye başlama olasılığı yüksek. Onlara daha hızlı yemeleri ve sağlıklı kalmaları için başka besinler de verebiliriz. Bu yönüde "biyouyaru" adı veriliyor. Heipieper, "bunu genelde toprağı azot, fosfor ve demir ile gübreleyerek yapıyoruz" diyor.

Bakterileri topraktaki cıva gibi ağır metalleri daha az zehirli formlara dönüştürmeleri için genetik olarak modifiye etmek de mümkün. Ancak yine de, doğaya genetiğı değiştirilmiş organizmalar salmak konusunda güvenlik açısından çeşitli çekinceler bulunuyor.

Deepwater Horizon petrol sızıntısından sonra yapılan araştırmalarda, denizde kirlilikle beslenen bakterilere rastlandı.







Bu illüstrasyon PETase enzimlerinin (mavi) PET plastiği (kırmızı ve beyaz) parçalarken gösteriyor.

# PLASTİK PROBLEMİ

## Bazı bakteriler için, plastik bulunmaz nimet!

Bakteriler yemek seçmiyor. Petrolü de, petrolden üretilen ve karbon içeren ürünleri, örneğin plastiği de afiyetle yiyorlar. 2016'da Japonya'da bir ekip bir geri dönüşüm merkezine giderek plastik şişelerde ve giysilerimizdeki polyesterde kullanılan PET (polietilen tereftalat) örnekleri topladı. Bazı örneklerin üzerinde plastik yiyen bakteriler buldular. Bu mikroplar, bir "PETase" ve "MHETase" adı verilen bir çift enzim kullanarak plastiği Etilen Glikol gibi daha küçük moleküllere ayırıyor. Bu moleküller geri dönüştürülmüş plastik üretmek için kullanılabilir. Araştırmacılar bu bakteriye Ideonella sakaiensis adını verdi.

Bu keşfin en önemli yanı, PET plastiğinin doğamızı 80 yıldan fazla bir süredir kirletiyor olması. Almanya'daki Greifswald Üniversitesinden Profesör Uwe Bornscheuer, "Söz konusu bakterinin bu insan yapısı karbon kaynağı ile beslenecek şekilde evrim geçirmiş olması uzun bir döneme dayanmıyor" diyor. I. sakaiensis, çevredeki plastiği çok yavaş yiyor, ancak biyologlar bu bakterilerin içindeki plastik yemesini sağlayan enzimlerin yapısı ile oynayarak süreci daha verimli çalıştırabileceklerine inanıyorlar.

2018'de Portsmouth Üniversitesinde Profesör John McGeehan liderliğinde bir ekip, I. sakaiensisin PETase enzimini modifiye ederek bakterinin plastiği yüzde

yirmi daha verimli parçalamasını sağladı. Şimdi, diğer enzimlerin üzerinden çalışıyorlar ve ticari anlamda işe yarayacak bir yapı üretmeyi hedefliyorlar. Bu yılın başında yayınlanan bir çalışma, bunun mümkün olabileceğini söylüyor. Fransız şirket Carbios'daki araştırmacılar, laboratuvarında LCC adı verilen bir plastik yiyen bakteri enziminin yapısını değiştirdiler. Normalde bu enzim PET plastiği birkaç gün içinde yiyor. Modifiye edilmiş versiyonu ise bunu birkaç saat içinde başarabiliyor. Araştırmacılar bu enzimi PET plastik atıkların üzerinde denedi. Ortaya çıkan sonuç, bakterilerin parçaladığı PET'in plastik şişelerin petrolden ilk üretildiği zamanki yapı taşlarına geri döndüğü oldu. Çalışmada yer almayan McGeehan, "bu deney bize enzimleri modifiye edilerek çevreye en çok zarar veren plastikleri geri dönüştürebileceğimizi gösterdi" diyor. Bakteriler sadece PET plastiği yemiyor. Bu yılın başında Almanya'daki Helmholtz Çevre Araştırma Merkezi'nden Dr. Hermann Heipieper ve ekibi, bazı bakterilerin otomobil parçaları ve yalıtım malzemelerinde kullanılan poliüretanı da yiyebildiğine dair kanıtlar elde etti. McGeehan, "Dünyanın dört bir yanından, bakterilerin plastikleri yiyebildiği ile ilgili haberler geliyor. Bu, gerçekten çok heyecan verici" diyor.

# ANTİBİYOTİKLER

Bakteriler  
sebepler  
oldukları  
hasarı  
onarabilir  
mi?

Alexander Fleming, 1928'de ilk antibiyotik olarak penisilini keşfetti. Günümüzde hala sağlıklı kalmak için bakterileri öldüren bu ilaçtan yararlanıyoruz. Ancak kullanımını abarttığımız için, çevremizi antibiyotiklerle doldurduk. Bakteriler bunu fırsat bilip birçok ilaca karşı bağışıklık kazanacak şekilde evrim geçirdi. Ancak onlar yüzünden ortaya çıkan problemi yine onları kullanarak yenabiliriz, zira bazı bakteriler antibiyotik yiyor.

St Louis, Missouri'deki Washington Üniversitesinden Profesör Prof Gautam Dantas, "Yıllardır bu konuda çalışıyorum, ancak sürekli olarak beni şaşırtabilen yeni sonuçlar ortaya çıkıyor" diyor. Dantas ve meslektaşları, 2018'de hangi enzimlerin toprak bakterilerinin penisilini yemesini sağladığını tespit etti. daha sonra, bu yeteneği zararsız bir mikrop olan E. coliye aktardılar. Bu bakteriyi atık suları arıtırken sudan antibiyotikleri çekmek için kullanmayı düşünüyorlar. Ancak Dantas bunu başarabilmek için önlerinde birçok engel olduğunu söylüyor. Belki de en büyük problem mikropların diğer mikroplarla karşılaştığında DNA değiş tokuşunda bulunması. Bu yüzden, antibiyotik yeme genlerinin başka bakterilere, oradan da ciddi hastalıklara neden olan başka bakterilere geçme tehlikesi bulunuyor. Böyle bir şey gerçekleşirse, zararlı bakteriler onlarla mücadele etmek için kullandığımız ilaçları da yeme yeteneğine kavuşabilirler.

Bakterilerle yeteri kadar çalışılırsa, bu tür engellerin atlamanın bir yolu bulunabilir ve bakteriler antibiyotik direncine karşı etkin bir silah olarak kullanılabilir. Bakteriler inanılmaz yaşam formları. Onlardan istediğimiz her şeyi yapabilme potansiyeline sahip olduklarını gösteriyorlar. Karbondioksiti yok etmek, doğadan plastikleri ve kirliliği temizleme, besin üretmek, suyu temizlemek, yenilenebilir enerji, kanser tedavisi ve daha fazlası... Bakterilerle hepsini başarmak mümkün gibi görünüyor.

Antibiyotiklerin etkili olduğu bakteri türlerini belirleyebilmek çok önemli.



×

"Çevremizi antibiyotiklerle doldurduk, bu da bakterilere evrim geçirme ve bağışıklık kazanma imkânı verdi."

COLIN BARRAS

Colin, serbest çalışan bir bilim yazarı ve editör.



# BİLGİSAYARLARLA BEYNİMİZİ GELİŞTİRMeye HAZIR MIYIZ?

Beyin-bilgisayar arabirimleri ile zekamızı ve yeteneklerimizi geliştirme potansiyelimiz var. Peki bunun bedeli ne olacak?

**E**ğer imkânınız olsa, beyninize sizi daha zeki yapacak bir çip taktırır mıydınız? Herkes bunu yaparsa, Dünya nasıl bir yer olurdu? Ofiste herkesin sizden akıllı olduğunu veya arkadaşlarınızın sohbetine zekânız yetmediği için katılmadığınızı düşünün. Onlara yetişmek için beyninizi terfi ettirir miydiniz? Ettirmeniz gerekir mi?

Kulağa bilimkurgu gibi gelse de, bu bir hayal değil. 2019'da teknoloji girişimcisi Elon Musk'ın firması Neuralink yaptığı duyuru ile tüm dünyanın ilgisini çekti. Beyin sinyalleri ile bilgisayarlar arasında bağlantı kuracak farklı yollar (Beyin – bilgisayar arabirimleri, BBA / Brain Computer Interface – BCI) zaten bulunuyor, ancak Neuralink bu teknolojiyi süper küçük, süper ince, esnek mikro elektrotlara indirgediğini duyurdu. Beynimize takılan küçük bir cihazla nöronlardan gelen sinyalleri okuyabildiklerini (ve yazma potansiyeline sahip olduklarını) söylediler. Bu teknolojiyi maymunlar üzerinde denediklerini, şimdi de insanlı deneyler yapmak istediklerini açıkladılar.

Şimdiye kadar beyin – bilgisayar arabirimleri ile ilgili araştırmalar genelde medikal alana odaklanmıştı. Ancak Neuralink sağlıklı insanların da beyinlerini geliştirmek için kullanabilecekleri bir cihaz geliştirmek istiyor. Bilişsel gelişim, geleceğin botoksu olabilir. Ancak her ne kadar terfi ettirilmiş bir beyin insanların yeteneklerini artırsa da, bazı uzmanlar şimdiden bunun gelecekte yaratabileceği tehlikelere dikkat çekmekten geri durmuyor.

Şu anda sağlıklı bireyler için beyin geliştirme cihazları yok, ancak Dr. Davide Valeriani bunun bir seçenek olarak geleceğini kendi ömrü içinde göreceğini söylüyor.

ABD'deki Harvard Tıp Fakültesinde BCI'lar üzerine doktora sonrası çalışma yapan bir araştırmacı olan Valeriani, "Tüm büyük firmalar beyin-bilgisayar arabirimlerine ilgi duyuyor" diyor. Verdiği örnekler arasında Amazon, Facebook ve Microsoft gibi özel şirketler, ABD ordusu gibi devlet kurumları bulunuyor. "Eğer büyük firmalar bu teknolojiyi desteklerse, araştırmalarımızı hızlandırabiliriz. Onların çok geniş kaynakları bulunuyor."

## ZİHİN MAKİNELERİ

Beyne bir çip takmak zaten teknik olarak oldukça zor, ancak Valeriani daha soyut problemlerin de olduğuna dikkat çekiyor. BBA'ların felçli veya beyini hasar görmüş insanlara yardımcı olabileceğini kabul ediyor ancak sağlıklı bireylerin bu tür bir ameliyatın ne kadar büyük bir risk taşıdığını bilmeleri gerektiğini savunuyor ve etik ikilemlere de işaret ediyor. Potansiyel problemler arasında "beynin hacklenmesi" (bir insanın veya kurumun çipi kontrol etmesi veya çipte depolanan bilgilere erişmesi) ve insan hakları açısından kötü sicili olan ülkelerde yaşanabilecek etik çatışmalar bulunuyor. Buna ek olarak, bu teknolojiyi geliştirmek için hayvanlar üzerinde yapılacak sayısız deneyin kabullenilmesi, felçli insanlara yardım için başka, beyini daha havalı kılmak için başka algılanacak.









ALAMYX2, SCIENCE PHOTO LIBRARY, RICK FRIEDMAN, URMC, GETTY IMAGES

Beyin-bilgisayar arabirimleri alanında çok mesafe kat edildi, ancak boyut açısından hala çok büyükler.

Peki bu teknolojinin ne tür bir avantajı olabilir? Neden beynimize elektrotlar sokuyoruz? Valeriani, karar verme süreçlerini geliştirmek, özellikle örneğin bir doktorun bir hastaya teşhis koymasından veya bir askerin savaş sırasında vereceği kritik kararlar için yararlı olabileceğini düşünüyor. “BBA’ların avantajının, insanları da karar verme süreci içerisinde tutmaya devam etmesini sağladığını düşünüyorum” diyor. Kararları sadece yapay zekâyâ bırakmak yerine, BBA’lardan ikilemde kaldığımız anlarda yardım alabilir, yerleşik önyargıları aşmak veya kör noktaları yok etmek için yararlanabiliriz. Valeriani bu noktada “aynı bilgiyi kullanarak bir makine ve BBA’dan yardım alan insanın verdiği kararları karşılaştırdığımızda, ikisinin ayrı ayrı vereceği kararlara göre insan-makine ikilisinin daha iyi bir sonuç çıkabileceğini gördük” açıklamasını yapıyor.

BBA destekli iletişim konusunda da araştırmalar sürüyor. Valeriani “BBA’lar zihnimizi okumuyor” diyor. “Bilgisayarlar belli bir nesne hakkında düşünürken veya belli bir organımızı hareket ettirmek istediğimizde oluşan beyin aktivitesini tespit edecek şekilde eğitilebilirler. Düşünce gücü ile çalışan protezler, bu teknolojiye yararlanıyor. Bu aktivite tespit süreçlerini geliştirerek yepyeni alanlara, örneğin telepatik iletişim, Facebook durumumuzu düşünerek güncellemek, zihnimizi kullanarak araba sürmek gibi şeyleri hayata geçirebiliriz. Bir başka seçenek ise hafızamızı bilgisayar desteği ile artırmak. Şu anda bilgisayar veya cep telefonlarımızı bu iş için kullanıyoruz. Çalışmalarımızı, fotoğraflarımızı, takvim ve görüşmelerimizi bu cihazlara kaydediyoruz. Bir gün BBA teknolojisi ile beynimizin anında ulaşabileceği bellek miktarını artırabilir ve her şeyi buraya kaydedip istediğimiz her an hatırlayabiliriz. Bir daha hiçbir

# BEYİN BİLGİSAYAR ARABİRİMLERİ

# ŞİMDİYE KADAR NE OLDU?

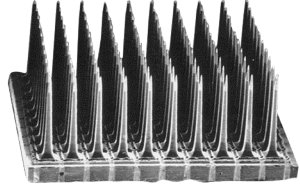
# 1973

İlk beyin-bilgisayar arabirimi (BBA) Jacques Vidal tarafından California Üniversitesinde geliştirildi (altta). İnvazif olmayan bir yöntemle, beynin EEG dalgalarını okuyarak bilgisayarlarla iletişim kuruluyordu.



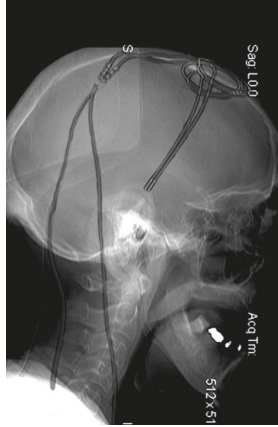
# 1988

Eski Yugoslavya'daki araştırmacılar ilk defa EEG beyin sinyallerini kullanarak bir fiziksel nesneyi hareket ettirmeyi başardı. Göz açıp kapayarak bir robota komutlar verilebiliyordu.



# 1991

Richard A. Normann, Utah Array adını verdiği (üstte) 100 elektrotlu bir cihaz icat etti. Elektrotlar beyne takılarak beyin hücrelerini uyarmak veya hücrelerdeki aktiviteyi elektronik devrelere kaydetmek için kullanılıyordu.



# 1997

Parkinson hastalığının yan etkilerini tedavi etmek için beyne elektrotlar takılarak derin beyin uyarımı (üstte) gerçekleştirilmesi, ABD'de yetkili kurum FDA tarafından onaylandı.

# 2000

Kuzey Carolina'daki Duke Üniversitesinden araştırmacılar, maymunların beyin aktivitesini çözen ve maymunların kol hareketlerini robotlara aktaran bir teknoloji geliştirdi.



# 2005

Matthew Nagle (altta) düşünce gücü ile bir protez kolu hareket ettiren ilk insan oldu. Boyundan aşağısı felç olan Nagle, Massachusetts'li bir firma olan Cyberkinetics'in beyin okuma teknolojisini kullanarak oyun oynayabiliyor, TV'de kanal değiştirebiliyor ve e-postalarını okuyabiliyordu.



# 2016

Bir başka felç hastası, Nathan Copeland (üstte) zihinle kontrol edilen bir robot kol yardımı ile dokunma duyusuna tekrar kavuştu. Cihazda, Pittsburgh Üniversitesi tarafından geliştirilen ve beynin dokunma duygusu ile ilgili olan bölümünü uyaran bir BBA kullanılıyordu.



# 2019

Elon Musk (üstte) Neuralink'in gelişmiş BBA teknolojisi planlarını açıkladı. Binlerce ipliksi elektrotu beyne yerleştirebilen özel bir ameliyat robotu tanıtıldı.



# NEURALINK

NASIL ÇALIŞIYOR?

## Elon Musk'ın zihin okuyan makinesinin arkasında yatan teknoloji

**1.** Neuralink'in "n1" adı verilen sensörlerinin her biri, çapı 8 mm, yüksekliği 4 mm olan bir kılıf içinde bulunuyor.

**2.** Neuralink'in bütün bileşenleri bu kılıfın içine yerleştiriliyor ve hermetik olarak mühürleniyor.

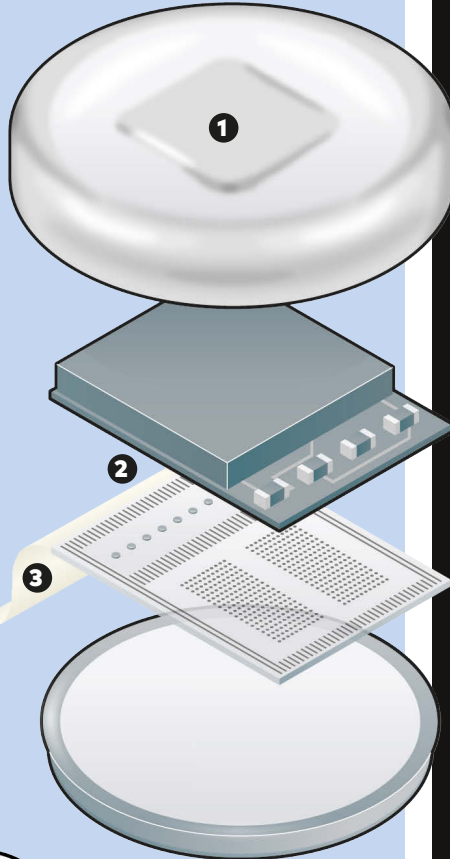
**3.** Her sensör 1.024 esnek, iplik benzeri elektrotla bağlıyor. Bu elektrotlar beyindeki sinir hücrelerinin sinyallerini okuyup yazabiliyor. Her elektrotun genişliği insan saçının yaklaşık onda biri kadar.

**4.** Esnek elektrotlar, kafatasına açılan sekiz milimetre çapındaki deliklerden beyin dış katmanına (korteks) yerleştiriliyor. Bunun için 24 mikrometrelik bir iğne kullanan özel bir ameliyat robotu kullanılıyor. (1 mikrometre = milimetrenin binde biri).

**5.** Sensörler delikten içeri yerleştirildikten sonra delikler deri ile kapatılıyor. Bir delikten içeri en fazla 10 sensör, yani 10.000 elektrot sokulabiliyor.

**6.** Sensörler kafa derisine açılan ince kanallara yerleştirilen ince kablolarla, kulağın arkasına konulan bir indüksiyon bobinine bağlanıyor.

**7.** İndüksiyon bobini, deri yolu ile "Link" adı verilen bir giyilebilir cihaza bağlanıyor. Bağlantı, Bluetooth ile kablosuz olarak gerçekleştiriliyor.



ismi veya yüzü unutmuyoruz."

Geçtiğimiz yıl, Kuzey Carolina'daki Wake Forest Tıp Fakültesinden Dr. Robert Hampson liderliğinde bir araştırma ekibi, beyin bellek ile ilgili olan bölümü hipokampustaki hücreleri uyararak insanların kısa dönem belleğini geliştirmeyi başardı. Bilim insanları önce hatırlama sırasında oluşan beyin hücre aktivitesini kaydetti, daha sonra hatırlanarak gerçekleştirilmesi gereken bir görev sırasında bu kayıtları kullanarak aynı hücreleri uyardı. Çalışmada, hatırlama performansının yüzde 35 arttığı ortaya çıktı. Deneyde nöbetlerini tespit edebilmek için önceden beyinlerine elektrot takılmış epilepsi hastaları kullanıldı. Ancak bilim insanları bu teknolojiyi geliştirerek demans hastalığına da çare bulmayı hedefliyor. Günün birinde belki aynı teknoloji, sağlıklı bireylerin hafızasını geliştirmek için bile kullanılabilir.

Henüz böyle bir teknoloji olmasa da, Valeriani takılıp çıkarılabilen bir aygıtın sağlıklı insanlar için daha iyi bir seçenek olduğunu düşünüyor. Böylece gerektiğinde bedenden ayrılacak ve kapatılacak. "Böyle bir cihaz olursa, istemediğimiz zamanlarda kullanmama seçeneğimiz olur ve istediğimiz zaman teknoloji ile aramıza bir set çekebiliriz" diyor.

### KİMLİK KRİZİ

"Ben kimim" sorusu, BBA teknolojisinin felsefe açısından da mercek altına alınmasına yol açıyor. Connecticut Üniversitesinden felsefe ve bilişsel bilimler üzerine çalışma yürüten Dr. Susan Schneider gelecekteki teknolojiler, zihin ve benlik arasındaki ilişki gibi konularla ilgileniyor. "Gelecekte bir zihin tasarım merkezine gittiğinizi düşünün. Önünüze bir menü koyacaklar ve buradan kendinize dair geliştirmek istediğiniz özellikleri seçebileceksiniz" diyor. Bir Zen ustasının meditasyon seviyesine ulaşabileceğimizi veya müzik yeteneğimizin Mozart kadar artabileceğini hayal ediyor. Belki de



kendimize sıfırdan yeni bir kişilik oluşturabileceğiz.

Schneider , “Bu konudaki etik kaygıları elbette anlayabiliyorum” diyor. “Bu geliştirmelerden birkaç tanesini satın alabileceğinizi düşünün. Sonuçta ortaya çıkacak olan insan gerçekten siz mi olacaksınız?” Bir süre sonra beyne o kadar çok implant takılabilir ki, söz konusu insan haberi bile olmadan kendini öldürmüş olabilir.

Bu noktada, klasik düşünce deneyleri gündeme geliyor. Benliğimizi korumak için beynimizin ne kadarına dokunmamamız gerekiyor? Bir anda hafızamızı kaybedersek, bu, artık aynı insan olmadığımız anlamına mı gelecek? Bir beyin hasarı kişiliğimizi değiştirirse ne olacak? Bizi “biz” yapan, nedir?

## GELECEĞİ DÜŞÜNMEK

Sussex Üniversitesinden nöroloji profesörü Anil Seth, BBA'lar ile ilgili ortaya çıkabilecek potansiyel problemleri, “endişe bütçesi” kapsamında irdelemeyi tercih ediyor. Endişelenmemiz gereken çok şey olduğu için bütçemizi; teknolojinin daha acil problemlere (örneğin internette ne göreceğimizi etkileyen sosyal medya algoritmalarına) çözüm bulması için harcayacağımızı düşünüyor. Karar verme süreci söz konusu olduğunda, ona göre şu anda tartışmamız gereken yapay zekâ destekli bir karar verildiğinde ve kötü bir sonuç doğarsa, sorumluluğu kimin alacağı.

Yapay zekânın kendi benliğini kazanacağından ve yanlışlıkla bizi Dünya yüzeyinden sileceğinden endişe etmiyor. “Aynı insan olmak konusunda saplantılı değilim”

diyor. “Zaten her gün değişiyoruz aslında, sadece bunun farkında değiliz.”

Seth'in endişe ettiği bir konu da, eşitlik. “Teknoloji ve bilimin heyecanına kapılıp gidebiliriz, ancak tüm bu olanaklara eşit erişimin mevcut olması da önemli. Toplumda seçkin bir zümrenin bu teknolojileri kullanmaya başladığını görebiliriz. Peki geriye kalanlar ne olacak? Bence şu anda uykularımızı kaçırmamız gereken mesele bu.”

Kişisel endişe bütçemizi nereye harcayacağımızı düşünelim, BBA teknolojisi hızla gelişmeye devam ediyor. İnsanların yeteneklerini teknoloji ile artırmasını savunan bir kesim, bedenlerine kapıları açmak için veya kredi kartı gibi kullanmak için mikroçipler taktırmaya başladı bile. Beyne mikroçip takılmasına, veya takılıp çıkarılmasına imkân verecek teknolojinin çok uzak bir gelecekte olmadığını düşünmek yanlış olmaz.

Bir sonraki adım ne olursa olsun, Valeriani, Schneider ve Seth, teknoloji ilerlerken bir taraftan da etik ve felsefik ikilemleri dikkate almamız gerektiğini savunuyor. Beyinlerimizi terfi ettirmenin gerekli olup olmadığı sorusunun yanıtını vermek için eşitlik, adalet, sorumluluk ve kim olmak istediğimiz gibi konuların gözden geçirilmesi gerekiyor. Aynı zamanda, nasıl biri olmak istediğimizi de sorgulamanın zamanı geldi belki de. Daha iyi olmayı istemek, olmak için yeterli mi? Yoksa aslında sosyal ve etik hedeflerimizi mi daha iyi hale getirmeliyiz?

## DR. LUCY MADDOX

(@lucy\_maddox)

Lucy, klinik psikoloji alanında danışman.

Ayrıca psikoloji ve sinirbilim konularında yazıyor.





Gelecek yıl intihar görevine çıkacak bir uzay aracı, gidip bir asteroide çarpacak. Neden? Amaç, astronomların Dünya'yı tehdit edebilecek asteroitleri rotalarından saptırma imkanının olup olmadığını test etmelerini sağlamak!

DR. STUART CLARK

BİR



ASTEROIDE



The background is a dark, almost black, color. It features several abstract, irregular shapes. Some are solid dark brown, while others are white outlines. There is a cluster of small white dots in the upper left corner. The overall aesthetic is modern and scientific.

RÖİT

NASIL  
PARÇALANIR?



# A

rmageddon filmini hatırlıyor musunuz? Hani Bruce Willis uzay mekiğine biniyor, Dünya'ya doğru gelmekte olan Teksas büyüklüğündeki bir asteroide gidip içine bir

atom bombası bırakıyor ve parçalanmasını sağlayarak Dünya'yı kurtarıyordu. Her ne kadar bilimsel açıdan filmde olanların çok da doğru olduğunu söyleyemsek de, NASA ve European Space Agency (ESA) tarafından planlanan yeni bir görev buna benzer bir şeyi yapmaya çalışacak. Görevin adı, AIDA (Asteroid Impact and Deflection Assessment).

Temmuz 2021 sonunda, görevin ilk bölümü NASA tarafından gerçekleştirilecek. NASA'nın Double Asteroid Redirection Test (DART) uzay aracı Cape Canaveral'dan fırlatılacak ve bir intihar görevine yollanacak. Hedef, ikili asteroit sistemi Didymos. DART, 14 aylık bir yolculuktan sonra bu uzay kayasına doğrudan çarpacak. Amaç hedefi parçalamak değil, yörüngesini az da olsa değiştirmek. Dünya'ya doğrudan gelmekte olan bir asteroidin çarpmasını engellemek için kullanılacak bir çözüm, burada test ediliyor.

## KIYAMET GÜNÜNDEN KURTULMAK

Dünya'ya yönelik farklı asteroit tehditleri bulunuyor ve hepsi de oldukça büyük riskler içeriyor. En ekstrem olanı "Dünya katili" olarak adlandırılan, çapı 10 kilometreyi geçen asteroitler. Adından da anlaşılacağı gibi, 65 milyon yıl önce Dünya'ya çarpıp dinozorların neslinin tükenmesine neden olan asteroit, bu kategorideydi.

Neyse ki, bu tür bir felaketin bir daha gerçekleşeceğinden korkmamıza neden yok. Belfast'taki Queen's Üniversitesinden astronomi profesörü Alan Fitzsimmons, "en az yüz yıl boyunca Dünya'ya böyle bir asteroit çarpmayacak. Bundan yüzden 95 eminiz" diyor. Bu kadar emin olmamızın nedeni gezegen katili asteroitlerin boyutları büyük olduğundan dolayı parlak olmaları. Bu tür asteroitler, Dünya'daki gözlemlerle rahatça tespit edilebiliyor. Son birkaç on yılda keşfedilen bu boyuttaki asteroitlerin hiçbiri Dünya'ya uykularımızı kaçırarak kadar yakın değil.

Ölçeğin diğer tarafında farklı bir hikâye söz konusu. Bu bölümdeki asteroitler daha küçük



ve daha soluklar. Fitzsimmons, "daha küçük boyutlu asteroitlerin çoğunu henüz tespit edebilmiş değiliz" diyor. "Kataloglarımız henüz tamamlanmadı. Denemediğimizden dolayı değil, yeterli kaynağa sahip olmadığımızdan dolayı."

Bu, oldukça rahatsız edici. Boyutları 100 ile 300 metre arasında değişecek asteroitler "şehir katili" olarak adlandırılıyor. Adından da anlaşılacağı gibi, bir şehre düşseler, tamamen yok edebilirler. 1908'de bu boyutlarda bir asteroit Sibirya'nın Tunguska bölgesine düştü. Neyse ki, düştüğü yer ıssız bir bölgeydi. Ancak ortaya çıkan yıkım, korkutucuydu. 2.000 kilometrekarelik orman alanını yok etti. Böyle bir asteroit eğer örneğin İstanbul gibi bir şehre düşmüş olsaydı, neredeyse yarısını yok ederdi.

2013'te 20 metrelik bir asteroit, Rusya'nın Chelyabinsk şehrinin





#### SOL ÜSTTE:

Patlama nedeniyle oluşan şok dalgası pencereleri parçaladı ve bu fotoğrafta olduğu gibi pek çok binaya ciddi maddi hasar verdi.

#### SOL ALTTA:

2013'te Chelyabinsk üzerinden atmosfere giren asteroid patlamış ve gökyüzünde iz bırakmıştı.

#### ÜSTTE:

Asteroidin büyük bir parçası Chebarkul gölüne düştü ve gölün donmuş yüzeyinde sekiz metrelik bir delik açtı.

üstünde atmosfere girdi. Havada parçalandı. Ortaya çıkan şok dalgası şehirdeki camlar parçaladı, yaklaşık 1.600 kişi yaralandı.

Fitzsimmons, “uzayda dolaşan asteroit türleri ile çarpışma olasılıklarını hesaba kattığımızda, bizim için en büyük tehdidin şu anda bilinmeyen, 100 ila 300 metre arası boyutlu bir asteroitten geleceğini söyleyebiliriz” diyor. “Nereye düşerse düşsün büyük bir yıkım yaratacağı kesin. 300 metrelik bir asteroidin yıkım alanı küçük bir eyalet büyüklüğünde olabilir.”

AIDA görevinin Avrupa tarafının adı Yunan mitolojisinde kraliçe tanrı Hera'dan geliyor. Hera, uzay aracı DART'ın asteroide çarpmasından yaklaşık üç yıl sonra aynı asteroide gelecek ve çarpmanın yan etkilerini araştırarak. Düşük bir ihtimal, ancak bu görev, varlığını ünlü Hollywood filmine borçlu olabilir.

ESA'nın Paris'teki merkezinde keşif ve hazırlık ekibinin yöneticisi Ian Carnelli, “Armageddon filminden sonra insanlar gerçekten böyle bir tehdit olsa uzay ajanslarının ne yapabileceğini merak etmeye başladı” diyor. İlk merak dalgası sonrasında ESA bir grup uzmanı araya getirerek NEOMAP (Near Earth Object Mission Advisory Panel)

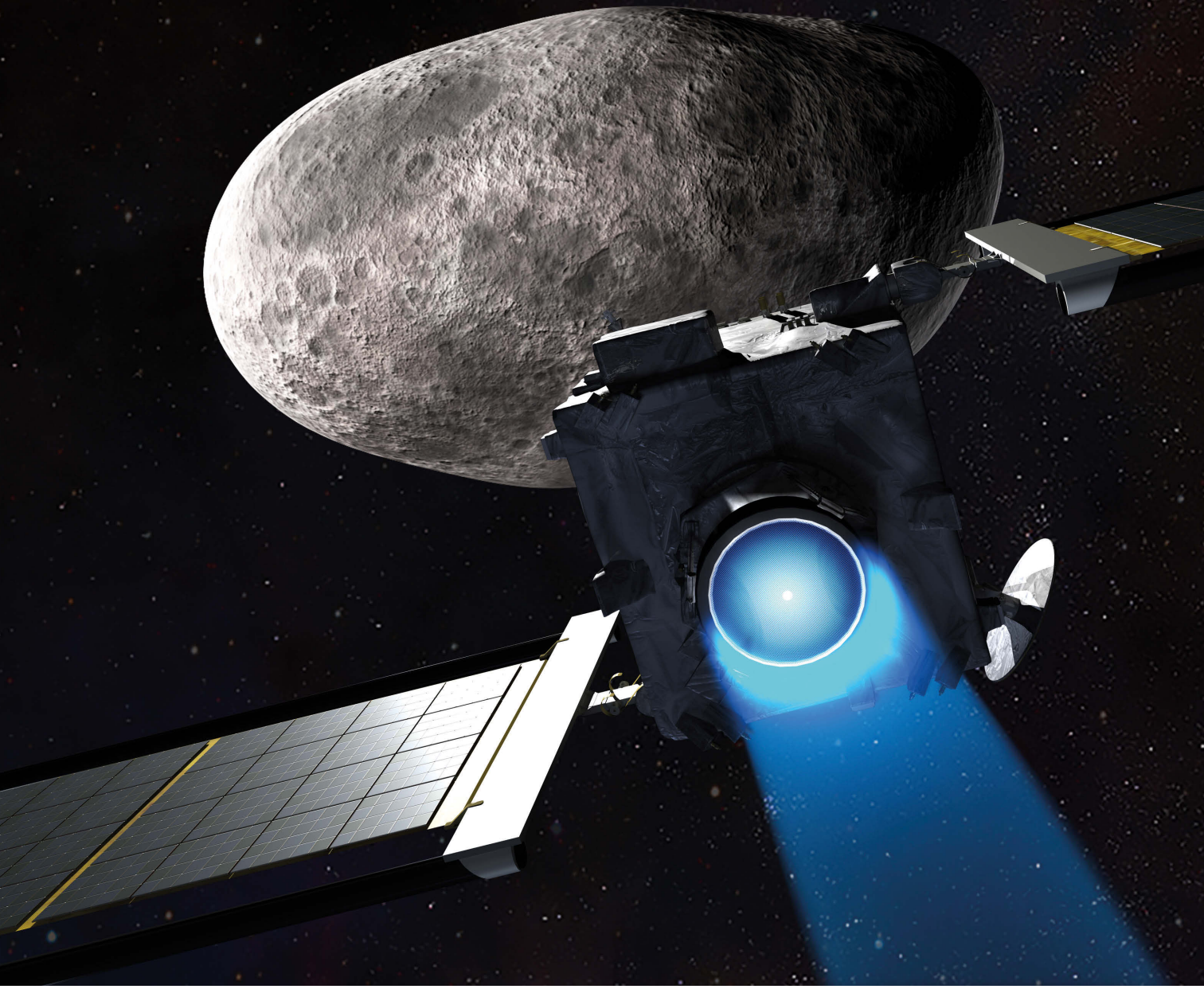
“En az yüz yıl boyunca Dünya'ya böyle bir asteroit çarpmayacak. Bundan yüzden 95 eminiz.”

ekibini kurdu. Fitzsimmons da bu ekibin bir üyesiydi. 2000'lerin başında bir araya geldiler ve Dünya'yı tehdit edebilecek asteroitlere karşı gerçekleştirilebilecek görevleri tartışmaya başladılar. En iyi çözümün AIDA gibi bir saptırma testi olduğuna karar verdiler. Ancak elbette bunun bir maliyeti vardı. Carnelli, “En baştan beri bunun pahalı bir görev olacağı ve uluslararası iş birliğine ihtiyaç duyulacağı açıktı” diyor.

#### HEDEFİ BELİRLEMEK

Saptırma testinin önünde bir engel daha vardı: Teknoloji. Orijinal görevin hedefi 2002 AT4 olarak bilinen bir asteroitti. Amaç, hızını saniyede 0,5 milimetre değiştirmektir. Bu küçük değişikliği ölçmek oldukça zordu, zira asteroit Güneş çevresinde saniyede 30-40 kilometre hızla dönüyordu. Johns Hopkins





#### ÜSTTE

DART uzay aracı, 2022'de Didymos asteroidine ulaşacak ve çarpacak.

Üniversitesinden astronom Dr. Andrew Cheng bir çözüm buldu. Tek bir asteroidi hedeflemek yerine, birbirinin çevresinde dönen bir asteroid çifti bulmayı ve bu ikiliden küçük olana saldırılmayı önerdi. Böylece, saniyede 0,5 milimetre sapma daha kolay ölçümlenebilecekti, zira asteroid çiftleri birbirinin çevresinde saniyede birkaç santimetre hızla dönüyor.

Bunun üzerine hedef olarak 1996'da keşfedilen, ardından 2003'te ikili asteroid olduğu tespit edilen Didymos seçildi. İkiliden büyük olanının çapı 750 metre, küçük olanının ise 170 metre. Didymoon lakabı takılan küçük asteroidin DART'ın hedefi olarak seçilmesinin nedeni, boyutunun Fitzsimmons ve diğer uzmanların Dünya'yı tehdit etme olasılığı en yüksek olan skalada yer alması.

DART görevi insanlığı için hayati önem

taşıyor ve nedeni de çok açık. DART görevinin lideri, Johns Hopkins Üniversitesinden Dr. Andrew Rivkin, "diğer doğal afetlerin aksine, asteroid ve kuyruklu yıldız çarpmaları için bir şeyler yapabiliriz" diyor. Diğer doğal afetlerin hasarını azaltmak için önlemler alabiliyoruz. Örneğin depreme dayanıklı binalar inşa ediyoruz. Ancak bu afetlerin gerçekleşmesini engelleyemiyoruz. Asteroidlere karşı gezegeni savunmak bundan farklı, zira engellemek için bir şeyler yapmak mümkün. Rivkin, "bir çarpmanın gerçekleşmesini engelleyebiliriz" diyor. "Bunu yapabilecek teknolojimiz var ve şimdi bunu test etmek istiyoruz."

DART, Didymoon asteroidine saniyede 6-7 kilometre hızla yaklaşacak ve Dünya'dan 11 milyon kilometre uzaktayken doğrudan çarpacak. Eğer ekip başarılı olursa bu, uzay operasyonları konusunda çok önemli bir kilometre taşı olacak.

NASA bu alanda biraz deneyim sahibi. 2005'te bir uzay aracını Tempel 1 kuyruklu yıldızına çarptırdılar. Deep Impact görevinin amacı, kuyruklu yıldızı saptırmak



# AIDA GÖREVI

Didymos (Yunanca, "ikizler") birbirinin çevresinde dönen iki asteroitten oluşan bir ikili asteroid sistemi. Küçük olanına Didymoon adı verildi. AIDA görevinin hedefi Didymoon'a çarpıp hızını değiştirmek ve böylece Dünya'ya gelebilecek asteroitlere karşı kendimizi nasıl savunabileceğimizi test etmek.

① NASA'nın DART uzay aracı, 2021'de uzaya fırlatılacak ve 2022'de Didymos'a ulaşacak. Hedefi Didymoon olacak ve bu asteroide saniyede 6-7 kilometre hızla çarpacak.

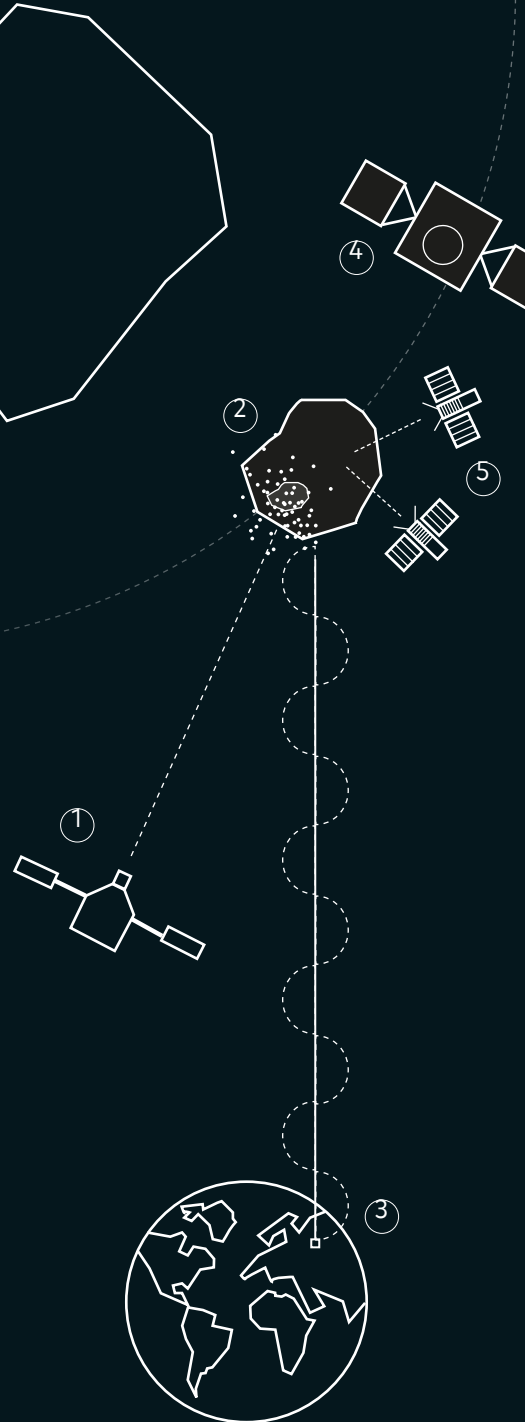
② Çarpma sırasında DART parçalanacak ve yörüngesel enerjisi Didymoon'a aktarılacak. Asteroidin yüzeyinde büyük bir krater oluşacak.

③ Dünya'daki radar istasyonları ve teleskoplar Didymos ve Didymoon'u takip ederek DART'ın çarpması sonucu hızının nasıl değiştiğini tespit edecekler.

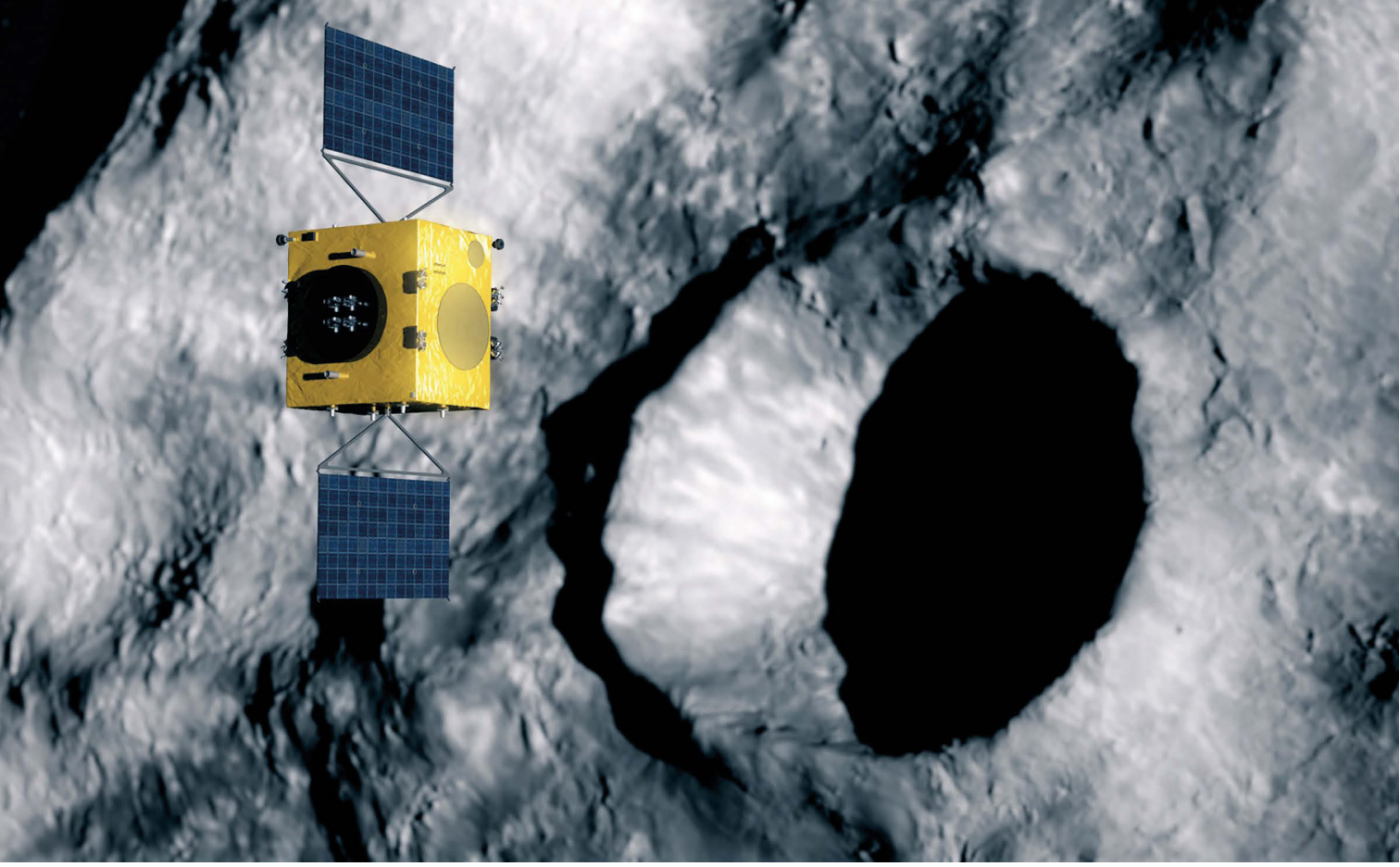
④ ESA'nın Hera uzay aracı asteroide 2025'te ulaşacak. Hera'nın görevi çarpma kraterini ölçümlemek ve Didymoon'un yapısını ve özelliklerini tespit etmek olacak.

⑤ Hera asteroide geldiğinde iki CubeSat bırakacak. Bunlar Didymoon'a inerek yapısını daha ayrıntılı analiz edecek.

"Diğer doğal afetlerin aksine, asteroit ve kuyruklu yıldız çarpmalarını engellemek için bir şeyler yapabiliriz."







#### ÜSTTE:

Hera, beraberinde getirdiği iki CubeSat mini uydu ile DART'ın çarpması sonrası ortaya çıkan krateri inceleyecek.

#### SAĞDA ALTTA:

Hera'nın 2025'te fırlatılması planlanıyor, ancak bunun için öncelikle bütçe sorunu çözülmeli.

değil iç yapısını analiz etmekte, ancak yine de bu sayede uzayda bir nesneyi hedeflemek ve yakalamak konusunda deneyim edinmelerini sağladı.

Bu dönemden sonra bilgisayar ve yazılım dünyasında büyük gelişmeler yaşandı. DART, Didymoon'u tam hedeflemek için gözlemlerinin teleskoplarını bir gök cismine kilitlemek için kullandıkları yazılıma benzer bir yazılım kullanacak. Çarpma sonrasında DART tamamen parçalanacak. Rivkin, "asteroit üzerinde 10-15 metre büyüklüğünde bir krater açacağımızı düşünüyoruz" diyor.

#### ÇARPMADAN SONRA

DART görevini tamamladıktan sonra Dünya'daki teleskoplar Didymos'a odaklanarak Didymoon'un sapıp sapmadığını tespit etmeye çalışacak. 2025'te Hera, asteroid ikilisine gelecek ve incelemelerine başlayacak. Görevin Avrupa sorumluluğundaki bölümü ilk önce DART üzerinde açılan kraterin boyut ve şekline bakacak. Böylece Didymoon'un yapısı hakkında bilgi edinebileceğiz. Hera'nın üzerinde asteroidin kütlesi, yoğunluğu ve termal özelliklerini analiz etmek için de bir dizi cihaz bulunuyor.

Ancak bu bilgileri toplarsak DART görevinde yapılanların işe

yarayıp yaramadığını ve bize doğru gelecek bir asteroitten kendimizi korumak için kullanılıp kullanılmayacağını anlayacağız. Carnelli, "Bu bilgileri elde ettiğimizde saptırma çarpmalarının simülasyonlarını daha iyi hazırlayabileceğiz" diyor. Gelecekte, Dünya'ya doğru gelecek zararlı bir asteroid olacağını hayal ediyor. Hemen analiz edilebilir ve elde edilen sonuçlar Didymoon'dan alınan sonuçlarla karşılaştırılabilir. Carnelli, "Bu

"Elimizde Dünya'ya doğru geldiği tespit edilen benzer boyutlarda tüm nesnelere saptırmak için ne gerektiğini öğrenebileceğimiz bir test olacak."

# TEHDİT ALTINDA BİR GEZEĞEN

Dünya'daki yaşamı tehdit eden uzay kaynaklı tek tehlike asteroid çarpması değil...



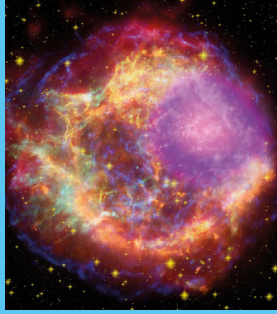
## UZAY ÇÖPLERİ

Dünya'daki yaşamı geniş çapta tehdit edecek olmasa da, uzay çöpü gerçek bir problem. Bu durum, Dünya'da iletişimden navigasyona birçok hayati servisin bel bağladığı yörünge uyduları için ciddi bir tehdit teşkil ediyor.

TEHLİKE FAKTÖRÜ: YÜKSEK

## SÜPERNOVALAR

Patlayan yıldızlardan yüksek enerji yüklü radyasyon yayıldığı için, Dünya'daki yaşama ciddi bir tehdit oluşturma potansiyeli bulunuyor. Ancak gerçekten risk oluşturmaları için Dünya'nın 50 ışık yılı yakınında bir kırmızı süperdev patlaması gerçekleşmeli. Şansız var ki, bu sınırın içinde bu tür bir yıldız bulunmuyor.



TEHLİKE FAKTÖRÜ: ÖNEMSİZ



## GÜNEŞ FIRTINALARI

Güneş'ten yayılan yüksek miktarda manyetik enerji, Dünya'ya elektrik yüklü gaz bulutlarının gelmesine neden olabilir. Bu bulutlar uydulara ve elektrik şebekelerine zarar verebilir. Büyük bir Güneş fırtınası uzun süreli elektrik ve iletişim kesintilerine neden olabilir.

TEHLİKE FAKTÖRÜ: ORTA VEYA YÜKSEK

## UZAYLI İSTİLACILAR

Bilim kurgu filmlerinde Dünya'ya gelip terör estiren uzaylıları bol bol görüyoruz. Gerçek hayatta, astronomlar henüz uzayda bizden başka bir medeniyet keşfedemedi. Zira olsaydı, bir şekilde tespit edilebilir emisyonlar yaratmaları gerekirdi. Bu yüzden belki de uzaylı istilacılar hiç olmayacak...

TEHLİKE FAKTÖRÜ: DÜŞÜK (MÜ ACABA?)

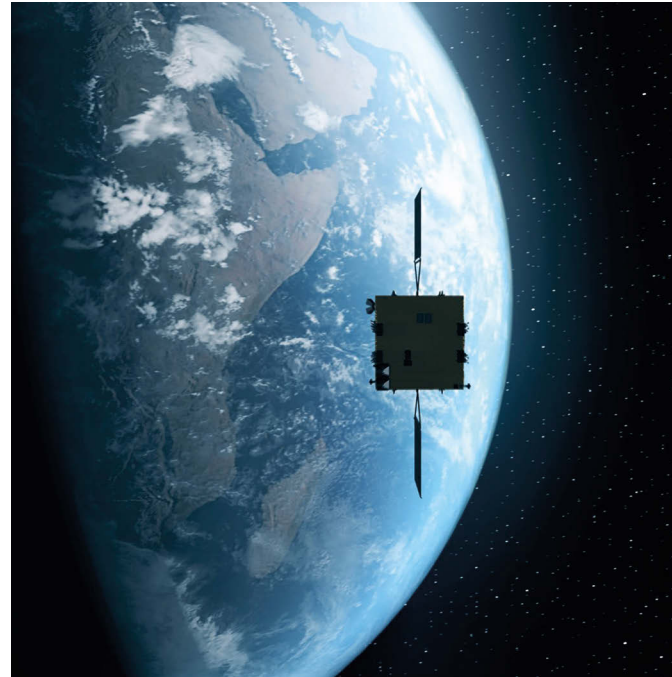


verileri bilgisayara girdiğiniz anda bu yeni asteroidi saptırmak için ne kadar sert vurmanız gerektiğinin ortaya çıkıyor" diyor.

Bir başka deyişle, Hera ve DART birleştiğinde, elimizde Dünya'ya doğru geldiği tespit edilen benzer boyutlarda tüm nesnelere saptırmak için ne gerektiğini öğrenebileceğimiz bir test olacak. Yine de, bu görevin önünde çok büyük bir engel duruyor: Bütçe.

NASA'nın DART bütçesi tamam. Şu anda inşa ediliyor ve gelecek sene fırlatılacak. Hera'nın ise inşa edilmek için 140 milyon euro, daha sonra da fırlatılıp yönetilebilmesi için üç yıl içinde 160 milyon euro'ya ihtiyacı var. Bu bütçenin verileceği, henüz garanti altına alınmış değil. Benzer bir görev, 2016'da reddedilmişti.

ESA'da 2000'li yılların başından beri asteroid saptırma testleri konusunda çalışmalar yürüten Carnelli'ye göre bu bir ölüm-kalım meselesi. "2003'te asteroid saptırma, o dönemde elimizde olan teknoloji düşünüldüğünde, bilim kurgudan ibaretti" diyor. "Asteroidleri boyamak, güneş yelkenlerine bağlamak veya üzerine iyon motorları monte etmek gibi projeler önerildiğini hatırlıyorum. Tüm bunlar yok oldu. Şu anda gezegen savunma konusunu ciddiye alan bir bilimsel toplum söz konusu. Bu toplum, ne istediğini biliyor. Tüm yapılması gereken, gerekli donanımı inşa etmek." Carnelli sonuna kadar haklı, zira eğer böyle bir tehdit ortaya çıkarsa, gerçek hayatta bizi kurtaracak bir Bruce Willis olmayacak.



DR. STUART CLARK (@DrStuClark)

Stuart bir astronom ve bilim yazarıdır. Son kitabının adı ise "Search For Earth's Twin".



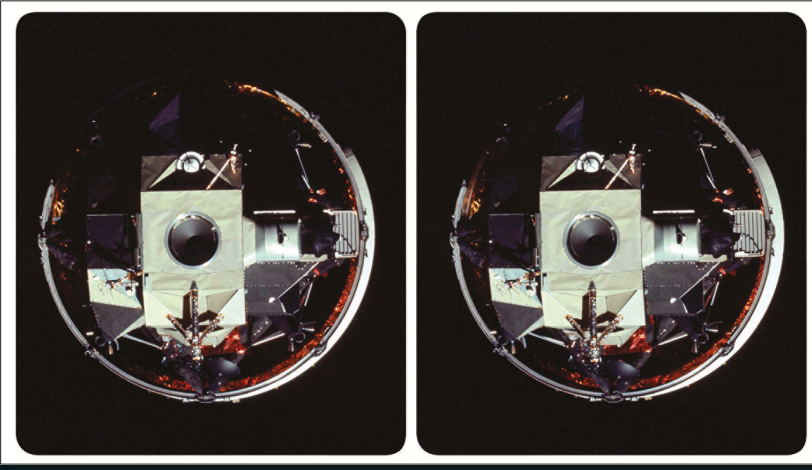
Apollo 13 mürettebatının uzayda trajik bir sonla yüzleşmesine ramak kalmıştı. Ay'da yürüme şansını kaçırdılarsa da nihayetinde başarılı oldular.

DAVID J. EICHER VE BRIAN MAY

# 3 BOYUTLU APOLLO 13



Saturn V'in gövdesi ve hareketli fırlatma kulesi, Saturn V roketlerini Araç Montaj Binasından fırlatma tahtası 39A'ya taşıyan paletli devasa nakliye arabasındayken. O dönemde bu traktörler, yalnızca 1,6 km/s hıza ulaşan ve kendi gücünü kendi üreten en büyük arazi araçlarıydı.



Apollo 13 Ay örümceği Aquarius, bu görselde hala Saturn üçüncü kademenin içerisindeyken gösterilmekte. Bu stereo görüntü için bileşenlerin fotoğrafları, kumanda modülü Odyssey, kenetlenme ve roketin üçüncü evresinden ayrılma işlemleri için Aquarius'a yaklaştığı esnada, kumanda modülünden çekildi. Kontrol halindeki Jack Swigert, ufkta belirecek sorunlardan habersiz Ay yolculuğunda mutlu bir şekilde mürettebatı yönlendiriyordu.

1970 BAHARINDA, Apollo programı tüm hızıyla ilerliyordu. Ay'a yapılan ilk iniş ve buna müteakip daha büyük bilimsel amaçları olan geri dönüş yolculuğu başarılı olmuştu. Elde edilen deneyimle NASA, Ay'a yapılacak üçüncü bir yolculukla deneylerinin karmaşıklığını artırıp daha fazla bilimsel sonuç elde etmeyi planlıyordu.

Apollo 13 olarak adlandırılan roketin 11 Nisan 1970 tarihinde fırlatılması kararlaştırılmıştı ve önceki iki görevde kullanılan aynı uzay mekiği konfigürasyonu kullanılacaktı. Apollo 13 mürettebatında, komutan Jim Lovell, kumanda modülü pilotu Jack Swigert ve Ay örümceği pilotu Fred Haise bulunuyordu. Fakat başlangıçta, mürettebat bu şekilde değildi.

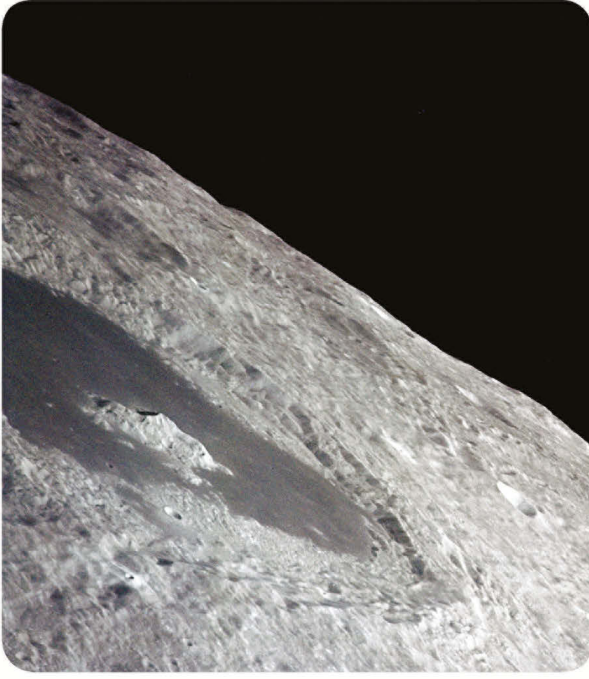
Geleneksel olarak, mürettebat sırasının Komutan Gordon Cooper, kumanda modülü pilotu Donn Eisele ve Ay örümceği pilotu Edgar Mitchell'de olması gerekiyordu. Ancak gerek Cooper'ın gerekse de Eisele'in, kariyerlerinin bu aşamasında NASA ile ilişkileri, farklı sebeplerden ötürü sallantıdaydı; Cooper, eğitim boyunca fazla rahat bir tavır sergilemişti. Evlilik dışı bir ilişkisi olan Eisele ise Apollo 7'deki görevinde iyi bir izlenim bırakmamıştı. Uçuş mürettebat operasyonları müdürü Deke Slayton, siyasi sebeplerden ötürü, mürettebatı Alan Shepard, Stuart Roosa ve Edgar Mitchell'dan oluşacak şekilde yeniden yapılandırdı. Ancak Slayton'ın üstleri, geçirdiği kulak ameliyatı nedeniyle Shepard'ın tekrar uçmaya hazır olmak için daha fazla zamana ihtiyacı olduğunu düşündüklerinden bu planı reddettiler.

Bunun üzerine hikaye daha karmaşık bir hal alıyor. Slayton, mürettebatı değiştirip Lovell'in ekibini komutaya getirdi. Böylelikle mürettebat Lovell, Haise ve kumanda modülü pilotu Ken Mattingly'den oluşacaktı. 34 yaşındaki Chicago doğumlu Mattingly deniz kuvvetleri pilotuydu ve astronot programına 1966'da katılmıştı. NASA, kızamıkçığa yakalanan Mattingly'yi kalkıştan üç



12 Nisan 1970 tarihinde, Apollo 13'ün Ay yolculuğu sırasında çekilen, Dünya'nın "aydınlık olan yarım küresinin" görüntülerinde özel bir duygusallık söz konusu. Bu fotoğraf mürettebatın, belki de geri dönmesi mümkün olmayacak yolculuklarında çektiği son Dünya fotoğrafıydı. Pozlamalar arasındaki küçük farklılıklar görüntüde oldukça ilginç derinlik efektleri oluşturmuştu.





Apollo 13'ün mürettebatı, 14 Nisan 1970'te, Ay'ın Dünya'dan görünmeyen kısmında dolanırken Tsiolkovski kraterinin enfes bir görüntüsünü yakaladı. Luna 3 görüntülerinde saptanmasının akabinde, Dünya'dan görünmeyen bu çıkıntılı bölgeye, ünlü Sovyet mühendis Konstantin Tsiolkovsky'nin adı verilmiştir. 180 km çapındaki bölge, yerden 3.400 m yükselerek bir tepe oluşturuyor.

gün önce görevden aldı. Bu yüzden, yerinde Swigert getirildi. Daha sonra yaşanan çok daha büyük hengamenin ardından, kalkıştan birkaç saat önce mürettebatın Lovell, Swigert ve Haise'den oluşması kararlaştırıldı.

42 yaşındaki Lovell, deneyimli bir NASA emektarıydı. NASA'nın ikinci astronot grubuna katıldığında deniz kuvvetlerinde yaptığı uçuşların faydasını gördü, ardından uzay uçuşu kariyerine başlayarak Gemini VII, Gemini XII ve Ay ötesi ilk uçuş olan Apollo 8 uçuşlarına katıldı. Apollo 13'te yer alarak, uzaya dört kez yolculuk eden ilk kişi ve Ay'a iki kez yolculuk eden üç kişiden ilki olacaktı. 38 yaşındaki Swigert, Denver'da doğmuştu ve beşinci grup NASA astronotlarına katılmadan önce askeri pilotluk, havacılık mühendisliği ve test pilotluğu yapmıştı. Geniş kapsamlı çalışmalar yaparak Apollo'nun kumanda modülünde uzmanlaştı. Swigert, bazı görevlerde kumanda modülü pilotluğu yapmayı talep edince Slayton bu talebi kabul etti. 36 yaşındaki Fred Haise ise Biloxi, Mississippi'de doğdu ve askeri

pilotluk, deniz piyade sınıfı pilotluğu ve test pilotluğu yaptı. Swigert gibi Haise de NASA'nın beşinci grup astronotlarının üyeliğine seçilmişti.

### BAŞLANGIÇTA HER ŞEY GÜZELDİ...

Bahar döneminde fırlatılması kararlaştırılan Apollo 13'ün hazırlıkları normal seyrindeydi. Roketin bölümlerine, Odyssey (kumana modülü) ve Aquarius (Ay örümceği) adları verilmişti. Uçuşun amacı, 80 kilometre çaplı krater ve etrafındaki alanı kapsayan Fra Maura adı verilen bölgeye iniş yapmaktı. Bölgenin jeolojik yapısı alışılmısın dışındaydı ve yakınlarında bulunan Mare Imbrium (Yağmurlar Denizi) kraterinin yarattığı etkiden kaynaklanan bol miktarda volkanik kül içeriyordu. Dolayısıyla incelemesi zor bir jeolojik bölgeydi.

Geri sayım başladı ve roket, fırlatma tahtası 39A'dan gökyüzüne doğru yükselerek kararlaştırıldığı zamanda, 11 Nisan günü öğleden önce fırlatıldı. Kalkıştan kısa bir süre sonra, iç taraftaki ikinci kademe motor iki dakika erken

kapandı fakat dış motor daha uzun süre çalışarak bu durumu telafi etti. Uzay mekiği, dünyadan 185 km yükselerek dairesel bekleme yörüngesindeki planlanan yüksekliğe ulaştı.

Yaklaşık iki saat sonra mürettebat, uzay mekiğini ay ötesine yollaması için motorları ateşledi. Bu işlem gerçekleştiği sırada, uçuş direktörü Gene Kranz tarafından yönetilen yeryüzündeki uçuş ekibi ve üyeleri,



Deke Slayton (solda ayakta), Apollo 13'teki acil durum sırasında Ay örümceği kabinindeki aşırı karbondioksiti atmak için lityum hidroksit filtreleri oluşturma prosedürünü açıklıyor. CO2, astronotlarının sağlık durumunu tehdit eden en önemli faktördü. Slayton'ı dinleyen operasyon ekibinin üyeleri, soldan sağa sırasıyla: Howard Tindall, Sigurd Sjöberg, Chris Kraft ve Robert Gilruth.



Ay'ın dünyadan görünmeyen tarafındaki Chaplygin krateri, uzay mekiği Ay'dan doğrudan Dünya'ya doğru yol aldığı sırada mürettebat tarafından çekildi. Taraçalı duvarlara, pürüzsüz bir zemine ve merkezde bir tepeye sahip Chaplygin krateri, 123 km genişliğindedir.

motorda bir anormallik olduğunu fark ettiler ve yakıt pompalarının neden olduğu kontrol edilemez titreşimlerin (pogo salınımı) roketi kontrolden çıkardığını anladılar. Motorun kapanmasına neden olan bu titreşimler, yeryüzündeki ekibi telaşlandırdı. Ekip, Apollo 6'nın test uçuşu sırasında bu duruma şahit olmuştu. Bu uçuştan edindikleri deneyimler doğrultusunda, titreşimin etkisini azaltacak bir helyum gazı haznesi, otomatik kapama vanası ve mühendislerin bir sorun olasılığını azaltacağını düşündükleri basitleştirilmiş bir yakıt vanası ekleyerek daha sonraki uçuşlarda bu salınımdan kaçınmayı sağlayacak düzenlemeler yaptılar.

Tipik bir ayrılmanın ve kumada modülü ile Ay örümceğinin kenetlenmesinin ardından, mürettebat, uzay mekiğini uygun konuma getirdi ve ayın yörüngesindeyken enerjisi tükenmiş üçüncü kademe motoru attı. Üç günlük sorunsuz bir yolculuğun onları, jeolojik bakımdan ilgi çekici Fra Mauro bölgesine götürceğini varsayarak Ay'a doğru yol almaya başladılar.

### ARDINDAN BİR PATLAMA GERÇEKLEŞTİ...

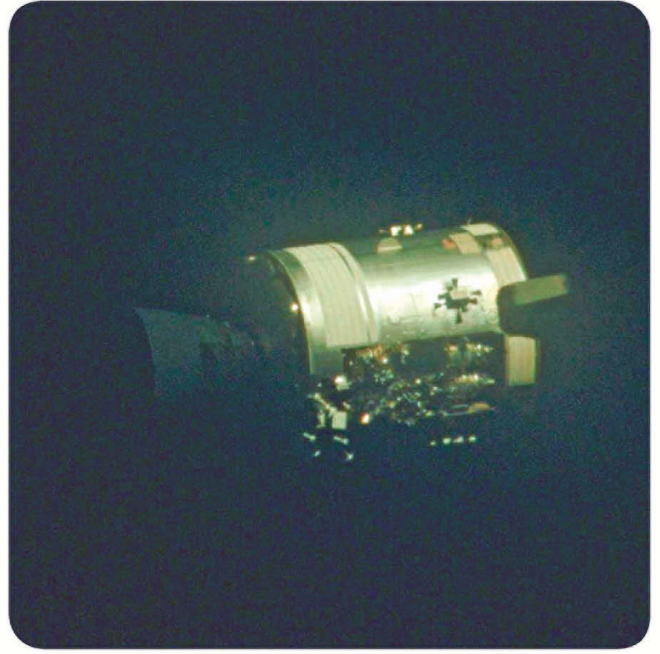
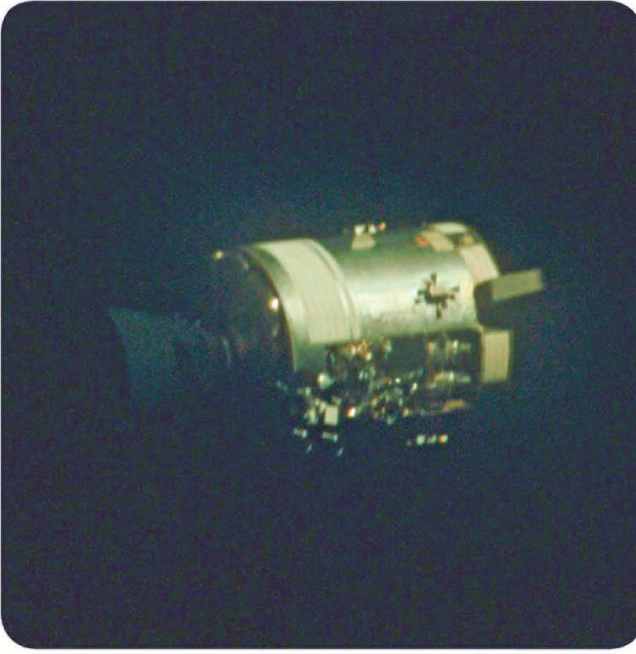
Yolculuk sırasında kalkıştan 56 saat sonra mürettebat, kapsülden canlı TV yayını yapmaya başladı; yaklaşık altı buçuk dakika sonra çeşitli görevler yerine getiriliyordu. Lovell, kameranın yerleşimiyle ilgileniyordu, Haise Ay örümceğini sabitledi, yeryüzündeki kontrol birimleri, Swigert'ten rutin görevleri yerine getirmesini istedi; o da hizmet modülünde, oksijen ve hidrojen tanklarındaki karıştırma fanlarını çalıştırdı. Bu periyodik uygulamayla, düşük sıcaklıktaki gazlar karışıyor ve bu şekilde ölçü aletinde miktarlar daha doğru okunabiliyordu. Fakat Swigert'in bu işlemi başlatmasından yaklaşık iki dakika sonra, astronotların tabiriyle "oldukça yüksek sesli bir patlama" duyuldu. Göstergelerde, uzay mekiğinin elektrik gücünde ve yönelim kontrol iticisinin bilgisayar ayarlı fitilinde dalgalanmalar olduğunu gördüler. Başlangıçta, iki saniyelik kısa bir süre boyunca uzay mekiği yeryüzü ile iletişimini ve uzaktan izleme bağlantısını kaybetti. Fakat bilgisayar anteni

yeniden başlatarak iletişimi tekrar sağladı.

Şaşkına dönen Lovell, Swigert ve Haise bir an için göktaşı çarptığını düşündüler. Ne olduğunu anlamaya çalışırken, Lovell, Swigert'in sarf ettiği, "Houston, bir sorunumuz var" cümlesini kurdu. Lovell, sorunun elektrik barasıyla ilgili olduğunu düşünüyordu; elektrik devrelerinden birindeki elektrik gücünde kayıp vardı. Ardından mürettebat daha endişe verici sorunlar olduğunu fark etti. 2 numaralı oksijen tankındaki göstergede "sıfır" okunuyordu. Çok kısa bir süre sonra, iki yakıt hücresi de boşaldı. Lovell etrafına bakındı ve uzay mekiğinin penceresinden dışarı baktığında, kapsülden uzayın deriliklerine "bir gaz sızıntısı" olduğunu gördü. Bu andan sonra, sorunlar ciddi endişelere dönüştü: Sonraki iki saat boyunca, 1 numaralı oksijen tankındaki gaz miktarı da gitgide azaldı ve gösterge sıfıra indi. Hizmet modülünde, hayatta kalmayı sağlayacak tüm oksijen bir anda tükendi.

Durum zaten yeterince kötü değilmiş gibi neredeyse ölümcül





17 Nisan 1970'te Apollo 13, Güney Pasifik'e iniş yapmadan birkaç saat önce, astronotlar, kumanda modülü Odysseus'den ayrılan hizmet modülünden anlık bir görüntü elde edebildi. Oksijen tanklarının patlamasından kaynaklanan hasarı gösteren bir stereo görüntü elde edebilmek için bu serideki iki ardışık kareyi kullandık.

bir hal almaya başlamıştı. Kumanda/hizmet modülü, sudaki hidrojen ve oksijen kombinasyonundan elektrik enerjisi elde ederek çalışıyordu fakat ilk oksijen tankı boşaldığında çalışmaya devam eden tek yakıt hücresi de devre dışı kaldı. Dolayısıyla, mürettebatın oldukça sınırlı miktarda batarya güç rezervi ve suyu kalmıştı. Sorunu çözmeye çabalayan ekip, yeryüzündeki kontrol birimlerine danışarak uçuş bilgisayarını kapatıp kumanda modülünü terk etti; kalan enerjiyi Dünya'ya geri dönmek için kullanmayı amaçlıyorlardı. Ayrıca, Ay örümceğinin gücünü artırıp, buraya geçmeye ve uzay mekiğinin bu bölümünü onların tabiriyle "cankurtaran botu" olarak kullanmaya karar verdiler.

Durum vahimdi. Enerji, elektrik gücü, oksijen ve su son derece sınırlıydı. Ay örümceğinin "cankurtaran botu" olarak kullanılmasına Dünya'ya dönüş yolculuğu mümkün oldu. Aksi

halde astronotların hiçbiri hayatta kalamazdı.

### EVİN YOLUNU BULMAK...

Durumun vahameti meydana çıktıığında, Kranz, uçuşu yarıda kesmek için uçuş kontrol birimindeki personelin yönetimini devraldı. Uçuş planlayıcıları, uçuş sırasındaki olası sorunlara dair çeşitli senaryolar hazırladıklarından, uçuşu yarıda

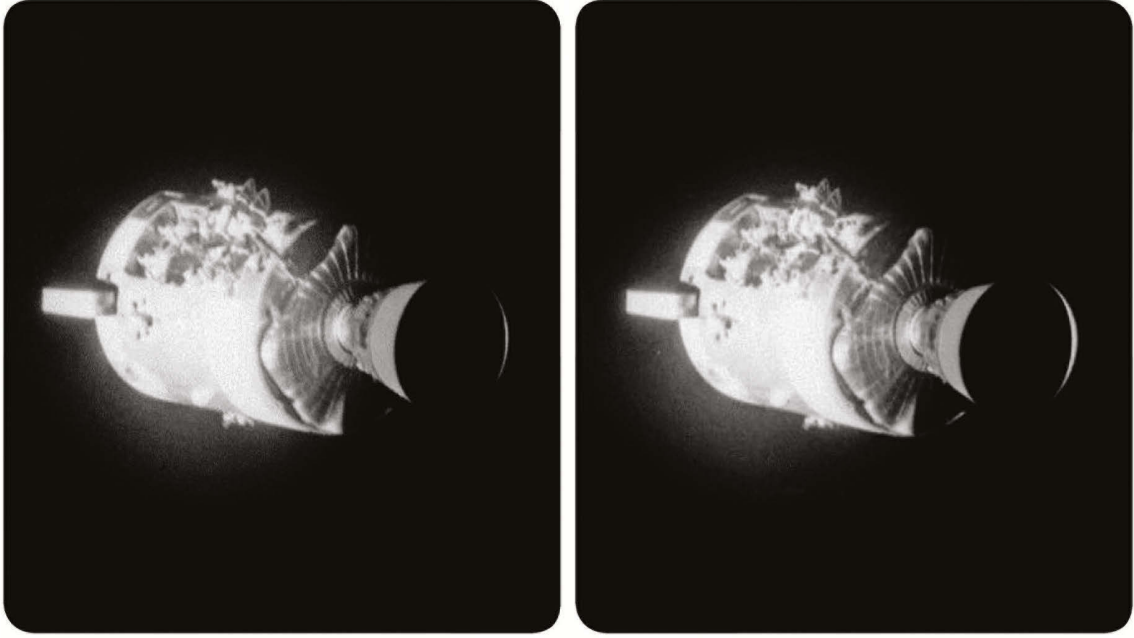
kesmek için önlerinde çok sayıda seçenek vardı. En bariz seçenek "doğrudan iptal yörüngesi"ydi. Buna göre, uzay mekiğinin yörüngesini değiştirmek ve hızını saniyede 1.830 metrenin üzerine çıkarmak için hizmet modülünün motorları ateşlenecekti. Kalkıştan yaklaşık 60 saat sonra, analizler tamamlandığında uzay mekiğinin dünyaya güvenli bir şekilde

## 3 BOYUTLU GÖRSELLERİ GÖRÜNTÜLEMENİN İKİ YOLU VAR.

Herhangi bir mekanik cihaza ihtiyaç duymaksızın 3B görüntüleme için, gözlerinizi dinlendirin ve görsellerin arkasındaki bir noktaya odaklanarak fotoğraflara bakın. Başlangıçta, dörde bölünmüş iki görüntü göreceksiniz. Gözleriniz doğru mesafeden odaklandıkça, ortadaki iki görüntü, 3 boyutlu net bir görüntü oluşturacak şekilde birleşecek. Dış taraftaki iki görüntü 3 boyutlu görüntünün dışında kalacak ve bulanıklaşacak. Alternatif olarak, fotoğrafları 3 boyutlu olarak görüntüleyebilmek için, Mission Moon 3-D kitabıyla gönderilen Brian May tarafından tasarlanan Lite OWL görüntüleyiciyi kullanabilirsiniz. Yalnızca, 134 x 64 milimetre ve 3 mm kalınlığında olan Lite OWL görüntüleyici kitaplardaki, dergilerdeki, yeni ve eski stereo kartlardaki ve hatta video ve akıllı telefonunuzdaki diğer VR içerikleri görüntülemek üzere tasarlanmıştır.

[www.MyScienceShop.com](http://www.MyScienceShop.com) adresindeki Lite OWL görüntüleyiciye benzer bir aracı kendiniz de yapabilirsiniz.





Hasar almış hizmet modülünün suya iniş yapmadan önce çekilen bu diğer görüntüsü, neler olduğunu açıkça gösteriyor. Panelin tamamı (üstte), oksijen tankının patlamasıyla havaya uçmuş ve iç kısımda ciddi bir hasar bırakmış durumda. Bu görselde, üstteki hasarlı alanda bulunan S bandi anteni görülebiliyor ve sağ tarafta, hizmet tahrik sistem motoru ve nozülü bulunuyor.

dönmesinin mümkün olduğu görüldü. Ancak bu aşamada, Ay örümceğinin atılması şartıyla yolculuk mümkündü ki bu söz konusu değildi çünkü Ay örümceği mürettebat için cankurtaran botu görevi görüyordu. Dolayısıyla Kranz en açık ve öngörülen acil durum dönüş seçeneğini devreye soktu.

Kranz ve yeryüzündeki destek ekibi, hizmet modülünün yakıtının kullanılıp kullanılmayacağını hesap ediyorlardı. Bu şekilde, hizmet modülü atılacak, ardından Ay'a iniş için tasarlanmış Ay örümceğinin motorları uzay mekiğini dünyaya döndürecek gücü sağlamak için kullanılabilirdi. Fakat uçuş kontrol birimdekiler, uzay mekiğini hizmet modülünden ayırmak konusunda endişelidiler çünkü hizmet modülü, Dünya'ya yeniden giriş sırasında ısı kalkanlı koruma sağlayabilirdi. Kranz ve çalışma arkadaşları, hizmet modülünün yapısal bütünlüğü ve motorlarının bir kurtarma senaryosu için güvenli olup olmadığı hususunda da endişe duyuyorlardı. Bu yüzden, mümkün olduğunda hizmet modülünü kullanmaktan

kaçınmayı arzuluyorlardı.

Dahası uzay mekiği, Dünya'ya direk dönüş ile Ay'ın çevresinden dolanarak uzay mekiğinin dünyaya doğru saptığı dairesel dönüşün enerji bakımından başa baş olabileceği bir noktaya yaklaşıyordu. Bu yüzden yeryüzündeki kontrol birimi, Ay'ın etrafından dolanmayı denemek yerine Dünya'ya doğrudan dönüş yapılması için beklemeye karar verdi. Bu sayede astronotları Dünya'ya güvenli bir şekilde döndürmenin planını yapmak için zaman kazanmış olacaktı.

Ay'ın etrafından dolanmak için daha fazla zaman gerekiyordu ancak daha az riskliydi ve uzay mekiğini Dünya'ya doğru yöneltmek için Ay'ın çekim gücü kullanılabilirdi. Mürettebattan kendilerini Fra Mauro bölgesine götürecek rotanın haritasını çıkarmaları istendiğinden, uzay mekiği kazadan önce başlangıç güzergahından ayrılmıştı. Dolayısıyla, uzay mekiğini uygun yörüngeye getirecek serbest dönüşlü bir güzergah oluşturabilmek adına, Ay örümceğinin iniş motorunun kısa süreliğine ateşlenmesi gerekiyordu. Bu ateşleme işlemi 30 saniye sürdü.

### UZAYDA ÇÖZÜM ÜRETME...

Aquarius'un içerisindeki oksijen stoku önemli ölçüde azalmıştı ve mürettebatı Dünya'ya döndürmeye ucu ucuna yetiyordu. Kontrol biriminden John Aaron'un, Odyssey'yi yeniden başlatıp Dünya'ya inişini kolaylaştırabilecek bir plan oluşturmasına yardım etmek için Ken Mattingly'den yardım alan Kranz, yeryüzünde ekibiyle yavaş bir ilerleme kaydediyordu. Fakat Kranz, "başarısızlığın ihtimal dahilinde olmadığını" açıkça beyan etmişti.

Aquarius Ay'a yaklaştıkça, astronotların rahatsızlığı artıyordu. Ay'ın yüzeyine tepeden bakıyorlardı; 15 Nisan'da en yakın konuma ulaşmış, 254 km kadar yaklaşmışlardı. Lovell, gözünü yüzeye dikip Haise ile Ay'da yürüyemeyeceği için hayıflandı.

Astronotlar bu andan sonra Dünya'ya geri dönmeye odaklandılar. Aquarius'un içerisindeki sıcaklık neredeyse dondurucuydu, ki bu da durumu daha da katlanılmaz kılıyordu. Dahası, elektrik gücü tehlike arz edecek ölçüde azalmıştı ve Haise kendini giderek daha hasta hissediyordu. Üriner enfeksiyondan mustarıptı, ateşi yükseliyordu,





SOLDA: Apollo 13'ün başarılı bir şekilde suya indirilmesinin ardından, NASA uçuş direktörleri uçuş kontrol bölümünde kutlama yapıyor. Soldan Sağa: Gerry Griffin, Gene Kranz ve Glynn Lunney.

SAĞDA: Bu fotoğraf, Pasifik Okyanusu'na indirilerek kurtarılan Apollo 13'ün deniz seviyesinden bir görüntüsünü sunuyor. Fred Haise, cankurtaran sandalına adım atarken arkadan Jim Lovell'in uzay mekiğinden çıktığı görülüyor. Jack Swigert ise, cankurtaran sandalında. Mürettebat helikopterle alındıktan sonra kendilerini bekleyen USS Iwo Jima'ya götürüldü.

halsizlik baş göstermişti ve genel anlamda berbat hissediyordu. Oldukça riskli ve vahim bir durumlardı. Cankurtaran botu hayatta kalması zor bir yer halini almıştı. Mürettebatın morali de bozulmaya başlamıştı. Kontrol birimi bu ihtimali mürettebatın gizlese de Swigert, uzay mekiğinin Dünya'ya geri dönemeyeceğinden kuşkuluyordu. Ateşi yükselmiş ve artık neredeyse hastalanmış olan Haise, Swigert'in tecrübesizliğinin kazaya yol açmış olabileceğini düşünüyordu. Bununla birlikte Lovell, etraflı bir tartışmaya girmeden meslektaşlarının Dünya'ya dönmeye odaklanmalarını sağladı. Yıllar sonra Lovell ile görüştüğümde, o anlarda "daimi bir yörüngede dolanan dondurma çubuğuna dönmüş ilk insanlar" olma düşüncesinin üçünün zihninden de hiç çıkmadığını söyledi.

Ay'ın yüzeyine en yakın oldukları konuma geldiklerinde mürettebat, Ay örümceğinin iniş motorunun gücünü artırdı. Bu şekilde hızlanan uzay mekiğinin dünyaya dönüş süresi yaklaşık 10 saate düştü. Ayrıca, Hint Okyanusu olarak belirlenen iniş noktası, Pasifik Okyanusu olarak değiştirildi. Kranz ve kontrol biriminin diğer üyeleri,

kötüleştiren koşullara rağmen, bu zaman çizelgesi uyarınca mürettebatı Dünya'ya döndürmeye yetecek kadar oksijen, elektrik ve suyun olduğunu düşünüyorlardı. Bu sayede hizmet modülünü atmak gibi riskli manevralardan kaçınabileceklerdi. Ay örümceğinin iniş motorunun gücünün artırılmasından sonraki bu kritik işlem dört buçuk dakika sürmüştü ve gezegene yaklaşmadan önce rotada yalnızca iki küçük düzeltme yapılmıştı.

Apollo 13'ün vahim durumu dünya çapında sansasyon yaratmıştı. Televizyon yayınları yarıda kesilmiş ve Başkan John F. Kennedy suikastına ve diğer trajik olaylara çeşitli atıflar yapılan özel bir senaryoyle yolculuğa dair sürekli haberler yapılmıştı. Güncel bilgiler kimi zaman cesaret kırıyor ve yolculuğun korkunç bir felakete sonuçlanabileceği hissini yaratıp panik oluşturuyordu. Uzay mekiği içerisindeki az miktarda elektrik, canlı yayın yapılmasına imkan vermiyordu. Dolayısıyla, haber merkezleri, neler olduğunu ve yolculuğun nasıl bitebileceğini izleyicilere açıklayabilmek için, uzay mekiğinin spikerler tarafından kullanılan modellerine göre son

bildirimleri ve güncel bilgileri veriyorlardı. Üç astronot, Ay örümceğini can kurtaran botu olarak kullanarak amaçlarına ulaşmak için sınırları gerçek anlamda zorladılar. Dört günlük Dünya'ya dönüş yolculuğu için, üç astronottan ziyade iki astronot yalnızca bir buçuk gün desteklenebilirdi. Kumanda/hizmet modülü, yakıt hücrelerinden yan ürün olarak su ürettiyordu. Fakat gümüş-çinko bataryaların kullanıldığı Ay örümceğinde böyle bir imkan söz konusu değildi dolayısıyla hayati öneme sahip elektrik gücü ve su, Ay örümceğinde kısıtlıydı. Oksijen ile ilgili daha az kaygılıydılar çünkü her Ay yüzeyi faaliyetinden sonra uzay mekiğinin atmosfer basıncını yeniden ayarlamaya yetecek fazladan miktar mevcuttu. Fakat Kranz ve astronotlar, duruma özgü riskleri asgariye indirmek istediklerinden, stokları korumak için Ay örümceğinin gücünü mümkün olduğunca kapalı tuttular. Bu sayede iletişimde kalmayı ve Dünya atmosferine yeniden girene kadar yaşam destek işlevlerini mümkün olduğunca stabil tutmayı başardılar.

Dünya'ya doğru yol alırken gittikçe büyüyen bir başka sorun da karbondioksitti. Aslına bakılırsa bu sorun hem mürettebat hem de kontrol birimi için çetin bir sınav oldu. Ay örümceğinin atmosferindeki karbondioksiti gidermek sorun teşkil edebilirdi çünkü bu gazın çok fazla birikmesi ölümcüldü. Karbondioksit, lityum hidroksit filtreleri aracılığıyla giderildi ve Ay örümceğinde eve dönüş yolculuğu

## AY'IN 3 BOYUTLU KEŞFİ

David J. Eicher ve Brian May tarafından yazılan (Charlie Duke'un önsözünün ve Jim Lovell'in sonsözünün yer aldığı) Mission Moon 3-D: A New Perspective on the Space Race adlı kitap, metinler ve 3 boyutlu görüntüler ile Ay'a yapılan tarihi inişleri ve bunlara öncülük eden olayları anlatıyor. Kitap, Ay'ın yüzeyinde yürümenin nasıl bir duygu olduğunu tahayyül edebilmek adına Apollo projesiyle Ay'a yapılan inişlerin yeni ve benzersiz stereoskopik görüntülerini sunuyor. Apollo 11'in Ay'a inişi, ayrıntılı hikayeler ve daha sonraki uçuşlardan elde edilen çarpıcı görüntülerle, ana ilgi odağını oluşturuyor. Daha önce stereo formatta görülmemiş fotoğraflarla bugüne kadar yayınlanmış en kapsamlı arşiv olma niteliğiyle kitap, Apollo yolculuklarına ve uzay yarışına ait 150 stereo fotoğrafı içeriyor. Kitapla birlikte aynı zamanda Jim Lovell'in Apollo 13'ün tehlikeli geri dönüş yolculuğuna dair aktardığı anekdotlarla astronotların anlattığı yeni hikayeler gün yüzüne çıkıyor. Mission Moon 3-D, ayrıca, Vietnam savaşı ve Woodstock'tan Live Aid konserine, 1960'ların dünyayı dönüştüren bazı toplumsal ve müzik hareketlerine de yer veriyor.

### MISSION MOON 3-D

[www.MyScienceShop.com](http://www.MyScienceShop.com)

ADRESİNDEN ÇEVİRİMİÇİ OLARAK ULAŞILABİLİR.



Astronomi editörü David J. Eicher, bilim ve tarih alanında 23 kitap yazmıştır. Brian May, bir astronomdur ve efsanevi rock grubu Queen'in gitaristi ve kurucu üyelerinden biridir.

Bu hikaye, David J. Eicher ve Brian May tarafından yazılan, Charlie Duke'un önsözünü ve Jim Lovell'in sonsözünü içeren Moon 3-D: A New Perspective on the Space Race, (2018), London Stereoscopic Co. ve MIT Press, Boston kitabından uyarlanmıştır.

yeniden kuruldu, uzay mekiği görüntüledi ve Odyssey, Pasifik Okyanusu'na, Amerikan Samoası'nın güneyine iniş yaptı. USS Iwo Jima adlı amfibi hücum gemisi, mürettebatı iniş yaptığı yerden aldığı anda tüm dünya adeta bayram etti. Nihayetinde, uzay keşfinin en tehlikeli olayı zaferle sona ermişti. Astronotlar, Ay'a ayak basma şansını kaçırdıysa da Dünya'ya ayak basma şansını kaçırmadılar. Bu vahim olaydan çıkarılan dersler, gelecekteki Apollo uçuşlarına hız vermeye yardımcı oldu.



için yeterli miktarda karbondioksit kalmadı. Dahası, stoklardaki yedeklere erişilemiyordu ve kumanda/hizmet modülündeki lityum hidroksit filtreleri Ay örümceğine uygun değildi. Kontrol birimdekiler bir plan yapıp astronotlara iletiler. Astronotlar, kumanda modülündeki kübik filtreleri Ay örümceğinin silindirik şeklindeki soketlerine takabilmek için hortumlar kullanarak geçici bir ekipman yapmış ve görevi yerine getirebilmişti. Bu geçici ekipmana daha sonra "posta kutusu" adını verdiler.

### EVE DÖNÜŞÜ!

Uzay mekiği Dünya'ya yaklaştıkça, mürettebat, kumanda modülünün sıfırdan çalıştırmak zorunda kalacaktı. Bu işlem, daha önce bir uçuş sırasında denenmemişti. Uzay mekiğinin ne kadar az gücü olduğunu göz önünde bulunduran Aaron ve Mattingly, işlem için bir prosedür önerdiler ancak emin değillerdi. Uzay mekiğinin içerisindeki aşırı soğuk hava (4 santigrat dereceye kadar düşmüştü), suyun yüzeyde yoğunlaştığı anlamına geliyordu ki olası elektrik kesintilerini düşünen mürettebat ve kontrol birimi alarm verdi. Fakat nihayetinde böyle bir sorun olmadığı anlaşıldı.

Ufukta bir başka riskli manevra belirmişti. Dünya'nın atmosferine yaklaşımadan önce, mürettebat Ay örümceğini kumanda modülünden ayıracaktı. Astronotlar, bu işlemi gerçekleştirmek için, normalde, hizmet modülünün iticileriyle birlikte reaksiyon kontrol sistemini devreye sokuyordu. Fakat uzay mekiğindeki elektrik kesintisi bunun

mümkün olmadığını gösteriyordu ve her halükarda hizmet modülü Ay örümceğinden önce gitmeliydi. Grumman tarafından çağrılan Bernard Etkin önderliğindeki Toronto Üniversitesi mühendisleri, bir gün boyunca bu meselenin üzerinde çalıştılar ve Ay örümceği ile kumanda modülünü birbirine bağlayan tünele Dünya'ya yeniden girmeden hemen önce basınç vermeyi önerdiler. Önerilerine göre, uzay mekiği birbirinden ayrılabilirdi. Sürgülü hesap cetvelindeki hesaplamalarını uçuş kontrol birimine gönderdiler; uçuş birimi de astronotlara gönderdi ve prosedür işe yaradı.

Dünya büyük bir umutla Apollo 13'ün Dünya'ya yaklaşmasını izledi. Kriz, astronotların sağ salim eve dönmesini isteyen insanları tek yürek haline getirdi. Televizyonlarda görülmedik bir heyecan vardı; sürekli yapılan analizlere rağmen beklemekten ve umut etmekten başka yapılacak bir şey yoktu.

Mürettebat Dünya'ya doğru hareket ederken, Ay örümceğinin iticileri kullanılarak itilen hizmet modülü ayrıldı; uzay mekiğinin iki parçası birbirinden ayrılırken hizmet modülündeki hasarın fotoğrafı çekildi. Hizmet modülünün yan tarafındaki panelin tamamının ortadan kalktığını gören mürettebat hayrete düştü. Mürettebat daha sonra Ay örümceğini attı ve Odyssey içerisinde Dünya'nın atmosferine yeniden giriş yaptı. Altı dakika boyunca Apollo 13 ile iletişimin kesilmesi yeryüzünde müthiş bir korku yarattı.

Fakat daha sonra, iletişim aniden



# APOLLO

Ünlü astronot Jim Lovell,  
Dünya'ya güçlükle döndükleri  
Apollo 13 yolculuğunu anlatıyor.

RICHARD TALCOTT

1970'LERDE YAŞAYAN herhangi biri için uzay programı sıradan bir olaydı. Bir önceki yıl Apollo 11'in ilk kez aya indiği tarihe olaya ve Apollo 12'nin, Surveyor 3 insansız uzay mekiğine yürüme mesafesinde bir alana dikkatli bir şekilde iniş yapmasına tanıklık etmişti insanlar. Öte yandan pek çok kişi ise Dünya üzerindeki sorunların Ay'ı keşfetmekten daha fazla önem arz ettiğini düşünüyordu.

Apollo 13, 11 Nisan'da üçüncü ay yolculuğuna böyle bir ortamda çıkmıştı. Yolculuğun amacı büyük ölçüde bilimseldi ve görev; bilim insanlarının, Mare Imbrium adındaki devasa krateri oluşturan çarpışmanın yol açtığını düşündükleri, Fra Mauro kraterini hedefliyordu.

Apollo 13'ü Jim Lovell kumanda ediyordu. Bu, onun uzaya yapacağı dördüncü yolculuktu. Lovell, 1965 Aralık'ında, bir başka insansız uzay mekiği ile ilk buluşmalarını gerçekleştirdikleri, Gemini VII uçuşunda Frank Borman'ın ekibinde bulunmuştu. 1966 Kasım'ında, Gemini programının son uçuşu Gemini XII'de Buzz Aldrin ile birlikte yer almıştı. Ve 1968 Aralık'ında Bill Anders ve Borman ile birlikte tarihi Apollo 8 uçuşunu gerçekleştirmişti. Apollo 13 ekibinde iki acemi bulunuyordu: Kumanda modülü pilotu Jack Swigert ve Ay örümceği Pilotu Fred Haise. Swigert, uçuştan bir hafta önce kızamıkçığa maruz kalmış ve bağışıklığı da bulunmayan Ken Mattingly'nin yerine geçmişti son anda.

Yolculuğun ilk iki günü -kamuoyu pek ilgilenmediyse de- planlanan şekilde ilerledi. ABD'nin en önemli üç ulusal televizyon ağından hiçbiri, 13 Nisan akşamı mürettebatın ilk

Apollo 13'ü Ay'a göndermek için 11 Nisan günü öğle saatlerinde motorları ateşlenen Saturn V roketi.

AKSI BELİRTİLMEKÇE TÜM GÖRÜNTÜLER  
NASA'DAN ALINMIŞTIR.

# 13 ANILARI

televizyon yayını, televizyonun en çok izlendiği saatlerde yayımlamadı. Fakat hizmet modülündeki oksijen tankının patlayıp yolculuğun ve astronotların yaşamının tehlikeye girdiği bir sonraki gece, tüm dünya pür dikkat televizyon başındaydı. Yüreklere ağza getiren dönüş yolculuğu tüm dünyayı şaşkına çevirmişti.

Yakın zaman önce Lake Forest, Illinois'de, Kaptan Jim Lovell ile Apollo 13 hakkında sohbet ederek tüm bu konuları detaylarıyla not aldık. İzleyen sayfalarda bu röportajı okuyacaksınız. Tahmin edeceğiniz üzere, yolculuk sırasında gerçekleşen olaylar, 50 yıl sonra bile hafızasındaki yerini koruyor.

**PopSci:** Kaptan Lovell, bugün bize katıldığınız ve 50. yıldönümünü geride bırakan Apollo 13'e dair anılarınızı bizimle paylaştığınız için size teşekkür ederiz. Yolculukla ve Apollo 13 sırasında vuku bulan olaylara verdiğiniz tepkilerle ilgili çok sayıda sorumuz var. İlk sorumuz, üçüncü Ay'a iniş yolculuğu olması planlanan Apollo 13 hakkında. Yolculuğun amaçlarından ve Apollo 11 ile arasındaki farklardan biraz bahsedebilir misiniz?

**Lovell:** Aslına bakılırsa ilk kez keşif veya inceleme amaçlı bir yolculuğa çıkıyorduk. İlk iki yolculukta (Apollo 11 ve Apollo 12'de), "Bu işi halledebiliriz. İşte oldu." diyen makinelerdik sadece. Fakat Apollo 13 yolculuğunda NASA, teknik olarak Ay'a gidiş mekanizmalarıyla ilgilenmiyordu. Asıl odak noktası bizatihi Ay'dı. Fra Mauro adındaki bir



bölgeye gidiyorduk. Fra Mauro'nun, Apollo 11 ve 12 yolculuklarında elde edilenlere kıyasla oldukça özel türden bileşenler içeren aydınlatıcı bir bölge olduğu düşünülüyordu. Tüm amacımız buydu ve bu amaçla eğitilmiştik. Fakat ne yazık ki amacımıza ulaşamadık.

**PopSci:** Yanlış anlamadıysak mürettebatınız aslına Apollo 13'te değil 14'te uçmak üzere hazırlanmıştı fakat NASA, Uçuş Mürettebat Operasyonları Direktörü

Deke Slayton'ın, Apollo 13 için önerdiği mürettebatı reddetti ve dolayısıyla sıra doğrudan size geçti. Bu olayla ilgili o dönemde ne düşündüğünüzü ve bugün geçmişe dönüp baktığınızda neler hissettiğinizi merak ediyoruz.

**Lovell:** Bir bakıma ilginçti. Apollo 8'den sonra, ... Apollo 11'de de Neil'in yedeğiydim, Apollo 14 için görevlendirilmiştim. Dolayısıyla bu plan doğrultusunda eğitimlerim başladı. Fakat NASA

Dünya'ya döndükten 11 gün sonra resmi fotoğraf çekimi için poz veren Apollo 11 mürettebatı; (soldan sağa) Jim Lovell, Jack Swigert ve Fred Haise. Ay'a doğru yol alırken meydana gelen bir patlama, astronotların Ay'ın yüzeyine iniş yapmasına engel olmuştu.





ÜSTTE: Uçuş kontrol birimi çalışanları, 13 Nisan akşamı Apollo 13'ten yapılan canlı televizyon bağlantısını izlerken (dev ekranda Haise görünüyor). Yayının bitmesinin ardından 10 dakikadan az bir süre geçmişti ki oksijen tankı patladı.

Apollo 13'ün rozetinde "Ay'dan elde edilen bilgi" anlamına gelen Latince Ex Luna, Scientia tabiri yer alıyordu. Bu cümleyle yolculuğun, bilime dönüş yapılmasında önemli rol oynayacak ilk planlanmış Ay'a iniş görevi olmasına gönderme yapılıyordu.

"Ancak uçuştan bir önceki gün, tankın içerisine tekrar likit oksijen koydular. Bu da tankı patlamaya hazır bir bomba haline getirdi."

yönetimi, Al Shepard'ın henüz yeterli eğitiminin olmadığına karar verdi. Bir süre daha uçuşuna izin verilmedi.

Bunun üzerine, bir gün Deke yanıma gelip, "Bak, seni Apollo 14 değil 13 için görevlendirmeyi düşünüyoruz." dedi. Sorun olmayacağını düşündüm. Sonuçta altı üstü altı ay önce yola çıkıyor olacaktık. Biraz daha erken bir uçuş olacaktı.

Eve gidip durumu karıma anlattım:

- Apollo 14'te değil 13'te görevlendirildik

+ 13 mü?

- Evet, 12'den sonra gelen.

[Gülüşmeler] Bu diyaloga फिल्де de yer vermişler.

**PopSci:** Bugün dönüp baktığınızda bu olayla ilgili nasıl hissediyorsunuz?

**Lovell:** NASA çalışanları olarak bizler, 13 sayısı gibi batıl inançlara inanmayız. Fakat uçuşu gözden geçirdiğinizde ve ilk anından sonuna değin yolculuğu analiz ettiğinizde başlangıçtan itibaren uğursuzluğun ve talihsizliğin peşimizi bırakmadığını görürsünüz. Şimdi dönüp baktığımda, burada ters giden bir şeyler var mesajını veren olayları tek tek söyleyebilirim.

**PopSci:** Bu olaylardan birkaçını anlatabilir misiniz?

**Lovell:** Elbette. İlk olarak, her şeyin kontrol altında olması için işleri yoluna koyuyorduk. Uçuştan iki hafta önceki geri sayım tatbikat testinde, uzay mekiğini yakıtla doldurmuş ve gerekli işlemleri yerine getirmiştik. Test tamamlandı ve aracın hareket etmesi için her şey hazırdu.

Uzay mekiğinden ayrıldık, yer ekibi uzay mekiğinin güvenliğini sağlamak üzere içeri girdi. Yer ekibinin görevlerinden biri, uzay mekiğinin içerisinde bulunan iki likit oksijen tankındaki likit oksijeni boşaltmaktı. Bu işlemi yaparken dolum hattına gaz halinde oksijen koydular ve tankın içerisindeki bir sistemi kullanarak dolum hattını zorladılar; tankın içerisindeki tesisat bunu yapmanıza imkan sağlıyor.

Fakat bu tank fabrikadan çıkalı yıllar olmuştu. Tank, mürettebata oksijen sağlaması için gerekli olan tüm kriterler itibarıyla test ediliyordu. Ancak ekip, rutin bir testin ardından oksijen sağlayan



mekanizmayı ve boru sistemini kontrol etmeyi atlamıştı. Uçuştan iki hafta önceki son testten sonra ekip oksijeni çıkarmaya çalıştığında bunun yapılamadığını gördü.

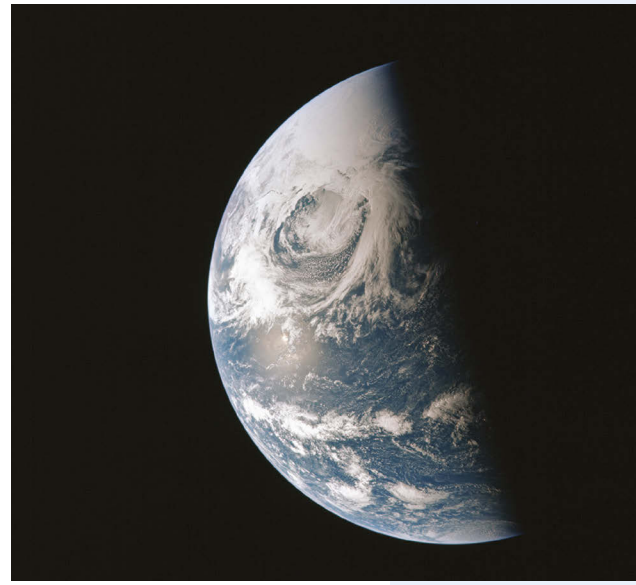
Bunun üzerine tankın sistemini incelemeye başlayan ekip, tankın üzerinde ısıtıcı olduğunu fark etti. Fırlatma tesisinde test için gerekli jeneratör bulunduğundan yalnızca gerekli elektrik bağlantısını yapmaları gerekiyordu. Böylece normalde 28 volt kullanılan uzay mekiğinin ısıtıcı sistemine 65 voltluk gerilim uygulanacaktı.

Oksijen tankının ısıtıcı sistemine 65 voltluk gerilim uyguladılar ve, tahmin ettikleri gibi sistem çalıştı. Oksijenin kaynatarak tankın dışına çıkması sağlandı ve her şey yoluna girdi.

Ancak bilmedikleri şey şuydu; bu esnada tankın içerisindeki sıcaklık 80 dereceye kadar yükseldi ki bu sıcaklık, sıvı oksijen için alışılmadık. Gücü kesmek için küçük termostat açılacak ve sıcaklık düşürülecekti. Ancak termostat açıldığında, yüksek voltaj bu kontakların kapanmasına yol açtı. O andan itibaren güvenliğimiz tehlikedeydi.

Görünüşe göre sıcaklık 300 ila 400 dereceye kadar çıkmıştı. Ancak yer ekibi bunu bilmiyordu. Tankın içerisindeki tüm oksijen boşalmıştı. Bilmediğimiz bir sebepten ötürü oksijen tankı patlamamıştı. Tankta hiç oksijen kalmadı. Ancak uçuştan bir önceki gün, tankın içerisine tekrar sıvı oksijen koydular. Bu da tankı patlamaya hazır bir bomba haline getirdi.

1965 yılına döndüğümde tüm bu olan bitendeki anormalliğin şu olduğunu düşünüyorum; uzay mekiğinin üreticisi, oksijen tankının üreticisine, devre kesicilerin ve



termostatların 28 volt ila 65 volt arasında çalışmaya uygun olacak şekilde değiştirilmesini söylemişti. Bunu yapmadılar.

İşleri daha da beter bir hale getiren ise, üreticinin talimatını yerine getirmek üzere tankı ikinci kez kontrol etmemeleri idi. Neticede tanka zarar verdiler ve 13 Nisan günü 322.000 km yukarıda tank patlamış oldu.

Tabii ki başka talihsizlikler de vardı. Örneğin kızamıkçığa maruz kalan Ken Mattingly'nin yerine kalkıştan hemen önce Jack Swigert'in getirilmesi gibi. Tüm bunlar Apollo 13'ü olağandışı kılan olaylardı.

**PopSci:** Bugün dönüp geçmişe baktığımızda kulağa oldukça ilginç geliyor. Bu noktadan devam edersek, Apollo 13'ün kalkışı sorunsuz bir şekilde gerçekleşti ancak ikinci kademe olan Saturn V'teki merkezi motor, iki dakika erken kapandı. Bu olay gerçekleştiğinde Ay'a ulaşip ulaşamayacağınız konusunda endişeleriniz var mıydı?

**Lovell:** Evet, vardı. Merkezi motor, sanırım bir veya iki dakika önceden, aniden kapandı. Yanıp sönen koca bir ışığı görünce, "Bu da neyin nesi?" dedik.

Üçüncü kademede, Dünya'nın yörüngesine girip yörüngede gezinmeye yetecek yakıt olduğu anlaşıldı. Ayrıca, üçüncü kademede kalan yakıt, Ay'a gidecek hıza ulaşmamıza yetiyordu. Ancak talihsizlik peşimizi bırakmıyordu.

İşin garip tarafı, insansız Saturn V araçlarından birinde de (iki tane insansız Saturn V vardı) aynı sorunun yaşanmasıydı. Ekip kalkış zamanında her şeyin yolunda olduğunu düşünüyordu. Apollo 8, 10 ve 11'de her şey yolunda gitmişti.

**PopSci:** Oksijen tankının patlamasından kaynaklanan şiddetli gürültüyü duyduğunuzda ne tepki verdiğinizizi anlatabilir misiniz?

**Lovell:** Başlangıçta oksijen tankının patladığını bilmiyorduk. Şiddetli bir patlama sesi duydum. Komik olan şu ki, test aşamasında uzay mekiğinin içerisindeyken, Fred Haise bu tarz şakalar yapmıştı. Sanırım bir oksijen vanasını veya ona benzer bir şeyi çevirerek bu tarz sesler çıkarmıştı.

Dolayısıyla en başta ses çıkarmanın Fred olduğunu sandım. "Neden yine bu şakayı yapıyor?" diye düşündüm. Aşağıda kumanda



modülündeydim, dönüp Fred'e baktığımda gözlerinin fal taşı gibi açık olduğunu gördüm. "Ben yapmadım" dedi Fred. Ardından işler sarp sarmaya başladı.

**PopSci:** Kumanda modülünden gaz çıkışı olduğunu gördüğünüzde ciddi bir sorunla karşı karşıya olduğunuzu anlamamız ne kadar sürdü?

**Lovell:** Gaz çıkışını ilk ben gördüm, üç yakıt hücresinden ikisini kaybettiğimizi gördüm. Bir yakıt hücresinin bize Ay'ın etrafında dolanıp eve dönmeye

**SOLDAN İTİBAREN SAAT YÖNÜNDE:** Swigert, Lovell ve Haise (soldan sağa) Ay'a gitmek üzere hareket etmeden iki gün önce kısa süreli bir dinlenme anının tadını çıkarıyor.

Apollo 13 dünyadan hareket ettiğinde, astronotlar, Dünya'nın aydınlık olan bu kısmının ve Pasifik Okyanusu'nu kesen karanlık kısmının fotoğrafını çektiler.

Lovell, 1970 Nisan'ındaki uçuştan dört ay önce poz veriyor.



Astronotlar uzay mekiğiyle yolculuk ederken Ay'ı arkalarında bıraktıklarında, birkaç fotoğraf çekmeyi başardılar. Bu fotoğrafta 184 km genişliğindeki Tsiolkovsky krateri görünüyor.



"Çığırından çıkmış bir araçta olduğumuzu ve hala oksijen tankına sahip tek araç olan ay örümceğine acilen dönmemiz gerektiğini çabucak anladık."

Ay'ın Dünya'dan görünmeyen kısmında yer alan kraterlerin en büyüklerinden biri, sağda görülen Mare Moscoviense'dir (Moskova Denizi).



yetecek kadar elektrik gücü vereceğini biliyordum. Fakat daha sonra gösterge panosuna baktım ve hizmet modülündeki iki yakıt hücresinde kalan miktarları gördüm; biri sıfırı gösteriyordu. Diğeri ise yavaşça azalıyordu ancak Ay'a yapılan bir yolculukta oksijen kullanımı normal koşullardaysa göstergenin bu şekilde azaldığını görmemiz mümkün değildi.

Ardından gidip pencereden dışarı baktım. Bunun neden yaptığımı bilmiyorum açıkçası. Ancak pencereden dışarı baktığımda, uzay mekiğimizin arka tarafında alevler içinde, bir tür oluktan su akarmış gibi gaz benzeri bir maddenin çıktığını gördüm. Gördüğüm şeyin oksijen olduğunu anladım hemen; iki oksijen tankı da boşalmıştı. Patlama, ikinci oksijen tankını da parçalamıştı ki üretim ekibi oksijen pompaladıkları zaman bu tank hasarlı değildi.

**PopSci:** Böyle beklenmedik ve olağanüstü bir kriz anında soğukkanlılığınızı nasıl korudunuz?

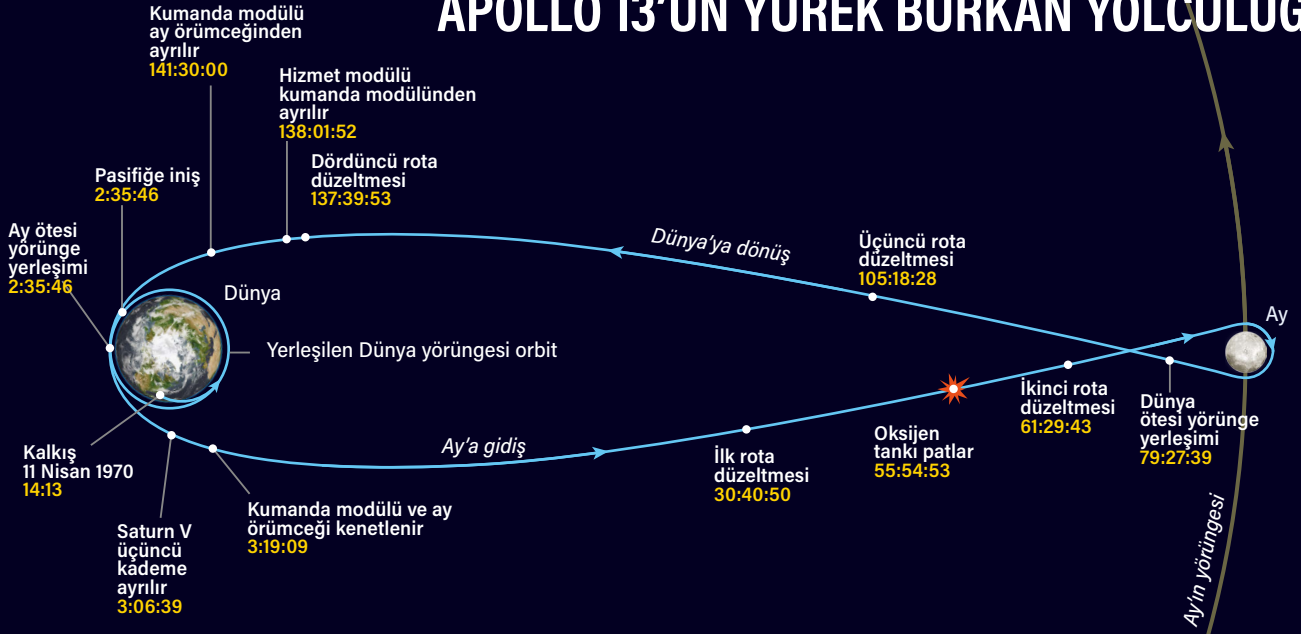
**Lovell:** Böyle bir durumdaysanız, ne yapmak gerektiğini çözmek için 10 dakika boyunca başınızı duvarlara vurabilirsiniz tabii ancak nihayetinde bunun bir işe yaramadığını görürsünüz. Ayrıca unutmayın ki mürettebat eski test pilotlarından oluşuyordu. Eskiden uçakları test ederken motorların ara sıra bozulduğu oluyordu.

Nihayetinde ne yapılması gerektiğine karar verdim. Çığırından çıkmış bir araçta olduğumuzu ve hala oksijen tankına sahip tek araç olan ay örümceğine acilen dönmemiz gerektiğini çabucak anladık. Çünkü elektrik enerjisini kaybettiğimizde kumanda modülündeki roketin motorunu da kaybedecek ve dolayısıyla ölmüş olacaktık ki kumanda modülünde de tam olarak bunlar gerçekleşti.

Bu seçeneği aramızda



# APOLLO 13'ÜN YÜREK BURKAN YOLCULUĞU



Kalkıştan yaklaşık iki gün sonra hizmet modülündeki oksijen tankı patlayana değin her şey plan doğrultusunda ilerliyordu. Görseldeki zaman, kalkıştan itibaren geçen saat, dakika ve saniye şeklinde gösterilmiştir.

tartıştık. Zamanını tam olarak hatırlamıyorum ancak nihayetinde yeryüzündeki ekiple konuşmaya karar verdik. Ekip, başlangıçta bir iletişim problemi olduğunu, kontrol panelindeki hatalı bildirimlerin radyo dalgaları veya güneşten gelen ışınlar nedeniyle kesinti yaşamamızdan kaynaklandığını düşünmüştü. Hikayenin başlangıç anından itibaren nasıl cereyan ettiğini biz biliyorduk.

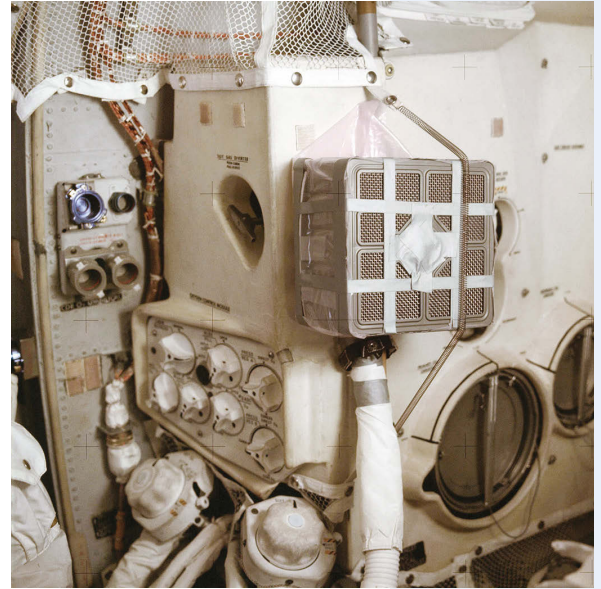
Neticede onlar da yapılması gerekenin bu olduğunda karar kıldılar ve Ay örümceğine geçmeye karar verdik. Yaptığımız ilk şey, yönlendirme sistemindeki yönlendirme parametrelerini alıp ay örümceğindeki yönlendirme sistemine aktarmaktı. Kumanda sistemindeki yönlendirme sistemi, gök küredeki konum ve yönelimimizi biliyordu. Ay örümceğinin kapanmış olan yönlendirme sistemini tekrar çalıştırıp bu bilgileri girdik. Bu sayede, ay örümceğinde konumumuzun ne olduğunun bilgisine haizdik artık. Dolayısıyla farklı konumlara yönelebilmek için Ay örümceğinin motorunu

bilahare kullanabilirdik. Buraya kadar şansımız çok ama çok yaver gitmişti.

**PopSci:** Bu aşamada, Fra Mauro bölgesinin yakınlarına iniş yapabileceğiniz daha iyi bir yörüngeye doğru serbest dönüş yörüngesinden saparak rota düzeltmesi yapmıştınız. Uçuş kontrol ekibinin sizi serbest dönüş yörüngesine geri getirmenin ve uzay mekiğini sizi erkenden Dünya'ya getirecek hıza ulaştırmanın bir yolunu bulması ne kadar zaman aldı.

**Lovell:** Doğrusunu isterseniz kısa sürdü. Çünkü bu düşündükleri ilk şeydi. İlginç bir şey yaptık; serbest dönüş rotasında Ay'a doğru yola koyulduk. Bu sayede, hizmet modülündeki motor çalışmayı durdurursa, bizi Ay'a götürecek bir yörüngede bulunuyor olacaktık. Ay'ın çekim gücü sayesinde rota değiştirip Dünya'nın yörüngesine girebileceğimiz bir doğrultuda Dünya'ya giden bir rotaya girebilecektik.

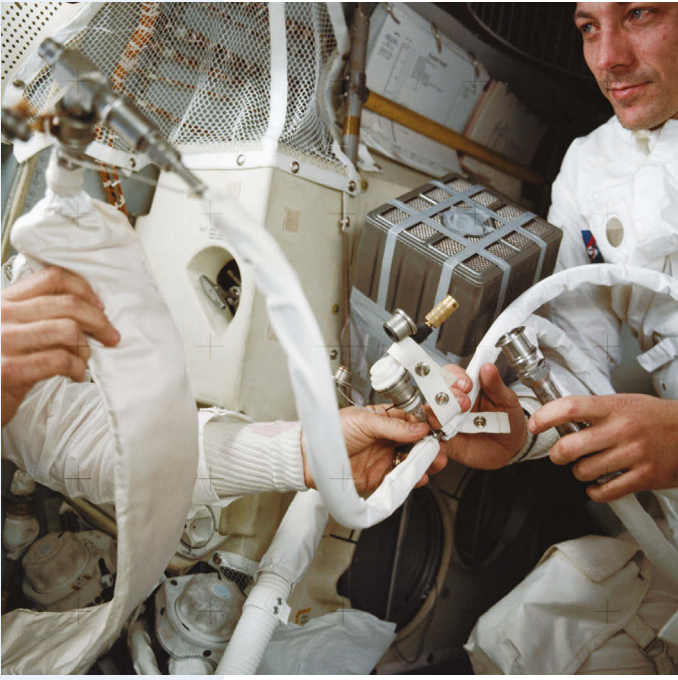
Fakat, sanırım kalkıştan



yaklaşık 20 saat sonra, Dünya'dan Ay'a doğru yol alırken, kontrol birimindekiler bizimle iletişime geçip, "Durumunuzu gözden geçirdik. Fra Mauro bölgesine iniş yapmak üzere alçalmaya başladığınızda Güneş'in tam üzerinizde olacağını fark ettik. Ay yüzeyindeki her şeyi yok edecek. Bir kase süte iniş yapıyor gibi olacaksınız. Dolayısıyla sizi bu serbest dönüş rotasından çıkarıp, etrafta gezinip

Apollo 13 astronotları, ortamdaki karbondioksiti gidermenin bir yolunu bulamamaları asla Dünya'ya sağ salım dönemezlerdi. Yeryüzündeki mühendislerin yardımıyla, kumanda modülünde bulunan kare şeklindeki filtreyi ay örümceğinin hava sistemindeki yuvarlak deliğe takabilmek için geçici bir donanım yaptılar.

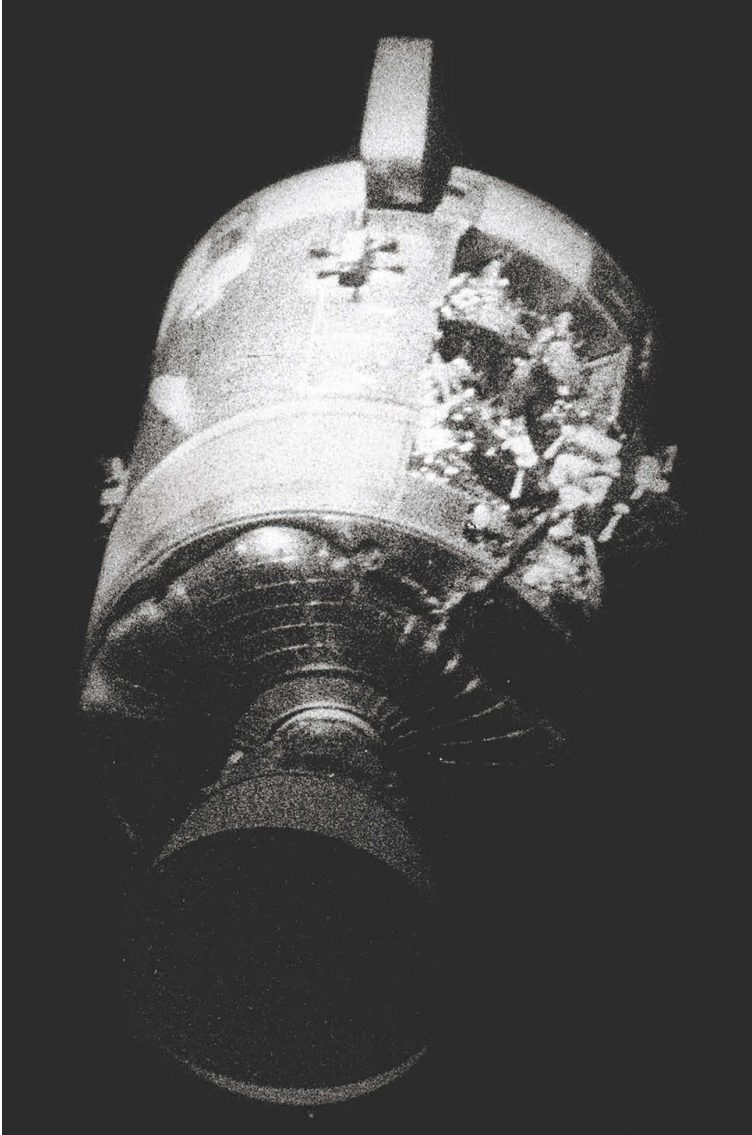




SOL ÜSTTEN BAŞLAYARAK SAAT YÖNÜNDE: Swigert (sağda) ve Lovell (kadrojin dışında, solda) Dünya'ya dönüş yolculuğunda Ay örümceğini cankurtaran botuna dönüştürmek için ihtiyaç duydukları geçici hortum ve dişlilerden bazılarını kurcalarken.

Lovell, uzun ve sinir bozucu yolculuk sırasında kestirirken.

Ay'a yolculuk sırasında oksijen tankının patlaması, Apollo 13 uzay mekiğine zarar verdi. Patlama, astronotların sağda görülen servis modülünü atmasından sonra bir paneli havaya uçurdu (Dünya'nın atmosferine yeniden girmeden kısa bir süre önce).



iniş yapmaya başladığınız zaman kraterleri, silüetleri ve buna benzer şeyleri görmenizi sağlayacak bir rotaya sokacağız.” dediler. İyi bir plandı.

Kaza meydana geldiğinde, o rotadan çıkmamış olsaydık, Ay'ın etrafından dolanıp Dünya'ya geri dönecektik. Ancak Dünya'ya giden yolu tam manasıyla kaybettiğimiz, Ay'ın ve Dünya'nın rotasını enikonu yitirdiğimiz uzun eliptik bir yörüngeye girmiş olurduk sanırım. Üzerinden yıllar geçtik tabii ama sanırım böyle olurdu.

**PopSci:** Biraz ürkütücü bir hikaye. Serbest dönüş yörüngecinin sonuçlarından biri, Dünya'dan en uzak mesafeye gitme rekorunu kıran insanlar olmanız. O zaman bunu fark etmiş miydiniz yoksa işleri halletmekle mi meşguldünüz?

**Lovell:** Hayır, fark etmemiştik. Dünya'dan en uzak mesafeye gelmemize rağmen yavaşladık. O noktayı ardımızda bıraktık. Arkama dönüp aya baktım; Apollo 8'de gördüğüm manzarayla aynı olmadığını görebiliyordum. Çok daha küçüktü.

Fakat bu benim için sorun

değildi çünkü yavaşlamayacağımızı biliyordum. Dolayısıyla Dünya'ya geri dönebilmek için Ay'ın çekimine kapılmayacak hıza ulaşmamız gerekiyordu.

**PopSci:** Ay örümceği hiçbir koşulda cankurtaran botu olarak kullanılmak üzere tasarlanmamıştı ve geçmişte bunun bir örneği yoktu. Ay modülünü çalıştırıp hareket ettirmek, motorlarını çalıştırmak ve Dünya'ya geri dönüş yolculuğu için kullanmak zor oldu mu?

**Lovell:** Normal şartlarda, bir ay örümceği, diğerleri gibi bir araçtır. Yani yapmanız gerekenleri yapıp kontrolü sağladığınızda, belirlenen yolu gidecek ve bu yolu öğrenecektir. Ancak patlama yüzünden Ay örümceğini kullanmak zorunda kaldığımızda, atmosfere geri dönebilmek için hala kumanda modülüne ve ısı kalkanına ihtiyacımız vardı.

Yeryüzündeki ekip bize yöneleceğimiz koordinatları tam olarak verdikten sonra Ay'a varmadan önce serbest dönüş rotasına geri dönmek için aracı ilk kez yönlendirdiğimde de olan buydu. Olağan şekilde hareket ettirmeye çalıştım ancak araç çalışmadı.

Aracın ağırlık merkezi, normalde olması gerektiği gibi Ay örümceği merkezinde değil, başka bir yerdedi. Dolayısıyla sağa veya sola gitmem durumunda, gitmek istediğimden başka bir yere gidecektim.

Nasıl hareket edeceğimi, uygun konuma gelmek için kontrol cihazımı nasıl yerleştireceğimi biraz çaba harcayarak öğrenmek zorunda kaldım. Bunu yapmam biraz zaman aldı tabii. Neyse ki başınız fena halde derttense hızlı öğreniyorsunuz.

**PopSci:** Hızlı öğrenmek her durumda iyidir. Uçuş kontrol birimiyle nasıl iletişim kurduğumuzu merak ediyoruz. Onlar sizi sağ salim eve döndürmenin planını yaparken siz acilen

çözülmesi gereken krizlerle uğraşıyordunuz. Bir yandan onlarla konuşup diğer yandan da meseleleri çözmeye çalışma süreci nasıl işledi?

**Lovell:** Oldukça iyiydi. Başlangıçta, serbest dönüş yörüngesine geri dönmemiz gerektiğini biliyorlardı. Bilgisayarda yavaşlayıp tekrar geri dönmemiz için bir prosedür vardı ancak Ay örümceğinin yakıt sisteminin bunları başarabileceğini düşünmüyorduk. Bu yüzden, biz Ay'a doğru yol alırken onlar aşağıda ne yapmak gerektiğini tartışıyorlardı. Karşılıklı konuşuyorduk. Uçuş kontrol olmasaydı bugün burada sizinle konuşuyor olamazdım.

**PopSci:** Jack ve Fred'in işi gücü bırakıp Ay'ın karanlık tarafının fotoğraflarını çektiği doğru mu?

**Lovell:** [Gülüşmeler] Serbest Dönüş rotasına tekrar girdikten sonra yeryüzündeki ekip bizimle tekrar iletişime geçti ve "Durumunuzu ve Ay örümceğindeki elektrik gücü miktarını gözden geçirdik ve aracı durdurmadan geri dönebileceğinizi gördük. Geri dönmeyen önce gücün tükeneceğini düşünüyoruz ki iniş için son pozisyonu almadan önce elektrik gücüne ihtiyacınız olacak. Bu yüzden hızınızı arttıracğız." dedi.

Bu konuşmayı Ay'a doğru yol alırken yaptık. Aşağıda simülatörlerle koordinatlar üzerinde çalışan bir ekip vardı. Ay'a yaklaştıkça, "Bu arada, Ay'ı arkanızda bıraktığınızda, bizimle iletişiminizi kaybedeceksiniz. Bu yüzden talimatları yazmaya hazır olun." dediler. Buna karşılık, "İki meslektaşımın birlikteyim. Bir sonraki prosedürler ilgili bir şeyi kaçırsam onların yazacağına eminim" dedim.

Ay'a çok yakın bir konumdayken arayıp, "Yazmaya hazır mısınız?" diye sordular.



"Hazırım" diye yanıtlayıp yazmaya başladım. Dönüp ekip arkadaşlarıma baktığımda ise akıllarının başka yerde olduğunu gördüm. Ellerinde birer kamera vardı. Onları ellerinde kamerayla düşünebiliyor musun?

"Beyler, ne yapıyorsunuz tam olarak?" diye sordum. "Ay'ın karanlık tarafına geçtiğimizde birkaç fotoğraf çekeceğiz." diye cevap verdiler. Ben de "Eve dönemezsek, onları bastıramazsınız biliyorsunuz değil mi?" diye cevap verdim. [Gülüşmeler] Ben prosedürleri not aldım onlar da fotoğrafları çektiler. Nihayetinde eve döndük.

**PopSci:** Eve dönüş yolculuğunda Fred'in hastalığı nasıldı? Asıl endişeniz neydi?

**Lovell:** İdrar yolu enfeksiyonuna yakalandı. Titreme ve benzeri semptomları vardı. Bedenini sıcak tutmaya çalıştım. Arada bir gidip ona sarılıyor ve bedenimle onu ısıtmaya çalışıyordum. Neyse ki metanetini kaybetmedi.

İçerideki sıcaklık gittikçe azalıyordu. Başlangıçta fark etmemiştik. Isı sağlamak ve uzay mekiğinin içerisindeki

Apollo 13'ün kumanda modülü, 17 Nisan günü Pasifik Okyanusu'na iniş yaparak Dünya üzerindeki herkese rahat bir nefes aldırdı.

"Uçuş kontrol ekibi, kullanım dışı kumanda modülünün kare filtresini almamızın ve bu filtreyi bant ve elimizde bulunan diğer malzemeleri kullanarak yuvarlak bir deliğe geçirmemizin bir yolunu bulmuştu."





ÜSTTE: Kurtarma gemisi USS Iwo Jima'nın güvertesine adımını atan Apollo 13 mürettebatı üyeleri (soldan sağa) Haise, Lovell ve Swigert sonunda rahat bir nefes almıştır.

USS Iwo Jima ile yol alırken, Apollo 13'ün başarıyla neticelenmiş hikayesini detaylarıyla anlatan bir gazeteyi okuyan Lovell.

sıcaklığı dengelemek için tüm elektronik aletleri kapattık. Sonunda tüm aletleri kapattığımızda, içerisi görece soğuktu. Fakat Fred dişini sıkı.

**PopSci:** Pasifik'e iniş yapıp mürettebatı Dünya'ya sağ salım getirmeyi başardığınızda aklınızdan neler geçiyordu?

**Lovell:** Katıksız bir mutluluk anıydı tabi ki. Yörüngeye geri dönmüş ve bir başka büyük sorunun daha üstesinden gelmeyi başarmıştık: Kendi nefesimizde boğulmak. Ay örümceği içerisindeki hava sisteminde karbondioksiti

gidermek için yalnızca bir tane filtre vardı ve iki kişiye iki gün yetecek şekilde tasarlanmıştı. Ancak biz, dört gün süresince seyahat edecek üç kişilik bir ekiptik.

Dolayısıyla içerideki karbondioksiti gidermenin bir yolunu bulmamız gerekiyordu ki uçuş kontrol ekibi buldu. Uçuş kontrol ekibi, kullanım dışı kumanda modülünün kare filtresini almamızın ve bu filtreyi bant ve elimizde bulunan diğer malzemeleri kullanarak yuvarlak bir deliğe geçirmemizin bir yolunu buldu ve bu da işe yaradı. Gerçekten mucizevi bir olaydı çünkü bunu başaramamış olsaydık içeride karbondioksit birikecekti. O durumda da neler olabileceğini tahayyül edemiyordum.

**PopSci:** Küçük bir not: Apollo 13'ü konu alan filmde çalışmak hatta yer almak nasıl bir deneyimdi? Ne tür bir iş birliği söz konusuydu?

**Lovell:** İlginç bir deneyimdi. Aslına bakarsanız, iniş yapıp kurtarma gemisi Iwo Jima'ya bindikten hemen sonra, biraz toparlanıp Fred'i geminin revirine götürdük. Biz de aşağıya inip onu ziyaret ettik. Orada oturup çene çalarken, "Bu olağandışı bir uçuştü. Şu olanlara baksanıza. Bununla ilgili bir kitap yazmalıyız mutlaka."

dedik. Bunun iyi bir fikir olabileceğine karar verdik. Jack Swigert ve Fred Haise ile konuştum ancak bir süre bir şey çıkmadı. Günler hata yıllar geçti.

Daha sonra Jeff Kluger adındaki bir arkadaş bir gün beni aradı; kendisi Discover dergisinde yazardı. "Her zaman NASA ve uzay programı üzerine bir şeyler yazma istemişimdir. Sanırım Apollo 13 bu arzumu gerçekleştir-meme yardımcı olur." dedi. "Biz de bunu düşünüyorduk." diye yanıtladım.

Fakat o dönemde Fred, Grumman'da çalışıyordu ve projeye ilgilenmiyordu. Jack ise yaşamını yitirmişti. "Haydi şu işi yapalım" dedim. İş yükünü yarı yarıya bölüşecektik. Ben konuyla ilgili bazı bilgileri veren kişiydim. Bu yazı işlerini seviyordum ve böylece projeye koyulduk.

Lost Moon bu şekilde ortaya çıkmaya başladı. Filmin ortaya çıkışının keyifli bir hikayesi var. Henüz kitabı bitirmemiştik ki ajansımız, "Bakın, film çekmek için bu hikayeye ilgilenen kişiler var" dedi. Ardından Ron Howard'tan bir telefon aldım "Buraya gelip bu özel hikayeyi bana anlatabilir misin?" diyordu.

Görünüşe göre, uçuş kontrol ekibinden birinin oğlu Ron Howard'ın yanında çalışıyordu ve görevi, film çekmeye değil değmeyeceklerini anlamak için tüm kitapları ve senaryoları gözden geçirmektik. Henüz tamamlanmamış taslağı gördü ve Ron Howard'a, "Şuna bir bak. Bence bu ilginç olabilir." dedi. Böylece Jeff ile birlikte yukarı çıkıp Ron Howard ile görüştük ve he şey böyle başladı.

**PopSci:** İnsanların Apollo programına dair ne hatırladığını düşündüğümüzde, Apollo 13'ün hikayesi, filminden sağ salim eve dönmenize kadar, insanların zihninde neredeyse



Apollo 11 ile eşdeğer. Başarısız olmakla birlikte son tahlilde çok daha fazla ses getirmiş bir şeyin parçası olmak size nasıl hissettiriyor?

**Lovell:** Başlangıçta, en azından NASA'nın gözünde, çok daha fazla ses getirmişti. İlginç bir hikaye anlatayım. Başarısız olduk ve geri döndük. Apollo 13'ten geriye kalan tek şey olan kumanda modülü, yaklaşık altı aydır Florida'da bir depodaydı. Daha sonra bu olayı unutup Apollo 14 ile devam etmek istediler.

Ardından Fransa'dan, Lindbergh'in Paris'te iniş yaptığı Le Bourget müzesinden, iletişime geçtiler. Smithsonian ile görüştüler, "Müze sergileyebileceğimiz herhangi bir uzay mekiği kalıntısı var mı?" diye sordular. NASA ve Smithsonian bu teklifi olumlu karşıladı; "Bu uzay mekiğinden kurtulabiliriz" diye düşündüler ve Apollo 13'ü Le Bourget müzesine gönderdiler. Apollo 13 yaklaşık 20 sene orada kaldı.

Bu olaydan 18 yıl sonra, müzeye giden bir sınıf arkadaşım Apollo 13'ü orada görüp bana bir mektup yazdı, "Uzay mekiğinin nerede olduğunu biliyor musun?" diye soruyordu. Bilmiyordum. Kimse bana Le Bourget'ye gönderildiğini söylememişti.

Yaklaşık bir yıl sonra karım Marilyn ile Paris'teyken havaalanının orada bulunan müzeye gitmeye karar verdik ve orada uzay mekiğini gördük. Hala onu yerleştirdikleri kızığın içerisindeydi. Tek başıydı; etrafında başka bir şey yoktu. Kapı kısmı kayıptı. Koltuklar yoktu. Gördüğüm tek şey yan kısmına yapılandırılmış, üzerinde "Apollo 13" yazan ve üç kişilik mürettebatın adının yer aldığı bir kağıt parçasıydı. Daha sonra Ron Howard filmi çekti. Film Fransa'da da gösterildi tabii ki. Bunun üzerine Fransızlar uzay mekiğinin Le Bourget'de olduğundan haberdar oldular ve görmeye



gittiler.

Bu arada, NASA uzay mekiğini Fransa'ya verdiği için pişman olmuştu. Hutchinson, Kansas'taki Smithsonian müzesi Cosmosphere'i arayıp Fransa ile iletişim kurulmasını ve gerekli ödemelerin yapılması için uzay mekiğinin geri getirilmesini istedi. Cosmosphere bu isteği yerine getirdi. Fransızlar çılgına döndüler çünkü 20 yıl boyunca ellerinde tuttukları uzay mekiği popüler olunca yapıldığı yere geri dönmüştü.

**PopSci:** Apollo 13 yolculuğundan döndükten sonra eşiniz Marilyn ile konuştuğunuz ilk şeyin ne olduğunu hatırlıyor musunuz? Konuşmanın gidişatı nasıldı? Farklı bir kariyer planı yapmanızı istedi mi?

**Lovell:** Bu konuyla ilgili başka bir ilginç hikaye anlatayım. Hawaii'den alınıp eve dönmemizden bir veya iki hafta sonra büyük bir basın toplantısı düzenlenecekti. Tüm NASA çalışanları, gazeteciler, televizyoncular ve hikayeyi ayrıntılarıyla dinlemek isteyen tüm aileler gelmişti. Johnson Uzay Merkezi'nin konferans salonundaydık ve hikayeyi anlatmaya başladık.

Konferansın başlangıcında, gazetecilerden biri, "Jim, açıklar ki bu uçuş başarılı olamadı.



Başka bir uçuşta yer alacak mısınız?" diye sordu. Daha önce, Apollo 11 ve 12'de, NASA yönetimi, "Bu uçuşta bir sorun olursa seni hemen bir sonraki uçuşa alacağız." demişti.

Dolayısıyla gazeteciden bu soru geldiğinde kendi kendime düşündüm. NASA yönetimi tam arkamdaydı ve yönetimi yok sayıp "Evet, düşünüyorum" demem için harika bir fırsattı. Çünkü yönetimle henüz bu konuyu konuşmamıştık. Buna benzer bir yanıt vermeye hazırlanıyordum ki dinleyiciler arasından bir elin yükseldiğini gördüm. Başparmak aşağı işaretleriyle bir el yükselmışti. Eşimin eliydi. [Gülüşmeler] Bunu görünce, "Hayır, bu yaptığım son uçuştur." dedim.

ÜSTTE: Jim Lovell, Editör Rich Talcott'a Apollo 13 yolculuğuna dair anılarını anlatıyor. Astronomy: DAVID J. EICHER

Kıdemli editör  
**Richard Talcott**, Apollo 13 yolculuğunun kayı verici anlarını ve nihai zaferini dün gibi hatırlıyor. Son kitabının adı *Space Junk'tır* (Ziga Media, 2019).



# DÜNYA'NIN YAŞI

Bilim insanlarının gezegenimizin yaşını anlaması üç yüzyıl sürdü. Bu, çok sayıda deneyi içeren zorlu bir görevdi

CHERRY LEWIS

**B**

ugün, gezegenimizin üç aşağı beş yukarı 4,54 milyar yaşında olduğunu biliyoruz. Yaklaşık 60 yıl önce, 1956 yılında belirlendiğinden

bu yana bu rakamda pek bir değişiklik olmadı; yalnızca hata oranları azaltıldı. Peki, bu sayının doğru olduğundan nasıl bu kadar eminiz? Ayrıca, bilim insanlarının Dünya'nın yaşının bulması neden bu kadar uzun sürdü? Bu sorulara yanıt verebilmek için, üç yüzyıl öncesine gitmemiz gerekiyor.

Başpiskopos James Ussher, Tanrı'nın Dünya'yı yarattığı günü belirlemeye kalkışan çok sayıda insandan yalnızca biriydi. Kitabı Mukaddes de dahil çok sayıda metne dayanan analizlerinde Dünya'nın M.Ö. 3.616 ila 6984 tarihlerinde yaratıldığı öngörülüyordu. Ussher, Adem'den başlayarak Kitabı Mukaddes'teki tüm önemli kişilerin kronolojisini oluşturdu. Daha sonra bu kişilerin yaşlarını toplayarak cennetin ve Dünya'nın M.Ö 23 Ekim 4.004 tarihinde yaratıldığını saptadı.

Thomas Guy adında girişken bir kitapçı sayesinde herkes bu tarihten haberdar oldu. Ucuz, seri üretim Kitabı Mukaddes'e olan talebi fark eden Guy, kenar boşluklarında Ussher'in kronolojisini içeren bir versiyonunu basmaya başladı. Bilim insanlarının jeoloji bilgisi

arttıkça jeologlar, birkaç bin yılın yeterli uzunlukta olmadığını fark ettiler. Bilhassa, Fransız kont George-Louis Leclerc de Buffon, Dünya'nın ve diğer gezegenlerin Güneş'ten ayrılan yoğun sıcaklıkta bir gaz kütesinden eş zamanlı olarak yaratıldığına inanıyordu. Kont, soğuma sürecini deneysel olarak tekrar canlandırarak, bu olayın ne zaman gerçekleştiğini saptamaya çalıştı.

## SAYI OYUNLARI

Buffon, 11 yıl boyunca, soğuma sürecinin ne kadar sürdüğünü hesaplamak için demir yüzeyler ve çeşitli büyüklükte taş parçalarıyla kapsamlı deneyler yürütüp elde ettiği sonuçları Dünya'nın boyutlarına göre ölçeklendirdi. Dünya'nın mevcut ısı seviyesine ulaşmasına binaen yaşının 74.832 olduğu bilgisini içeren sonuçları 1775 yılında yayımladı. Öte yandan, şahsi düşüncesi Dünya'nın çok daha yaşlı, belki de 10 milyon yaşında (10 Ma [megaanum: milyon yıl]) olduğuydu.

Sonraki yüzyıl boyunca, etkili olabileceğine kanaat getirilen birikme hızları üzerinde çalışılarak jeolojik süreçlerin çok uzun zaman gerektirdiğine dair kanıtlar elde edildi. 19. yüzyılın ortalarına gelindiğinde, bu kum saati yöntemlerinden ikisi de yaygın şekilde kabul gördü. İlkinde,

Dünya'daki kayaların toplam kalınlığı ve tortuların birikme hızı hesaplanacak, bu sayede tüm kayaların birikmesi için gereken süre elde edilecekti. Fakat farklı yerlerdeki birikim hızları farklı olduğundan, bu hızların kullanıldığı hesaplamalarda 3 ila 2.400 Ma gibi geniş bir aralık elde edildi.

İkinci kum saati yöntemi, denizlerdeki tuzların birikme hızını hesaplamayı hedefliyordu. Nehirler, üzerlerinden aktıkları kayaların bozunmasından kaynaklanan çözünmüş tuz çözeltileri içerirler. Bilim insanları denizlerin, esasen saf su olduğunu varsayarak, mevcut tuz seviyesinin birikmesi için geçen sürenin hesaplanabileceğini düşündüler. Fakat bu yöntemin sayısız zorluğu vardı ve yine geniş bir yıl aralığı ortaya çıkarmıştı.

Tanınmış fizikçi Lord Kelvin, 1862 yılında, Edinburgh Royal Society toplantısında jeologlara ve Dünya'nın yaşını belirleme yöntemlerine karşı öfkeli bir nutuk çekti. Buffon gibi Kelvin de Dünya'nın ilkin erimiş olduğunu düşünüyordu ve kayaların erime ısısı ve soğuma hızı bilinirse, yer kabuğunun katılma zamanının da hesaplanabileceğinin "aşıkâr" olduğuna inanıyordu.

Tüm bu bilinmeyen faktörler göz önünde bulundurulduğunda



## BİR BAKIŞTA

Yaklaşık 200 yıl önce yapılan; demir yüzeylerin soğumasını içeren ilk araştırmalardan, göktaşlarındaki izotopları net ölçümlerini içeren çalışmalara, Dünya'nın yaşının anlaşılması birkaç nesilden bilim insanı için zorlu bir macera oldu.





Kelvin, başlangıçta çok geniş sınırlar (20 ila 400 Ma) çizebildi. Ancak birkaç yıl sonra, kayaların erime ısısı üzerine yapılan kesin ölçümlerden bazılarının tahmin edilenden çok daha düşük olduğu görüldü. Kelvin, sınırları 20 ila 40 Ma şeklinde aşağı çekti. Bu yeni gelişme, jeologlar arasında bir karmaşa yarattı. 20. yüzyıldan önceki son on yıl nefes kesiciydi. 1895 yılında röntgenin bulunmasının heyecanı, uranyumun benzer şekilde "gizemli bir yoldan" (Marie Curie tarafından "radyoaktivite" olarak adlandırıldı) yayıldığının fark edilmesiyle ikiye katlandı.

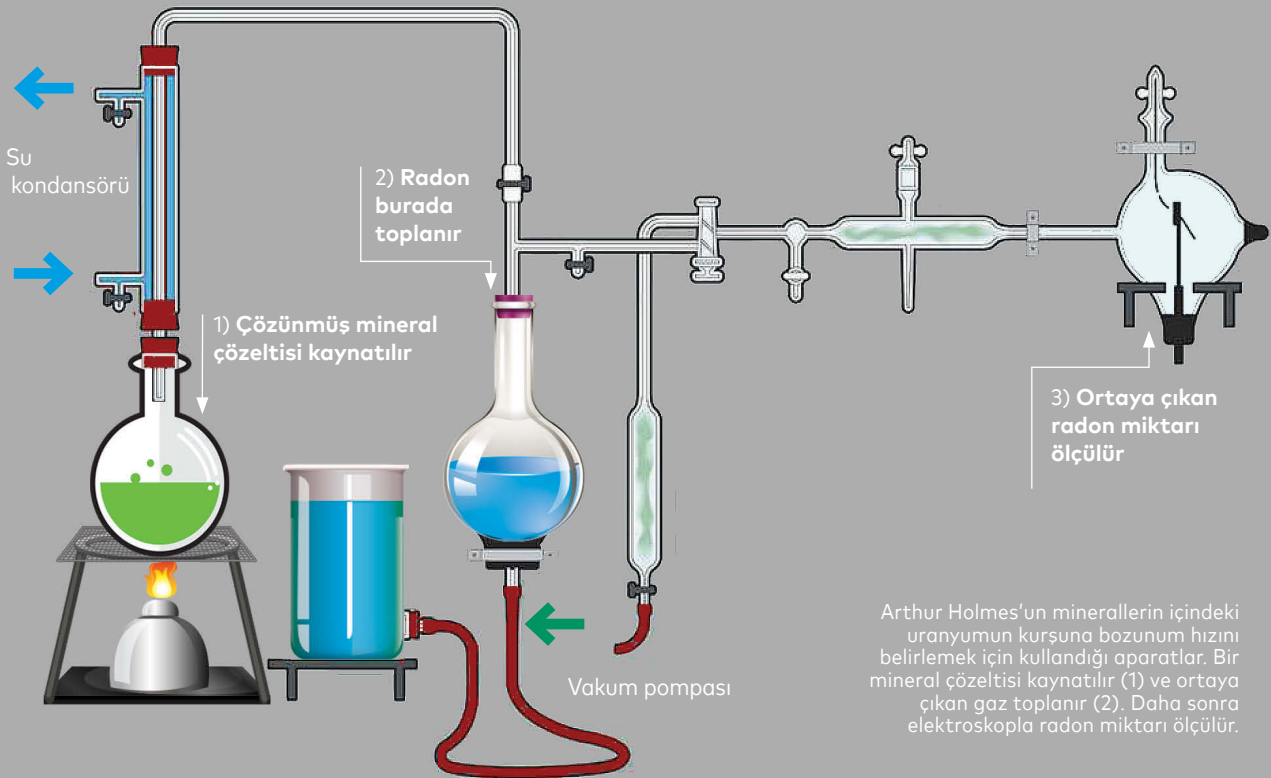
JJ Thomson 1897'de elektronu keşfetti, Ernest Rutherford ve Frederick Soddy ise 1902'de radyoaktif bozunmayı ortaya çıkardı. Radyoaktif bozunma sırasında, bir elementin bir diğerine dönüşebildiğini duyurarak dünyayı şaşkına çevirdiler: Uranyum bozunarak radyuma ve daha sonra radon gazına dönüşmüştü.

Kısa bir süre sonra Soddy, yalnızca radon gazının değil, helyum gazının da ortaya çıktığını ve kararsız bir gaz olan radonun bozunarak başka elementleri açığa çıkardığını gösterdi. Birkaç ay sonra, Pierre ve Marie Curie 1903 yılında Nobel ödülüne aday

gösterilmeden hemen önce Pierre, radyoaktif bozunma sürecinde atomdan yoğun bir elektron yayılımı olduğundan, ısı şeklinde enerji açığa çıktığını saptadı. Bunun anlamı şuydu: Kelvin, Dünya'nın önce eriyip daha sonra soğumaya başladığına inanmakta haklı olabilirdi ancak Dünya'daki radyoaktif elementlerin, bu soğumanın gerçekleşmesi için jeologların ihtiyaç duyabilecekleri süreyi sağlayacak kadar ısı üretebileceğinden habersizdi. Helyumun, uranyumun yan ürünü olduğunun tanımlanmasıyla, Rutherford'un, bir kayadaki uranyum ve helyum miktarlarının

## ANAHTAR DENEY

Kayalarda bulunan uranyumun kurşuna bozunma hızını ölçen Arthur Holmes, güvenilir bir tarihlendirme yöntemi bularak Dünya'nın yaşını belirlemeye giden yolu açtı.



Arthur Holmes'un minerallerin içindeki uranyumun kurşuna bozunum hızını belirlemek için kullandığı aparatlar. Bir mineral çözeltisi kaynatılır (1) ve ortaya çıkan gaz toplanır (2). Daha sonra elektroskopa radon miktarı ölçülür.

1910 yılında, Arthur Holmes, hem kayanın yaşını saptamak hem de uranyumun bozunma sürecinin son ürününün kurşun olduğunu kanıtlamak için bir kayadaki 17 farklı mineralin uranyum/kurşun (U/Pb) oranlarını belirlemek üzere işe koyuldu.

Mineralleri kayadan

ayırmak için günlerini harcadı, ortaya çıkan toz platin bir potada boraks ile kaynaştırıldı ve oluşan cam, seyreltik hidroklorik asitte çözdürüldü. Mantarlı bir deney tüpünde kaynatılıp birkaç gün bekletildikten sonra [1], radon meydana çıktı ve gaz tutucuda toplandı [2].

Nihayetinde bir elektroskopa aktarılan radonun [3]" miktarı ölçüldü. Uranyumun radona bozunmasının bilinen hızı, mevcut uranyum miktarını verdi. Radon biriktiği sırada, incelikli kimyasal teknikler kullanılarak kurşun ölçüldü. Sonuçları doğrulamak için, her mineralin analizi beş kere

tekrarlandı.

Deneyin belirli bir aşamasında, Holmes, tüm verileri çöpe attı ve baştan başladı çünkü odanın içine sızan radon, sonuçlarını etkilemişti. Bu minerallerden elde ettiği U/Pb oranını 0,045 ve kayanın yaşını 370 milyon yıl olarak hesaplamıştı.

ölçülmesi yoluyla helyum üretim hızı belirlenirse, görece basit bir hesaplamayla helyumun birikmesi için gereken süre ve kayanın yaşının bulunabileceğini fark etmesine ramak kalmıştı. Bir yıl sonra, Rutherford, radyoaktif bozunma yoluyla bir kayanın yaşını (40 Ma) hesaplayan ilk kişi oldu.

### UÇUŞ PLANI

Maalesef Rutherford'un planında bir çatlak vardı. Bu çatlak fark eden de Londra Royal Collage of Science kurumunda fizik dersleri veren Robert Strutt oldu. Helyum gaz olduğundan kayalardan uçup gidebilirdi. Yani radyoaktif bozunmadan elde edilen helyum gazının az bir miktarı ölçülmüştü ki bu da yalnızca asgari bir yaş sınırına ulaşıldığı anlamına geliyordu. Daha iyi bir yöntem gerekiyordu. Strutt, 20 yaşındaki öğrencisi Arthur Holmes'u bu yöntemi geliştirmeye teşvik etti.

1907'de, Amerikalı kimyacı Bertram Boltwood, uranyum içeren kayaları analiz etti. Kayalarda helyumun yanı sıra yüksek miktarda kurşunun da bulunduğunu keşfetti. Uranyumun bozunma zincirinde kurşunun ortaya çıkan son ürün olup olamayacağını tartışmaya açtı. Holmes, Boltwood'un haklı olması durumunda, kayalardaki helyum miktarından ziyade kurşun miktarını ölçerek dünyanın yaşını bulmanın mümkün olabileceğini keşfetti. Denemeye karar verdi ve 1910 kışında, 17 mineralin uranyum ve kurşun içeriğini analiz etti (bkz. "Anahtar Deney", yan sayfa).

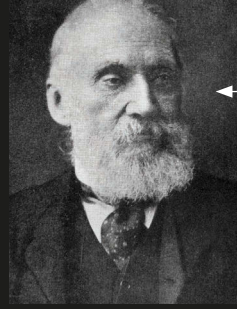
Sonuçlar, Holmes'un, uranyumun bozunma sürecinin son ürününün kurşun olduğu ve kayaların yaşını hesaplamak için, daha önce kullanılmamış güvenilir bir teknik bulduğu sonucuna varmasını sağladı. Veri setindeki en erken tarih 1.640 Ma idi. Bu da dünyanın en az bu yaşta olması gerektiğini gösteriyordu. Vardığı sonuçlar, Kelvin'in zaman çerçevesine bağlı kalmış jeologların büyük çoğunluğunu dehşete düşürdü.

Süreç yavaş ilerliyordu;



## ANA KARAKTERLER

Çabalarıyla jeolojiye parlak bir gelecek bırakan bilim insanları



**William Thomson, Lord Kelvin**  
(1824-1907)

Glasgow Üniversitesi'nde matematikçi ve fizikçi. Dünya'nın yaşı üzerine yaptığı çalışmalar bilime yaptığı en önemli katkı olarak görülüyor.

**Frederick Soddy**  
(1877-1956)

Glasgow Üniversitesi'nde radyoaktif bozunum (McGill Üniversitesi'nden Ernest Rutherford ile birlikte) ve izotopları keşfeden İngiliz kimyacı, radyoaktivite biliminde devrim yaptı.

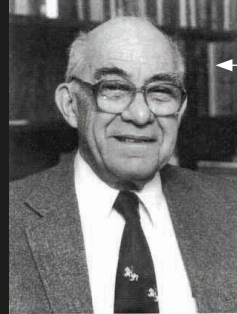


**Alfred Nier**  
(1911-1994)

Harvard Üniversitesi'nde fizikçi olan Nier, kütle spektrometresinin öncüsü oldu. 204Pb izotopunu keşfederek Arthur Holmes'a Dünya'nın yaşını hesaplayacağı veriler sağladı.

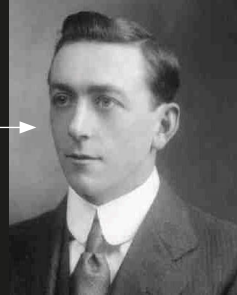
**Arthur Holmes**  
(1890-1965)

Uranyum-kurşun tarihlendirme tekniğini geliştiren İngiliz fizikçi ve jeolog. Holmes, Durham Üniversitesi'nde çalışırken jeolojik bir zaman çizelgesi geliştirdi.



**Clair Patterson**  
(1922-1995)

Göktaşlarından elde ettiği mikrogram miktardaki kurşunları izole ederek Kaliforniya Teknoloji Enstitüsünde Dünya'nın yaşını doğru bir şekilde hesaplamayı başardı.





## ZAMAN ÇİZELGESİ

Elementlerin niteliklerinin 300 yıl boyunca araştırılması, bizlere Dünya'nın yaşını gösterdi.

1775- **Kont Buffon**, demir yüzeyleri ısıtıp bunların soğuması için geçen süreyi hesaplayarak, daha sonra ise bulduğu sonuçları dünyanın boyutlarına göre ölçeklendirerek Dünya'nın yaşının 74.832 yıl olduğuna kanaat getirdi.



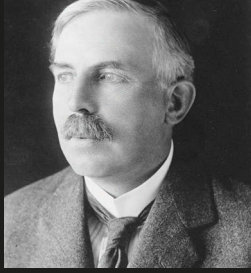
1775

1862



1862- **Lord Kelvin**, Dünya'nın 20 ila 400 milyon yıl önce erimiş bir küre olduğuna saptadı ancak 1899 itibarıyla bu sınırları 20 ila 40 milyon yıl olarak güncelledi.

1902



**Ernest Rutherford** (yukarda) ve **Frederick Soddy**, radyoaktif bozunmayı keşfettiler. İki yıl sonra Rutherford, radyoaktif bozunma ile bir kayanın yaşını belirledi ve 40 milyon yıl olduğunu saptadı.

1911

**Arthur Holmes** uranyum-kurşun tarihlendirme tekniğini geliştirerek dünyanın en az 1.640 milyon yaşında olduğunu hesapladı. İki yıl sonra, Soddy izotopları keşfederek tarih belirleme sürecine müthiş bir katkı yaptı.



1946



1946- **Alfred Nier**'in 2.480 yaşında bir kaya keşfetmesinin ardından, Holmes, Nier'in verilerini kullanarak Dünya'nın yaşını hesaplayacağı bir model geliştirdi ve Dünya'nın yaşının 3.015 milyon yıl olduğunu hesapladı.

1956

**Clair Patterson**, beş göktaşındaki ve yeryüzünden alınmış bir örnekteki kurşun içeriğini analiz etti ve Dünya'nın, Ay'ın ve göktaşlarının yaşının  $4,550 \pm 70$  Ma olduğunu hesapladı.

Frederick Soddy'nin izotopları keşfetmesi, işleri enikonu karmaşık bir hale getirmişti. O dönemde bir izotopu bir diğerinden ayırmanın tek yolu atom ağırlıklarını ölçmekti ve dünya üzerinde bunu yapabilen az sayıda laboratuvar bulunuyordu. Dahası Holmes, bazı kurşun kalıntılarının Dünya'nın ilk oluştuğu andan bu yana mevcut bulunduğunu (ilksel kurşun olarak adlandırılır) savunuyordu. Hangi kurşun izotopunun uranyum bozunmasından kaynaklandığını hangisinin ilksel kurşun olduğunu tanımlayamazsa bulunduğu tarihler yanlış olacaktı.

### DENEME - YANILMA

1924'te, Holmes, Durham Üniversitesi'nde jeoloji profesörlüğüne atandı ve burada jeolojik zaman çizelgesi çalışmalarını ve Dünya'nın yaşını belirleme girişimlerini sürdürdü. Bu süre zarfında, yeni tarihlendirme teknikleri de bulmaya çalışıyordu. Her yeni metod başlangıçta umut vadetse de deneme yanılma yoluyla bir süre sonra hiçbirinin uygun olmadığını görüyordu.

Harvard Üniversitesi'nde yeni bir kütle spektrometresi üzerinde çalışan Amerikalı genç fizikçi Alfred Nier, 1938 yılında, kurşunun (Pb) bilinen tüm izotoplarını tanımlamayı denedi. Beklediği üzere, bilinen üç izotopunu hızlıca keşfetti:  $^{206}\text{Pb}$ ,  $^{207}\text{Pb}$  ve  $^{208}\text{Pb}$ . Fakat spektrumun sonunda minik bir sinyal beliriverdi. Minik ilksel kurşun spektrumu nihayet görünmüştü;  $^{204}\text{Pb}$  olarak tanımlandı. Uranyum-kurşun yapbozundaki eksik parça sonunda bulunmuştu.

Nier, fizikçi olmasına rağmen, jeolojik zaman ölçümleriyle yakından ilgileniyordu ve İkinci Dünya Savaşı'ndan hemen önce, çeşitli jeolojik yaşlarda 25 farklı kaya üzerinde çalışarak oldukça kesin bir dizi yaş tahmininde bulunmuştu. Kanada, Manitoba'da bulunan bu kayalardan biri olan bir pegmatitin 2.480 Ma yaşında olduğunu gördü. Nier'in

# BUNLARI BİLELİM

Dünya'nın yaşını anlama konusunda 5 önemli terim.

## 1 İZOKRON

Bir izotop hız diyagramındaki kaya örneklerinin hepsi düz bir çizgi (izokron) oluşturursa bu onların aynı zamanda meydana geldiklerini gösterir. Çizginin eğimi kayaların yaşını verir.

## 2 İZOTOP

Herhangi bir elementin, çekirdeğinde farklı sayıda nötron içeren, kimyasal olarak eş atomları. Proton ve nötron sayılarının toplanmasıyla izotop numarası elde edilir. Kararsız <sup>238</sup>U izotopu, kararlı <sup>206</sup>Pb izotopuna bozunur.

## 3 KÜTLE SPEKTROMETRESİ

Bir örneğin moleküler ağırlığını ölçen bir araç. Elementlerin yoğunluğunu da belirlerler. Mars'a yolculuk eden astronotlar, Mars toprağını ve buzunu analiz etmek için kütle spektrometresini kullandılar.

## 4 PEGMATİT

İri taneli, volkanik sokulum kayacı. Kristalleşme sürecinin son aşamasında magma odacığının kenarlarında magma odacığının kenarlarında meydana gelir. Genellikle tarih belirlemeye uygun mineraller içerir.

## 5 RADYOAKTİF BOZUNUM

Bir elementin bir diğerine kendiliğinden dönüşümü (bozunum). Bozunun atomların sayısı, mevcut atom sayısından bağımsız değildir. Ana atomlar azalırken, yavru elementler aynı oranda artar.

sonuçlarından etkilenen Holmes, Nier Manhattan Projesi'nden döndükten sonra 1945 Mayıs'ında ona bir mektup yazdı ve şunları aktardı: "Çalışmalarınız büyük ilgi topluyor. Henüz en yaşlı kayanın bulunmadığını göstermenin yanı sıra bu rakamlar, genişleyen Evren'e dair görüşlerin gözden geçirilmesi gerektiğinde gösteriyor."

Amerikalı astronom Edwin Hubble, Evren'in 1.800 Ma yaşında



Lut Gölü'nün aşırı tuzlu suları, deniz suyundaki tuz miktarını gösterir. Dünya'nın yaşını belirlemeye yönelik erken dönem girişimlerde, tuzun çözünmesinin ne kadar süreceği hesaplanıyordu.

olduğunu henüz göstermişti ki Nier'in verileri bu rakamın yanlış olduğunu gösterdi çünkü Dünya'dan daha genç bir Evren olamazdı. Holmes, Nier'in verilerinin Dünya'nın yaşını belirlemek için yeni bir model sunabileceğini de öngördü.

Karmaşık hesaplamaları yapabileceği, o dönem için gelişmiş sayılabilecek bir hesap makinesi satın alan Holmes, 16 Şubat 1946'da Nier'e bir mektup daha yazdı: "Dünya'nın yaşı, bir dizi analiz setine göre, yaklaşık 3.000 Ma'ya denktir. En iyi analiz setinin ortalaması 3015'tir. Fakat 15 fazlalığını ihmal edebiliriz!" 1950'lerin başlarında, kayaların yaşını hesaplamak için uranyum-kurşun izotoplarının kullanılması nihayet mümkün görünüyordu. Fakat ne yazık ki Holmes'un sağlık durumu iyi değildi. Yolculuğunda kendinden sonrakilere yer açmak için köşesine çekildi.

Teknolojinin ilerlemesiyle, California doğumlu bir başka Amerikalı jeokimyacı Clair Patterson, demirli göktaşlarında gözden kaybolmaya yüz tutmuş küçük miktarda kurşun olduğunu saptadı. Demirli göktaşlarını seçmenin avantajı, içerdikleri uranyum miktarının göz ardı edilebilir olmasıydı. Bu sayede, mevcut bulunan

en küçük bir ilksel kurşuna dahi, radyoaktiviteden türeyen kurşun bulaşmamış olacaktı. Patterson şunu anladı ki Dünya, astronomların söylediği gibi, Güneş Sistem'i ile aynı anda oluştuysa göktaşlarından elde edilen ilksel kurşunu Dünya'nın yaşını belirlemek için kullanabilirdi.

Patterson, sonraki üç yılını bu ilişkiyi kanıtlamaya harcadı ve 1956 yılında, Dünya, gezegenler ve göktaşlarının ortak bir atadan geldiklerini kanıtladı. Beş göktaşının kurşun içeriğini analiz ederek bunların izotop hızlarının nasıl düz bir çizgi oluşturduğunu (izokron), bunun da dünyanın yaşının 70 Ma yanılma payıyla 4,55 milyar olduğu anlamına geldiğini gösterdi.

Dahası, Dünya'dan (ve daha sonra Ay'dan) alınan örnekler de bu rakamı doğruladı. Yani Dünya ve göktaşları, 4,5 milyar yıl önce aynı anda ve aynı malzemeden meydana gelmişti. Başpiskopos Usher'in 1656 tarihindeki ölümünden tam olarak 300 yıl sonra, Dünya'nın yaşı sonunda keşfedilmişti.

**Dr Cherry Lewis**, "The Dating Game: One Man's Search for the Age of the Earth" kitabının yazarıdır.



# SAHADAN ÖYKÜLER



**BİTKİ HAREKETLERİ**

## Çiçeklerin Gücü

**SREEKANTH "SHREK" CHALASANI,**  
SALK ENSTİTÜSÜ BİYOLOJİ  
ÇALIŞMALARI NÖROBİYOLOJİ UZMANI

⇒ Tam 12 yıldır laboratuvar ekibiyle birlikte hayvan hücrelerini kontrol etmek için ultrason kullanıyoruz. Hatta solucan DNA'larını, nöronlarını kandırmak için dürttük ve yüksek frekanslarda solucanların yön değiştirdiğini gördük. Doktora yapan arkadaşım Corinne Lee-Kubli'ye küstüm otu bitkisini hediye gelene kadar bunu bitkilerde de denemeyi düşünmemiştik. Savunma mekanizması olarak sarsıldığında ya da vurulduğunda yaprakları içe kapanıyor. Mekanik kuvvetle karşılaştığında hareket edebilmesi ses dalgalarından gelen fiziksel titreşimlere

karşı da tepki vereceğini düşünmemeden oldu. Bitkiyi insanlarda kullanılan ultrason jelinin içine daldırıp probun üstüne koyduk. Tahmin ettiğimiz gibi dalgalar bitkiye ulaştığında yaprakları katlandı. Çoğu canlının ultrason, fiziksel temas yada basınç değişimi gibi mekanik uyarılara cevap verebileceğini düşünüyoruz. Küstüm otu bitkimizin tepkisinin daha geniş ölçekte bir şeyleri kanıtlamak için yeterli olmadığı açık. Şimdi hangi hücrelerinin kuvveti sezdiğini bulmamız ve bu belirli sensör birimlerini özel yapan şeyin ne olduğunu araştırmamız gerek. Bu tetikleyicileri deneyler yoluyla bulmayı planlıyoruz.

*Ellen Airhart*

**ÇEVİRİDE KAYBOLMAK**

## Simsçe Nasıl Konuşulur?

**ROBI KAUKER,** ELEKTRONİK ARTS MAXIS STÜDYOLARINDA  
KIDEMLİ SES DİREKTÖRÜ



⇒ 2000 yılında ilk defa tanıtılan ve çok ses getiren animasyon bilgisayar oyunu Sims'in başından beri geliştirilmesine yardımcı olduğum Simsçe denilen kendine özgü bir dili var. Oyuncular Sims denilen karakterleri yaratıyorlar ve ahlak, eğlence, hijyen gibi duygusal isteklerini karşılayarak hayatlarını yönetiyorlar. Karakterlerin çıkardığı sesler ise tamamıyla benim grubumun tasarımı.

Oyun tamamen serbest stilli yani oyuncuların Sims'lerin hayatını nasıl yöneteceklerine dair dikte edilmiş kurallar yok. Oyuncular dünyayı keşfediyor ve kendi hikayelerini yaratıyorlar. İlk hedefimiz karakterlere hikayelerini anlatmadan ses vermektir. Eğer gerçek bir dil kullansaydık bu oyuncuların hayal gücünü kısıtlardı. Bunun yerine gerçek bir dile benzer kelimeler kullanmadan karakterlerin duygularını ifade edebilecek ses aktörleri kullandık.

Aktörler beş gün boyunca bildikleri dillerin kelimelerini kullanarak doğaçlama yaptılar ve bu kelimelerin duygusal seslerinden ilham aldılar. Sonraki yılı bu kayıtları Simsçeye

çevirerek geçirdik. Aptalca bir şekilde zordu. Oyun tasarımcıları kesin bir sürede belirli bir duygu soracaklardı örneğin bir buçuk dakika boyunca üzüntü ve biz de bu duyguyu karşılayacak olan parçaları kesip birleştirecektik.

Sonunda bir çeşit dil ortaya çıktı. Örneğin aktörlerin kayıtlarından "sul-sul" denilen bir Sims kelimesi yarattık. Genelde mutlu bir selamlaşma ifadesi olan "aloha" kelimesinin eşiği oldu. Simsçe dilinin ilk versiyonuna "bebek konuşması" adını verdik çünkü son derece direkt ve basitti. Sims geliştikçe Simsçe de gelişti. Şimdi elimizde tek heceli kelimelerin yerine daha karışık yapılar var ve daha geniş bir duygusal aralık söz konusu. Normalde Simsler gülerken ve ağlarken ellerini yüzlerine koyuyorlar. 2014 yılında çıkan Sims 4'le beraber ise daha basit sorunlarda ağlarken, ölüm gibi durumlarda hıçkırarak ağlamaya başladılar. Oyun duygusal zeka geliştirdi.

Yine de ilk hedefimizden yani tanıyan kelimeler kullanmadan hikaye anlatılmaktan ve herkese hitap eden bir dil yaratmaya çalışmaktan vazgeçmeyeceğim.

# POPULAR SCIENCE

TÜRKİYE

12 Sayı  
Fiyatına  
(1 yıllık)  
abonelik  
**106.80 TL**

MERAKLI SORULARA  
MÜTHİŞ YANITLAR  
Hediye!



12 Sayı  
Fiyatına  
(1 yıllık)  
abonelik  
**106.80 TL**

MARS DERGİSİ  
Hediye!



## ABONELİĞİ ÇOK AVANTAJLI!

ADRESİNİZE ÜCRETSİZ TESLİM  
KREDİ KARTINA 3 TAKSİT İMKANI (\*)



ÇAĞRI MERKEZİ  
0 (212) 478 03 00

E-POSTA  
abone@doganburda.com

WEB  
www.dbabone.com

(\*) Taksit yapılan kredi kartları: Bonus, Maximum, World, Axess

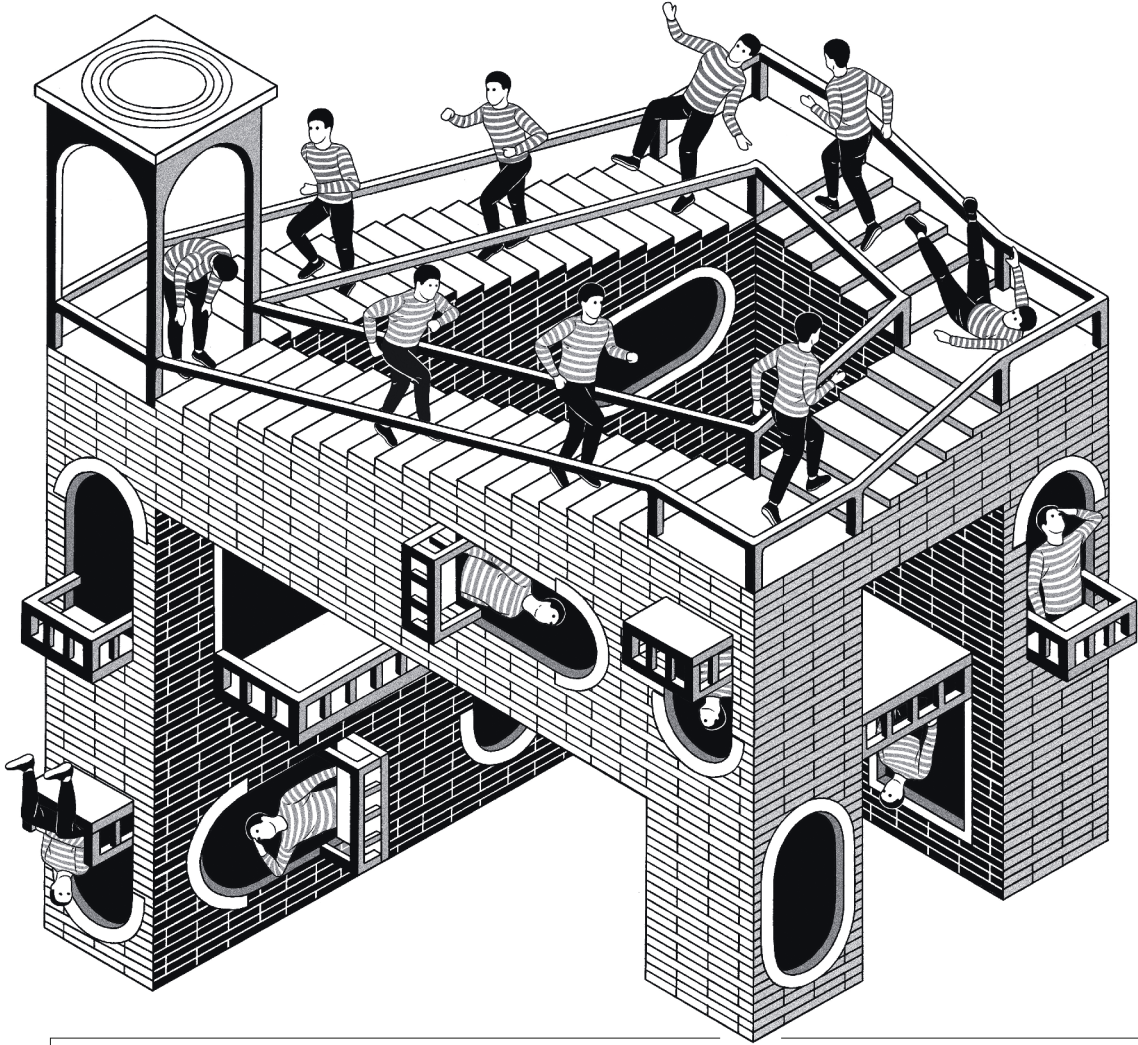
### ONLINE SATIŞ KANALLARIMIZ

➔ [www.dergiburda.com](http://www.dergiburda.com) ➔ [n11.com/magaza/doganburda](http://n11.com/magaza/doganburda) ➔ [gittigidiyor.com/magaza/doganburda](http://gittigidiyor.com/magaza/doganburda)  
➔ [hepsiburada.com/doganburdadergi](http://hepsiburada.com/doganburdadergi) ➔ [www.amazon.com.tr](http://www.amazon.com.tr)





# K A F A A Y A R I



## Başlangıcı olmayan merdivenler

SARA KILEY WATSON

İLLÜSTRASYON: STUART PATIENCE

**YUKARIDAKİ MERDİVENLERE** bir göz atın. Tabanı bulun yada en üstü. Daha yakından bakarsanız başlangıcın yada bitişin olmadığını göreceksiniz. Bu mümkün olamaz değil mi? Benzer bir merdiven türü olan Penrose merdivenleri gerçekte olması imkansız olan fakat tek tek parçalarına bakıldığında geçerli olduğu görülen imkansız obje denilen kategoriye girer, diyor Toronto York Üniversitesi'nde bilişsel nörobilimci olan Erez Freud. Bu paradoksa benzeyen obje, beyin 2 boyutlu bir cismi 3 boyutlu bir cisme dönüştürmeye çalıştığında oluşuyor. Seneler süren güvenilir deneyimlerden sonra beynimiz çizgilerin her zaman düz ve köşelerin tam olarak 90 derece olduğunu varsayıyor. Ama bu olgu doğru olmayabilir ve bu dört yönlü sonsuz

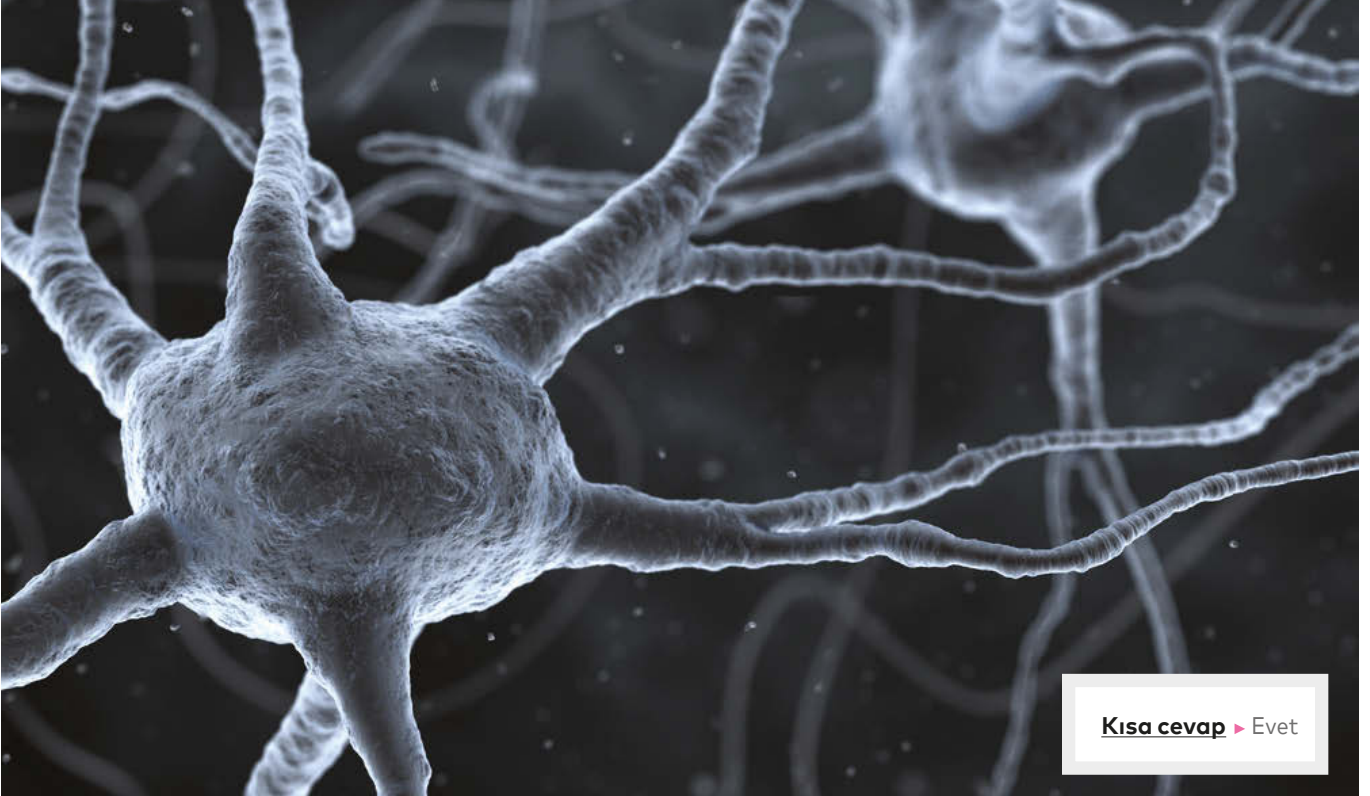
merdiveni oluşturabilir. Sürekli olarak döngü şeklinde yukarıya çıkamazsınız. Normalde beynin görsel korteksinde bulunan iki bölge (ön görsel yol ve arka görsel yol) cisimleri tanımlamak için iletişime geçerler ve onları bir boşluğa yerleştirirler. Yukarıdaki gibi imkansız objelerde gri maddede bulunan bu iki yol, sonuca varmak için ileri geri çalışır ama bir sonuca varamazlar bu da hazmetmesi kolay olmayan bir hisle sonuçlanır.

Bu olaydaki anahtar nokta ise perspektiftir. Zira illüzyon sadece 2 boyutta çalışır. Bu merdivenleri gerçek hayatta gördüyseniz ve başka açılardan baktıysanız her zaman şüphelendiğiniz şeyi bulacaksınız; iki kısım arasındaki boşluk. Diğer bir deyişle tıpkı diğerleri gibi bir merdiven boşluğu.

# Soru & Cevap

Kafanızı kurcalayan bir soru mu var?  
sorucevap@popsci.com.tr  
adresine yollayın cevaplayalım

Editör Eray Kaşıkçı



Kısa cevap ▶ Evet

S

## BEYİN HÜCRELERİ KENDİLERİNİ YENİLEYEBİLİR Mİ?

C

Yüz yıldan fazla bir süredir, biyolojide kabul görmüş fikir, beyin hücrelerinin asla yenilenmediğiydi. Doğduğunuzda var olan beyin hücreleriniz dışında yeni beyin hücrelerinin üretilmediğine ve hücreler öldüklerinde yerlerine yenilerinin gelmediğine inanılıyordu. Bazı kesimler hala bu fikre sahip olsa da, birçok araştırma yetişkinlerde nörogenezin, yani yeni beyin hücrelerinin üretiminin gerçekleştiğini ortaya koyuyor.

İlk olarak 1960'larda, yetişkin farelerde ve maymunlarda nörogeneze dair veriler elde edildi. İnsanlara dair ilk veri ise

1998'de Nature Medicine dergisinde yayımlanan bir makale ile ortaya koyuldu. Nörobiyolog Fred H. Gage liderliğinde bir ekip tarafından yürütülen araştırmada, otopsi yapılırken insan beyninin dokuları da incelendi. Beynin derinlerinde yer alan ve hafıza ile öğrenmede rol alan hipokampusdaki bazı hücrelerin, progenitör hücrelerin bölünmesiyle oluştuğu sonucuna varıldı; bu da yeni hücrelerin üretildiği anlamına geliyordu.

O zamandan beri, araştırmalar hipokampusun beyin üzerinde nörogenezin en fazla meydana geldiği bölüm olduğunu gösteriyor. Hatta bu bölgede günde bin-

lerce yeni hücrenin üretildiği, çoğunun da birkaç hafta içerisinde tekrar öldüğü biliniyor. Hayatta kalanlar ise var olan diğer nöronlarla bağlantı kurarak bunu başarıyor. Günümüzde bilim insanları nörogenezi kullanarak epilepsi ve Alzheimer gibi hastalıklara çözüm bulmayı amaçlıyor. Sonuç olarak, beyin hücreleri kendini yenileyebiliyor. Dahası, bu yenilemeyi artırabilirsiniz. Bunu yapmanın en iyi yolu daha fazla fiziksel ve zihinsel aktiviteler gerçekleştirmekte geçiyor. Daha fazla hücrenin üretilmesi, daha çok hücrenin birbirine bağlantı kurması ve böylece daha uzun yaşaması anlamına geliyor.



## SABUN MU, DUŞ JELİ Mİ DOĞAYA DAHA ZARARLI?

**C** İki taraf için de farklı argümanlar bulunuyor. Duş jellerinde yer alan temizleyici maddeler, petrokimya ürünüdürler. Yani fosil yakıt rezervlerinden üretilirler ve bu nedenle doğada kolay kolay yok olmazlar. Ayrıca genelde plastik ambalajlara sahiplerdir ve bu ambalajlar da doğada binlerce yıl kaybolmazlar. Sabun ise bitki ve hayvan yağlarının sodyum hidroksit ile etkileşmesiyle meydana getirilir. Bu süreç çok düşük miktarda enerji gerektirdiğinden son derece efektiftir ve tek yan ürünü gliserindir. Gliserin de zararlı bir madde

olmadığı için, doğaya yüksek miktarda kimyasal salınmamış olur. Fakat, çoğu sabun palmiye yağı kullanılarak üretilir ve bu palmiye yağının büyük kısmı da sürdürülebilir olmayan yöntemlerle elde ediliyor. Ayrıca Endonezya ve Malezya gibi bölgelerde palmiye yağı elde etmek için ormanlar yok edilmekte. Bu nedenle olabilecek en zararsız seçim, palmiye yağından üretilmemiş doğal sabun kullanmak olacaktır.

**Kısa cevap** ▶ Duş jeli



## S BALONLAR PATLADIĞINDA NEDEN SES ÇIKARIR?

**C** Balonun içindeki hava, balonun yüzeyini içeri doğru çeken elastik gerilim nedeniyle dışarıdaki havadan daha yüksek bir basınca sahiptir. Balonun bir yerine iğne batırdığınızda, o noktada küçük bir delik oluşur. Bu deliğin etrafındaki lastik yapı artık her tarafından eşit miktarda çekilmez, çünkü deliğin merkezinden uygulanan bir kuvvet kalmamıştır. Böylece net kuvvet, lastiğin delikten hızla çekmeye başlar ve delik büyür, büyüdükçe de lastik daha büyük bir kuvvetle çekilmeye başlar. Saniyenin çok küçük bir zaman diliminde, balonun bütün yüzeyi, deliğin açıldığı noktanın tam zıt tarafında toplanmış olur. Balonun içindeki yüksek basınçlı

hava artık serbest kalmıştır, bu serbest kalan yüksek basınç dalgası da kulağımıza gelen o patlama sesine neden olur. Eğer balona bir yapışkan bant yapıştırıp iğneyi bu bant üzerinden batırırsanız, patlama sesini duymazsınız. Çünkü yapışkan bant üzerinde bir yüzey gerilimi yoktur, ayrıca bant lastik yüzeyin geri çekilmesini dengeleyecek kadar güçlüdür. Bu nedenle delik büyüyemez ve içerideki hava yavaş bir şekilde dışarı sızar. Aynı şekilde farklı şekillere sahip helyum içerikli Mylar balonları da bildiğimiz şekilde patlamaz. Çünkü bu balonların yüzeyleri önceden esnetilmiş plastiklerden ibarettir, bu nedenle elastikliği düşüktür ve bir anda bütün havayı dışarı verecek şekilde küçülmez.

**Kısa cevap** ▶ Ani basınç değişiminden



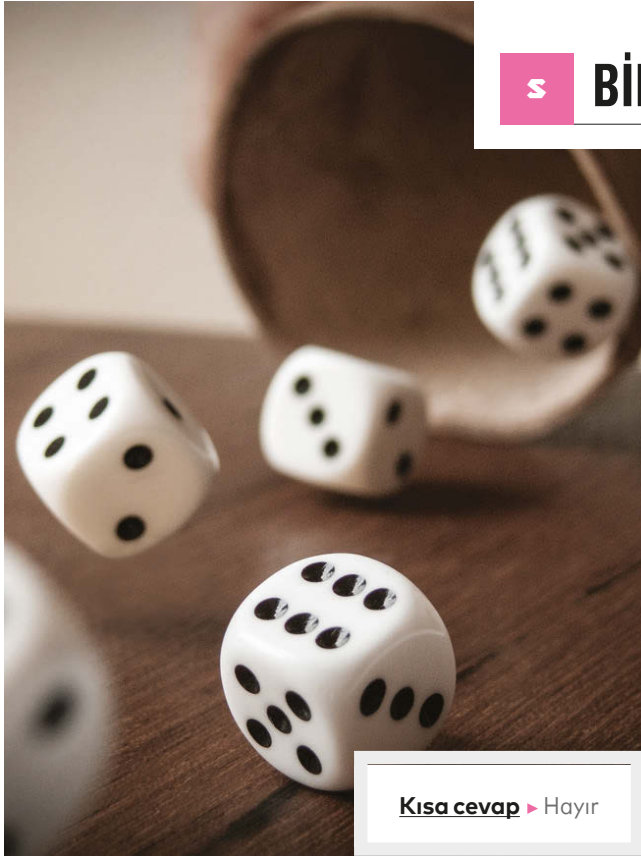
## S HÜCRELERİMİZ YENİLENDİĞİ HALDE NEDEN YAŞLANIRIZ?



**Kısa cevap** ▶ Yenilenme durduğundan

**C** Vücudumuzdaki hücrelerin yaşam döngüleri birbirinden farklıdır. Beyaz kan hücrelerimiz sadece birkaç saat yaşarken, deri hücrelerimiz birkaç hafta, beyin hücrelerimizin çoğu ise onlarca yıl yaşar. Her ne kadar çoğu hücre-

mizin yerine yenisi gelse de bu süreç her seferinde daha arızalı hale gelir. Spesifik olmak gerekirse, hücresel faaliyetleri yöneten DNA'daki hasar miktarı artmaya başlar ve bir zaman sonra yeni hücre üretimi bile gerçekleştirilemez. Bu da yaşlılığın neden olur.

**S**

## BİLİM ŞANSI AÇIKLAYABİLİR Mİ?

**C**

Bir zar attığımızda yere düşüyorsa bu tesadüf değildir, sadece yer çekimi etkisidir. Fakat kaç atacağınız, zara etki eden tüm kuvvetlere, hava moleküllerinin hareketlerine ve daha pek çok şeye bağlıdır; bunları bilmeden zarın kaç geleceğini de bilemezsiniz. Zar düşene kadar tüm bunları hesaplamak imkansızca yakın bir durum olduğu için, genelde zarın kaç geleceğinin tesadüfle ilişkili olduğunu söyleriz. Burada şans ile tesadüf kavramlarının ayırımını yapmak önemlidir. "Tesadüf" dediğimiz şey aslında sonuca etki eden çok fazla sayıda parametre bulunduğunu ve sahip olduğumuz zaman diliminde bunları hesaplamanın imkansız olduğunu ifade eden bir kavramdır.

"Şans" ise, tesadüfi bir sonucu yorumlarken kullandığımız bir kavramdır. Eğer bir zar tesadüfen 6 geldiye "iyi şans"; 1 geldiye "kötü şans" deriz. Fakat her sayının gelme ihtimalinin aynı olduğu bir ortamda, şans kavramı sadece sonuca anlam yüklememizi sağlayan bir yardımcıdır. İnsanlar öykü anlatıcı hayvanlardır. Dünyaya belli bir anlatım biçimiyle bakarız ve genelde bu anlatımın merkezindeki karakter kendimizdir. Psikolojik konseptler şans kavramını neden bu kadar çekici bulduğumuza dair fikir verebilir, matematik ise bazı tesadüflerin diğerlerinden neden daha yüksek ihtimalle gözlemlendiğini söyleyebilir. Fakat fizik açısından bakıldığında, şans kavramı açıklanamaz; çünkü şans yalnızca insan üretimi bir kurgudan ibarettir.

**Kısa cevap** ► Hayır**S**

## ÜÇ GÖKKUŞAĞI OLUŞMASI MÜMKÜN MÜDÜR?

**C**

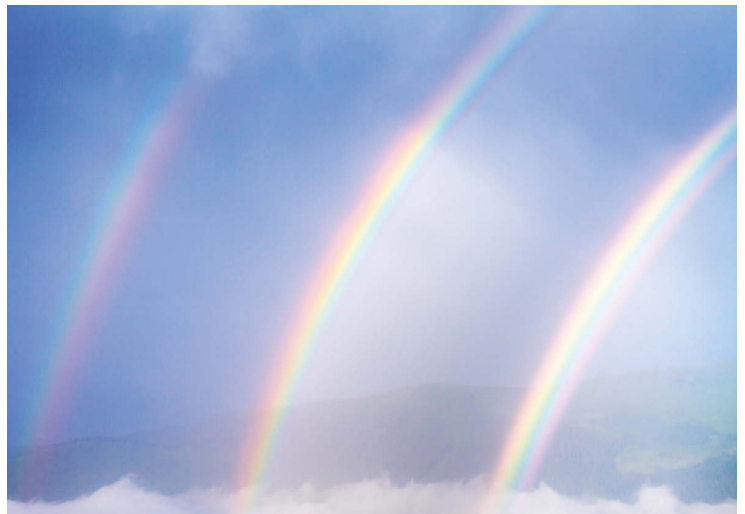
Güneş ışınları yağmur damalarına çarptığında, genelde biri çok parlak, diğeri çok daha soluk olan iki gökkuşağı görürüz. Bunlardan ilki ışınlar yağmur damasına ilk çarpıp içine geçtiğinde, diğeri ise iç yüzeyine çarpıp tekrar birleştiğinde oluşur.

Prensipte bu durum üçüncü veya dördüncü kez de oluşabilir, peki biz neden üçlü veya dördümlü gökkuşağı görmüyoruz? Bunun nedeni her yansımanın gökkuşağını giderek daha da soluk hale getirmesi. Dahası ortaya çıkan yeni gökkuşaqları Güneş'e daha yakın konumlanıyor, bu da zaten görünmeleri çok zorken

iyice zor görünür hale gelmelerine neden oluyor.

Son 250 yılda tam da bu nedenlerden ötürü yalnızca 5 adet "üçlü gökkuşağı" raporlanmış. Fakat 2010'da, Amerikalı meteorologlar Raymond Lee ve Philip Laven, şimşekli fırtınalar esnasında üçlü gökkuşağı arama çalışmaları başlattı. Bu havaların tercih edilmesinin nedeni, kalın bulutlar arasından geçen Güneş ışınlarının, tekrar tekrar yansıyarak üçlü, hatta dördümlü gökkuşağı oluşturma ihtimallerinin yüksek olması.

Günümüzdeyse, üçlü gökkuşaqlarına dair iddialar artış gösteriyor. Hatta bir dördümlü gökkuşağı bile fotoğraflanmış durumda.

**Kısa cevap** ► Evet



**İcra Kurulu Başkanı** Cem M. Başar  
**Yayın Direktörü** Gökhan Sungurtekin  
**Yayın Yönetmeni (Sorumlu)** Şahin Ekşiöğlü, sahin@doganburda.com  
**Katkıda Bulunanlar** Alp Sirman, Ayşe Maya, Burak Karabey, Eray Kaşıkçı, Gamze Doğan, Tan Bodur, Umud Yıldız,

**Etkinlik ve Proje Direktörü** Ali Erman İleri  
**Kurumsal İletişim Müdürü** Funda Demirci Ayan  
**Ankara Temsilcisi** Erdal İpekeşen, 0 212 207 00 71

#### YÖNETİM

**Finans Direktörü** Didem Kurucu  
**Satış ve Dağıtım Direktörü** Egemen Erkorol  
**Üretim ve Plan. Direktörü** Yakup Kurtuluş  
**(Tüzel Kişi Temsilcisi)**  
**Dijital İçerik Direktörü** Eren Demir

#### REKLAM

**Grup Başkanı** Nisa Aslı Erten Çokça  
**Başkan Yardımcısı** Işıl Baysal Turan, Seda Erdoğan Dal  
**Satış Koordinatörü** Burcu Kevser Karaçam  
**Satış Müdürü** Hatice Târhan - İpek Tunalı, Beril Güröğlü Sözkese  
**Tel:** 0 212 336 53 17, Faks: 0 212 336 53 93

**Ankara Reklam Satış Koordinatörü** Sezınur Balıkcıoğlu  
**Ankara Reklam Satış Müdürü** Beliz Baltıbey  
**Tel:** 0 312 207 00 72 - 73

**Reklam Bölgeler Satış Müdürü** Dilek Ünlü  
**Tel:** 0 212 336 53 72, Faks: 0 212 336 53 91

#### REKLAM TEKNİK

**Teknik Müdür** Ayfer Kaygun Buka  
**Tel:** 0 212 336 53 61 - 62

#### REZERVASYON

**Rezervasyon Tel.** 0 212 336 53 00 - 57 - 59  
**Rezervasyon Faks** 0 212 336 53 92 - 93  
**Hedef Sayfalar** Tel: 0 212 336 53 70, Faks: 0 212 336 53 91  
**Yönetim Yeri** Kuştepe Mah. Mecidiyeköy Yolu Trump Towers, Kule 2, Kat 21-22-23, 34387 Şişli/ İSTANBUL  
**Tel:** 0 212 410 32 00, Faks: 0 212 410 35 81  
**Baskı** Bilnet Matbaacılık ve Yayıncılık A.Ş.  
 Dudullu Organize San. Bölgesi 1.Cad.  
 No:16 Ümraniye-İSTANBUL  
**Tel:** 444 44 03 • Fax: (0216) 365 99 07-08  
 www.bilnet.net.tr Sertifika No: 42716  
**Dağıtım** TURKUVAZ DAĞITIM PAZARLAMA A.Ş.  
**Yayın Türü** Ulusal süreli, aylık  
**FİPP** üyesidir

© POPULAR SCIENCE dergisi, Doğan Burda Dergi Yayıncılık ve Pazarlama A.Ş. tarafından Bonnier Corporation lisansıyla TC. yasalarına uygun olarak yayımlanmaktadır.

© (2012) Bonnier Corporation. Her hakkı saklıdır. Dergide yayımlanan yazı, fotoğraf, harita, illüstrasyon ve konular izinsiz, kaynak gösterilerek dahi kullanılamaz, alıntı yapılamaz.

**DB Okur Hizmetleri Hattı** 0 212 478 0 300  
 okurhizmetleri@doganburda.com

**DB Abone Hizmetleri Hattı** Tel: 0 212 478 0 300,  
 Faks: 0 212 410 35 12 - 13  
 abone@doganburda.com  
 www.doganburda.com  
 Çalışma saatleri her gün saat 09.00 - 22.00 arasında hizmet verilmektedir.

**Yazı İşleri Müdürü** Jacob Ward  
**Yaratıcı yönetmen** Sam Syed

**Genel yayın yönetmeni** Cliff Ransom  
**Sorumlu yazı işleri müdürü** Jill C. Shomer

#### EDİTÖR KADROSU

**Makale editörü** Jennifer Bogo  
**Editorial Yapım Müdürü** Felicia Pardo  
**Kıdemli Editör** Martha Hartison  
**Bilgi editörü** Katie Peek, Ph.D.  
**Proje editörü** Dave Mosher  
**Kıdemli yardımcı editörler** Corinne Iozzio,  
 Susannah F. Locke  
**Yardımcı editör** Amber Williams  
**Editör asistanı** Rose Pastore  
**Redaktörler** Joe Mejia, Leah Zibulsky  
**Araştırmacılar** Kaitlin Bell Barnett, Sophia Li,  
 Erika Villant

**Katkıda bulunan editörler:** Lauren Aaronson,  
 Eric Adams, Brooke Boret, Tom Clynes, Daniel Engber, Theodore Gray, Mike Haneu, Steve Hooper, Preston Lerner, Gregory Mone, Steve Morgenstern, Rena Marie Pacella, Catherine Price, Dave Prochnow, Jessica Snyder Sachs, Rebecca Skloot, Dawn Stover, Elizabeth Svoboda, Kalee Thompson, Phillip Torrone, James Vlahos

#### SANAT VE FOTOĞRAF

**Sanat yönetmeni** Todd Detwiler  
**Fotoğraf editörü** Thomas Payne  
**Tasarımcı** Michael Moreno  
**Dijital görüntüler** Hiroki Tada

#### ULUSLARARASI REKLAM SATIŞ TEMSİLCİLERİMİZ

**ALMANYA**  
**Michael Neuwirth**  
 T. +49 89 9250 3629  
 michael.neuwirth@burda.com

**AVUSTURYA / İSVİÇRE**  
**Christina Bresler**  
 T. +43 1 230 60 30 50  
 christina.bresler@burda.com

**FRANSA / LUKSEMBURG / BELÇİKA / HOLLANDA**  
**Marion Badolle-Feick**  
 T. +33 1 72 71 25 24  
 marion.badolle-feick@burda.com

**İNGİLTERE / İRLANDA**  
**Jeannine Soeldner**  
 T. +44 20 3440 5832  
 jeannine.soeldner@burda.com

**ABD / KANADA / MEKSİKA**  
**Salvatore Zammito**  
 T. +1 212 694 48 24  
 salvatore.zammito@burda.com

**YUNANİSTAN / PORTEKİZ / İSPANYA / HİNDİSTAN / ASYA**  
**Jessica Loose**  
 T. +49 89 92 50 2468  
 jessica.loose@burda.com

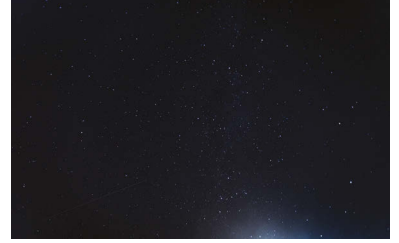
**İSKANDINAV ÜLKELERİ**  
**Ulrik Brostrom**  
 T. +45 2328 9769  
 ubr@jmedia.dk

## Soru & Cevap

### S UZAKTAKİ IŞIKLAR NEDEN TITRIYORMUŞ GİBİ GÖRÜNÜR?

C

Normalde vakumda ışık dümdüz bir hat üzerinde ilerleyerek gözlerimize ulaşır. Fakat atmosfere girerken ışığın rotası, içerisine girdiği havanın optik özelliklerine göre değişime uğrar. Özellikle bakıldığında yoğunluk ve kırılma indeksinde sürekli değişimlere uğrayan sıcak hava, bu nedenle ışık kaynağının konumunun sürekli değiştiği izlenimini verir. Bu da titreme diye adlandırdığımız efekti görmemize neden olur.



**Kısa cevap** ▶  
 Atmosferden dolayı

### S BAŞ AĞRILARINA NE NEDEN OLUR?



**Kısa cevap** ▶  
 Pek çok şey

C

Pek çok şey. Farklı nedenlerle ortaya çıkan 200'den fazla baş ağrısı tipi olduğu düşünülüyor. Birincil baş ağrıları, gerilim tipi baş ağrıları ve migren gibi baş-ka hastalıklardan kaynaklanmayan baş ağrılarına verilen genel isimdir. Baş ağrılarının çoğu, bu birincil gruplandırma altında konumlanır. Migrenler, birkaç saatle üç güne kadar uzayabilen sürelerle sahip olur ve genelde baş dönmesi ile ışık hassaslığına neden olur. Nedeni anlaşılamayan küme baş ağrısı ise nöbetler halinde

gelir ve çok şiddetli seyrederek, kişiyi uykusundan bile uyan- dirabilir. İkincil baş ağrıları ise başka etkenlere bağlı olarak oluşan ağrılardır. Örneğin boyun kaslarındaki gerilim, duruş bozuklukları, susuzluk ve fazla ağırlı kesici kullanımı, bu tarz baş ağrılarına yol açabilir. Beyin tümörü veya beyin ile kafatası arasındaki kanama- lar da bu tarz baş ağrılarına yol açabilir. Karbon monoksit zehirlenmesi, menenjit ve göz rahatsızlıkları da baş ağrılarına yol açabilir.



# Yaz Kampanyası Başladı!

Upclose G2 20x50 Dürbün  
Ürün Kodu: CL 71258



**499 TL** ~~629 TL~~ %20



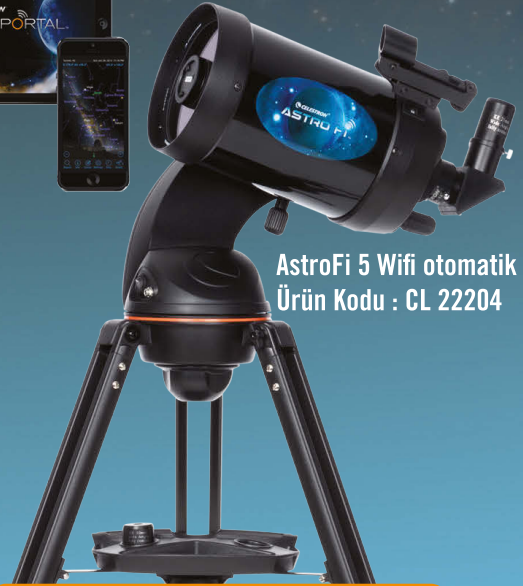
Travel Scope 70 Teleskop  
Ürün Kodu: CL 21035

**1.075 TL** ~~1.435 TL~~ %25



Powerseeker 127EQ Teleskop  
Ürün Kodu: CL 21049

**2.109 TL** ~~2.815 TL~~ %25



AstroFi 5 Wifi otomatik Teleskop  
Ürün Kodu : CL 22204

**5.660 TL** ~~6.660 TL~~ %15

**EYÜBOĞLU**

[www.eyb.com.tr/celestron](http://www.eyb.com.tr/celestron)  
[www.celestron.com.tr](http://www.celestron.com.tr)

0212 642 94 75



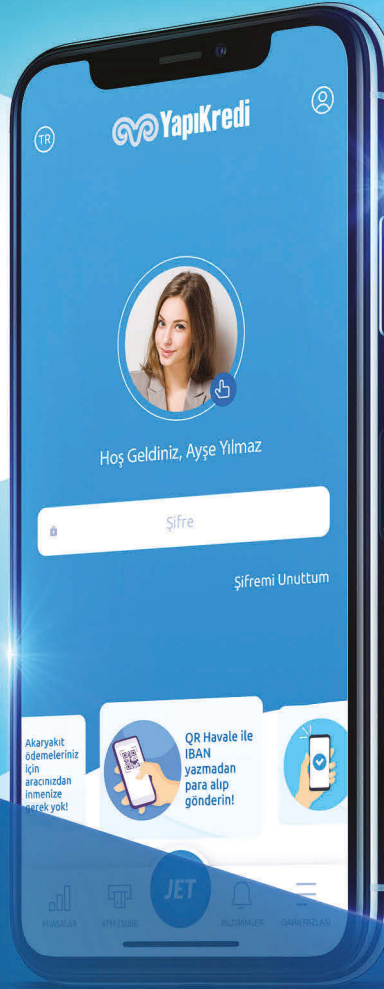
[instagram.com/Celestron\\_Turkiye](https://www.instagram.com/Celestron_Turkiye)

\* Kampanyamız 01.06.20 - 01.09.20 tarihleri arasında geçerli ve stoklarla sınırlıdır. Fiyatlara KDV dahildir. Detaylı bilgi ve diğer kampanyalı ürünler için sitemizi ziyaret edebilirsiniz.



# SINIRLARI KALDIRAN TEKNOLOJİLER YAPI KREDİ MOBİL'DE.

Nerede olursanız olun tüm bankacılık işlemlerinizi rahatlıkla yapın diye sınırları kaldıran teknolojiler Yapı Kredi Mobil'de.  
Siz de hemen Yapı Kredi Mobil'i indirin, işlemlerinizi kolayca gerçekleştirin.



**HEMEN İNDİRİN!**



**YapıKredi**

Hizmette sınır yoktur.