

# POPULAR SCIENCE

GELECEK  
HEMEN  
ŞİMDİ

TÜRKİYE

## BEN SAVAŞ UÇAĞIYIM

DÜNYANIN İLK

ROBOT

SALDIRI

UÇAĞI s. 46

Boşluğa bakış

Karadelik görmek için yapılmış  
gezegen boyutunda bir teleskop s. 38

Dövüşün son noktası

Kavgacıları canlı silaha  
dönüştüren bilim s. 66

OLİMPİYATLARIN  
GELECEĞİ

Holografik engeller,  
akıllı trampeller, yüzen  
stadyumlar



0.8  
ISSN 2147-0960  
FİYATI: 3.50 TL  
YIL:1 • SAYI:4  
AĞUSTOS 2012  
KKTG FİYATI: 4.50 TL

**İcra Kurulu Başkanı** Mehmet Y. Yılmaz

**Yayın Direktörü** Gökhan Sungurtekin

**Yayın Yönetmeni (Sorumlu)** Şahin Ekşiöğlü, sahin@doganburda.com

**Görsel Yönetmen** Ebru Tiryaki, ebrutr@doganburda.com

**Katkıda Bulunanlar** Barış Emre Alkım, Özgen Bilir, Mahmut Karstoğlu, Zeynep Bilmez, Mesut Kasap, Serkan Vicil

**Marka Müdürü** Asu Bozyayla, abozyayla@doganburda.com

**Ankara Temsilcisi** Erdal İpekeşen, 0 312 207 00 71 / 207 00 95

## YÖNETİM

**Genel Yayın Koordinatörü** Yeşim Denizel

**Tüzel Kişi Temsilcisi** Murat Köksal

**Satış Direktörü** Orhan Taşkın

**Finans Direktörü** Didem Kurucu

**Üretim Direktörü** Servet Kavasoglu

## REKLAM

**Grup Başkanı** Viki Habif

**Grup Başkan Yardımcısı** Koray Bilici

**Satış Müdürü** Sevil Hoşman, Hatice Tarhan,  
Tuğba Altınbaş, Ebru Elçi  
Tel: 0 212 336 53 17, Faks: 0 212 336 53 93

**Reklam Teknik Müdürü** Nusret Kırmlıoğlu

Tel: 0 212 336 53 60 (3 Hat), Faks: 0 212 336 53 90

**Kurumsal İletişim Direktörü** Neslihan Sadıkoğlu

## REZERVASYON

**Rezervasyon Tel.** 0 212 336 53 00 - 57 - 59

**Rezervasyon Faks** 0 212 336 53 92 - 93

**Ankara Reklam Tel.** 0 312 207 00 72 - 73

**Hedef Sayfalar** Tel: 0 212 336 53 70, Faks: 0 212 336 53 91

**Yönetim Yeri** Trump Towers, Kule 2, Kat 21-24, 34387

Şişli/ İSTANBUL

Tel: 0 212 410 31 52, Faks: 0 212 410 32 16

**Baskı** Doğan Ofset Matbaacılık ve Yayıncılık. A.Ş.  
Doğan Medya Tesisleri, Hoşdere Yolu C blok  
34850 Esenyurt / İSTANBUL  
Tel: 0 212 622 19 00

**Dağıtım** Yaysat A.Ş. Tel: 0 212 622 22 22

**Yayın Türü** Yerel, süreli, aylık

**FİPP** üyesidir

© POPULAR SCIENCE dergisi, Doğan Burda Dergi Yayıncılık ve Pazarlama A.Ş. tarafından Bonnier Corporation lisansıyla T.C. yasalarna 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

Pazar hariç her gün saat 09.00 - 18.00 arasında hizmet verilmektedir.

## EDİTORÜN NOTU

# Doğa mükemmel ama insan değil



**DOĞANIN ONA VERDİĞİMİZ** hasarı iyileştirme çabası karşısında bu güce saygı duymamak mümkün değil. Onun bir parçası olan bizlerde de aynı beceri var aslında. En basit örnekle yaralandığımızda bedenimiz (ya da ruhumuz), seferber olup, hasarlı bölgede yara dokusu oluşturarak zaman içinde bu yara dokusunu sağlıklı dokularla değiştirir, diğer bir deyişle iyileşiriz. Eğer yeniden oluşturulamayacak şekilde ciddi bir doku ya da organ kaybı varsa, mevcut sistem metabolizma tarafından değiştirilerek daha basit bir mekanizma oluşturulur. Yeni sistem, eksiklikler yüzünden mükemmel değildir ama yine de bir şekilde çalışır. İnsanoğlu doğayla zıtlaşmak yerine onunla bağdaşırsa hayatın daha kolay olduğunu binlerce yıl önce keşfetti. Bu düşünme alışkanlığı, bilimin pek çok alanında çığır açan buluşları da beraberinde getirdi.

Öte yandan insan yapısı aygıtlar, doğadaki canlılara bazı açılardan benzese de, daha az mükemmel olmanın yarattığı boşluğun, insan aklı tarafından doldurulması gerekiyor. Denizaltılar balina formunda fakat kuyruk çırparak hareket etmiyor. Benzer şekilde uçaklar da. Bu ay çok ilginç bulacağımızı düşündüğümüz yazılardan biri olan Nabız yok başlıklı makalemiz, insan aklının doğayı taklit etme konusunda farklı düşünmesi gereken bazı noktalar olabileceğini anlatıyor. Hayat döngüsünün en önemli göstergesi olan kalp atışı, bundan böyle yaşam işareti olarak sayılmayabilir. Dolayısıyla çevremizde son derece sağlıklı, fakat kalbi atmayan insanlar görmek yakında şaşırtıcı olmayacak.

Daha iyi çözümler yaratmak için doğanın rehberliğinin yanında, hayalgücümüzü ve aklımızı kullanmak, gittikçe daha büyük önem arz ediyor. Yazın en sıcak günlerinde, yeni bir sayıyla daha karşımızdayız...

**ŞAHİN EKŞİÖĞLÜ**  
sahin@doganburda.com

# içindekiler



## ÖZEL DOSYALAR

### Sporun Geleceği

#### 32 Doğaçlama yapabilen robotlar

Beklenmedik durumlara karşılaşılan yapay zekanın ürettiği anlık çözümler ne kadar iyi?

#### 34 Mars'tan sevgilerle

Mars'ı derinlemesine keşfedecek olan Curiosity, karşılaşıcağı zorlukları hazır.

#### 38 Karadelik'lerin sırrı çözülüyor mu?

Bilim insanları, radyo teleskoplarını bir arada kullanarak karadelikler hakkında daha fazla bilgi elde etmeyi planlıyor.

## Ben Savaş Uçağyım

İnsansız Hava Araçları (iHA), insan müdahalesi olmadan göklerin hakimi olmaya hazırlanıyor.

#### 54 Higgs depremi

Bilim dünyası Higgs Bozon'unun keşfiyle çalkalanıyor. Peki bu keşif tam olarak ne anlama geliyor?

#### 62 Sporun geleceği

Geleceğin olimpiyatları için öneriler. Mükemmel bir stadyum nasıl olmalı? Bilim, dövüş sporlarını mercek altına alıyor.

## BÖLÜMLER

03 Editörden

06 Okur Mektupları

07 Artırılmış Gerçeklik rehberi

08 Megapikseller

94 Soru&Cevap

98 Arşiv

### NE VAR NE YOK?

12 Bu telefonu duymamak imkansız

14 Yeni ve ilginç icatlar

16 Bildiklerinize benzemeyen bir tekerlek

18 Mükemmel oyun sistemi

### HABERLER

20 Nanobot'lar Mars'tı işgal edecek

22 En verimli tuvalet tasarımı

23 1000 dolara genom haritası

26 Kablosuz casusluk

28 Her koşula dayanıklı jet motorları

30 İlginç bir robot kol tasarımı

31 Ansiklopedi geleceği sayısal ortamda

### NASIL YAPILIR?

88 Gökyüzündeki ejderha

90 Elektronik gitar

91 Beyin dalgalarıyla video oyunu

92 Hapların içindeki ağır metal

93 iPhone'u hapisten kaçırarak

## Daha iyi tohumlar peşinde

Dünyanın kalbi İngiltere'nin 500'üncü doğurduğu tohum, geleceğin tohumlarıdır.

YAKIN



## Dünyanın en iyi tohumları

Yeni tohumlar, geleceğin tohumlarıdır. Dünyanın kalbi İngiltere'nin 500'üncü doğurduğu tohum, geleceğin tohumlarıdır. Dünyanın kalbi İngiltere'nin 500'üncü doğurduğu tohum, geleceğin tohumlarıdır.

Yeni tohumlar, geleceğin tohumlarıdır. Dünyanın kalbi İngiltere'nin 500'üncü doğurduğu tohum, geleceğin tohumlarıdır. Dünyanın kalbi İngiltere'nin 500'üncü doğurduğu tohum, geleceğin tohumlarıdır.

## Pirinç ile yapılan dünya tohumları

Pirinç ile yapılan dünya tohumları, geleceğin tohumlarıdır. Dünyanın kalbi İngiltere'nin 500'üncü doğurduğu tohum, geleceğin tohumlarıdır. Dünyanın kalbi İngiltere'nin 500'üncü doğurduğu tohum, geleceğin tohumlarıdır.

## Mücadele ve başarı

Mücadele ve başarı, geleceğin tohumlarıdır. Dünyanın kalbi İngiltere'nin 500'üncü doğurduğu tohum, geleceğin tohumlarıdır. Dünyanın kalbi İngiltere'nin 500'üncü doğurduğu tohum, geleceğin tohumlarıdır.

## Dünyanın kalbi İngiltere'nin 500'üncü doğurduğu tohum

Dünyanın kalbi İngiltere'nin 500'üncü doğurduğu tohum, geleceğin tohumlarıdır. Dünyanın kalbi İngiltere'nin 500'üncü doğurduğu tohum, geleceğin tohumlarıdır. Dünyanın kalbi İngiltere'nin 500'üncü doğurduğu tohum, geleceğin tohumlarıdır.

## Geleceğin tohumları

Geleceğin tohumları, geleceğin tohumlarıdır. Dünyanın kalbi İngiltere'nin 500'üncü doğurduğu tohum, geleceğin tohumlarıdır. Dünyanın kalbi İngiltere'nin 500'üncü doğurduğu tohum, geleceğin tohumlarıdır.

# Anlatımın önemi

Türkiye'ye hoş geldiniz. Son üç aydır okunabilecek kalitede makalelerle beni ve benim gibi yüzlerce okuru büyülemiş durumdasınız. Okur köşesine baktığımda, herkesin dergiyi tek seferde yalayıp yuttuğunu görüyorum. Fakat ben yavaş yavaş okuyorum. Bir aylık bir keyif haline dönüştürüyorum makalelerinizi. Geçen sayıdaki iklim temalı makaleler tadından yenmiyordu mesela. Bilim dergilerinde, hikaye anlatımlı bilimsel metinlere ne denli ihtiyacımız olduğunu fark ettim. Bunun öncülüğünü yaptığımız için teşekkür ederim. Sayfalardaki videoları da oldukça beğeniyorum. Bizi yalnız bırakmamaya devam etmeniz dilekleriyle.

HASAN BASRI ÇİFÇİ



## ESKİ SAYILARA ULAŞMAK

Merhabalar, Popular Science Türkiye - Haziran sayısını kaçırdım ve bayilerde maalesef bulamıyorum. Temin etmem konusunda yardımcı olabilir misiniz? İlginiz için şimdiden teşekkür ederim.

UTKU KÖSE

Bu soruyla çok sık karşılaşıyoruz. Fakat ne yazık ki eski sayıları elimizde tutmuyoruz. Öte yandan bazı geçmiş sayılarımızı elektronik ortamda yayınlamak gibi bir düşüncemiz var. İlginize teşekkür ederiz.

## SPOR MAKALELERİ

Öncelikle yıllardır elime geçtikçe yurtdışı edisyonunu takip ettiğim bir dergiyi artık Türkçe olarak ülkemizde okunabilir kıldığımız için Doğan Burda grubuna teşekkür ederim. İkinci sayının ilkinden de özenli olması beni ayrıca mutlu etti. Bir tek video uygulamalarınızın sadece iPhone ve Android için olması benim gibi binlerce Nokia kullanıcısı için tatsız bir durum! (Bunu da çözerseniz çok mutlu olurum. Bir de malum artık spor ve bilim çok içiçe. Bence ara sıra bu konu altında da dosyalar

sunmak, vizyonunuz için çok uygun olabilir. Sevgi ve saygılarımla.

GÖKHAN SEZAL

Merhaba, artırılmış gerçeklik platformumuz olan Aurasma, yazılımsal olarak şu anda Symbian'ı desteklemiyor maalesef. Yani biz istesek de bu konuda bir uygulama yazmamız mümkün değil. Fakat dergideki videolara doganburda.com/popscl adresinden erişebilirsiniz. Konu önerinize gelince, bu ay çok beğeneceğinizi umduğumuz bir sayı yaptık. İlginize teşekkür ederiz.

## IPAD VERSİYONU

Popular Science iPad versiyonu Derginizi ne zaman iPad üzerinden okuyabileceğiz? Teşekkürler.

BORA KILIÇOĞLU

Sayın okuyucumuz, uzun vadede böyle bir planımız olmakla birlikte şu an için dergimizin iPad versiyonunu yayınlamayı düşünmüyoruz.

## YURTDIŞINA GÖNDERİM

Merhaba, Ben Almanya'da yaşayan bir gurbet-

çiyim. Bilim dergilerine her zaman merakım vardır ve piyasada olan Türkçe ve Almanca olan dergileri mümkün oldukça almaya çalışıyorum. Bu dergiden de haberdardım ve Türkçe çıktığı için çok sevdim. Acaba yurt dışında yaşayan benim gibi kişiler bu dergiyi nasıl ulaşabilirler, abone olma veya internet üzerinden çıkan sayıları satın alma imkanı var mı? Cevap vermeniz temennisiyle.

ÖMER ŞAHİN

Sayın okuyucumuz, şu an için yurtdışı dergi gönderimi seçeneğimiz bulunmuyor. İlginize teşekkür ederiz.

## ABONELİK

Merhabalar derginizin geçen ay ki sayısını severek okudum ve bu ay ki sayısını da hemen koştum aldım yalnız önceki sayıları (Nisan-Mayıs) temin edemedim onu internette satın alabilemem mümkün mü Derginin yıllık aboneliği şuan mevcut mu? Bilgilerdirme yaparsanız memnun olurum.

ONUR KAVUŞTU

## MERHABA,

Dergimize dbabone.com adresinden abone olabilirsiniz. İlginize teşekkür ederiz.

## POPULAR SCIENCE

OKUR MEKTUPLARI  
Popular Science yazı işleri  
Trump Towers, Kule 2  
Kat 21-24, 34387  
Şişli / İSTANBUL  
Tel: (212) 478 03 00,  
Faks: (212) 410 32 16  
popscl@doganburda.com

OKUR HİZMETLERİ  
okurhizmetleri@doganburda.com

ABONELİK, ESKİ SAYI  
SIPARIŞI  
Tel: (212) 478 0 300,  
Faks: (212) 410 35 12 - 13  
abone@doganburda.com  
abone.doganburda.com

**ag**ARTIRILMIŞ  
GERÇEKLİKAUGMENTED  
REALITYTÜRKİYE'DE  
BİR İLK

# Artık derginizde video seyredebilirsiniz...

Artırılmış Gerçeklik (Augmented Reality) teknolojisi sayesinde Popular Science'ın sayfaları canlanıyor... Akıllı telefonunuz ya da tablet bilgisayarınız ile sayfalara bakın ve sizler için hazırladığımız sürprizlerle tanışın.

## NASIL YAPILIYOR?

1) Apple uygulama mağazasından ya da Google Play uygulama mağazasından "PopSci Tur AR" uygulamasını indirin... Aşağıdaki QR kodları kullanarak doğrudan erişebilirsiniz, ya da uygulama mağazalarından arama yaparak "PopSci Tur AR" uygulamasını bulabilirsiniz.

2) İnternet bağlantısı aktifken uygulamayı çalıştırın. Doğrudan kamera moduyla açıldığını göreceksiniz... İlgili dergi sayfasının tamamını ekranda göreceğiniz şekilde telefon ya da tableti sayfanın üzerinde tutun ve kısa bir süre bekleyin. Videonun yüklenmeye başladığını göreceksiniz.

3) Video, telefon ya da tablet ekranında görünen dergi sayfası üzerinde oynamaya başlayacak. Aygıtı yavaş hareketlerle oynatsanız dahi, videonun dergi sayfasında belirlenen alanda kaldığını gözlemleyebilirsiniz.

4) Dilerseniz video üzerine parmağınızla çift tıklayarak tam ekran yapabilir ve kamerayla dergi sayfası üzerine odaklanmak zorunda kalmadan videoyu daha rahat şekilde seyredebilirsiniz.

5) [www.doganburda.com/PopSci](http://www.doganburda.com/PopSci) adresinde, konuyla ilgili olarak hazırladığımız tanıtım videosunu seyredebilirsiniz.

*iPhone/iPad sürümü**Android sürümü*

Bu simgeyi  
gördüğümüz  
sayfalarda video  
izleyebilirsiniz

 Powered by  
Aurasma

## Akıllı cihazınız yoksa

Dergideki Artırılmış Gerçeklik (Augmented Reality) videolarını [doganburda.com/popsci](http://doganburda.com/popsci) adresinden izleyebilirsiniz

# MEGAPIKSELLER



## Plastik cerrahi

**Çin'in kuzeyindeki** Dalian Hoffen Biyoteknik Şirketi'nde insanlar insanları plastiğe çeviriyor. Plastinasyon, biyolojik örneklerin içindeki su ve yağ moleküllerinin yerini polimerlerin aldığı, dört aşamalı bir uygulama. Plastine edilen bedenler çürümüyor. Böylece, açığa çıkan kaslar, damarlar ya da beyinler müzelerde ya da tıp okullarında incelenebiliyor ya da sergiler halinde dünyayı dolaşabiliyor. Bu tür sergilerden biri olan "Bodies" 2005 yılında açıldığından beri, ülkemiz dahil dünyanın dört bir yanını gezdi. Dalian'daki şirket, plastinasyonu icat eden Gunther von Hagens'in çalışanlarından biri olan Hong-Jin Sui tarafından kurulmuş. Sui, Dalian Hoffen'de kullanılan insan vücutlarının tıp fakültelerinden, hayvanların ise hayvanat bahçelerinden ya da akvaryumlardan geldiğini söylüyor. Büyük hayvanları, mesela bir balınayı plastine etmek iki yıl sürebiliyor. İnsanlar ise sekiz ila on iki ayda plastine ediliyor.

YAZAN Amber Williams

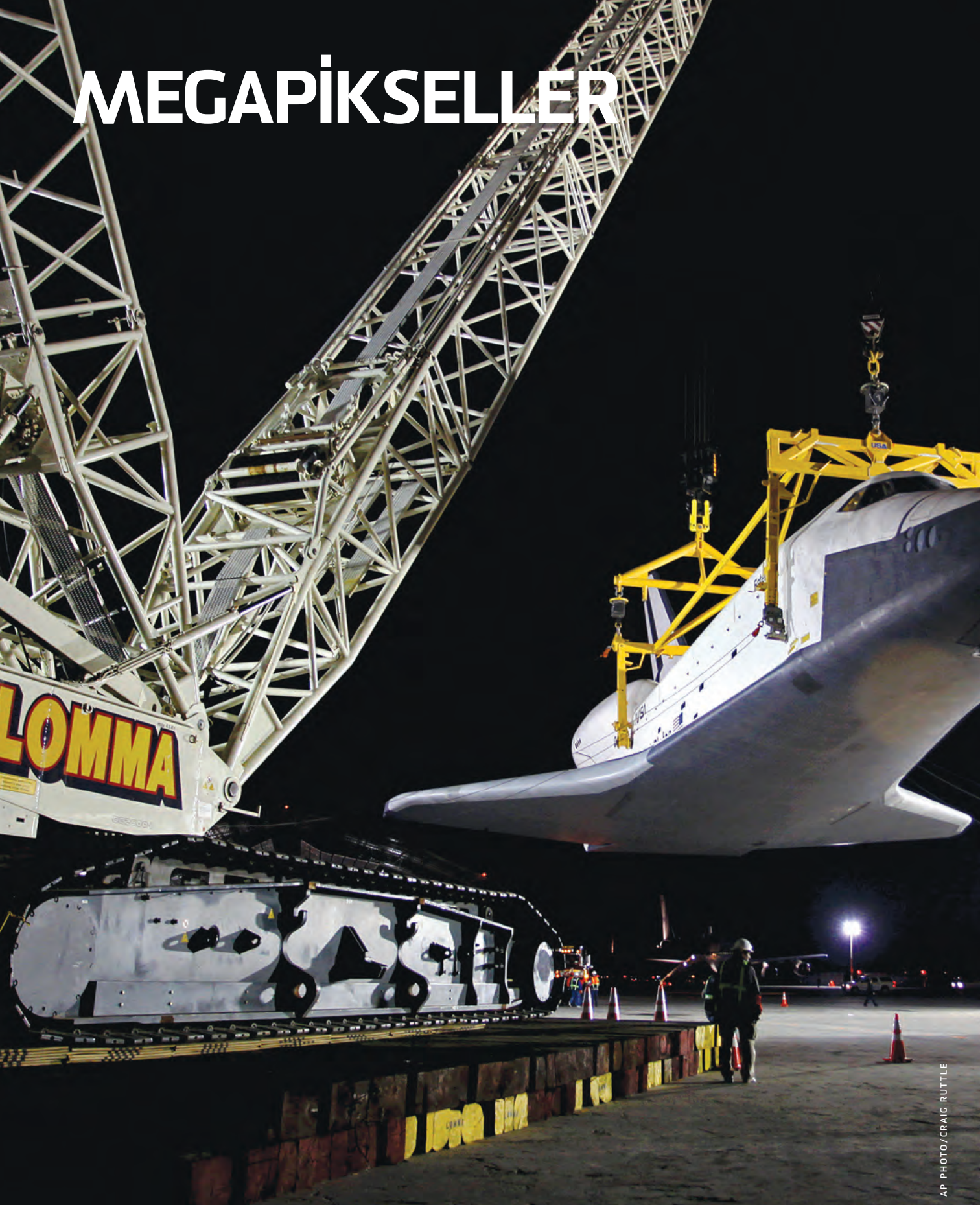




Dalian, Çin



# MEGAPIKSELLER

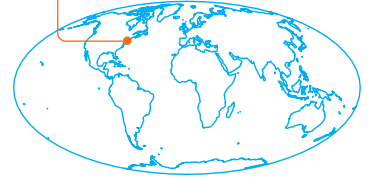


AP PHOTO/CRAIG RUTTLE





New York City



# Mekik değiş tokuşu

YAZAN Laura Geggel

**Uzay Mekiği Enterprise** 27 yıldır Smithsonian Enstitüsü'nün malıydı. Mekiğ uzaya hiç çıkmadı. NASA bu mekiği sadece iniş ve fırlatma kulesi vibrasyon testleri için kullandı. Geçen yıl uzay mekiği programı sonlanınca, Smithsonian Enstitüsü adının önündeki "uzay" ibaresini bileğinin hakkıyla kazanarak Discovery mekiğini elde etme şansını yakaladı. Böylece Enterprise yeni yuvasına, yani New York'a taşındı. NASA'dan ve United Space Alliance havacılık şirketinden 50 kişi, 75 tonluk mekiği modifiye edilmiş Boeing 747 taşıyıcıdan ayırmak için 8 saat ter döktü. İşçiler her birinin çapı beş santimi bulan ve iki hava aracını birbirine bağlayan üç vidayı söktüler, sonra da mekiğe sarı bir askı bağladılar. İşin tamamlanmasına iki de vinç yardım etti. Bir tanesi 747 geri giderken Enterprise'i havada tuttu, diğeriyse bir tekerlekli taşıyıcıya yüklenmesi için alçaltılırken mekiğin kırılmamasını önledi. Haziran ayında ise bir mavnâ Enterprise'i Hudson Nehri'nden yukarıya, son hedefi olan Intrepid Deniz, Hava ve Uzay Müzesi'ne taşıdı.

# ne var ne yok

## Güzel titreşimler

Her yerden duyabileceğiniz ilk telefon

**D**ünyadaki tüm cep telefonlarının ortak bir sorunu var. Gürültülü ortamlarda, hattın diğer ucundaki kişinin sesini duymak imkansız gibi bir şey. Bu durumu önlemek için kimi Bluetooth'lu kulaklıklarda telefonun hoparlörüne ek olarak kemikten iletim kullanılıyor. Kulaklıktaki küçük motorlar ses sinyallerini titreşime çeviriyor. Bu titreşimler de çene kemiği ve kafatası aracılığıyla kulaktaki kemiklere, oradan da işitme sinirine ulaşıyor. İşe yaramasına yarıyor ama bu sistemlerden gelen ses hep boğuk; zira titreşimler, netliği artırmakla ve ton üretmekle yükümlü o yumuşak doku parçasını, yani kulak zarını atlamış oluyor.

Kyocera, titreşimleri yumuşak dokulardan dosdoğru kulak zarına ileten bir sistem geliştirmiş. Ses dalgaları dokularda yol alırken hızla sönümlendiğinden, Kyocera mühendisleri bir seramik motor üretmiş. Bu aygıt kemikten iletim sistemlerinden daha kuvvetli titreşimler oluşturuyor. Titreşimler telefonun ekranı aracılığıyla motordan tene, oradan yüz dokusuna ve son olarak kulak zarına ulaşıyor. Diğerlerine kıyasla yarı yarıya küçük olan motor, bu sayede akıllı telefonlara sığabiliyor. Şu anda sadece Japonya'da bulunan Urbano Progresso adlı telefon, dokudan ses iletimini kullanan ilk model ve bir yıl içinde diğer ülkelerde de piyasaya çıkması bekleniyor. Testler sonucunda mühendisler, doku iletiminin çok başarılı (ve kendini fark ettirmeden) çalıştığına tanık olmuşlar. Öyle ki, telefonda geleneksel bir hoparlöre gerek bile kalmıyor.

YAZAN  
Tim Gideon

FOTOĞRAFLAR  
Sam Kaplan

**Kyocera  
Urbano  
Progresso**

### BOYUTLARI

6,3 x 12,4 x 1 cm

AĞIRLIĞI 137 gram

İŞLETİM SİSTEMİ:

Android 4.0



# Yeni İcatlar

Harika ve etkileyici ürünler



## AYAĞIN YERE SIKI BASSIN

Bir golfçünün ayağı yere ne denli sağlam basarsa, atışları da o kadar düz gidiyor. Bu yüzden Adidas tasarımcıları gelmiş geçmiş en sağlam basan golf ayakkabılarını üretmiş. Çıplak ayak biçimli spor ayakkabılardan ilham alan tasarımda ön kısım genişletilmiş, topuk ise inceltilmiş **Adidas Puremotion**



## Ses Yastığı

P3 kullanıcının kulağına diğer tüm kulaklıklardan daha iyi oturuyor. Tasarımcılar kulaklıkları akıllı köpükle donatmışlar. Kullanıcının kulağının şeklini alan köpük, ortam gürültüsünü geçirmiyor. **Bowers & Wilkins P3 Mobile Hi-Fi Headphones**



## Müziklerin efendisi

VAMP iPhone amplifikatörü hem sıkıştırılmış sesin kalitesini yükseltiyor hem de çalma süresini iki katına çıkarıyor. Kullanıcılar lityum iyon pille çalışan bu kılıfı, iPhone 4 ya da 4S modeli telefonlarına 30 pinlik bağlantı noktasından bağlıyorlar. Sistem, sayısal ses dosyalarını işleyerek orijinal kayıtlara daha benzer hale getiriyor. **V-Moda VAMP**

## Mangal Denince

CyberQ mangal monitörü, mangalın sönmesini önüyor. Alet, sıcaklığı ölçen birkaç ısıölçere ve sıcaklık düşüncü hava üflemeye başlayan bir de fana sahip. **BBQ Guru CyberQ Wifi** (fan ve adaptör)



## Güç Gerektiğinde

Artık tamircilerin 12 voltluk elektrikli aletlerin yanı sıra bir de el feneri taşımaya gerek yok. Craftsman firması yeni bataryalarının altına altı adet LED eklemiş. Böylece gerektiği zaman elinizin altında bir de ışık olacak. **Craftsman NEXTEC 12V Extra Capacity Battery with Light**

## Yola Hazır

K-30 kum fırtınalarına, bardaktan boşanırcasına yağan yağmura ve diğer aşırı hava koşullarına dayanacak şekilde yapılmış ilk giriş seviyesi DSLR. Pentax tasarımcıları, 16 megapiksellik kameranın birleşim noktalarını ve lens bağlantı kısmını su ve toz girmesin diye su iten köpüklerle kaplamış. **Pentax K-30**



65.2

### Kablosuz tartı

Aria marka tartı sekiz kişinin ağırlık değişimini takip edebiliyor. Kablosuz ağı üzerinden Fitbit web sitesiyle eşitlenen tartı, her kullanıcının ağırlığını kaydediyor. Sonra da tartılan kişinin ağırlığına bakarak ona en yakın kişinin ağırlık değişimini gösteriyor. [Fitbit Aria Wi-Fi Smart Scale](#)



### Koşucuların dostu

Kenmark Sports'un kol bandı aynı zamanda akıllı telefon kılıfı olarak da kullanılabilir. 180 gramlık bant, hem yarım litrelik bir su şişesini hem de koruyucu kılıfında cep telefonunuzu ya da MP3 çalarınızı taşıyabilir. [Kenmark Sports Armband Water Bottle](#)



### Parmaklarınıza zarar gelmesin

FreeKey anahtarlık, yeni anahtar eklediğinizde parmaklarınızı sıkıştırmaz, parmaklarınızı aralamak yerine, çelik spiralin dış yüzeyindeki menteşeyi açıyor, sonra da anahtar yerine takıyorsunuz. Spiral sonra güvenli biçimde kapanıyor. [FreeKey](#)



### Işık püskürten

LuminAID lambası, koca bir çadırı aydınlatabiliyor ve katlanıp cüzdan boyutuna küçülebiliyor. Kampçılar bu polikarbonat torbayı şişirip LED'i açarak 35 lümenlik parlaklık sağlayabiliyor. [LuminAID Light](#)

### Hızlı Geçiş

Bluetooth'lu klavyelerin birçoğu aynı anda sadece tek bir aygıtla eşleşebilir. Logitech K7 ise üç aygıtla eşleşebilir. Güneş enerjisiyle çalışan klavyenin her kısayol tuşu belli bir aygıtı hatırlayabiliyor. O yüzden iPad ve dizüstü arasında tek tuşla geçiş yapabiliyorsunuz. [Logitech Wireless Solar Keyboard K760](#)



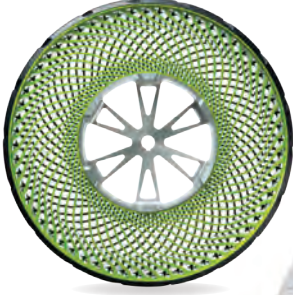
GERÇEK BOYUT

### NuForce Cube

5,8 cm yüksekliğinde, 3 watt'lık NuForce Cube en küçük ve en güçlü taşınabilir hoparlör. Hoparlörün sürücüsü kuvvetli bir neodimyum mıknatısla kontrol ediliyor. Bu da yüksek volümde evin temelinden sarsılmasını önüyor. [NuForce Cube](#)

**nn**NE VAR  
NE YOK?

YAKINDA

**ÖRGÜ LASTİK**  
Havasız Konsept  
Lastiklerin her  
biri 150 kg  
kaldırabiliyor.

Tarihteki en büyük lastik yangınında 7 milyon lastik tam dokuz ay boyunca yanmayı sürdürdü ve 80 kilometre uzanan duman sütunu, ardında bir çöplük bıraktı.



## Tekerleği yeni baştan icat etmek

Acaba Bridgestone'un havasız lastiği, iç lastiğe son verecek mi?

YAZAN

Lawrence Ulrich

**TEMAS NOKTASI**  
Sıradan kauçuktan yapılmış şerit, yola tutunmayı sağlıyor

**I**skoç mucit Robert Thompson'un 1845'te havalı lastiğin patentini almasından bu yana, bu tür lastikler ister iki ya da dört, ister 18 tekerli olsun tüm kara taşıtlarında standarda dönüştü. Havalı lastikler artık o kadar sağlam ki çoğu kullanıcı hava basıncını kontrol etmeye lüzum görmüyor. Yine de lastiklerin kendince zayıflıkları var; patlayıp durmalarını saymıyoruz bile.

Bridgestone mühendisleri, Airless Concept Tire (Havasız Konsept Lastik) ürünlerinin lastik patlaması denilen şeyi tarihe gömeceğini öne sürüyor. Bu lastik, ortadaki alüminyum tekerlekten yayılan yoğun termoplastik jant teli ağının etrafına sarılmış bir dizi kauçuk oyuktan oluşuyor. Havalı lastiğin o sert ama yaylanan tepkisini taklit etmek için jant tellerini vibrasyonu önleyecek kadar sert (enerjuyu boşa harcıyor), konforlu sürüş sağlayacak kadar yumuşak yapmışlar. Bilgisayar modellemeleri sayesinde jant telleri, aracın ağırlığını kaldıracak fakat engellerin üstünden

geçerken esneyecek bir örgü yapısına sahip. Bridgestone bu tasarımın dönme direncini azalttığını, böylece yakıt tasarrufu sağladığını ileri sürüyor. Bu lastiklerin geri dönüşümü de kolay. Kauçuğun aksine termoplastik kolayca eritilebiliyor, yeniden kalıplanabiliyor. Bridgestone mühendisleri şu an sekiz inçlik (20 cm) havasız lastikleri golf arabaları ve forkliftler gibi düşük hızlı endüstriyel kullanım alanlarında test ediyor. Binek otomobilleri için daha büyük bir test versiyonu da geliştiriliyor ancak karşılarında birçok zorluk var. Öncelikle, lastiklerin aşırı ısıya ve soğuğa karşı dayanıklı olup olmadığına bakmaları lazım. Taşların, çamurun ve karın oyuklarda birikmesini ve lastiğin dengesini bozmasını önleyecek bir yol bulmalılar. Son olarak da sürücülerin bu lastikleri kabullenmesini sağlamak gerek. O yüzden de Bridgestone'un tekerleklerin ne zaman piyasaya çıkacağını açıklamamasına şaşmamalı. Ama yeni lastikler bir satışa çıkarsa, sürücüler yakıt tasarrufu edebilecek, bir daha patlayan lastiği değiştirmeleri gerekmeyecek ve sırf ABD'de her yıl çöpe atılan 300 milyon havalı lastiğin oluşturduğu yükün daha fazla büyüyecek.

**nn**NE VAR  
NE YOK?**KURULUM**

# Durdurulamayan oyuncu

Oyuncuların daha fazla görmesine, daha fazla duymasına ve rekabetten galip çıkmasına yardımcı olan bir sistem

**HOPARLÖRLER**

Çoğu çevresel ses sisteminin beş ya da yedi hoparlörü var. LG'ninde ise bu sayı dokuz. Alıcının üzerindeki işlemci, ekrandaki 3B nesnelerin (düşmanların, uçakların, makineli tüfeklerin vb.) konumunu analiz ediyor. Sonra da ilgili sesi, o noktaya en yakın hoparlöre yolluyor. LG BH9420PW 3-B özellikli Blu-ray disk ev sineması sistemi

**BİLGİSAYAR**

Bilgisayar bileşenleri aşırı ısınmaya başladıklarında yavaşlayacak şekilde tasarlanıyor. Bu da oyun partilerini çekilmez hale getirebilir. Fakat Aventum'un üstündeki 4,8 GHz'lik işlemci ve 256 bitlik grafik kartı, oyun tutkunlarını yüz üstü bırakmıyor. Digital Storm mühendisleri, bu bileşenlere sıfırın altı derecelerde soğutucu sıvı dolaşımı sağlayan 42 santimlik iki adet radyatör eklemişler. Sistemin 13 adet fanı ise artık sıcaklığı arkadaki havalandırmadan dışarı atıyor. Digital Storm Aventum

**MONİTÖR**

BenQ XL2420TX, oyunculara rekabet avantajı sağlayan ilk bilgisayar monitörü. 24 inçlik panelin işlemcisi, renk dengesini ayarlayarak, saklı olan nesnelere karanlık sahnelerde de kolayca saptamanıza izin veriyor. BenQ XL2420TX

**KOLTUK**

Sert bir iskemle, oturan ve yerinde kıpırdayan oyuncunun sırtına ve omuzlarına bataabilir. Knoll'daki tasarımcılar ReGeneration modeli koltuğun sırt kısmını, oyuncunun vücudunun değişen hatlarını sarmalayan yarı sert, elastik bir polimerden yapmış. ReGeneration by Knoll

YAZAN Darren Murph  
FOTOĞRAFLAR Sam Kaplan



# HABERLER

## KIZIL KEŞİF ARAÇLARI

Kum taneciği boyutunda robotlar (sağda) rüzgarla yol alabilir ve yürüyen küçük robotlar (sağ altta) Mars ve diğer gezegenler hakkında bilgi toplayabilir



**N**ASA'nın *Curiosity* keşif aracı kızıl gezegene bu ay ulaşıyor. Keşif aracının arazi taşıtı boyutlarında olması sürpriz değil. Çünkü bu araç, 75 kilogram bilimsel ağırlı taşların, çukurların üstünde taşınması gerek. Fakat başka gezegenlere Hummer büyüklüğünde robot göndermek hiç pratik değil. Her şeyden önce, çok pahalıya geliyor. *Curiosity* ağırlığında bir keşif aracını Mars'a ulaştırmak için yarım milyon ton yakıt gerekli. Ayrıca büyük keşif araçları çok güç harcıyor ve kapsamları kısıtlı. Daha az kaynakla daha çok bilim yapmayı hedefleyen kimi araştırmacılar, her biri *Curiosity*'den bir milyar kez küçük nanobotlar üzerinde çalışıyor.

Mars'a giden kum tanesi boyutundaki

## Nanobotlar Mars'ta

Gelecek nesil keşif araçları, bir kum tanesinden bile küçük olacak

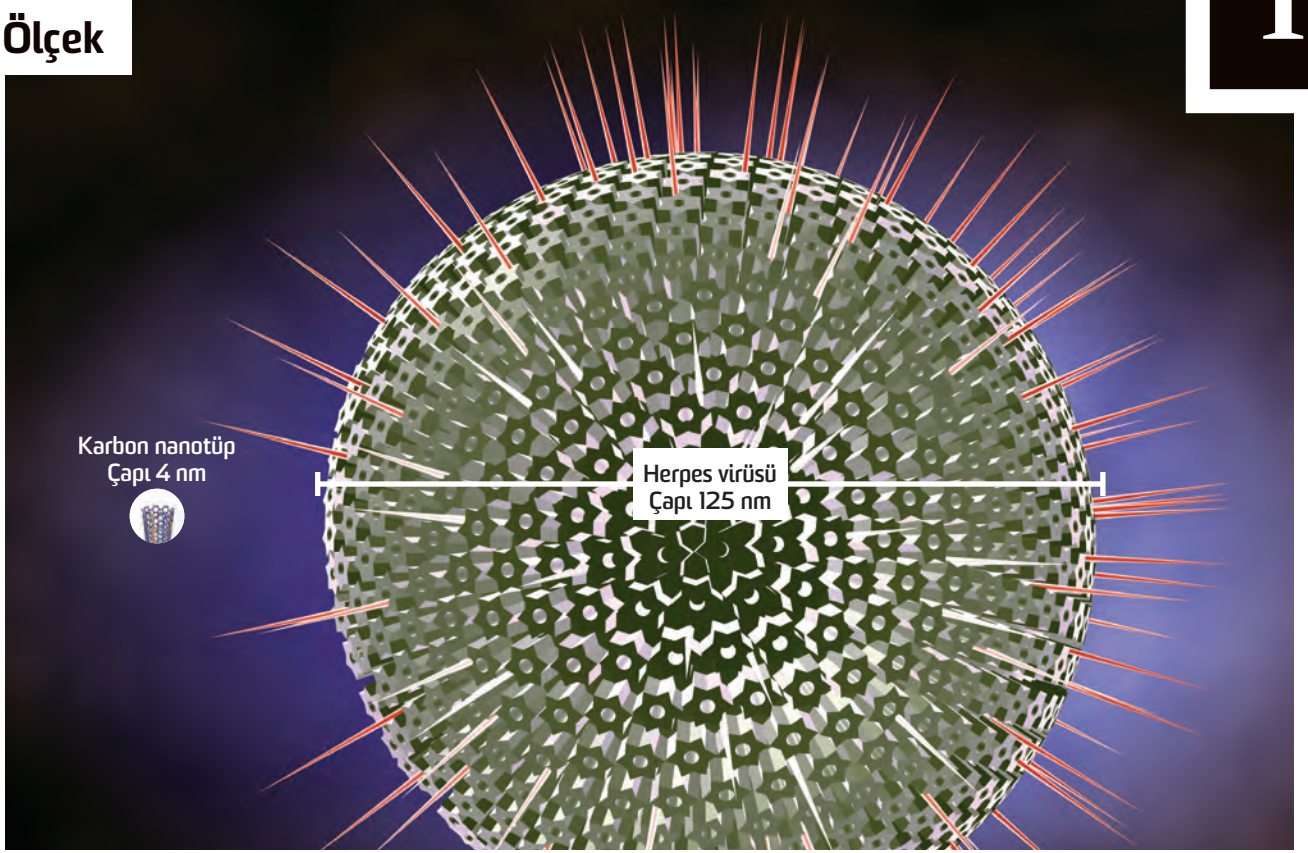
YAZAN Becky Ferreira

ilk nanobotlar, itki için Mars rüzgârını kullanarak kum fırtınası şeklinde bir "akıllı toz" bulutu halinde yol alabilir. Gezegen yörüngesindeki bir uzay aracı, içinde toz zerreciklerini taşıyan bir kapsülü gezegene fırlatacak. Nanobotlar Mars'ın düşük yerçekiminden (Dünya'ninkinin

%38'i kadar) faydalanarak seyrek Mars rüzgarlarıyla etrafa saçılacak. Glasgow Üniversitesi'nde fizikçi olan John Barker'ın yaptığı bilgisayar simülasyonlarına göre, 30.000 robotla binlerce kilometrekarelik alanı kaplamak mümkün. Her robotun bir nanoişlemcisi, komşu



## Ölçek



taneciklerle iletişimini sağlayacak anteni, veri toplamak için algılayıcı ve elektrot kontrollü, biçim değiştiren polimer kabuğu bulunacak. Tanecikler istediklerinde kabuğun pürüzsüz yüzeyini değiştirerek bir tarafını içeri doğru çukurlaştıracak ve bunun yarattığı sürtünmeyle de rüzgarı yakalayıp yol alabilecek. Tanecikler Mars'ın hava akımları ve kimyasal bileşimi konusunda algılayıcılarıyla veri biriktirip bunu Mars yörüngesindeki araca iletirken, yörüngedeki uzay aracı ise bilgileri Dünya'ya aktaracak. Proje gerçek olamayacak kadar karmaşık görünüyor, ancak biçim değiştiren polimerler daha şimdiden laboratuvarlarda mevcut ve Barker, santimetre boyutundaki prototiplerle işin en karmaşık kısmı olan iletişim dizisini test etmeye başladı bile.

Daha karmaşık ve spesifik görevler (söz gelimi Mars yüzeyini kazıp örnek toplamak) için robotların özerk ve kendi güçleriyle hareket etmesi gerekecek. NASA'nın ANTS (Özerk Nanoteknolojik Sürü) programı, adına TETwalker denen ve tam da bunu yapan küçük robotlar üzerinde çalışıyor. Her bir TETwalker, eklemlerle birbirine bağlanmış karbon nanotüplerden oluşan bir tetrahedron biçiminde olacak. Her robot, kollarını uzatıp kısaltarak ağırlık merkezini de-

ğiştirebilecek ve istediği doğrultuda yuvarlanabilecek. Nano ölçekli on binlerce Tetwalker birbirine tutunarak antenler ya da tekerlekli keşif araçları oluşturup gezegende dolaşabilecek, böylece su ve yaşam izi arayabilecek. Mühendisler şu ana kadar insan komutlarına karşılık vererek hareket eden altmış santimetrelik bir prototip yapmayı başardılar. Bu prototipi nano boyutlara indirgemek içinse bilim insanlarının hem kendi başına hareket edebilen hem de farklı materyaller oluşturabilen gelişmiş nanotüplere ihtiyacı var. Programın başındaki Steve Curtis, nanoteknolojinin ve sağlanan fonların şimdiki hızıyla devam etmesi koşuluyla, 30 ila 40 yıl içinde TETwalker'ların Mars'a inebileceğini iddia ediyor.

Ancak korunacak bir yer olmazsa Mars'taki tüm robotlar er ya da geç gezegenin aldığı yoğun kozmik radyasyona ya da zorlu hava koşullarına yenik düşecek. Nanobotların uzun soluklu görevleri yerine getirebilmesi için, Northeastern Üniversitesi'nden bir mühendis olan Constantinos Mavriodis, Mars'taki bir nanobot üssünün kuramsal planlarını yapıyor. Mavriodis, kilometrelerce uzunluktan nanotüp tünellerinden oluşan örümcek ağına Networked TerraXplorer konsepti adını vermiş. Yörüngedeki bir uzay aracı,

## Bir mühendis, Mars'taki nanobotları kozmik radyasyondan koruyacak bir üs üzerinde çalışıyor

İçeriden nanobotlarla doldurulmuş TerraXplorer'ı Mars yüzeyine bırakacak. Yerlerini alan ve korunan nanobotlar, gezegenin havasını ve sismik etkinlikleri uzun vadeli olarak ölçebilecekler.

Mars'ın nanobotların kullanıldığı ilk gezegen olması muhtemel. Bununla beraber bilim insanları, nanobotları önünde sonunda daha uzak, şartların daha çetrefilli olduğu yerlere gönderecek. NASA'nın Jet İtki Laboratuvarı'ndaki araştırmacılar Venüs'ün 480 derecelik yüzey sıcaklığına dayanabilecek karbon nanotüpleri geliştiriyor. Başka araştırmacılar ise nanobotları yıldızlar arası uzayda hareket ettirmenin yollarını arıyor. Ne olursa olsun, önümüzdeki yıllarda uzayla ilgili en nefes kesici keşifler, oyuncak arabadan küçük robotlar tarafından yapılacak. ⑤





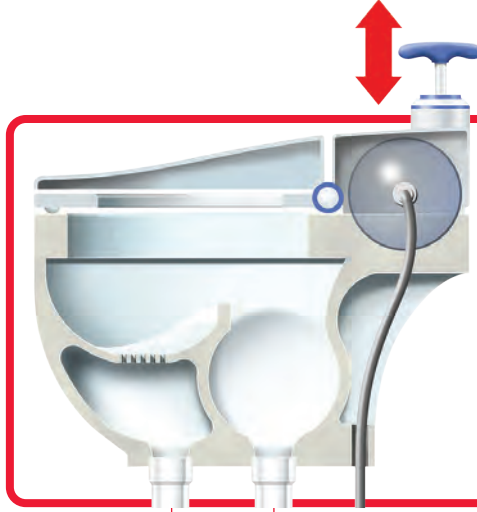
## AÇIKLAMALI MAKİNE

## Yeni tuvaletler

Tuvaletler su, gübre ve enerji üretecek şekilde yeniden tasarlanıyor

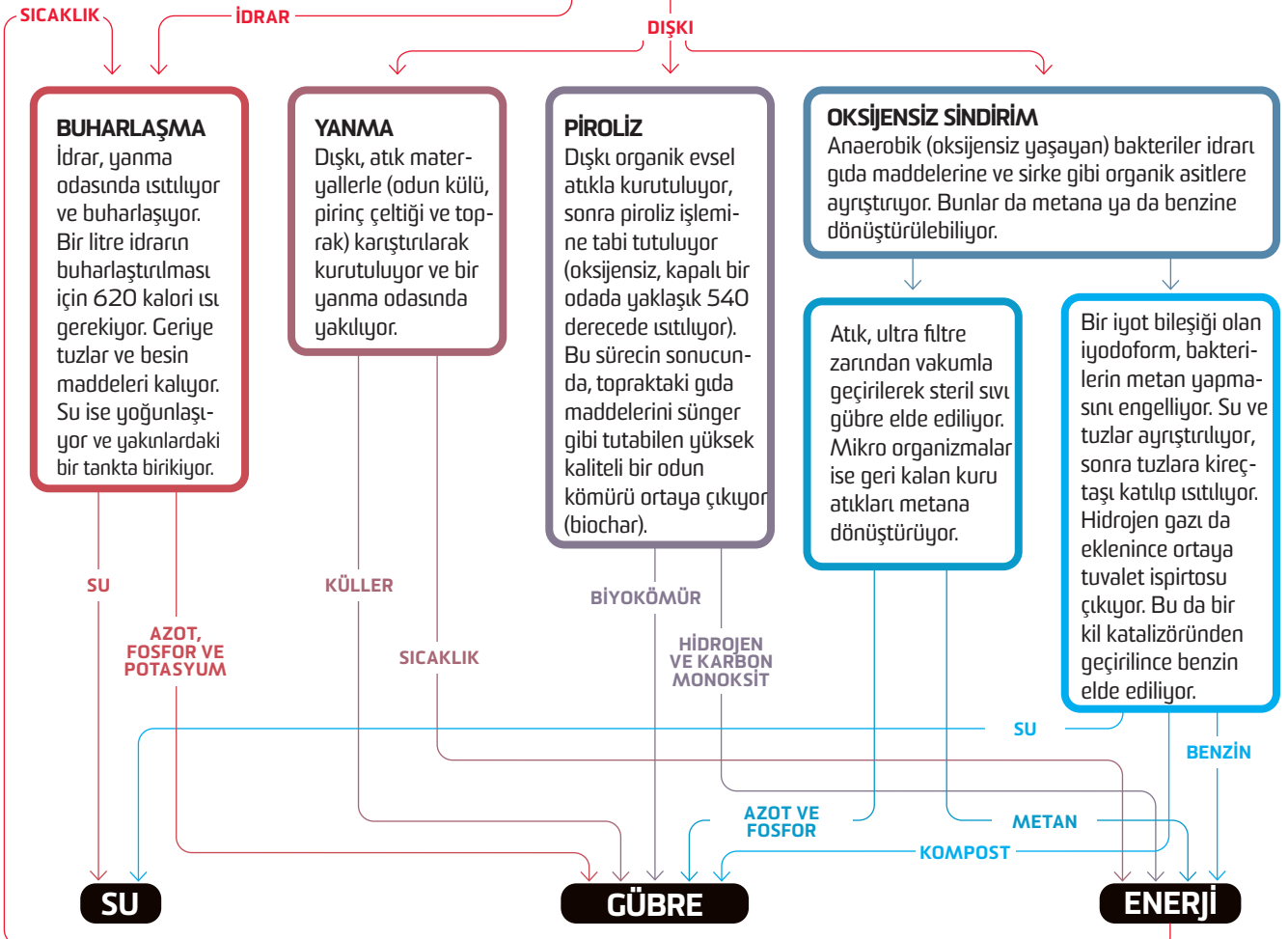
YAZAN Lana Birbrair

**Dünyada hemen hemen 2,6 milyar insanın sağlıklı bir tuvalete erişimi yok.** Bu durumun üstesinden gelmek için Bill ve Melinda Gates Vakfı geçtiğimiz yıl bilim insanlarına ve mühendislere sekiz adet ödenek ayırdılar. Bu fonlardan yararlanmak için su borusu, kanalizasyon sistemi ve elektrik olmadan çalışan, işletimi günde beş sentten daha ucuz olan bir tuvalet icat etmek gerekiyor. Fonlar sayesinde bilim insanları buharlaşma, yanma, piroliz ve oksijensiz (anaerobik) sindirim gibi süreçlerden yararlanarak tuvaletlerdeki atığı üç temel kaynağa dönüştürmeye çalışıyorlar: su, gübre ve yakıt.



## KLOZET

Nasıl atık kağıtlarla plastikleri ayırmak daha verimli bir geri dönüşüm sağlıyorsa, idrarı dışkıdan ayırmak da enerji kaynaklarının, gübrenin ve temiz suyun üretimini daha verimli kılıyor. Avrupa'da insanlar idrarla dışkıyı birbirinden ayıran klozetleri zaten kullanıyorlar. Şimdi ise bilim insanları şebeke suyu olmaksızın, el pompaları aracılığıyla pnömomatik tüp kullanarak atıkları ayrıştıran bir klozet geliştirdiler.



**DOLU YONGA**

İon Proton I, insan genom haritasını sadece 1.000 dolara çıkarabiliyor. Gen haritalama giderek ucuzlaşacak.



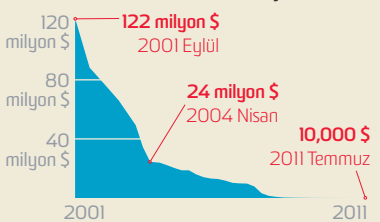
**B**İLİM İNSANLARININ tek bir insan genomundaki (bir organizmanın DNA'sındaki kayıtlı genetik bilgilerin tümü) üç milyar baz çiftinin haritasını ilk defa çıkarması 3 milyar dolara ve 13 yıla mal olmuştu. 2011'de, yani ilk projenin tamamlanmasından tam sekiz yıl sonra genom haritası çıkarma işi 5.000 dolara birkaç haftada yapılabilen bir işe dönüştü. Ocak ayında ise kimya mühendisi ve Ion Torrent adlı biyoteknik firmasının kurucusu olan Jonathan Rothberg hem daha hızlı hem de daha ekonomik bir yöntem bulunduğunu açıkladı. Rothberg, ürettiği makinenin bir genomu iki saatte deşifre ederek 3,2 gigabyte tutan veriye dönüştürebildiğini ve bunu da 1.000 doların altında yapabildiğini söylüyor. Bugün binlerce, yarın ise milyonlarca hasta genetik yapısını tüm ayrıntısıyla öğrenince, karşımıza yepyeni bir sorun çıkacak: Bunca bilgi nasıl analiz edilir? Rothberg, bir fiber optik dizisi üzerinde kimyasal tepkime gerçekleştirebilen ilk genetik haritalama makinesini 2004 yılında tanıtmıştı. Ancak 2010'da fiber optik dizinin yerine bir yarıiletken yonga koymuş. Mikro yongalardaki transistör sayısının

YAZAN  
Jennifer Abbasi

## Tıbbın Geleceği

1,000 dolarlık genomun sebep olduğu önemli bir problem: Veri fazlalığı

### DİZİMİ YAPILAN İNSAN GENOMU BAŞINA MASRAF\*



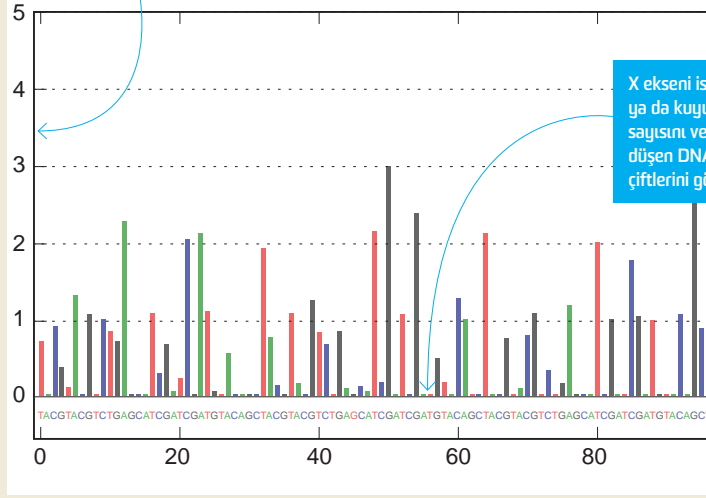
\*Tüm fiyatlar 2011'in dolar değerine eşitlenmiştir

her iki yılda bir ikiye katlandığını öne süren Moore Yasası'nı doğrularcasına, Rothberg'in yongaya sığdırabildiği dizi sayısı da hızla büyümüş. Yongaya ne kadar çok dizi sığarsa performans o kadar artıyor, haritalama masrafı da o kadar düşüyor. Sanki bunu ispatlamak istermişçesine, Rothberg geçen yıl Intel'in eş kurucusu Gordon Moore'un genom haritasını 1,2 milyon mikrokuyucuklu (sağdaki İkili Sarmalın Şifresi başlıklı kutuya bakın) bir silikon yarıiletken yongaya kaydetmiş. Yeni makinenin ilk yongası olan Ion Proton I'de ise 165 milyon mikrokuyucuk bulunuyor. Rothberg, dört kat fazla kuyucuk içeren Proton II yongasını bu yıl piyasaya süreceğini, böylece iki saat içinde eksiksiz bir genom haritası çıkarılabileceğini söylüyor.

Genom haritası çıkarmanın maliyeti giderek düşse de, kişinin genlerine özel ilaç uygulaması nadir görülüyor. Tek bir hastanın genom haritası, bir hastalığın sorumlu genleri saptamaya yeterli olmuyor. O yüzden nispeten ucuz bir harita çıkarma bile çok pahalı bir işleme dönüşebiliyor. Yale Üniversitesi Tıp Fakültesi'nin genetik bölüm başkanı Richard Lifton bu konuda şöyle diyor: "Yanıtı bir hastada bulacağımızı biliyorsanız, 1.000 dolarla 5.000 dolar arasındaki fark çok önemli değil. Fakat benzer hastalığa sahip 20 kişiyi incelemeniz gerekiyorsa, 20.000 dolar ile 100.000 dolar söz konusu demektir." Lifton, hastalarında **gizemli hastalıklara** yol açan genetik anomalileri saptamak için Rothberg'in Proton makinelerinden dört adet kullanacağını söylüyor.

Baylor Üniversitesi'nin İnsan Genomu Haritalama Merkezi'nin başındaki Richard Gibbs de tek gen mutasyonu ile ortaya çıkan ve 25 milyon ABD'liyi etkileyen Mendelyan hastalıklarının genetik kökenini araştırmak için bir Ion Torrent haritalayıcısı kullanacağını açıkladı. Gibbs geçen yıl, 14 yaşındaki ikiz kardeşler Noah ve Alexis Beery'nin eksiksiz genom haritasını çıkaran ekiptendi. İkizlere beş yaşındayken vücutlarının dopamin işlemesiyle ilgili bir eksiklikten kaynaklanan nadir bir hareket bozukluğu teşhisi konmuş. Alexis, gırtlığındaki spazmlar yüzünden solunum güçlüğü yaşıyor. İkizlerin

Y eksenini kuyucuk başına düşen baz çiftlerinin sayısını belirtiyor



X eksenine ise "akış" ya da kuyucuk sayısını ve karşılık düşen DNA baz çiftlerini gösteriyor

## İkili Sarmalın Şifresi

Genomdaki nükleotid bazlarının (DNA'mızdaki A, G, C ve T'lerin) sırasını belirlemek için bilim insanları DNA parçalarının tekli ipliklerini mikron genişliğindeki boncuklara tutturuyor. Boncuklar santrifüjle Ion Proton yongasının yüzeyinde mikrokuyucuklara dönüştürülüyor. Teknisyenler yongayı her seferinde dört nükleotidden biriyle doldurulan bir makineye sokuyorlar. Makine nükleotid eşleşmelerini arıyor ve hastanın ikili sarmalına denk düşen bir iplik üretiyor. Eşleşme gerçekleştiğinde artı yüklü bir hidrojen iyonu salıveriliyor. Kuyucukların altındaki metal algılayıcı ise yükteki artışı saptıyor ve kuyucunun altındaki transistör yükü voltaja dönüştürüyor. Yazılım, hangi bazın oluştuğuna bakıyor ve ortaya çıkan şema (yukarıda) sayesinde parçacıklardan eksiksiz bir genom haritası elde ediliyor.

genlerini inceleyip ağabeylerinin, anne babalarının ve dede - anneannelerinin genleriyle karşılaştıran ekip, ikizlerin aynı zamanda serotonin yetersizliğinden mustarip olduğunu keşfetti. Bunun üzerine doktorlar tedaviyi değiştirip Alexis'in solunum güçlüğüne ortadan kaldırdılar. Genom haritalama giderek ucuzlayacak. IBM'de araştırmacılar 100 dolarlık bir haritalayıcı üretmek için çalışıyor. Bu yonga, yüzeyindeki nanometrelik deliklerin altından geçen DNA parçalarındaki bazları okuyabiliyor. Genom haritalama milyonlarca hastanın faydalandığı bir olanağa dönüşünce, tıptaki en yaygın sorunların çözümü kolaylaşacak. Memphis Tennessee'deki St. Jude Çocuk Araştırma Hastanesi' pediatri hastalarının kanserli hücrelerindeki DNA haritasını çıkararak çocukluk döneminde kansere yol açan gen mutasyonlarını saptamaya çalışıyor. Washington Üniversitesi'nde genetik profesörü olan Jay Shendure, 10 yıl

inde genom haritası çıkarmanın rutin bir işleme dönüşeceğini söylüyor. Böylece tıbbi kayıtlarda tıpkı tansiyon gibi genomu da görünecek.

Genomun herkesin tıbbi kaydında yer alacağı gün ne yazık ki 1.000 dolara gen haritası çıkarılacağı günler kadar yakın değil. Sonuçta tıp Moore Yasası'na uygun gelişmiyor. Çok geçmeden haritalama bedeli, oluşturduğu verinin depolanma bedelinin altına düşecek. Şu anda GenomeQuest ve DNANexus adında iki firma, bilim insanlarının ve doktorların hizmetine sunmak üzere genomları bulutta depoluyor. Doktorların standart tıp eğitiminin yanı sıra genom bilgisini kullanmak üzere de eğitilmesi gerekecek. ABD Ulusal İnsan Genomu Araştırma Enstitüsü, bu amaçla 80 milyon dolardan fazla para harcamış. "Hızlı yürüyen bir sistem değil" diyor Shendure. "Ama eninde sonunda olacak."

## AÇIKLAMALI MAKİNE

## Casus Wi-Fi

Kablosuz yönlendiriciyle duvarların arkası görülebilir

1

## 1930'lu yıllarda ABD

Donanması'nın araştırmacıları, bir radyo kulesinin yanından hızla geçen uçağın radyo dalgalarını geri yansıttığını fark ettiler. Bilim insanları günümüzde aynı ilkeyi kullanarak, mevcut Wi-Fi sinyalleriyle duvarların arkasındaki insanları tespit edebilen ilk aygıtı geliştirdi.

Wi-Fi sinyalleri ABD'deki her 100 evin 61'inde, dünyadaki evlerin de %25'inde bulunuyor. O yüzden de Londra Üniversitesi Koleji'nden araştırmacılar Karl Woodbridge ve Kevin Chetty, her yerde bulunan bu sinyallerden yararlanan bir detektör yapmışlar. Bir radyo dalgası hareketli bir nesneden geri yansıdığı anda frekansı değişiyor. Bu fenomene Doppler etkisi adı veriliyor. Araştırmacıların radar prototipi ise frekans değişimlerine bakarak hareketli nesnelere tanıyabiliyor. Evrak çantası büyüklüğündeki alet, iki antenli bir alıcıdan ve bir sinyal işleme biriminden oluşuyor. Testlerde bu aygıtla bir kişinin konumunu, hızını ve gittiği yönü otuz santimlik tuğla duvarın ardından tespit edebildiler. Aygıtın kendisi hiçbir radyo dalgası yaymadığından saptanması olanaksız.

Wi-Fi radarı evlerde geniş bir kullanım alanı bulabilir. Mesela hırsızları tespit etmek ya da çocuk ve yaşlıları hiç fark ettirmeden gözlemlemek. Askeri amaçla da kullanılabilir. İngiliz Savunma Bakanlığı bir fon ayırarak, meskun mahallerde gerçekleşen çatışmalarda binaları taramak için bu yöntemin elverişli olup olmadığını araştırıyor. Woodbridge, aletin geliştirildiği takdirde nefes alıp verme sırasında göğüs kafesinin hareketlerini sezecek kadar hassas çalışabileceğini söylüyor. Bu da radarın oturan ya da yatan insanları saptamasını sağlayacak.

YAZAN

David Hambling

İLLÜSTRASYON

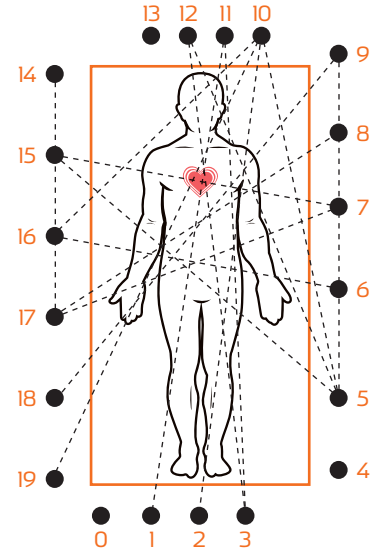
Kevin Hand



**Hareketli subje** Wi-Fi radyo dalgaları, hareketli bir nesneden yansıyınca frekansları değişiyor. Örneğin, kişi Wi-Fi kaynağına doğru yürüyorsa yansıyan dalgaların frekansı artıyor. Eğer kişi, sinyal kaynağından uzaklaşıyorsa frekans azalıyor.

## Rahat nefes

Elbert Chu



Radyo dalgalarını kullanarak insanların solunum hızını belirlemek olanaklı. Neal Patwari'nin Utah Üniversitesi'ndeki kablosuz mühendislik grubu, bir hastanın yatağının etrafına 20 adet ucuz radyo iletimci yerleştirmiş. Sonra da hareketsiz bir insanın nefes alışverişini şu an kullanılan detektörlerden daha başarılı saptayan bir algoritma yazmışlar. Patwari yıl sonuna kadar algoritmayı vücut hareketlerini filtreleyecek şekilde geliştirmeyi planlıyor. Sistem ileride hastanın nefes alışını gözlemlemek için maske ve tüplerin yerine kullanılabilir.

**Bildiğiniz emektar yönlendirici** Odada çalışan sıradan Wi-Fi internet yönlendiricisi, odayı genelde 2,4 ya da 5 Gigahertz'lik bir frekanstaki dalgalarla dolduruyor.

### Değişen sinyal

İkinci anten hareketli nesnelere geri yansıtılarak frekansı değişen radyo dalgalarını algılıyor

**Temel sinyal** Radar sisteminin antenlerinden biri, odadaki temel radyo sinyalini takip ediyor

**Suçlu saptandı** İki antenin aldığı sinyalleri karşılaştıran bilgisayar, hareket eden şahsın konumunu, hızını ve yönünü belirliyor.



### RÜZGARDAN BUZA

İşçiler rüzgar tüneline (yukarıda) buz yaratmak için su nozüllerini, dondurucu havayı ve yedi adet 250 beygirlik fanı (solda) kullanıyor.



### ÇALIŞMA ALANI

## Jet testçileri

Her koşula dayanıklı motorlar için

**Y**eni uçak tasarımlarının FAA'dan uçuş onayı alabilmesi için, öncelikle havada karşılaşılabileceği her durumdan sağ çıkabileceğini kanıtlaması gerekiyor. General Electric'in şubat ayında Winnipeg – Manitoba'da açtığı 10 metrelik açık hava rüzgar tüneline test tesisinde, işçiler motoru hidrolik asansörle kaldırıp çalıştırıyor. Ardından acımasız hava durumu testleri başlıyor. Tünelde her biri dakikada 1.000 devirle dönen yedi adet 250 beygirlik fan var. Bunlar karşıdan 110 km/s hızla esen rüzgar yaratırken, 125 fiskeye başlığundan oluşan

### YAZAN

Rebecca Boyle

çember ise yapay bulutlar oluşturuyor ve motorları buzla kaplıyor. Winnipeg'de yılın 50 günü sıcaklık sıfır derecenin altında, o yüzden buz testi yapmak kolay. İşçiler

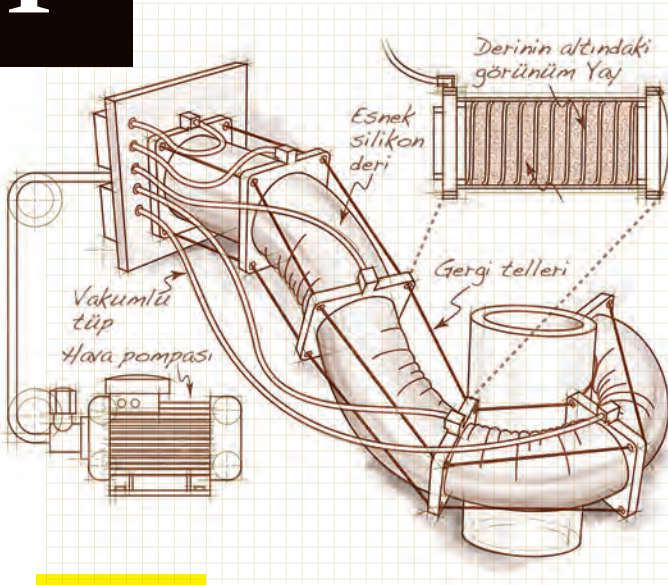
ayrıca motorlara buz parçaları ve dolu taneleri fırlatıyor. Test mühendisleri ara sıra tünel bölgesine gidip motorda yakıt sızıntısı arasa da, gözlemin büyük kısmını 15 metre kalınlığındaki ses yalıtımlı duvarların ardındaki kontrol odasından yapıyor. Tercih ediyorlar. Bu duvar onları dev fanların gürültüsünden koruyor. Tesisin program müdürü Brent Ostermann, "rüzgar tüneline motorların sesini bastırabiliyor" diyor. Önümüzdeki yıldan itibaren işçiler, motorlara kaz ve siğircik gibi kuşların ölümlerini basınçlı hava toplarıyla fırlatmaya başlayacak. Elbette ardından her yeri bir güzel temizlemek gerekecek. Ostermann bunun için "hiç kimsenin gönlüllü olmayacağı bir iş" yorumunu yapıyor.



## Çifte kanadın dönüşü

YAZAN Rebecca Boyle

**Adolf Busemann 1930'larda** hiç sonik patlama yapmayan bir çifte kanatlı süpersonik uçak tasarlamıştı. Şok dalgaları zıt açılarla uçağın kanatlarından yansıyor ve birbirini ortadan kaldırıyor. Fakat tasarım öyle bir sürtünme kuvveti yaratıyordu ki, uçağın havalanması mümkün değildi. Günümüzde iki farklı grup bilgisayar simülasyonlarıyla bu konsepti geliştirmeye uğraşüyor. Japonya'daki Tohoku Üniversitesi'nden mühendisler, farklı hızlarda sürtünme kuvvetine karşı hareket eden flaplara sahip kanatlar tasarlamış (solda). MIT ile Stanford Üniversitesi'nden araştırmacılar ise kanatlar arasındaki hava kanalını genişletmiş, kanadın ön ve arka kenarlarını eğimli hale getirmiş. Tasarımlardan hangisi hayata geçirilirse, havalanan ilk süpersonik çifte kanatlı uçak o olacak.



### KABATASLAK

# Robohortum

Bu robot kol arama kurtarma görevleri için ideal. Üstelik çok ucuz.

**35 santimetrelilik robotik fil hortumumuz**, her biri silikon zardan yapılmış ve dış iskelet görevi gören madeni bir yay içeren beş bölümden oluşuyor. Bu bölümlerin içi öğütülmüş kahve dolu ve her bölümün ayrı vakum kontrolü var. Kahve tanecekleri gevşekken neredeyse sıvı özelliği gösteriyor. Vakum uygulandığında ise katı hale geçiyorlar. Misinadan oluşan üç gergi teli, hortum boyunca uzanıyor. Kahve gevşek haldeyken bir bölümü hareket ettirmek istersek önce tellerin uzunluğunu değiştiriyoruz. Yazılım, motorlu makaralara istediğimiz eğimi sağlamak için her bir misinayı ne kadar çekmesi gerektiğini söylüyor.

Sonra bölümleri sabitlemek için, içindeki havayı çekerek kahveyi katı duruma getiriyoruz. Bir bölümü hareket ettirmek için diğerlerini sabitlememiz gerektiğinden, robotun kıvrılmasını ve karmaşık geometriye bürünmesini sağlamak için üç motor yetiyor. Halbuki böyle bir hareket serbestisi için normalde her eklemden üç farklı motora ihtiyaç olur. Yirmiden fazla öğütülmüş kahve çekirdeği denediysek de, en iyi sıkışanı kalın çekilmiş kahve. Kenarları çentikli olduğu için tanecekler birbirlerine tutunabiliyor. Daha küçük tanecekler ise büyük taneceklerin arasındaki boşlukları doldurarak hareketi önüyor.

Hortum, kendisinden iki kat ağır nesnelere tutup kaldırabiliyor. Parçaları çok ucuz olduğundan kullanılıp atılabilir. Bu da araştırma ve kurtarma için çok uygun. Bir diğer kullanım alanı ise insanlarla aynı ortamda çalışan insansı ya da endüstriyel robotlar olabilir. Normalde robotlar sert maddelerden üretildiği için insanlara çarpabiliyor. Hortumda ise bu sorun değil.

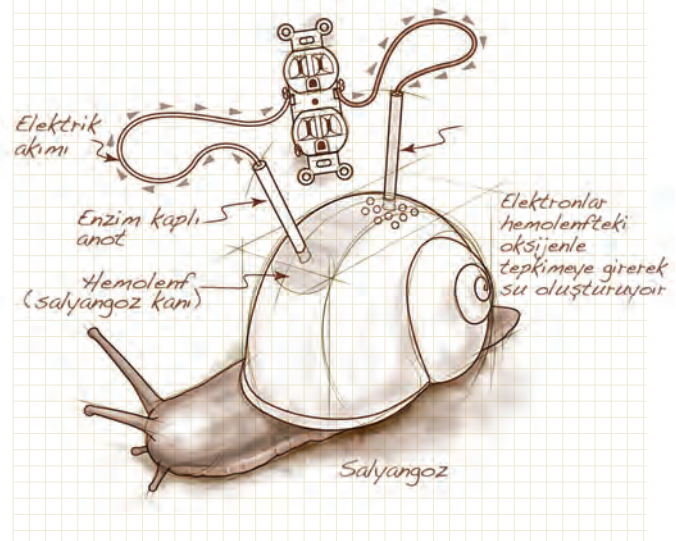
—Nadia Cheng tarafından Flora Lichtman'a aktarılmıştır. Cheng, MIT'de makine mühendisliğinde doktora öğrencisi.

# Kan Pili

"Bir salyangoz küçük algılayıcıları çalıştırmak için pil niyetine kullanılabilir"

**B**iyoyakıt pilimiz, salyangozun bedenindeki glukoz şekerinden güç alıyor. Hayvanın kabuğuna delik açıp, kabuğuyla gövdesi arasında doğal olarak biriken hemolenfe, yani salyangoz kanına enzim kaplı elektrotlar batırıyoruz. Tıpkı bütün bataryalar gibi bu da elektron akışı oluşturan kimyasal tepkimelerle çalışıyor. Bir elektrot hemolenfteki glukozdan elektronları çekiyor. Elektronlar bir dış devreden geçiyor (çalıştırmak istediğimiz herhangi bir aygıt) ve diğer elektroda gidiyor. Elektronlar burada hemolenfteki oksijenle tepkimeye girerek su oluşturuyor. Güç çıkışı fazla değil, mikrowatt seviyesinde ve glukoz birkaç dakika içinde tükenince kesiliyor. Enerji kullanıldıktan sonra salyangoz bir şeyler yiyip içiyor, vücudundaki glukoz seviyesi yükseliyor ve güç üretimi tekrar başlıyor. Salyangozlar biyopilden zarar görmüşe benzemiyor. Pilin güç çıkışını belirleyen iki etken var: (1) salyangozun ufaklık gövdesindeki glukoz miktarı (2) glukozun elektroda ulaşması için gereken süre. Eğer doktorlar böyle bir biyoyakıt hücrelerini salyangoza değil de insana takacak olsalardı daha güçlü ve daha düzgün bir elektrik akımı ortaya çıkardı. Çünkü insan kanında salyangoz kanına kıyasla daha çok glukoz var ve insan dolaşım sistemi elektroda sürekli taze glukoz sağlıyor (salyangozların kapalı dolaşım sistemi bulunmuyor). Asıl amaç, biyoyakıt pilimizin insanlar için olanlarını üretip kalp pili gibi vücuda takılan tıbbi aygıtları çalıştırmak. Bir salyangoz cep telefonunu şarj edemeyebilir ama küçük algılayıcıları çalıştırabilir. Bir diğer fikir de salyangozları, solucanları ve böcekleri doğayı gözlemlemek ve güvenlik için kullanmak.

—Evgeny Katz, Clarkson Üniversitesi'nde kimyager, ortaklar Flora Lichtman



## BRITANNICA TÜRKÇE İÇERİKLE DİJİTALLEŞİYOR



**DOĞA OKULLARI İLE DÜNYANIN** en tanınmış eğitim yayıncısı Britannica'nın işbirliği sayesinde, Doğa Koleji öğrenci ve öğretmenleri, 21. Yüzyıl Eğitim trendlerinin tümüne sahip olacaklar. Öğrenciler tüm çevrimiçi içeriklere hem evlerinden hem de okullarından bilgisayarları ile ulaşabilecekler. Akıllı tahta uygulamaları, hızlı internet altyapısı ve diğer çevrimiçi uygulamaları ile desteklenen proje, sadece Türkiye'de değil, tüm dünyada örnek teşkil edecek bir e-öğrenme modeli olarak dikkat çekiyor. 244 yıllık bir geçmişi olan Britannica yaklaşık 5 ay önce, artık basılı olarak yayımlanmayacağını duyurmuştu. Bu eğitim girişimi ile aileleri geçmiş yıllarda Britannica ile büyüyen öğrencilerin bu yayıncıyı dijital çağda yeniden keşfetmeleri bekleniyor.

## İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ'NİN BAŞARISI

**TÜBİTAK TARAFINDAN DÜZENLENEN** 2012 Alternatif Enerjili Formula Araç Yarışları, İzmit Körfez Yarış Pisti'nde yapıldı. Yarışmanın Formula G-Güneş Arabaları kategorisinde, İstanbul Üniversitesi'nin güneş aracı SOCRAT (Solar Car Racing Team) rakiplerini geride bırakarak birinci oldu. 2009, 2010 ve 2011 yıllarının da şampiyonu olan SOCRAT, böylece dördüncü kez Türkiye şampiyonluğunu elde etmiş oldu. 40 üniversiteden 65 takımın katıldığı yarışta, ikinciliği Anadolu Üniversitesi'nin "Sunanotolia" adlı aracı, üçüncülüğü İstanbul Teknik Üniversitesi'nin "Ariba-5" adlı aracı elde etti. Alternatif Enerjili Formula Araç Yarışları, TÜBİTAK tarafından alternatif enerji kaynakları konusunda toplumsal duyarlılığı arttırmak ve üniversite öğrencilerinin fikirlerini üretime geçirebilmelerine imkan sağlamak amacıyla, 2005 yılından bu yana yapılıyor.



## TÜM FİLO KONTROL ALTINDA

**VOLVO KAMYON'UN** internet tabanlı filo takip sistemi Dynafleet, filo takip bilgilerini daha da erişilebilir hale getirmek için mobil cihazlarda kullanılabilen yeni bir uygulama geliştirdi. Dynafleet, yeni uygulamasıyla nerede olursanız olun, akıllı telefon ya da tablet üzerinden bütün filo ve nakliye işlerinizi yönetebilmenizi sağlıyor. Ayrıca araçların konumu, yakıt tüketimi, sürücü zamanları, karbon emisyonları ve Volvo Kamyon yetkili bayilerinin yerleri de dahil olmak üzere gerçek parametrelere anında ulaşabiliyorsunuz. Dynafleet sayesinde edinilen bilgiler, sürücü eğitimiyle birleştiğinde, yüzde yediye varan yakıt tasarrufu sağlıyor. Herhangi bir filodaki her araç ve sürücü için yakıt tüketimini takip ederek, Dynafleet uygulamasıyla yakıt verimliliği puanları dört temel alanda hesaplanabiliyor; öngörü ve frenleme, motor ve vites kullanımı, hız adaptasyonu ve duraklama. Her bir puan daha sonra, daha ayrıntılı bilgi için belirli parametrelere kendi içinde ayrılabilir. Uygulama şu an için sadece iOS platformunu destekliyor.



# Kaçış manevrası

Bir robota doğaçlama davranmasını nasıl öğretirsiniz?

YAZAN Andrew Rosenblum | İLLÜSTRASYON Graham Murdoch

**K**ENDİNİ İDARE EDEBİLEN insansız hava araçları (İHA) seyir halindeki uçak gemilerine iniş yapacak kadar gelişti, ancak önlerine beklemedikleri bir ağaç çıksa dosdoğru çarpıyorlar. Beş farklı üniversitenin bir araya gelerek oluşturduğu, biyoloji, bilgisayarlı görüş ve robotik alanlarında uzmanlardan oluşan bir ekip İHA'lara yollarındaki engellerden sakınmayı öğretiyor. Deniz Kuvvetleri Araştırma Ofisi'nden 7,5 milyon dolarlık ödenek alan ekip, tanımadığı bir şehirde ya da ormanda saatte 55 km hızla dolaşabilen sabit kanatlı, özerk bir İHA geliştirmeyi amaçlıyor.

Ekibin ilham kaynağı güvercinler. Yaygın, dayanıklı ve eğitilebilir olan bu kuşları incelemek bir hayli kolay. Güvercinler uçuş sırasında kendileriyle önlerindeki nesnelere arası mesafeyi düşük çözünürlüklü ve bulanık görüntüleri hızla işleyerek

hesaplıyor; tıpkı İHA'ların yapması gerektiği gibi. Daha da önemlisi, kararlarını hep son anda, genelde engele çarpmalarına 1,5 metre kala veriyorlar.

İlk adım, robotlara boşlukla engeli ayırt etmesini öğretmek. Mühendisler, şipşak fotoğraf makinelerine fotoğraflardaki hızları tanımayı öğrettiler bile. Gözetimli öğrenme denilen yöntemde bir teknisyen, bilgisayarla milyonlarca fotoğrafı yükleyip, fotoğrafta insan yüzü varsa "1" yoksa "0" değerlerini vermesini söylüyor. Fakat bu tür gözetimli öğretim, bir İHA'yı eğitmek için mantıklı olamayacak kadar çok işgücü gerektiriyor. Zira insanın sadece hızları değil, robotun karşısına çıkabilecek her nesneyi etiketlemesi gerekiyor. New York Üniversitesi'nde bilgisayar ve sinir bilimleri profesörü olan Yann LeCun, İHA'nın görüş



## İlk adım, robotlara boşlukla engeli ayırt etmesini öğretmek

ekibinin başında. LeCun, İHA'nın gördüğü şeyler konusunda çok daha az insan müdahalesiyle karar vermesini sağlayacak yazılımlar geliştiriyor. Beynin görsel korteksinin nesnelere sınıflandırmada kullandığı hiper verimli paralel işleme yöntemi taklit eden yazılım, ham video karesindeki nesnelere çok daha hızlı tanıyabiliyor. Sonuç olarak, İHA'nın insan öğretmenlerinin sadece her nesne kategorisinden birkaç yüzya da birkaç bin örnek öğretmesi yeterli oluyor (araba, ağaç ya da çimen gibi). Aşağıdaki "dünyayı filtrelerken" başlığına bakabilirsiniz.

Araştırmacılar İHA'ya görmeyi öğretti mi, sırada karar vermeyi öğretmek var. Bu, görsel verilerin doğasına özgü belirsizlikle başa çıkmayı gerektiriyor (önündeki piksellerin ağacın dalına mı, yoksa gölgeye mi ait olduğuna karar vermek gibi). Carnegie Mellon Üniversitesi'nde robotik uzmanı olan Drew Bagnell ile Martial Hebert, robotların görsel muğlaklıkla tıpkı insanlar gibi başa çıkmasını sağlayacak algoritmalar geliştiriyorlar: Yani tahmin yürüterek. "Robotlar %99 eminim ki 12 ila 13 metre ötede bir

ağaç var' deyip bir karar verebiliyor," diyor Bagnell.

Bu kararları vermek için yüksek hesaplama gücüne ihtiyaç var. İHA'nın bir sonraki hamlesini düşünürken saniyede 30 görüntüyü işleyebilmesi gerekiyor. LeCun, yazdığı algoritmalarla, saniyede bir trilyon işlem hızında çalıştırabilen bir işlemcinin başa çıkabileceğini, ancak işin zor yanının bunca gücü, uçabilecek kadar hafif ve verimli bir bilgisayarda toplamak olduğunu söylüyor. En iyi aday LeCun'un Purdue Üniversitesi'nden Eugenio Culuricello'yla ortaklaşa geliştirdiği NeuFlow adlı, DVD kutusu boyutundaki bilgisayar. LeCun, grubun teslim tarihi olan 2015'e kadar bilgisayarı saniyede bir trilyon işlem yapar hale getirebileceğinden emin.

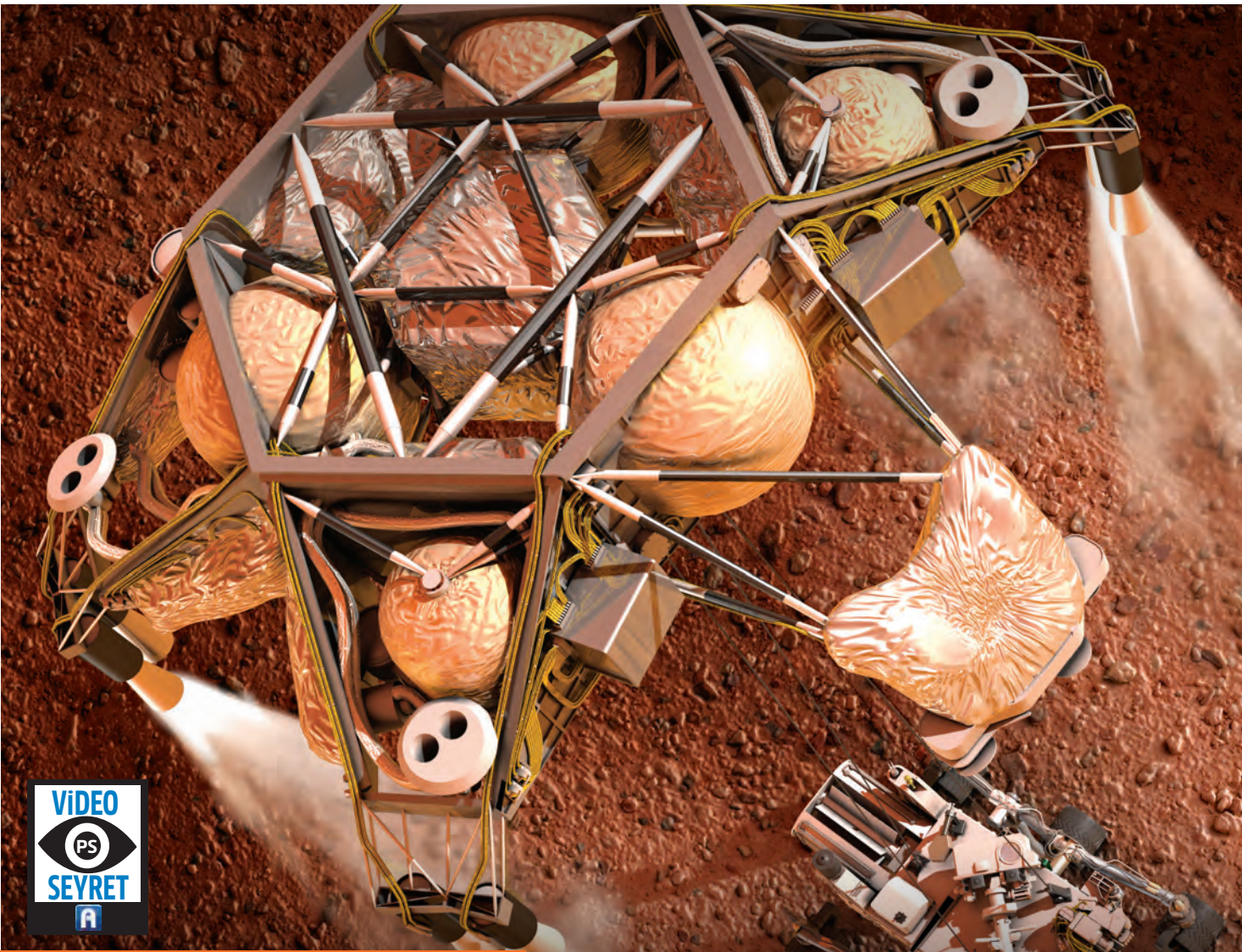
Öğrenebilen, görebilen ve nesnelere kaçınabilecek kadar hızlı karar verebilen bir robot yaptıktan sonra sıra ona uçmayı öğretmeye gelecek. MIT'te robot uzmanı olan Russ Tedrake daha şimdiden İHA'nın tam ölçekli prototipini ve hareket yakalama kameralarını kullanarak yapılması gereken manevraları modelliyor. Eğer ekip başarılı olursa ortaya bir ormanın içine giren günümüz İHA'larına izini kaybettiren bir hava aracı çıkacak. 🤖

Andrew Rosenblum daha önce jet yakıtı yangınlarına müdahale eden kamyonlarla ilgili bir yazı yazmıştı. Oakland, Kaliforniya'da yaşıyor.



## Dünyayı filtrelerken

İHA uçarken dahili kamerası video görüntüsünü çekecek ve bu videonun her karesi bir dizi filtreden geçirecek. İlk filtreler küçük piksel grupları arasındaki kenarlar gibi basit desenleri tanıyor. Ardından bir dizi filtre daha büyük desenler arayarak, karmaşık görsel sahnelerde piksellerden nesnelere gidiyor. Yazılım, saniyenin yüzde biri gibi bir sürede önündeki manzaranın düşük çözünürlüklü bir haritasını çıkarıyor. Son olarak da görüş alanındaki nesnelere daha önce "gördüğü" nesnelere karşılaştırıyor ve tahmin yürütecek bilgiyi toplar toplamaz onları sınıflandırıyor.



# MARS DENEYİ

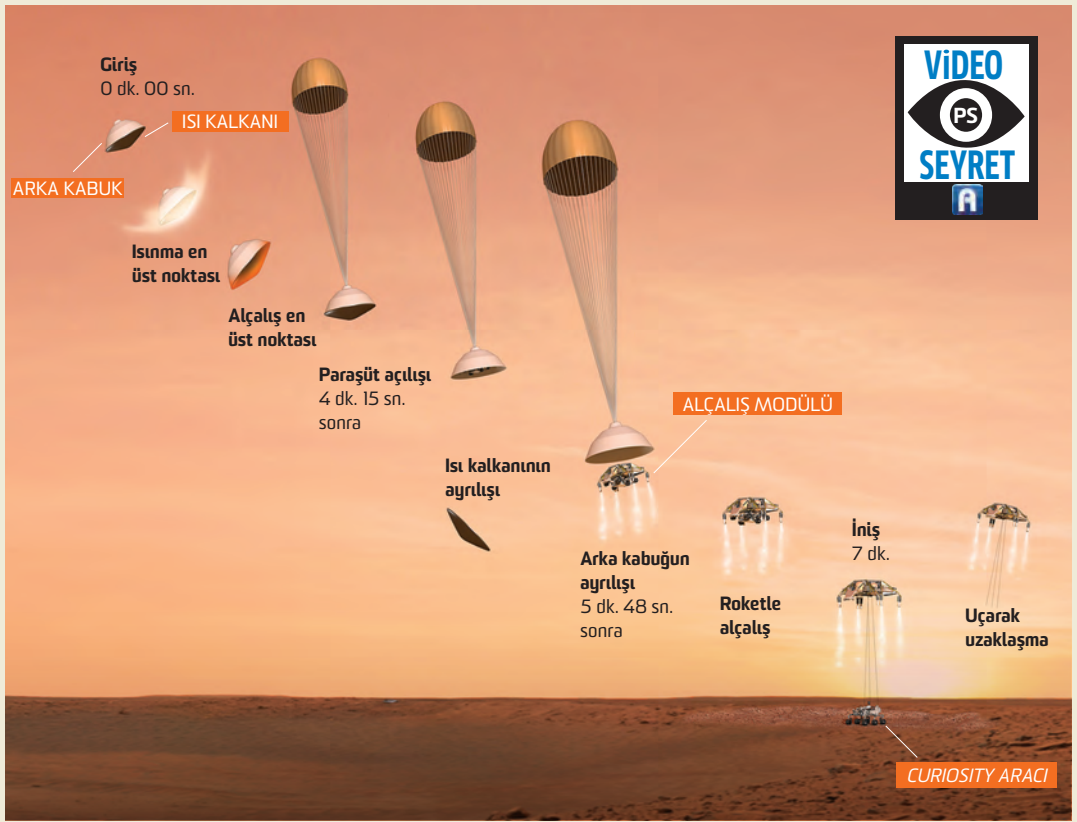
YAZAN Jennifer Abhasi | İLLÜSTRASYON Bob Frassanito

**5** Ağustos'ta NASA'nın Mars Uzay Laboratuvarı (MSL), Mars atmosferinin dış katmanına ulaşacak. 3.860 kilogramlık uzay aracı saatte 21.000 kilometreyi aşan hızlarla 563 milyon kilometre yolculuk yapmış olacak, ama bu daha sadece başlangıç. Sonraki 7 dakika boyunca 2.100 dereceye varan sıcaklıklara göğüs gerekerek atmosferde 128 kilometre yol alacak ve

devasa Gale Krateri'nde ansızın duracak. MSL şimdiye kadar yapılmış Mars projelerinin en iddialısı. Taşıdığı Curiosity adlı tekerlekli araç ise atası Spirit ve Opportunity'ye kıyasla iki kat uzun, beş kat da ağır. 390 kilometrekarelik iniş alanı ise önceki görevlerin ancak üçte biri genişlikte. Bu da daha önce benzeri görülmedik bir isabet oranı gerektiriyor. Daha önceki keşif aracı üç aylık ana görev kapsamında 1,6 kilometreden az yol aldıkları halde Curiosity tam 687 gün

süren bir Mars yılı boyunca 19 kilometreye yakın bir yolu kat edecek.

MSL'nin ana görevi, Mars'ta hayati destekleyecek koşullar var mı (ya da geçmişte var mıydı) diye araştırmak. Bunu da Dünya dışı görevlerde şimdiye dek kullanılan en gelişmiş bilimsel aygıtlarla yapacak. Bunlara rağmen aslında MSL sadece bir Mars görevi değil. Aynı zamanda önümüzdeki yıllarda NASA projelerinde (örneğin Jüpiter'in buzlu uydusu Europa'ya yapılacak keşif gezisinde ya da Mars'a insan gönderilmesine) kullanılacak yeni geliştirilmiş teknolojileri ve aygıtları test etme amacı taşıyor.



## YEDİ DAKİKALIK DEHŞET

**Mars atmosferine ulaşan 11 görevden beşi**, adını giriş, alçalış ve iniş sözcüklerinin İngilizcesinden alan EDL aşamasından sağ çıkamadı. O yüzden mühendisler bu aşamaya "yedi dakikalık dehşet" diyor. MSL görevinde araştırmacılar, uzay aracının EDL ile nasıl başa çıkacağına en başından oturup tasarladılar. Balistik girişin yerine daha isabetli, güdümlü giriş sistemini kullandılar. Ayrıca, bundan sonra daha büyük tekerlekli keşif aracı görevlerinde standart olabilecek "gökyüzü vinci" yöntemini geliştirdiler.

### 0. DAKİKA **GİRİŞ**

MSL giriş aşamasına başladığında dört ana bileşenden oluşuyor: Arka kabuk, ısı kalkanı, iniş modülü ve tekerlekli keşif aracı Curiosity. MSL, Mars atmosferine girmesine ramak kala arka kabuğundaki her biri 75 kilogramlık iki tungsten safrayı fırlatacak. Kütlede meydana gelen değişim, uzay aracının iniş yönüne dönmesini sağlayacak, biraz kaldırma kuvveti oluşturacak ve yön kontrollerinin çalışmasına izin verecek. MSL, kendini iniş alanına yönlendirmek için arka kabuktaki sekiz adet iticiden yararlanacak. Dört dakikayı aşan süre içinde sürtünme MSL'in hızını saatte 1.600 km'ye indirecek. Bunun üzerine araç altı adet ağırlık daha fırlatıp eğiklik açısını hareketine uygun şekilde yeniden dengeleyecek.

### 4. DAKİKA **ALÇALIŞ**

MSL'nin hızı saatte 1.440 km'ye inince naylon ve polyesterden yapılmış 15 metrelik paraşütü açılacak. Bir buçuk dakika içinde aracın hızı saatte 290 km'ye inecek. MSL'nin radarı gezegen yüzeyine 8 kilometre kaldığını tespit edince ısı kalkanı bırakılacak ve Mars Alçalış Görüntüleyicisi (Mars Descent Imager) adlı yüksek çözünürlüklü kamera, bilim insanlarının daha sonra iniş alanını ve civarını incelemesi için video kaydına başlayacak. Isı kalkanının bırakılışından 80 saniye sonra MSL'nin arka kabuğu da paraşütle birlikte ayrılacak. Böylece geriye sadece iniş modülü ve Curiosity kalacak.

### 7. DAKİKA **İNİŞ**

Yüzeğe yaklaşık 1,5 kilometre kala, iniş modülünün üzerindeki sekiz roket ateşlenecek ve 40 saniye içinde MSL'nin hızı saatte 2,7 kilometreye düşecek. Bu hızla inmeye devam eden araç, yerden 20 metre irtifadayken gökyüzü vinci denilen operasyona başlayacak ve naylon halatlarla bağlı Curiosity'yi aşağı sarkıtacak. Kablolardan oluşan bir "göbek bağı" sayesinde tekerlekli keşif aracının bilgisayarı iniş modülüne gerekli komutları yollayacak. Tekerlekli araç yere değer değmez, 7,5 metre yüksekte asılı duran iniş modülü naylon halatları bırakacak ve uçarak 150 metre kuzeye çakılacak. Ardından da tekerlekli araç, EDL aşamasını bitirip yüzey kipine geçerek ana görevine başlayacak.



# 687 GÜNLÜK KEŞİF

**Ana görevi sırasında** Curiosity, hava durumunu kaydedip, hava bileşim analizi gerçekleştirecek. Bir yandan da Mars'ta günümüzde ya da geçmişte yaşam olup olmadığını öğrenmek için kayalarda aminoasit, metan ve diğer organik bileşikler arayacak. Curiosity, dondurucu soğuşa, sert rüzgâra, uçurumlar ve kum çukurları gibi tehlikelere göğüs gerecek. Böylesi güçlüklerin altından kalkabilmesi için mühendisler Curiosity'yi yepyeni bir tekerlekli araç olarak tasarladılar. Benzerlerinden daha özerk, daha sağlam ve hiç olmadığı kadar fazla bilimsel aygıtla dolu.

## GÜÇ

Curiosity kadar büyük ve enerji harcayan bir keşif aracını çalıştırmak için mühendisler bir nükleer jeneratör kullanmışlar. 45 kilogramlık bu alet gün başına 2.700 watt/saat elektrik üretecek. Bu da Spirit ile Opportunity'nin güneş pillerinin sağladığı elektriğin üç katına denk düşüyor. Yakıt olarak 4,8 kilogramlık plütonyum 238'in bozunmasından faydalanılıyor. Radyatör sistemi, jeneratörün artık sıcaklığını Curiosity'nin iki merkezi bilgisayarına taşıyarak, -90 dereceyi bulan gecelerde bilgisayarları sıcak tutuyor.

## NAVİGASYON

Bilim adamları Curiosity'ye belli rotalar ve görevler verecekler vermesine. Fakat araç bunların çoğunu özerk olarak gerçekleştirecek. Tehlikelerin farkına varmak için, gövdesindeki balıkgözü lensli bir çift Hazcam'i (tehdit kamerasını) ve 3B fotoğraflar çekmek için de gövdede bir çift çıkıntıya monte edilmiş stereo Navcam'i (navigasyon kamerası) kullanılacak. Araç sonra bu görüntüleri fotoğraf tanıma yazılımıyla analiz edecek ve bir engel tespit ederse etrafından dolaşacağı güvenli bir rota belirleyecek.

## HEDEFLEME

Curiosity hangi kayaları deleceğine karar vermek için öncelikle ChemCam (Kimya Kamerası) ile uzaktan ölçüm yapacak. ChemCam aslında bir direğe monte edilmiş lazerden, teleskoptan, kameradan ve aracın gövdesindeki bir tayfölçerden oluşuyor. Lazer, 7 metre ötedeki hedeflere bir dizi kızılötesi ışın gönderilecek. Milyon watt'lık bu lazer ışını kayanın kimi kısımlarını buharlaştıracak ve bu sırada parlak bir ışık çıkacak. Teleskop bu parlamaları inceleyip tayfölçere gönderecek, o da ışığın dalga boyuna bakıp kayanın türünü saptayacak. Eğer ölçümler umut vaat ediyorsa görev planlayıcıları Curiosity'nin ertesi gün orada kazı yapmasını isteyebilecekler.

## İLETİŞİM

Curiosity görev bilgilerini günde iki defa UHF radyo ile 2006'dan beri Mars yörüngeğinde olan Mars Reconnaissance Orbiter'a (MRO) gönderecek. UHF'den daha yüksek veri aktarım hızına sahip olan X-bant radyo sayesinde MRO, Curiosity'nin verilerini uzmanlara ileticek. Bilgilerin Dünya'ya ulaşması 8 ila 22 dakika sürüyor. Bilim insanları Curiosity'nin çektiği görüntülere ve algıladıklarına bakarak günlük iş planı oluşturacak. Daha sonra görev bilgilerini önceden belirlenmiş bir saatte (Mars saatiyle 9.30'da) X bantından dosdoğru keşif aracına ileticekler.



## DELME

Bugüne kadarki keşif araçları en fazla gezegen yüzeyinden örnek toplayabiliyordu. Halbuki organik bileşikler güneş radyasyonuyla çözüldüğü için, burası aslında bir şeyler bulmak için en elverişsiz yer. Mühendisler, Curiosity'yi boyu iki metreye yaklaşan, beş eklemlili bir robot kolla donattılar. Bu kolun ucunda kayaların beş santimetre içine girebilecek kadar güçlü bir döner - darbeli matkap var. Burgu, kayayı parçalayarak toza dönüştürüyor, bu toz da bir işlem birimine gidiyor. Orada 150 mikronluk bir süzgeçten geçerek analiz için keşif aracının bilimsel araçlarına dağıtılıyor.

# CURIOSITY'NİN YOLU

**60 FARKLI** iniş alanını gözden geçiren bilim insanları, Curiosity görevi için Gale Krateri'ni seçtiler. Araç, kraterin içinde hafifçe yükselen bir dağın alçak bayırlarını keşfe çıkacak. En önemlisi de su akıntılarının, kil yataklarının ve organik bileşik içerebilecek sülfat tuzlarının izleri görülen bir alüvyon yelpazesi.

Gale Krateri

Curiosity'nin iniş alanı

## + ANALİZ

Curiosity, Mars'ın hayatı destekleyecek şartlara sahip olup olmadığını öğrenmek için iki ağıttan faydalanacak: Kimya ve mineraloji sistemi CheMin ve Mars Örnek Analizi ağıttı SAM. İki ağıt da keşif aracının gövdesinde bulunuyor ve örnekleri, robot koldan alıyor. CheMin, x ışını difraksiyonu ve flüoresans kullanarak, uygun koşullar altında oluşan mineralleri arayacak. SAM ise kütle ve lazer tayfölçeri ve gaz kromatografisi kullanarak, hayat oluşturmak için gereken organik bileşenlerin örneklerde olup olmadığını araştırarak.



# BOŞLUKTAN GELEN SİNYAL

Bilim insanları galaksimizin merkezindeki karadeliğe ilk defa doğrudan bakmayı amaçlıyor. Acaba görülemeyeni görmeye ne kadar yaklaşabilecekler?

YAZAN SETH FLETCHER



**TELESKOP KULLANMADAN BİLE** Mauna Kea'nın zirvesinden bakıp 4.200 metre aşağıyı, kilometrelerce uzaklığı ve beyaz köpüklü Pasifik kıyılarına dokunan geniş yağmur ormanlarını görmek mümkün. İnsanlar, Hawaii'ye neden gelinirse o sebeple buradalar. Şelalelere yürüyüş yapmak, kumlara uzanmak, tenlerini tropik güneş radyasyonuna maruz bırakmak. Ancak yukarıda ne bitki var ne de sıcaklık. Atmosfer bile varla yok arası. Güneş, Milimetre Altı Teleskop Dizisi (Submillimeter Array, kısaca SMA), yani parabolik alüminyum çanaklarının üstünde batınca, işbaşı yapma zamanı gelmiş demektir.

45 yaşındaki MIT araştırmacısı Shepherd Doleman, bu geceki deneyin sorumlusu. Eğer her şey yolunda giderse, ayarlamakta olduğu radyo teleskop, bir karadeliğin içinde kaybolmak üzere olan maddeyi gözlemlemek için Kaliforniya ve Arizona'daki diğer radyo teleskoplarla senkronize olacak. Doleman ile anakaradaki çalışma arkadaşları, çok uzun taban hattı interferometresi tekniğini kullanarak, adına Olay Ufku Teleskobu (Event Horizon Telescope) denenecek kadar büyük bir teleskopu simüle edecekler. Taban hattı ne kadar uzun olursa, çözünürlük de o kadar yüksek oluyor. O yüzden de bu gökbilimciler, on küsur yıldır el yapımı, pahalı ve hassas aletlerini, dünyanın bir o yanına bir diğer yanına taşıyor, her gözlem için yeni baştan kuruyorlar. Yaptıkları son derecede doğaçlama da olsa, görmek istedikleri şeyi görmenin başka yolu yok.



# S

SMA'NIN KONTROL ODASININ DIŞINDA, zirvede yer yer karlar görünüyor. Karları birkaç gün önce taşıyan fırtına, şimdi 4.000 kilometre doğuya yol almış ve Kaliforniya'daki istasyonu gözlem yapamaz duruma getirmiş. Bu da tüm gözlemleri geciktiriyor. Ancak bu gece talih yüzlerine gülmüş. Ya da en azından gülmeye başlıyor. "Gerçekten bir şeyler kaydediyor gibiyiz," diyor Doleman. "Bu da iyi bir şey."

Tayvan'ın Academia Sinica Gökbilim ve Astrofizik Enstitüsü'nden doktora sonrası araştırmacısı olan Nicolas Pradel, "Mark 5B'ler kaydediyor, Mark 5C'ler değil" diyor. Mark 5B'ler yan odadaki James Clerk Maxwell teleskopuna bağlı. Bu teleskop, bu geceki gözleme 15 metre çaplı anteniyle destek oluyor. Mark 5C'ler ise en yeni, en yüksek bant genişliğine sahip ve SMA'ya bağlı olan kayıt aygıtları.

Atletik tipli incecik bir adam olan Doleman bir koşu koparıp odadan fırlıyor, kayıt aygıtlarının olduğu alt kata koşuyor. Birkaç dakika sonra, ince dağ havası yüzünden nefes nefese geri dönüyor. Bilgisayarının başına geçip bir şeyler yazıyor, sonra teleskop operatörlerine ve doktora sonrası araştırmacılarına hitaben rahatlatıcı ve teknik bir şeyler söylüyor. Görünüşe göre, kayıt aygıtları çalışıyor.

Üç dizi sadece başlangıç. Doleman ile çalışma ortağı, aynı radyo teleskop ağını 2007'den bu yana işletiyor. 2007'de teleskop dizisini galaktik merkeze döndürmüş ve "olay ufku ölçeğinde yapı", yani boyutları Yay A\* (bir Karadelik) kadar olan, zor fark edilir bir radar görüntüsü saptamışlar. Bu, Samanyolu'nun göbeğinde dört milyon güneş kütlelerine sahip bir karadelik. Ardından meslektaşlarının teşvikiyle Doleman galaktik merkezin daha derinlerine bakma ve Yay A\*'nın kenarının fotoğrafını çekmenin o kadar da imkansız olmadığına ikna olmuş. Detektörler her sene daha da hassaslaşıyor. Veri depolama ve işlem gücü ise hiç bu denli ucuz olmamıştı. Eğer ağa doğru teleskopları ekleyebilirse Yay A\*'nın fotoğrafını çekmek, Doleman'ın tabiriyle "gayet yapılabilir" bir şey.

Doleman önümüzdeki yıllardakendisinin ve ekibinin dünyanın en sofistike radyo astronomi donanımlarının bir düzinesini kullanarak Hubble Uzay Teleskopu'ndan 2.000 kat büyük, Dünya boyutlarında bir sanal çanak anten oluşturacağını söylüyor. Yay A\*'dan olabildiğince fazla ışık yakalamayı ve kutuplanmasını araştırarak karadeliğin manyetik alanı konusundaki bilgiden memnundur. Eğer her şey rayında giderse, tam ölçekli Olay Ufku Teleskopu'nu kulla-

## ÖNCÜ IŞIK ►

66 antenden oluşan, Şili'deki Atacama Büyük Milimetre Dizisi yakında Samanyolu'nun merkezindeki karadeliği görmek için tasarlanan küresel teleskop dizisinin merkezi olabilir.

nan gökbilimciler, doğası gereği görünmeyen nesnenin silüetini seçebilecekler. Teleskop, 4.800 kilometre uzaktan bir bozuk paranın üstündeki yazıları okuyabilecek kadar yüksek çözünürlüklü.

Albert Einstein'ın genel görelilik kuramını 1915'te yayınlamasından bu yana, fizikçiler onun denklemlerinin evrenin asıl işleyişine nasıl ışık tuttuğunu araştırıyor. Bunlardan biri de Karl Schwarzschild adında, sonradan asker olmuş bir Alman astrofizikçiydi. Schwarzschild 1. Dünya Savaşı'nda siperdeyken uzay-zamanın son derece idealize, kusursuz derecede küresel bir yıldızın etrafında nasıl büküldüğünü hesaplamayı bulmuştu. Denklemlerini Einstein'a yolladı ve o da Ocak 1916'da bu denklemleri Berlin'deki bir konferansta sundu. Dört ay sonra Schwarzschild doğu cephesinde hastalıktan öldü.

EINSTEIN, SCHWARZSCHILD'IN matematiğinden çok etkilenmişti ama onun tahminlerinden birini, yani yoğun bir yıldızın kendi kütle çekimi altında çökerek sonsuz yoğunlukta ve küçüklükte bir noktaya dönüşeceğini reddediyordu. Einstein, Schwarzschild'in hesaba katmadığı bir doğa gücünün böyle bir çözüme engelleyeceğini düşünüyordu. Dönemin en büyük fizikçileri Einstein'la hemfikir di. Bugün onlara verdiğimiz adla karadelikler, geçmişte evrenin işleyişine ilgili o kadar çok sezgisel düşünceye karşı geliyordu ki, Kaliforniya Teknoloji Üniversitesi'nden Kip Thorne karadelik görüşünün "yaygın ve neredeyse evrensel bir 20. Yüzyıl direnişiyle karşılaştığını" söylüyor.

Yine de takip eden yıllarda fizikçiler, aslında Schwarzschild'in haklı olduğunu düşünmeye başladılar. 1939'da, daha sonra Manhattan Projesi'ni yönetecek olan fizikçi Robert Oppenheimer, Schwarzschild'in çalışmalarını (ve yirmi yıllık genel görelilik araştırmasını) kullanarak, bazı yıldızların kendi nükleer yakıtları tükendiğinde kendi kütle çekimlerinin etkisiyle çökeceğini söyleyen en ikna edici açıklamayı yaptı. 1950'lerde hidrojen bombalarının patlamasını simüle etmek üzere programlanmış bilgisayar modelleri sayesinde, hem Amerikan hem de Sovyet fizikçiler, en karmaşık matematiksel argümanları geliştirdiler ve bağımsız olarak aynı

**KARADELİĞİN DE GÖLGESİ OLMASI LAZIM. AMAÇ, O GÖLGENİN BİR GÖRÜNTÜSÜNÜ KAYDEDEBİLMEK.**



sonuca vardılar: Yeterince büyük yıldızlar öldüğünde, içe çöküş kaçınılmaz.

1960'larda ise gökbilimciler, karadeliklerin matematiksel yapılarından ibaret olmadığını, gerçekten var olduklarını gösteren deneysel kanıtlar bulmaya başladı. Örneğin, kimi gözlemlenebilir evrenin kenarında olan ve yüzlerce galaksinin parlaklığıyla parlayan ışık noktaları yani kuasarlar, ancak muazzam karadelikler sayesinde mümkün olabilirdi. 1990'larda gökbilimciler, galaksilerin merkezine yakın yıldızların saatte birkaç milyon kilometre hızla yörüngede dönmekte olduğunu keşfetti. Böylesi hızlar, ancak bu yıldızlar karadeliklerin etrafında dönüyorsa mümkün olabilirdi.

Artık çoğu fizikçi karadeliklerin, yani uzayda kütle çekiminin muazzam, maddenin sonsuz derecede yoğun olduğu, zamanın donduğu, ışığın hapsediği bölgelerin varlığını kabul ediyor. Karadeliklerin iki türü var: Bir yıldızın çöküşünden geriye kalan yıldız kütleli karadelikler ve bilim insanlarının iddiasına göre tüm galaksilerin merkezinde bulunan süper kütleli karadelikler. Her karadelğin kenarında adına olay ufku denilen ve karadelği evrenin geri kalanından ayıran bir sınır var. Doeleman, olay ufkunun "uzay zamanda tek yönlü bir zar" olduğunu ve "bizim şu anda bulunduğumuz yerden nedensel olarak farklı bir yere" açıldığını söylüyor. Burası, evrenin çok sıkı yeniden giriş politikasına sahip çıkış kapısı: Bir kez geçtin mi, asla geri dönemezsin.

Daha önce hiç kimse bir olay ufku görmedi ama görülmemeleri için bir sebep yok. Kuramcılar, bir karadelğin olay ufku etrafında, uzay zamanın aşırı şekilde bükülmesinin, karadelğin habercisi

olan bir gölge, etrafı parlak ışıkla çevrili kapkara bir daire oluşturacağı görüşünde. Olay Ufku Teleskopu'nun asıl amacı da işte bu gölgeyi kaydetmek.

Projenin başarısı, genel görelilik kuramının evrendeki en zorlu ortamda, yani bir karadelğin kenarında da işe yarayıp yaramadığını öğrenmemizi sağlayacak. Aynı zamanda herkesin inandığı ama henüz kanıtlanmamış bir şeyin, yani karadeliklerin gerçek olduğunun çürütülemez kanıtını sunacak. Waterloo Üniversitesi'nde kuramcı ve Olay Ufku Teleskopu projesinin çalışanlarından Avery Broderick "Artık soruyu sorabiliriz" diyor. "Bu bir tartışma başlatacak. Bir iğnenin başında kaç meleşin dans edebileceğini tartışmanın anlamı yok. Ta ki iğne başında dans eden bir melek bulana kadar."

MAUNA KEA'DAN 240 TRİLYON KİLOMETRE UZAKTA Yay A\*, dönerek kainata radyasyon saçıyor. Bir zamanlar toz bulutlarına ve yıldızlara ait olan elektronlar ve iyonlar, karadelğin etrafında ışık hızına yakın bir hızda dönüyor ve karadelğin 225 milyon kilometrelik çevresinde her 24 dakikada bir tur atıyor, bir yandandaelektromanyetikayfintamamınayayılmışradyasyonsaçıyor. Yay A\*dan 26.000 yıl önce kaçan küçücük bir radyasyon bu gece Dünya'ya varacak. Bu radyasyonun daha da küçük bir kısmı Mauna Kea'nın zirvesinde düşecek ve bir kısmı dağdaki radyo teleskop antenlerinin toplayıcı çanaklarına çarpacak.

Her şey tıkırında giderse toplayıcı çanaklar, varan radyo dalgalarını helyumla soğutulan alıcılara gönderecek, alıcılar da dalgaları

gömülü fiber optik kabloları sayesinde kontrol odasına aktaracak. Sinyaller güçlendirilecek, sayısallaştırılacak ve 300.000 dolarlık, klima boyutunda bir atom saati olan hidrojen maserle damgalanacak. Bu saat her 10 milyon yılda bir saniye geri kalıyor. Ardından sinyaller 8 terabyte'lık sabit disklerle kaydedilecek ve FedEx ile Olay Ufku Teleskopu'nun "lensi" diyebileceğimiz, Boston dışındaki MIT Haystack Gözlemevindeki süper bilgisayarlı ilişkilendiriciye (korelatör) yollanacak.

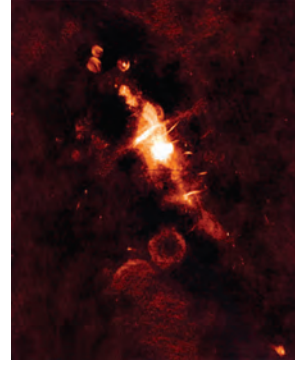
Haystack'te bir teknisyen, gözleme katılan üç sitenin veri paketlerini alacak. Hawaii'deki SMA ve James Clerk Maxwell teleskopları, Kaliforniya'daki CARMA (milimetre dalga boylu gökbilim araştırması için birleşik dizi) ve Arizona'daki SMTO'dan (milimetre altı teleskopu) elde edilen verilerde sinyal ile gürültü ayrıştırılacak. Mutlaksızın iki derece yukarısında olacak şekilde soğutulduğu halde, teleskop alıcıları kozmostan gelen sinyalin 100.000 katı kuvvetli, kesintisiz bir gürültü üretiyor. "Bu gürültünün üzerinde ise, küçük bir zaman aralığı ve frekans kayması haricinde istasyondan istasyona değişmeyen zayıf bir sinyal var" diye açıklıyor Olay Ufku Teleskopu'nun SMA'daki donanımlarından sorumlu elektrik mühendisi ve gökbilimci Jonathan Weintroub. "Bir istasyondan diğerine aynı kalan sinyal, kaynaktan gelen sinyal."

**MAKSİMUM BERRAKLIK İÇİN** her istasyondaki her şeyin düzgün çalışması gerekiyor. En azından SMA'da her şey yolunda güzüküyor. Saat akşamın 7'sini biraz geçe, yazılım iki kez kontrol edildikten, antenlerin fazı ayarlandıktan ve kayıt aygıtları nihayet çalışır hale getirildikten sonra, 12 saatlik gözlem başlıyor. Doeleman, marketten aldığı abur cubur yiyeceklerle dolu çantayı elden ele geçiriyor ("İncirleri mutlaka denemelisin!"). Grubun 2007'deki ilk gözlemlerinden bu yana SMA'da çalışan, yirmili yaşlarındaki Ryan Howie'nin yanına oturup bu gecenin koşturmacasında bir anormallik olup olmadığını soruyorum. Olmadığını söylüyor. "İşler ilk denemelerimize kıyasla çok daha iyi gidiyor."

Bu gece hava kusursuz. Radyo gökbilimcilerin dilinden konuşmak gerekirse, tau değeri 0,028. Tau, gökbilimcilerin atmosferdeki su buharının engelleyici etkisini ölçmede kullandıkları merkezi değişken. Bu dağın tepesinde, harika ortalama tau değerleri için seçilmiş bu noktada bile hava yılda en fazla 10-15 gün bu denli berrak oluyor. Doeleman, "uzayda olmak gibi bir şey" diyor bunun için.

Diğer sitelerdeki durum ise ideal olmaktan çok uzak. CARMA'daki tau can sıkacak kadar yüksek. SMTO'daki tau muhteşem fakat havadaki buz kristalleri, teleskop operatörlerinin kubbeyi açmasını ve uydu çanağını atmosferle temas ettirmesini önleyecek düzeyde. Son üç gündür Kaliforniya ve Arizona'daki tipi, Doeleman'la ekibini teleskop kullanma zamanlarını diğer gökbilimcilere bırakmaya mecbur etmiş. Ekip o yüzden 1500 metre aşağıdaki Hale Pohaku'da, gökbilimcilerin gözleme hazırlık mahiyetinde kaldığı ve yiyip içtiği yurtta zaman öldürmüştü.

Bugün, Olay Ufku Teleskopu'nun bu yılki işini yapmak için kullanabileceği sondan ikinci gün. Teleskopun zamanı çok kıstıtlı; farklı gözlem evlerinin süre tahsis komiteleri bu iş için Doeleman'a ve grubuna üç gün süre tanımış. Üç sitede de iyi havayı yakalamak için, bu üç günü kendilerine verilen sekiz günün içinde istedikleri gibi seçebiliyorlar. Kağıt üzerinde, yılda birden çok defa gözlem yapmaları mümkün. Ancak bunun için daha fazla para, daha fazla



la yolculuk ve lojistik zorluklarla belleşmek gerekiyor. Yine kağıt üzerinde daha uzun bir gözlem süresi edinmeleri de olanaklı (geçmişte böyle yaptıkları da olmuş). Ancak bu, herkesin dağ başında daha uzun süre beklemesi, her şey yolunda gitsin diye dua etmesi demek.

Her gün öğle saatlerinde Doeleman üç sitenin hava durumu raporlarını alıp gece için kararı veriyor. Gözlem yapılacak mı, yapılmayacak mı? "Shep buna deli oluyor" diyor Weintroub. Bu kararları daha az acı verici hale getirmenin yollarını arıyorlar. Bunun önemli bir adımı, Olay Ufku Teleskopu'nun özel dijital donanımını teleskop dizisindeki her istasyona kalıcı olarak yerleştirmek ve tüm sitelerde hava iyi olduğunda gözlemi anında ve uzaktan başlatabilmek. Bu daha çok teleskoplardan sorumlu komitelerin işbirliğini sağlamak ve donanımı kuracak parayı toplamaya bakıyor. Daha iyi hava tahminlerinin de faydası dokunabilir. Mauna Kea'da isabetli hava durumu raporu almak güç değil çünkü bu dağda birçoğu türünün en güçlü örneği teleskoplarla donatılmış tam 11 gözlemevi olduğundan, Mauna Kea'nın kendi meteoroloji istasyonu var. SMTO ve CARMA gibi daha küçük gözlemlerinde ise durum öyle değil; bu da Doeleman'ın gözlem zamanına karar vermesini güçleştiriyor.

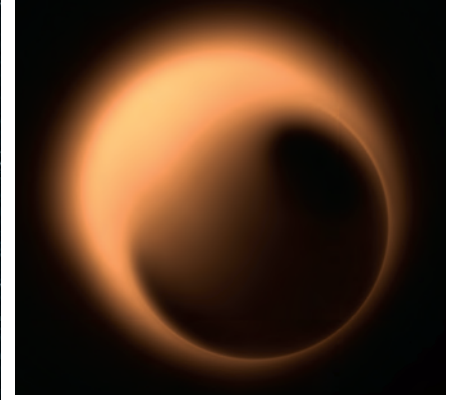
Gece yarısı civarında SMA, çanak antenlerini Yay A\* dan dört saat önce yükselen, yakınlardaki M87 galaksisinin merkezindeki

## OLAY UFKU TELESKOPU, KARADELİKLERİN VAR OLDUĞUNA DAİR İLK GERÇEK KANITI SUNABİLİR

karadeliğe çevirmiş durumda. Doeleman telefonun ahizesini kaldırıyor (aygıtların çalışmasını olumsuz etkilediğinden burada cep telefonu yasak) ve Arizona'daki telefon operatörünü arayıp kubbeyi ne zaman açacaklarını soruyor. Birkaç saniye sonra kapatıyor. "Evet!" diyor heyecanla. "SMTO kubbeyi açıyormuş, yarım saat içinde gözleme başlayacaklar."

"M87'yi iki kez taramaya ucu ucuna yeter" diyor SMA'nın antenlerini gözlemlemekte olan 25 yaşındaki MIT mezunu Rurik Primiani.

İyi haberleri işiten Doeleman'ın çenesi açılıyor. Doktora sonrası araştırmacılara, 15-20 yıl önce lisansüstü öğrencisiyken ve o



### ODAKLANMA

Samanyolu'nun merkezi (ortadaki resim) büyük oranda toz yüzünden görünmese de, radyo teleskoplarla ta içine bakmak mümkün (solda). Sağda, Yay A\*'nın gölgesinin Olay Ufku Teleskopu'nda nasıl görüneceğine dair bir bilgisayar simülasyonu görülüyor.

zahmetli çok uzun temel hatlı interferometresinin öğrenirken karşılaştığı teknolojik güçlükleri anlatmaya koyuluyor. Doeleman'ı gökbilime çeken, saha araştırmaları olmuş. Asla teleskoplarla oynayan çocuklardan olmamış. O, kışı Antartika'da geçirme fikrini eğlenceli bulan çocuklardanmış. 22 yaşında, memleketi olan Portland - Oregon'daki Reed College'dan mezun olunca kozmik ışınları incelemek üzere Antartika'daki bir yıllık keşif gezisine katılmış. Sonra da MIT'de lisans üstü öğrencisi olmuş. Çok uzun taban hatlı interferometrisi üzerine uzmanlaşmayı seçme nedenlerinden biri, kuş uçmaz kervan geçmez yerlerde soğuk ve kuru dağların üzerinde haftalar geçirme olasılığının yüksek olması.

DOELEMEN'İN ARIZONA'YLA KONUŞMASININ üstünden yarım saat geçiyor. O yüzden tekrar telefonun yanına gidip kubbenin açıldığını, gözleme başladığını teyit etmek istiyor. Bir süre sesi çıkmıyor. "Yalan söylüyorsun" diyor ahizeye. "Hayır, bu olamaz." Ama hattın diğer ucundaki kişi yalan söylüyorsa benzemiyor.

"Bu sefer ne oldu?" diye sesleniyor Weintraub odanın diğer ucundan.

Doeleman telefonu kapatıyor, sonra bazı sebeplerden ötürü SMTO'nun henüz çalışmadığını söylüyor. Ayırntılar belirsiz. Fakat daha şimdiden gecenin 12. Taramasında ve Arizona'daki gözlem koşulları harikulade. Tau artık 0,05'e düşmüş ve ABD'de bundan iyisi zaten mümkün değil. O yüzden, kontrol odasını birkaç dakika arşınladıktan sonra Doeleman tekrar arayıp güncelleme istiyor. "Şimdi ne oldu dedin?" diye soruyor. "Kafayı mı yedi? Teknik bir terim mi bu?" Doktora sonrası araştırmacıları arasında kısık sesli, suçlu suçlu gülüşmeler oluyor.

Yay A\*'nın yükselmesine iki saat var. Bu gece her zamankinden de önemli zira NASA'nın Chandra uydusu da gözleme katılacak ve Yay A\*'da X-ışını parlamaları görmeye çalışacak. Bu bilgi, Olay Ufku Teleskopu'nun verileriyle birleştirilirse karadeliğin saatten saate nasıl değiştiği konusunda bilgi verebilir. Böylesi bir bulgu önemli bir dergide en aşağı bir makaleye yeter de artar bile. Bu da

gözlem peşinde geçirilen paranın ve zamanın boş gitmediğini anlamına geliyor. O yüzden Doeleman elindeki tüm gücü kullanıyor. Teleskop operatöründen Arizona Üniversitesi'ndeki sorumlu kişiyi gecenin ortasında arayıp hemen oraya çağırmasını istiyor. "Sizi aramam için Shep beni ölümle tehdit etti" diyeceksin ona" diyor.

Yarım saat sonra Doeleman, Arizona'dan bir e-posta alıyor ve yüksek sesle okuyor. "Bu gece gözlem yapmalarına imkan ihtimal yokmuş. Grubun karşısında artık bir seçim var. Saat henüz çok geç değil. Gecenin geri kalanını diğer gökbilimcilere verebilirler ya da gözleme dizinin iki istasyonu ile devam edebilirler. Seçenekleri tartıyorlar. Weintraub döner iskemlesini dizüstü bilgisayarından uzaklaştırıp Doeleman'a şöyle diyor: "Bu gece Chandra uydusunun gözlem verileri de var." Doeleman başıyla onaylıyor. Uyuyla yapılan gözlem yabana atılacak şey değil. Doeleman biraz bekleyip konuşuyor. "Chandra bir parlama saptarsa bilim adına çok ilginç şeyler yapabiliriz."

Ne de olsa hepsi bir aradalar. Kaliforniya'daki istasyon gözlem yapıyor. Gözlem için kullanabilecekleri geceler azalıyor. Böylece gözlemin devamına karar veriyorlar. Yay A\*'nın ilk taraması sabah 02:05'te başlayacak. Karar verince Doeleman katlanan bir alüminyum iskemleye yığılıp bana "Görüyorsun ya" diyor. "Zor bir iş bu."

Dünya'nın en berrak göğünde, en berrak gecelerde bile galaksinin merkezi ve etrafını sarmalayan yoğun yıldız kümesinin insan gözüyle görülmesi neredeyse olanaksız. Görünür ışık, Samanyolu Galaksisi'nin parlayan merkez küresini tıkayan tozu ve plazmayı geçemiyor. Ama radyo dalgaları geçiyor. Bu 1932'de, Bell Telefon Laboratuvarı'nda fizikçi olarak çalışan Karl Jansky tarafından fark edildi. Ne zaman galaktik düzlem ufkun üzerine çıksa, gökyüzü radyo dalgalarıyla dolup taşıyordu. O gün bu gündür radyo gökbilimciler galaktik merkeze daha isabetli şekilde odaklanmanın çeşitli yollarını geliştirdiler.

İlk ve en önemli yöntem, bugün Olay Ufku Teleskopu'nun kullandığı yöntem. Yani coğrafi bakımdan farklı radyo teleskopları

## SHEPHERD DOELEMAN KATLANAN BİR ALÜMİNYUM İSKEMLEYE YIĞILIYOR. "GÖRÜYORSUN YA" DİYOR, "ÇOK ZOR BİR İŞ BU."

nı birleştirerek bir interferometre yapmak. Bu da farklı teleskoplardan toplanan dalgaları birleştirerek yeni ve daha güçlü bir dalga üretiyor. 1960'ların başında, Batı Virginia Green Bank'taki Ulusal Radyo Gökbilim Gözlemevi tamamlanır tamamlanmaz, gökbilimciler iki istasyonluk interferometreyi galaktik merkeze çevirdiler. Ardından, 1966 yılında nispeten düşük frekanslı radyo dalgalarını gözlemleyen gökbilimciler, şu an Yay A\* adıyla bildiğimiz şeyin ilk işaretlerini saptadılar. Çözünürlük kesin bir gözlemlerde bulunmak için yetersizdi ama sekiz yıl sonra Green Bank gökbilimcileri, daha yüksek frekanslı dalgaları yakalayabilen geliştirilmiş bir interferometreyle, galaksinin merkezinde sonderece yoğun ve parlak bir şey olduğunu keşfettiler. Merkezde jiroskop gibi duran bir şey vardı ve tüm Samanyolu onun etrafında dönüyordu. Sekiz yıl sonra gökbilimcilerden biri, Dünya'dan bakıldığında Yay takımı yıldızında görüldüğü için Yay A\* adı verilen nesneyi buldular.

O TARİHTEN BERİ GİDEREK HASSASLAŞAN detektörler ve kuvvetlenen bilgisayarlar, radyo gökbilimcilerin daha da yüksek frekansları gözlemlemesini ve galaksinin merkezine daha net bakış atmasını sağlıyor. Kısa dalga boylarından oluşan yüksek frekanslı radyasyon, daha yüksek çözünürlük sunuyor. Daha da önemlisi, galaktik merkezdeki en uç ortamdan, yani olay ufkunun hemen kenarından gelen radyasyon çok yüksek frekanslı. İki mili-

metreden daha uzun dalga boylarıyla galaktik merkezi gözlemlemenin "banyodaki buzlu camdan bakmak gibi" olduğunu söylüyor Doeleman. Oysa bir milimetre ve altına inince o buzlu cam "sihirli bir şekilde netleşiyor." Bu milimetrelik dalgaları saptamak için gökbilimcilerin seyahat etmesi gerekiyor. Atmosferdeki su buharı bir milimetre kapsamındaki dalgaları engelliyor. O yüzden de yüksek frekanslı radyo teleskoplar, atmosferin çok seyrek ve kuru olduğu, bir milimetrelik ışığın ulaşabileceği yerlere inşa ediliyor. Yani Mauna Kea gibi kuru ve yüksek yerlere. Dünyanın en kuru yeri olan Şili'deki Atacama Çölü'ndeki 5.100 metre rakımlı platoda da Atacama Büyük Milimetre Dizisi'nin (ALMA) inşaatı şu an sürüyor.

Pek yakında dünyanın en güçlü radyo teleskop dizisi olacak olan ALMA'nın Olay Ufku Teleskop Dizisi'ne 2015'te katılması bekleniyor. ALMA, diziyeye katılınca Doeleman'ın gezegeni kaplayan dizisinin en kritik istasyonu olacak. ALMA'yla birlikte Olay Ufku Teleskopu'nun Yay A\*'nın olay ufkunu görmek için gereken veri toplama kapasitesine kavuşması, iki, belki de üç önemli teleskop daha gerektiriyor. Ekibin en gelişmiş donanımlarını (Haystack'te geliştirilmekte olan ve bugünkülerden sekiz kat hızlı veri kaydı yapabilen yeni kayıt aygıtları dahil) her istasyona kurmaları gerekecek. Ama bu iş de bitti mi, sanal teleskop bir görüntü sunacak kadar veri toplayabilecek.

TÜM RADYO TELESKOP GÖRÜNTÜLERİ gibi bu da göğün küçük bir parçasının, Yay A\*'nın hemen civarının bir haritası olacak. Her bir pikselin parlaklığı, göğün o noktasından yayılan radyasyonun yoğunluğunu gösterecek. Buna ulaşmak için tek bir mükemmel gece yetebileceği gibi, birkaçiyi gecenin gözlemlerinin birleştirilmesi de gerekebilir. Ancak bir dizi gözlemin sonunda illaki bir görüntü elde edilecek. Kuramcılar bu görüntünün nasıl olacağını tahmin etmek için süper bilgisayarları kullandılar. Eğer karadelik sakınse, teleskop etrafı parlak haleyle çevrili karanlık bir disk görmeli. Tıpkı güneş tutulması gibi. Diskin bir tarafında şişkin bir ışık küresi olabilir. Bu, adına sıcak nokta (hotspot) denen ve olay ufkunun yürümesinde dönerek büyüyen, öbeklileşmiş bir madde bulutu. Eğer Yay A\* devasa bir madde bulutunu yerken görüntülenirse, karadelik bir ateş topu gibi görünebilir.

Doeleman, teleskopun veri toplamaya Yay A\*'nın gölgesine odaklanmadan yıllar önce başlayacağını ve ardından yıllar boyu buna devam edeceğini söylüyor. Doeleman ne kadar çok teleskop eklerse o kadar fazla ayrıntı görülebilir. Yine de bazı kuramcılar, bilimsel açıdan bu görüntünün amacından şaştığını söylüyor. Broderick "bu işin tüm amacının ve sonucunun bir görüntü elde etmek olduğunu düşünmüyorum" diyor. O gözle bakılırsa, görüntü adeta bir şeker gibi. Bu şekilde bakılırsa Olay Ufku Teleskopu da neredeyse kaza eseri bir sanat eseri yaratmak için tasarlanmış bir bilim projesi.

Yerel saat 2:30'u gösterdiğinde Olay Ufku Teleskopu'nun üçte ikisi, artık ufkun üzerinde, alçakta olan Yay A\*'dan gelen sinyalleri kaydediyor. Primiani terminalinden akan verileri okuyor ve sessizliği bozuyor. "Vay be, Yay A\* bu gece amma da parlak."

Haberler neredeyse sinir bozucu. Doğru, bu geceki veriler iyiyse ve Chandra bir parlama yakalarsa gecenin bulguları, Arizona'daki



## Çanak anten ağı

Olay Ufku Teleskopu, ilerde dört kıtaya yayılmış sekiz radyo teleskop dizisinden oluşacak şekilde büyüyebilir.

- 1 Milimetre Altı Dizisi**  
James Clerk Maxwell Teleskopu  
Caltech Milimetre Altı Gözlemevi  
Mauna Kea, Hawaii
- 2 Milimetre Dalga Boylu Gökbilim Araştırmaları İçin Birleşik Dizi**  
Cedar Flat, California

- 3 Milimetre Altı Teleskopu**  
Graham Dağı, Arizona
- 4 Atacama Büyük Milimetre Dizisi**  
Atacama Milimetre Altı Teleskop Deneji  
Atacama Pathfinder Deneji  
Chajnantor Platosu, Şili
- 5 Büyük Milimetre Teleskopu**  
Sierra Negra, Meksika
- 6 Güney Kutbu Teleskopu**  
Güney Kutbu, Antarktika
- 7 Plateau de Bure Interferometresi**  
Grenoble, Fransa
- 8 IRAM 30 metrelik teleskopu**  
Granada, İspanya

## TELESKOP, PARLAK HALEYLE ÇEVRELENMİŞ KARANLIK BİR DISK GÖRMELİ

teleskopun çalışmamasına rağmen ilginç olabilir. Hem bu işin daha yarını da var. Fakat şimdilik ekip, gecenin gözlemine adeta bir sabır testi gözüyle bakıyor.

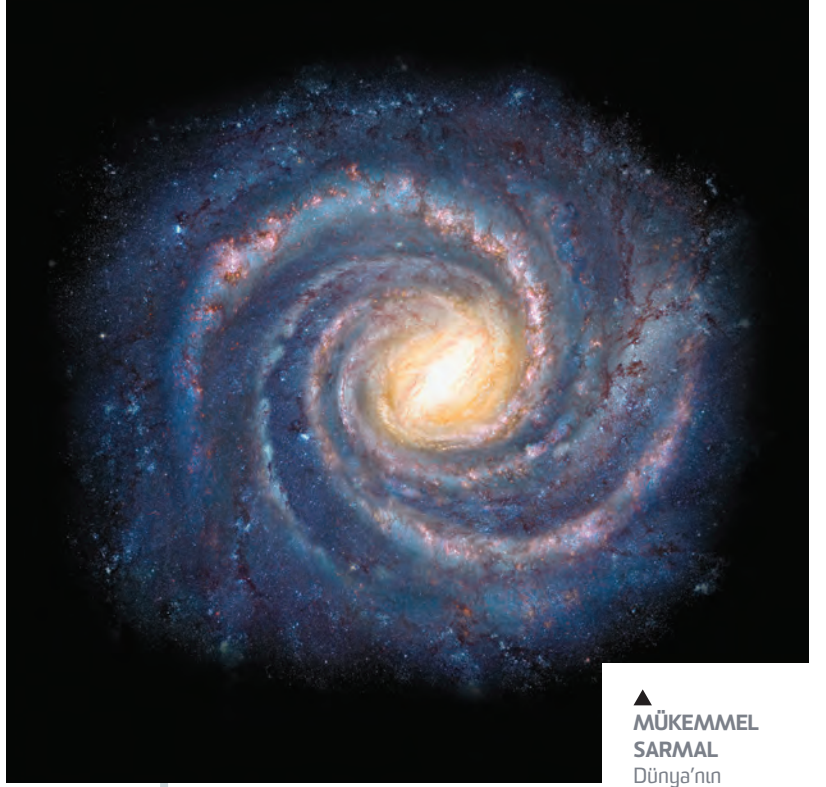
Doeleman, iskemlesinde aya yaslanıp gözlerini yumuyor. Weintroub'un ise yere uzanmasıyla uykuya dalması bir oluyor. Diğer herkesin gözü ise monitörlerinde. Hiçbir şey olmadan iki buçuk saat geçiyor. Kaldı ki beklenen bu zaten. İşlerin sıkıcı olması, radyo gökbilim için iyi bir şey. 1987 tarihli First Light (İlk Işık) adlı kitabında yazar Richard Preston, çağın en büyük gökbilimcileriyle Palomar Dağı'nın kontrol kulesinde olduğunu, daha önce hiçbir insan gözünün değmediği düzinelerce galaksinin gözlem ekranından geçtiğini yazmıştı. Buradaysa işler öyle yürümüyor. Şimdilik EHT, gerçek fotoğraflar değil de sadece ipuçları ve vaatler sunan uzun pozlamalı, daha yarısı tamamlanmış bir fotoğraf makinesi gibi.

Sabahın beşinde herkes ayakta ve hala kontrol monitörlerinin önünde oturmakta olan Rurik Primiani iyice sabırsızlanıyor. "Sence yeteri kadar veri toplamış mıyızdır?" diye soruyor Doeleman'a. "Asıl soru bir şeyler toplayıp toplamadığımız" yanıtını alıyor. CARMA'nın ne yaptığını kim bilir? SMT0'nun ne yaptığını ise hepimiz biliyoruz."

Her şey durgunlaşıyor. Saatin geç olmasını fırsat bilip daha önce sorduğum soruyu tekrar yöneltiliyorum Doeleman'a: Neden karadelikler? "Karadelik, evrende gidip de geri dönemeyeceğin tek yerdir" diyor. "Kuramda, doğru uzay gemisini yaparsan güneşin merkezine bile gidip dönebilirsin. Bir nötron yıldızının merkezine gidebilirsin. 'Vay be, burası amma da sıkışıkmiş!' diye şikayet edersin" diyor, nötron yıldızı kutusundan kaçmaya çalışan pantomim taklidi yaparak. "Ama daima dönüşü vardır. Oysa bir karadelikten geri dözemezsin. Bu da çok ürpertici. Ödümü koparıyor."

**SABAHIN ALTISINI BİRAZ GEÇE,** Doeleman doktora sonrası araştırmacıları uyandırıp makineleri kapatmaya hazırlanırken, Weintroub'la dışarı çıkıp gün doğumunu izlemeye karar veriyoruz. Taş döşeli yoldan arabayla asıl zirveye çıkarken "Feci sıkıcıydı" diyor. Onca hazırlık, Hawaii'deki muhteşem hava... Hepsine Arizona'daki teleskopun sürücü motorundaki bozukluk gölge düşürmüştü. Ama SMT0 grubu, teleskopu tamir edebilirse ve üç istasyonda da hava böyle devam ederse yarın gece güzel olabilir. "Tek bir iyi gece hepsini unutturabilir" diyor.

Bilim insanları sırf Samanyolu'nda bile milyonlarca karadelik



### ▲ MÜKEMMEL SARMAL

Dünya'nın Samanyolu'nun ikinci sarmal şeridindeki yerliyle galaksi merkezindeki karadelik arasında 26.000 ışık yılı mesafe var

olabileceğini düşünüyor. Böylesi şiddet dolu bir şeyin bu kadar yaygın olması o kadar absürt, o kadar anlaşılmasa bir şey ki, insan kendi varoluşunu sorguluyor. Karadelikler gerçekten çok korkunç. Felsefecilerin bize yüzyıllardır söylediği şeyi anımsatıyorlar:

Dünyanın kendisini insula görmüyoruz. Tüm gördüğümüz, gölgeleri. Doeleman'la daha sonra konuştuğumda ertesinin çokiyi geçtiğini öğreniyorum. Teknisyenler, SMT0'daki bozuk motoru tamir etmişler. Üç sitede de havaiyiymiş. Böylece galaksinin merkezindeki karadelik görünüşü biraz daha netleşmiş.

Birkaç hafta sonra Olay Ufku Teleskopu'nun başarı olasılığı konusunda fikir almak için, eskiden kendisi de Yay A\*'yı aramış olan, Ulusal Radyo Gökbilim Gözlemevi'nin emekli müdürü Fred Lo'ya telefon ettim. Doeleman ile ekibinin gerçekleştirmeye çalıştığı şeyin çok zor olduğunu, ancak benzeri görülmemiş bir şey olmadığını söyledi. Dediğine göre, Soğuk Savaş döneminde Amerikalı gökbilimciler, çok uzun taban hattı interferometre gözlemleri için Sovyet meslektaşlarıyla anlaşmışlar. Amerikalı bilim insanları, Washington'da durup atom saatlerini kalibre etmiş, sonra güvenlik izinlerini alıp peşlerinde atom saatiyle Moskova'ya uçmuşlar. Doeleman ile arkadaşlarının karşısında çözüm bekleyen nice sorun var, ancak Demir Perd'e'yi aşmak onlardan biri değil. "Bilim camiasının daima başardığı tarzda bir şey bu" diyor Lo. "Bir gün bu da olacak."

Seth Fletcher, POPULAR SCIENCE'in kıdemli editörü ve Bottled Lightning: Superbatteries, Electric Cars, and the New Lithium Economy kitabının yazarıdır.

# BEN

**İLK ÖZERK SALDIRI UÇAĞI, UÇAK GEMİLERİNE İNECEK,  
DÜŞMAN HAVA SAHASINA GİRECEK VE HAVACILIĞIN  
GELECEĞİNİ DEĞİŞTİRECEK**



# SAVAŞ UÇAĞIYIM

YAZAN CLAY DILLOW

FOTOĞRAFLAR DOUGLAS SONDEERS





**UÇAN KANAT** Özerk X-47B gökyüzünde, iniş takımları kapalıyken tüm kanat açıklığı boyunca kaldırma kuvveti oluşturuyor. Ters uçurtma tasarımı, radar sinyallerinin geri dönmesini en aza indirgeyerek uçağın fark edilmesini güçleştiriyor.

# ÖNÜMÜZDEKİ YIL HAVANIN BERRAK OLDUĞU BİR GÜN,

ABD Donanması'nın saldırı jetleri gibi koyu martı grisine boyanmış insansız bir hava aracı, Maryland'deki Patuxent River Donanma Hava Üssü'ndeki pistten havalanacak. Sonra Chesapeake Körfezi'ne doğru dönecek, Atlantik Okyanusu'nda kıyıda birkaç mil açıkta bekleyen bir uçak gemisine doğru rotasını takip edecek. Uçak gemisine yaklaşırken hava trafik kontrolüyle bağlantıya geçecek, güvertesubaylarından iniş izni isteyecek, sonra rüzgarın ve geminin hızını, hatta güvertenin hafifçe sallanmasını bile dikkate alarak alışı başlayacak. Pilotlar, uçak gemisine inişin tüm havacılıktaki en zor işlemlerden biri olduğunu söylüyor. X-47B bunu pilotsuz gerçekleştirecek.

X-47B, dünyanın ilk özerk savaş uçağı. Kalkıştan inişe kadar hiç insan müdahalesi olmadan (ya da minimum müdahaleyle) uçuyor. Henüz cephede kullanıma hazır değil, bir prototipten ibaret olmakla birlikte (ABD Donanması buna teknoloji gösterim aygıtı diyor) mühendisler, bu uçağı düşman hava sahasına girmesi, uçaksavar toplarından ve havadan karaya füzelerden sakınması, saldırması ya da keşifte bulunması için tasarlamış. Önümüzdeki yılın başında ilk görevini tamamlayacak olan X-47B bir uçak gemisine iniş yapan ilk insansız uçak olacak. Bu da ileride ABD Donanması'nın dünyanın herhangi bir yerinden, çarpışma bölgesine uçak gemilerinden havalanan insansız uçaklarla sorti yapabileceği anlamına geliyor.

X-47B, robotik uçuşta büyük bir sıçrama sayılabilir. ABD ordusunun Afganistan, Pakistan, Yemen ve bazen de ABD üzerinde uçan neredeyse 10.000 insansız hava aracı (İHA) bulunuyor. Mühendisler, böylesi hava araçları için "insan müdahalesi zorunlu" araçlar diyor ve bu aygıtlar yakınlardaki bir kara üssünde ya da bir kıta ötedeki komuta merkezindeki insanlar tarafından kullanılıyor. X-47B ise insanların sadece gözetiminde olan bir sistem. Genel görev üstünde insanların söz söyleme hakkı olsa da, anlık kararların tümünü uçağın robot beyni alıyor.

Bu tarz sistemler, uçuş dışında da giderek yaygınlaşıyor. Bilim insanları son on yıldır özerk sualtı

araçlarıyla okyanus diplerinin haritasını çıkarıyor. ABD Enerji Bakanlığı eskiden nükleer silah test alanı olan Nevada Ulusal Güvenlik Bölgesi'nde devriye gezmesi için özerk kara taşıtları kullanıyor. Hatta çiftçiler de tarlaları sürmek ya da hasadı toplamak için özerk traktörleri kullanmaya başladı. X-47B'yi bu sistemlerden ayırt eden ise çalıştığı ortamın doğası. X-47B terk edilmiş bir atık sahasında veya boş bir tarlada değil de, denizde yol alan uçak gemilerinde çalışmak üzere tasarlanmıştır.

Beş yıllık geliştirme sürecinin ardından Northrop Grumman'ın ve ABD Deniz Kuvvetleri'nin İnsansız Hava Muhabere Sistemleri (UCAS) grubunun mühendisleri, bu kadar karmaşık bir ortamda çalışabilecek kapasitede bir robot beyin geliştirmişler. Bu beyin akıl almaz miktarda uçuş verisini işleyebiliyor, neredeyse anlık kararlar verebiliyor ve havadaki uçağı uçak gemisinin iniş pistine kusursuz biçimde indirebiliyor. Tasarımcıların karşısında artık bir başka zorluk var, o da insansız uçağı insanlarla çalışmayı öğretmek.

\*\*\*

**ROBOTİK ÖZERKLİK**, ilke itibarıyla otomasyondan farklı bir kavram. Otomatik sistemler önceden programlanmış, tekrarlanan görevleri yerine getiriyor ve onlarca yıldır havacılıkta kullanılıyor. Örneğin ABD Deniz Kuvvetleri 1990'ların başından beri F/A-18 savaş jetlerini otomatik olarak indirmek için radar kontrollü bir sistemden faydalanıyor. Fakat özerklik, kendini yönetme becerisi demek. Değişen durumları doğru değerlendirmek, dinamik yanıtlar vermek demek. Kimi modern otomatik pilot sistemlerinin de kısmi özerkliği var. Bu sistemler, örneğin insanlardan izin almadan seyir hızını ayarlamak için gaz kolunu çekebiliyor ya da uçağın ağırlığını dengelemek için tanklar arasında yakıt aktarabiliyorlar. Fakat insanlar yine emniyet görevi görüyor ve kontrollerden birkaç santim uzakta duruyor.

### TEST SAHASI

Pax River, VX-23 ya da Salty Dogs adıyla da bilinen efsanevi Hava Test ve Değerlendirme Filosu'na ev sahipliği yapıyor. Bu filonun pilotları, F-14 ve F/A-18'in deneme uçuşlarını da yapmıştı. Sağda X-47B'nin tekerlek yuvası görüldüğü.





## BEN SAVAŞ UÇAĞIYIM



ABD Kara Kuvvetleri ve Hava Kuvvetleri içinse otomatik ya da yarı otomatik İHA'ları karadaki üslerden kaldırarak tehditlerden arındırılmış hava sahalarına sokmak, askeri operasyonlarda büyük önem taşıyor. Fakat Deniz Kuvvetleri'nin uçak gemisi görevlerinde bu aletler hiçbir işe yaramıyor. Yaygın olarak kullanılan Predator ve Reaper İHA'ları bir uçak gemisinin güvertesinden havalandırılmayacak kadar büyük ve yavaş. Görünmeden görev yapamayacak kadar iri, karadan havaya fırlatılan füzelerden ya da uçaksavar ateşinden kaçamayacak kadar da hantallar. O yüzden de tehditlerin olduğu hava sahalarında uçmaları mümkün değil. Daha küçük, daha hızlı ve çevik olsalar bile bunları video yardımıyla, joystick kullanarak uçak gemisine indirmek neredeyse olanaksız.

ABD Deniz Kuvvetleri, 2007 yılında X-47B ihalesini Northrop Grumman'a verdiğinde üç şartı vardı. Öncelikle uçak, uçak gemilerinden inip kalkabiliyordu. Düşman radarlarına yakalanmamalıydı. Son olarak da otomatik değil, özerk olmalıydı. Ekibin elinde zaten daha önceden tasarlanmış bir görünmez gövde mevcuttu. Bu gövde, adına ters uçurtma denen bir uçan kanat konfigürasyonuna sahipti. Hatları keskin olmayan uçak, güçlü radar izi yansıtmıyordu. Ekibin bu gövdede karar kıldı ve uçağın kanat açıklığını sadece 20 metre olacak kadar küçük tuttu. Kanatlar uçağın güvertedeki hangarda kolayca saklanabilmesi için katlanıyor. Aynı zamanda F-15 ve F-16 savaş uçaklarında kullanılan Pratt & Whitney F100 jet motorunu ekleyerek uçağın pervaneli Reaper ya da Predator İHA'larından çok daha hızlı ve güçlü olmasını sağladılar.

X-47B'nin temel tasarımı tamamlanınca mühendisler uçağın duyuları üzerinde çalışmaya başladı. GPS donanımını, ivmeölçerleri, altimetreleri, jiroskopları ve gizli tutulan diğer donanımları eklediler. Hepsinin de amacı, uçuş kontrol bilgisayarına özerk uçuşu sürdürmek için gereken bilgiyi sunmak. Mühendisler, ek olarak sayısal bilgilerin yer istasyonu ya da

uçak gemisiyle en aşağı 50 deniz mili mesafeden değiş tokuş edilebilmesini sağlayan yüksek hızlı veri bağlantısı da geliştirdiler.

\*\*\*

BİR GRUP MÜHENDİS, donanıma eğilirken bir diğer grup ise yapay zeka katmanı tarafından kontrol edilen çok karmaşık bir otomatik pilot sistemi inşa etti. Yazılım, algılayıcıların verilerini uçuş bilgisayarı için kararlara ve komutlara dönüştürüyor. X-47B'yi eğitmek için yazılımı on binlerce sanal görevde çalıştırdılar, bir dizi simüle edilmiş koşullarda zorladılar ve her seferinde kodu daha da iyileştirdiler.

2010'un Temmuz ayında Northrop'un Palmdale, Kaliforniya'daki Plant 42 üretim tesislerinde X-47B bir tıra yüklenip Şubat ayında ilk

**SANAL GERÇEKLIK** Mühendisler Pax River'da bir hava trafiği kontrol merkezi (solda) ve uçuş kulesi yapmışlar. Burada programcılar tıpkı bir uçak gemisinin güvertesindeki gibi simülasyon yapıyor. Yukarıda: X-47B'nin altında test uçuşlarını gözlemlemek için bir kamera yer alıyor.

### ▶ 50 deniz mili

X-47B uçak gemisinin hava trafik kontrol merkeziyle (CATCC) iletişime geçiyor ve diğer insanlı / insansız uçaklardan uzakta, bir bekleme paterni çizmeye başlayarak iniş sırasını bekliyor. Ardından hava trafik kontrolörleri X-47B'ye yaklaşma izni veriyor.

## Tekerlekler aşağı

X-47B uçak gemisine pilotsuz nasıl inecek?



◀ **HAZIR UÇAK** Mühendisler X-47B'yi neredeyse tamamen ellerinde olan parçalardan yapmışlar ancak özerk hareket yazılımı sıfırdan yazılmış.

## MÜHENDİSLERİN X-47B'Yİ SEKTEYE UĞRATMADAN, İNSANLARLA AKICI BİÇİMDE ÇALIŞABİLECEK BİR SİSTEME DÖNÜŞTÜRME GEREKİYOR.

uçuşunu yapacağı Edwards Hava Kuvvetleri Üssü'ne doğru yola koyuldu. O gün geldiğinde yüksek ve ince bir bulut örtüsünün altında, bir grup Northrop yetkilisi ve Donanma personelinin gözleri önünde uçak, pistte bağırarak ok gibi atıldı, kalktı ve üssün tepesinde, 1.500 metre irtifada daireler çizerek, yerdeki araştırmacılara sürekli bilgi yollayarak tam 29 dakika uçtu. Mühendisler X-47B'nin sınırlarını görmek için bu tarz 50 uçuş yapmayı planlamışlardı ancak uçak o kadar iyi ve tutarlı çalışıyordu ki, 16. denemeden sonrasına gerek görmediler. Sıradaki adım, uçağı uçak gemisine hazırlamaktı.

Bir pilotun uçak gemisine yaklaşması, dünyadaki en karmaşık ve hataya en az olanak tanıyan anlardan biri. Uçak yüzlerce kilometre hızla yol alırken, rüzgarın estiği güverte de bir sürü pilot, uçak ve güverte personeli çeşitli görevler gerçekleştiriyor. Bir pilot iniş izni istediğinde hava trafik kontrolörleri ya yaklaşma izni veriyor ya da pilotu bir bekleme paternine yönlendiriyorlar. Aynı zamanda pilota hava ve güverte koşullarını bildiriyorlar. Yaklaşma sırasında pilot genelde ışık sinyalleri ve görsel işaretler veren iniş sinyalizasyon subayına (LSO) güveniyor. Ana uçuş kontrol kulesi, yani PriFly'da yer alan bir diğer subay da (hava patronu diye anılıyor) operasyonu baştan sona takip ediyor. Tekerleklerin piste

değmesine saniyeler kala LSO inişle ilgili son sözü söylüyor ve uçak düzgün yaklaşmadıysa ya da rota tehlikeli görünüyorsa ellerini sallayarak pilota tekrar denemesini işaret ediyor.

Uçak gemilerine uçak indirme işleminde 2. Dünya Savaşı'ndan bu yana hatırı sayılır bir değişim gerçekleşmedi. Yakın vadede gerçekleşeceği de yok zaten. O yüzden de asıl sorun, X-47B'yi hiç sekteye uğratmadan, insanlarla çalışabilecek bir sisteme dönüştürmek. Mühendisler soruna birkaç farklı yoldan yaklaştılar. Öncelikle, pilotlarla hava trafik kontrolörleri arasında geçen konuşmanın büyük kısmını otomatikleştirdiler. Böylece yakıt düzeyini ya da irtifayı hava trafik kontrolüne sesli şekilde bildirmek yerine, uçak bu bilgiyi veri bağlantısıyla doğrudan kuleye iletiyor. Ayrıca iniş koşullarının sözlü tarifi yerine de geminin konumunu, hızını ve yönünü geminin algılayıcılarından saniyede 100 defa okuyarak yolunu buna göre belirleyebiliyor.

Uçakla insan arasında doğrudan iletişimin kaçınılmaz olduğu noktalarsa, tasarımcılar sözlü komutları dijital bir dile dönüştürmüş. Öncelikle, 100 küsur sayfalık operasyon kılavuzunu sadece 53 kritik komuta indirgemişler. Bunlardan birçoğu uçağın pistte ilerlemesiyle, kalkışla, uçuş kontrolleri ve diğer güvenlik rutinleriyle ilgili. PriFly'daki arabirimle çalışan hava patronu, sıradan bir pilota verdiği komutları X-47B'ye de verebiliyor. LSO'lar için de yeni bir araç var: Tasarımcılar, LSO'ların kullandığı ve adına "turşu" dedikleri aleti X-47B'yle doğrudan iletişim kurup son iniş iznini verecek ya da iptal edecek şekilde değiştirmişler.

### 10 deniz mili

X-47B gemiye yaklaştıkça saniyede 100 defa gemiyle bilgi alışverişi yapıyor. Bu verilerde geminin konumu, rotası, güverte hareketi, rüzgar hızı gibi bilgiler var ve bu, X-47B'nin hareketlerini geminin hareketine göre ayarlamasını sağlıyor.

### 1 deniz mili

İniş sinyalizasyonu görevlisi (LSO) uçakla görsel bağlantı kuruyor, X-47B'nin yaklaşma ve alçalma eğrisine bakıyor. Tıpkı insan pilotlar gibi bu uçak da son iniş izni için LSO'nun kararını bekliyor. LSO, adına "turşu" denilen bir avuç içi aygıtı sayesinde X-47B ile iletişime geçiyor.

### İniş 3/4 mil kala

LSO'dan iniş izni alan X-47B iniş geçiyor. Tıpkı normal bir pilot gibi piste tam hızla yaklaşıyor. Böylece kancası durdurma halatına takılmazsa tekrar kalkış yapması mümkün oluyor. Güverteye iniş yapan X-47B, artık özerk olmaktan çıkıyor ve bir teknisyen uzaktan kumandayla uçağı pistten uzaklaştırıyor.

### İniş iptali

Gerek LSO gerekse X47B uçuş karakteristiklerinde (süzülme açısında, rüzgar hızında) önceden programlanmış parametrelerin dışına çıkılırsa inişi yarıda bırakabiliyor. Böyle durumlarda X-47B, uçarak uçak gemisinin önüne geçiyor, sonra dönüp tekrar inmeye çalışıyor.



## BEN SAVAŞ UÇAĞIYIM



Ekip, iletişim kesintiye uğrarsa neler olacağına da karar vermiş. Yaklaşma sırasında veri bağlantısı başarısız olursa ya da LSO, X-47B'nin yaklaşmasını iptal ederse, hava aracı uçak gemisini ve diğer uçakları geçip geniş bir daire çizerek şansını tekrar deniyor. Eğer iletişim tamir edilemeyecek şekilde kesildiyse X-47B kendine karada inecek bir yer arıyor, o da olmazsa son çare olarak okyanusa çakılıyor.

UCAS grubu temel iletişim yazılımını ve arabirimleri hazırlayana kadar X-47B teknik olarak uçak gemisine iniş yapmış olabilir. İki yana yatan bir uçak gemisi güvertesinde bile, araştırmacılar iniş sırasındaki hata payının bir metre civarında olacağını düşünüyor. Soru, X-47B'nin insanlarla çalışıp çalışamayacağı değil, insanların onunla çalışıp çalışamayacağı.

\*\*\*

ARALIK 2011'DE DENİZ KUVVETLERİ X-47B'yi Pax River adıyla da bilinen Patuxent River'a yolladı. Bu test tesisi, dünyada yapay uçak gemisi güvertesine sahip iki yerden biri. Bu güvertede buharlı katapult ve uçak durdurma halatları bile var. Mühendisler, yazılım hatalarını gidermek ve uçak gemisi personeline eğitmek için simülasyon odaları inşa etmişler. Bunlardan biri hava trafik kontrol merkezinin bire bir kopyası. Radar ekranlarından tutun da iletişim aygıtlarına kadar ne ararsanız var. Diğer ise dört ekrandan iniş hava patronunun gözüyle görebileceğiniz PriFly'in bir kopyası. Uçak gemisine yapacağı ilk gerçek uçuşa kadar, mühendisler X-47B'yi Pax River'daki eğitim güvertesine kaldırıp indirecek, katapultla fırlatıp durdurma halatlarıyla yakalayacaklar. Aynı zamanda hava trafik kontrolörleri, hava patronları ve LSO'lar da sanal kalkış ve iniş senaryolarını simülasyon odalarında çalışarak bu işleri başarıyla tamamlamak için gereken deneyim ve özgüveni kazanacak. Uçak gemisine indikten sonra X-47B Pax River'a dönerek bir sonraki dönüm noktasına hazırlanacak: Havada

**KUYRUK RÜZGARİ**  
Pervaneli insansız hava araçlarının aksine X-47B'nin bir Pratt & Whitney F-100 jet motoru bulunuyor. Bu, F-15 ve F-16'da kullanılan motor.

otonom yakıt ikmali. Bu da 2014'te gerçekleşecek.

Şu an X-47B programı, havada özerk yakıt ikmalinin ardından bitecek gibi görünüyor. Ardından ne olacağını bilen yok. Donanma da prototiple ilgili planlarını kimseyle paylaşmıyor; tek söyledikleri, X-47B'nin hiçbir zaman aktif görevde kullanılmayacağı. Uçağın iki adet silah bölmesinden her biri 1 tonluk bomba taşıyabiliyor, ama bu asla gerçekleşmeyecek. Şu anda bölmelerden biri veri toplama aygıtlarıyla dolu, diğeri boş. X-47B'nin daha geliştirilmesi gereken yerler de var. Uçak şu anda elle verilen sinyalleri ve diğer görsel işaretleri algılayamıyor. O yüzden de pistte ve güvertede hareket ederken, insanlar tarafından yönlendirilmesi gerekiyor.

X-47B, bir teknoloji tanıtım aygıtı olmanın ötesine geçemese de, ardında yatan düşünce, uçuşu sonsuza dek değiştirecek. Tasarımcıların bundan sonra askeri uçaklara bu tarz özellikler ekleyeceği neredeyse kesin. Hatta belki ticari uçaklarda da benzer şeyler göreceğiz. Şubat ayında ABD Kongresi, FAA'nın (Federal Havaçılık Dairesi) NextGen adlı programının gerçekleştirilmesi için dört yıl süreli, 63 milyar dolarlık bir bütçe ayırdı. Bu plan, Amerika'nın ulusal hava alanının güncellenmesi ve sayıllaştırılmasını kapsıyor, tıpkı Deniz Kuvvetleri'nin uçak gemilerinin etrafındaki hava sahasını sayıllaştırması gibi. NextGen'de mühendisler radarın yerine GPS'i koyacaklar. Uçaklar gerek kulelerle, gerekse insanlı ya da insansız uçaklarla bir veri bağlantısı üzerinden haberleşecek (bütçede sivil insansız hava araçlarının 2015 yılına kadar ulusal hava sahasına entegre edilmesi zorunlu koşulmuş). NextGen sistemi, pilotların hedefler arasında daha dolaysız uçuş rotası belirlemesini sağlayacak, uçuş sürelerini kısaltacak ve verimliliği artıracak. Mühendisler, X-47B'nin özerk çalışma sisteminin sıradan, insanlı bir uçağı da yönetebileceğini ispatladılar. Geçtiğimiz yaz bu sistem bir F/A-18 savaş jetinin elektronik donanımına bağlandı. 2 Temmuz'da jet USS Eisenhower uçak gemisine 36 kez yaklaştı, 16 kez tamamen durmadan yeniden kalkış ve altı defa da durdurma halatıyla iniş yaptı. Testler sırasında çok deneyimli bir pilot, önlem olarak kokpitte bulunuyordu ancak uçağın kumanda koluna elini sürmesi bile gerekmedi.

Clay Dillow PopSci.com'a katkıda bulunan yazarlardan. ⑤

# Higgs

## İnsanlık İçin Büyük Bir Adım Peki Sırada Ne Var?

İsviçre'nin Cenevre kentindeki Avrupa Nükleer Araştırma Merkezi'nde yapılan çarpıştırıcı deneylerinde Higgs bozonunun özelliklerini taşıyan bir parçacık bulunduğu açıklandı.

YAZAN **Tuna Emren**

CERN'deki Büyük Hadron Çarpıştırıcısı'nın (LHC) Atlas ve CMS hızlandırıcılarında iki yıldır devam eden deneylerin sonuçları 4 Temmuz'da Uluslararası Yüksek Enerji Fiziği konferansında paylaşıldı. Tüm dünyada büyük yankı uyandıran bu keşif bilim dünyasında modern fiziğin mihenk taşı olarak görülüyor.

Parçacık hızlandırıcı deneylerinde yaklaşık 50 yıldır araştırılmakta olan Higgs bozonu, Standart Model Teorisi'nin henüz bulunamamış olan tek eksik parçasıydı. Günümüz fiziğini şekillendiren bu teorinin kurucularından Peter Higgs tarafından başlatılan çalışmalarla hesaplanan Higgs bozonu, daha sonra fizikçi Léon Lederman tarafından Tanrı Parçağı olarak adlandırılmıştı. Higgs, neredeyse evreni oluşturan tüm parçacıkları tek başına yöneten bir bozon.

50'li yıllarda madde çekirdeğini oluşturan proton ve nötronların incelenmeye başlanması ile yeni parçacıklar keşfedildi, Sir Isaac Newton'dan devralınan fiziğin kuralları değişmeye başladı. Önce baryon ve mezon adı verilen bu yeni parçacıkların, ardından nötron ve protonların oluşturduğu anlaşılana kadar bulunması fizik dünyasında büyük bir devrim yaratmıştı. Bu durum, 30'luyıllarda neredeyse tamamlanmış sayılan fiziğin köklerinden sarsılması anlamına geliyordu. Yeni gelişmelerin neticesinde, bi-

etkileşime giriyor ve onlara kütle kazandırıyor.

1965'de Kuantum Elektrodinamiği'ne getirdiği yaklaşımla Nobel fizik ödülünü alan ünlü fizikçi Richard Feynman'ın bulmuş olduğu Feynman diyagramlarının kullanılmasıyla, Standart Model'de kullanılan üç kuvvet etkileşimi sembolize edilebiliyor.

Atom altı parçacık etkileşimleri; Elektromanyetik, güçlü ve zayıf çekirdek kuvveti alanlarında üç farklı şekilde gerçekleşiyor.

Kuark ve leptonlar zayıf çekirdek kuvvetini, proton ve nötronlar güçlü çekirdek kuvvetini oluşturan parçacıklar. Bu alanlar aynı zamanda tüm evreni şekillendiren 4 temel fizik kuvvetini temsil ediyorlar. Fizik dünyası, evrenin büyüüp, soğumaya başladığında bu dört kuvvet ile şekillenmiş olduğunu düşünüyor. 4. kuvvet olan kütle çekimi (yerçekimi) haricinde hepsi bir arada çalışıyorlar. Bilimsel anlamda henüz evrenin oluşumundan hemen sonraki yerçekimi değerlerini tarif edemiyoruz. Bu nedenle Standart Model'e dahil edilemeyen tek kuvvet, 4. kuvvet olan yerçekimi. Bu durum Standart Model'in en büyük eksikliği olarak kabul ediliyor.

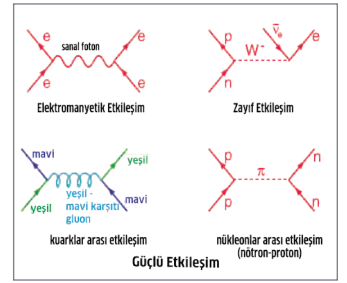
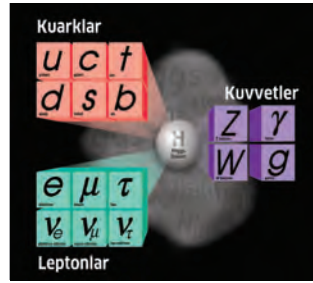
Elektromanyetik kuvvet ile güçlü ve zayıf çekirdek kuvvetleri, taşıyıcı parçacıkları vasıtasıyla, parçacıklar arasında bir etkileşim

## Kuark ve leptonlar zayıf çekirdek kuvvetini, proton ve nötronlar güçlü çekirdek kuvvetini oluşturan parçacıklar.

lim insanları evreni ve onu meydana getiren maddeyi anlayabilmek için daha modern bir algıyla yaklaşarak parçacık fiziğinin doğuşuna öncülük ettiler. Keşfedilen altı adet kuarkın yanı sıra, lepton adı verilen altı adet yeni parçacık bulundu. Böylece madde çekirdeğini oluşturan en temel alt parçacıkların fermiyon olarak adlandırılan kuark ve leptonlar olduğu anlaşıldı. Dahası, bu parçacıklar henüz açıklanamamış olan bir biçimde birbirleriyle etkileşime giriyor ve yüklerini değiştirebiliyorlardı.

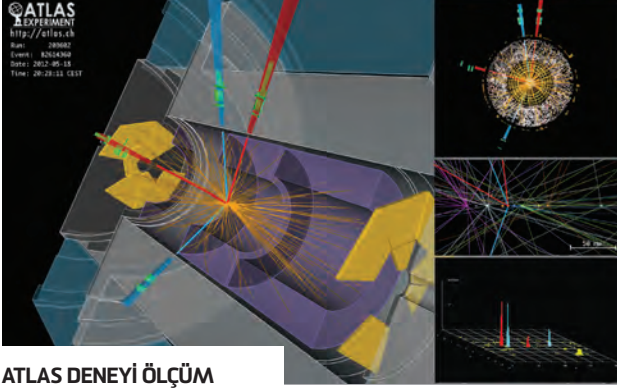
Bulunan parçacıkların birbirleri ile girdikleri etkileşimi açıklamak konusunda fizikte büyük bir boşluk oluşmuş ve yeni kuramlara ihtiyaç duyulmuştu. Parçacıkların incelenmesine dayanan kuantum fiziğinin doğuşu ile bilim dünyası 'Her Şeyin Teorisi' olmaya en yakın aday olan Standart Model ile tanıştı. Temelde aranan kuram, sabit ve standart olan belirleyici bir modeldi. Atom altı parçacıkların davranış modellerini açıklayarak evrenin oluşumunu anlayabilmek adına ortaya atılan en güçlü teori ise Standart Model...

Aralarında Peter Higgs'in de bulunduğu altı fizikçi tarafından yaratılan kuramın belkemiğini Higgs Alanı oluşturuyor. Parçacıkların nasıl kütle kazandığını açıklamak üzere yaratılan Higgs Alanı teorisi, fermiyonların bu elektromanyetik alanda değiştiğini söylüyor. Yük değişimini tetikleyen faktör ise sadece Higgs Alanı'nda varlığını sürdüren bir bozon. Bozonlar, fizikçi Satyendra Nath Bose tarafından keşfedilen, fermiyonlara güç yükleyebilecek değere sahip, yani daha bilimsel anlamıyla spini tam sayı olan parçacıklar. Özetle; Higgs bozonu adı verilen bu parçacık, proton, nötron ve kuark gibi diğer parçacıklarla Higgs Alanı'nda



**PARÇACIK ETKİLEŞİMLERİ** Yukarı, aşağı, güzel, tuhaf, üst ve alt olarak adlandırılan altı farklı kuark bulunuyor. Bu parçacıklar hem kendileriyle, hem de leptonlarla etkileşime girebiliyor, birleşerek yeni kuark modelleri yaratabiliyorlar. Leptonlar ise; elektron, elektron nötrino, muon, muon nötrino, tau ve tau nötrinolarından oluşuyor. Leptonlar zayıf çekirdek kuvveti ile yönetildikleri için ölçülmeleri de oldukça zor.

**STANDART MODEL ETKİLEŞİMLERİ** 1965'de Kuantum Elektrodinamiği'ne getirdiği yaklaşımla Nobel fizik ödülünü alan ünlü fizikçi Richard Feynman'ın bulmuş olduğu Feynman diyagramlarının kullanılmasıyla, Standart Model'de kullanılan üç kuvvet etkileşimi sembolize edilebiliyor.



### ATLAS DENEYİ ÖLÇÜM VERİLERİ

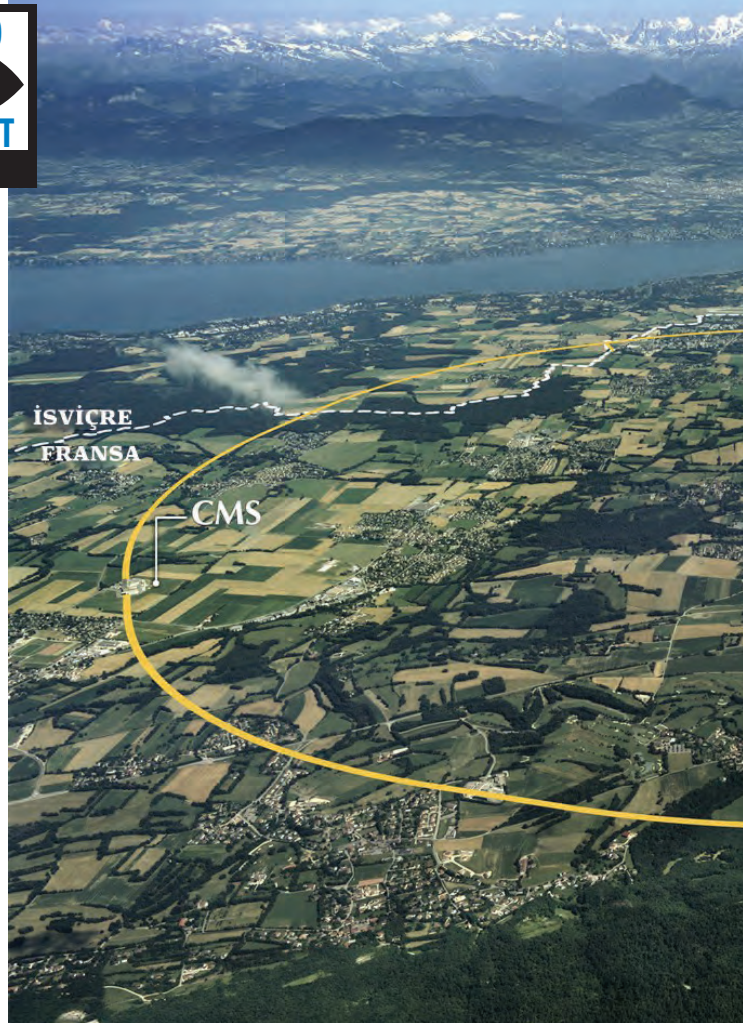
Kuantum fiziği ölçümlerinde kesin değerler olmadığı için, elde edilen verilerin kalitesini belirlemek üzere bazı ölçüm standartları kullanılıyor. 5 sigma seviyesi ve üzerinde yapılan ölçümler en güvenilir sonuçların yakalandığını gösteriyor. ATLAS ve CMS deneylerinde yapılan eş zamanlı ölçümlerde ulaşılan sinyal kalitesi, daha önce hiçbir hızlandırıcı deneyinde başartılmamıştı.

yaratılmasına öncülük ediyorlar. Elektromanyetizm bu etkileşimi elektrik ve manyetik alanlar oluşturarak, fotonlar aracılığıyla gerçekleştiriyor. Zayıf çekirdek kuvveti W-Z bozonları yoluyla, güçlü çekirdek kuvveti ise gluonlar ile etkileşim yaratıyor.

Teorik olarak incelenmiş fakat ancak çok yüksek enerji seviyelerindeki ölçümlerle ulaşılabileceği için günümüze kadar izine rastlanamamış olan Higgs bozonu, aslında oldukça istikrarsız bir karaktere de sahip. Bazı par-

çacıklarla yoğun olarak etkileşime girdiği halde, bazılarıyla hiç ilgilenmiyor. Ayrıca kütle değeri çok fazla olduğundan, ortaya çıktığı an kaybolan bir bozon. Tüm bunlar onun ölçülebilmesini de oldukça zorlaştırıyor. Bu nedenle CERN'den 4 Temmuz 2012'de Higgs olduğu düşünülene bir bozon bulunduğuna dair yapılan açıklama bilim dünyasında büyük dalgalandırmalar yarattı. LHC deneyinde alınan sonuçlar, 125 gigaelektronvolt (GeV) kütle değeri ve 5 sigma sinyal seviyesinde gerçekleştirilen ölçümler ile elde edildi. 5 sigma seviyesi milyonda bir yanılma payı sergiliyor ve sonuçları veri olmaktan çıkartarak keşif değerine taşıyor. Dolayısıyla, bulunan parçacığın gerçek olduğu kanıtlanmış durumda. Fakat Higgs'in özelliklerine sahip olan bu bozonun "Higgs'in ta kendisi" olduğuna dair net veriler ancak deneyin devamında elde edilebilecek. CERN Genel Müdürü Rolf Heuer de bu nedenle, "Bir şey bulduk ve bu Higgs bozonunun özelliklerini sergiliyor," diyor ve deneyin devamında ulaşılabilecek sonuçların çok önemli olduğunun altını çiziyordu. Yine de LHC deneyinin ulaştığı ölçüm başarısı neredeyse Ay'a ayak basmak veya DNA'nın keşfi ile aynı değerde. Bilim adamlarının ihtiyatlı yaklaşımları, bulunan parçacığın teoride tahmin edilmiş olandan daha farklı bir kütlede olmasından kaynaklanıyor. CERN fizikçilerinden Joe Incandela'nın sunumunda belirttiği üzere; Keşfedilen bu parçacık, şu ana dek rastlanan en ağır kütleyle sahip.

Kuantum fiziği olasılıklar üzerine kurulu. Bu nedenle atom altı parçacık teorisi ve deneylerinde bir olasılık belirlendiğinde, matematiksel olarak gerçek ve sanal sayıların bir arada kullanılması ile hesaplanıyor. Sanal sayılar, kuantum dalga fonksiyonu



denen iki matematiksel fonksiyonun çarpılmasıyla elde ediliyor. Yapılan hesaplamalar, ölçümlerde ulaşılabilecek hedefleri belirlemekte. CERN'ün LHC deneylerinde elde ettiği veriler, bu hedefler üzerinden şekilleniyor ve ölçüm aygıtlarıyla yakalanan bir kayıt haline geliyor. Böylece evrenin büyük patlamadan sadece birkaç nanosaniye sonrasındaki durumunu mikro ölçekte yaratabildikleri LHC hızlandırıcılarında atom altı parçacıklara ait izleri ölçebiliyorlar. LHC mühendislik tarihindeki en karmaşık ve en büyük makine. Atlas ve CMS dedektörlerinde yapılan ölçümler, 3.000'den fazla bilgisayar sistemi kullanılarak değerlendiriliyor ve çarpışmalar gerçek zamanlı olarak analiz edilebiliyor. Geçtiğimiz yıl yapılan ölçümlerde, ATLAS Higgs'in değerini 126 GeV -kütle enerji yasasına göre bir protonun ağırlığı 1GeV'dir-, CMS ise 127GeV olarak tahmin etmişti. Bu değerlere ulaşmak için -273°C'de, yapay olarak hızlandırılmış proton ve anti-protonlar, 27 km. uzunluğundaki tüneli saniyede 11.600 kere turlayarak ışık hızına yaklaşıyor ve birbirleriyle kafa kafaya çarpıştırılıyorlar. Veriler parçacıkların çarpışma sonrası geriye bıraktığı 'jet' diye adlandırılan enkazdan elde ediliyor.

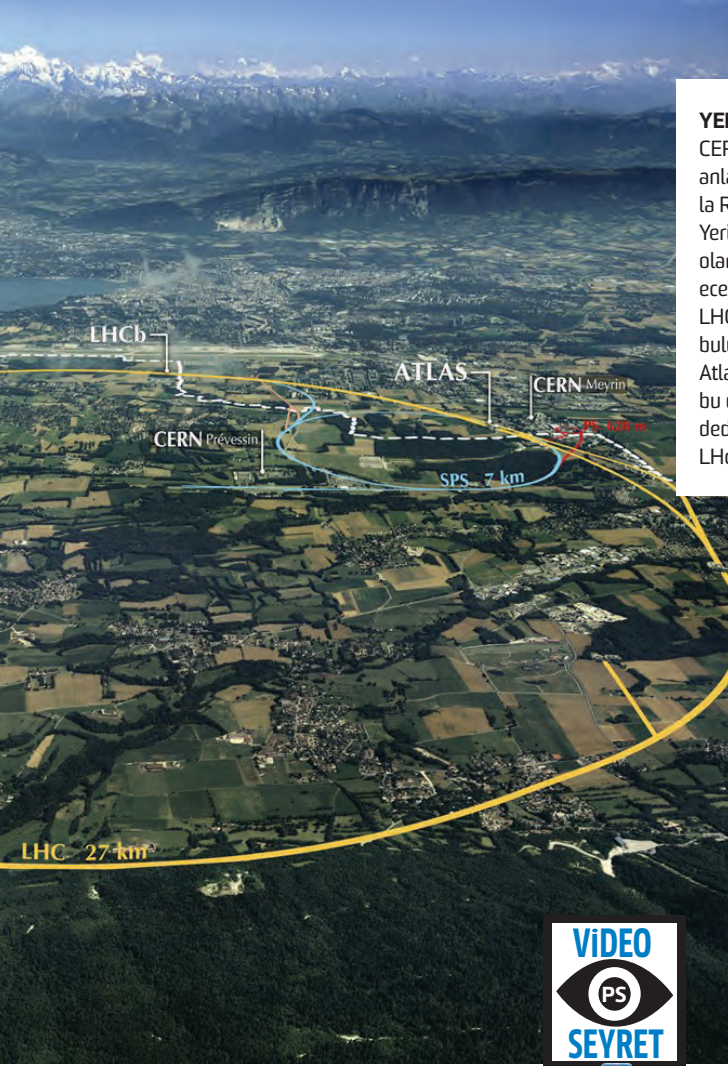
### Higgs'in Keşfi Bilim Dünyasını Nasıl Etkileyecek?

CERN, yeni bulunan parçacığın Higgs olabileceğini açıkladığından bu yana, buluşun önemi ve evren hakkındaki algılarımızı nasıl değiştireceği üzerine küresel ölçekte bir beyin fırtınası başla-



## YERALTINDAKİ DEV

CERN, Nükleer Araştırmalar için Avrupa Konseyi anlamına gelen Fransızca "Conseil Européen pour la Recherche Nucléaire" sözcüklerinin kısaltması. Yerin 100 m altında ve 27 km uzunluğunda olan çarpıştırıcı tünelleri ile bir kenti içine alabilecek kadar geniş alana kurulmuş olan CERN'de LHC deneyinde kullanılan 7 farklı dedektör bulunuyor. LHC'nin en büyük dedektörleri olan Atlas ve CMS genel amaçlı çarpıştırıcılar. Ayrıca bu deneyde kullanılmamış olan diğer önemli dedektörlerden Alice kuark-gluon plazmalarını, LHcB ise b-kuark ve b-mezonlarını inceliyor.



## *LHC deneyinde bulunan Higgs'in, Standart Model'de tahmin edilmiş olandan farklı bir kütleyle sahip olması, fizik dünyasını oldukça hareketlendirdi.*

di. Higgs bozonu tüm evreni açıklayan bir parçacık değil. Ancak bulunmasıyla birlikte, bir anda fizik dünyasında yapılacak yeni deney ve araştırmalar için ekstra fon sağlanmaya başlandı bile.

Aslında gündelik hayatımızı çok fazla etkilemeyecek olan bu keşif, kullandığımız elektronik sistemleri, bilgisayarları, iletişim veya yakıt teknolojilerimizi değiştirmeyecek. Fakat parçacıkların ışımasonucundayadığı radyasyonun kullanılmasıyla, ışın tedavisi teknolojisi daha da geliştirilebilir gibi görünüyor.

Kısa dönemde hayatlarımıza pratik açıdan pek bir şey kazandırmayacak olsa da, LHC deneyinde bulunan Higgs'in, Standart Model'de tahmin edilmiş olandan farklı bir kütleyle sahip olması fizik dünyasını oldukça hareketlendirdi. 10 Temmuz'da CERN'den yapılan yeni bir açıklama ile bu bozonun SüperSimetrik Higgs olarak adlandırılabilirliği söylendiğinde, bir bakıma SüperSimetri teorisi ile Standart Model'in birleştirileceğinin de sinyali verilmiş oldu. Atlas Deneyi'nden Fabiola Gianotti bu durumu şöyle özetledi; "Eğer bu parçacık Standart Model'de tanımlanan Higgs bozonu değil de, aynı şekilde davranan fakat kuralları baştan yazılacak yeni bir bozon ise, onu diğer teorilerle birleştirme konusunda fiziğin işi de kolaylaşacaktır."

### **Karanlık Madde'nin Sırrı Çözülecek mi?**

Newton fiziğinin tüm alt yapısını oluşturan kütle çekimi, tıpkı mikro ölçekteki parçacıklarda geçerliliğini yitirdiği gibi, makro ölçekli galaksiler söz konusu olduğunda da kullanılmıyor. 1998 yılında Hubble Uzay Teleskopu ile gözlemlemeye başladığımız

galaksilerin bildiğimizden daha farklı bir yörünge mekaniğine sahip olduğu anlaşıldı. Kütle çekimi yasaının güneş sisteminde geçerli olup, galaksilerde olmamasının bir sebebi olmalıydı. Bilim adamları bu durumun, yıldızların çevresinde yoğun miktarlarda bulunan, onları muazzam bir kuvvetle itip çekebilen bir maddeden kaynaklandığını düşündüler ve ona Karanlık Madde ismini verdiler. Galaksilerin yörünge mekaniği kurallarını değiştiren Karanlık Maddeyi tamamen emdiği için görülemiyor, ölçülemiyor ve içeriği anlayamıyoruz.

Karanlık Madde hakkında yapılan son araştırmalarda görüldü ki; Bu madde, bir yıldız olan Güneş etrafında -tuhaf bir biçimde- yok denilecek kadar az miktarlarda bulunuyor. Aslında bu durum kozmolojinin tahminlerine uymuyor ve bilim adamlarının onun hakkındaki fikirlerini gözden geçirmeleri gerektiğini gösteriyordu. Bir sonraki adım olarak Avrupa Uzay Ajansı'nın (ESA) uzaydan veri toplayacak olan Gaia sondası kullanılacak. 2013 yılında uzaya gönderilecek olan Gaia'nın asıl görevi Samanyolu'nda yapacağı ölçümlerle galaksimizin üç boyutlu bir haritasını oluşturmak. Fakat yolculuğu sırasında elde edilecek olan bilgiler, Karanlık Madde'nin sırlarını da aydınlatılabilir.

Evrenin yaklaşık %25'ini kapladığı tahmin edilen Karanlık Madde'nin neden orada olduğu tam olarak bilinmiyor. Bu gizem bir yandan makro boyutlarda, evrenin derinliklerine doğru yollanan uzay sondaları ile araştırılırken, diğer taraftan CERN laboratuvarlarında mikro ölçekli parçacıklar düzeyinde cevaplanabilir. Standart Model'e göre Higgs olmasa, madde kütle kazanamaz ve

## HIGGS PARÇACIĞI

Karanlık Madde de oluşamazdı. Bu nedenle CERN'de yeni bulunan parçacığın enerji alanında yapılacak olan LHC deneyleri, Karanlık Madde'nin anlaşılması konusunda büyük önem taşıyor.

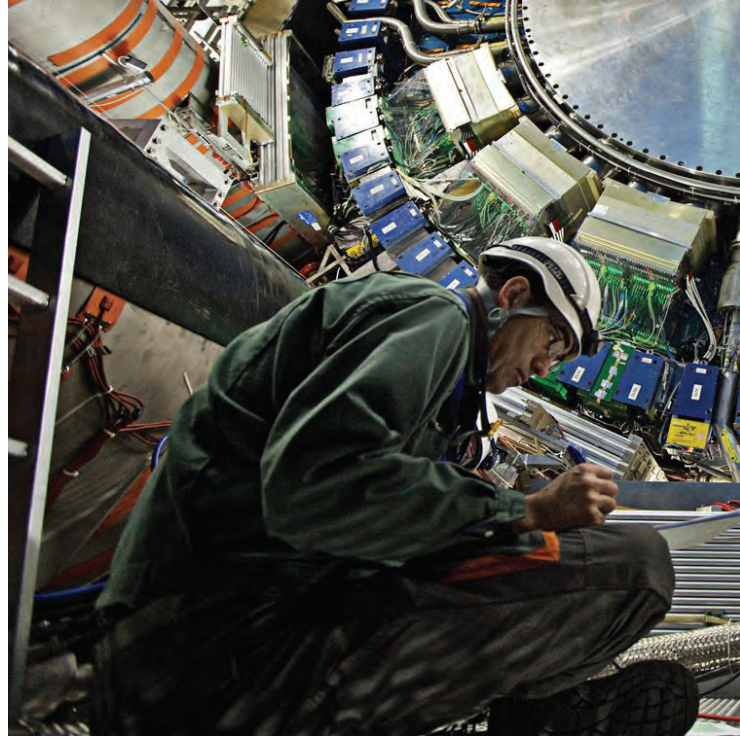
### Boşlukta Gizlenmiş Olan Bilgi

Higgs Alanı görülemeyen ve içeriği bilinmeyen bir alan. Aslında bir nevi 'boşluk' sayılıyor. İnsan DNA'sının %95'i, maddenin %99,9'u ve uzayın büyük bir çoğunluğu da tanımlanamayan boşluklardan oluşuyor. Bir başka deyişle; Evrenin önemli bir bölümü, henüz anlaşılammış olan boş alanlar ile çevrili. Higgs'in varlığı bilim dünyasının tüm bu alanları tekrar değerlendirmesi gerektiğini gösterecek. Çünkü tıpkı Higgs Alanı'nda olduğu gibi, boş olduğunu sandığımız bu oluşumlar henüz farkında olmadığımız bir takım zengin içerikleri barındırıyor olabilirler. Hatta bir çeşit bilgi iletimi gerçekleştiriyor olma ihtimalleri bile var.

Boşlukta gizlenmiş bilgi, modern fiziğin en yeni kuramlarından olan Akıllı Tasarım (Intelligent Design) görüşünün çok önemli bir parçasını oluşturuyor. Bu teoriye göre evrenin yaşam için tasarlandığı düşünülüyor ve amaçsızca meydana gelmiş boşluklara ihtimal verilmiyor.

### LHC'nin Bir Sonraki Adımı Ne olacak?

CERN bilim adamları, hala devam eden LHC deneyinde artık kütlesini belirleyebildikleri Higgs parçacığını dahayakından ince-



lemeye başlayacaklar. Böylece hem evrenin doğal bir parçası mı yoksa başka parçacıklardan oluşmuş bir bileşik mi olduğu, hem de davranış biçimi açıklığa kavuşacak. Hızlandırıcı deneylerinin verimli ve ölçülebilir olmasından sorumlu CERN yöneticisi Steve Myers, Temmuz sonunda bir basın toplantısı daha yaparak yeni verileri paylaşacaklarını ilettili. Bu yılsonuna kadar aynı enerji seviyesinde sürdürülecek olan LHC deneyi, 2013'ün ilk aylarında sonlandırılacak ve laboratuvar bakım çalışmaları nedeniyle yirmi

## CERN'ün Tarihi Keşifleri



CERN, hızlandırıcı deneyleri için çalışmalarına başladı.

PS (Proton Synchrotron) hızlandırıcısı faaliyetlerine başladı ve ilk kez parçacık deneyleri yapıldı.

1959



Dünyanın ilk proton-proton çarpıştırıcısı ISR (Intersecting Storage Rings) operasyona başladı.

1971

Kuark-antikuark bileşiminden oluşan J/ parçacığı keşfedildi. Bu buluş ile bilim adamları Sam Ting ve Burt Richter, ilk kez yeni bir çeşit parçacık gözlemledikleri için 1976 Nobel fizik ödülünü aldılar.

1974

SPS deneyinde, zayıf çekirdek kuvvetinin taşıyıcı parçacıkları olan W ve Z bozonları keşfedildi. Böylece Standart Model'in Elektrozayıf Teorist kanıtlanmış oldu. Bu başarıları nedeniyle deneyi yöneten bilim adamları Carlo Rubbia ve Simon Van der Meer 1984 Nobel fizik ödülünü aldılar.

1983

Jack Steinberger, Léon Lederman ve Mel Schwartz geliştirdikleri nötrino ışınlama yöntemi ile muon nötrinoyu keşfettikleri ve leptonların iki içerikleri yapısını ölçebildikleri için Nobel fizik ödülünü aldılar.

1988

1954

1957

İlk hızlandırıcı laboratuvarı SC (Synchrocyclotron) kuruldu.



1968

Georges Charpak'ın kurduğu yeni dedektör teknolojisi, hızlandırıcı deneylerinde devrim yarattı. Bu dedektörler daha sonra radyo-biyoloji alanında da kullanıldı. Charpak 1992 yılında bu buluşu ile Nobel fizik ödülünü aldı.

1973

Gargamelle kabarcık laboratuvarında, parçacıkların etkileşiminde rol alan nötral akımlar ispatlandı ve Elektrozayıf Akımlar kuramı kanıtlanmış oldu.

1976

300 GeV enerji seviyesinde çalışan ve 7 km uzunluğundaki tünelde uygulanan proton hızlandırıcısı deneyi SPS (Super Proton Synchrotron) görevine başladı.

1986

SPS'de ilk defa ağır iyonlar çarpıştırıldı.





### SERVİS ZAMANI

LHC hızlandırıcılarında kullanılan devasa mıknatıslar, her deneyin sonunda uzunca bir süre bakıma alınıyor.



sadece %4'ünü açıklayabilen Standart Model'in yetersiz bir teori olduğunu belirten Kaku, bambaşka bir parçacık bulunduğunu ve Higgs olarak duyurulduğunu söylüyor. Kaku, daha modern bir kuram olan Sicim Teorisi'nin tüm evreni açıklamak için üretilmiş en tutarlı mekanizma olduğunu düşünen bilim insanlardan biri.

"Mevcut sonuçlarla heyecanlanmak için henüz erken," diyor CERN Araştırmaları Direktörü Sergio Bertolucci, "Bana öyle geliyor ki, bir dönüm noktasında bulunuyoruz; Yeni veriler bize gerçek sonuçları gösterdiğinde, geleceğin neyde şekilleneceğini de bileceğiz."

Gelecekte hangi teorinin geçerli olacağını anlayabilmek için şimdilik CERN'ün 2013 yılında sunacağı son verileri beklememiz gerekiyor. Zira olasılıklara dayanan kuantum fiziğinde her an, her şey olabilir.

Örneğin parçacığın Higgs olduğu kanıtlanamazsa, fizik dünyası Sicim Teorisi gibi daha modern teorilere yönelme eğilimi gösterebilir. Fakat yakın gelecekte elde edilecek olan veriler bu bulguyu güçlendirirse, Standart Model, Süper Simetri Teorisi ile birleştirilecek ve evren hakkındaki sorularımız daha geniş bir alanda cevaplanmaya çalışılacak gibi görünüyor.

ay boyunca kapalı kalacak.

Geleceğimizi nasıl değiştireceği henüz tam olarak kestirilemiyor olsa da, Higgs'in bilim dünyasının hayal gücünü tetikleyeceği ve zaman içinde büyük buluşlara yol açabileceği söylenebilir. CERN'ün bu buluşu, deneyin devamında elde edilecek olan verilerle kanıtlanırsa, Higgs bozonu yüz yılın en önemli keşiflerinden birine dönüşecek. Diğer bir taraftan Japon asıllı ünlü fizikçi Michio Kaku'ya göre; Aslında Higgs bozonu bulunmuş değil. Evrenin



27 km uzunluğundaki tüneldeki parçacıkların çarpıştırılabilmesine olanak sağlayan, dünyanın en büyük hızlandırıcı deneyi LEP (Large Electron-Positron) faaliyete geçti.

1989



NA48 deneyinde madde-antimadde asimetrisinin en hassas ölçümleri yapıldı. Antimaddenin anlaşılabilmesi için bu deneyde hala LHCb laboratuvarında devam ediliyor.

1993

Prof. Walter Oelert önderliğindeki LEAR (Low Energy Antiproton Ring) deneyinde, dünyada ilk kez antimadde partikülleri bir araya getirilerek anti hidrojen atomları yaratıldı. Bu deneyle birlikte kuantum fiziğinin, kimyasal bağları açıklamak için de kullanılabileceği anlaşılmış oluyordu.

1995



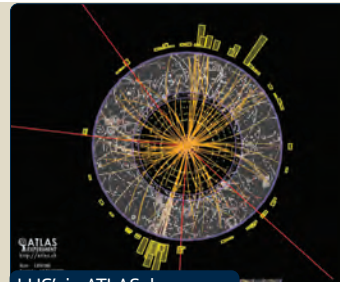
ATHENA ve ATRAP deneylerinde anti hidrojenler kullanılarak binlerce antimadde atomu yaratıldı. Madde ile antimadde arasındaki farkları ortaya koyan bu deney, evrenin yapısının anlaşılmasında çok büyük bir öneme sahipti.

2002

Dünyanın en karmaşık ve en büyük makinesi olan Büyük Hadron Çarpıştırıcısı (LHC) göreve başladı. Böylece çok yüksek enerji seviyelerindeki deney ve ölçümlerin yapılabildiği yeni bir döneme girildi.



2008



LHC'nin ATLAS deneyinde, moleküler iletişim gücüne sahip olabileceği düşünülen Chi\_b (3P) parçacığı bulundu.

2011

1990

İnternet bulundu. CERN bilim adamı Tim Berners-Lee, dünyanın her yerindeki bilim insanlarının tek bir ortamda bilgi paylaşabilmesi amacıyla www sistemini (world wide web) kurdu.

1994

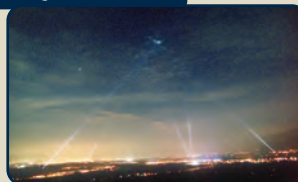
Web 10 milyon kullanıcıya ulaştı ve tüm dünyaya açılmasına karar verildi. Bir sene sonra Windows 95 ile dünya çapında kullanılmaya başlandı.

1999

NA48 deneyinde doğrudan yük/parite bozumu (CP violation) keşfedildi. Bu keşif madde ile antimadde arasındaki simetrisinin bozulmuş olduğunu kanıtlıyordu.

2004

CERN 50. yılını kutladı.



2010

ALPHA deneyinde ilk kez 38 adet anti hidrojen atomu ayrıştırıldı.

2012

LHCb deneyinde 'Yukarı', 'Tuhaf' ve 'Güzel' adı verilen üç adet kuarkın birleşiminden oluşan ve nötr baryon grubunda yer alan Xi\_b^{\*} parçacığı keşfedildi. ATLAS ve CMS deneylerinde 125 GeV kütle değerine sahip olan ve Higgs olduğu tahmin edilen bir bozon bulundu.

# “Kuantum Fiziği olasılıklar fiziğidir, atomaltı parçacıklardan yola çıkarak evrenin sırlarını araştırır.”

Maddeyi oluşturan parçacıklar, atomaltı dünyalarında, bildiğimiz tüm kuralları alt üst ederek davranış modellerini değiştirme kabiliyetine sahipler. Yani önceden tahmine dayalı bir mekanizmaları yok ve türlü olasılıklarla şekilleniyorlar.

Fiziğe getirilen bu modern yaklaşım, 1900 yılında Max Planck'ın siyah cisimlerin ışımaya teorisi hakkındaki araştırmaları ile başladı. O zamana kadar ışığın şiddeti ve enerjisinin birbiriyle doğru orantılı olduğu düşünülüyordu. Oysa Planck, ışığın enerjisini etkileyen faktörün 'frekans' olduğunu anlamıştı. Bu durum üzerine Einstein, ışığın 'foton' olarak bilinen parçacık paketleri ile taşındığına dair bir teori oluşturdu. Yapılan deneylerde hem dalga, hem de fotonlarla taşınabildiği görüldü. Hangi şekilde davranacağı ise sadece kendisini izleyen gözlemciye göre şekilleniyordu. Kuantum fiziği; ister bir gezegen olsun, ister atomaltı parçacık, hiçbir şeyin tedirgin edilmeden gözlemlenemeyeceğini söyler. Madde üzerinde yapılan tüm gözlem ve deneylerde gözlemcinin yaşamsal bir önemi vardır. Yani madde, kendisini izleyen gözlemciye göre, atomaltı parçacıklar bazında oluşturduğu davranış modelini değiştirebilir.

## Kuantum fiziği ve olasılıklar

Kuantum fiziğinin gelişiminde büyük katkısı olan fizikçi Werner Heisenberg, bu durumun ölçülemez belirsizlikler yarattığını görmüş ve gözlemin bir momentum ölçümü, ışığın davranışının ise konumsal bir ölçüm gerektirdiğini belirtmişti. Bu teori Belirsizlik İlkesi olarak kabul edildi. Danimarkalı fizikçi Niels Bohr ise sadece gözlemci etkisindeki yapıları ölçümlerin geçerli olması gerektiğini savunuyor ve fiziğin bu şekliyle kabul edilerek tüm evrende uygulanabileceğini düşünüyordu. Bohr, teorisine Tamamlayıcılık İlkesi adını vermiş olsa da, daha sonra Kopenhag Yorumu olarak ünlendi. Bohr'un aksine, Einstein kuantum fiziğini şüpheyle yaklaşıyor ve onun bitmemiş olduğunu savunuyordu. Kuantum fiziğinin nasıl uygulanacağına dair tartışmalar devam ederken, Fransız fizikçi Louis de Broglie çok çarpıcı bir varsayım ileri sürdü; Madem ışık bazen parçacıklar gibi davranıyordu, o zaman parçacıklar da bazen ışık dalgaları gibi davranabilir miydi? Kısa bir süre sonra kristaller üzerinde yapılan bir deneyde, elektronların tıpkı dalgalar gibi davrandıkları görüldü.

Uzunca bir dönem gerici çekilen ve bu kuramı tekrar değerlendiren Einstein'ın, kuantum fiziğine en büyük katkısı, onun temel yapısına getirilen bir açıklamadan ziyade, şaşırtıcılığını gözler önüne sermesiyle gerçekleşti. Çalışma arkadaşları Boris Podolski ve Nathan Rosen ile birlikte EPR Paradoks (Einstein-Podolski-Rosen) fenomenini yaratmışlardı. EPR, bazı koşullarda, aralarında hiçbir yakın etkileşim olmaksızın, uzak parçacıkların birbirlerini etkileyebildikleri söylüyordu. Bu teori, kuantum fiziğinin kavuştuğu tartışmalı durumun doruk noktasını oluşturdu. Özellikle Kopenhag Yorumu ve EPR Paradoks karşı karşıya getiriliyordu. Tüm bu fikir ayrılıklarının nedeni ise ölçme sorunuydu. Kuantum mekaniğinin kurucularından olan Erwin Schrödinger, ünlü deneyi Schrödinger'in Kedisi ile ölçme sorununu özetledi ve hiç-



**SOLVAY KONFERANSI, 1927** Fizik dünyasında git gide çeşitlenen bu görüş ayrılıkları 1927 yılında gerçekleştirilen Solvay Konferansı'nda masaya yatırılmış fakat bilim adamları kuantum fiziğinin ne şekilde yorumlanacağı konusunda işin içinden çıkamamışlardı.

bir kuramın bir diğerinden daha doğru olmadığı fikrini ortaya attı. Schrödinger'e göre, gözlemcinin etkisiyle şekillenen bu yeni fizikte ya tüm teoriler bir arada kullanılacak, ya da hiçbiri kullanılamayacaktı. Şöyle ki: Kapalı bir kutuda ölümcül bir mekanizma ve bir de kedimiz var. Kutuya açılan yatay ve dikey kanallara dışarıdan ışık tutulur. Ölümcül mekanizma dikey kanallara bağlanmıştır. Fotonlar yatay kanaldan geçerse mekanizma çalışmaz, kedi yaşar. Fakat dikey kanaldan geçerse mekanizmayı harekete geçirir ve kedi ölür. Kutuyu açıp içine bakmadığımız sürece durumun nasıl geliştiğini bilemeyiz. Kutu kapalı kaldıkça, kedi hem yaşıyor, hem de ölü olabilir. Sonuçlar ancak kutu açılıp kedi gözlemlendiği zaman değişebilecektir.

Kuantum fiziğinin en etkileyici yönlerinden biri, gözlemci algısını fiziksel evren hakkındaki tüm görüşlerin merkezine koyuyor olması. Bu yeni fizik, bir bakıma nesnel varoluş diye bir şeyin olmadığını söylüyor. Çünkü gözlemci zihninin maddeyi doğrudan etkilediği bilimsel olarak kabul edilmiş durumda. Dolayısıyla belirsizlikler üzerine kurulu olan kuantum fiziğinde herhangi bir teorinin doğru olduğunu ispatlamak da mümkün değil. Bu durumda günümüz fiziği olasılıklar ve iyi teoriler üzerinden şekilleniyor. Matematik fonksiyonları ile hesaplanmaya çalışılan bu olasılıklar, aslında yer ve zamanda hareket eden dalgalara karşılık geliyorlar. Dolayısıyla gerçek sayılar onları hesaplamak için yeterli değil ve bilim insanları "en iyi olasılıklardan" yola çıkarak hayali sayılar yaratıyorlar. Böylece hem gerçek, hem de hayali sayıların bir arada kullanılmasıyla yaratıcılıkta sınır tanımayan teoriler oluşturulabiliyor.

Günümüzde bazı teoriler maddenin tüm gerçekliğinin gözlemci yoluyla yaratıldığını düşünüyor olsa da, bir kısmı gözlemcinin madde ile eşit miktarda ve karşılıklı etkileştiğini savunuyor. İlk grup bizi Standart Model veya Süper Simetri Teorisi'ne, ikinci grup ise paralel evrenler üzerine kurulmuş olan Sicim Kuramı ya da M-Teori'ye götürüyor.

# 2020 yaz olimpiyatları

YAZAN John Brenkus, Ian Chant, Laura Geggel | İLLÜSTRASYON John MacNeill



# Modern Olimpiyatlar 116 yıldır devam ediyor ancak birçok spor dalı tehlikeli ve skor saptamak güç. İşte en zorlu problemlere çözüm önerilerimiz



## Holografik engeller

Her yıl yaklaşık 100 binici yarışmalar sırasında düşerek yaralanıyor. Milyonlarca dolarlık bir at yere düştü mü, bileğinin burkulması gibi basit bir yaralanma bile kariyerine nokta koyabiliyor. Oysa tehlikeli fiziksel nesnelerin yerine 120 cm yüksekliğinde çitleri, 4,5 metre genişliğinde havuzları, hologramlarla yaratan bilgisayarlar konabilir. Görüş hattına yerleştirilmiş kızılötesi ışınlar bu engellerin kenarlarını kontrol edebilir ve at bu ışıklardan birinin yolunu kestiği anda foul yapıldığını hem hakemlere hem de izleyicilere bildirebilir.

## Akıllı iniş noktaları

Uzun atlamanın ya da üç adım atlamanın tam uzaklığını tespit etmek, hem zaman alıcı hem de isabetsiz olabiliyor. Atletler kum havuzuna düşünce birden çok iz bırakıyor ve yetkililer başlangıç çizgisine en yakın izleri sayıyorlar. Arizona Eyalet Üniversitesi'nden araştırmacılar, atletlerin yere düştüğü noktaya 2.016 basınç algılayıcıdan oluşan bir dizi yerleştirmişler. İniş havuzunda kumun altına yerleştirilen bu türden bir düzine halı, atletin ilk olarak nereye bastığını tam olarak belirleyebilir ve bilgisayar da sıçrayışın mesafesini hassas biçimde saptayabilir.

## Ekranlı gözlük

Yüzücüler genelde yarış bitene kadar kaçınıcı sırada olduklarını bilmezler. Oysa entegre ekrana sahip gözlükler yarış



ve çekişmeyi canlı olarak aktarabilir ve yarışmacıların hızlarını ona göre ayarlamasını sağlayabilir. Görünmeyen hidrofobik nanoparçacıklarla su geçirmez hale getirilen küçük bir bilgisayar (bu yöntem şu an cep telefonlarını suya dayanıklı kılmak için kullanılıyor) gözlüğün sağ alt kısmına yerleştiriliyor. Bluetooth sayesinde diğer yarışçıların konumunu öğreniyor ve 6,3 milimetrelik ekranda gösteriyor.

## Otomatik kale çizgisi

Futbol gibi az gollü sporlarda yanlış gol kararının sonuçları yıkıcı olabilir. Örneğin 2010 Dünya Kupası'nda Almanya ile İngiltere arasındaki maçta hakem golü vermeyince İngiltere kupaya veda etmişti. Her zaman kaleyi ve ağı net olarak göremeyen hakemlere yardım etmek için, Alman araştırma enstitüsü Fraunhofer otomatik bir gol sayma sistemi geliştirmiş. Ağın etrafındaki aktüatörler bir manyetik alan oluşturuyor. Top bu alanı geçince içine yerleştirilmiş yonga, gol olduğunu hakemin kol saatine saniyenin onda biri gibi kısa bir sürede bildiriyor.

## Geri çekilebilir trampelen

Normalde trampelen atlamada sporcunun başı, trampelin yanından birkaç santimetre farkla geçip gidiyor. Ancak talihsiz bir sporcu başını trampelene çarpabilir. Örneğin 2005 Dünya Şampiyonası'nda Amerikalı Chelsea Davis burnunu kırmış ve başına birkaç dikiş atılması gerekmişti. Kazaların en ünlüsü ise 1988 Olimpiyatları'nda Greg Louganis'in başına gelen. Hidrolik trampelen kullanmak, atlama sporunu daha güvenli kılabilir. Bu tür bir trampelen, atlayıcının trampelen düzleminin üstünde olduğu bir saniye içinde doksan santimetre geri çekilebiliyor. Bir ivmeölçer sporcunun atladığı algılayınca çekilme hareketi başlıyor.

*John Brenkus ESPN Sport Science'in sunucusu ve The Perfection Point kitabının yazarı.*

# Değişen stadyumlar

YAZAN Bjorn Carey  
İLLÜSTRASYON Graham Murdoch

Her şekilde giren stadyumlar, spor izleme alışkanlıklarımızı değiştirebilir

**RFK Stadyumu'nun** 1961'de açılmasıyla ne kadar kötü olduğunun anlaşılması bir oldu. Futbol tutkunları koltuklar alçakta kaldığı için tüm sahayı görememekten yakınıyordu. Beyzbol tutkunlarıysa sahadaki aksiyonu görebilmek için koltuklarında eğilip bükülmekten şikayetçiydi. İki sporu birden ağırlamaya çalışan stadyum, ikisini de becerememişti. ABD'de o günden beri inşa edilen bir düzine birleşik futbol – Beyzbol stadyumu da benzer eleştirilere maruz kaldı. Günümüzde bu tür çift amaçlı yapılardan sadece Oakland Coliseum kullanımda, o da seyirciler tarafından istikrarlı bir biçimde kıtanın en kötü spor sahası seçilip duruyor. Kırıklarla dolu bu karneye rağmen, kimi mimarlar hala birden çok spora hitap eden stadyumlar yapmayı düşünüyor. Biz de Popular Science olarak Kansas City'deki Populous şirketinden (dünyanın bir numaralı stadyum tasarımı firması) mimar Greg Sherlock'a bu statların geleceğini sorduk. Onun kafasındaki konsept, gerçekten şekil değiştirebilen ve modüler parçaları tıpkı Lego gibi farklı şekillerde birleşebilen bir stadyum.

## HAREKETLİ SAHALAR

Olimpiyatlar gibi bir defalık spor olayları için yeni stadyum yapmak tam bir kaynak israfı. Mesela Çin'in 2008'de Yaz Oyunları için yaptığı tesisler, şimdilerde toz topluyor. Sherlock'un yüzer stadyumu, limanı bulunan tüm şehirlere taşınabilecek, spor etkinliği için kurulabilecek ve işi bitince sökülüp tekrar deniz yoluyla gidebilecek.

## DEĞİŞTİRİLEBİLİR BÖLÜMLER

Stadyum yöneticileri, modüler koltuk kısımlarını her spor dalı için en uygun oturma konumuna getirebilecek. Futbol ve Amerikan futbolu için sahanın hemen yanlarından ve kale arkasından başlayan oturma düzeni kullanılırken, koltuklar Beyzbolda top fırlatıcının üstünde durduğu tümseği görmek için öne doğru eğilecek.

## ŞEFFAF ÇATI

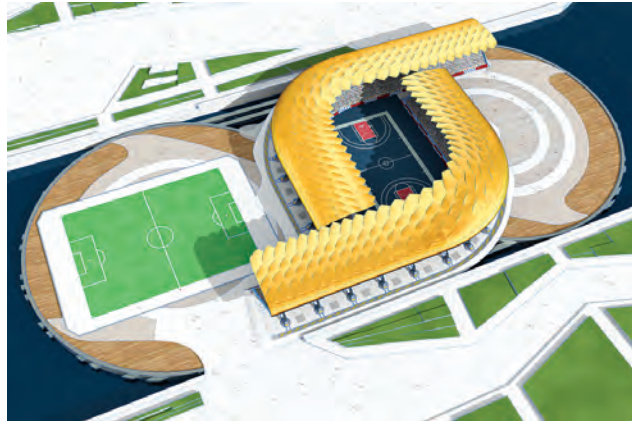
Hem açık hava atmosferini korumak hem de seyircileri hava koşullarından korumak için, ETFE denilen bir tür plastikten yapılmış şeffaf çatı kullanılacak. Paneller rüzgarı ve yağmuru önlerken panjuru andran örtücüler, gözleri kamaştıran güneşi önlemek ya da konserlerde daha iyi akustik sağlamak için bükülecek.

## SÜRDÜRÜLEBİLİR ENERJİ

Washington Redskin'lerin FedEx Sahası gibi birçok stadyum, kısmen güneş enerjisinden, rüzgardan ya da biyodizelden elde edilen elektrikle çalışıyor (ya da çalışması planlanıyor). Oysa yüzer stadyumun bunlara ek olarak bir başka temiz enerji kaynağı var: Su altındaki türbinler, gelgitin nehir akıntısının ya da deniz dalgalarının kinetik enerjisini elektrığe çevirebilir.

## BAĞIMSIZ TUVALETLER

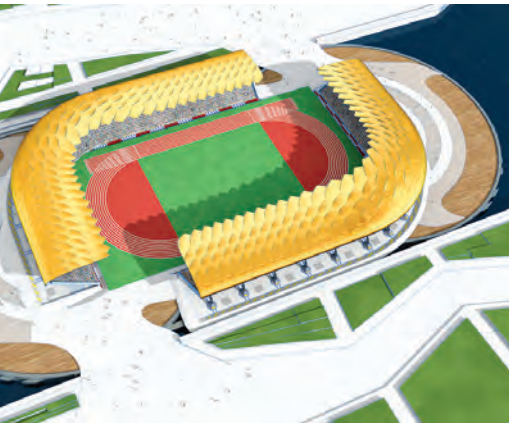
Yüzer platformlar arasına boru döşemektense (bu boruların birleşim yerlerinden sızıntı yapma ihtimali var) üstünde tuvalet ve diğer hizmet alanları bulunan platformlar, stadyumun etrafına yanaşıp kenetlenecek.





### MODÜLER OYUN ALANLARI

Oyun sahaları dubalar üzerinde olacak. Basket sahası ya da tenis kortları için gereken kaplamaların yanı sıra, futbol ya da Amerikan futbolu için 15 cm'lik toprak örtüsünün üzeri çimle kaplanacak. Bu tarz hareketli çim örtüsü görülmedik şey değil. Mesela Arizona Glendale'deki Phoenix Üniversitesi stadyumunun tüm futbol sahası tek parça bir halı şeklinde stadın ortasına açılıp toparlanıyor.

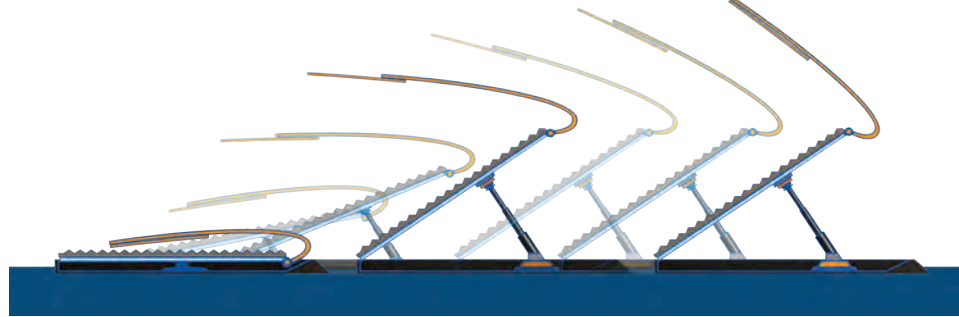


### FARK EDİLMİYEN BİRLEŞİM NOKTALARI

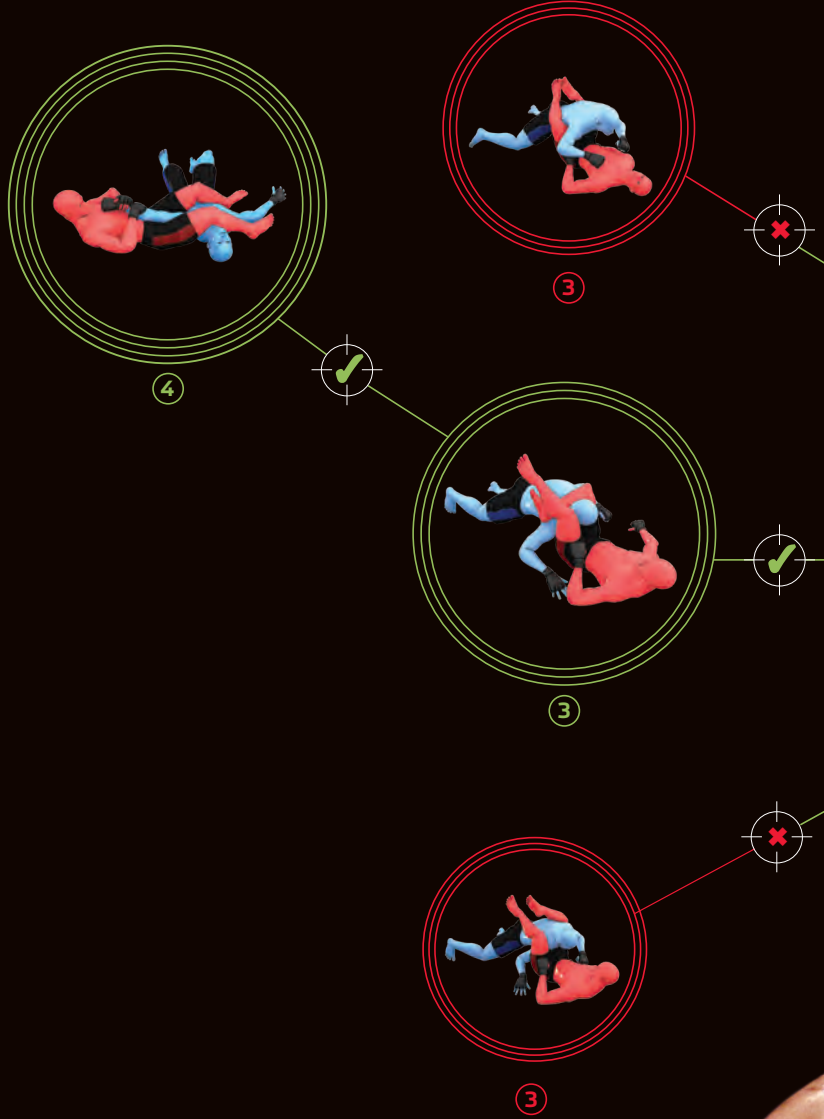
Yüzen paneller, birbirlerine iki ya da üç milimetre mesafede manyetik kilitlerle tutulacak. Oyuncuların sahayı oluşturan parçaların birleşim yerine takılmaması için her bir platform, komşularına baskı uygulayarak boşluğu dolduran basınçlı silikon contalarla çevrili olacak. Sonra bunun üstüne fazladan toprak dökülerek pürüzsüz yüzey elde edilecek.

### YÜKSELEN TRİBÜNLER

Stadyumdaki tribün tasarımının ardında yatan ilke, izleyiciyi topa mümkün olduğunca yaklaştırmak. Futbol maçındaki büyük kalabalık için suş bir kase modeli işe yararken küçük bir tenis maçı için koltukların sahaya yaklaştırılması gerekiyor. Koltuk sıraları standart, hafif hidrolik asansörler üzerinde duruyor ve düşmeye bir basısla tribünleri dikleştirmek ya da geriye yatırmak mümkün.







# KAFES

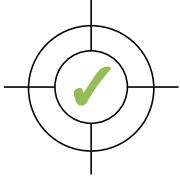
# MAĞI

Bilim MMA dövüşlerini  
nasıl değiştiriyor

YAZAN Matthew Shaer







## Greg Jackson, milyarlarca dolarlık profesyonel karma dövüş sporları sektörünün tartışmasız en başarılı antrenörü.

Jackson, Sandia Dağları'nın eteklerinden pek de uzakta olmayan Albuquerque, New Mexico'da küf kokulu, eski bir spor salonunda çalışıyor. Dövüşmekle geçen bir kariyerin ardından yassı bir buruna ve karnabaharı andıran kulaklara sahip olan 38 yaşındaki Jackson, bir sabah adına Octagon (sekizgen) denilen, duvarlarına kan sıçramış ringin tel örgülerinin içinde, iki öğrencisinin dövüşünü seyrediyor.

Öğrencilerden birisi prömiyer MMA ligi Ultimate Fighting Championship (UFC)'de hafif ağırsıklet şampiyonu olan Jon Jones. Jones, dört hafta sonra unvanını uzman bir dövüşçü ve eski antrenman arkadaşı olan Rashad Evans'a karşı korumak için ringe çıkacak. Jackson onu hazırlamak için Baton Rouge'dan gelme, The Savage (Vahşi) adıyla bilinen iri yarı bir dövüşçü olan Shawn Jordan'ı ayarlamış. Jones ile Jordan ringin ortasında karşılaşıyorlar. İlk yumruğu Jordan vuruyor. Jones geri geri gidip kollarının ön kısmıyla yüzünü koruyor.

"O boşluğu kaçırma, Jones!" diye bağıyor Jackson. "Sakin o açlıkları kapatmasına izin verme." Jordan yağmur gibi yumruk yağdırmaya başlıyor. Bana sorarsanız yumruklar organize olmaktan uzak, mantıksızca. Et, kas ve Jordan'ın ağırlığının parlak kırmızısından oluşan bir bulut gibi.

Jackson'a göreyse bu, sadece tek bir etkili yanıt verilebilecek mantıklı bir hareket dizisi. "Jones" diyor Jackson. "Yaklaş." Dövüşçü bir an tereddüt ediyor. Eğer Jordan'ın yumruklarının üstüne giderse eldiveni yüzünün ortasına yemesi işten bile değil.

"Hadi, durma" diyor Jackson.

Jones bir yumruğun altına eğiliyor ve sağ bacağını kısa bir kavis çizerek şekilde savuruyor. Tekmesi isabetsiz. Jordan tekrar yumruğunu salıyor. Bu sefer Jones iyice çömeliyor, başını bir yana eğiyor, sonra tek ayağıyla sıçrayıp uçarak bir darbe vuruyor, ardından Jordan'ın midesine güm diye dizini vuruyor. Jordan inleyip iki büküm yere yığılıyor.

"Aynen böyle, Jones!" diye bağıyor Jackson.

"Tastamam bu."

Arka cebinden bir not defteri çıkaran Jackson, dairelerden ve çizgilerden oluşan bir örümcek ağı çiziyor. Bunun, oyun kuramcılarının karar dizilerini analiz etmek için kullandığı türden bir oyun ağacı olduğunu söylüyor. Geleneksel bir oyun ağacında her bir daire (yani düğüm) kararın verilebileceği bir anı temsil ediyor. Her bir çizgi (yani kenar) ise kararın kendisini gösteriyor. Oyun ağaçları son düğümle bitiyor. Bu, ya beraberlik ya da dövüşçülerden birinin galibiyeti. Jackson bana bu oyuna ağacının Jones ile Jordan arasında ki dövüşü, Jones'un bakış açısıyla gösterdiğini söylüyor.

Başlangıçta iki adam birbirinden bir iki metre uzakta duruyordu. Jackson bir daire çizdi. Bu düğümün üç kenarı, yani Jackson'ın Jones'a kullanmayı öğrettiği üç hareket var. Tekme veya yumruk atabilir ya da Jordan'ı yere indirmeye çabalayabilirdi (bunun için Jordan'ı bacaklarının arkasından tutup yere bastırması gerekiyor). Fakat Jackson'a bu ilk düğüm "optimal" değildi çünkü Jordan iki yumruğunu da serbestçe kullanabilirdi. O yüzden, sağduyuya aykırı gibi görünse de, Jackson'ın "hasar" düğümü dediği düğümle hızla geçmek (yani Jones'un o sert diz darbesinden sonraki avantajlı konumu) ve yaklaşmak, Jordan'ın kendini toparlamasına fırsat vermemek en iyiydi. Not defterinde Jones'un içerideki pozisyonunu gösteren bir diğer daire ve o noktada verilebilecek potansiyel kararları gösteren bir dizi kenar yer alıyordu.

"İçerideyken," dedi Jackson, "diz vurabilir, aparkat atabilir ya da dirseğini kullanabilir. Orada her şeyi yapabiliirdi ve verimli bir şekilde yaptı da."

1992'de ilk spor salonunu açtığı günden bu yana Jackson, antrenman tekniklerini zenginleştirmek için matematik kullanıyor. Diğer MMA koçlarının aksine, canlı karşılaşmaları izlerken sürekli veri topluyor, eski dövüş videolarının arşivini tutarak hangi hareketlerin ne zaman işe yaradığını kaydediyor ve bir maçtaki farklı durumlarda en optimal düğümleri belirlemek için defterler dolusu oyun ağacı çiziyor. "Ringe hep laboratuvar gözüyle bakmışımdır" diyor. "Hep mantıklı ve titiz düşünmeye çalıştım."

Jackson'ın MMA'nın ilkel ve vahşi dünyasına bir nebze de olsa düzen getirme çabası, aslında spordaki daha büyük bir hareketin yansıması. Bilim, kafes dövüşünü uyarlaştırmaya değilse bile, daha incelikli hale getirmeye uğraşiyor. Özel firmalar maçlarla ilgili ayrıntılı istatistik tutuyor. MMA profesyonelleri, vuruş hızlarını ve güçlerini ölçen algılayıcılar ve monitörlerle tepeden tırnağa donatılmış durumda ESPN'de boy gösteriyor. Akademisyenler, ünlü dövüşçülerin fizyolojileri ve korkunun Octagon'daki rolü üzerine hakemli dergilerde makaleler yayınlıyor. Şimdi de birçoğu Jackson tarafından eğitilmiş dövüşçüler, bu verileri ve analizi, ringde daha

### KAFESİN KRALI

Greg Jackson'ın (solda) dövüşçüleri maçlarının %80'ini kazanıyor. Sağda: Jackson UFC hafif ağırsıklet şampiyonunu Jon Jones'a ders verirken.





## "Ringe hep laboratuvar gözüyle bakmışımdır" diyor Jackson. "Mantıklı düşünmeye çalışıyorum."

da merhametsiz ve etkili olmak için kullanıyor.

İlk UFC karşılaşması Denver'daki bir konser salonunda, 7.800 kişilik bir seyirci topluluğunun önünde gerçekleşti. Gerçekten de tuhaf bir etkinlikti. Karate ustaları boksörlerle dövüştü. Kickboxçılar ise sumo güreşçileriyle. Kural namına bir şey yoktu.

Sonraki on yıl içinde eleştirilenleri ve eyalet atletik komisyonlarını tatmin etmek için UFC kapsamlı bir kural kümesi duyurarak belden aşağı vuruş ya da saç çekme gibi tehlikeli hareketleri yasakladı. Kampanya büyük oranda başarılı oldu. Öyle ki 2000'lerin ortasına gelindiğinde düzinelerce eyalet MMA karşılaşmalarını onaylamıştı.

O arada TV kanalları da UFC'nin geniş seyirci kitlesinin farkına varıp büyük maçlardan parçalar göstermeye başladı. The Ultimate Fighter adında bir TV programı başladı ve Sports Illustrated dergisinin kapağında ilk defa bir karma dövüş sporcusu poz verdi. Bilet fiyatları arttı. Sporun hedef kitlesi günden güne büyüdü.

Ateşli UFC hayranlarından biri de Washington'da gazetecilik yapan Rami Genauer'di. Genauer, Michael Lewis'in Oakland Athletics'in genel müdürü Billy Beane ve oyuncu değerlendirmeye yönelik istatistiksel yaklaşımı üzerine yazdığı çoksatar Moneyball'u okumuştur. Karma dövüş sanatlarını da aynı yöntemle incelemek istiyordu.

"Hiçbir rakam yoktu," diyor Genauer. "Bir şeyler yazmaya çalışsan, fikirlerini savunarak rakamları koymaya iş geldiğinde kesinlikle hiçbir şey bulamıyordun." 2007'de Genauer yakınlarda gerçekleşen bir UFC karşılaşmasının videosunu aldı ve TIVO'sunun ağır çekim özelliğini kullanarak her bir maçı vuruş girişimi, isabet eden vuruş sayısı, vuruşun çeşidi (güçlü bacak vuruşu ve zayıf tekme) ve bitiriş hareketine (arkadan gırtlak sıkma, giyotin hareketi vb.) göre çözümlendi. Bu işlem saatler sürmüştü ancak sonuçta ortaya, bu spora büsbütün yapancı bir şey çıkmıştı: kapsamlı bir veri kümesi.

Genauer veri toplama projesine FightMetric adını verdi ve bu bilgileri tutacak bir de web sitesi oluşturdu. Kimi UFC hayranları web forumlarında memnuniyet-sizliklerini dile getirdiler. "Dövüşte matematiğe ihtiyacımız yok" diyorlardı. Ben de itiraz ettim" diyor Genauer. 2008'de Genauer, UFC'yi Minneapolis'te televizyonda yayınlanan bir maçta, geçmişe maçlara

ilişkin FightMetric verilerini kullanmaya ikna etmiş. "Bunun, öyküyü görselleştirmede yapımçılara faydasının olacağını düşündük" diyor. "Aynı zamanda yorumcular için de dayanak noktası olacaktır. Tıpkı diğer sporlarda olduğu gibi, rakamları bir nevi cephane gibi kullanabileceklerdi."

Yetkililer, Genauer'ın dövüş verilerini sevmişler ve UFC'nin MMA'yı bir dizi kafes dövüşü değil de gerçek bir spor olarak gösterme çabaları doğrultusunda yayınlardaki grafiklerin ve istatistiklerin sayısı artınca, FightMetric de resmi istatistik sağlayıcı olmuş. Genauer işinden ayrılmış, Washington'da kendine bir ofis açmış. Bugün FightMetric'in her maçı video görüntüleri, özel yazılımlar ve her türlü vuruşu kaydedebilecekleri konsol kumandalarıyla izleyen 5 tam zamanlı 15 yarı zamanlı elemanı var. Tutabildikleri istatistikler ise şunlar: Her dövüşçünün vuruş türü ve sayısı, önemli vuruşların sayısı (uzaktan isabet ettirilen vuruşlar ya da yakından vurulan güçlü vuruşlar), yumruk ve tekme isabet oranları.

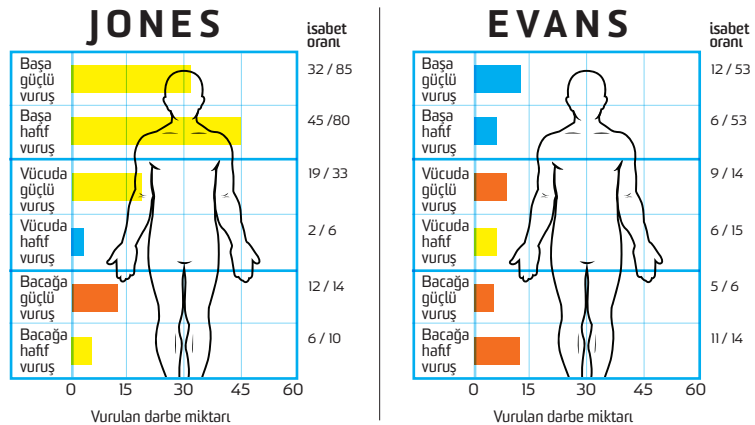
FightMetric ekibi, vuruş ve konum istatistiklerini gerçek zamanlı topluyor. UFC, bu verilerin bir kısmını web sitesinde ya da TV yayınları sırasında grafikleri oluşturmakta kullanıyor. FightMetric, kendi sitesinde daha da ayrıntıya giriyor ve istatistikleri bir insan vücudu üzerinde gösteriyor. Renkli çizgiler her vuruş türünün isabet oranını gösterirken, kutular da rakiplerin birbirini tuşa getirmek için yaptığı kol kıştırma, kimura kilidi ya da uğzen boyunduruk gibi hareketleri gösteriyor. Ne ilginçtir ki bu analiz Octagon'un vahşetinden soyutlanmış, vahşi dövüş basit ve zararsız figürlere indirgenmiş gözüküyor.

FightMetric'in (ve başlıca rakibi CompuStrike'in) elindeki veri dağarcığı büyüdükçe, Genauer ve diğerleri bunu farklı şekillerde analiz etmenin yollarını arıyor. Genauer ile meslektaşları daha şimdiden MMA maçlarında inkâr edilemeyecek bazı eğilimler saptamış. Örneğin 2007'de her üç maçtan biri, sayı kararıyla biterken (özellikle de düşük sıklıkta) buğünlerde bu sayı her iki maçtan birine yükselmiş. Bu, UFC'nin ilk çıktığı günlere göre büyük bir

## SAVAŞ ÇİZGİLERİ

FightMetric, UFC hafif ağırsıklet unvan maçının istatistiklerini nasıl belirliyor?

İSABET ORANI %0-33 %34-66 %67-100



## KAFES MAÇI

değişim. Eskiden dövüşçüler karşısındakine deli gibi saldırdığından maçların çoğu nakavtla bitiyordu. Bu değişim, dövüşçülerin tarzlarını ve antrenman yöntemlerini değiştirebilecek bir beceri artışına işaret ediyor (nakavt genelde dövüşçülerden biri diğerinden bariz şekilde üstünse gerçekleşiyor). Mesela daha hafif olan dövüşçü maçın sonuna kadar gitmeye (ve daha iri olan rakiplerini yorarak yenmeye) kararlıysa ilk rauntta nakavt edici yumruklar atmak yerine aerobik becerilerini geliştirmeye eğiliyor.

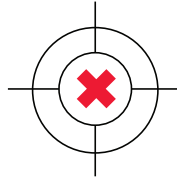
Bu yılın başlarında Dayton Üniversitesi'nden ekonomist John Ruggiero ve Trevor Collier ile Texas A&M'de mühendislik öğretim üyesi olan Andrew L. Johnson, "Karma Dövüş Sanatlarında Saldırganlık: Bir Kararı Kazanma Olasılığının Çözümlemesi" başlıklı bir çalışma yayınladılar. FightMetric'in verilerini kullanan araştırmacılar, boy ve yaş gibi dövüşçü karakteristiklerinden yola çıkarak kazanma olasılığını tahmin ettiler. 946 maçlık örneklemede düzinelere değişkeni ölçtüler. Örneğin isabet eden vuruşların yapılan vuruşlara oranı, ayağa kalkışlar, nakavtlar, gövdeyle toslamalar. Sonra tüm bu verileri ikili tepki modelinden (bir tür algoritma) geçirdiler ve dövüşçülerin galibiyet şansını en çok artıran karakteristikleri ya da yaklaşımları saptadılar.

Çalışmanın kimi sonuçları çok şaşırtıcıydı. Örneğin, puan üstünlüğüyle kazanılan maçlarda yapılan vuruş sayısı, isabet eden vuruş sayısından daha belirleyici görünüyordu. Bunun bir nedeni hakemlerin maçı izleme noktası olabilir. Dövüşçüleri her zaman net göremeyen hakemler, yapılan bir vuruşu kazara isabetli bir vuruşla karıştırıyor olabilirler. Belki de savrulan yumrukların sayısının fazlalığı, üstünlük izlenimi oluşturuyordur. Öyle ya da böyle, bu çalışmadan dövüşçülere yarayacak bir sonuç çıkıyor: Ne kadar çok yumruk atarsan o kadar çok maç kazanıyorsun.

Genauer dövüş verilerini toplamak için kullanılan yazılımı da, donanımı da geliştirmek için kesintisiz çalıştığını söylüyor. Bilgi toplama yöntemleri geliştikçe veriler zenginleşecek, analiz daha detaylı, sonuçlar daha yararlı olacak. Oyun içi stratejilerin istatistiksel analizi geliştikçe çehresi değişen diğer sporlarda, örneğin ilk defa Moneyball'da belirtildiği gibi beysbolda da durum böyle. İstatistikler, belirli taktiklerin önceden zannedildiği kadar faydalı olmadığını ortaya koyunca, bu yöntemler takımlar tarafından terk ediliyor. MMA'da da antrenörler bazı hareketlerin, örneğin yan tekmelerin ya da uçan yumrukların diz vuruşlarından ya da kol kıvrımından daha az etkili olduğunu gösteren kanıtlar bulabilir. Omuz kilidinin ya da kola sarılmanın sürekli başarı sağladığı ortaya çıkabilir. Bu verileri, MMA dövüşlerine daha iyi bir yaklaşım bulmak için kullanabilirler. FightMetric'in web sitesinde yazdığı gibi, "çoğunluğun söylediğine ya da içinizden gelenlere değil de verilere ve kanıtlanmış etkililiğe dayalı" bir yaklaşım.

"Veriler ve kanıtlanmış etkililik", Greg Jackson'ın yıllardır altını çizdiği bir konu. Diğer MMA keşiflerinin aksine, Jackson'ın hiçbir dövüş sanatında derecesi ve herhangi bir guruya bağlılığı yok. Aslını isterseniz hiç resmi eğitimi yok sayılır. İlk spor salonunu 17 yaşındayken açan Jackson, belli bir dövüş tarzı olmadığı için neredeyse tüm dallarla ilgilenmiş: aikido, karate, Jiu-Jitsu, Muay Thai, kickbox, klasik boks. "Tüm yaptığım deneye dayalı kanıtlar aramaktı" diyor. "Bir hipotez geliştiriyor, sonra onu dövüşte deniyordum. Eğer işe yaramıyorsa bir kenara bırakıyor, işe yararsa sürdürüyordum. En saf şekliyle bilimdi. İhtiyaçlar doğrultusunda şekillenmişti."

Jackson, birbirine denk dövüşçüleri arka arkaya 10, 15, hatta bazen 20 kez dövüştürüyor. Sonra elinde defteriyle yanı başlarını-



## Araştırmacılar, dövüşçülerin kazanma şansını en çok etkileyen faktörleri bulmak için maçları inceliyor

da durup hangi hareketlerin daha çok durumda etkili olduğunu özenle kaydediyor. Çoğu antrenörden farklı olarak herhangi bir harekete duygusal meyli yok. Uçan bir tekmenin her zaman tutarlı bir şekilde zarar vermediğini anladığı anda, o hareketi öğretmeyi bırakıyor. 90'ların başında Jackson bu sonuçları bir araya getirerek kendi icadı olan ve Gaidojutsu (Japonca kabaca 'sokakların tarzı' anlamına geliyor) adını verdiği dövüş sanatını geliştirmişti. Gaidojutsu temel vuruşları güreşle ve yakalamayla bir araya getiriyor. O günlerde farklı dövüş sanatlarının bir karmasını yapmak pek görüldük şey değildi. Çoğu dövüşçü tek bir disiplinde eğitilmeyi yeğliyordu. Fakat Jackson'ın öğrencileri biraz o tarzdan biraz bu tarzdan öğrenme şansını kaçırmadılar ve kısa sürede Jackson'dan ders alanların sayısı katlandı. İçlerinden birkaçı Jackson'ı ikna edip eldivensiz dövüş turnuvalarına katılmak için izin kopardı ve eğitilmemiş rakiplerine büyük bir üstünlük sağladı. Jackson, UFC ortaya çıktığında turnuva kazanmanın kendisinde bir bağımlılığı dönüştüğünü söylüyor.

Fakat UFC'nin çıplak yumrukle yapılan dövüşlerden çok farklı olduğunu, yöntemlerini geliştirmesi gerektiğini biliyordu. Bunun için de yakın dostu, akıllı hocası ve aynı zamanda New Mexico Üniversitesi'nde matematik öğretmeni olan Jim Dudley'nin yardımına güveniyordu. Dudley ona çölde özel matematik dersleri verdi, kitaplardan ayrıntı matematik gibi konularda ödevler yaptırdı ve matematiği MMA maçlarına nasıl uyarlayabileceği konusunda yol gösterdi.

"Konuyla ilgili hatırladığım ilk şey, Greg'in bana fraktallarla ilgili soru soruydu" diyor Dudley. "Ardından oyun teorisi geldi. İlk başta bunların dövüşle ne alakası olduğunu anlamamıştım. Bana açıkladığında "Tamam ama biraz tuhaf" dedim. Bununla birlikte matematiğin çok şaşırtıcı alanlara uyarlanabileceğini biliyordum. Greg'in dövüşte böylesi ilginç desenler bulmasını şaşırmadım."



**BÜYÜK ÜSTÜNLÜK** Jon Jones (kırmızı şortlu) Rashad Evans'a karşı hafif ağırsıklet şampiyonluk maçında bir dizi hareket yapıyor. FightMetric verileri, Jones'un maçın neredeyse her yönünde Evans'a üstün geldiğinin kanıtı.



Jackson'ın bulunduğu desenler, tutarlı biçimde Octagon'da başarıyı sağlayan hareket ve konum dizileri. "Belirli pozisyonları tekrar tekrar gördüm. Örneğin hasmın üzerine yarım oturma ya da tam oturma" diyor. "Ondan sonra kenarları kullanarak düşünmeye başladım. Veriden yola çıkarsak en çok fırsatı hangi pozisyonlar sunuyordu? Hangileri dövüşçüyü zor durumda bırakıyordu? Zafere ulaşan en kısa yol hangisinden geçiyordu?"

Jackson'un geliştirdiği şey, dövüş hakkında içten gelen duygular yerine matematik ve mantık çatısı üstüne kurulu yeni bir düşünüş tarzıydı. Bunun için de kesintisiz veri toplamak gerekiyordu. Diğer koçlar spor salonunda karabatak gibi bir görünüp bir kaybolurken Jackson, Octagon'un önünden bir an olsun ayrılmıyor. Yaklaşık 60 profesyonel dövüşçüden sorumlu. Bunların bir kısmı şampiyon, bazılarıysa gelecek vaat ediyor. Jackson onları saatlerce dövüşmelerini hemen her gün izliyor. Antrenman maçlarını gözlemlemediği ya da ekibiyle yollarda olmadığı zaman da iPhone'unda, TV'sinde veya bir köşede duran eski püskü dizüstü bilgisayarda eski maçların kliplerini seyrediyor. Bilgisayar, Jackson'ın karman çorman haldeki ofisinde Albert Einstein'ın ve onun kişisel kahramanlarından ünlü mantıkçı Kurt Gödel'in fotoğraflarının yanında duruyor. Başarılı maçların elle tutulmuş kayıtları, antrenman maçlarının alelacele karalanmış oyun ağaçları; biçim, işlev ve teknik konulu notlar masadan aşağı dökülüyor. Bunların hepsi de kullanılabilir veriler içeriyor. Oyun ağaçlarını analiz etmek Jackson'a maçın farklı noktalarında yapılacak en iyi hareketleri gösterirken, dövüşçülerinin ve hasımlarının geçmiş maçlarının kayıtları ona bir sonraki maçın ne kadar uzun süreceğini, rakibin hangi rauntta saldıracığını ve hangi hareketi yapacağını da bildiriyor. Başka hiçbir antrenörün sahip olmadığı bir avantaj bu.

Nisan başında Jon Kones, hafif ağırsıklet kemerini Rashad Evans karşısında korudu. Dövüşçüler bir zamanlar Jackson'ın hocalık yaptığı iki dosttu ama sonradan araları bozulmuştu. Maçtan önceki haftalarda medya organlarında birbirleri hakkında demediklerini bırakmadılar. Maç aslında tıpkı UFC'nin duyurduğu gibi tam bir ödeşmeydi. Jones ile Evans Atlanta'daki Philips Arena'ya tırmandığında beklentiler (ve gürültü düzeyi) zirvedeydi.

Dövüş ağır başladı. Dövüşçüler ihtiyatlar birbirlerinin etrafında daire çizdi. Jones'a kıyasla daha kısa boylu ve tıknaz olan Evans hızla yumruklarını savurdu. Jones ondan sıyrıldı, bir dizi "Süpermen yumruğu" (ileri doğru sıçrayarak atılan yumruk) ve uçan diz darbesiyle karşılık verdi.

İlk raundun sonuna doğru Evans, tekmesini Jones'a isabet ettirip onun dengesini bozmuştu ki zil çaldı. Tıraşlı başına kırmızı bir şapka geçirmiş olan Jackson köşesinde Jones'u bekliyordu. Bakışları azimliydiler. Evans'ın kusursuz bir defansa ve hızlı ellere sahip

olduğunu biliyordu. Bu da Jones'un seçeneklerini kısıtlamaktaydı. Zihninde bir oyun ağacı hazırlamaya koyuldu. İlk iki düğümde iki adam karşı karşıyaydılar. Jones yumruk atabilirdi ancak Evans vuruların çoğunu engelleyecekti. Daha fazla kenar içeren bir başka düğüme geçmesi gerekiyordu.

Optimal gözükten tek bir düğüm vardı. Jones, Evans'ın iki elini de saf dışı bırakabilecek kadar yakına girerse en azından bir tane güçlü darbe indirebilirdi. Jackson, Jones'un kulağına bağlıydı. Öğrencisi de olumlu anlamda başını salladı.

Bir sonraki raundun sonuna gelirken, Jackson'ın önerisine kulak veren Jones, Evans'a iyice sokuldu ve eldivenlerini açık iki kolunu da uzattı. Evans da aynısını yaptı. Bir anlığına, sanki iki adam sanki ellerini birbirine vuracakmış gibi gözüktü. İşte, Jackson'ın aradığı düğüm de buydu. Evans bir anlığına gardını indirmişti. Jones şimşek gibi bir sağ dirsek, bir sol dirsek, ardından bir sağ dirsek daha vurdu. Evans sendeledi ve Jones önce bir diz darbesiyle, ardından bir sağ yumrukla üstüne gitti.

Üçüncü raunda gelindiğinde Jones rakibini iyice defansaitmişti. Evans başını ne yana çevirse Jones oradaydı. Dördüncü rauntta Jones dizini Evans'ın midesine gömdü ve 15.000 kişiyi geçen kalabalık kükrercesine onayladı. Gecenin sonunda Jones tüm tüm hakemlerin oyuyla galip geldi ve kemerini korudu. Ancak Jones'un aslında ne kadar üstün olduğunu hakem kararlarından değil, FightMetric veri toplayıcılarından öğreniyoruz. Hazırladıkları rapora göre Jones 116 vuruş isabet ettirmiş ve bunun 105'i önemli. Evans ise sadece 49 kez vurabilmiş ve bunların 45'i önemli vuruş. Jones, Evans'ı ringde kovaladığı yetmezmiş gibi, onun iki katı darbe vurarak sürekli en fazla vuruş yapabileceği düğümü bulmuş.

Maçın üstünden birkaç gün geçince Jackson'ı aradım. Daha şimdiden maçı analiz etmeye, dövüş stratejilerini geliştirmek için Jones'un neleri doğru yaptığını irdelemeye başlamıştı. Fakat o da biliyor ki her türlü avantajı elde etmek için çalışan diğer antrenörler de pek yakında onun yöntemlerini taklit etmeye başlayacak. Giderek daha fazla karma dövüşçü antrenman ve maç planlarını içgüdü ve geleneklere değil de istatistiksel olasılıklara göre verecek; böylece rekabetin kalitesi yükselecek.

Bu da demek oluyor ki zirvede kalmak için Jackson'ın herkesten daha çok çalışması lazım. Ona, kazanmanın ne kadar önemli olduğunu sorduğumda, suskunlaştı. "Asla galibiyet için bir düğüm çizmedim" dedi sonunda. "Bu kazanmak istemediğimiz anlamına gelmiyor elbette. Öğrencilerimin her defasında en fazla kenar içeren, en güçlü pozisyona geçmeyi düşünmelerini istiyorum. Her bilimde olduğu gibi, bu da sonuçtan çok süreçle ilgili."

Matthew Shaer Among Righteous Men adlı kitabın yazarıdır.



7176  
7176

# NABİZ YOK

DOKTORLAR İNSAN KALBİNİ YENİDEN KEŞFEDİYOR

YAZAN  
DAN BAUM

**Meeko adlı buzağı bir saman yığını burnuyla eşleyip duruyor. Biraz iştahsız görünüyor, biraz da can sıkılmış gibi. Arada bir başını kaldırıyor, neden etrafında elinde not panosu tutan bir sürü adam olduğunu merak edermiş gibi bakınıyor.**

Bundan on dört saat önce doktorların Meeko'nun kalbini vücudundan çıkarışına ve hala çarpmakta olan kalbi bir plastik taşa koyuşuna şahit oldum. Bu deneyime rağmen keyfi yerinde görünüyör. Geviş getirirken bir yandan da kuyruğuyla sinek kovuyor. Canlı olduğu güpegündüz ortada fakat başının üstündeki bir monitörde nabzının atmadığını gösteren, düz bir çizgi var. Elimdeki stetoskopu sıcak ve kokulu böğrüne dayadığımda, kalp atışının o derin güm-güm sesi yerine bir vızıltı duyuyorum. Tıpkı bir diş hekiminin matkabının ya da dıştan takmalı motorun su altından duyulan sesi gibi. Meeko'yu hayatta tutan bir şey var, ama bunun kalple uzaktan yakından ilgisi yok.

**A**BD'de şu an kalp yetersizliğinden yakınan beş milyon kişi var. Ancak her yıl nakil için sadece 2.000 kalp bulunabiliyor. Açığı kapatma yolunun yapay kalpten geçtiği açık. Hem ne kadar zor olabilir ki? İnsanoğlu M.Ö. 3000 yılından bu yana, Mezopotamyalılar nehir suyunu yükseğe taşımak için sulama aletlerini icat etti edeli pompa üretiyor. Doktorlar, Harry Truman'ın başkanlığından bu yana insan kalbinin yerine makine koymayı ciddi ciddi düşünüyorlardı zaten.

Neden hala başarılı olamadıklarımı merak ediyorsanız elinize bir kiloluk bir ağırlık alıp kaldırmaya başlayın. Bir kilo dediğiniz tüy kadar hafif. Bakalım ne kadar sürdürebileceksiniz. Yirmi dakika mı? Bir saat mi? İki saat mi? Halbuki kalbiniz gece gündüz demeden beceriyor bu işi. Ömrünüz boyunca bir kez olsun durmaksızın, her yıl 35 milyon defa çarpıyor. Oysa bu şekilde çalışıp da on sekiz aydan fazla dayanacak metal ve plastik bir kalp yapmak henüz mümkün olmadı. Asıl sorun, kalbin "atmasında" yatıyor. Ne ilginçtir ki yapay kalp fikrini düşleyen ilk kişilerden biri vantrilok Paul Winchell'di. TV kameraları karşısında Jerry Mahoney ve Knucklehead Smiff adlı kuklalarını konuşturmadığı zaman Winchell bir yandan yapay kalp patentleri alıyordu. Bunlardan birini de ünlü Heimlich manevrasına

ismini veren Dr. Henry Heimlich'le ortak geliştirmişti. 1982'de insan kalbinin yerini (kısa süreliğine de olsa) tutmak üzere tasarlanmış ilk aygıt olan meşhur Jarvik-7'den bu yana

FOTOĞRAFLAR  
JACK THOMPSON





mucitler, kalbin o güm-güm vuruşunu taklit etmek için ellerinden geleni yapıyor. Tasarladıkları şey şuydu: Bir odacığ vücuttan dönen oksijenini yitirmiş havayla doldurmak ve bunu oksijenle dolması için akciğerlere pompalamak (güm). Ardından da bu temiz kırmızı kam ikinci bir odacığa çekip tekrar vücuda pompalamak (ikinci güm).

Çarpan bir kalbi metal ve plastikte taklit etmenin yetersizlikleri hemen kendini gösterdi. Öncelikle, Jarvik-7'nin de, ardından çıkan ve günümüzde kullanılan modellerin de vücut dışında bir hava kompresörüne bağlı olması gerekiyor. Vücuda saplanan hortumlar aracılığıyla kompresör, Jarvik'in odacıklarından birindeki bir balonu şişiriyor ve kam akciğerlere pompalıyor. Sonra başka bir odacıktaki ikinci balonu doldurarak kamı tekrar vücuttan topluyor. İki balon dönüşümlü olarak şişip boşalıyor. Sistem işe yarıyor yaramasına, ne var ki hastanın günün 24 saati kocaman ve gürültülü bir hava kompresörüyle yan yana oturması gerekiyor. Kalp yetersizliğinden ölmekten iyidir fakat sağladığı hayat kalitesinin yüksek olduğu söylenemez. Hayatını tümüyle bir Jarvik-7 sayesinde sürdüren ilk kişi olan Barney Clark, 112 günlük ömrü boyunca doktorlarından defalarca kendisini öldürmelerini rica etmişti.

Braksalar muhtemelen zaten daha fazla yaşayamazdı Clark. Balonlar ve çarpan mekanik kalbin diğer hareketli parçaları hızla yıpranıyor. O yüzden de ilk Jarvik-7'nin üstünden 30 yıl geçtiği halde yapay kalplere hala isabetli bir şekilde "nakil köprüsü" deniyor. Yani sizi gerçek bir kalp bulunana kadar hayatta tutan, geçici bir çözüm.

Maalesef nakledilebilir nitelikte kalp bulmak samanlıkta iğne aramaktan farksız. Öncelikle kalbin hayatının baharında, sağlıklı, ama her nasılsa ölmüş birinden gelmesi lazım. Arabalar giderek daha güvenli bir hal aldıkça, emniyet kemeri ve motosiklet kaskı zorunluluğu yaygınlaştıkça bu tanıma uyan kalp bulmak iyice güçleşmiş. Diğer yandan nüfus çoğaldıkça, diğer hastalıklara çare bulduğukça, kalp ihtiyacı giderek artıyor. Kalp bulunsa bile hastaların karşısına doku reddi tehlikesi çıkıyor.

Doğa her zaman en iyi tasarımcı olmayabilir. Hele ki insanların inşa edip bakımını üstlenmesi gereken şeyler söz konusuydu. O yüzden de en yeni yapay kalpler kardiyağ kasını taklit etmiyor. Onun yerine, küçük bir pervane gibi vızıldıyor ve kanın tüm vücudu sabit bir hızla dolaşmasını sağlıyor. 500 milyon yıllık evrim, insan vücudunu kanın fasılalı şekilde dolaşmasına alıştırmış olabilir, ancak nabza belki de hiç gerek yok. Bunun en iyi kanıtı, vücutlarındaki kan, tıpkı klimalardaki Freon gazı gibi kesintisiz biçimde dolaşan 50 küsur dana ve en az üç insan.

Geçtiğimiz yüzyılda Rainer Maria Rilke, Tanrı hakkında şöyle demişti. "O'nun devasa kalp atımı, bizlerin küçük nabızlarına dönüşüyor." Bugünlerde durumun belki de öyle olmadığı anlaşılıyor.

Teksas Tıp Merkezi, şehir içinde şehir. İçindeki 13 hastane ve 21 okul, Houston'da, New York'taki Central Park büyüklüğünde bir alanı kaplıyor. Hafif metal ve cam kulelerde, yüksek kaldırımlarda yürürken insan kendini Jetgiller filminin setinde kaybolmuş sanabilir. Buraya her gün çalışmaya ve okumaya gelen kişi sayısı yüz bin. Öyle ki,

## DOĞANIN GÜM-GÜMÜNÜ TAKLİT EDEN BİR KALP, ASLINDA LEONARDO DA VİNCİ'NİN KANAT ÇIRPARAK UÇAN MAKİNESİ KADAR DAR GÖRÜŞLÜ OLABİLİR.

buramın kendine ait posta kodu bile var.

Kulelerden birisi de Teksas Kalp Enstitüsü'ne ait. Dr. Billy Cohn'u da burada buluyorum. Cohn, ellilerinin başında, iri yarı, dinç bir adam. Sarı saçları, masmavi gözleri ve hiç kuşkusuz annesini deliye döndürecek kadar dağınık bir ofisi var. Her santimi eskizlerle, alet edevatla, tornadan çıkmış metallere, tellerle, oyun kartlarıyla ve Darwinçi aksiyon figür seti gibi oyuncaklarla (bir at nalı yengeci, çeşitli maymunlar ve aksakal bir entelektüel) dolup taşıyor. Bir statik elektrik üretici etrafa şimşekler saçarken, Cohn'un çalışma masasının üstünde üç boyutlu bir insan kalbi modeli asılı duruyor. Dosya dolabı bile mıknaşlı metal parçalarıyla kaplı.

"Nadir toprak mıknaşları!" diye bağırın Cohn, bir mıknaş güc bela yerinden ayırıp avucuma bırakıyor. Avucumu açmamla, silgi büyüklüğündeki mıknaşın mermi gibi fırlayıp büyük bir gürültüyle tekrar dolaba yapışması bir oluyor. "Aşırı kuvvetliler." Cohn, kateterleri vücudun derinliklerine hareket ettirmek için nadir toprak mıknaş kullanımının öncülerinden. Hastaları kesip açmak yerine, mıknaşları ve taşıdıkları küçücük yükü damarlardan geçirmeyi tercih ediyor. Yerden birkaç sayfa kağıt alıyor ve terslerini çevirip şemalar çizmeye, minyatür mıknaşlar üzerine geliştirdiği prosedürleri ve araçları uzun uzadıya anlatmaya koyuluyor.

Duvarında dört tane metal servis kaşığı asılı. Pekala yemekhanede de görebileceğiniz türden kaşıklar bunlar. İçlerinden biri sağlam, diğer üçünün üstünde ise özenle açılmış delikler var. Yıllar önce Cohn kalp ameliyatı sırasında kalbi hareketsiz tutma problemini çözmek için evinin garajında nice kaşık harcamış. O günlerde izlenen standart prosedür, kalbi tümüyle devre dışı bırakmak ve hastayı bir kalp ve akciğer makinesine bağlamakmış. Fakat bu da riskli. Oysa Cohn'un kaşıkları hem cerrahların kalbi yerinde tutmasına hem de kesecekleri ya da dikecekleri bölüme erişmesine izin veriyor. Özel açılmış deliklerden kalbin yüzeyi hareketsiz bir şekilde görünüyor, kalbin geri kalanı ise kaşığın altında çırpınmaya devam ediyor. Cohn bu fikri geliştirip bir medikal aygıt firmasına satmış, onlar da tüm dünyaya bu kaşıkları pazarlamışlar.

Cohn, ağabeyi John'la birlikte evlerinin garajında roket yaparak büyümüş. John, IBM'in en üst düzey 80 teknik elemanından biri. "Şuradakini görüyor musun?" diyor Billy Cohn, dalgıç zıpkınına benzettiğim bir şeyi işaret ederek. Alet duvarda, Cohn hakkında çıkmış ve çerçevelenmiş gazete makalelerinin yanında asılı

### ÇİFT TÜRBİN

Bud Frazier (solda) ve Billy Cohn, sürekli akış yapay kalp cihazıyla bir adamı beş hafta boyunca hayatta tuttular.

duruyor. "Garajda artık parçalardan yaptım. Kocaman bir çorap gibi kalbin üstüne geçiriyorsun." Sonraki 20 dakikayı nefes bile almadan, cerrahların neden böyle bir şey ihtiyacı duyduğunu anlatarak geçiriyor.

Fakat Cohn'u asıl büyüleyen şey, Meeko adlı dananın göğsüne yerleştirdiği sürekli akış yapay kalbi. Hasta kalplere yardım için bu gibi türbinler kullanmak 90'ların ortasından beri standart bir uygulama. Ne var ki araştırma ortağı "Bud" lakaplı Dr. O.H. Frazier'la beraber Cohn bunları kalbin yerine geçirmeye ve bunu da çılgın bilim adamlarına özgü bir dehayla yapmaya çalışıyor. Gözümün önünde, masasının üstündeki döküntüleri karıştırıp, elime iki tane gri, metal silindir tutuşturuyor. Bunlar birbirine beyaz tüplerle tutturulmuş, tuzluk biçiminde ve büyüklüğünde türbinler. Ayrıca her birine süngerimsi, kauçuklanmış ku-

maştan birer beyaz koni bağlı.

"Dacron polyester" diyor. Koniler kalbin kulakçıklarından geri kalan kısma dikildiği için tasarımları epey zor olmuş. Uzun parmaklarını göstererek teker teker sayıyor doktor. "Materyalin kanla dost olması lazım. Yapıları deformasyona dayanıklı olmalı. Kısıtlı bir alanda şekillendirilebilmesi şart. Dikebilmeliyiz ancak iğne deliklerinden kan sızdırmamalı. Ayrıca ameliyathanede keserek istediğimiz şekli verebilmeliyiz. Bunun için kumaşçıdan bildiğin Dacron ve yapı marketten RTV silikon alıp dış yüzeyini kapladım. Hepsini evin garajında yaptım. Karım bunlara bebek kıyafeti diyor."

Kesintisiz akış kalbi, yapay kalplerin en büyük derdine, yani kısa ömür sorununa da yanıt oluyor. Cohn'un bana gösterdiği türden küçük bir türbin, laboratuvarında sekiz yıl-



dır aralıksız çalışıyor ve hala hiçbir yıpranma belirtisi yok. Diğer bir avantajı ise çalışmak için videokaset büyüklüğünde bir pilden başka bir şeye ihtiyaç duymaması. Hasta bu pili omuza takılan bir askıda taşıyabiliyor. Biraz hantal ama olsun, bulaşık makinesi büyüklüğünde, tıslayıp duran bir kompresörün dibinde gece gündüz oturmaktan iyidir.

Billy Cohn'un ofisinde oturup konuşurken kağıt üzerinde her şey güzel. Fakat nabızsız yaşamak bana kavraması biraz güç geliyor. Sanki illüzyon numarası gibi bir şey. Hayatın en temel yaşam belirtisini sergilemeksizin yaşamak nasıl olabilir? Dahası, böyle bir şeyi nasıl olmuş da hayal edebilmişler?

Kullanışlı bir yapay kalp ihtiyacı Bud Frazier'a 1960'larda korkunç bir gece, şamar gibi çarpmış. Hevesli bir tıp öğrencisi olan Frazier, efsanevi kalp cerrahı Michael DeBakey'in 24 yaşında bir genç adamın göğsünü açıp kalp kulakçığı değiştirmesini izliyormuş. O gece, ilerleyen saatlerde adamın kalbi duruvermiş. Uzanıp sıcak ama atmayan kalbi avuçlamak ve kanı pompalamasını sağlamak için masaj yapmak Frazier'a düşmüş. Frazier adamın kalbini saran elini açıp kapadığı sürece adam hayatta kalmış ve Frazier bunu devam ettirmek için yapıp tutuşuyormuş. Zira genç adamın gözleri açılmış ve dosdoğru onun gözünün içine bakıyormuş.

Frazier bugün Teksas Kalp Enstitüsü'nde ak saçlı, saygıdeğer bir cerrah. Partneri Cohn ne kadar hızlı ve gürültücüyse, Frazier o kadar sakin, yumuşak ve ağır. Frazier o olayı, "Nihayet DeBakey bana 'dur, onu kurtaramayız' dedi" diye anlatıyor. "Başhekim de aynısını söyledi. Ama durmak istemiyordum. Genç, gözlerini gözlerime dikmişti. En sonunda durdum, o da öldü. Şöyle düşündüm: 'Tanrım, bunu ellerimle yapabildiysem, raftan indirip kullanacağımız bir alet de yapabiliriz.'"

Richard Wampler içinse sürekli akış kalbi macerası 1976'da, Mısır'daki El Bayad köyünde başlamış. Tutkusu medikal aletler olan cerrah ve mühendis Wampler, gönüllü olarak gittiği Mısır'daki bir tıbbi görevde köylülerin Arşimet burgusuyla kuyudan su çekmelerine tanık olmuş. Adımı MÖ 3. Yüzyılda yaşamış mucidinden alan burgu, boru içinde bir burgudan ibaret. Döndükçe sıvıları yukarı taşıyor. Köyde gördükleri, Wampler'ın aklından hiç çıkmamış. On yıl geçmeden, Wampler kamı vücudun içinde nabız olmadan hareket ettiren, Arşimet burgusu kullanan bir aletin patentini almış. Bana telefonda, "Benim için yaratıcılık böyle bir şey" diyor. "Koşarken ya da havuzda yüzerken birden aklıma geliveriyor."

## BUD FRAZIER KALBİ AVUCUNDA SIKIP BIRAKTIĞI SÜRECE ADAM SAĞ KALDI

Wampler bu fikri bir prototipe dönüştürerek, artık tanınmış bir kalp cerrahı olan Frazier'a götürmüştü. 1980'lerin başında bunlar gerçekleştiğinde kalp cerrahisinde en gözde yöntem, kalbin yerini alması için değil, sol karıncığın kanı vücuda ulaştırmasına yardımcı olmak için küçük bir pompa kullanılmıyordu. Sağ karıncığın işi, yani kanı tekrar oksijenlenmesi için akciğerlere pompalamak, kalbe bırakılmıyordu. Bu şekilde kullanılan pompanın adı da LVAD, yani sol karıncık destek aygıtı. İşin kötü yanı, LVAD tıpkı kalp gibi çarptığından hastanın yine hantal bir kompresöre bağlanması ve aletin kısa sürede yıpranması söz konusu. Frazier ile Wampler, Arşimet burgusunun daha uzun vadeli ve daha konforlu bir çözüm olacağını düşünmüşler.

Kalp cerrahlarının birçoğu bu fikre kuşkuyla bakmış. Hatta Uluslararası Kalp ve Akciğer Nakil Derneği'nin dergisi, Dr. Frazier'ın makalesini (hatırladığı kadarıyla) Frazier için ilginç olmakla beraber kalp yetmezliğinin tedavisinde etkisi olmayan, tıp çevrelerinin ilgisini çekmeyecek bir konu olduğu gerekçesiyle reddetmiş. Kitaplarla kaplı görkemli ofisinde Frazier öfkeyle sallıyor elini. "Kendimi, keçilere sihir gösterileri düzenleyen Robinson Crusoe gibi hissettim."

Bununla beraber yılmamış. Kanı hareket ettirmek için Arşimet burgusu kullanmanın önceden tahmin edilebilir sorunu, kanın kendisine zarar vermek. İnsan vücudu en fazla 200.000 hücreden birinin hasar görmesini kaldıracaktır. Sürekli akış türbini ise yüksek hızlı bir blender gibi çalışıyor ve alyuvar hücrelerini parçalama olasılığı var. Bunu test etmenin tek bir yolu mevcut.

Frazier, Arşimet burgusu ilkesine dayalı sürekli akış pompalarını buzağılara (eksiksiz yapay kalp olarak değil, sol karıncığa destek olarak) takmaya başlamış. Bunlar dönen bir kabloyla dışarıdaki bir motora bağlanan, kaba aletler. İnsanların kullanmak isteyeceği türden şeyler olmasa da, konseptin işe yaradığını ve türbinin kana zarar vermediğini ispatlamış. Frazier, bunun muhtemelen türbinin kan hücrelerini çok hızlı itmesinden kaynaklandığını düşünüyor.

Frazier, buzağılara sol karıncık pompaları takadursun, David Saucier adlı bir NASA mühendisine Frazier'ın eski hocası Dr. DeBakey kalp nakli yapmış. Teksas Kalp Enstitüsü'nde DeBakey'e kontrole gidip gelen Saucier burada Frazier'ın projesinden haberdar olunca kafasında bir ışık yanmış. Saucier bundan yıllar önce uzay mekiği projesinde, ana motora yakıt sağlayan pompaların tasarımında çalışıyordu. Böylece dışarıdan bir motora bağlanması gerekmeyen daha iyi bir kan pompası tasarlama fikri doğmuş.

Saucier, Teksas Tıp Merkezi'nin bir bölümü olan Baylor Tıp Fakültesi'yle

NASA'nın ortak bir araştırma başlatmasını sağlamış. Motoru ve burguyu bir insanın göğsüne sığacak kadar küçük bir pakete sığdırmak zor olmuş. İşler iyi gitmeyince doktorlardan biri, bir NASA mühendisine şöyle çatmış: "Ay'a adam göndermesini biliyorsunuz da neden bir kan pompası yapamıyorsunuz?" Mühendis yanıt vermiş. "Ay'a adam gönderelim diye bize dünyanın parasını verdiler de ondan."

Saucier'in NASA'nın nakledilebilir sürekli akış kan pompası üzerindeki gayri resmi çalışmasının başlangıcından 11 yıl sonra, 1995'te NASA'daki ve Baylor'daki araştırmacıların bazıları bir araya gelerek pompayı piyasaya sürmek üzere MicroMed adında bir şirket kurmuşlar. Üç yıl sonra cerrahlar bu pompalardan birini Avrupa'da bir hastaya nakletmişler (Amerika'da FDA onayı hala alınmadığı için). O sıralarda kendi Arşimet burgulu sürekli akış kan pompasına FDA'dan onay almaya çalışan Thoratec adlı bir de rakip firma çıkmış. MicroMed liderliği korumak adına hayatının hatasını yapıp Absolute Capital Management adlı bir yatırım fonunun kendisini satın almasına izin vermiş. Bu fon projeye bütçe vermediği gibi, yöneticiler de yolsuzluk suçlamalarıyla karşı karşıya kalmış. Thoratec ise MicroMed'in kalıntılarının yanından ok gibi geçip kendilerinin HeartMate II adlı aygıtını klinik deneylerde test etmeye başlamış.

HeartMate II, eksenine mıknatıslar takılmış, etrafındaki silindir biçimli kutuda elektrik bobini bulunan bir aygıt. Yani, Cohn'un avcuma bıraktığı, tuzluk biçimli aynı alet. Bobindeki yük, burgunun dakikada 8.000 ila 12.000 devirle dönmesini sağlıyor. Şaft, sentetik yakut mil yatağı üzerinde, yağlayıcı olarak kanın kendisini kullanarak dönüyor. Taşınabilir bir bataryaya bağlanan alet, hastaların gayet normal yaşamlar sürmesine izin veriyor ve sadece "nakil köprüsü" olarak değil, ömür boyu çalışmak üzere tasarlanmış. Hastaların kendi kalpleri de çarpmaya devam ediyor ve pompanın sürekli akışı, kalbe yardımcı oluyor.

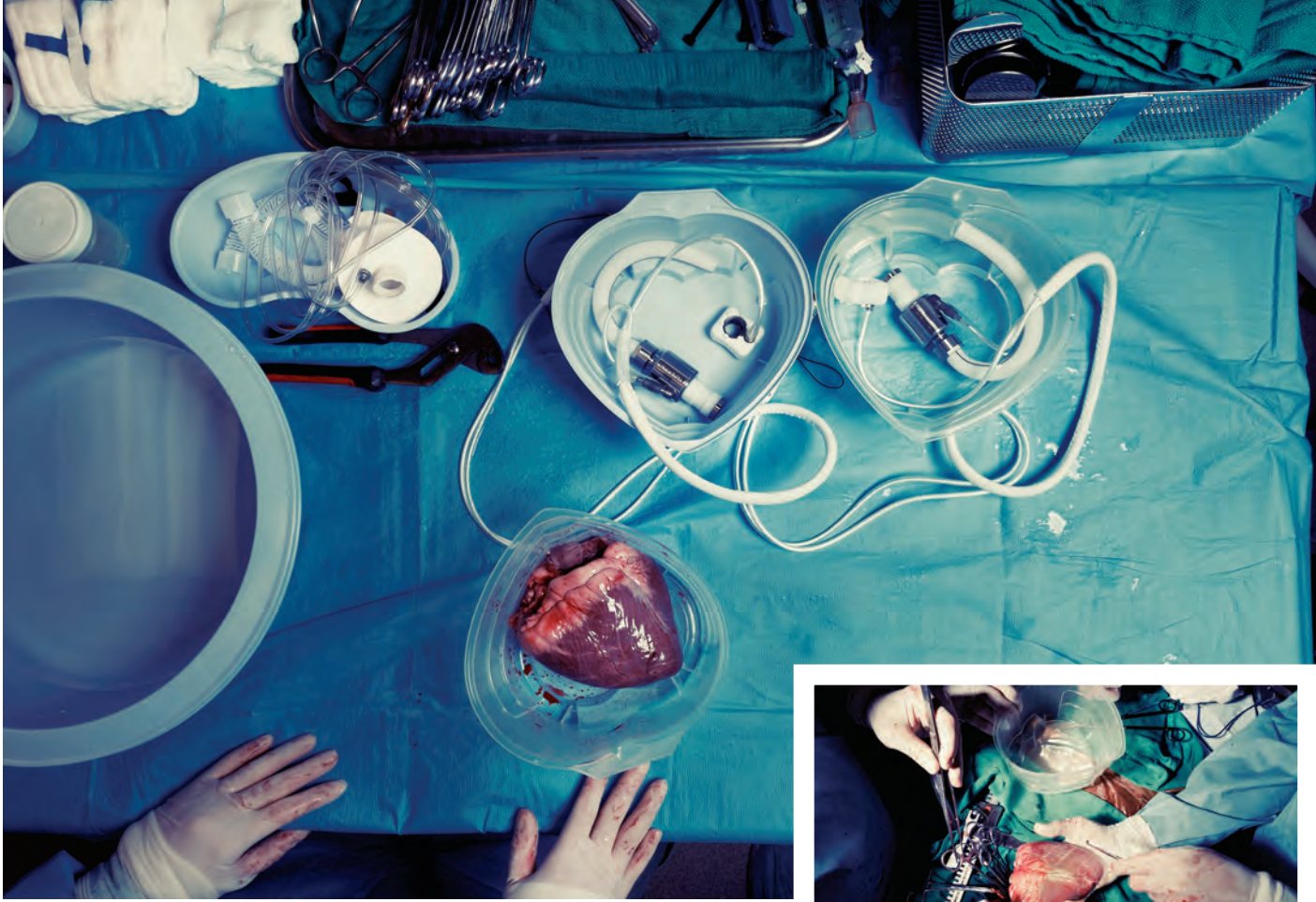
İşte, öykü buradan sonra acayipleşiyor. 2003'ün Kasım ayında Frazier daha yeni onaylanmış bir HeartMate II'yi tek kelime İngilizce bilmeyen, kalp yetersizliğinden yakıman Orta Amerikalı bir gence takmış. Gencin ailesi de İngilizce bilmiyormuş, o yüzden de Frazier'ın hastanın sık sık kontrole gelmesi gerektiğini söylediğini hiçbiri anlamamış. Delikanlı hastaneden taburcu olmuş, bir daha da görünmemiş.

Genç adam nihayet sekiz ay sonra çıkageldiğinde, Frazier stetoskopu onun göğsüne dayamış ve kalp atışı duymayınca apışıp kalmış. Daha hassas aygıtlar bile nabız sap-tayamamış. Genç adamın kalbi cılızca çarpsa da, pratikte bir etkisi yokmuş. HeartMate II kalbin yerini almak değil de destek sağlamak için yapıldığı halde, tüm işi tek başına yapıyormuş. Sadece sol karıncığın oksijenli kanı vücuda dağıtmasını sağlamakla kalmayıp, kanın tüm kalpte dolaşmasına yetecek kadar güçlü bir itiş sağlıyormuş. Bu sayede vücutta dolaşan kan, artık bir işe yaramayan kalpten geçerek akciğerlere, oradan tekrar pompaya giderek devreyi tamamlıyor ve yeniden dolaşıma giriyormuş. Genç adamın kontrol muayenelerine bunca ay gelmeyişinin sebebi de sağlığının mükemmel olmasıymış.

Thoratec 2008'de HeartMate II için FDA onayı almış ve

### EV YAPIMI

Kalp yapmak için doktorlar ticari LVAD'lardan pompaları çıkarmışlar. Diğer parçaları ise ya elle dikmiş ya da yapı marketlerden satın almışlar.



cerrahlar sürekli akış LVAD aygıtlarını dünyada (aralarında eski Amerikan başkan yardımcısı Dick Cheney'in de bulunduğu) 11.000 kişiye takmışlar. Gazetelerde Cheney'nin kalbinin atmadığı yazsa da, çoğu hastanın, Cohn'un deyişiyle "her kalp atışında gerçekleşen döngüsel basınç değişikliği" hissettiği söyleniyor. Böyle dalgalanmalar ancak basınç dönüştürücüsüne bağlı arter içi monitörler tarafından gözlemlenebilse de, varlığını koruyor. Hastalar videokaset büyüklüğündeki bataryaları koltuk altlarına asıp kalpleri hala atarak dolaşabiliyorlar. Billy Cohn'u Teksas Kalp Enstitüsü'ne 2004'te davet eden Frazier, bir sürü LVAD takma operasyonu gerçekleştirmiş. Bana bir hastasının basketbol oynarken, bir diğersinin ise hip hop dans yarışmasına katılırken çekilmiş videolarını izletti.

LVAD'ın en şaşırtıcı yanlarından biri, tıp camiasının bugüne kadar hiç ihtimal vermediği bir şeyi gerçekleştirmesi ve kalp yetmezliğini tersine döndürmesi. Birkaç yıl öncesine kadar kalp hasarının kalıcı olduğu düşünülüyordu. Fakat görünen o ki LVAD kalbin yükünü hafifletiyor ve bazı kalplerin iyileşmesine fırsat tanıyor. Örneğin, kalp krizlerinden hasar gören duvar dokusu kendini tamir edip tekrar sağlığına kavuşabiliyor. Çoğu zaman LVAD'lar operasyonla tekrar çıkarılabiliyor. Cohn bu konuda "kırık bileğinizi alçıya aldırarak gibi" diyor. "İyileşince çıkarıyorsunuz. Böyle bir şeyin olabileceğini söyleseler inanmazdık."

Bazı kalplerin ise tamiri mümkün olmuyor. Durumu LVAD'a rağmen kötüleşenler içinse sadece iki seçenek var: Ya giderek bulması zorlaşan bir kalbin nakledilmesi ya da bir kalbin yerini bir makinenin alması. Frazier'ın Orta Amerikalı hastasıyla deneyimi, Frazier ile Cohn'u kalpleri

**İKİ KALP** Yapay kalbi yerleştirmeden önce cerrahların gerçek kalbi çıkarması gerekiyor. O sırada bir kalp ve akciğer makinesi deney hayvanı olan buzağuyu canlı tutuyor.

sürekli akış pompasıyla değiştirmenin olanaklı olduğuna ikna etmiş. Ancak bu da daha önce hiç kimsenin aklına gelmeyen soruların şekillenmesine yol açmış. Vücutlarımızın kanın sürekli değil, kesik kesik akması için evrimleşmiş. Acaba nabız, şu anda hayal bile edemediğimiz nedenlerden ötürü gerekli olabilir mi? Cohn'un aklına gelen şeylerden biri lenfatik sistem. Kanın aksine, lenfin vücutta hareket etmesini sağlayan sistemin kendine ait bir motoru yok. Lenf kanalları, atardamarları çevreliyor ve nabız sayesinde hareket ediyor. "İyi bir teoriydi" deyip gültüyor Cohn. "Şu ana kadar, sürekli akışın lenflerde bir sorun yarattığına dair bir kanıt bulamadık."

Cohn bundan emin zira Frazier'ın Orta Amerikalı hastası gibi, etrafta sıfır nabızla dolaşan insanlar var. Richard Wampler beni tanıştırmak istediği mucizevi bir hastası olduğunu söylüyor. Rahel Elmer Reger'in işlevsiz bir "taş kalp"e sahip olduğunu, ama New York'ta hayatını rahatça sürdürdüğünü anlatınca, uçağa atıyorum.

Reger 2009 yılında, 36 yaşında ve biri iki biri beş yaşında iki kız annesiyken nihayet kalp kapakçığının değiştirilmesine razı olmuş. Herhangi bir sorunu yokmuş ama gittiği kardiyolog, Reger'in çocukluğundan beri var olan kalp mırıltısının düzeltilmesi gerektiğini söylemiş. Aort kapağı, tedavi edilmezse bir gün toptan kapanabilmiş,



## NABZI HIÇ ATMADAN YAŞAYAN İNSANLAR VAR. İÇLERİNDEN BİRİ NEW YORK'TA GÜZEL BİR HAYAT SÜRÜYOR.

Bu yüzden de Reger takviminde boşluk yaratıp Rochester, New York'taki Strong Memorial Hastanesi'ne bir hafta ile on gün kalma düşüncesiyle yatmış.

Neyin yolunda gitmediğini ne kendi biliyor ne de doktorları, ama her nedense operasyondan sonra Reger'in kalbi çalışmamış. Kalp ve akciğer makinesine vücuda zarar veren tam on dört saat boyunca bağlı kalmış. Kalp cerrahisi, Reger'in kocasına gidip, "Karınız hastaneden hiç çıkamayabilir, hazır olun" demiş. Kocasını Tim, doktorun kalp cerrahlarının o meşhur inceliğiyle "Ben gidip biraz çorba içeyim" diye eklediğini de söylüyor. Tim karısını gördüğünde yoğun bakım odasında o kadar çok aygıt varmış ki, içerisi indirime girmiş bir elektronik mağazasını andırıyordu. Karısını hayatta tutan şey iki adet Thoratec CentriMag, yani vücudun dışında çalışan büyük santrifüj pompalarıymış. Görünen o ki, karısının hastaneden yakın zamanda çıkacağı falan yokmuş.

Reger'in kanında tehlikeli pıhtılar oluşmaya başlayınca, cerrah soldaki harici pompayı söküp kadının göğsüne bir HeartMate II yerleştirmiş. Reger buna iyi tepki verince sağ taraftaki harici pompayı da çıkarmışlar. Reger'in kalbi bir daha çalışmamış (göğsünde tümüyle kıpırtısız, öylece duruyor) fakat HeartMate II kanın tüm vücutta dolaşmasını sağlayacak kadar güçlü çıkmış. Hastanede bir hafta kalmayı bekleyen Reger, çocuklarının yanına yetmiş iki gün sonra, sıfır nabızla dönmüş.

Reger'le Utica dışında, Norman Rockwell tablolarından çıkma kusursuzlukta bir kasaba olan Clinton'daki evinde, yağmurun çiselediği bir sabah tanıştım. Kocasını, kasabasının Protestan rahibi ve 19. Yüzyıldan kalma kilisenin yanı başında, sarıya boyalı papaz evinde oturuyorlar. Reger'in sağlıksız görünmesini bekliyordum, o yüzden kapıyı hareketli, yanaklarından kan damlayan, minyon ama koca yürekli bir kadın açınca şaşırıverdim. Onu ilk başta bir arkadaş ya da hemşire sanmıştım. Reger ancak bir elli boyunda. İnsanı delip geçen bakışları ve İsviçre-Alman kökenini hiç belli etmeyen, aksansız, güçlü bir sesi var. Elimi kuvvetlice sıkıp beni içeri buyur etti. Sırtında kapitone kumaştan küçük bir sırt çantası vardı ve buradan uzanan bir kablo, gömleğinden içeri giriyordu.

"O ilk günü hayal meyal hatırlıyorum. Tim bana ailemin İsviçre'den yola çıktığını söyleyince bir şeylerin yolunda olmadığını anlamıştım" diyor kızlarının çizdiği resimlerle süslenmiş sıcak oturma odasında otururken. Tutmam için bileğini uzatıyor bana. Sıcak, ama onun dışında pekâlâ ölü bir kadına da ait olabilir. Nabızı atmıyor.

Reger'in kalbinin daha iyiye gittiği yok, ama kötüye de gitmiyor. Frazier'ın Orta Amerikalı hastası gibi Reger da pes etmemiş. Mantıksal olarak ölmüş olması gerek. Oysa kendini iyi hissediyor, kızlarına bakıyor ve adım ölçerle her

gün 3 kilometreden fazla yol yürüyor. Kalbi atmadan yaşamak ona şimdiye kadar ne lenfle ne de başka bir şeyle ilgili sorun çıkartmış.

Sırtındaki küçük çantada iki adet lityum iyon batarya ve HeartMate II'nin bilgisayarlı kumandası yer alıyor. Bunlar Reger'in böğründeki delikten geçen bir kabloya bağlı. Söylememize hiç gerek yok ki, çantasını şimdiye dek hiç otobüste unutmamış. "Bir keresinde kuzenim kazara fişimi çekti" diyor. "Ona bataryanın nasıl değiştirileceğini gösteriyordum. Pillerden önce birini çekti, sonra -o an dikkatim dağılmışken- ikincisini. 'Sakin!' diye bağırıp bayılmışım. Aygıtın hemen alarmı çalıyor. Pilleri yine bağlayınca kendime geldim. Herhalde bir on saniye bayılmışım. Kuzenim resmen keçileri kaçırarak gibiydi. İlk uçakla İsviçre'ye dönemeye kalkıştı."

Reger ile Orta Amerikalı hasta, insanların nabızları atmadan da yaşayabileceğinin, hatta iyi bir yaşam sürebileceğinin kanıtı. Fakat Frazier ile Cohn'un amacı, bu hastaların kazara yaptığı şeyi kasten yapmak. Yeteri kadar güçlü olmayan ya da her an kan pıhtısına dönüşebilecek çatlaklarla dolu bir kalbi desteklemek yerine, kalbin yerini tamamen alacak, biri sağ diğeri sol karıncığın yerini tutacak iki türbin kullanmak.

Geçtiğimiz Mart ayında nice zamandır bekledikleri fırsat karşılına çıkmış. Craig Lewis adında 55 yaşında bir adam amiloidoz tanısıyla Teksas Kalp Enstitüsü'ne başvurmuş. Bu son derece ender görülen ama ciddi hastalıkta vücut, organları Cohn'un deyimiyile "çözülmesi imkansız bir balçıkla" yavaş yavaş dolduran bir protein üretiyor. Sağlık durumu mükemmel olan Lewis bir yıl içinde ölümün eşliğine gelmiş.

Doktorlar onu bir kalp ve akciğer makinesine bağlamışlar. Bir başka cihaz da böbreklerin işlevini üstlenmiş. Buna rağmen hastanın ani kalp durması sorunu çözülmemiş ve onu makinelere daha uzun süre bağlı tutmak mantıksız bir hal almış. "Buna sadece beş gün için izin verilir ama hasta 14. günündeydi" diyor Cohn. "O sıralarda bizim aleti düşünmeye başladık. Hastanın kalp naklini atlatmasına imkan yoktu. Amiloid kalbe de saldırdı." Lewis fazla şansı olmadığını bildiğinden türbini denemeye kadar vermiş. Cohn, Lewis'in hastalıklı kalbini çıkarıp yerine bir çift HeartMate II takmış.

Hastalıktan iki gün sonra Lewis yatağında doğrulup ailesiyle konuşmaya başlamış. Gelecek vaat eden mühendis, kalbi daha iyi bağlamak için çözümler bile yapmış. Cohn bana onun bir kağıda çizim yaparken çekilmiş fotoğraflarını gösteriyor. Ancak karaciğeri amiloidoz yüzünden iflas eden Lewis beş hafta sonra bilincini yitirmiş ve ailesi Cohn'dan kalbi durdurmasını istemiş. Yine de Lewis o beş haftayı yaşamış, sevdiklerine veda edebilmiş ve geride bir vasiyet bırakabilmiş. Frazier ve Cohn iki adet küçük, sürekli akış türbininin gerçek bir kalbin yerini tutabileceğini kanıtlamışlar.

Cohn'la beraber ameliyathaneye girdiğimizde Meeko'ya ait tek şey mavi cerrahi perdeler ve dörtgen şekilli kıpkır-

## NABIZ YOK



mızı bir mağara. Meeko'nun göğüs boşluğu burası. Diğer cerrahlar buzağıyı ameliyata hazırlamışlar. Cohn her zaman olduğu gibi, mucizeyi gerçekleştirmek üzere devreye giriyor.

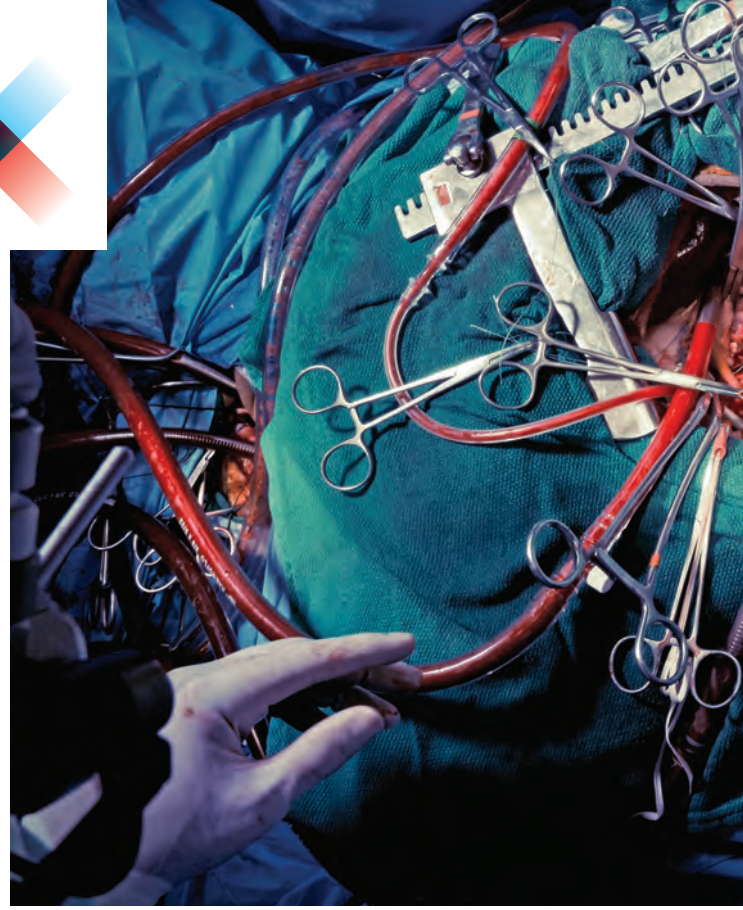
Ameliyatta yirmi sekiz kişi var. Kalp ve akciğer makinesini çalıştıran teknisyenler, anestezi uzmanları, çeşitli derecelerden veterinerler, fotoğrafçılar ve gözleri fal taşı gibi büyümüş tıp öğrencileri. Herkes konuşup dolaşiyor. Adeta koca bir kokteyl partisi. Tek farkı, tüm konukların ameliyat kıyafetleri giymiş olması ve gözlerinden başka hiçbir yerlerinin görünmemesi. Konuklardan biri yatırım fonlarının azizliğine uğrayarak batan, ancak şimdilerde tekrar dirilen MicroMed'den Bryan Lynch. Lynch ve şirketin ilk günlerinden birkaç kişi, 2 milyon doları borç harç denkleştirip şirketlerini Absolute Capital Management'tan tekrar geri almış ve müknaatıların aksın üstünde değil de türbinin bıçaklarında yer aldığı yeni bir tasarım geliştirmişler. Böylece aksı küçültmek, bıçakları büyütme ve burgunun daha eşit dönmesini sağlamak mümkün olmuş. Bu ve sili-karpit kaplı rulman sayesinde Lynch tehlikeli kan pıhtılarının oluşma tehlikesinin azalmasını umuyor. Cohn'un Meeko'nun göğsüne yerleştirmeye hazırlandığı pompalar MicroMed'e ait.

Cohn'un alnındaki minyatür kamerası bağlı dev ekranda ise prosedür, cerrahın gözünden izlenebiliyor. Tıp öğrencileri kendilerinden geçmiş bir halde bu ekranı izliyorlar. Bense oraya pek bakamıyorum çünkü Cohn bana tam solunda durmamı söylediği için, buzağının çırpınan kırmızı kalbini doğrudan görebiliyorum.

Tene dokunduğça tıslayan (ve çok belirgin bir biftek restoranı kokusu yayan) koter sayesinde Cohn, kalbi saran dokuları ayırıyor. Kendisini bağlayan dokulardan kurtuldu-ğça kalp sanki daha bir kuvvetli çarpmaya başlıyor. "Hadi!" diye bağırıyor Cohn birden. Bu, kalp ve akciğer makinesinin devreye girmesi için beklenen işaret. Kalın ve şeffaf bir boru, buzağıdan gelen mora yakın, koyu renk kanla dolarken diğer borudaki kan çapcanlı bir kırmızı. Birkaç hızlı ve derin darbeyle Cohn kalbi çıkarıp avucuna alıyor. Kulakçıkları kalbin üstünde bırakmış. Meeko'nun göğsünde büyük damarların ve atardamarların girip çıktığı bir tür kapak gibi duruyor. Kalbin geri kalanı, küçük koroner atardamarlarda kan bulunduğu için plastik bir kabın içinde atmaya devam ediyor. Cohn bana maskesinin üstünden bir bakış fırlatıyor. "İddiaya girerim 'buna nasıl cüret eder' diye düşünüyorsunuzdur." Aslımı isterseniz bundan sonraki hayatıma vejetaryen olarak sürdürme kararı alıyorum.

Elini çabuk tutan Cohn, kauçuklanmış Dacron'u kulakçıklara dikeyiyor. Attığı dikeyler teknolojiye gayet uzak, gelişigüzel, babadan kalma iğne iplik işine benziyor. Birkaç dakika içinde simit şekilli iki adet beyaz yakayı yerine sabitliyor. Sonra salin solüsyonu içinde bekleyen türbinleri alıyor. Kauçuklanmış Dacron bebek elbiseleri türbinlerin üstünden sarkıyor. Üzerlerinde "İnsan Kullanımına Uygun Değildir" yazısı var ama ikisi de HeartMate II'den daha ufak ve MicroMed bir gün bu avantajdan faydalanmayı düşünüyor.

Yine aynı el çabukluğuyla Cohn, kulakçıklara yerleştirdi-



ği yakaların üstüne bu kumaşları dikeyiyor. Türbinler çalıştırılıp kalp ve akciğer makinesi kapatılırken öyle dramatik bir an falan yaşanmıyor. Bu, ameliyatın üçüncü saatinde gerçekleşen bir şey. Fakat bir ara farkına varıyorum ki kan basıncım gösteren monitörde 120'ye 80 değeri yerine sadece 78 görünüyor. "Genelde tansiyonu kalbin kasıldığı ve gevşediği anlarda ölçeriz. Sistolik ve diastolik değerleri oluşturur bu. Bu buzağıda sadece tek bir değer var artık. Nabzıma bir baksana." Dümdüz. Birçok aydın, William Shakespeare'in insan kalbinin atışını taklit etmek için sonelerini bir kısa bir uzun beşli hece ölçüsüyle yazdığını söyler. Merak ediyorum, Shakespeare bunu görse ne derdi acaba?

Cohn sihir numaralarıyla beni şaşırtmaya devam ediyor. Ameliyathaneden yukarı çıkarken asansörde cebinden bir dolarlık beş adet kağıt para çıkarıyor. "Beş tane bir dolar var, değil mi?" diye soruyor. Sonra paraları elinde döndürüp avucunu abartılı bir ifadeyle yukarı kaldırıyor. Beş adet birliğin yerinde beş adet 100 dolar duruyor. Bileğine bir şey saklaması imkansız çünkü üstünde hala o kısa kollu ameliyat kıyafetleri var.

Ofisine dönünce benden bir desteden gelişigüzel kart seçmemi, baktıktan sonra desteye geri koymamı istiyor. Kart, karo 10'lu. Bana havaya parmağımıyla bir şekil çizmemi istiyor. Üçgen çiziyorum. Sonra içimden bir renk tutmamı istiyor. Yeşili seçiyorum. Desteyi kesiyor. Elinde, üstüne yeşil üçgen çizilmiş bir karo 10'lusu var. Şaşkınlıktan küçük dilimi yutacak gibi oluyorum.

O akşam, penceresiz dinlenme odasında berbat bir kahve yudumladığımız sırada neden bana sihir numaraları yapıp durduğunu açıklıyor. Aslında yapmak istediği Arthur C. Clarke'ın ünlü sözünü, yani ileri teknolojinin "sihirden



#### AKIŞ DURUMU

Billy Cohn ile Bud Frazier (solda) 50 buzağıya sürekli akış yapay kalbi taktılar. Bu hayvanlar arasında üç ay yaşayanlar bile oldu.

farksız olduğu" görüşünü çürütmek. Ama bundan önce kahvesini bir kenara koyup eklemelerini çılatıyor. Sonra tam bir sihirbaz edasıyla şöyle diyor. "Sizlere muhteşem kaybolan tuzluk numarasını yapacağım. Bunu normalde özel bir ipekle yaparım ama..." Etrafına bakınıyor, kaskatı, kahverengi bir kesekağıdı alıyor, omuz silkip plastik tuzluğuna bunun içine koyuyor. Sonra "Olmadı, bir saniye" diyor. Gösterinin akıcılığı kesintiye uğruyor. "Muhteşem masadan geçen tuzluk numarasını yapayım." Kesekağıdına sarı tuzluğuna güm diye masaya indiriyor, duruyor, sonra kaldırıyor, sonra "Kusura bakma. Belki bunlarla daha iyi olur" deyip karabiber paketlerini masaya koyuyor. Bir saniye düşünüp vazgeçiyor, sonra onları da kaldırıyor. Dikkatini dağıtan bir şey var ama ne olduğunu bilemiyorum. "Yok yok, tuzluk numarası yapalım" deyip tuzluğuna tek eliyle masaya koyup üstüne avcuyla sertçe vuruyor. Kesekağıdı yamyası oluyor ve tuzluğun masanın altına düşüp zıpladığını duyuyoruz. Şaşıp kalmış bir şekilde eğilip tuzluğuna alıyorum.

"Tamam" diyor sakince. "Senin için özetleyeyim." Anlaşılan o ki ipekle, karabiber paketleriyle ilgili tüm o hatalar beni aslında olan bitenden uzaklaştırmak için yapılmış birer numaraymış. Aslında kesekağıdına tuzluğun şeklini verip tuzluğuna masanın altına saklıyormuş. Elini kağıda

vurunca da masanın altına sakladığı tuzluğuna yere bırakmış. "Hepsi de senaryonun bir parçası. Söylediğim her şey, ellerimin her bir hareketi bu hileyi mümkün kılmak içindi. Sana gelişigüzel, hatta yanlışlarla dolu gibi geldi ama hep si numaraydı."

Ardına yaslanıp ellerini açıyor. "Kalp cerrahisi de aynen öyle" diyor hafifçe gülerken. "Hepsi bir senaryo. Sana kalırsa o yakaları Meeko'nun göğsüne babadan kalma yöntemlerle diktim. Ama her hareketim önceden planlanmış, test edilmiş, çalışılmış. Elimi sekiz derece çevirip iğneyi geçiriyorum, sonra bileğimi 22 derece döndürüp iğneyi on santim kaldırıyorum. Elimi geriye doğru hafifçe kıvrıp bir santim sola oynatıyorum. Dikişlerin sayısı belli. Ne gereğinden gevşek ne de sıkı. Kalp ameliyatı için gereken akıl almaz derecede uzun ve karmaşık bir senaryoyu ezberleyip adım adım icra edebilmek."

Ofisine geri döndüğümüzde ona sürekli akış yapay kalpleriyle dolaşan insanlar görmemize ne kadar kaldığını soruyorum. Kimileri medikal donanım endüstrisinin uyguladığı baskının FDA'yı yeni medikal aygıtları çok çabuk onaylamaya mecbur bıraktığını söylüyor. Bazılarında tam tersini, yani sigorta sektörünün baskısının FDA'nın elini ayağına bağladığını çünkü sigorta şirketlerinin yeni ve pahalı terapiler için para ödemek ya da ölüm döşeğindeki insanları daha uzun süre hayatta tutmak istemediğini söylüyorlar. Cohn iki cephede de değil. "İşleri zor. Biz de dikkatli olmalarını istiyoruz" diyor iskambil kartlarıyla kalp maketlerinin arasında otururken. Dahası, teknolojinin de tamamen hazır olmadığını söylüyor. İki türbin ve iki adet bilgisayarlı kumanda kullanmak hiç pratik değil. "Tek birime dönüştürülmesi lazım" diyor Cohn. Bunun da geliştirilmesinin en aşağı üç dört yıl süreceğini, FDA onayı alması için gereken deneylerin de altı ila yedi yıl alacağını tahmin ediyor. Yine de bu gecikmeden rahatsız olmuyor. Bilimsel ilerlemenin bir parçası bu. "Wright kardeşler 1903'te 240 metre uçmuşlardı. Ticari hava taşımacılığı ise 1920'de başlayabildi."

Birden bire masasındaki ıvır zıvırın arasında bir şey bulup "Aa, bak ne var burada!" diye bağıyor. Elinde küçük bir karton kutu var. Üstüne de sürekli akış yapay kalbinin bir fotoğrafını yapıştırmış. Fotoğrafın altında S, M, L ve XL harfleri var. L'nin üstünü kırmızı boyayla işaretlemiş. "Güzel görünüyor mu?" diye soruyor bana uzatıp. İllüzyon malzemeleri satan dükkanlarda bulunan türden şeylere benziyor. "Bir şaka" diyor, "ama böyle bir şey olmasını hayal ediyorum. Yani bir mağazaya gidip bunu raftan alacağımız, cerrahiniz de göğsünüze yerleştirecek. Bu aletler o kadar basit ki her yıl 100.000 kişiye takmamız mümkün." Kutuyu bırakıyor, türbinleri tekrar eline alıp şefkatle döndürüyor. Nasıl ki insanlar kuşları taklit etmeyi bırakana kadar uçamadılarsa, en hayati organın yerine kalıcı olarak başka bir şey koymak için de kalp vuruşlarını aklımızdan çıkarmamız gerekiyor. "Sanırım artık yapay kalp sorununu temelli çözmemize ramak kaldı" diyor. "Tek yapmamız gereken nabızdan kurtulmaktır."

*Dan Baum, Nine Lives: Mystery, Magic: Death and Life in New Orleans kitabının yazarı.*



# OKYANUS DOLUSU VERİ

Brendan Foley ve batık arayan robotları deniz arkeolojisinde çığır açabilecek mi?

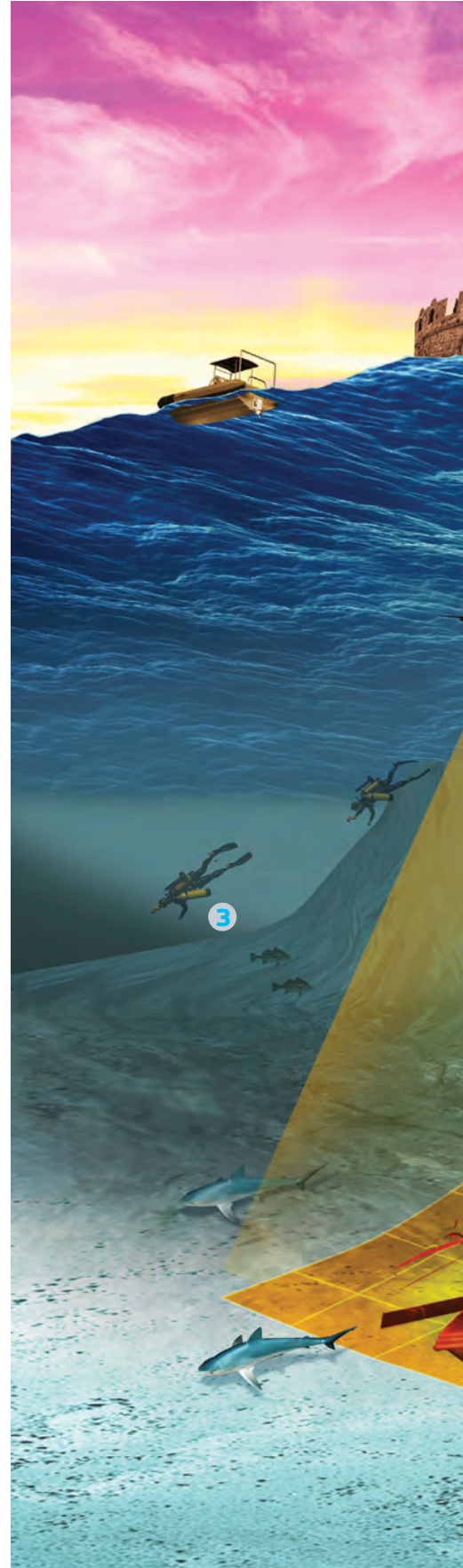
GEÇTİĞİMİZ YILIN EKİM ayının başlarında Brendan Foley kendini Ege Denizi'nin ortasında daireler çizen küçük, şişme bir botta buldu. 43 yaşındaki deniz arkeoloğu 30 metre derinlikte Antik dönemden kalma sualtı batıklarını arayan üç dalgıç beklemekteydi. Botu kullanan koca göbekli Giorgos adlı Yunan, dümeni büsbütün iskeleye kırmış, botu döndürüp duruyordu. Bunun ne kadar sıkıcı olduğunu ya fark etmeyen ya da oralı bile olmayan Giorgos'un daire çizmeye bir itirazı yoktu. Fakat bu durum Foley'nin sınırlarını iyice germişti. Dalgıç kıyafetinin fermuarıyla oynamaya koyuldu. O gün daha erken saatlerde yaptığı dalışın ardından hala ıslak olan dalış takımlarını düzeltti. Sonra yamına oturdu ve hayatını denizden kazanan biri için gayet ilginç olan bir itirafta bulundu: "Küçük teknelerden nefret ediyorum" dedi. "Büyüklerini de sevmem ya."

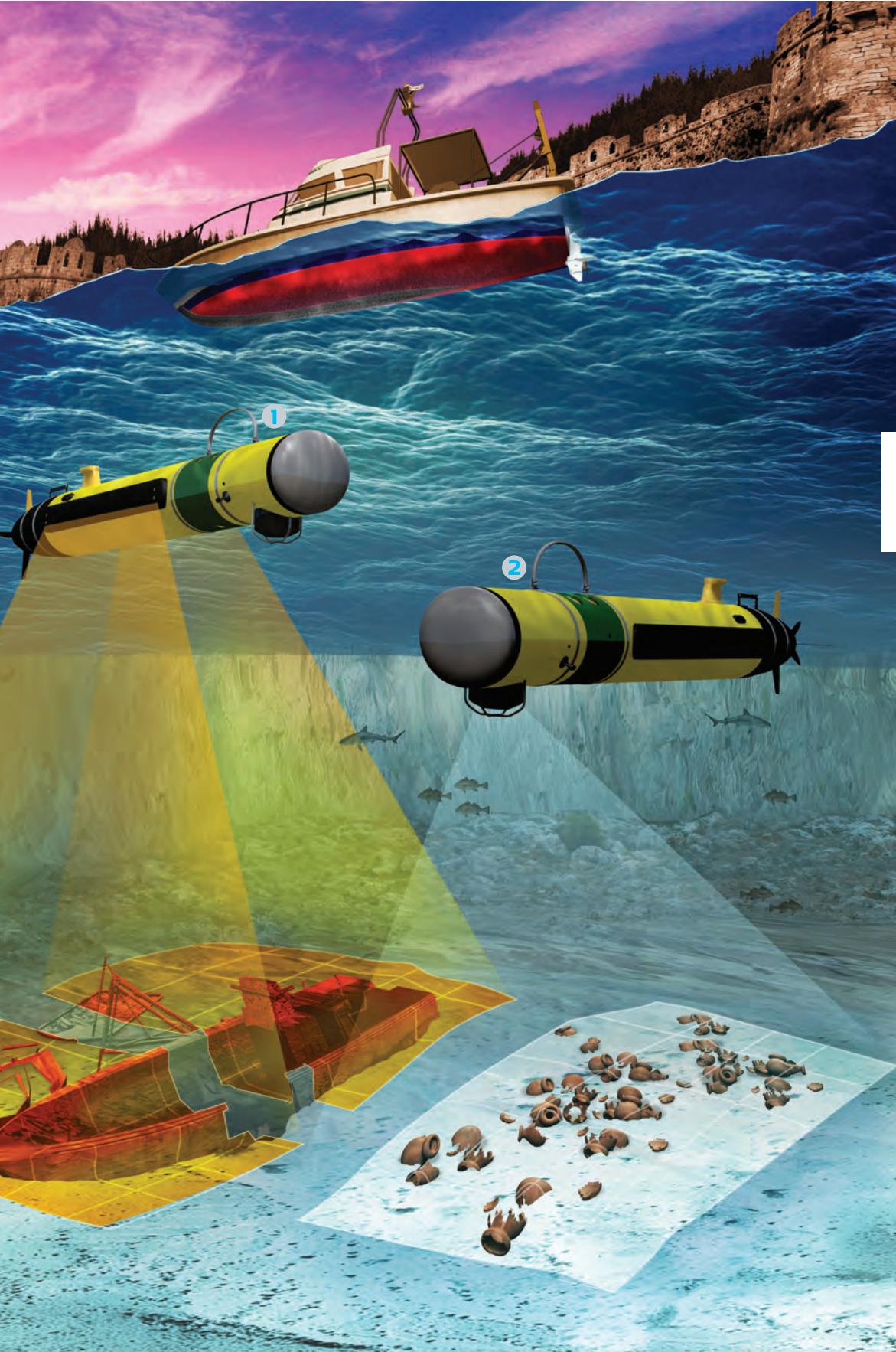
Foley'nin sevdiği şey batıkları bulmak. O yüzden de o ve Yunan meslektaşları, dalış noktası olarak Girit'in başkenti

**YAZAN**  
**Brooke**  
**Borel**

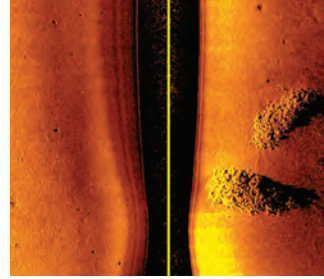
Heraklion'un sekiz mil kuzeyinde küçük ve kayalık bir ada olan Dia'yı seçmişler. Heraklion 6.000 yıl boyunca çok işlek bir limandı. Bu süre boyunca Heraklion'a giden birçok geminin Dia'daki kayalıklara çarpıp batmış olma ihtimali var. Jacques Cousteau 1976 yılında Atlantis'i ararken adanın güney sahilinde birkaç gemi enkazına rastlamıştı. Foley ile ekibi ise adanın kuzeyini araştıran ilk arkeologlar.

Foley batık gemileri bulmayı sevse de (son 14 yılda 26 batık gemi bulmuş ya da bulunmasına yardım etmiş) onları aramakla zaman yitirmekten, en azından bunu alışıldık yöntemlerle yapmaktan hiç hoşlanmıyor. Dalış ekiplerini, her biri 300 metrelik kesitlerde deniz dibini adım adım taramaya göndermekten, özerk sualtı aygıtlarını (AUV) kullanarak deniz tabanını geniş parçalar halinde araştırmayı tercih ediyor. Robotlar işe yaramadığında Foley, daha fazla yol kat edebilsin diye kapalı devre yeniden solunum sistemleriyle ve sualtı iticileriyle donatılmış dalgıçları aşağı yolluyor. Daha hızlı olmak istediğini çünkü daha fazla veriye ihtiyacı olduğunu söylüyor.





**SUALTINDA** Remus 100'un iki yanına yerleştirilmiş sonar dönüştürücüleri AUV'nin "tam" altını göremiyor (aşağıdaki karanlık bölge). Sağda, iki tarihi batık görüyor.



## Batıkları hızlı bulmak için

Akustik Remus 100 AUV, denizde 2.5 km karelik bir alanı sonarla tarıyor. Bu işlem 4,5 saat sürüyor. Sonar sinyali geniş nesnelere yansyarak aydınlık ve parlak noktalar oluşturuyor, böylece batığın dış hatları ortaya çıkıyor (yukarı bakınız).

Eğer sonar görüntüsü bir batığa işaret ediyorsa video Remus, o noktayı taramaya gidiyor. Video Remus yüksek kaliteli fotoğraf çekemediğinden, görsel veriyle ispatlanan batıkların daha sonra bir dalgıç ekibi tarafından fotoğraflanması gerekiyor.

Sualtı uçurumları ve yamaçları sonar sinyallerini etkilediğinden, Foley'nin ekibi buralarda dalgıç yapıyor. Yeniden solunum aygıtlarıyla donatılmış dalgıçlar, Scuba donanımlı dalgıçlardan üç kat uzun süre su altında kalabiliyor. İtçiler ise iki kat daha fazla mesafe kat etmelerine olanak tanıyor.

Deniz arkeologları normalde bir ya da iki batık üzerinde yıllarca çalışırken, Foley için tek bir batığın çölde bir kum tanesinden farkı yok. Tüm manzarayı anlamak için deniz arkeologlarının çok sayıda batığı araştırması ve bunlar arasındaki ilişkiyi bulması gerekli. Foley, kazmak ve yorumlamak üzerine kurulu yumuşak bilimi değil de, gen ve ilaç araştırmacıları gibi endüstriyel hızda veri toplayan ve sıradan bir çözümlemeyle fark edilemeyecek kadar belirsiz desenleri saptamak için bu verileri çok kuvvetli bilgisayarlarla inceleyen "sert" bilimi tercih ediyor.

Foley yüzlerce, hatta binlerce antik geminin ne zaman ve nereye gittiğini ve ne taşıdığını öğrenirse bilgisayar analizi sayesinde dünyanın en eski kültürlerinin izini sürebilir ve kendi merkez hipotezini de sınayabilir: Foley, Akdeniz Havzası'na uygarlığın deniz ticareti yoluyla yayıldığını öne sürüyor. Fakat tüm bunları bilgisayarda yapabilmek için öncelikle kendi deyimiyle "Tüm Akdeniz deniz yatağının ayrıntılı bir haritasını çıkarmaya" ihtiyaç duyuyor. Akdeniz neredeyse 2.5 milyon km kare yüzölçümüne sahip ve 300.000 civarı batığı ev sahipliği ediyor olabilir.

Bugün aksilikler birbirini takip ediyor. Çünkü Foley'nin AUV'leri Dia civarında işe yaramıyor. Dia'nın dik sualtı uçurumları ve yamaçları robotların algılayıcılarını olumsuz etkiliyor. Ayrıca birileri sualtı iticilerinin çok önemli parçalarını Heraklion'daki limanda unutmuş. O yüzden de Foley'nin ekibi batıkları hızla değil de, babadan kalma yöntemle araştırmak zorunda. Foley erken saatlerde dalış arkadaşıyla daldıysa da eli boş döndü.

Botlar birkaç dakika daha daireler çizdikten sonra Foley nihayet harekete geçiyor. Sabahleyin Giorgos, buralarda dalış yapmayı ne kadar çok sevdiğini söylemişti. O yüzden Foley her zamanki sorumluluk sahibi tavrıyla gidip ona dalış yapmasını öneriyor ve "Botu ben kullanayım mı?" diye soruyor. Dümeni ele geçiren Foley, hız kesip motoru durduruyor. Bot yavaşlıyor, güneye, Dia'nın sarı uçurumlarına doğru yol alan dalgaların üstünde zıplamaya başlıyor. Hava 27 derece sıcaklıkta, sualtı görüş mesafesi ise 30 metre. Artık bir şeylerin kontrolünü ele almış olan Foley rahat-



**ARAMA EKİBİ** Yukarıda görülen Alkyon sualtı robot araştırmaları için üs olarak kullanılıyor ve Heraklion limanındaki Koules Kalesi'nin yanından denize açılıyor. Arkeolog Brendan Foley, dalış süresini üç saate çıkartmak için yeniden solunum aygıtı kullanıyor.



lamış, hatta mutlu görünüyor.

Fakat elinde fırsat olsa, Foley böyle harika bir günde küçücük bir botta ya da büyük bir teknede olmak yerine, Heraklion'daki mozaik kaplı avlusunda oturup robotlarının topladığı verilere kafa yormayı tercih edecek türden biri.

**DENİZ ARKEOLOJİSİ**, bundan onlarca yıl önce bilgisayar bilimlerinde ve üretimde başlayan bir veri toplama ve analiz devrimi olan yüksek hacimli işlem tekniklerinden nasibini alan en son dal. Bu yaklaşımın bilimde yayılması, ABD hükümetinin 1990'da başlattığı İnsan Genomu Projesi'yle oldu. 13 yıl içinde araştırmacılar, insan DNA'sını oluşturan 3,3 milyar kimyasal baz çiftinin ve 25.000 genin haritasını çıkardılar. Yüksek hacimli tarama yönteminin temelini otomasyon oluşturuyor. Robotlar sistematik bir şekilde yüzlerce, binlerce, hatta milyonlarca veri noktası kaydediyor ve bunları, veriler arasında ilişki arayan büyük bilgisayarlar veriyor. İnsan Genomu Projesi'nde yüksek hacimli

işlem, bilim insanlarının bir DNA parçasındaki baz çiftlerinin haritalanmasını otomatikleştirmesini sağladı.

Robotik sistemler ve işlem gücü geliştikçe, yüksek hacimli tarama giderek hızlanıyor ve daha güvenilir bir hal alıyor. Moleküler biyoloji dışındaki dalların bilim insanları da bu yöntemleri kendi alanlarına uyarlamaya başladılar. Örneğin farmakologlar bu sayede yüzlerce bileşiğin biyolojik etkisini eşzamanlı olarak tarıyor. İnsan Konektom Projesi'nde çalışan nörobilimciler ise sağlıklı beyinlerdeki 100 milyar nöronun haritasını çıkarıyorlar. Böylece beynin bir bütün olarak çalışmasını sağlayan bağlantının nasıl gerçekleştiği ya da hasarlı beyinlerde neyin yanlış bağlandığı ortaya çıkabilir.

Yakın zamana kadar deniz arkeolojisi yüksek hacimli hesaplama tekniklerine uygun bir alan olarak görülüyordu. Bu alan için üretilmiş otomatik sistem

ler yoktu ve büyük veri kümeleri toplamak, batıklarda uygulanan standart arkeolojik prosedürle çelişiyordu. Çoğu arkeolog birçok sitede üstünkörü ara-

**Foley, deniz arkeolojisini biyoloji ya da fizik gibi bir "sert bilime" dönüştürmek istiyor**



#### ROBOT TERBİYECİLERİ

Brendan Foley, Girit açıklarında AUV operasyonları için üç kişilik bir mühendis ekibinden ve üç de Yunan meslektaşından yardım alıyor



tırmalar yapmak yerine bir ya da birkaç sitede yıllarca kalmayı yeğliyor. Arkeoloji çoğu zaman ölçülebilir verilerden çok yoruma dayandığından, tarih ve kültürel antropoloji gibi "yumuşak" bilimlerin arasına katılıyordu.

Foley ise deniz arkeolojisini biyoloji ya da fizik gibi bir "sert bilime" dönüştürmenin peşinde. Her bir gemi batığını inceleyip sık dokumak yerine, yüzlerce, hatta binlerce batığın keşfini otomatikleştirmeyi hedefliyor. Sonra bunlar, büyük bir veri kümesine dönüştürülecek ve batıkların kendisi değil de oluşturdukları veri kümesi sorulara yanıt bulmak üzere araştırılacak.

Akdeniz'deki çoğu antik batıkta, yük taşıma amaçlı kullanılan iki kulplu küplerden, yani amforalardan başka bir şey yok. Fakat bilim insanları bunlardan da bilgi toplamanın yollarını bulmuş. Eskiden gemi olan, ancak artık çürümüş bulunan yığının boyutunu ve amfora-

ların şeklini inceleyen arkeologlar çoğu zaman batığın kökenini ve hangi çağa ait olduğunu saptayabiliyor. Enkazın konumu ise rotasına dair ipuçları veriyor.

**A**RKEOLOGLARIN AKDENİZ'DE bulduğu batıkların büyük kısmı Roma veya Bizans dönemine, yani deniz ticaretinin iyice oturmuş olduğu zamana ait. Bunlar da Foley için faydalı veri noktaları oluşturuyor, ne var ki onun asıl peşinde olduğu şey MÖ 3500 ile 1200 yılları arasındaki Bronz Çağı'na ait batıklar. Bunlar yörede yelken açan ilk gemiler. Dolayısıyla konumları ve taşıdıkları yük, hangi kültürlerin birbirleriyle etkileşim halinde olduğuna ışık tutabilir. Fakat bu dönem batıklarını bulmak deveye hendek atlamak kadar zor.

Foley'nin deniz arkeolojisine yönelik veri odaklı yaklaşımı tümüyle yeni sayılmaz. Sözgelimi arkeolog A.J. Parker 1992 yılında, Akdeniz'deki bilinen 1.259

batığın kataloğunu çıkarmıştı. Fakat Foley bu bilgilerin çok ilkel olduğunu, toplamış yöntemlerinde tutarsızlık bulunduğunu ve bunun da örnekler arası karşılaştırmayı imkansız kıldığını söylüyor. Söz konusu batıkların kimileri çok bilinen batıklar, bazıları sünger dalgıçları tarafından kazara bulunmuş ve uzmanların bulunduğu batıkların aksine, hangi çağa ya da kültüre ait olduğu belirlenmemiş. Foley'nin robotları ise tektip veri topladığından, arkeologlar bir batığı diğeriyle doğrudan karşılaştırabiliyorlar.

Foley yaptığı işi öyle bir basitleştirerek anlatıyor ki, duyan da yüksek hacimli arkeolojinin tüm Akdeniz'deki batıkların haritasını çıkartması, sayısallaştırması ve depolaması an meselesi sanır. Halbuki kazın ayağı öyle değil. Foley'nin yaklaşımı kanıtlanmamış, teknik bakımdan güç ve pahalı. Girit'te yaptığı bir aylık çalışma 500.000 dolara mal olmuş. Bu onun yıllık bütçesinin tamamı ve çoğu arkeoloğun ancak beş yılda harcayabileceği bir miktar. Foley, robotları ve onları çalıştıracak insanları bulmak için çoğu okyanus bilimci gibi Amerikan Ulusal Bilim Vakfı'na ve Ulusal Okyanus ve Atmosfer Yönetimi'ne başvuruyor. Fakat maddi olanaklarının büyük kısmı özel bağışlardan geliyor. Foley, batık peşinde koşmadığında potansiyel bağışçıların peşinde dolanıyor. Sırf geçtiğimiz yıl bile düzinelerce fon toplama etkinliğine katılmış.

Foley'nin özel fon toplama etkinliklerine düşkünlüğü, birçok bilim insanı için alışılmadık bir şey fakat o bu konuda utanç duymuyor. Hatta yıllık bütçesini beşe katlayıp 2,5 milyon dolara yükseltmek için bastırıyor. Ona bu rakamın yüksek olup olmadığını sorunca şu yanıtı veriyor: "Fizikçilerin milyarlarca dolarlık CERN gibi bir tesisi var, neden arkeologların buna hakkı olmasın? Muon diye bir şey umurunda mı? Fizikçiler dışında kimi ilgilendirir ki muon? Ben, yaptıklarımızın insan olmanın anlamını öğrenmek için, en az onların yaptığı kadar, belki daha da önemli olduğuna inanıyorum."

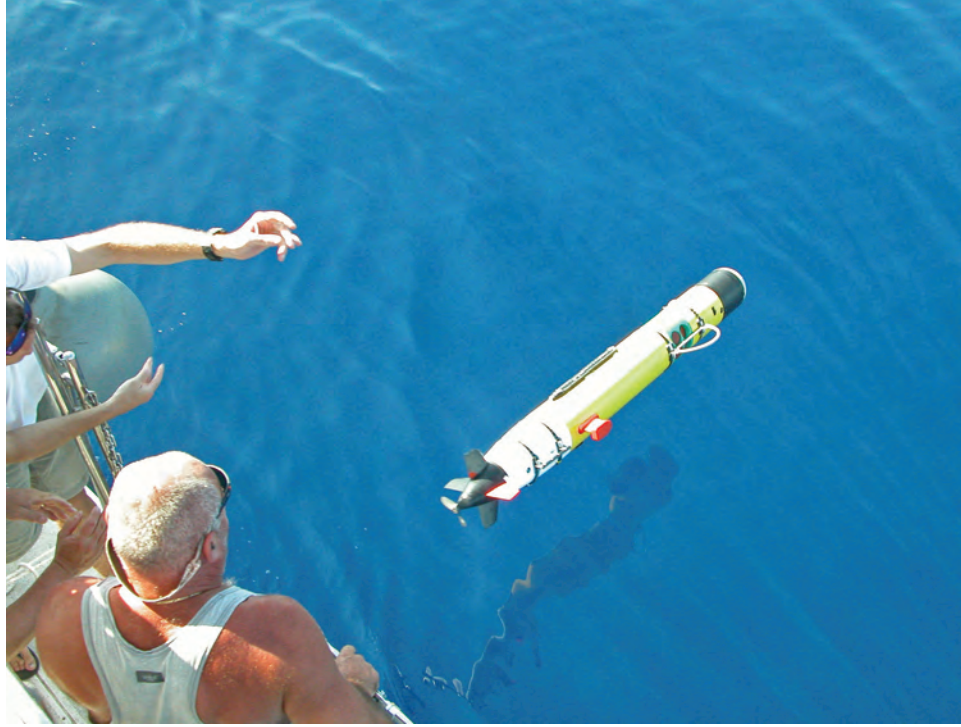
**D**İA KEŞİF GEZİSİNDEN birkaç gün sonra Greg Packard bana Heraklion açıklarında, robotun nasıl kullanılacağını gösterdi. Massachusetts'teki Woodshole Oşinografi Enstitüsünden sıkı bir mühendislik

teknisyeni olan Packard, araştırma gemisi Alkyon'un kıçında, elindeki kancayla su yüzeyindeki 1,5 metrelik uzun, sarı torpidoyu yakalamaya çalışıyor. Bu torpido aslında bir Remus 100. Yani Woods Hole'dan ödünç alınmış, video kamerayla donatılmış, 375.000 dolarlık bir özerk robot. 80 dakikalık araştırma dalgışının üçte biri geçmeden su almaya başlayan robot, otomatikman görevini yarıda bırakıp su yüzeyine çıkmış ve gemiye dönmüş. Packard kancayla robotu yakalayıp Alkyon'un vincine doğru çekmeye ve güverteye çıkarmaya çalışıyor.

Epey bir uğraştıktan, vinçle çektikten ve bir başka teknisyenden yardım aldıktan sonra Packard, yaklaşık 40 kiloluk sualtı aracını Alkyon'un güvertesine çıkarıp yıpranmış bir kasamın içine koyuyor. Sonra o ve Yunan meslektaşları bu sefer sonarla donatılmış ikinci bir Remus'u geminin kıçından denize atıyorlar. Packard, suya dayanıklı bir dizüstünden takip sistemini kontrol ederken robot bir süre yüzeyde dolanıyor, sonra dalıp gözlerden yitiyor ve deniz yatağının henüz keşfedilmemiş bir kısmına doğru yola çıkıyor.

Foley'nin veri toplama sistemi iki Remus robotu üzerine kurulu. Önce sonarla donatılmış "akustik" Remus deniz tabanını tarıyor. Su yüzeyinin 100 metre kadar altına inip bir ızgara deseni çizecek şekilde dolaşarak dönüştürücülerinden deniz dibine bir sonar huzmesi yolluyor. Bu sinyaller katı nesnelere, örneğin büyük balıklardan, kayalardan ve gemi batıklarından geri yansıyor. Bu da oluşan görüntüde parlak ve karanlık noktalar olarak kendini belli ediyor. Bu gezide akustik Remus'a, Alkyon'un gövdesine monte edilmiş çok huzmeli bir sonar eşlik etmekte. Bu sayede ekip deniz yatağını geniş şeritler halinde tarayabiliyor ancak tarama çözünürlüğü akustik Remus'unkinden daha düşük.

Packard, sonar verilerinde batık göstergesi olabilecek bir gölge görürse, araştırması için video kamerayla donatılmış ikinci Remus'u yolluyor. Sonar görüntülerini yorumlamak güç olabilir, o yüzden de potansiyel batıkların videoyla doğrulanması gerekiyor. Bunun gemi batığı olduğu doğrulanırsa bir dalgış ekibi siteye inip yüzlerce fotoğraf çekiyor. Daha sonra bir lisansüstü öğren-



#### DERİNLERDE

Remus AUV'leri, normalde deniz mayınlarının tespiti için yapılmış. Ege denizinin ılık sularında tarihi gemilerin tahtaları çürüyünce geriye sadece amforalar kalıyor.

cisi fotoğrafları dijital olarak birleştirip konum ve derinlik bilgisi içeren bir foto-mozaiik oluşturuyor.

Kıyıda oturup robotlardan ve bilgisayarlardan elde edilen verileri analiz etmek kulağa hoş geliyor ama bir sürü güçlük var. Öncelikle, Akdeniz küçük bir deniz değil. Bu hızla giderse Foley'nin tüm deniz dibini haritalaması için 2.658 yıla ihtiyacı olacak. İkincisi, Akdeniz deniz yatağının büyük kısmı dinamik. Kayan kumlar aşağıdaki her şeyin üstünü örtüyor. Üçüncüsü, robotların algılayıcıları deniz dibinde, adaların ve kıyılara dik yamaçların çok yakınında çalışmıyor. Aksi gibi, gemi enkazları tam da buralarda oluyor. Böyle yerlerde dalgış ekipleri kullanmak gerekiyor, bu da keşif hızını iyice düşürüyor. Dalgışlar için gereken ekipman el yakıyor. Her bir sualtı iticisi 3.500 dolara, her bir yeniden çözümün aygıtı 15.000 dolara patlıyor.

Foley bu keşif seferi için dört itici, altı da yeniden çözümün aygıtı satın almış.

Şayet Foley bu zorlukların üstesinden gelir de veri toplamayı başarır, karşısına apayrı bir sorun dikilecek: Bunca verinin nasıl çözümleneceği. Foley henüz hangi yaklaşımı izleyeceğini belirlemedi. Sorduğumda, veri analizinin "yolda çözeceği" bir sorun olduğunu söylüyor. Ona göre olasılıklardan biri, gemi boyutunu ve amfora şeklini tanıyıp enkazları ait olduğu çağa ve kökene göre sınıflandıracak bir görüntü tanıma yazılımı geliştirmek; ardından bu bilgileri konum verileriyle ve potansiyel rotalarla eşleştirmek. Böylece, örneğin güney Ege'deki tüm Bronz Çağı batıklarının saptamak mümkün olabilir. Eğer veri kümesi yeteri kadar genişse, Foley'nin aklına bile gelmeyen sorulara yanıt bulunabilir.

Packard ile Alkyon'da oturup akustik

## Hakkında azıcık şey bildiğimiz 100 batık bile bize yepyeni bir kanıt sunacak

batığı ve Cousteau'nun bulduğu batık, veri tabanına eklenecek beş yeni veri noktası demek. Foley, Bronz Çağı batığı bulma olasılığının düşük olduğunu finansörlerinin de bildiğini söylüyor. Akustik Remus'la bir gemi bulması da sistemin işe yarayacağına bir kanıt.

Girit'ten ayrılmadan önce bile, Foley önümüzdeki yıl keşif seferlerine çıkmayı kafasına koymuştu. Bu bahar aylarında ilk defa Cezayir açıklarına gitmeyi düşünüyor. Cezayirli meslektaşları sualtı sismik faylarını saptamak için gemiye monte sonar kullanacaklar. Foley o sırada sonarın birkaç gemi batığı bulabileceğini düşünüyor. Aynı zamanda Libya'da ve Mısır'da kendine tanıdık birilerini bulmayı düşünüyor çünkü Arap Baharıyla birlikte, eski tanıdıkları mevkilerini yitirmişler.

Foley, robot filosunu genişletme planları kurduğundan da söz etti. Mesela Remus 6000 gibi, 5900 metreye kadar dalabilen büyük AUV'ler almayı düşünüyor. Ek robotlar, onun yeni arazileri, hatta Akdeniz'in en derin bölgelerini taramasına izin verecek.

Girit'teki keşif gezisinin ardından Foley'nin veri tabanında bazıları geleneksel yöntemlerle, bazılarıysa dalgıçlar ya da AUV'ler tarafından tespit edilmiş toplam 34 antik batık var. 300.000'in yanında bu çok küçük bir rakam olsa da, onun çalışmalarını görmezden gelmeyi gerektirmiyor. Foley çok istese de 300.000 batığın hepsini kataloglaması gerekmiyor. İstatiksel önem taşıyan sorgular için birkaç yüz, ya da birkaç bin batık yeterli. Robotlar ve sağlanan fon artarsa bunu başarabilir. Başaramayıp da veri tabanına her yıl birkaç batık ekleyebilse bile, çalışmalarına önümüzdeki 25 yıl boyunca devam etmeyi düşünüyor. "Dişe dokunur bir şeyler yapıyorlar mı diye görmek için burnumu başkalarının laboratuvarlarına sokacak değilim" diyor. "Maddi destek sağlayabiliyorsan, sahaya çıkıp projelerini gerçekleştirebiliyorsan, makalelerini yayınlatabiliyorsan bundan öte doğrulamaya ne gerek var?"

*Brooke Borel POPULAR SCIENCE'a katkıda bulunan editörlerden. Brooklyn'de yaşıyor.*

Remus'un araştırmasını bitirmesini beklerken pruvanın birkaç mil açığında bir trol teknesi beliriyor. Packard, Remus'u dizüstü bilgisayarıyla gözlemlemekte olduğu kamaradan çıkıp tekneye bakıyor. Sonra kaşlarını çatıp kamaraya dönüyor, birkaç komut yazıp Remus'u balıkçıların ağına takılmayacağı, daha güvenli sulara dönmesi için programlıyor.

**Y**ORUMLAMALI BİR BİLİM dalının veri odaklı bir dala dönüşmesinin benzersiz olmadığını söylüyor Theodore Porter. Los Angeles'taki Kaliforniya Üniversitesi'nde çalışan tarihçi, bilimin nicelleşmesi üzerine uzmanlaşmış. Porter, coğrafyanın da son zamanlarda büyük oranda nicel ve veri odaklı bir alana dönüştüğünü söylüyor. Geçtiğimiz elli yıl içinde çizim teknikleri ve statik kartografi, çok sayıda kaynaktan topladığı verilerle dijital ve etkileşimli haritalar oluşturan coğrafi bilgi sistemleriyle kaynaşmış. Ekonomi de yorumlamalı bir bilim dalıyken matematik odaklı bir bilime dönüşmüş, fakat bu dönüşümün başarısı konusunda her kafadan ayrı ses çıkıyor.

Harvard Üniversitesi'nde arkeolog ve tarihçi olan Michael McCormick ise arkeologların aslında onlarca yıldır daha nicel yöntemlere doğru yol aldığını söylüyor. Arkeologlar fiziksel nesnelere veriye dönüştürmek için radyo karbon tarihlemesi ve DNA analizini zaten nicedir kullanıyor. Foley'nin yöntemi, sadece bir sonraki adım. Bu adım atıldıktan sonra kendini sürdüren bir veri

döngüsü kurulacak. Veri miktarı arttıkça seçenekler de artıyor. Arkeologların, araştırılmaya gerek olup olmadığını anlamak için her batığı bizzat ziyaret etmesi gerekmeyecek. Sadece önemli batıklara dalma olanağı, kazıların verimliliğini artıracak ve bu da çözümlenmesi, ilişkilerin belirlenmesi ve tekrarlanan desenlerin saptanması için daha fazla veri sunacak. Böylece antik dünyayı daha iyi betimlemek mümkün olacak.

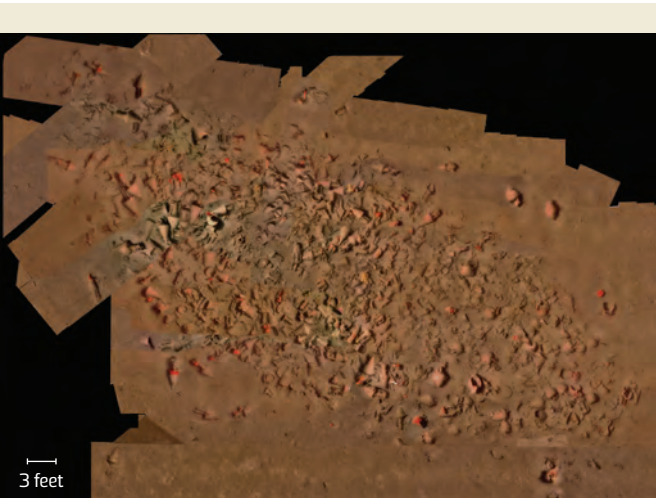
Yüksek hacimli arkeoloji, kazı gibi eski tekniklerin yerini almayacak. McCormick, bu yöntemlerin tamamlayıcı olduğunu söylüyor. "İyiden iyiye araştırılmış ve kaçıda dökülmüş bir gemi batığı, battığı yere, geldiği ve gitmekte olduğu yere ait muhteşem bir zaman kapsülüdür" diyor. "Ama haklarında az şey bildiğimiz 100 gemi enkazı toplamda tümüyle incelenmiş gemilerle karşılaştırabileceğimiz farklı bir bilgi sunuyor. Böylece birbirlerini aydınlatıyorlar."

**Y**UNANİSTAN SEFERİNDEN iki hafta sonra Foley'i arayıp ben ayrıldıktan sonra işlerin nasıl gittiğini sordum. Atina'daki Amerikan Klasik Araştırmalar Okulu'nun mütevelli heyetine sunum yapmaya hazırlanıyordum. "Gayet iyi gitti," dedi. Araştırma ekibi, bir ayda sekiz batık bulmuş. Bunlardan üçü modern, beşi ise antik dönem batığıymış ve içlerinden biri (bir Roma gemisi) Cousteau'nun Dia'daki araştırmalarından biliniyormuş. Ne robotlar ne de dalgıçlar Bronz Çağı batığı bulabilmişler.

Foley yine de umutsuzluğa kapılmadığını söyledi. Dört yeni antik dönem

### Bir batığın portresi

Burada görülen MÖ 4. Yüzyıl batığı gibi tarihi batıklar, genelde amfora döküntülerinden oluşsa da, çok miktarda veri barındırıyor. Bir batık saptanınca dalgıçlar inip Nikon D100 ve D300 fotoğraf makineleriyle yüzlerce fotoğraf çekiyor. Bu fotoğraflar daha sonra birleştirilerek bir fotomozaik oluşturuluyor (solda) ve bu resimde batığın konumu ve derinliği işaretleniyor.



# Nasıl yapılır?



## DİKKAT

Yayınlamadan önce tüm projelerimizi gözden geçiriyoruz ama nihayetinde kendi sağlığınız kendi sorumluluğunuz. Daima koruyucu donanım kullanın, gerekli güvenlik önlemlerini alın, tüm kural ve düzenlemelere uyun.

## Çeşitli fikirler, ipuçları ve kendin yap projeleri

### YEŞİL ŞİMŞEK

Ejderhanın hızı 160 kilometreyi aşıyor ancak Richard Hamel seyir hızını 110 kilometre civarında tutuyor.



### NE YAPTIN?!

# Dikkat, ejderha çıkabilir!

Ateş püsküren, jet motorlu uçan canavar

Richard Hamel torunlarıyla beraber 2010 yılında Ejderhanı Nasıl Eğitirsin? filmi seyrederken, uçan canavarların kuyruklarıyla ilgili tuhaf bir şey gözüne ilişmiş. Yıllarını uzaktan kumandalı uçaklar yaparak geçirmiş olan Hamel, bu çıkıntılıların "ters V kuyruk" olarak bilinen sıra dışı bir uçak tasarımı özelliğine benzediğini anlamış. Dikey stabilizer (dengeleyici) ve yatay

### SICAK SANİYELER

Güvenlik nedenlerinden ötürü Hamel ejderhanın alevli nefesini sadece kısa süreliğine çalıştırıyor.



dümen yerine, bazı uçaklar V şekilli iki çıkıntı kullanıyor. "Bu işe yarayabilir diye düşündüm ve bir ejderhayı uçurabilir miyim diye merak ettim" diyor Hamel.

**YAZAN**  
Gregory Mone

**FOTOĞRAFLAR**  
Tom Cwenar

Pittsburgh yöresinde ısıtma tesisatı ve klima müteahhidi olarak çalışan Hamel, her türden

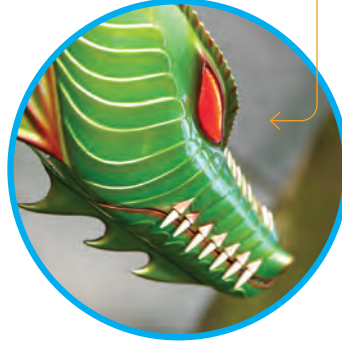
uzaktan kumandalı uçak yapmış ancak güvenilirliklerinden ve çıkardıkları sestən ötürü jet türbinlerini tercih ediyor. İşe, 10 kg itki sağlayan bir JetCat P80 ile başlamış ve yarattığı içten dışarı doğru tasarlamış. Uçuşlar için 2,25 litrelik bir yakıt tankının kafı geleceğini düşünmüş ve buna elektronik aygıtlar, batarya ve özel yapım egzozu eklemiştir.

Ejderhanın ağırlığının 15 kilogram olacağını hesaplayan Hamel, bunun için 270 cm'lik kanatlara ihtiyacı olduğunu anlamış. Kanatlar için hazır bir tasarım şablonundan yararlanmış ve test uçuşlarında saatte 160 kilometreyi geçen bir fiberglas prototip yapmış. Fakat bunu aşırı hızlı bulmuş çünkü ejderhanın izleyenler tarafından rahatça görülmesini istiyormuş. O yüzden ejderhayı yavaşlatacak bir kanat tasarımı seçmiş. Test uçuşlarında ejderhanın çok yavaş döndüğünü de anlamış. Uçan dinazorların dönmek için başlarını kullandıklarını okuyunca yeni bir kafatası tasarlamış. Artık ejderhanın V kuyruğu dümeni dönüş manevrasını başlatınca, ejderhanın başı da dönüyor. Hamel ejderhanın aynı zamanda korkunç olmasını istiyormuş. Aylar boyunca pulları tasarlayıp yerleştirmiş, üreten kalıplarla dişleri hazırlamış, kırmızı LED'lerle aydınlanan gözler yapmış. Elbette ateş püskürmeyen bir ejderhanın uçan kertenkeleden farkı yok. O yüzden de evin bodrumunda bulduğu 50.000 voltluk bayıltıcı silahın devresini hayvanın çenesine yerleştirmiş, ağırın gerisine bir nozül koymuş, bunu da sıvı propan dolu bir şişeye bağlamış. Devre etkinleştğinde nozülden propan fışkırıyor ve ejderha bir metre uzağa kırmızı mavi bir alev kusuyor. Hamel ejderhayı hava gösterilerinde ve parklarda uçurmayı düşünüyor. Ejderhayı korkutucu olması için tasarlamış ama güvenliğinden de endişe ediyor. "Birileri ateş edecek diye korkuyorum" diyor.

**PULLU MODEL** Hamel, yaratığın dış görünümünü airbrush'la hazırlamak için yaklaşık 100 saat harcadığını söylüyor



Hamel, 50.000 voltluk bir bayıltıcı silahın devresini kullanarak ejderhanın ateş kusmasını sağlamış



**Uçan bir ejderha yapmak**

**MALİYET** 8,000 \$  
**SÜRE** 1 yıl



## NASIL ÇALIŞIYOR

### UÇUŞ

Jet türbini ejderhanın göğsündeki bir hava altından aldığı hava-yı, arkadan 800 kilometre hızla püskürtüyor. Türbinden çıkan havanın sıcaklığı 750 dereceyi aşıyor. Diğer bileşenlerin yanmasını önlemek için Hamel, egzozu kendi yaptığı çift duvarlı paslanmaz çelik bir duvarla yalıtılmış.

### ELEKTRONİK

Hamel, hazır satılan 2,4 gigahertzlik, dokunmatik ekranlı bir kablosuz kumanda aygıtı kullanmış. Alıcı, başı ve kuyruğu hareket ettiren servo motorlar, kırmızı LED gözler, bayıltıcı tabanca devresi ve türbini kontrol eden mikroişlemci dört adet nikel kadmiyum bataryayla çalışıyor.

### KORKU FAKTÖRÜ

Ejderhanın başını köpükten yapan Hamel, ejderhanın dışına yapıştıracığı pullar için de iki kopyasını daha hazırlamış. Yaratığın şeytansı bakışları içinse şeffaf üreten reçinesine şekil vermiş ve arkasına bir çift kırmızı LED yerleştirmiş.

### EJDERHANIN NEFESİ

Hamel, uzaktan kumandanın bir düğmesine basarak ejderhanın ateş püskürtmesini sağlıyor. Ejderhanın gözlerine bir alıcı ve başına bir servo motor bağlamış. LED'li gözleri çalıştırdığında gözler parlamakla ateş sisteminin hazır olduğunu belirtiyor. Hamel bir başka düğmeye basınca servo motor ejderhanın ağzını açıyor. Bu, propan valfini açıyor ve bayıltıcı silahın devresini harekete geçiriyor (Hamel ustalığının işe yaradığını, valfi tek başına yaptığını söylüyor). Gaz dışarı püskürüyor ve birkaç saniyelik ejderhanın ağzından alevler saçılıyor.





Heavy metalde şeytan boynuzu y apmanın doğru ve yanlış yolları



Maliyet  
2,700 \$  
Süre  
3,000 saat

**ELEKTRONİK GİTAR**  
Aletin gövdesindeki bir devre kartına işlenmiş iletken izler, gitar tellerinin yerini tutuyor.

## Akor dizisi

Herkesin çalabileceği telsiz gitar simülatörü

YAZAN Andrew Rosenblum

Montreal'de yaşayan amatör elektronikçi Mirosław Sowa, akordiyon çalarak büyümüş ve gitarı çok seviyor fakat gitarın klavyesinde akor basmayı zor buluyormuş. O yüzden Torontolu yazılım geliştirici Vsevolod Zagainov'la kafa kafaya verip Tabstrummer'ı geliştirmiş. Bu, kullanıcının 12 önceden tanımlı hafıza butonundan birine basarak farklı gitar akorlarını çalmasını sağlayan bir elektronik enstrüman. Tabstrummer, 32 kilobyte'lık ufaklık bellek yongasında 300 "şarkı" ya da önceden programlanmış akor kombinasyonu tutabiliyor. Kullanıcı tellere vurmak yerine parmağını çalgının gövdesine yerleştirilmiş iletken bakır izlere, diğer elini de sapın arkasındaki alüminyum şeride değdirince elektrik devresi tamamlanıyor. Gitaristin hangi akoru seçtiğine ve hangi izlere dokunduğuna bağlı olarak mikrodenetçi bir ses üreticisine komut gönderiyor. Ses üretici ise ya dahili ses modülünde depolanmış bir dizi tonu kulaklıklara veriyor ya da alete



**SLASH TONU**  
Gitarla oldukça özgün tonlar elde edilebiliyor.

bağlı bir bilgisayardaki ses yazılımıyla çok daha zengin ve kaliteli sesler çıkarıyor. Sowa ile Zagainov, Tabstrummer'ın gitar sololarına yardım edecek düğmeleri ve ses perdesini değiştirerek blues'daki gibi tel bükme efektlerini taklit edebilecek kontroller içeren bir sürümünü satmayı planlıyor.

## İki müzik projesi daha



### Vibratron

Bu robot vibrafonu Carnegie Mellon Üniversitesi lisans öğrencilerinin robotik kulübü yapmış. Yazılım, istenen her nota için bir mikrodenetçiye komut yol-luyor, o da her biri belli bir vibrafon çubuğuna tahsis edilmiş 30 solenoid valften birini açıyor. Elektrik akımı solenoidden geçerken manyetik alan oluşturuyor ve bir demir parçasını bir yaya doğru itiyor. Bu da küçük bir kapıyı açarak Vibratron'un içindeki 6.000 küçük bilyadan birinin plastik tüpten geçip çubuğa çarpmasını ve nota oluşturmasını sağlıyor.

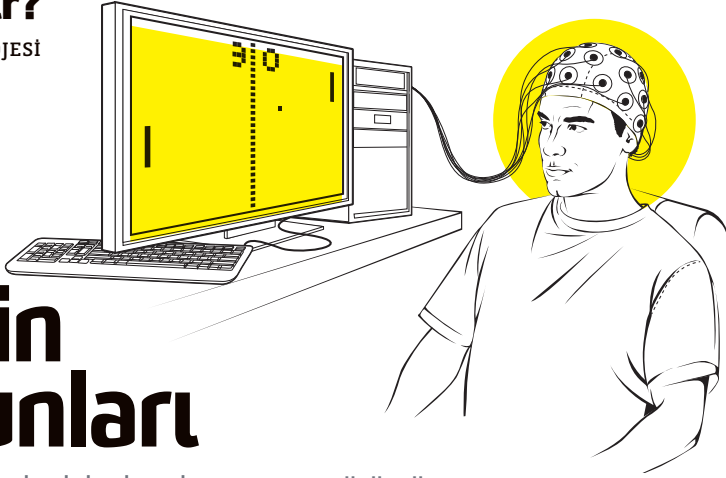
Maliyeti  
1,000 \$  
Süre  
500 saat



### Müzikli dizin

Brooklynli sanatçı Nick Yulman'ın sıra dışı enstrümanı, kitaplarla ve davulları bir potada eritiyor. Bir sayfayı açtığınızda mikrodenetçiye bağlı bir optik algılayıcı çalışıyor ve bir dizüstü bilgisayardaki ses yazılımından, önceden programlanmış bir riff isteğinde bulunuyor. Ardından solenoidler, diğer kitapların altına ya da bir Erlenmayer kabına saniyede 2.000 kez vurarak titreşmesini ve bir ton oluşturmasını sağlıyor. Yazılım bir yandan da normal davula vurması için tokmaklara ve bagetlere ritimler veriyor.

Maliyeti  
500 \$  
Süre  
200 saat



## Zihin oyunları

Pong'un beyin dalgalarıyla oynanan sürümü

YAZAN Ian Chant

**Pong'dan daha basit** pek az bilgisayar oyunu vardır ama Charles Moyes ile Mengxiang Jiang'ın oyunu akıl almaz derecede karmaşık. Cornell Üniversitesi'nden bu iki öğrenci, ekranda görülen raketi zihinleriyle hareket ettirmek için özel bir elektroensefalografi (EEG) cihazı geliştirmiş. EEG makinelerinin okuduğu alfa dalgaları cılız elektrik sinyalleridir. Moyes ile Jiang ise bu

EEG sinyallerini filtreleyip yükselten bir güçlendirici devreden geçiriyorlar. Güçlendirilen değerler sayısallaştırılıyor ve USB üzerinden, oyunu çalıştıran bilgisayara gönderiliyor. Rahatlama anında açığa çıkan yüksek alfa dalgaları raketi yukarı, dikkat yoğunlaştığında ortaya çıkan küçük dalgalar ise raketi aşağı hareket ettiriyor. Dalga büyüklüğü, raketin ne kadar hareket edeceğini belirliyor.



AYIN UYGULAMASI

## Yeni bağımlılığınız

Bucketz; iPhone, iPod Touch ve iPad'ler için tasarlanmış eğlenceli bir denge oyunu. Picnic Hippo adındaki mobil oyun geliştirme firması tarafından geliştirilen Bucketz, içinde oyuncular, "The Nine" adındaki kahramanlardan oluşan bir topluluğa katılıyor ve yeniden bir denge oluşturmaya çalışıyor. Bu bağlamda Bucketz için bir denge kurma ile aksiyon oyunu karışımı diyebiliriz. Başarılı grafikleri ve yüksek oynanabilirlik sunan yapıyla öne çıkan Bucketz oyununu App Store'dan 1.99\$'a indirebilirsiniz. Ayrıca Bucketz'a ulaşmak için: [www.bucketz.net](http://www.bucketz.net).

ILLÜSTRASYONLAR OLLIE BLAND

### TEKNİK DESTEK

## Ölçüm Şart

Kendin Yap projeleri için en yararlı donanımlar

YAZAN Vin Marshall

**İşimi yaparken** test ve ölçüm ekipmanlarını da en az diğer araç gereçler kadar sık kullanıyorum. Tek bir çekikle şaşılacak kadar çok işin altından kalkabiliyorum ama uzunluk ya da voltaj gibi kesin ölçüm gerektiren mekanik ya da elektronik projelerimi tek bir cihazla tamamlamam mümkün değil. İşte atölyemdeki en çok iş gören aletler.

**GÜÇ KAYNAĞI [A]** Genelde ihtiyaç duyduğum voltajları (3.3, 5, 12 ve 24) sağlamak için birkaç tane güç kaynağım var. Op-amp devreleri içinse çiftli +/- değişken güç kaynakları çok kullanışlı. Bittikten sonra rafa kaldırılacak ya da uzun süre kullanılmayacak projelerde ise devre kartına takılan güç kaynağı modüllerinden faydalanıyorum

**DİJİTAL MULTİMETRE [B, C]** Doğru ve alternatif akımda voltaj, akım, direnç ve daha fazlasını ölçen, olmazsa olmaz bir araç. Çalışma masam için bir HP, antika aygıtlarda ya da hava toplarımın sorunlu solenoidlerinde kullanmak için de taşınabilir bir Fluke multimetre kullanıyorum.

**OSİLOSKOP [D]** Bu alet, voltajı ekranında zamanın bir fonksiyonu olarak, elektriksel sinyal şeklinde görüntülüyor. Op-Amp kazancını doğrulamak ve analog devre tasarlarken osilatör dalga biçimlerini görselleştirmek için kullanıyorum. Benimki artık eskimiş bir Tektronix. Ama aynı zamanda osiloskop, tayf çözümleyici ve mantıksal çözümleyici olarak kullanılabilen USB bağlantılı Picoscope MSO'yu da tavsiye ediyorum.

**KUMPAS [E]** Kumpas, gözümü kısıp şerit metre kullanmaktan daha hassas bir şeye ihtiyaç duyduğumda vazgeçilmez. Hem Starrett sürgülü kumpasım hem de Mituoyo ibrelili kumpasım bir inçin binde biri hassaslıkta.



# Nasıl yapılır?

GRİ MADDE

3. Altı ölçek suya bir ölçek konsantre muriatik asit döküp hapları bunun içinde çözüldürdüm.

2. Hapları havanda tokmakla ezdim.

BURADAN BAŞLAYIN

1. İşe toplamda 24 gram bizmut içeren 180 adet Pepto-Bismol hapıyla başladım.

4. Çok yavaş süren bir süzme işleminin ardından elimde çözülmüş bizmut iyonları içeren şeffaf pembe bir sıvı kaldı.



## DİKKAT

Konsantre muriatik asit son derece çürütücüdür ve buhar akciğerleri yakabilir.

5. Alüminyum folyoyu bu çözeltiliye batırınca renk siyaha döndü. Asit alüminyum eritti, o da bizmut iyonlarıyla tepkimeye girdi. İyonlar, bizmut metali parçacıkları şeklinde çöktü.

6. Sıvı tülbentten geçirip süzünce geriye bizmut metali tozu kaldı.

7. Bunu da asetilen lambasıyla ısıtınca kader anına geldim. Acaba siyah toz eriyerek parlak metale dönüşecek miydi?

8. Başardım! Bizmutun kendine has yanar döner renklerine sahip birkaç gramlık katı metal ortaya çıktı.

# Bizmutu damıtmak

Pepto-Bismol tabletlerinde bu ağır metalden şaşırtıcı miktarda bulunuyor

Çoğu modern ilaç oluşturan sentezlenmiş organik moleküller o denli güçlü ki, etken maddeden sadece birkaç miligram bulunması yetiyor. Mide ilacı Pepto-Bismol ise çok şaşırtıcı bir istisna. Çünkü ilk olarak, etken maddesi genelde av tüfeği fişeklerinde kullanılan bir ağır metal olan bizmut. İkincisi, her tablette çok miktarda bizmut bulunuyor. Hatta öyle ki, bu pembe haplardan bir parça bizmut metali elde etmeyi başarabildim. Pepto-Bismol'ü iki haplık dozunda 262 miligram (yani çeyrek gramdan fazla) bizmut subsalisilat bulunuyor. Bu ağırlığın da sekizde biri bizmut. Ancak bizmut metali tozu şeklinde değil. Bu bizmut, organik bir molekül olan salisilatla kimyasal olarak birleşmiş. Bizmut metali elde etmek içinse tıpkı demir cevherinden demir metali elde etmek için gereken türden bir indirgeme işlemi gerekiyor. Pepto-Bismol'ü demir cevherini indirgemek için kullanılan

YAZAN Theodore Gray  
FOTOĞRAFLAR Mike Walker

yöntemle, yani kömürle ısıtarak indirgemeye çalıştıysam da pek işe yaramadı. Elime tek geçen, kolayca ufalanan bir cüruf oldu. Neyse ki thechemlife.com adlı bir bilim deneyleri sitesi sayesinde daha iyi bir prosedür buldum. Burada, bizmutu asit çözeltilisinde alüminyumla tepkimeye sokarak ayırtmak öneriliyordu. Bunun için sadece alüminyum folyo (mutfağımdan) ve muriatik asit gerekiyordu ki, onu da yakınlardaki bir yapı marketin boya kısmında buldum. Deney epey bir zaman aldı. Öğütmek, eritmek, süzgeçten geçirmek, çöktürmek, sonra tekrar süzmek gerekiyordu. Tıpkı bu tür ilaçların sindiriminde olduğu gibi, işe güzel ve renkli lokmalarla başlıyorsunuz fakat bittiğinde elinizde kapkara bir cüruf kalıyor. Lojistik nedenlerden ötürü, bu yöntemi daha önce denememişim. O yüzden fotoğraf çekimi sırasında, cürufu ısıtarken sıvı metal damlaların oluştuğunu görüp de koca bir günü bizmut peşinde boşa harcamadığımı görmek benim için sürpriz oldu.



## Hepsi bir yerde

iPhone'un Bildirim Merkezi'nin yeni işlevlerine erişin

YAZAN ADAM DACHIS

**Jailbreaking**—(Hapisten Fırar) bir iPhone'un ya da iPad'in bellenimini değiştirerek lisanslanmamış uygulamalara erişmek anlamına geliyor. Apple daha fazla özellikli iOS güncellemeleri yayınladıkça jailbreak de önemini yitirebilir. Fakat geliştiriciler Apple aygıtı kullananların bu yönteme başvurmaları için yepyeni bir sebep sunuyor: iOS'un yukarıdan aşağı inen bilgi paneli olan Bildirim Merkezi'ne ayarların, müzik denetimlerinin ve daha nicesinin eklenmesine izin veriyorlar. Böylece bir sürü işlev elinizin altında oluyor ve bunun için beş dakika yetiyor da artıyor bile. İşte en iyi yeni özellikler ve bunlara erişmenin yolu.

### 1. ADIM: Aygıtı Jailbreak uygulayın

Hackerlar genelde Apple'ın yayınladığı her iOS'tan bir ya da iki ay sonra bir jailbreak geliştiriyorlar. Dergimiz basma girdiğinde en güncel iOS sürümü olan 5.1.1 için bir jailbreak mevcuttu ama sonbaharda iOS'un 6. sürümü piyasaya çıkacak. En son jailbreak adımları için [lifel hacker.com/5771943](http://lifel hacker.com/5771943) adresini ziyaret edebilirsiniz.

### 2. ADIM: Yeni Özellikleri İndirin

Bildirim Merkezi'yle ilgili tüm hileleri jailbreak uygulama mağazası olan Cydia'da ([cydia.saurik.com](http://cydia.saurik.com)) bulabilirsiniz. Bunları kurduktan sonra iPhone ya da iPad'in Ayarlar menüsüne gidin ve Bildirimler kısmından etkinleştirin. iOS'un yeni sürümünü kurduğunuzda jailbreak uygulamalarını tekrar tekrar kurmak zorunda kalmamak için, 8 dolarlık bir uygulama olan PKGBackup't Cydia'dan satın alıp bu işi otomatikleştirebilirsiniz.

#### A. BOŞA DOLAŞMAYIN

**SBSSetting**'in Bildirim Merkezi widget't ekran parlaklığı ya da uçak modu gibi sık kullanılan ayarları tek bir sürükleme ve tıklama hareketiyle değiştirmenizi sağlıyor. **AppsCenter** ise Bildirim Merkezine favori uygulamaları ana ekrana dönmeden çalıştırmayı sağlayan, kaydırılabilir bir bölme sunuyor.

#### B. HIZLA İLETİŞİM KURUN

**WeeCompose** Apple'ın kendi mesaj uygulamasını açmadan kısa mesaj göndermenizi sağlıyor. **Favorite Contacts** kişilerin resimlerini

kayan bir listeye koyarak Bildirim Merkezi'ne hızlı arama özelliği kazandırıyor.

#### C. HABERLER VE EĞLENCE

**RSSWidget** RSS akışlarını Bildirim Merkezi'nden okumanıza izin veriyor. **StatusGoogle** tarayıcıyı açmanız gerekmeden Google'dan arama yapmanızı sağlıyor. **Music Controls Pro** müzik uygulamalarında çalmakta olan şarkıyı, sanatçı adını, albüm kapağını ve ses denetimini Bildirim Merkezi'nde gösteriyor. Şarkıları AirPlay uyumlu aygıtlardan dinlemenize, telefonun kilit ekranındayken şarkıları durdurup çalabiliyorsunuz.

#### D. VERİ VE PİL ÖMRÜ KORUMASI

**WeeTrackData** aylık veri limitinizi aşmamanız için kullanışlı bir veri ölçer. **WeeKillBackground** tek tıklamayla arka planda çalışan tüm uygulamaları kapatarak pil ömrünü artırıyor.

# Soru cevap

## S İNSANLIK SAĞLIKSIZ YEMEK ARZUSUNDAN KURTULABİLECEK Mİ?

YANITLAYAN Amber Williams

**BELKİ, AMA BU** epey sürecek. Geçtiğimiz 200.000 yıldır yağlı ve şekerli gıdalar bulması zor, bulunduğu da hemen mideye indirilmesi gereken şeylerdi. Yağlar vücut sıcaklığını korumamızı sağlarken, şekerler enerji veriyor. Dahası, bu yiyecekleri tüketmek için programlanmışız. Yağ ve şeker yediğimizde beyindeki ödül merkezleri çalıyor.

Bilim insanları bu yiyeceklere düşkünlüğün ne kadarının genlerden kaynaklandığını öğrenmeye çalışıyor. Obezite kalıtsal. Bilim insanları henüz yiyecek düşkünlüğünün ne kadarının genetik ne kadarının öğrenilmiş olduğunu bilemeseler de, bu hastalıkla ilgili 100'den fazla gen saptamışlar. Önü almamaz yeme arzusuna söz geçirmek için öncelikle bu genleri sonraki kuşaklara aktarmaktan vazgeçmemiz gerekiyor. New York'taki Amerikan Doğa Tarihi Müzesi'nde evrimsel biyolog olan Rob DeSalle'a kalırsa bu iş epey bir zaman alacak. Dengesiz beslenmeyle ilgili sorunlar orta yaşlıları etkiliyor. Onların da çoğu zaten çocuk yapmış ve genlerini aktarmış oluyor. DeSalle, kalp hastalıkları ve 2. Tip diyabet gibi obeziteyle ilişkili hastalıklara yakalanan genç ve çocuk sayısı arttıkça, daha azı yaşayıp çocuk yapabilecek. Bu da zararlı yiyeceklerle düşkünlük genlerinin daha hızlı ayıklanmasını sağlayacak.

Öyle bile olsa 100 genin tamamının ayıklanması mümkün gözüküyor. Dahası, obeziteyle ilgili genler ölümcül de değil. Orak hücre anemisine ya

**KONTROL DIŞI** Kan şekerindeki düşüş, kişinin kontrolünü yitirmesine ve kimi gıdalara gözü dönmüşçesine saldırmasına yol açabiliyor. Obezite de bu durumu tetikliyor.

da kistik fibroze yol açmıyorlar. DeSalle, bu hastalıklara yol açan kötü genler bile bunca zamandır aktarılıp durduysa o kadar kötü olmayan genlerin daha uzunca süre varlığını sürdüreceğini düşünüyor. Evrim, sonuçları milyonlarca yılda görülen, karışık bir olay. Genellikle türlerin davranışlarındaki değişikliklerin gerisinden geliyor. Çok değil, daha 50 yıl öncesine kadar yağlar ve şekerler gerçekten hayatta kalmamızı sağlıyordu. Ardından fast food furyası alıp başını gitti ve sadece ABD'deki obez miktarı 1960 ile 2007 yılları arasında üçe katlandı. Harvard Üniversitesi'nde insan evrimi biyoloğu olan Katie Hinde, yarım yüzyılın "binlerce yılın birikimini değiştirmek için yeterli olmadığını" söylüyor. Ama yağlı ve şekerli gıdalara genetik bir düşkünlüğü olanların hepsi şişman olup çıkacak diye de bir kural yok. "Genleriniz kaderiniz değildir" diyor DeSalle. Mesela uçlarda bir örnek olarak fenolketonüri hastası birini ele alalım. Bu metabolizma bozukluğunda insan vücudu fenilalanin aminoasidini parçalayamıyor ve fenilalanin içeren gıdaları (yumurta ve fıstık gibi)

tükettiğinde zeka geriliği bile ortaya çıkabiliyor. Ancak bu gıdalardan uzak durarak tehlikeye de korunmak mümkün.





# S

## Yeme yarışmasına katılanların midesi daha mı farklı?

YANITLAYAN Bette Marston

**Evet.** Pennsylvania Üniversitesi Hastanesi'nde gastrointestinal radyoloji bölüm başkanı olan Marc Levine, yeme yarışlarına katılanların midesinin şişen bir kese değil de balon gibi genişlediğini bulmuş. Araştırma için Levine, dünyanın en iyi on yarışmacısından birini, yirmi kilo daha ağır ve on santim daha uzun boylu biriyle sosisli sandviç yeme yarışında bir araya getirmiş. Bir tür gerçek zamanlı röntgen olan fluoroskopi yöntemiyle de iki adamın midesini gözlemlemiş. Levine, daha ilk bakışında tuhaf bir şey gözlemlemiş. Normalde midemiz (aşlını isterseniz tüm sindirim yolumuz) boşken bile peristalsis adlı dalgasal adale kasılmasıyla besinin vücutta hareket etmesini sağlıyor. Oysa yeme yarışmacısında neredeyse hiç peristalsis yokmuş. Normal denek yedi adet sosisli sandviçten sonra midesi dolduğu için pes etmiş. Ama profesyonel olanı 10 dakikada 36 sosisli sandviçi midesine indirmiş ve ancak Levine isteyince durmuş. Midesi, üst abdomenin büyük kısmını kaplayacak kadar genişlediği halde, peristalsis adına pek bir şey yokmuş. Levine, profesyonel yarışmacının midesinin sürekli doygunluk noktasını geçme alıştırmaları sayesinde genişlemeye ayak uydurduğunu söylüyor. Yarışmacı asla tokluk hissi duymuyormuş ve bu yüzden midesindeki kasılmalar çok azmış. Uzmanlar bu fenomene hala akıl sır erdiremiyor.



# S

## Tarih öncesi kuşlar uçmayı ağaçtan düşerek mi öğrendi?

YANITLAYAN Daniel Engber

**Muhtemelen.** Yale Üniversitesi'nden evrim biyoloğu Richard O. Prum ağaçtan düşüş (ya da "arboreal") hipotezinin yıllardan beri varlığını sürdürdüğünü söylüyor. Araştırmacılar, ağaçta yaşayan Triyasik sürüngenlerin pullarının uzayarak tüylere dönüştüğünü ve onların yurtticılardan kaçmasına yardımcı olduğunu tahmin ediyor. Proto kuşlar süzülür duruma geldikten sonra, bunu uçuş takip etti. Prum bunun için "bir araya getirilmiş delice fikirler" diyor. Peki, bu öykünün nesi yanlış? Bilim insanları kuşların ve tüylerin kökenini büyük oranda açığa çıkardılar. Kuşların ve tüylerin kökeni Prum'a göre evrimsel ornitolojinin "kutsal üçlemenin" iki ayağı. 1970'lerde Yale Üniversitesi profesörlerinden John Ostrom, kuşların Tyrannosaurus Rex gibi tereopodlardan türediğini kuvvetle öne süren anatomik

kanıtlar bulmuştu. Diğer araştırmalar da tüylerin her zaman uçuş için olmadığını gösteriyor. Prum'un kendi araştırmalarıysa sürüngen pullarının uçuş için değil de, sosyal bir gösteri için çok renkli ve karmaşık yapılarla dönüşmüş olabileceğini ortaya koyuyor. Böylelikle uçuşun kökeni, yani kutsal üçlemenin üçüncü unsuru muamma olarak kalmayı sürdürüyor. Bu konuda birkaç kuram var. Kuramların birçoğu yerde başlıyor. Örneğin Montana Üniversitesi'nden Ken Dial, yavru kekkliklerin yarı yarıya gelişmiş kanatlarını çırparak nasıl dik yokuşları tırmadığını kaydetmek için yüksek hızlı dijital kameralardan faydalanmış. Dial, "kanat destekli yokuş koşusu" düşüncesini evrimin bir ara basamağı olarak öne sürüyor ve kuşların havadan karaya değil de, karadan havaya geçiş yaptığını söylüyor.



# Atletlerin kırdığı rekorların sonu gelecek mi?

YANITLAYAN Daniel Engber

**Atletler hiç güçlenmese**, hızlanmasa, kullandıkları teknikler ve eğitim hiç değişmese bile rekorlar kırılmaya devam edecek. Çünkü rekabet etmeye karar veren kişilerin becerileri ve her bir karşılaşmanın sonucu gelişigüzel süreçlerle belirleniyor. Piste yürürken bile gerçekleşen çeşitli olaylar, atletlerin performansını etkileyebilir. Her spor olayı başarıyla olduğu kadar şansla da ilgili ve rekorların kırılma şansı da daima mevcut. Hemen belirtmeli ki rekor kırmanın matematiği (diğer adıyla uç değer istatistiği) bize her şey eşit olarak kalırsa dünya rekoru kırma sıklığının düşeceğini söylüyor. Öyle bir nokta gelecek ki zarları defalarca yuvarlamış olacağız ve en iyi skorumuzu geçme şansımız sıfıra yaklaşacak. O yüzden de yeni sporlarda ve yeni rekabet klasmanlarında eskilere kıyasla daha çok rekor kırılıyor. 1984 yılına kadar Olimpik maratonda kadın atletlerin yarışmasına izin verilmezdi. O gün bu gündür rekor süre yaklaşık 10 dakika kısaldı. Halbuki erkekler kategorisinde bu süre yalnızca beş dakika kısaldı. Elbette her şey eşit değil. Atletler 1896'da gerçekleşen ilk modern Olimpiyatlara kıyasla çok daha hazırlıklı. Artık çoğu yarışmacı amatör değil profesyonel ve yeni teknikler geliştirdiler (Eskiden yüksek atlamacılar

yüzleri çıtaya bakacak şekilde atarlardı, şimdi sırtları bakacak şekilde atlıyorlar). Bu gelişmelerin her biri rekorların kırılmasını ivmelendirdi ve geleceğe dair tüm tahminlerin, ilerde gerçekleşmesi mümkün yenilikleri hesaba katması gerekiyor. Uç değer istatistiği, spor dışında gerçekleşen eğilimleri fark etmek için de kullanılabilir. Örneğin araştırmacılar rekor kırma hesaplarını iklim değişikimine uygulayarak, atmosfer ısındıkça herhangibir günün "kayda geçmiş en sıcak gün" olma olasılığını buluyorlar. Atletler sadece büyük gelişmeler sırasında önceki rekorlara büyük fark atıyor. Onun dışındaki kazanç ya artımlı ya da yok denecek kadar az. İngiltere'deki Wolverhampton Üniversitesi'nde biyo-istatistikçi olan Alan Nevill'in araştırmaları, dünya rekorlarının önce ağır ağır biriktiğini, yeni teknolojiler yaygınlaşp daha fazla insan rekabete katıldıkça, bir hızlı gelişim sürecine girdiğini gösteriyor. Bu yenilikçi dönem sona erince rekor kırma eğrisi de düzleşiyor. Kimi sporlarda birden çok ivmelenme dönemi var. Örneğin bisiklet tasarımı bisikletçilerin performansını etkiliyor. Karbon fiberin icadı, bisikletçilerin rekor üstüne rekor kırmasını sağladı. Anabolik steroidler, kimi pist sporlarında yeni rekorların sorumlusu olabilir ve suda sür-

**"Rekor kırmanın matematiği bize, her şey aynı kalsa bile dünya rekoru kırma sıklığının azalacağını söylüyor"**

tünmeyi azaltan yeni mayo kumaşları yüzücülerin bu spor dalında yepyeni standartlar belirlemesine yardım ediyor. Ama Olimpik sporlarda hem teknik hem de teknoloji bakımından yeniliklerin hızı giderek azalıyor olabilir. Parisli araştırmacı Geoffroy Berthelot 2008'de Olimpiyatlardaki 147 spor dalındaki 3.000'den fazla rekoru ta 1896'ya kadar taramış. Rekorları zamanla karşılaştırdığında, üssel olarak azalan bir oran tespit etmiş. Araştırmacı buna "dünya rekoru ilerlemesinde görülen büyük küresel gerileme" adını veriyor. Atletizm dallarının üçte ikisinde 1990'ların başından bu yana gerileme görülüyor ve diğer bireysel sporlarda da yavaşlama var. Berthelot "Artık ortada" diyor. Atletler belki de sonunda biyomekanik sınırlarına dayanıyorlar.



S

## Duyamayan Bir İnsan Sesleri Algılayabilir mi?

**Evet.** Ama öncelikle algılanması istenilen sesin frekans, hız ve dalga boyunun bilinmesi gerekiyor. Tabii bu yöntem, havada yol alan dalgaların kulağımız tarafından olağan algılanma biçiminden biraz farklı. Ses dalgaları üç boyutludur ve havada her yöne dağılırlar. İnsan kulağı bu dalgaları ses olarak duyar. Ne kadar sık gelirse, sesi o kadar yüksek perdeden duyarız. Örneğin Do sesinin frekansı saniyede 263 ses dalgası ile kulaklarımıza ulaşır. Buna 263 Hertz denir. Dağılıma hızı ise 340 metredir. Dalga boyu, hızın frekansa bölünmesi ile hesaplanır. Bu durumda DO'nun dalga boyu 1,3 metredir. Bir ses yükseltici ya da osiloskopa bu bilgiler kullanılarak, sesin elektronik olarak görüntüye çevrilmesi mümkün. Sesleri görüntü ile algılama, kulağı duyan bir insanın yaşadığı deneyimle kıyaslandığında duygusal açıdan aynı olmayabilir. Ama duyamayan biri de bu görüntüleme sonucunda akordu, stakatoyu ve ses rengini fark edebiliyor.



## Sıcak Kömür Üzerinde Yanmadan Yürümek Mümkün mü?

**Evet.** Johann Leidenfrost'a göre; Eğer işin püf noktalarını biliyorsanız mümkün. Bir sıvı, kendi kaynama noktasından çok daha sıcak bir madde ile etkileşim kurduğunda, hızla buharlaşmak yerine kendisi ile bu madde arasında ince bir buhar tabakası oluşturuyor. Oluşan buhar tabakası, kaynama süresini uzatan bir yalıtkan görevi görüyor. Yani bir maddenin ateş sıcaklığında olması, onu her zaman tehlikeli yapmıyor. Kömür değil de sıcak metal bir levha olsaydı, üzerinde ayaklarınızı yanmadan yürümek mümkün olmazdı. Kömür

yaklaşık 600 derecede yanar ama ayak tabanlarında hissedilen onun yüzey ısısıdır. Ayrıca ateşe değen ayaklar üzerindeki ter ve vücut nemi buharlaşarak, kömürün yüzeyde nispeten daha düşük olan ısısından deriyi koruyor. Üstelik ateşte yürümek genelde çimlerde ve önceden ıslatılmış olan ayaklar ile yapılır. Özellikle çimler de nemliyse, yürüme sırasında daha fazla buhar tabakası oluşuyor. Kısacası ayak derisinin nem tabakasını yükseltecek bazı ufak ayarlamalar yapıp, istikrarlı bir hız tutturarak yanmadan yürümek mümkün.



## UV Işınları Tüm İnsanlar İçin Zararlı mı?

**Hayır.** esmer ve koyu tenli insanlar için zararlı değil. İnsan vücudu, derisi üzerine düşen güneş ışınlarından kendini korumak amacıyla melanin adı verilen bir kimyasal üretiyor. Melanin, aynı zamanda insanların ten rengini oluşturan faktör. Güneşin etkilerinin daha yoğun olduğu bölgelerde, koyu tenli insanlarda kendilerini koruyacak bol miktarda melanin bulunuyor. Kuzey bölgelerine doğru gidildikçe insanların teninde doğal yollardan oluşmuş olan melanin miktarı da düşüyor. Bu nedenle ten rengi daha açık oluyor. Güneş yandıği rengi, açık

tenli insanların normalden fazla güneş ışığına maruz kaldıklarında daha fazla koruyucu melanin üretmesiyle oluşuyor. UV'nin sıkça duyduğumuz tehlikesi, cilt kanseridir. Koyu renk ciltte, üretilen melanin miktarının yoğunluğu nedeniyle böyle bir tehlike yok. Ancak açık tenli insanlar, üzerlerine düşen zararlı UV ışınlarından korunabilecek ölçüde melanin üretilmiyorlar. Eğer ozon tabakasındaki yutulma daha da büyür ve maruz kaldığımız UV ışınları artarsa, açık tenli insanlar dışarı çıktıklarında özel koruyucu giysiler giymek zorunda kalabilirler.



EKİM  
1987

GÖRÜNMEZ  
ROBOT UÇAKLAR  
Gökte yeni bir casus  
uçak nesli yaratmak

# İnsansız Hava Araçlarının Çağı

YAZAN Laura Geggel

1975'te Amerikalı uçak mühendisi Alvin Ellis, bir prototip üzerinde çalışıyordu. İsraili elektronik firması Tadiran için yapılmış bu araç, model uçağa bağlanmış bir kameradan oluşuyordu ve tüm İHA endüstrisinin başlangıcı oldu. Ellis'in çalışmaları İsrail ordusunun 1982 Lübnan Savaşı sırasında karadan havaya füze bataryalarını saptamak için kullandığı uzaktan kumandalı keşif uçağı Mastiff'e ilham verdi. Uzaktan kumandalı İHA'lar hem taktik avantaj sağlıyor hem de pilotları tehlikeden uzak tutuyordu. Takvimler 1987'yi gösterdiğinde İHA'lar, orduların envanterinde giderek yaygınlaşmıştı. İHA'lar bugün ABD'nin tüm askeri uçak filosunun üçte birini oluşturuyor ama hala kendilerini uzaktan yönlendirecek pilotlara ihtiyaç duyuyorlar. Bu yılın sonlarına doğru ABD Donanması'nın yeni insansız özerk saldırı ve keşif uçağı X-47B, kendi kendine uçak gemisinin pistine inerek robotlu uçuşta yeni bir çığır açacak. Bu konuyu sayfa 46'da okuyabilirsiniz.

TEST: VOYAGER, ASTRO VE  
AEROSTAR KARŞI KARŞIYA  
KONUT ISITMADA SICAK  
HABERLER



IS THERE LIFE  
AFTER LEADED GAS?

KURŞUNLU BENZİNDEN  
SONRA HAYAT VAR MI?



**Ekim 1987 sayısından**  
Mühendisler, Tacit Rainbow anti radar seyir füzelerini düşman hava sahasındaki radarları bulmak için geliştirdiler. Jet motorlu füze bir radar saptadı mı, sinyali kaynağına kadar takip ederek radarı yok ediyor.