TÜBİTAK

# Bilim ve Teknik

Aylık Popüler Bilim Dergisi Aralık 2019 Yıl 53 Sayı 625 - 7 TL

## Nobel Fizik Ödülü

Evrenin Yapısı ve Ötegezegen Keşfi

Gıda Atıkları

Uzaktan Algılama

Akuaporinler

Metalik Köpükler

# Yapay Zekâyı Kandırmak

POSTER
İSTAKOZ
BULUTSUSU

Bilim ve Teknik Aralık 2019 Yıl 53 Sayı 625

Yapay Zekâyı Kandırmak

ISSN 1300-3380

"Benim mânevi mirasım ilim ve akıldır"
Mustafa Kemal Atatürk

**Bilim ve Teknik**
Aylık Popüler Bilim Dergisi
Yıl 53 Sayı 625
Aralık 2019

**Sahibi**
TÜBİTAK Adına Başkan
Prof. Dr. Hasan Mandal

**Genel Yayın Yönetmeni ve Sorumlu Yazı İşleri Müdürü**
Doç. Dr. Rukiye Dilli
(rukiye.dilli@tubitak.gov.tr)

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

**Yayın Danışma Kurulu**
Doç. Dr. Emine Adadan
Bekir Çengelci
Doç. Dr. Bircan Kayaaslan
Doç. Dr. Lokman Kuzu
Prof. Dr. Faruk Soydugan
Prof. Dr. Abdurrahman Muhammed Uludağ

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

**Redaksiyon**
Nurulhude Baykal
(nurulhude.baykal@tubitak.gov.tr)
Mehmet Sığırcı
(mehmet.sigirci@tubitak.gov.tr)

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

**Çizer**
Hüseyin Diker
(huseyin.diker@tubitak.gov.tr)

**Video-Animasyon-Web**
Selim Özden
(selim.ozden@tubitak.gov.tr)

**Teknik Yönetmen**
Sadi Atılgan
(sadi.atilgan@tubitak.gov.tr)

**Mali Yönetmen**
Adem Polat
(adem.polat@tubitak.gov.tr)

**İdari Hizmetler**
Nahide Soytürk
(nahide.soyturk@tubitak.gov.tr)

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

ISSN 977-1300-3380
Fiyatı 7 TL - Yurtdışı Fiyatı 5 Euro

**Dağıtım** TDP http://www.tdp.com.tr

**Baskı** PROMAT Basım Yayın San. ve Tic. A.Ş.
http://www.promat.com.tr/
Tel (212) 622 63 63

**Baskı Tarihi** 25.11.2019

Bilim ve Teknik Dergisi, Milli Eğitim Bakanlığı [Tebliğler Dergisi, 30.11.1970, sayfa 407B, karar no: 10247] tarafından lise ve dengi okullara; Genelkurmay Başkanlığı [7 Şubat 1979, HRK: 4013-22-79 Eğt. Krs. Ş. sayı Nşr.83] tarafından Silahlı Kuvvetler personeline tavsiye edilmiştir.



*Hayal gücü ve bilim engel tanımaz...*
*Her yıl 3 Aralık günü "Dünya Engelliler Günü" olarak anılır ve farkındalığı artırmak amacıyla dünya genelinde çeşitli etkinlikler düzenlenir. Herkesin tüm farklılıklara karşı daha saygılı, duyarlı ve anlayışlı olmasını diliyoruz. Sevgi, saygı ve her alanda fırsat eşitliği çerçevesinde hayatı paylaşmak için hiçbir engel yoktur!*

Bilgisayarların giderek artan işlem kapasitesi ve yeni algoritmalar sayesinde yapay zekâ alanı hızla gelişmeye devam ediyor. Geliştirilen sistemler ve uygulamalar hayal gücümüzü zorluyor. Özellikle derin öğrenme ile eğitilmiş, yüksek bilişsel işlevli yapay zekâ uygulamaları otomatik telefon sistemlerinden, otonom araçları idare etmeye ve hastalara teşhis koymaya kadar pek çok alanda kullanılıyorlar. Daha önceki sayılarımızda yapay zekâyı ve kullanım alanlarını kapsamlı bir şekilde ele almıştık. Bu sayımızda ise yapay zekânın "kandırılması" ve hata yapması konusuna değiniyoruz. Yapılan araştırmalar, derin öğrenme ile eğitilmiş yapay zekâ uygulamalarını kandırmak için girdilerde ufak tefek değişiklikler yapmanın bile yeterli olduğunu gösteriyor. Mahir Ocak "Yapay Zekâyı Kandırmak" başlıklı yazısında yapay zekâ sistemlerini eğitmek için kullanılan derin öğrenme sistemlerindeki sorunlardan, yapay zekâ tarafından yapılan hataların nelere yol açabileceğinden ve olası çözüm yollarından bahsediyor.

İlay Çelik Sezer "2019 Nobel Fizik Ödülü: Evrendeki Yerimize İlişkin Yeni Bakış Açıları" başlıklı yazısıyla Nobel yazı dizisine devam ediyor ve evrenin yapısı, ötegezegen keşfi ile ilgili yapılan çalışmaları özetliyor. Özlem Ak ise başka bir Nobel başarı öyküsünü, 2003 Nobel Kimya Ödülü sahibi Peter Agre'nin akuaporinler üzerine yaptığı çalışmaları anlatıyor. Tuncay Baydemir ise bu ayki yazılarında üç farklı konuyu ele alıyor: "Saf Karbon Halka Molekül", "Atomik Kalınlıkta Altın Malzeme" ve "Verilerin Silikon Çipler Yerine Sıvılarda Saklanması". Ayrıca, "Gıda Atıkları: Ürettiğimiz Ama Tüketmediğimiz Gıdalar", "Metalik Köpükler" ve "Uzaktan Algılama" başlıklı yazılarımızı da zevkle okuyacağınıza eminiz.

Bu ay, "NGC 6357: Istakoz Bulutsusu" başlıklı posteri veriyoruz. Bu posterde genel olarak bulutsulardan ve özellikle de bugüne kadar keşfedilen en büyük kütleli yıldızların bir kısmını barındıran Istakoz Bulutsusu'ndan bahsediyoruz.

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

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

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

Unutmayın #bilimokuyanbilir!

Saygılarımızla,
Özlem Kılıç Ekici

# İçindekiler


**12**

**2019 Nobel Fizik Ödülü: Evrendeki Yerimize İlişkin Yeni Bakış Açıları**

İlay Çelik Sezer

Yaptıkları çığır açıcı araştırmalarla evrenin yapısı ve tarihine ilişkin anlayışa yenilik getiren ve ilk defa Güneş Sistemimiz dışında Güneş benzeri bir yıldızın çevresinde yörüngede dolanan bir gezegen keşfeden üç bilim insanı bu yılki ödüle layık görüldü.

**54**

**Gıda Atıkları: Ürettiğimiz Ama Tüketmediğimiz Gıdalar**

Neşe Yılmaz Tuncel

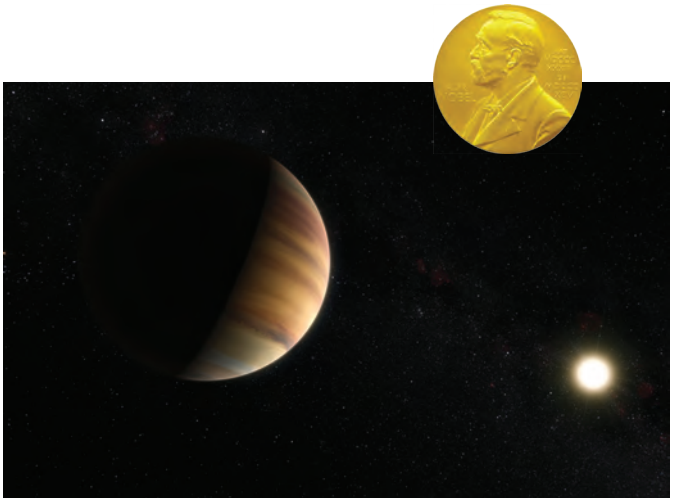
Doğal kaynak sıkıntısı ile çevre kirliliği gibi sorunların giderek büyüdüğü ve bir milyar insanın açlık ile savaştığı bir çağda, evrensel olarak üretilen gıdanın yaklaşık üçte birini tüketmeden çöpe atıyoruz.

**64**

**Metalik Köpükler**

Ali Onur Şahinoğlu

Üstün mekanik özellikleri nedeniyle oldukça ilgi çekici bir malzeme olan metalik köpüklerin ve daha geniş kapsamda gözenekli metallerin, uzay, havacılık ve otomotiv sanayileri başta olmak üzere birçok endüstri kolunda kullanımı hızla yaygınlaşıyor.





**4**
***Bilim ve Teknik* ile Büyüdüm!**
Özlem Ak

**6**
**Haberler**

**26**
**Bilim Çizgi**
**Robert Langlands**
Sinancan Kara

**28**
**Yapay Zekâyı Kandırmak**
Mahir E. Ocak

Yakın zamanlarda yapılan araştırmalar, derin öğrenme ile eğitilmiş yapay zekâ uygulamalarını kandırmak için girdilerde ufak tefek değişiklikler yapmanın bile yeterli olduğunu gösterdi. Yapay zekâ uygulamalarının olmayan şeyleri gördüğü ve tamamen doğal fotoğraflarda bile beklenmedik hatalar yaptığı belirlendi.



**38**
**Tekno-Yaşam**
Gürkan Caner Birer

**42**
**Akuaporinlerin Nobel Öyküsü: Peter Agre**
Özlem Ak

2003'te Peter Agre hücre zarlarındaki kanallarla ilgili keşifleriyle Roderick MacKinnon ile Nobel Kimya Ödülü'nü paylaştı. Agre'nin akuaporinleri keşfetmesi biyokimya ve biyoloji alanında tamamen yeni araştırma alanları açan bir başarı oldu.

**50**
**Saf Karbon Halka Molekül Sentezlendi**
Tuncay Baydemir

Araştırmacılar uzun süredir sentezlenmesi için uğraşılan ve sadece karbon atomlarından oluşan halka şeklindeki molekülü sentezlemeyi ve bunu görüntülemeyi başardı.

**52**
**Merak Ettikleriniz**
Mesut Erol

**62**
**Atomik Kalınlıkta Altın Malzeme Sentezlendi**
Tuncay Baydemir

Araştırmacılar herhangi bir destek malzemesi yüzeyine ihtiyaç duymadan en ince altın malzemeyi (yaklaşık iki atom kalınlığında altın nano plaka) sentezlemeyi başardılar.

**70**
**Gelecekte Veriler Silikon Çipler Yerine Sıvılarda Saklanacak**
Tuncay Baydemir

Araştırmacılar metabolom adı verilen ve biyolojik sistemlerde bulunan şeker, amino asit ve çeşitli küçük moleküllerden oluşan sıvılarda görüntü dosyalarını depolamak üzere bir yöntem geliştirdi.

**72**
**Uzaktan Algılama**
Kaan Kalkan

Bulunduğumuz yerde gördüğümüzden daha fazlasını görmemizi sağlayan uzaktan algılama teknolojisi, hava araçları ve uydular aracılığı ile fiziksel bir temas olmadan yeryüzü görüntüleri çekip bunları inceleyerek bilgi edinmeyi amaçlıyor.

**82**
**Doğa - Fauna**
**Namib Böceği**
Bülent Gözcelioğlu

**84**
**Düşünme Kulesi**
Ferhat Çalapkulu

**86**
**Satranç**
Kıvanç Çefle

**89**
**Ayın Sorusu**
(*Matematik*)
Azer Kerimov

**90**
**Gökyüzü**
Faruk Soydugan

**94**
**Zekâ Oyunları**
Emrehan Halıcı

**96**
**Yayın Dünyası**
İlay Çelik Sezer

**EK - POSTER:**
**NGC 6357:**
**Istakoz Bulutsusu**
Özlem Kılıç Ekici

**Bilgilendirme:**

Ekim 2019 (623. sayı) "Türkiye Faunası: Zoolojik Servetimiz" başlıklı yazının 75-82 sayfa aralığında bulunan ve farklı türdeki hayvanları temsil eden tüm çizimler *Bilim ve Teknik* dergisinin "Türkiye Doğası" başlıklı yazı dizisinde daha önce kullanılmıştır.

Bu çizimler Ayşe İnan Alican tarafından yapılmıştır.

**Düzeltme:** Kasım 2019 (624. sayı) "Haberler" köşesinde 12. sayfada geçen haberde doğru bilgi "Birleşmiş Milletler **sabık** Genel Sekreteri Ban Ki-mun" şeklindedir.

Dergimizin içeriğinden seçerek hazırladığımız bilimsel ve teknolojik bilgileri *Bilim ve Teknik* dergisinin sosyal medya hesapları aracılığıyla takip edebilirsiniz.

Bilim ve Teknik
tubitakbiltek
tubitakbilimteknik
TÜBİTAK Bilim ve Teknik

# Bilim ve Teknik *ile Büyüdüm*

Dr. Özlem Ak [ *TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi*




**Okurlarımızın *Bilim ve Teknik* dergisinin hayatlarındaki yerini, onlara neler kattığını, geleceklerine yön verirken nasıl bir rol oynadığını bizimle paylaştıkları mektuplarını yayımlamaya devam ediyoruz.**

***Bilim ve Teknik* ile ilgili anılarını, duygu ve düşüncelerini bizimle paylaşan okurlarımıza çok teşekkür ediyor, "*Bilim ve Teknik* bilimi sevmemde ve kariyerimi seçmemde rol oynadı" diyen okurlarımız için adresimizi hatırlatıyoruz:**

**bteknik@tubitak.gov.tr**

## "Sizler hayallerimi besliyorsunuz "

Merhaba,

İlk kez 6. sınıftayken başladı *Bilim ve Teknik* yolculuğum. O zamanlar uzaya ve bilime olan merakım beni çok heyecanlandırıyordu. Gökyüzünü izleyip okuduklarımı düşünüyordum sürekli. Altıncı sınıftan beri okuduğum dergiler sayesinde bilime özel bir ilgim oluştu. Her ay öğrendiğim yeni bilgileri arkadaşlarıma anlatmak benim için bir zevk hâline geldi diyebilirim.

Sayenizde birçok dergi okuyorum. Sizler hayallerimi besliyorsunuz, edebiyat dergileri ise duygularımı besliyor. *Bilim ve Teknik* ile de bilgilerimi tazeliyorum. Emeği geçen herkese çok teşekkür ediyorum. İyi ki varsın TÜBİTAK, iyi ki varsın *Bilim ve Teknik*.

Gül Nida Doğan,
Maltepe Kız Fen ve Sosyal Bilimler Anadolu İmam Hatip Lisesi,
11. Sınıf Öğrencisi, İstanbul

## "Yeni sayıları her ay merakla bekliyoruz"

Merhaba,

Sizlerle tanışmam 2000'li yılların başında *Bilim Çocuk* ve *Bilim ve Teknik* ile gerçekleşmişti. Ortaokulda fen bilimleri öğretmenimiz sayesinde sınıfımız için abone olmuştuk. O günden bugüne kadar sayıları hiç kaçırmadım.

Bugünse beş yıllık fen bilimleri öğretmeniyim. Şimdi de öğrencilerimle beraber kaçırmıyoruz her ay çıkan *Meraklı Minik*, *Bilim Çocuk* ve *Bilim ve Teknik* sayılarını. Hepsinin yeni sayılarını her ay merakla bekliyoruz.

Ne mutlu bana ki o yaşlarda sizlerle karşılaşmışım. Ne mutlu size ki bunca öğrenci, bunca öğretmen sizleri çok seviyor. *Bilim ve Teknik* ekibine bizlere yıllardır eksikliklerini hissettirmedikleri için sonsuz teşekkürler.

Gökhan Sandıkçı,
Sakarya Düşünür Koleji, Fen Bilimleri Öğretmeni

## “Her alandan bilgiler var”

Merhaba,

Sizi geçen seneye kadar tanımamıştım maalesef. Derginin ismini duymuştum ama çok bilimseldir, anlayamam, sıkılırım, diye düşünüyordum -ne çok yanılmışım. Tesadüfen görünce denemek için aldım bir tane. Ne kadar güzelmiş!

Dergide her alandan bilgiler mevcut. Bu da okurlara farklı bakış açıları kazandırıyor. Düşündüğümün aksine sıkılmadan heyecanla okuyorum. Kendi alanımdaki ve birçok farklı alandaki yeni gelişmeleri sizlerden öğreniyorum. Hazırladığınız bulmacalar ve ödüllü sorular bu devirdeki teknoloji neslini bir nebze telefon ekranından uzaklaştırıp kendine kilitleyecek kadar eğlenceli, geliştirici ve harika!

Belki ben yeni başladım ama sizi aileme, arkadaşlarıma ve herkese öneriyorum, önereceğim. Böyle emekle, böyle güzel araştırmalarla hazırlanan derginizi herkes okumalı kesinlikle. Sizi geç fark ettiğim için özür dilerim.

*Bilim ve Teknik* ekibine, emeği geçen herkese çok teşekkürler..

Ayşe Nur Demir,
Hacettepe Üniversitesi Hemşirelik Fakültesi
3. Sınıf Öğrencisi

## “Her ay yeni bir macera”

Merhaba,

*Bilim ve Teknik* dergisi ile 11 yaşında, beşinci sınıf öğrencisi iken tanıştım. O günden bugüne de hiç elimden bırakmadım. Her sayısını o zaman olduğu gibi şimdi de büyük bir heyecanla bekliyorum. Dergi çıkar çıkmaz hemen alıyorum. Biyolojiden kimyaya, tıptan mühendisliğe kısacası her alandan bilgilerle her ay bizi bilime ve bilimsel çalışmalara doyuruyor. Ülkemizdeki ve dünyadaki bilimsel gelişmeleri bizlerle paylaşmanız kadar güzel bir şey olamaz.

Şu an fen bilgisi öğretmenliği bölümünde lisans öğrencisiyim. Fen bilimlerine bu denli ilgi duyup bağlanmamda beni bilime yönlendiren *Bilim ve Teknik* dergisine ve TÜBİTAK’a sonsuz teşekkürler…

Merve Nur Çakı,
Afyon Kocatepe Üniversitesi,
Fen Bilgisi Öğretmenliği Bölümü,
Afyonkarahisar

## “Bilim, uzay ve teknoloji sevdası hep içimde var olacak”

Merhaba,

Çocukluğumda *Bilim Çocuk* dergisiyle başladığım bu serüvene *Bilim ve Teknik* dergisiyle devam ediyorum, Her geçen gün ilerleyen teknoloji ve bilim dünyasından bizi geri bırakmadığınız için çok teşekkürler, Umarım ki ilerleyen zamanlarda biz de ülkemiz olarak bu gelişmelere daha çok katkı sağlarız. Belki kendi uzay aracımızı yapıp uzaya gider, belki kansere çare buluruz.

Bilim, uzay ve teknoloji sevdası hep içimde var olacak. Kim bilir belki günün birinde Mars’ta veya başka bir gezegende kolonileşmiş topluluğun içinde hâlâ *Bilim ve Teknik* okuyor oluruz. Esen kalın bilim aşıkları!

Yusuf Eş,
Marmara Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi,
2. Sınıf Öğrencisi,
İstanbul

# Haberler

## Antibiyotik Direnci Son 20 Yılda 2 Kat Arttı

Dr. Özlem Ak

Yeni bir araştırmaya göre, Avrupa'nın çoğunda, yaygın mide sorunlarıyla ilişkili bakteriyel enfeksiyonları tedavi etmek için kullanılan antibiyotiklere karşı direnç, son 20 yılda iki kattan fazla arttı. Barselona 2019 Birleşik Avrupa Gastroenteroloji Haftası'nda sunulan ön bulgular gastrik ülser, lenfoma ve mide kanseri ile ilişkili bir bakteri olan *Helicobacter pylori* enfeksiyonu için yaygın olarak kullanılan antibiyotiklere karşı direncin son yıllarda arttığını gösteriyor. Araştırmacılar, 18 Avrupa ülkesinden 1200'den fazla kişinin katılımıyla yaptıkları bir ankette *H. pylori*'den kaynaklanan enfeksiyonu tedavi etmek için yaygın olarak başvurulan bir antibiyotiğe karşı direncin 1998'den bu yana %9,9'dan, %21,6'ya yükseldiğini buldu. Son yıllarda, antibiyotik direnci dünya genelinde artan bir sorun hâline geldi ve Dünya Sağlık Örgütü (WHO) de "küresel sağlık güvenliği tehdidiyle mücadele etmek için stratejik çabalar" çağrısında bulundu. Avrupa'da ve ABD'de, yılda en az 56.000 kişi antibiyotiğe dirençli bakterilerin doğrudan bulaşmasının bir sonucu olarak hayatını kaybediyor.



*Helicobacter pylori*

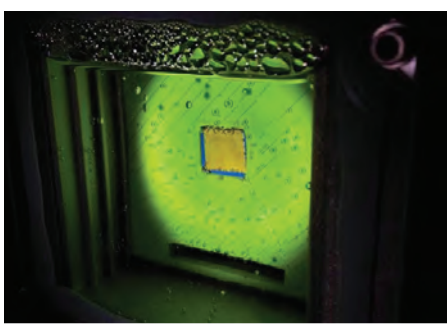
*H. pylori* enfeksiyonlarının tedavisi hayli karmaşık, bu nedenle de birkaç farklı ilaç tedavisinin kombinasyonu gerekebiliyor. Bakteri tipik olarak, çocukların midesini enfekte ediyor ve mide zarı iltihabına veya gastrite neden oluyor. Bunun sonucunda peptik ülser ortaya çıkıyor. Mayo Clinic'e göre, dünya nüfusunun yarısından fazlası bu bakteri ile enfekte oluyor. *H. pylori* ayrıca mide kanseri için de bir risk faktörü olarak tanımlandı ve dünya genelinde kanser nedeniyle gerçekleşen ölümlerin üçüncü önde gelen nedeni olarak kabul edildi.

Günümüzde küresel sağlığa yönelik en büyük tehditlerden biri olan antibiyotik direnci her yıl 750.000'den fazla ölüme neden oluyor ve önlem alınmazsa bu sayının gelecekte çarpıcı şekilde artması bekleniyor. ■

## Yapay Yapraktan Yenilenebilir Yakıt

Dr. Özlem Ak

Bilim insanları güneş ışığını, karbondioksiti ve suyu emebilen bir yapay yaprak geliştirerek bir gün fosil yakıt gazına bir alternatif olarak kullanılabilecek bir gaz kokteyli olan sentez gazı (Syngas) ürettiler. Şu anda yakıt, plastik ve gübre üretimi ve ilaç sektöründe kullanılan



Syngas, bir hidrojen ve karbon monoksit karışımıdır. Bilim insanları Syngas'ın sürdürülebilir enerji kaynaklarına doğru yeni ve yaratıcı bir adım olduğuna inansa da bu yakıt kaynağını kullanmaya başlamadan önce çok daha fazla çalışmaya ihtiyaç olduğunu düşünüyorlar.

Cambridge Üniversitesinden öğretim üyesi Erwin Reisner ve arkadaşları, 7 yıllık sıkı çalışmalarının sonunda yapay yaprağı geliştirdikleri araştırmalarını *Nature Materials* dergisinde yayımladılar. Yapay yaprak denilen cihaz fotosentezden ilham alıyor ve araştırmacılara göre yağışlı ve bulutlu günlerde de verimli çalışmaya devam ediyor. Yani bu teknolojinin kullanımı yaz aylarıyla ya da güneşli ülkelerle sınırlı değil. Yapay yaprak bitkilerde güneş ışığını absorbe eden moleküllere benzeyen iki ışık emici ile kobalttan yapılmış katalizör bulunuyor. Cihaz suya batırıldığında, bir ışık emici, oksijen üretmek için katalizörü kullanıyor.

Diğeri, karbondioksiti ve suyu, karbon monoksit ve hidrojene indirgeyen kimyasal bir reaksiyon gerçekleştirerek Syngas karışımını oluşturuyor. Syngas terimini sıklıkla duymuyor olsak da Syngas kullanılarak üretilmiş ürünler günlük hayatımızın içinde.

Reisner bundan sonraki aşamada yapmak istedikleri şeyin önce Syngas üretip sonra da sıvı yakıta dönüştürmek yerine, sıvı yakıtı tek bir adımda karbondioksit ve sudan elde etmek olduğunu söylüyor. ■



## Evrensel Grip Aşısına Doğru Bir Adım Daha

Dr. Özlem Ak

Çok sayıda grip virüsüne karşı uzun süreli koruma sağlayan evrensel bir grip aşısı arayışına yönelik çalışmalar devam ediyor. Haziran ayında *Nature Medicine* dergisinde yayımladıkları çalışmayla bilim insanları ilk kez grip virüsünün suştan suşa göreceli olarak daha az değişen belirli bir bölümünü hedeflemenin insanlarda koruma sağladığını açıkladılar.

ABD Ulusal Alerji ve Enfeksiyon Hastalıkları Enstitüsü (NIAID) direktörü Anthony Fauci evrensel grip aşısı geliştirildiği takdirde her yıl grip aşısı yaptırmaya gerek kalmayacağını söylüyor.

Grip, dünya çapında yılda 650.000 ölüme neden oluyor. Her yıl yapılan grip aşısı, influenza virüsünü kaplayan iki protein türünden biri olan hemaglutinin proteinini hedefliyor. Bir baş ve bir sap bölümünden oluşan protein, görünümüyle bir mantarı andırıyor. Mevcut grip aşıları, hemaglutinin baş bölümünü tanıyan ve bir hücreye virüsün girme yeteneğini önleyen antikorların üretimini başlatır. Bununla birlikte, proteinin bu baş kısmı antikorlardan kaçmak üzere hızlı bir mutasyona uğradığı için bu durum her yıl yeni bir grip aşısı uygulanmasını gerekli kılar.

Hemaglutinin sap bölümü ise mutasyonlara karşı çok daha dirençli olduğundan, aktivitesini bloke eden antikorlar için bir hedef olarak görülüyor. Bugüne kadar yapılan çeşitli çalışmalar, hemaglutinin sapına karşı antikorların hayvanlarda koruma sağladığını ancak insan enfeksiyonlarındaki rollerinin şu ana kadar bilinmediğini gösterdi.

Michigan Üniversitesi Halk Sağlığı Okulu epidemiyoloji profesörü ve araştırmanın yazarlarından

Aubree Gordon, daha yüksek seviyede sap antikorlarının hem influenza enfeksiyonuyla hem de hastalıktan korunmayla ilişkili olduğunu gördüklerini belirtiyor. Yapılan testler sap antikor seviyelerini dört kat artırmanın influenza enfeksiyonunda %42'lik, semptomatik gripte ise yaklaşık %50'lik azalma sağladığını gösteriyor.

Barney Graham ve ekibi, NIAID'in Aşı Araştırma Merkezinde, hemaglutinin sap antikorlarını uyarmayı amaçlayan bir aşının erken aşama (Faz I) denemesine başladı. Araştırmacılar, yaklaşımlarının hemaglutinin sap kısmını almak ve çok iyi bir bağışıklık tepkisi yaratan bir nanoparçacık üzerine koymak olduğunu söylüyor.

Önümüzdeki birkaç yıl içinde, bu umut vaat eden bulgunun uzun zamandır beklenen evrensel grip aşısı için gerçek bir çözüme dönüşüp dönüşmeyeceğinin ortaya çıkarılacağı düşünülüyor. ■

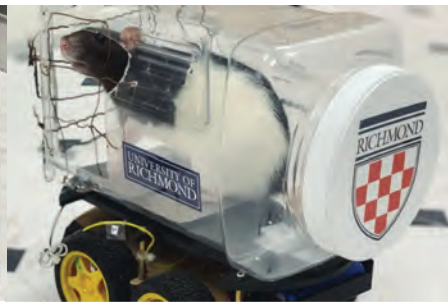
# Fareler Direksiyon Başında

Dr. Özlem Ak

Kendi boyutlarına göre olan bir arabayı kullanmayı öğrenen fareler, bilim insanlarına beyinlerinin düşünüldüğünden daha esnek olduğunu gösterdi. Bu çalışmanın bulgularının yeni becerilerin öğrenilmesinin stresi nasıl azalttığını ve nörolojik ve psikiyatrik koşulların zihinsel yetenekleri nasıl etkilediğini anlamak için kullanılabileceği düşünülüyor.

Kemirgenlerin nesneleri tanımayı ya da labirentlerde yollarını bulmayı öğrenebileceğini biliyoruz. Ancak Virginia, Richmond Üniversitesinden Kelly Lambert ve meslektaşları, farelerin hareketli bir aracı çalıştırmak gibi daha karmaşık bir görevi öğrenip öğrenemeyeceklerini merak etti. Arabayı tekerlekler, alüminyum bir taban, şeffaf plastik bir yiyecek kabı oluşturdu, direksiyon için 3 bakır çubuk kullanıldı.






Arabaya fare alüminyum zeminde durup bakır çubukları pençeleriyle tuttuğunda, aracı öne itecek bir elektrik devresi de ekledi. Sol, orta ya da sağ çubuğa dokunmak aracı farklı yönlere yönlendirdi. Altı dişi ve on bir erkek sıçan, 4 metrekarelik dikdörtgen bir alanda aracı sürmek için eğitildi. Direksiyon çubuklarına dokundukları ve aracı öne sürdükleri zaman şekerli, meyve aromalı tahıl parçalarıyla ödüllendirildiler. Ekip, belirlenen alan içerisinde giderek daha uzak noktalara yiyecek ödülleri yerleştirerek fareleri sürüş becerilerini geliştirmeye teşvik etti. Lambert farelerin sonunda ödüle ulaşmak için otomobili benzersiz bir şekilde yönlendirmeyi öğrendiklerini söylüyor.

İşin ilginç yanı ise otomobil kullanmayı öğrenmenin fareleri rahatlatıyor olması. Araştırmacılar bu sonuca stres tepkisiyle ilgili kortikosteron ve stresle başa çıkmayı sağlayan dehidroepiandrosteron hormonlarının seviyelerini ölçerek ulaştılar ve farelerdeki dehidroepiandrosteronun kortikosterona oranının sürüş eğitimleri boyunca arttığını gördüler. Ekip, otomobili kendileri kullanan sıçanların, uzaktan kumanda edilen araçlarda pasif duran farelere göre dehidroepiandrosteron seviyelerinin daha yüksek ve daha az stresli olduğunu tespit etti.

Lambert önceki çalışmalarında farelerin gömülü yiyecekleri kazarak bulmak gibi zor görevlerde ustalaştıktan sonra daha az stresli olduklarını da gözlemlemişti. Araştırmacı insanların da yeni öğrendikleri bir beceriyi mükemmel bir şekilde geliştirdiklerinde aynı doygunluğa ulaştıklarını ve buna "öz yeterlik" dediklerini belirtiyor.

Lambert, farelerin bu araçları sürebilmelerinin beyinlerindeki "nöroplastisite" ile ilgili olduğunu söylüyor. Bu da karşılaştıkları yeni zorluklara karşı esnek bir şekilde cevap verebilme yeteneklerini ifade ediyor. Lambert ayrıca araştırmacıların nöropsikiyatrik durumları incelemek için sıçan modellerini kullanırken geleneksel labirent testleri yerine sürüş görevi gibi daha karmaşık görevlerin de kullanılabileceğini belirtiyor. Örneğin, Parkinson hastalığının motor beceriler ve mekânsal farkındalık üzerindeki etkilerini veya depresyonun motivasyon üzerindeki etkilerini araştırmak için sürüş testlerinin kullanılabileceği düşünülüyor. Bilim insanları daha gerçekçi ve zorlu modellerin kullanılmasıyla daha anlamlı verilerin elde edilebileceği kanısında.

Ekip şimdi, sıçanların otomobili kullanmayı nasıl öğrendiklerini, bunun stresi nasıl azalttığını ve hangi beyin alanlarının bu sürece dâhil olduğunu anlamak için deneylerine devam ediyor. ■

## Kararlı Yapıda Yeni Bir Plütonyum Bileşiği Keşfedildi

Dr. Tuncay Baydemir

Çeşitli ülkelerden bilim insanlarından oluşan araştırma grubu yaptıkları çalışma ile katı ve kararlı bir yapıda yeni bir plütonyum bileşiği elde ettiler. Bu keşif sayesinde radyoaktif atıkların kontrolünde önemli bir adım atılmış olabilir.

Plütonyum nükleer enerji üretiminde önemli bir yere sahip. Geçmişte plütonyum ile gerçekleştirilen nükleer araştırmalar sonucunda doğaya plütonyum ve zararlı izotoplarının salımı gerçekleşti. Buna bağlı olarak, toprak ve su numunelerinde yapılan araştırmalar sonucunda plütonyum kirlenmesi tespit edildi. Kirlenmiş bölgedeki plütonyum kil, doğal organik madde ve demir oksitlerde tutularak yer altı suları yoluyla kilometrelerce uzaklıklara taşınabiliyor. Bu gibi olaylar bazı tesislerin kapatılmasına neden olsa da araştırmacılar radyoaktif çekirdeklerin çevreye salınmasını önlemek ve nükleer atık depolarının güvenliğini artırmak için çalışmalara devam ediyor.

Plütonyumun kimyasal davranışlarının temelini çok farklı yükseltgenme durumlarında bulunabilmesi oluşturuyor. Yükseltgenme durumu, nötr hâldeki bir atomun kimyasal bileşik oluştururken kaybettiği ya da kazandığı elektronların sayısı ile tanımlanıyor.



Helmoltz Zentrum Dresden-Rossendorf (HZDR) liderliğindeki uluslararası bilim ekibi beş değerliğe sahip plütonyumun (Pu(V)) ilk defa katı bir bileşiğini elde etmeyi başardı. Araştırmacılar çalışmanın sonuçlarını *Angewandte Chemie* (Angew. Chem. Int. Ed. 10.1002/anie.201911637) dergisinde yayımladı.

Bu buluşu ilginç kılan nokta ise araştırmanın çıkış noktasının bu olmamasıydı. Fizikçi Kristina O. Kvashnina ve arkadaşlarının çalışmalarının asıl amacı çeşitli öncül maddeleri kullanarak nihayetinde plütonyum dioksit nano parçacıkları sentezlemekti. Sentezin ara basamaklarında beklenmedik sonuçlar elde eden araştırmacılar ilk başta analizlerinin hatalı olduğunu düşündüler. Yapılan analizler sonucunda Pu(IV) öncülü ile gerçekleştirilen reaksiyonda ara ürün olarak plütonyumun

Pu(V) yükseltgenme hâlindeki katı bileşiğini sentezlemeyi başardıklarını gösterdiler. İlk defa sentezlenen bu sarı renkli katı madde aylar boyunca kararlı hâlde kalabiliyor.

Bu tesadüf eseri keşfin sağlayacağı yararlar kolaylıkla anlaşılmasa da plütonyum hakkında bilinenlerdeki artışın radyasyon kirliliğinin etkilerini daha kolay bertaraf etmekte kullanılabileceği düşünülüyor. Radyoaktif malzemelere binlerce yıl boyunca ne olacağını tahmin etmeye çalışan birçok çalışma olduğunu belirten araştırmacılar, keşiflerinin kimyagerlerin radyoaktif olarak kirli alanları temizleme çalışmalarını olumlu olarak etkileyeceğini öngörüyorlar. Elde edilen tüm bilgiler ışığında yapılacak yeni çalışmalarla, nükleer atıkların uzun yıllar boyunca nasıl davranacaklarının anlaşılması daha da netleşecek gibi gözüküyor. ■

# Saniyedeki Hızı Vücut Uzunluğunun 100 Katına Ulaşan Karınca

İlay Çelik Sezer



Yeni bir araştırmada dünyanın en hızlı karıncaları olduğu bilinen Sahra gümüş karıncalarının *(Cataglyphis bombycina)* tam olarak ne kadar hızlı hareket edebildiğine ve bunu nasıl başarabildiğine ilişkin önemli bulgular elde edildi. Zemin sıcaklığının sık sık 60°C'ye ulaşabildiği Sahra Çölü'nde yaşayan bu karıncalar, en uç yaşam biçimine sahip böcekler arasında sayılıyor. Çoğu hayvan günün en sıcak saatlerinde gölgeye sığınmayı tercih ederken Sahra gümüş karıncaları bu saatlerde bazen 10 dakika gibi kısa sürelerde, çok hızlı bir şekilde tamamladıkları yiyecek arayışlarına girerek sıcağa yenik düşen böcekler ya da başka küçük hayvanlar bulmaya çalışıyor.

Almanya'daki Ulm Üniversitesinden araştırmanın lideri Sarah Pfeffer, bu karıncaların çok hızlı koştuğunun 1980'lerden beri bilindiğini ancak yüksek hızlı görüntü alabilen kameralar olmadığı için isabetli ölçümler yapılamadığını belirtiyor. Pfeffer ve ekibi bu tür kameralar kullanarak Sahra gümüş karıncalarının hızının saniyede 85,5 santimetreye, yani vücut uzunluklarının yaklaşık 100 katına ulaşabildiğini gösterdi. Video görüntüleri üzerindeki ayrıntılı incelemeler, karıncaların bunu nasıl başarabildiğine ilişkin birkaç ipucu da sağladı. Öncelikle, bu karıncaların bacakları, vücutlarını çok sıcak olan zeminden uzak tutmak için uzun bacaklara sahip diğer çöl karıncalarına göre sıra dışı ölçüde kısa. Bu kısa bacaklar Sahra gümüş karıncalarının saniyede 40'ın üzerinde adım atabilmesini sağlıyor. İkinci olarak bu karıncaların bacakları sıra dışı bir şekilde hareket ediyor. Çoğu böcek gibi karıncalar da adım atarken bacaklarını üçerli gruplar hâlinde hareket ettiriyor. Ancak çoğu böcek bu üç bacağı tam olarak aynı anda hareket ettirmiyor. Sahra gümüş karıncaları ise üç bacağı neredeyse eş zamanlı olarak hareket ettiriyor. Araştırmacılar bu tekniğin, karıncaların bacaklarının kuma batıp onları yavaşlatmasını engelleyerek kumlu yüzeydeki hareket kabiliyetlerini artırdığını düşünüyor.

Birim zamanda katedilen mesafenin vücut uzunluğu kıstasına göre hesaplandığı hız bakımından Sahra gümüş karıncalarını geride bırakan hayvanlar da var. Ancak Sahra gümüş karıncalarının da aşırı sıcaklara karşı kısmen gümüşsü tüyleri sayesinde sahip oldukları dayanıklılık başta olmak üzere başka meziyetleri de bulunuyor. ■

## Annenin Bebekle Etkileşimi Hormon Sistemini Etkileyebilir

İlay Çelik Sezer

Yeni bir araştırmada bebeklerle etkileşim kurmanın, bebekler için, hayatlarının geri kalanında kuracakları ilişkilerde işlev görecek olan hormon sistemini şekillendirdiğini düşündüren bulgular elde edildi. Araştırmaya göre hayatlarının ilk 18 ayında kendilerine daha çok dokunulan ve kendileriyle daha çok konuşulan bebeklerde daha fazla oksitosin almacı gelişiyor. Popüler dilde "sevgi hormonu" ya da "sarılma kimyasalı" olarak da tabir edilen oksitosinin insanların ve hayvanların ilişki kurmasında rol oynadığı düşünülüyor.

Doğumdan sonra bir insanın oksitosin sisteminin nasıl geliştiğini merak eden Virginia Üniversitesi öğretim üyesi Kathleen Krol ve ekibi araştırmalarında 101 anne ve bebeği inceledi. Bebekler 5 aylıkken araştırmacılar her bir annenin bebeğiyle, oyuncaklar ve kitaplar eşliğinde 5 dakikalığına yalnız bırakıldıklarında nasıl etkileştiğini gözlemledi. Etkileşimler annenin bebeğine ne kadar yakın durduğu, bebeğin huzursuzluğuna nasıl tepki verdiği, göz teması ve bazı başka hususlar açısından puanlandı. Bu seans bebekler 18 aylıkken tekrarlandı.

Araştırmacılar her seansta annelerin ve bebeklerin tükürüğünden elde ettikleri DNA örneklerinde oksitosin almacını kodlayan geni inceledi. Bu gen üzerindeki epigenetik değişikliklere, yani genin işlevini etkileyen kimyasal değişikliklere odaklandılar. Bu tür değişiklikler pek çok durumda DNA'ya küçük moleküllerin bağlanmasıyla gerçekleşiyor. Araştırmacılar bu durumda oksitosin almacı genindeki metilasyon, yani gene metil grubu bağlanma durumuna baktı. Metilasyon geninin etkisizleşmesi, dolayısıyla bu genin kodladığı proteinin (bu durumda oksitosin almacı) daha düşük oranda sentezlenmesi sonucunu doğuruyor. İki oyun seansı arasında annelerin oksitosin almacı genindeki metilasyon düzeyi sabit kalırken anneleriyle daha fazla etkileşimde bulunan bebeklerdeki metilasyon düzeyinde azalma, daha az etkileşim yaşayan bebeklerdeki metilasyon düzeyinde ise artış gözlemlendi.



Krol'e göre, bu bulgular, kendisiyle daha etkileşimli oyun oynanan bebeklerin daha fazla oksitosin almacına sahip olacağı anlamına geliyor. Çalışmada bu bebeklerin mizaçlarının da daha farklı olduğu, daha nadir sinirlendikleri ve yoğun ışık, ses ve doku gibi uyaranlara aşırı hassasiyet gösterme ihtimallerinin daha az olduğu görüldü. Krol, söz konusu etkinin anneyle etkileşime has olmayıp bebek bakan başka kişiler için de geçerli olacağını düşünüyor. Öte yandan, araştırmada yer almayan bazı bilim insanları, bu sonuçlardan insan davranışı gibi karmaşık bir olgu için doğrudan neden sonuç ilişkisi çıkarsamanın doğru olmayacağı görüşünde. ■

# Nobel Fizik Ödülü

## 2019



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

2019 Nobel Fizik Ödülü,
yaptıkları çığır açıcı araştırmalarla
evrenin yapısı ve tarihine ilişkin
anlayışa yenilik getiren ve
ilk defa Güneş Sistemimiz dışında
Güneş benzeri bir yıldızın
çevresinde yörüngede dolanan
bir gezegen keşfeden
üç bilim insanına verildi.

Bu üç bilim insanı,
var oluşumuza ilişkin çok temel
sorulara yönelik cevap arayışına
önemli katkılarda bulundu.

Evrenin erken bebeklik döneminde
ve sonrasında neler olmuştu?

Başka yerlerde başka
güneşlerin çevresinde yörüngede
dolanan başka gezegenler
olabilir miydi?



**James Peebles**
2019 Nobel Fizik Ödülü'ne ½'lik payla hak kazanan James Peebles 25 Nisan 1935'te Kanada'nın Winnipeg kentinde doğdu. Lisans eğitimini Manitoba Üniversitesinde, yüksek lisans ve doktorasını ise Princeton Üniversitesinde tamamladı. Akademik kariyerine Princeton Üniversitesinde devam eden Peebles, İleri Araştırmalar Enstitüsü bünyesindeki Doğa Bilimleri Okulunda farklı tarihlerde birkaç akademik yıl geçirdi. Nobel Fizik Ödülü'ne fiziksel kozmoloji alanındaki kuramsal keşifleri dolayısıyla layık görüldü.





**Didier Queloz**
2019 Nobel Fizik Ödülü'nün ½'lik kısmını Michel Mayor ile paylaşan Didier Queloz, 23 Şubat 1966'da İsviçre'nin Cenevre kentinde doğdu. Yüksek lisans, ileri araştırmalar (DEA) ve doktora derecelerini Cenevre Üniversitesinden aldı. Akademik kariyerine Cenevre Üniversitesi ve 2013'ten itibaren de eş zamanlı olarak Cambridge Üniversitesinde devam etti. Nobel Fizik Ödülü'ne Michel Mayor ile birlikte ilk defa Güneş tipi bir yıldızın çevresinde yörüngede dolanan bir ötegezegeni keşfetmesi dolayısıyla layık görüldü.

**Michel Mayor**
2019 Nobel Fizik Ödülü'nün ½'lik kısmını Didier Queloz ile paylaşan Michel Mayor, 12 Ocak 1942'de İsviçre'nin Lozan kentinde doğdu. Yüksek lisansını 1966'da Lozan Üniversitesinde, doktorasını ise 1971'de Cenevre Gözlemevi'nde tamamladı. Akademik kariyerine Cenevre Üniversitesinde devam etti. Nobel Fizik Ödülü'ne Didier Queloz ile birlikte ilk defa Güneş tipi bir yıldızın çevresinde yörüngede dolanan bir ötegezegeni keşfetmesi dolayısıyla layık görüldü.



James Peebles milyarlarca gökada (galaksi) ve gökada kümesiyle evreni araştırma işine soyundu. 1960'ların ortalarında başlayıp yirmi yıllık bir süre zarfında geliştirdiği kuramsal çerçeve, Büyük Patlama'dan günümüze, evrenin tarihine ilişkin modern anlayışımızın temelini oluşturuyor. Peeble'ın keşifleri, bilinen maddenin evrende bulunan tüm madde ve enerjinin sadece yüzde beşini oluşturduğu kozmik çevremizle ilgili kavrayışımızı geliştirdi. Bizden gizlenmiş hâldeki %95'lik kısım ise modern fizik için büyük bir gizem ve çözülmesi gereken büyük bir problem teşkil ediyor.

Michel Mayor ve Didier Queloz ise bilinmeyen dünyalar aramak üzere içinde bulunduğumuz gökadayı inceledi. İkili 1995 yılında ilk defa Güneş Sistemimiz dışında, Güneş benzeri bir yıldızın çevresinde yörüngede dolanan bir ötegezegeni keşfetti. Bu keşif bu tuhaf dünyalara ilişkin düşüncelerimizi sorgulamamıza yol açarak gökbilimde bir devrim başlattı. Şimdiye kadar keşfedilen 4000'in üzerinde ötegezegen, biçimsel zenginlik açısından son derece şaşırtıcı bir çeşitlik sunuyor; zira bunların parçası olduğu gezegen sistemleri Güneş Sistemimize hiç benzemiyor. Bu keşifler araştırmacıları gezegenlerin oluşumundan sorumlu fiziksel süreçler konusunda yeni kuramlar geliştirmeye sevk etti.





Evrende karanlık maddenin varlığını temsil eden bilgisayar çizimi.

## Büyük Patlama Kozmolojisi Başlıyor

Son elli yıl, evrenin kökeni ve değişimine ilişkin araştırma alanı olan kozmoloji açısından bir altın çağ oldu. 1960'larda kozmolojinin spekülasyondan bilime dönüşmesini sağlayan bir temel oluşturuldu. Bu dönüşümde kilit öneme sahip kişi, belirleyici keşifleri kozmolojiyi sağlam bir şekilde bilimsel zemine oturtan ve tüm bu araştırma alanını zenginleştiren James Peebles idi. Peebles'ın ilk kitabı *Physical Cosmology* (1971) o dönemki yeni nesil fizikçilerin tamamına, kuramsal düşüncelerle olduğu kadar gözlemler ve ölçümlerle de bu konunun gelişimine katkıda bulunmak üzere ilham verdi.

Evrenin öyküsü, yani evrenin zaman içindeki değişimine ilişkin senaryolar, ancak son yüz yıldır anlatılabiliyor. Daha önce evren durağan ve sonsuz kabul ediliyordu ancak 1920'lerde gökbilimciler tüm gökadaların birbirlerinden ve bizden uzaklaşmakta olduğunu keşfetti. Evren büyüyordu. Bugün, şu anki evrenin dünkünden farklı olduğunu ve yarınkinin de şu ankinden farklı olacağını biliyoruz.

Gökbilimcilerin gökyüzünde gördüğü şeyler Albert Einstein'ın 1916'da ortaya attığı genel görelilik kuramında öngörülmüştü. Bu kuram bugün, evrenle ilgili tüm büyük ölçekli hesaplamaların temelini oluşturuyor. Einstein, kuramının uzayın genişlemekte olduğu sonucuna doğru ilerlediğini gördüğünde denkleme kütleçekimin etkilerini dengeleyerek evreni durağan tasvir etmeyi sağlayacak bir sabit (kozmolojik sabit) ekledi. On yılı aşkın bir süre sonra evrenin genişlediği gözlemlendiği zaman artık bu sabite gerek kalmamıştı. Sonraları Einstein bunu hayatının en büyük gafı olarak kabul etti. Kozmolojik sabitin 1980'lerde, özellikle de James Peebles'ın katkılarıyla, muhteşem bir dönüş yapacağındansa bihaberdi.

## Evrenin İlk Işınları Her Şeyi Açığa Çıkarıyor

Evrenin genişlemesi bir zamanlar çok daha yoğun ve sıcak olduğu anlamına geliyor. 20. yüzyılın ortalarında evrenin doğuşu Büyük Patlama adını aldı. En başta gerçekten ne olduğunu kimse bilmiyor ancak erken dönem evreni, içinde ışık parçacıklarının yani fotonların oradan oraya sıçradığı yoğun, sıcak ve opak bir parçacık çorbası gibiydi.

Genişlemenin bu öncül çorbayı birkaç bin santigrat dereceye kadar soğutması 400.000 yıl gibi bir zaman aldı. Artık orijinal parçacıklar birleşip öncelikle hidrojen ve helyumdan oluşan saydam bir gaz oluşturabiliyordu. Fotonlar serbestçe dolaşmaya ve ışık uzayda yolculuk etmeye başlamıştı. İşte evren hâlâ bu ilk ışınlarla dolu. Uzayın genişlemesi görünür ışık dalgalarını uzatarak dalga boylarını gözle görülemeyen mikrodalga aralığına (birkaç milimetre) getirdi.



Evrenin doğuşundan gelen ışıltı, ilk olarak 1964 yılında radyo astronomi alanında çalışan iki Amerikalı gökbilimci tarafından yakalandı. 1978'de Nobel Fizik Ödülü kazanan Arno Penzias ve Robert Wilson adlı bu iki gökbilimci, antenlerinin uzayın her tarafından algıladığı sabit "gürültü"den bir türlü kurtulamıyordu. Bu yüzden, her zaman ve her yerde var olan bu ardalan ışınımı üzerinde kuramsal hesaplamalar yapmış olan James Peebles'ın da aralarında bulunduğu başka bilim insanlarının araştırmalarını inceleyerek bu duruma bir açıklama bulmaya çalıştılar. Yaklaşık 14 milyar yıldan sonra bu ışınımın sıcaklığı mutlak sıfıra (-273 °C) yakın bir değere düşmüştü.
Asıl büyük atılım ise Peebles'ın bu radyasyonun sıcaklığının Büyük Patlama'da ne kadar madde oluştuğuna ilişkin bilgi sağlayabileceğini fark edip bu ışığın daha sonra maddenin bugün uzayda gördüğümüz gökadaları ve gökada kümelerini oluşturmak üzere nasıl topaklaştığı üzerinde belirleyici bir rol oynadığını anlamasıyla gerçekleşti.



Mikrodalga ışınımının keşfi modern kozmoloji için yönlendirici oldu. Evrenin bebekliğinden gelen kadim ışınım kozmologların merak ettiği neredeyse her konuya ilişkin cevaplar barındıran bir altın madeni hâline geldi. Evren kaç yaşındaydı? Akıbeti ne olacak? Evrende ne kadar madde ve enerji var?

Bilim insanları bu soğuk artçıl ışıltıda evrenin ilk anlarına ait izleri ve o ilk öncül çorba içinde ses dalgaları şeklinde yayılan küçük değişimleri bulabiliyor. Bu küçük değişimler olmasa evren soğuyarak sıcak bir ateş topundan soğuk ve tekdüze bir boşluğa dönüşmüş olacaktı. Bunun gerçekleşmediğini, uzayın sıklıkla gökada kümeleri biçiminde bir araya gelmiş gökadalarla dolu olduğunu biliyoruz. Ardalan ışınımı ilk bakışta okyanusun yüzeyi gibi pürüzsüzdür, yakından bakınca ise okyanus yüzeyindeki dalgalar gibi erken dönem evrendeki değişimleri açığa çıkaran kırışıklıklar görülür.

James Peebles evrenin en erken çağından kalan bu fosil kalıntıların anlamlandırılmaya çalışıldığı pek çok araştırmaya liderlik etti. Kozmologlar ardalan ışınımındaki değişimleri ve bunların evrendeki maddeyi ve enerjiyi nasıl etkilediğini şaşırtıcı bir doğrulukla kestirmeyi başardı.

İlk önemli gözlemsel atılım, 1992 yılının Nisan ayında, Amerikan COBE uydu projesindeki başaraştırmacılar evrendeki ilk ışık ışınlarının bir görüntüsünü sunduğu zaman gerçekleşti ki bu başarı John Mather ve George Smoot'a 2006'da Nobel Fizik Ödülü kazandırdı. Amerikan WMAP ve Avrupa Plank uyduları zamanla genç evrenin bu portresinde iyileştirmeler yaptı. Tam da öngörüldüğü şekilde ardalan ışınımının sıcaklığı santigrat derecenin yüz binde biri kadar bir değişim gösteriyordu. Evrenin içerdiği madde ve enerji miktarına ilişkin kuramsal hesaplamalar gitgide artan bir hassasiyetle doğrulandı ve %95'in gözle görülemediği anlaşıldı.

# Karanlık Madde ve Karanlık Enerji- Kozmolojinin En Büyük Gizemleri

1930'lardan bu yana, gördüğümüz şeyin var olanın tamamı olmadığını biliyoruz. Gökadaların dönme hızlarına ilişkin ölçümler, görünmeyen maddeden kaynaklı kütleçekim tarafından bir arada tutulduklarına ve başka türlü parçalanacaklarına işaret ediyordu. Bu karanlık maddenin gökadaların ortaya çıkışında da önemli bir rol oynadığı düşünülüyordu.

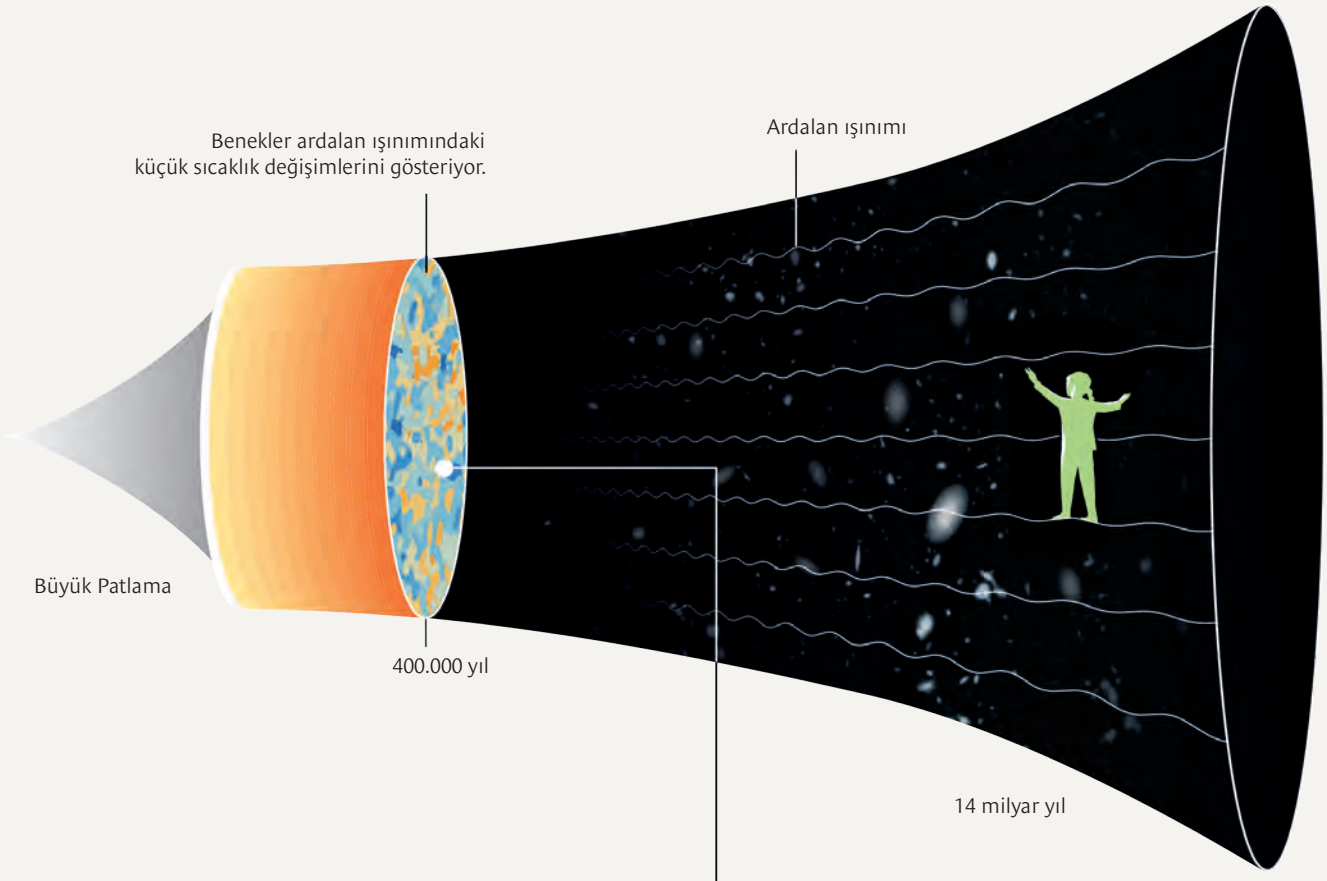
Karanlık maddenin bileşimi kozmolojinin en büyük gizemlerinden biri olmaya devam ediyor. Bilim insanları uzunca bir süre bu karanlık maddeyi oluşturan şeyin çoktandır bilinen nötrinolar olabileceğini düşündü ancak uzayı neredeyse ışık hızında kateden hayal edilemeyecek sayıdaki düşük kütleli nötrinolar maddenin bir arada tutulmasına yardım edemeyecek kadar hızlıdır. 1982'de Peebles bunun yerine soğuk karanlık maddenin bilinmeyen parçacıklarının bu işi görme ihtimalinin söz konusu olabileceğini öne sürdü. Bugün hâlâ soğuk karanlık maddenin, bilinen maddeyle etkileşmekten kaçınan ve evrenin %26'sını oluşturan bilinmeyen parçacıklarını arıyoruz.

Einstein'ın genel görelilik kuramına göre uzayın geometrisi ile kütleçekim birbiriyle bağlantılıdır - evren ne kadar madde ve enerji içerirse uzay o kadar bükülmüş hâldedir. Madde ve enerjinin kritik bir değerinden sonra ise evren bükülmez. İki paralel doğrunun asla kesişmeyeceği bu tip bir evren genellikle düz evren olarak adlandırılır. Diğer iki seçenek ise çok az madde içeren ve içindeki paralel doğruların sonunda birbirinden uzaklaşacağı bir evren modeli ile çok fazla madde içeren ve içindeki paralel doğruların sonunda kesişeceği bir evren modelidir.

Kuramsal düşüncelerin yanı sıra kozmik ardalan ışınımına ilişkin ölçümler bu konuda net bir yanıt sağladı - evren düzdü. Ancak içerdiği madde kritik değerin sadece %31'ini sağlayacak kadardı- bunun da %5'i sıradan madde, %26'sı ise karanlık maddeydi. Kritik değerin %69'u yani çoğunluğu kayıptı. James Peebles bir kere daha radikal bir çözüm buldu. 1984 yılında, boş uzayın enerjisine karşılık gelen Einstein'ın kozmolojik sabitinin yeniden canlandırılmasına katkıda bulundu. Buna karanlık enerji adı verildi ve evrenin %69'u doldurulmuş oldu. Bu, soğuk karanlık madde ve sıradan madde ile birlikte düz evren fikrini desteklemek için yeterliydi.

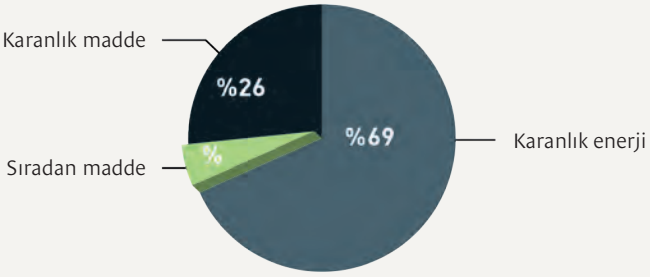
Karanlık enerji, 14 yıl kadar, 1998'de evrenin ivmeli biçimde genişlediği keşfedilinceye kadar (bu keşif 2011'de Saul Perlmutter, Brian Schmidt ve Adam Riess'a Nobel Fizik Ödülü kazandırdı) sadece bir kuram olarak kaldı. Bu giderek hızlanan genişlemeden madde dışında bir şey sorumlu olmalıydı - bilinmeyen bir karanlık enerji bu itkiyi sağlıyordu. Dolayısıyla Peebles'ın da katkıda bulunduğu kuramsal ilave birdenbire bir gerçekliğe dönüştü.

Hem karanlık madde hem de karanlık enerji bugün kozmolojinin en büyük gizemleri arasında yer alıyor. Her ikisi de kendilerini çevrelerindeki şeyler üzerindeki etkileri yoluyla gösteriyor - biri itiyor, öteki çekiyor. Bunun dışında haklarında pek fazla şey bilinmiyor. Evrenin bu karanlık tarafında hangi sırlar gizleniyor? Bilinmeyenin ötesinde nasıl bir yeni fizik gizleniyor? Uzayın gizemlerini çözmeye yönelik girişimlerimizde başka neler keşfedeceğiz?




## ARDALAN IŞINIMINDAKİ GİZEMLER

Evren ilk anlarında, yani Büyük Patlama sırasında aşırı derecede sıcak ve yoğundu. O zamandan beri evren sürekli genişleyip gitgide daha büyük ve soğuk bir hâle geldi. Büyük Patlama'dan yaklaşık 400.000 yıl sonra ilk ışınım uzayda yolculuk etmeye başladı. Bu ışınım hâlâ evreni dolduruyor ve barındırdığı şifrelerde evrenin pek çok sırrı gizleniyor. James Peebles kuramsal modellerini kullanarak evrenin biçimine ve içerdiği madde ve enerjiye ilişkin kestirimlerde bulundu (aşağıdaki eğri). Hesaplamaları ardalan ışınımına ilişkin daha sonra yapılan ölçümlerle uyum içindeydi.







1. İlk tepe noktası evrenin geometrik olarak düz olduğunu, yani iki paralel doğrunun hiçbir zaman kesişmeyeceğini gösteriyor.
2. İkinci tepe noktası sıradan maddenin evrendeki madde ve enerjinin sadece %5'ini oluşturduğunu gösteriyor.
3. Üçüncü tepe noktası evrenin %26'sının karanlık maddeden oluştuğunu gösteriyor.

Bu üç tepe noktasından evrenin %31'inin (%5+%26) maddeden oluştuğu sonucuna varılabiliyor, bu durumda düz evrenin gerekliliklerinin yerine getirilebilmesi için %69'un karanlık enerji olması gerekiyor.

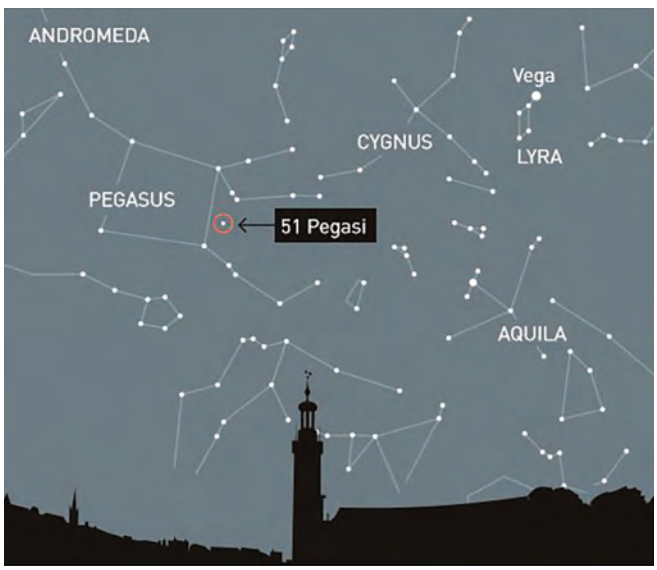
# Başka Bir Güneşin Çevresindeki Yörüngede Bulunan İlk Gezegen

Şu anda evrendeki maddenin ve enerjinin sadece yüzde beşi biliniyor olsa da bugün çoğu kozmolog, Büyük Patlama modelinin evrenin doğuşu ve gelişimine ilişkin doğru bir hikâye olduğu konusunda hemfikir. Bu küçük madde kesiti sonunda çevremizde gördüğümüz her şeyi oluşturmak üzere bir araya geldi. Acaba evreni seyreden sadece biz miyiz? Acaba uzayın başka bir yerinde, başka bir güneşin çevresinde yörüngede dolanan başka bir gezegende hayat var mı? Bunu kimse bilmiyor. Ancak Güneş'in, çevresinde dolanan gezegenlere sahip tek yıldız olmadığını ve gökadamızdaki birkaç yüz milyar yıldızın çoğunun kendilerine eşlik eden gezegenlere sahip olması gerektiğini biliyoruz. Bugün astronomlar 4000'in üzerinde ötegezegenin varlığından haberdar. Bizimkine hiç benzemeyen gezegen sistemlerinde tuhaf yeni dünyalar keşfedildi. Hatta ilk keşfedilen gezegen o kadar olağan dışıydı ki kimse gerçek olabileceğine inanmadı, gezegen yıldızıyla arasındaki kısa mesafeye göre çok büyüktü.

Michel Mayor ve Didier Queloz sansasyonel keşiflerini 6 Ekim 1995'te İtalya'nın Floransa kentindeki bir astronomi konferansında duyurdu. Bu, Güneş tipi bir yıldızın çevresinde yörüngede dolandığı kanıtlanan ilk gezegendi. 51 Pegasi b adlı bu gezegen, Dünya'dan 50 ışık yılı uzaklıkta bulunan 51 Pegasi adlı yıldızının çevresindeki yörüngesinde hızla hareket ediyor. Yörüngesini tamamlaması dört gün sürüyor, bu da yörüngesinin yıldızına çok yakın olduğu anlamına geliyor - sadece sekiz milyon kilometre.

Yıldızı gezegenin sıcaklığını 1000°C'nin üzerine çıkarıyor. 51 Pegasi b'ye kıyasla Dünya'da hayat kayda değer ölçüde sakindir. Dünya kendisinden 150 milyon kilometre uzaklıktaki Güneş çevresindeki yörüngesini bir yılda tamamlar ve Dünya'da ortalama sıcaklık 15°C düzeylerinde seyreder.

Yeni keşfedilen gezegenin şaşırtıcı derecede büyük olduğu da anlaşıldı - Güneş Sistemi'nin en büyük gaz devi Jüpiter'le kıyaslanabilecek bir gaz topu idi. Dünya'yla kıyaslandığında, Jüpiter'in hacmi 1300 kat, kütlesi ise 300 kat fazladır. Gezegen sistemlerinin oluşumuna ilişkin önceki görüşlere göre, Jüpiter boyutlu gezegenler sıcak yıldızlarından uzakta oluşmalı ve sonuç olarak yörüngelerini uzun sürelerde tamamlamalıydılar.




Stokholm'de Ekim ayında yıldızlı gökyüzü. Güneş Sistemimiz dışında Güneş tipi bir yıldızın çevresinde yörüngede dolandığı keşfedilen ilk gezegen Pegasus Takımyıldızı'nda bulunuyor. Gezegen, çıplak gözle ancak çok karanlıkta görülebilen 51 Pegasi adlı yıldızın çevresindeki yörüngesinde dolanıyor. Pegasus Karesi'ni oluşturan dört yıldız ise çıplak gözle bile kolayca seçilebilir.



Paul Butler



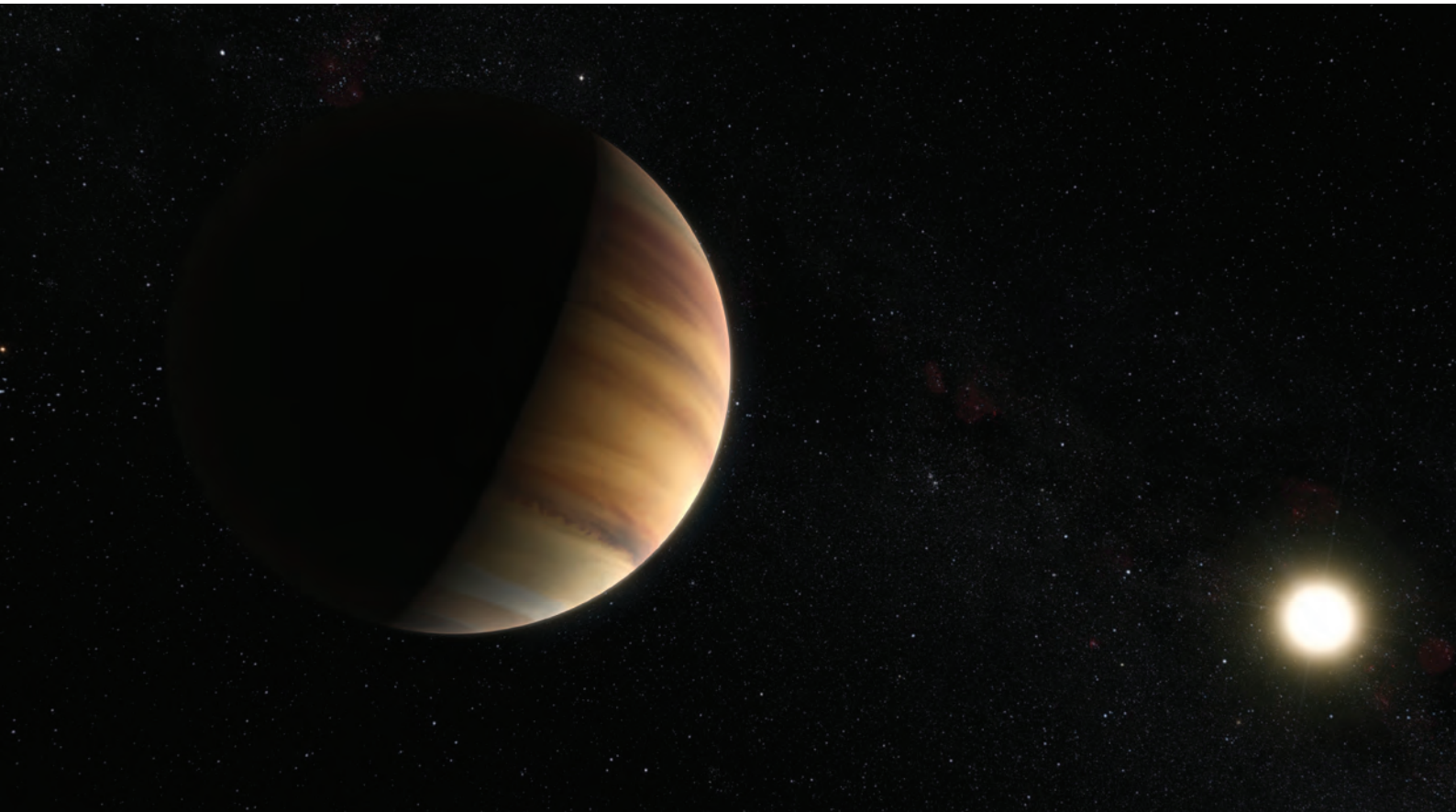
Geoffrey Marcy

Örneğin, Jüpiter Güneş çevresindeki bir dönüşünü yaklaşık 12 Dünya yılında tamamlar. Dolayısıyla, 51 Pegasi b'nin kısa yörünge periyodu ötegezegen avcıları için tamamen sürpriz niteliğindeydi. O zamana dek gezegenleri yanlış yerlerde aramışlardı.

Bu keşfin hemen ardından Paul Butler ve Geoffrey Marcy adlı iki Amerikalı astronom teleskoplarını 51 Pegasi yıldızına doğrulttu ve kısa süre içinde Mayor ve Queloz'ın çığır açıcı buluşunu doğruladı. Sadece iki ay sonra da Güneş tipi yıldızların çevresinde yörüngede bulunan iki yeni ötegezegen daha keşfettiler.

Bunların kısa yörünge periyotları astronomlar için kolaylık sağlayacak şekilde kısaydı, astronomlar gezegenlerin yörüngelerini tamamlaması için aylar ya da yıllarca beklemek zorunda değildi. Gezegenlerin peşpeşe turlarını izleyebilmek için bol bol zamanları vardı.

Peki, bu gezegenler yıldızlarına nasıl bu kadar yaklaşabilmişlerdi? Bu soru gezegenlerin kökenine ilişkin, büyük gaz toplarının nasıl yıldız sistemlerinin kenarlarında oluşup daha sonra spiral çizerek iç kısımdaki ev sahibi yıldıza doğru ilerlediğini betimleyen mevcut kuramların sorgulanmasına neden oldu.



# İyileştirilen Yöntemler Keşfe Götürdü

Bir ötegezegeni izlemek için gelişmiş yöntemler gereklidir - gezegenler kendileri ışık yaymazlar, sadece yıldız ışığını zayıf bir şekilde yansıtırlar ki bu parıltı ev sahibi yıldızın parlak ışığı tarafından maskelenir. Araştırma gruplarının bir gezegen bulmak için kullandığı yönteme dikine hız yöntemi deniyor. Bu yöntemle gezegenin uyguladığı kütleçekimin ev sahibi yıldızın hareketi üzerindeki etkisi ölçülüyor.
Gezegen yıldızının çevresinde dolanırken yıldız da hafifçe kıpırdıyor - her ikisi de ortak kütleçekim merkezleri etrafında hareket ediyor. Dünya üzerindeki gözlem noktasından bakıldığında, yıldız görüş doğrultusunda ileri geri bir yalpalama hareketi yapıyor.

Bu hareketin hızı, yani dikine hız, iyi bilinen Doppler etkisi kullanılarak ölçülebiliyor. Doppler etkisi ışık ışınlarının bize doğru gelirken daha mavi, bizden uzaklaşırken ise daha kırmızı oluşunu açıklayan olgudur. Ambulansın siren sesinin ambulans bize yaklaşırken daha tiz, uzaklaşırken daha pes duyulmasına neden olan etki de budur.

Dolayısıyla gezegenin etkisi yıldızın ışığının rengini dönüşümlü olarak daha kırmızıya ya da daha maviye döndürür. İşte, astronomlar, teleskoplar ve bunlara bağlı tayfçekerler ve alıcı kameralar yardımıyla ışığın dalga boyundaki bu değişimleri yakalar. Renklerdeki değişimler yıldız ışığının dalga boyları ölçülerek hassas şekilde belirlenebilir.
Bu da yıldızın görüş doğrultusundaki hızı için doğrudan bir ölçüm sağlar. Bununla ilgili en büyük zorluk ise dikine hızların aşırı derecede düşük oluşudur.

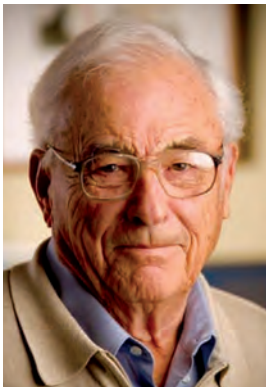
Örneğin Jüpiter'in kütleçekimi Güneş'i Güneş Sistemi'nin kütleçekim merkezi çevresinde 12 m/s hızla kıpırdatır. Dünya'nın etkisi ise 0,09 m/s'lik bir hızdır. Bu da Dünya benzeri gezegenlerin keşfi için gerekli ekipmanın çok daha hassas olmasını gerektirir.
Astronomlar hassasiyeti artırabilmek için birkaç bin dalga boyunda eş zamanlı ölçüm yapar. Işık, bu tür ekipmanın en temel bileşenlerinden olan tayfçeker yardımıyla çeşitli dalga boylarına ayrıştırılır.

1990'ların başlarında, Didier Queloz, Cenevre Üniversitesinde araştırma kariyerine başlamış, Michel Mayor ise yıllardır yıldızların hareketleri konusunda çalışmalar yapmakta idi. Mayor başka araştırmacıların da yardımıyla kendi ölçüm aletlerini oluşturmuştu. 1977'de Mayor, Marseille'in 100 km kuzeydoğusunda bulunan Haute-Provence Gözlemevi'ndeki bir teleskoba ilk tayfçekeri yerleştirmeyi başarmıştı.
Bu gelişme dikine hızla ilgili alt sınırı daha düşük bir seviyeye çekmiş ve hassasiyeti 300 m/s gibi bir değere düşürmüştü. Ancak yine de bu sınır bir gezegenin yıldızı üzerindeki etkisini ölçebilmek için çok yüksekti.

Doktora öğrencisi Didier Queloz'dan araştırma grubuyla birlikte daha hassas ölçümler için yeni yöntemler geliştirmeleri isteniyordu. Queloz ve diğer araştırmacılar çok sayıda yıldıza hızla bakılıp sonuçların yerinde analiz edilmesini sağlayan pek çok yeni teknolojiden yararlandı.
Optik fiberler yıldız ışığını bozmadan tayfçekere taşıyabiliyordu ve daha iyi görüntü algılayıcılar olan CCD'ler cihazın ışık hassasiyetini yükseltmişti

(Charles Kao, Willard Boyle ve George Smith CCD teknolojisini geliştirmeleri dolayısıyla 2009'da Nobel Fizik Ödülü kazandı.) Daha güçlü bilgisayarlar bilim insanlarının dijital görüntü ve veri işlemek için amaca özel yazılımlar geliştirmelerine olanak tanıdı.


Charles Kao

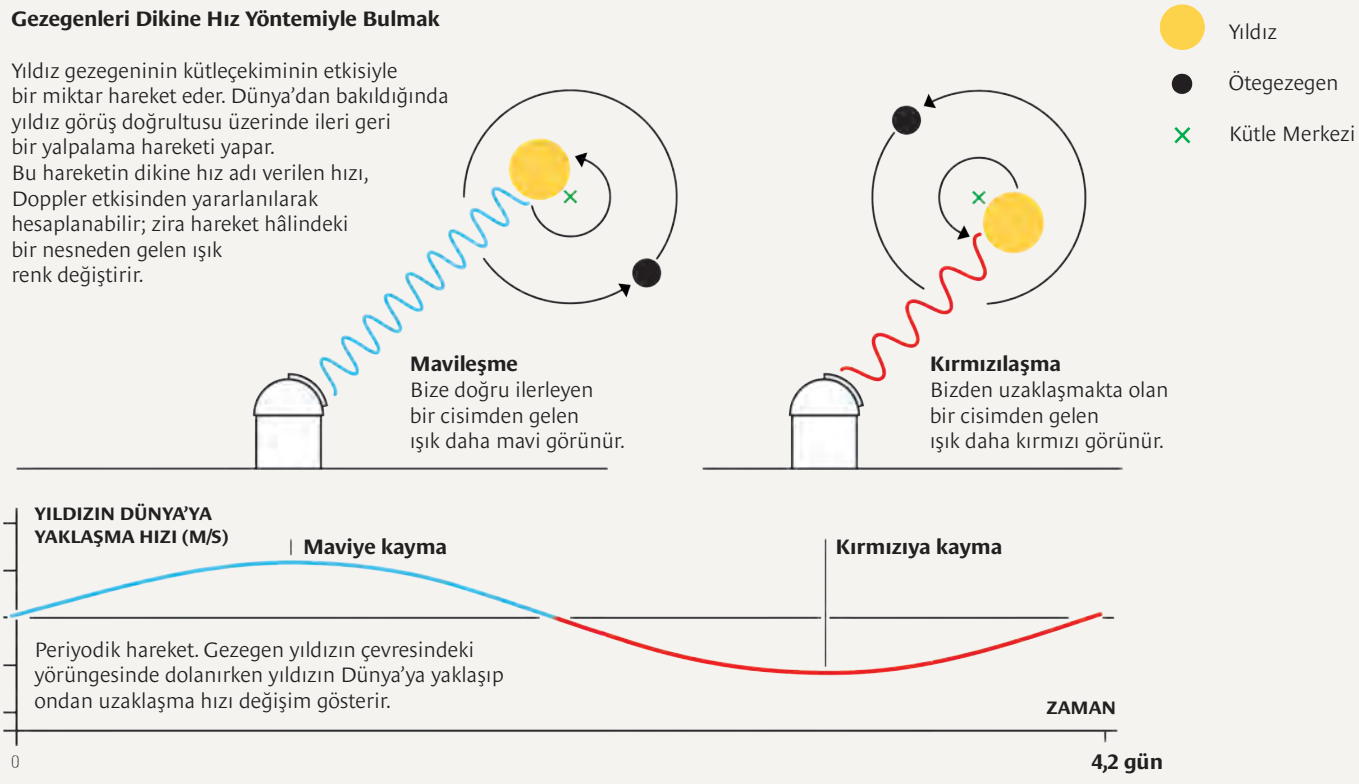

Willard Boyle


George Smith

Yeni tayfçeker 1994'ün ilkbaharında tamamlandığında dikine hız için alt sınır 10-15 m/s'ye kadar düştü ve ilk ötegezegenin keşfi artık bir an meselesi hâline geldi. O dönemde ötegezegen arayışı ana akım astronominin bir parçası değildi ancak Mayor ve Queloz keşiflerini duyurmaya karar vermişti. Sonuçlarını iyileştirmek için birkaç ay harcadıktan sonra 1995 yılının Ekim ayında ilk gezegen keşiflerini dünyaya ilan etmek için hazırdılar.

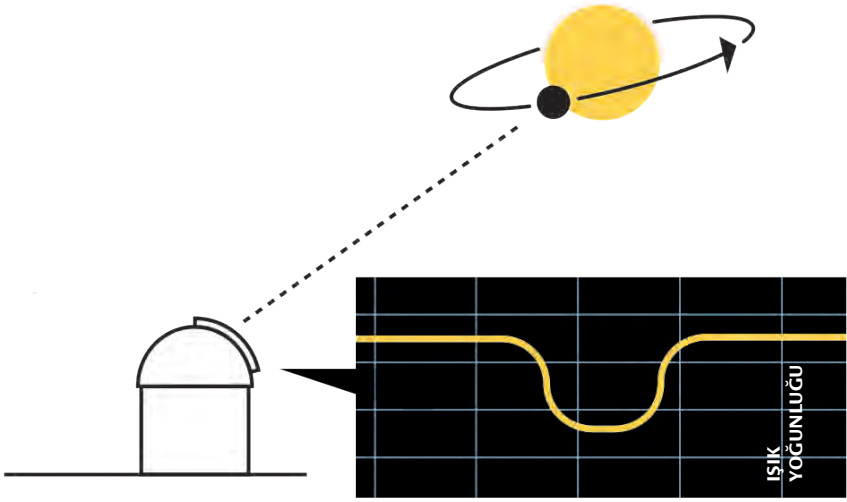
**Gezegenleri Dikine Hız Yöntemiyle Bulmak**

Yıldız gezegeninin kütleçekiminin etkisiyle bir miktar hareket eder. Dünya'dan bakıldığında yıldız görüş doğrultusu üzerinde ileri geri bir yalpalama hareketi yapar. Bu hareketin dikine hız adı verilen hızı, Doppler etkisinden yararlanılarak hesaplanabilir; zira hareket hâlindeki bir nesneden gelen ışık renk değiştirir.



# Bir Sürü Dünya Keşfediliyor

İlk defa Güneş tipi bir yıldızın çevresinde yörüngede dolanan bir ötegezegenin keşfedilmesi astronomide bir devrim niteliğindeydi. Keşiften sonra binlerce bilinmeyen yeni dünya daha ortaya çıkarıldı. Bugün gezegen sistemleri sadece Dünya üzerindeki teleskoplarla değil uydularla da keşfedilebiliyor. ABD'ye ait TESS adlı uzay teleskobu, Dünya benzeri gezegenler bulmak amacıyla bize en yakın konumda bulunan 200.000'in üzerindeki yıldızı tarıyor. Daha önce de Kepler Uzay Teleskobu 2300'den fazla ötegezegen bulmuştu.

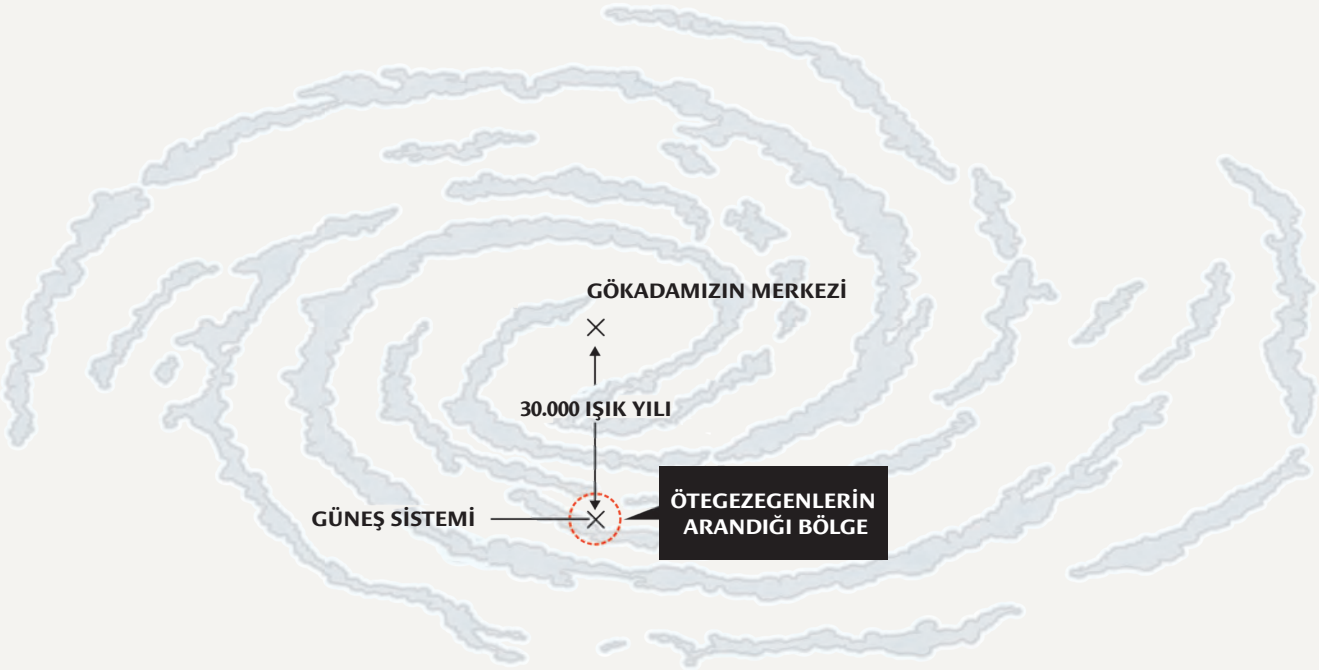



**Gezegenleri Geçiş Işıkölçümü Yöntemiyle Bulmak**

Gezegen, görüş doğrultumuz ve yıldızı arasından geçerken yıldızın ışık yoğunluğu azalır. Bu etki de Dünya'daki teleskoplarla gözlemlenir.

Bugün ötegezegen arama çalışmalarında dikine hızdaki farklılıkların yanı sıra geçiş ışıkölçüm yöntemi de kullanılıyor. Bu yöntemde bir gezegen yıldızının önünden geçerken, eğer bu görüş doğrultumuzda gerçekleşiyorsa, yıldızın ışığının şiddetindeki değişimler ölçülüyor. Yıldızın ışığının bir bölümü Dünya'ya gelirken ötegezegenin atmosferinden geçtiği için geçiş ışıkölçümü ayrıca astronomların ötegezegenin atmosferini gözlemlemesine de olanak tanıyor. Bazen iki yöntem birlikte kullanılabiliyor; örneğin, geçiş ışıkölçümü ötegezegenin boyut bilgisini sağlarken dikine hız yöntemiyle ötegezegenin kütlesi belirlenebiliyor. Böylece ötegezegenin yoğunluğu ve dolayısıyla da yapısıyla ilgili hesaplamalar yapmak mümkün oluyor.

Şimdiye kadar keşfedilen ötegezegenler, biçimleri, boyutları ve yörüngeleri açısından olağanüstü bir çeşitlilik sergileyerek herkesi şaşırttı. Bu gezegenler, gezegen sistemleriyle ilgili peşin hüküm niteliğindeki görüşlerin sorgulanmasına neden oldu ve araştırmacıları gezegenlerin oluşumundan sorumlu fiziksel süreçlerle ilgili kuramları yeniden ele almaya sevk etti. Ötegezegenleri aramaya yönelik başlatılması planlanan çok sayıda projeyle belki de sonunda Dünya dışında yaşam olup olmadığı sorusuna bir yanıt bulabileceğiz.







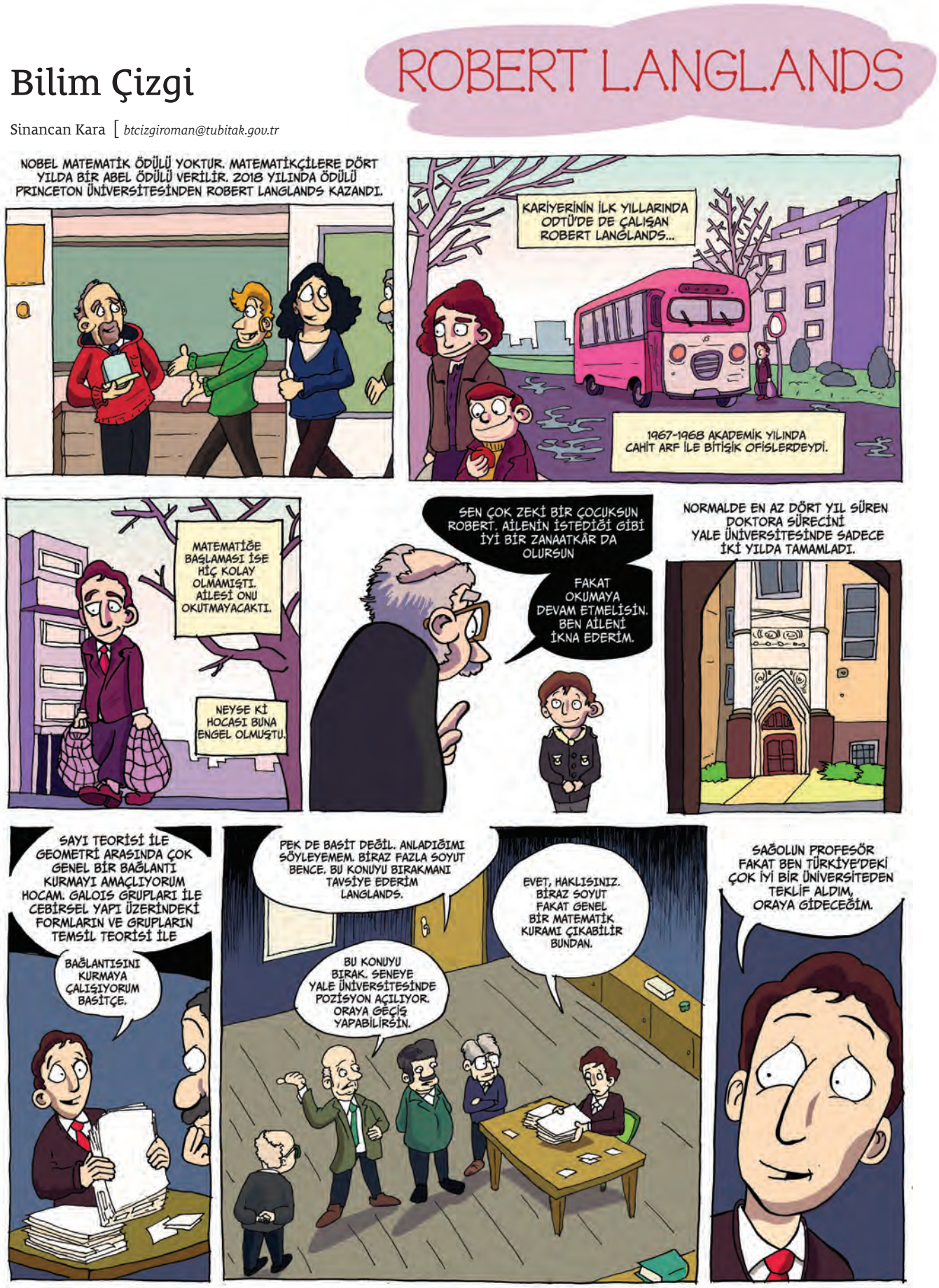

Bu yılın Nobel Fizik Ödülü'nü kazanan üç bilim insanı evrenle ilgili düşüncelerimizi dönüştürdü. James Peebles'ın kuramsal keşifleri, evrenin Büyük Patlama sonrasında nasıl bir değişim geçirdiğine ilişkin anlayışımıza büyük katkılar sağlarken Michel Mayor ve Didider Queloz da bilinmeyen gezegenler avlamak üzere kozmik çevremizde arayışa çıktı. Tüm bu keşifler Dünya'ya ilişkin algımızı temelli değiştirdi. ■

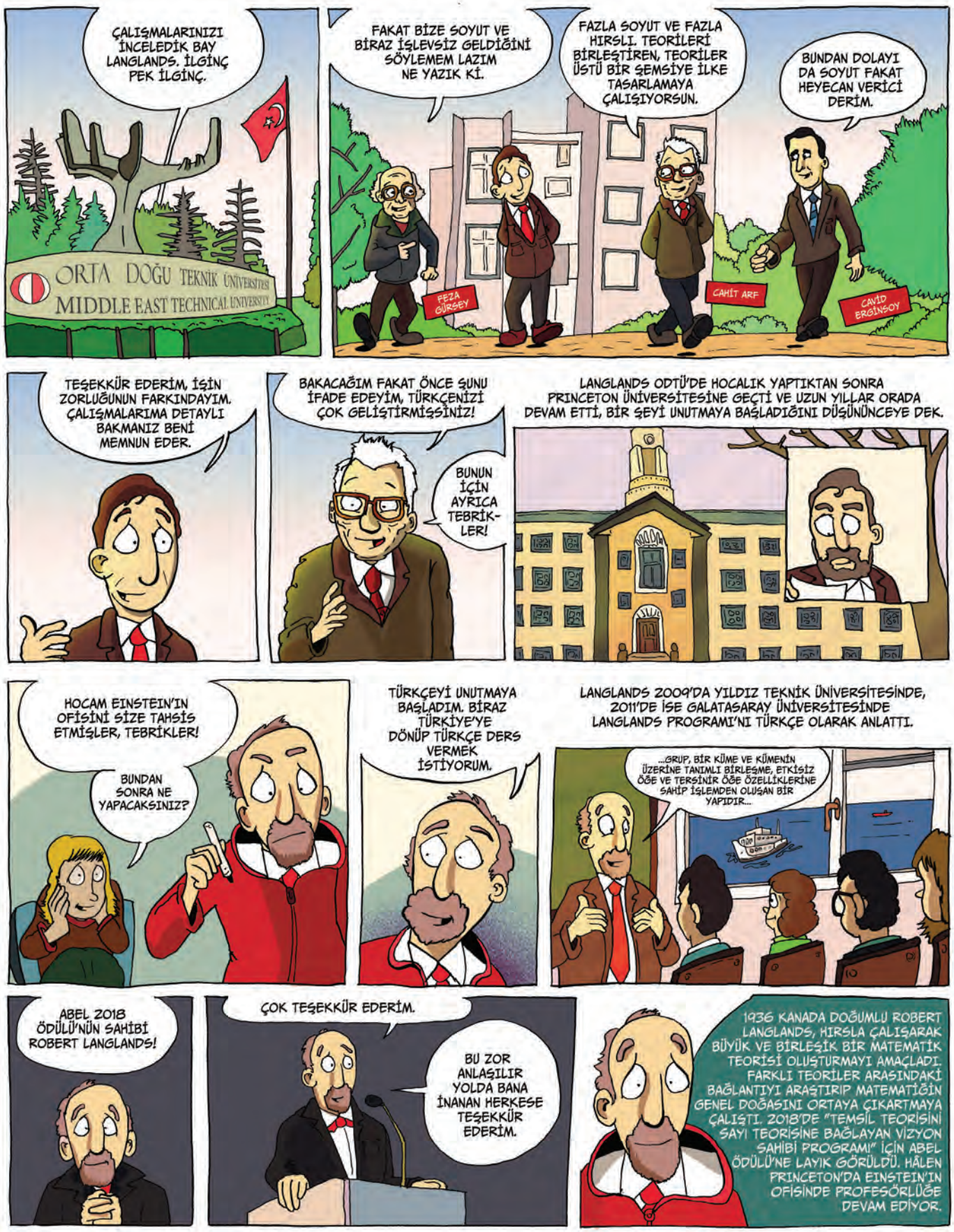
**Kaynak**

Popular information. NobelPrize.org. Nobel Media AB 2019. Mon. 18 Nov 2019. <https://www.nobelprize.org/prizes/physics/2019/popular-information/>

# Bilim Çizgi

Sinancan Kara [ *btcizgiroman@tubitak.gov.tr*




ÇALIŞMALARINIZI İNCELEDİK BAY LANGLANDS. İLGİNÇ PEK İLGİNÇ.
ORTA DOĞU TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
MIDDLE EAST TECHNICAL UNIVERSITY
FAKAT BİZE SOYUT VE BİRAZ İŞLEVSİZ GELDİĞİNİ SÖYLEMEM LAZIM NE YAZIK Kİ.
FAZLA SOYUT VE FAZLA HIRSLI. TEORİLERİ BİRLEŞTİREN, TEORİLER ÜSTÜ BİR ŞEMSİYE İLKE TASARLAMAYA ÇALIŞIYORSUN.
BUNDAN DOLAYI DA SOYUT FAKAT HEYECAN VERİCİ DERİM.
FEZA GÜRSEY
CAHİT ARF
CAVİD ERGİNSOY
TEŞEKKÜR EDERİM, İŞİN ZORLUĞUNUN FARKINDAYIM. ÇALIŞMALARIMA DETAYLI BAKMANIZ BENİ MEMNUN EDER.
BAKACAĞIM FAKAT ÖNCE ŞUNU İFADE EDEYİM, TÜRKÇENİZİ ÇOK GELİŞTİRMİŞSİNİZ!
BUNUN İÇİN AYRICA TEBRİKLER!
LANGLANDS ODTÜ'DE HOCALIK YAPTIKTAN SONRA PRINCETON ÜNİVERSİTESİNE GEÇTİ VE UZUN YILLAR ORADA DEVAM ETTİ, BİR ŞEYİ UNUTMAYA BAŞLADIĞINI DÜŞÜNÜNCEYE DEK.
HOCAM EINSTEIN'IN OFİSİNİ SİZE TAHSİS ETMİŞLER, TEBRİKLER!
BUNDAN SONRA NE YAPACAKSINIZ?
TÜRKÇEYİ UNUTMAYA BAŞLADIM. BİRAZ TÜRKİYE'YE DÖNÜP TÜRKÇE DERS VERMEK İSTİYORUM.
LANGLANDS 2009'DA YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİNDE, 2011'DE İSE GALATASARAY ÜNİVERSİTESİNDE LANGLANDS PROGRAMI'NI TÜRKÇE OLARAK ANLATTI.
...GRUP, BİR KÜME VE KÜMENİN ÜZERİNE TANIMLI BİRLEŞME, ETKİSİZ ÖĞE VE TERSİNİR ÖĞE ÖZELLİKLERİNE SAHİP İŞLEMDEN OLUŞAN BİR YAPIDIR...
ABEL 2018 ÖDÜLÜ'NÜN SAHİBİ ROBERT LANGLANDS!
ÇOK TEŞEKKÜR EDERİM.
BU ZOR ANLAŞILIR YOLDA BANA İNANAN HERKESE TEŞEKKÜR EDERİM.
1936 KANADA DOĞUMLU ROBERT LANGLANDS, HIRSLA ÇALIŞARAK BÜYÜK VE BİRLEŞİK BİR MATEMATİK TEORİSİ OLUŞTURMAYI AMAÇLADI. FARKLI TEORİLER ARASINDAKİ BAĞLANTIYI ARAŞTIRIP MATEMATİĞİN GENEL DOĞASINI ORTAYA ÇIKARTMAYA ÇALIŞTI. 2018'DE "TEMSİL TEORİSİNİ SAYI TEORİSİNE BAĞLAYAN VİZYON SAHİBİ PROGRAMI" İÇİN ABEL ÖDÜLÜ'NE LAYIK GÖRÜLDÜ. HÂLEN PRINCETON'DA EINSTEIN'IN OFİSİNDE PROFESÖRLÜĞE DEVAM EDİYOR.

# YAPAY ZEKÂYI KANDIRMAK

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



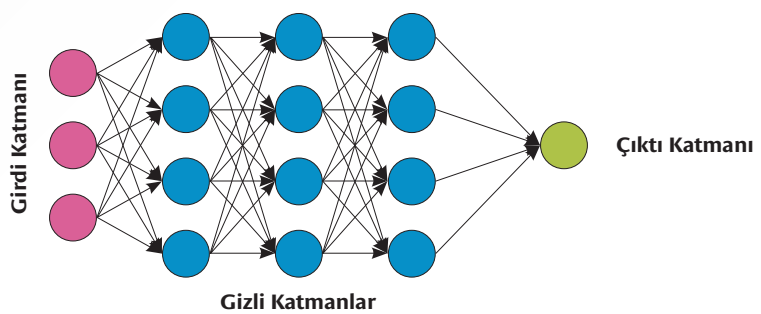


Derin öğrenme ile eğitilmiş yapay zekâ uygulamaları, günlük hayatımızın bir parçası oldular. Örüntü tanıma konusunda çok başarılılar. Görüntü ve konuşma da dâhil olmak üzere her türlü veriyi sınıflandırabiliyorlar. Otomatik telefon sistemlerinden, otonom araçları idare etmeye ve hastalara teşhis koymaya kadar pek çok alanda kullanılıyorlar. Ancak yakın zamanlarda yapılan araştırmalar, derin öğrenme ile eğitilmiş yapay zekâ uygulamalarını kandırmak için girdilerde ufak tefek değişiklikler yapmanın bile yeterli olduğunu gösterdi.

Yapay zekâ uygulamaları olmayan şeyleri görebiliyor ve tamamen doğal fotoğraflarda bile beklenmedik hatalar yapabiliyorlar.

# Derin Sinir Ağları

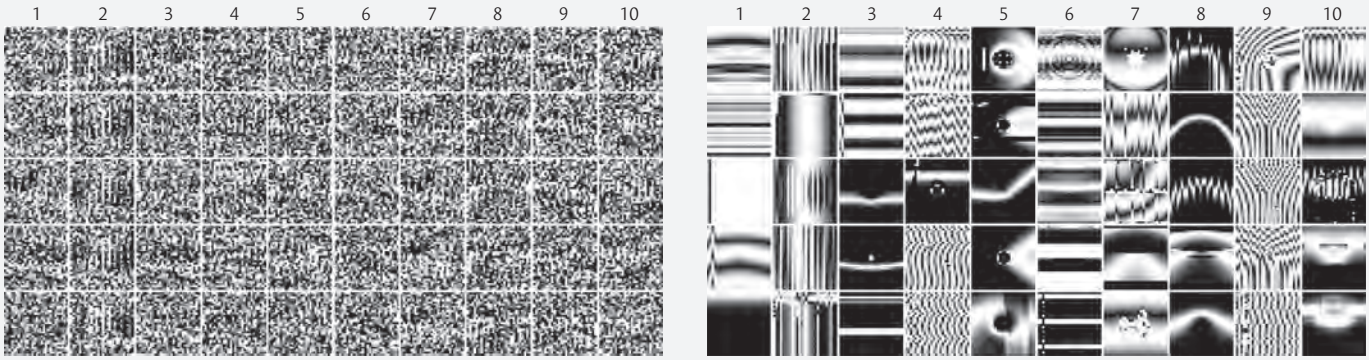
Derin sinir ağları (DNN), katmanlar hâlinde organize olmuş dijital nöronlardan oluşur. Her bir katmandaki nöronlar kendisinden bir önceki ve bir sonraki katmandaki nöronlarla karmaşık biçimlerde bağlantılıdır. Bir katmandaki nöronlar bir önceki katmandaki nöronlardan gelen bilgiyi işler, bulduğu sonucu bir sonraki katmandaki belirli nöronlara iletir.



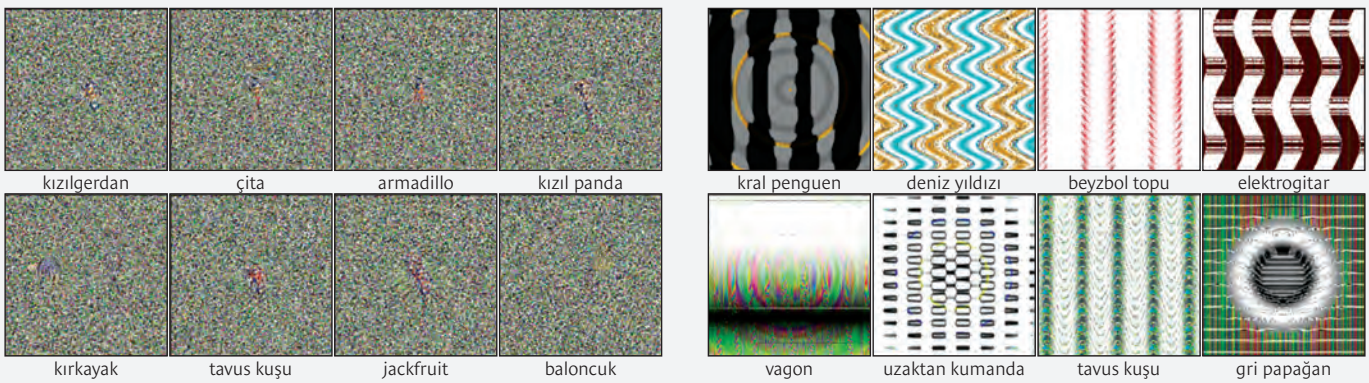

Derin sinir ağlarının bir örneği

Her bir nöronun bilgiyi işleme biçimi öğrenme süreci sırasında şekillenir. Örneğin bir derin sinir ağına çeşitli hayvanları sınıflandırmayı öğrettiğimizi düşünelim. Başlangıçta her bir nörona rastgele komutlar verilir ve çeşitli hayvan resimleri gösterilmeye başlanır. Örneğin gösterilen ilk resmin bir aslan fotoğrafı olduğunu düşünelim. Yapay zekâ uygulamasının, her bir nörona verilen rastgele komutlarla bu resimdeki hayvanın aslan olduğunu tespit etme ihtimali pratikte sıfırdır. Dolayısıyla derin sinir ağının yaptığı tahmin büyük olasılıkla yanlış olacaktır. Uygulamaya yaptığı tahminin yanlış olduğu söylenir ve doğru tahmin yapacak biçimde nöronlara verilen komutlar optimize edilir. Uygulama bir kez daha aynı fotoğrafla karşılaştığında fotoğraftaki hayvanın aslan olduğunu kesinlikle doğru tahmin edecektir. Daha sonra uygulamaya içinde başka bir hayvan, örneğin bir ayı, olan yeni bir fotoğraf gösterilir ve yine resimdeki hayvanı sınıflandırması istenir. Uygulamanın, her bir nörona verilen, belirli bir fotoğraftaki hayvanı aslan olarak sınıflandırması için optimize edilmiş komutlarla bu hayvanı da doğru olarak sınıflandırması beklenemez. Dolayısıyla uygulama büyük olasılıkla yine yanlış tahmin yapacaktır. Uygulamaya yine yanlış tahmin yaptığı söylenir ve nöronlara verilen komutlar bu fotoğraftaki ayıyı da doğru sınıflandıracak biçimde yeniden optimize edilir. Bu süreç, çok çeşitli hayvanların çok sayıda fotoğrafıyla binlerce, milyonlarca kez tekrar edilir. Eğitim süreci tamamlandığında, kendisine gösterilen fotoğraflardaki hayvanların hangi tür olduğunu çeşitli olasılıklarla tahmin eden bir yapay zekâ uygulaması ortaya çıkar. Örneğin böyle bir uygulamaya içinde daha önce hiç karşılaşmadığı bir hayvan bulunan bir fotoğraf gösterdiğinizde, size şöyle bir cevap verebilir: Resimdeki hayvan %95 olasılıkla gergedandır.

**Yapay zekâ tarafından rakam olarak algılanan çeşitli görüntüler.**

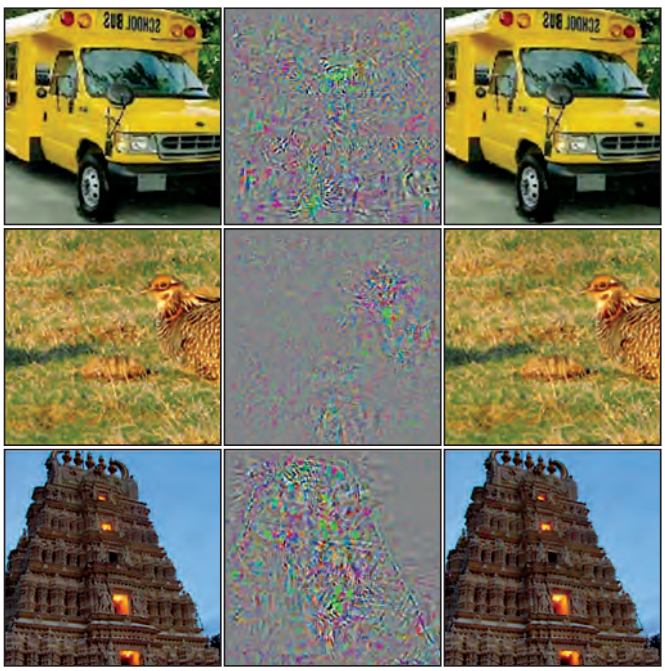



**Yapay zekâ tamamen parazitten oluşan resimlerin (solda) ya da soyut resimlerin (sağda) içinde olmayan şeyler görebiliyor.**



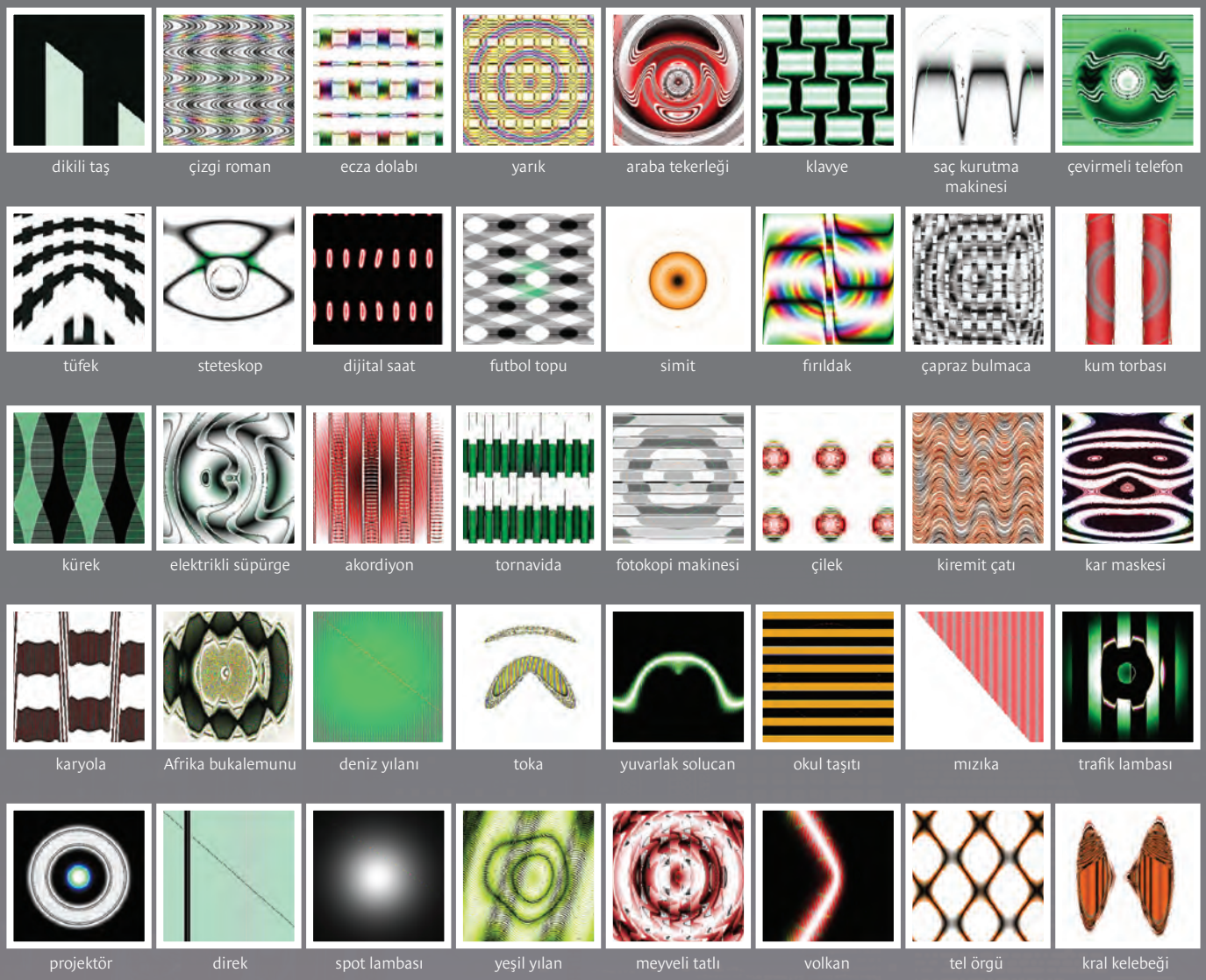

Orijinal resimler (solda),
resimlere eklenen parazit (ortada),
resimlerin parazit eklendikten sonraki hâlleri (sağda).

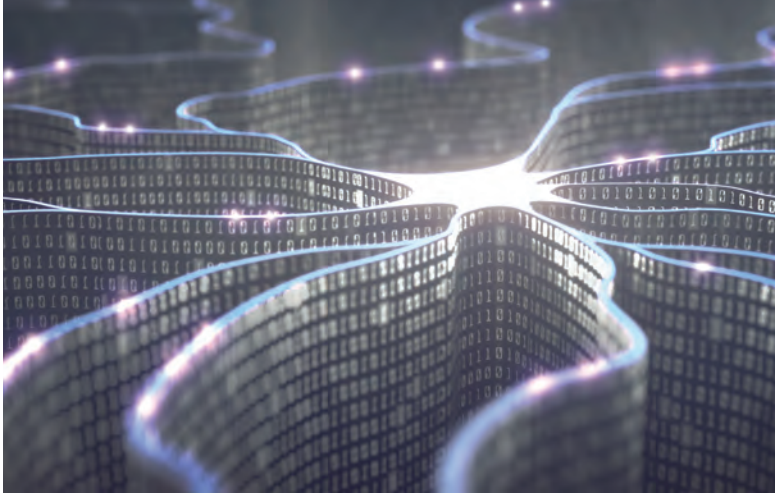
İnsan gözü orijinal resimler ve parazitli resimler arasındaki farkı algılayamıyor. Ancak orijinal resimler yapay zekâ tarafından doğru sınıflandırıldığı hâlde parazitli resimler yanlış sınıflandırılıyor.



Derin öğrenme, yapay zekâya bir şeyler öğretmenin tek yolu değil. Ancak başka yöntemlere göre çok daha hızlı bir biçimde öğrenmeye imkân vermesi sebebiyle çok yararlı bulunuyor ve sıklıkla tercih ediliyor. Derin öğrenmenin uygulama alanları arasında konuşma algılama sistemlerinden, görüntü tanıma sistemlerine, yeni ilaç keşfinden kanserli hücreleri tespit etmeye kadar pek çok şey sayılabilir.

**Yapay zekâ tarafından yanlış sınıflandırılan çeşitli görüntüler.**

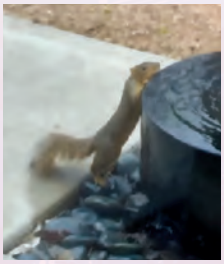




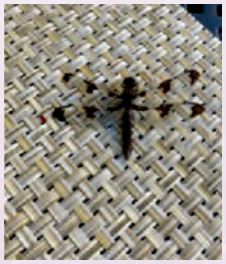
# Hatalar

Derin öğrenmeyle eğitilen yapay zekâ uygulamaları her ne kadar pek çok alanda başarılı olsa ve hatta bazı işleri insanlardan daha iyi becerse bile bu durum mükemmel oldukları anlamına gelmiyor. Son yıllarda yapılan çalışmalar, derin öğrenme ile eğitilmiş yapay zekâ uygulamalarının çok basit hatalar yapabileceğini ve kolaylıkla kandırılabileceğini gösterdi.

Yapay zekânın nasıl kandırılabileceğiyle ilgili ilk makale, Google araştırmacılarından Christian Szegedy ve arkadaşları tarafından 2013 yılında yayımlanmıştı. Araştırmacıların yaptığı çalışmalar, herhangi bir görüntü üzerinde ufak tefek oynamalar yaparak DNN'leri yanlışa sürüklemenin mümkün olduğunu gösteriyordu. Örneğin bir hayvan resmini alıp bazı piksellerde ufak, sistematik değişiklikler yaparak yapay zekâyı gördüğünün aslında bir araba fotoğrafı olduğuna ikna etmek mümkündü. Üstelik bu durum belirli bir yapay zekâ uygulamasının eğitimindeki eksikliklerden de kaynaklanmıyordu. Üzerinde oynamalar yapılmış resim, tamamen farklı verilerle eğitilmiş herhangi başka bir yapay zekâ uygulaması tarafından da yanlış sınıflandırılıyordu.



sincap deniz aslanı (%99)



yusufçuk böceği rögar kapağı (%99)

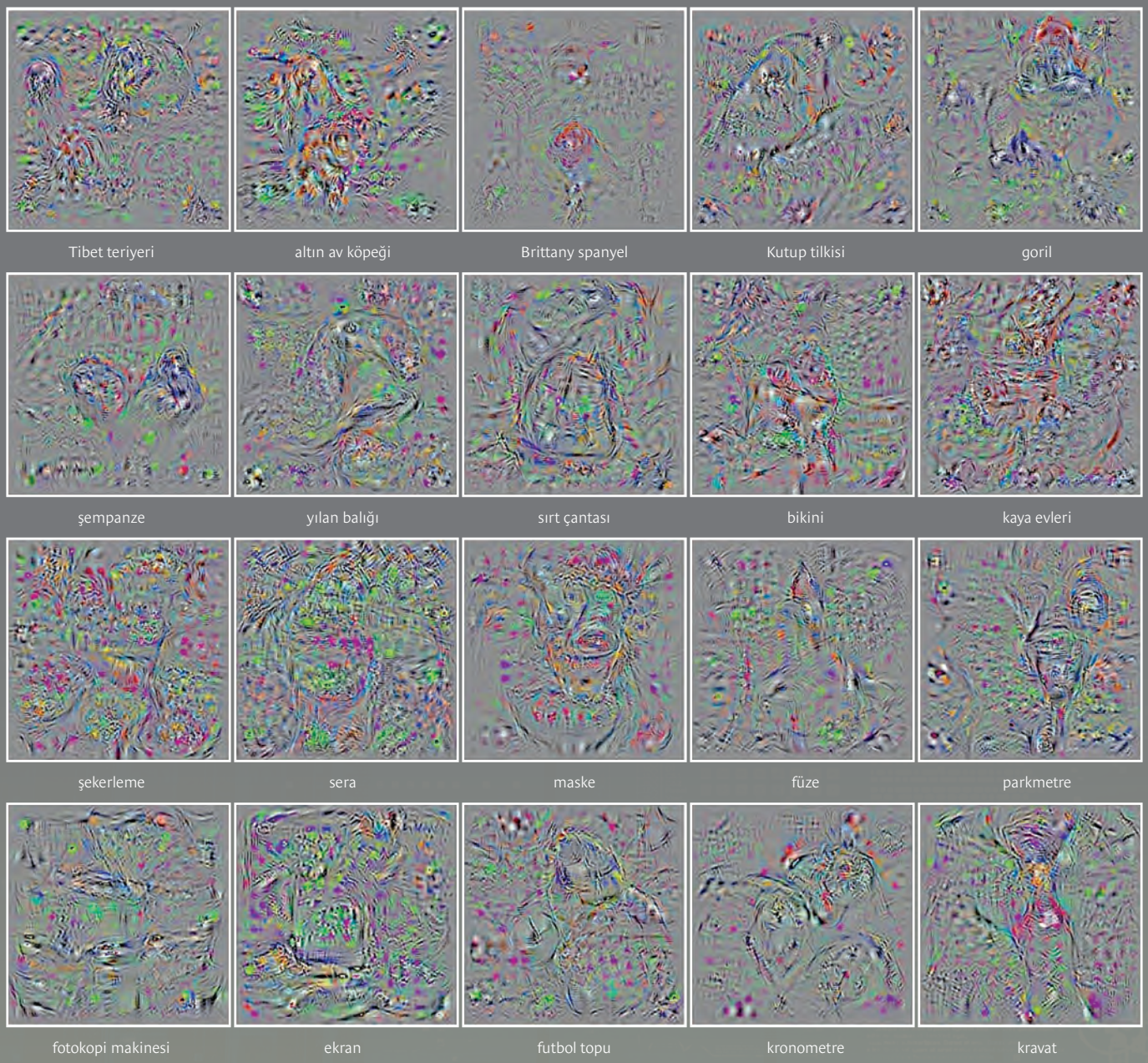
Bir yıl sonra Anh Nguyen, Jason Yosinski ve Jeff Clune, yapay zekâya olmayan şeyleri gördürmenin de mümkün olduğunu gösterdi. Örneğin derin öğrenme ile eğitilmiş yapay zekâ uygulamaları, soyut dalgalı çizgilerin içinde elektronik gitarlar ya da tamamen parazitli (her bir pikseli rastgele renklere boyanmış) resim dosyalarının içinde tavus kuşları görebiliyordu.

Daha sonraları DDN'lerin yaptığı farklı türlerde başka hatalar da keşfedildi. Örneğin geçen sene Anh Nguyen ve arkadaşları bir görüntüdeki nesneleri döndürmenin yapay zekâyı yanıltmak için yeterli olduğunu gösterdi. Örneğin yapay zekâ uygulamaları farklı açıdan çekilmiş "Dur" işareti levhalarını gülle ya da raket olarak sınıflandırabiliyordu.

Geçtiğimiz sene içinde Dan Hendrycks ve arkadaşları üzerinde hiçbir oynama yapılmamış, tamamen doğal görüntülerin bile iyi eğitilmiş yapay zekâ uygulamaları tarafından yanlış sınıflandırılabileceğini gösterdi. Örneğin yusufçuk böceğini rögar kapağı ya da mantarı çubuk kraker olarak sınıflandırmak gibi...

Yapay zekâ uygulamalarının yaptığı hatalar sadece görüntü tanımayla ilgili değil. Verileri sınıflandırmak için derin sinir ağları kullanan herhangi bir yapay zekâ uygulamasını kandırmak da mümkün. Örneğin Sandy Huang ve arkadaşları, 2017 yılında, görüntülerdeki birkaç pikselde ufak tefek değişiklikler yaparak Atari oyunları oynamak için eğitilmiş DNN'lere oyun kaybettirmeyi başardı.

**Yapay zekâ tarafından yanlış sınıflandırılan çeşitli görüntüler.**



Üzerine birkaç şerit eklenmiş "Dur" işareti yapay zekâ tarafından "45" (hız sınırı) olarak algılanıyor.




# Sorunlar ve Çözümler

Derin sinir ağlarını güçlü yapan şey çok katmanlı olmaları ve bu sayede verilerdeki çeşitli örüntüleri kolaylıkla algılayabilmeleridir. Ancak bu durum derin sinir ağlarının aynı zamanda sınıflandırdıkları nesnelerin en belirgin özellikleri hakkında bir fikir edinmelerini de zorlaştırır. Örneğin bir insan için bir kuşun en belirgin özelliği gövde şekli ve özellikle de kanatlarıdır. Ancak kuşları sınıflandırmak için eğitilmiş bir yapay zekâ uygulaması için arka plandaki renkler de en az kanatlar kadar önemli olabilir. Verilerdeki ufak tefek değişiklikler sebebiyle hata yapmalarının önüne geçmenin bir yolu, yapay zekâ uygulamalarını daha iyi eğitmek olabilir. Uygulamaları hataya sürükleyen örnekler eğitimlere dâhil edilerek daha az hata yapmaları sağlanabilir. Ancak bazı araştırmacılara göre, derin sinir ağlarını belirli türden saldırılar karşısında hata yapmalarını engelleyecek biçimde eğitmek, başka türden saldırılar karşısında daha savunmasız kalmalarına sebep olabilir.

Daha iyi bir çözüm, derin sinir ağlarının kullandığı algoritmaları, çeşitli matematiksel kısıtlar koyarak, verilerdeki ufak değişikliklerden etkilenmeyecekleri şekilde düzenlemek olabilir.

Derin öğrenme ile ilgili en temel sorunlardan biri algıladıkları görüntüleri anlamamaları. Örneğin, bir yapay zekâ uygulaması, üzerine birkaç kısa çizgi eklenmiş bir "Dur" işaretini "45" (hız sınırı) olarak algılayabiliyor. Bu durumun nedeni uygulamanın trafik levhalarındaki harfleri ve rakamları algılayıp okumaması, sadece görüntülerdeki pikseller arasında çeşitli ilişkiler kurması. Bu sorunun bir çözümü derin sinir ağlarını "sembolik yapay zekâ" ile bir araya getirmek olabilir. Özellikle 1950-80 döneminde üzerinde yoğun araştırmalar yapılan sembolik yapay zekâda makinelere dünyanın birbirinden bağımsız nesnelerden oluştuğu ve bu nesnelerin birbirleriyle hangi biçimlerde ilgili olduğu öğretiliyor.

Yapay zekânın eğitim biçimleri ne kadar geliştirilse geliştirilsin, bir uygulamanın kendine öğretilenlerden daha fazlasını yapması beklenemez. Bu yüzden sadece eğitim yöntemlerinin değil verilen bilgilerin de zenginleştirilmesi gerekiyor. Örneğin farklı açılardan fotoğrafı çekilmiş "Dur" işareti levhalarını yapay zekâ uygulamalarının gülleye ya da rakete benzetmesinin sebebi dünyanın üç boyutlu olduğunu bilmemeleri. Sadece iki boyutlu fotoğraflara bakarak bu nesnelerin üç boyutlu yapısı hakkında bir fikir edinemiyorlar. Yaptıkları hatalar da bu durumdan kaynaklanıyor. Bu yüzden, gerçek ya da sanal üç boyutlu ortamda eğitim vermek yapay zekânın dünyayı daha iyi kavramasını sağlayacaktır.

Yapay zekâyı nedensellik (olaylar arasındaki sebep sonuç ilişkileri) hakkında bilgilendirmenin yolu, uygulamalara deneyler ve keşif yapma imkânı vermekten geçiyor. Bugün bilgisayar oyunları oynayan yapay zekâ uygulamaları zaten "sanal ortamda" bu şekilde eğitiliyorlar. Uygulamalara önce bir "amaç" veriliyor, daha sonra uygulama oyunun kurallarıyla uyumlu çeşitli hamleler yaparak deneme yanılma yoluyla bu amaca ulaşmak için neler yapması gerektiğini öğreniyor.

Gerçek dünya sanal ortamdan çok daha zengindir. Bugün Berkeley'deki Kaliforniya Üniversitesinden araştırmacılar bir robotik kol yardımıyla derin öğrenme yöntemiyle yapay zekâyı aletler kullanması için eğitiyorlar. Robot, kendisine verilen alet kutusundaki aletleri eline alıyor, inceliyor ve ne işe yaradıklarını anlamaya çalışıyor. Bu tarz bir eğitim, yapay zekâya sadece iki boyutlu fotoğraflarla öğrenebileceğinden çok daha fazlasını veriyor.

Şu an için robotlara gerçek dünyada eğitim vermekle ilgili en önemli sorun bu eğitim sürecinin sanal ortamdakine göre çok yavaş olması. 2017 yılında Alpha Zero isimli bir yapay zekâ uygulaması sadece bir gün içinde Go, satranç ve shogi (bir tür Japon satrancı) öğrenmiş ve bu sırada sanal ortamda 20 milyondan fazla antrenman maçı yapmıştı. Bir robotun gerçek dünyada 20 milyon antrenman maçı yaparak eğitilmesiyse neredeyse imkânsızdır.

Yapay zekâyı gerçek dünyada eğitmek için, tıpkı insanlar gibi, daha az veriyle öğrenmelerini sağlamak gerekiyor. Bir bebeğin, bir hayvanın aslan mı yoksa kaplan mı olduğunu öğrenmesi için milyonlarca aslan ve kaplan fotoğrafı görmesi gerekmez. Sadece birkaç örnek yeterlidir. Çünkü daha önceden pek çok canlı görmüştür ve bir tür canlıyı diğer türdeki canlılardan ayıran özellikleri fark etmekte zorlanmaz.

Yapay zekâyı daha hızlı eğitmek için daha önceki tecrübelerden edindiği bazı ya da bütün bilgileri yeni görevlere aktarması sağlanabilir. Örneğin bir hayvan türünü tanıması için eğitilmiş derin sinir ağındaki gövde biçimini tanıyan kısımlar, başka bir hayvanı tanımak için verilecek yeni bir eğitim sırasında yararlı olabilir. Ancak bu yaklaşım her durumda geçerli değildir. Örneğin bir derin sinir ağını satranç ya da briç oynamak için eğitebilirsiniz. Ancak ikisini aynı anda oynayamaz. Birbirinden tamamen farklı kurallara sahip bu iki oyundan birini öğrenebilmesi için diğerini tamamen unutması gerekir. Yapay sinir ağları, insan beyinleri gibi hafızalara sahip değildir.

Bugün yapay zekâyı eğitmek için kullanılan derin öğrenmeyle ilgili derin sorunlar var. Verilerdeki ufak tefek oynamalar beklenmedik hatalar yapmalarına sebep olabiliyor. Hatta olmayan şeyleri görebiliyor, farklı açılardan çekilmiş fotoğrafları çok yanlış bir biçimde sınıflandırabiliyor, olmayan hastalıkları teşhis edebiliyorlar. Yapay zekâ günlük hayatımızda giderek daha çok yer ediyor. Dolayısıyla bu ve benzeri hatalar gelecekte önemli sorunlara sebep olabilir. Örneğin otonom araçların sabote edilmesi ya da önemli bir görevi üstlenen bir yapay zekâ uygulamasının hacklenmesi mümkün.

Bugün için derin öğrenme ile ilgili sorunların net bir çözümü yok. Bu durumun en önemli nedenlerinden biri konu ile ilgili kuramsal çalışmaların azlığı sebebiyle sorunların kaynağını tespit etmenin zorluğu. Ortaya çıkan sorunları çözmek için, sonucun ne olacağını bilmeden, çeşitli şeyleri denemek gerekiyor.

Gelecekte yapay zekâyı hatalardan arındırmak için yapılabilecek çeşitli şeyler var. Verilerdeki ufak tefek değişikliklerden etkilenmemelerini sağlamak için öğrenme algoritmalarına matematiksel kısıtlar koymak, üç boyutlu dünyayı ve olaylar arasındaki nedensellik ilişkilerini daha iyi anlamaları için gerçek dünyada eğitim vermek, daha az veriyle daha çok şey öğrenmelerini sağlayacak yöntemler bulmak gibi... Gelecekte yapay zekânın gerçekten de insanlar gibi öğrenmesini sağlamak için atılacak önemli bir adım, kendi öğrenme algoritmalarını geliştirmesine imkân vermek olabilir. Bilgisayar bilimciler yıllardır "program sentezi" olarak adlandırılan bilgisayarların otomatik olarak kod geliştirdiği bu alan üzerinde çalışmalar yapıyorlar. Kendi algoritmalarını geliştirme özelliği kazandırıp bir hafızayla donattıktan sonra gerçek dünyayı kendi kendilerine keşfetmelerine izin vermek, yapay zekânın aşina olmadığı durumlarla karşılaştığında basit hatalar yapmasını engellemenin bir yolu olabilir. ■

**Kaynaklar**


Heaven, Douglas, "Deep trouble for deep learning", *Nature*, Cilt 574, s. 163, 2019.

Szegedy, Christian, ve ark., "Intriguing properties of neural networks", https://arxiv.org/abs/1312.6199v1, 2013.

Nguyen, Anh, ve ark., "Deep Neural Networks are Easily Fooled: High Confidence Predictions for Unrecognizable Images", *IEEE Conf. Comp. Vision. Pattern Recog.*, p. 427-436, 2015.

Huang, Sandy, ve ark., "Adversarial Attacks on Neural Network Policies", https://arxiv.org/abs/1702.02284v1, 2017.

Eykholt, Kevin, ve ark., "Robust Physical-World Attacks on Deep Learning Visual Classification", *IEEE/CVF Conf. Comp. Vision. Pattern Recog.*, p. 1625-1634, 2018.

Hendrycks, Dan., ve ark., "Natural Adversarial Examples", https://arxiv.org/abs/1907.07174v2, 2019.



## Tekno-Yaşam

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

# Google Arama Algoritmasını Değiştiriyor

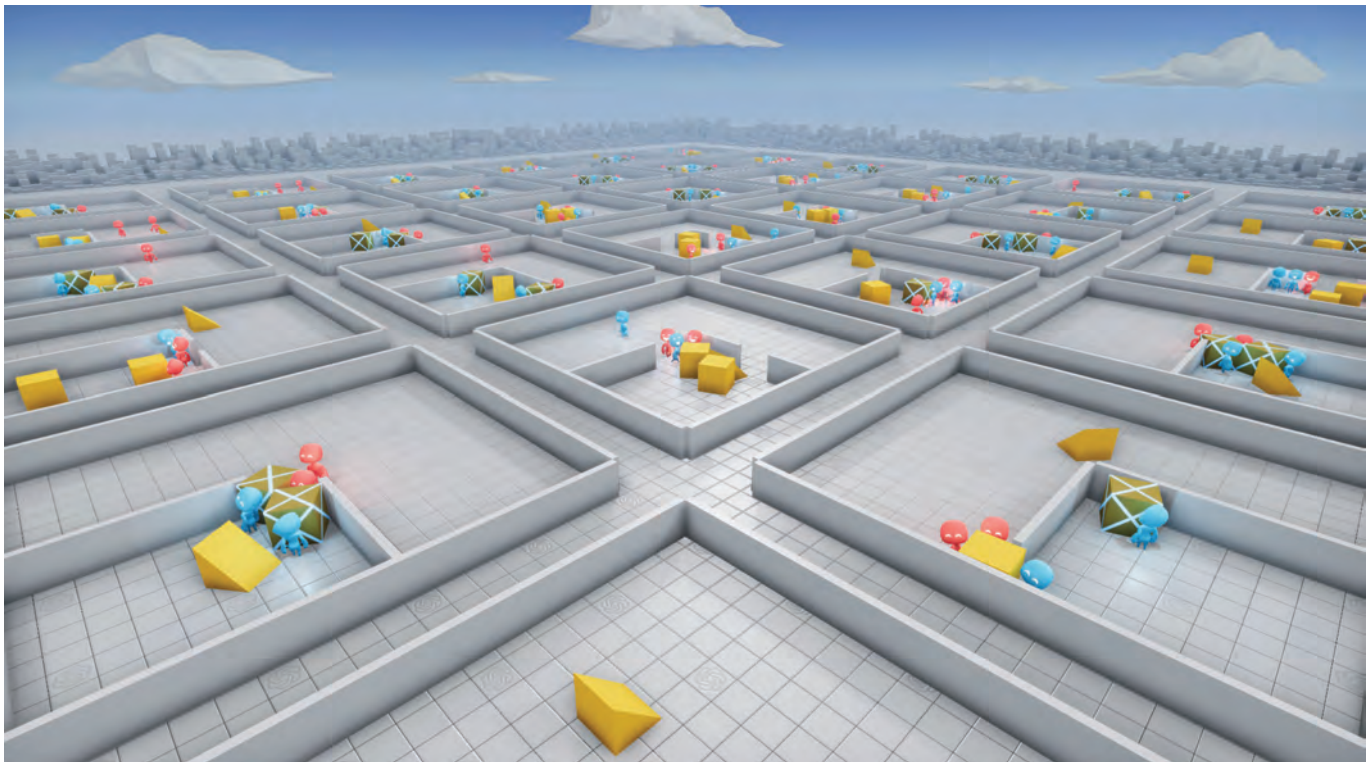
İnternette aradığımız içeriğe ulaşmak için kullandığımız arama motorlarının başında gelen Google, aradığımız sözcüklerle en uyumlu olan içeriği bize sunmak için karmaşık yöntemler kullanıyor. Arama algoritması olarak adlandırılan bu yöntemler değişen şartlara göre sürekli güncelleniyor. Google, kurucuları Larry Page ve Sergey Brin tarafından geliştirilen PageRank adlı algoritmayı kullanarak işe başladı. Bu algoritma web sitelerini başka siteler tarafından referans gösterilme sayısına göre sıralıyor. Örneğin "bilim" sözcüğüyle ilgili birçok site bilimteknik.tubitak.gov.tr adresini referans gösterirse Google'da "bilim" sözcüğü aratıldığında PageRank algoritmasına göre dergimizin web sayfası üst sıralarda çıkar. Ancak zaman içinde algoritmada birçok değişiklik yapıldı.

Geçtiğimiz günlerde Google algoritmasında önemli bazı yeni değişiklikler yapacağını duyurdu. Artık arama sonuçlarını sadece sözcüklere göre değil yazılan cümlenin anlamına göre bağlaç ve ekleri de dikkate alarak göstermeye başlayacak. Örneğin daha öncesinde "ABD'den Brezilya'ya vize gerekir mi" diye arattığınızda Brezilya'dan ABD'ye vize gerekir mi sorusunun cevabı da üst sıralarda çıkıyordu. Yeni değişikliklerle bu gibi aramalarda daha iyi sonuçlar elde edilebilecek. Şimdilik İngilizce diliyle başlayan güncelleme ilerleyen zamanlarda diğer diller için de yapılacak.

Her ne kadar Google arama sonuçlarının tamamen programa dayalı olarak belirlendiğini, insanlar tarafından hiçbir müdahalenin yapılmadığını iddia etse de arama sonuçlarının manipüle edildiğine dair birçok eleştiri alıyor. Geçtiğimiz günlerde *Wall Street Journal* tarafından yapılan bir araştırmaya göre, Google arama sonuçlarında büyük firmaları küçük firmalara göre daha üst sıralara çıkarıyor. Göçmenlik gibi hassas konularda bazı sonuçları gizliyor veya tümüyle engelliyor. Google arama algoritmasının tam olarak nasıl çalıştığını açıklamadığı için bu tartışmalar sürmeye devam edecek gibi görünüyor.

–

http://bit.ly/google-v2 / https://on.wsj.com/2r44aOI



# Robotunuzu Üniversiteye Gönderin

Yapay zekânın gelişmesi için analiz edebileceği çok sayıda veriye erişmesi gerekiyor. Çalışacağı alandaki farklı durumları inceleyerek öğrenip yeni bir durumda nasıl davranması gerektiğine karar veriyor. Princeton Üniversitesi tarafından geliştirilen ImageNet ücretsiz sunduğu milyonlarca fotoğrafla görüntü işleme konusunda yapay zekânın gelişmesine büyük katkı sağladı. Benzer bir çalışmayı video için de yapmaya çalışan araştırmacılar RoboNet adıyla başka bir proje başlattı. Bu çalışmayla, örneğin bir robotun bir bardak kahveyi dökmeden taşıdığını gösteren videoyu izleyen başka bir robot bu işi öğrenmeye başlayacak. Bunun gibi binlerce video izledikten sonra artık dökmeden kahve taşımayı başarabilecek.

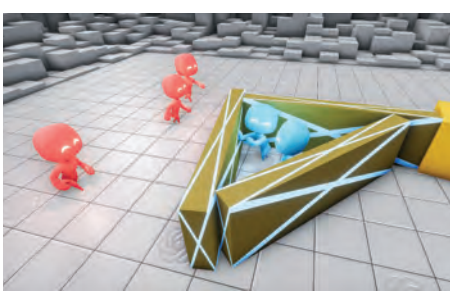
Tabii böylesine bir veri kümesini oluşturmak çok zor ve maliyetli. Şimdilik sisteme 15 milyon video karesi ekleyen RoboNet geliştiricileri, dünyanın her yerinden araştırmacıların bu veritabanına katkı yapmasını bekliyor. Kim bilir belki de ilerde genel amaçlı aldığınız bir robota yeni yetenekler kazandırmak için onu bir süreliğine bir robot üniversitesine kaydedersiniz ve iki ay sonra evde bir pastacı robotunuz olur.

Öte yandan üniversiteye gitmeyen robotlar da evde oyun oynayarak bir şeyler öğrenebilirler. Saklambaç oynamak üzere sanal bir ortama bırakılan yapay zekâ robotları (botları) zaman içerisinde değişik saklanma şekilleri buldular. Tıpkı gerçek saklambaç oyununda olduğu gibi botlar gizlenme yerleri keşfedilince bir sonraki seferde yeni yerler bularak rakibi şaşırtmaya çalışıyorlar. Yüz milyonlarca oyun oynadıktan sonra saklanan botlar ortamdaki nesneleri kullanarak kendilerine etraftan görünmeyecek bir yer inşa etmeye başladılar. Onları bulmak isteyen ebe ise kaydırmayı başardığı bir kutunun üstüne çıkıyor ve kutu sörfü yaparak saklananları bulmaya çalışıyor. Bu çalışmanın benzerlerinden farkı ise yapay zekânın amacının yeni bir araç keşfetmek olmaması. Botların amacı yalnızca saklambaç oynamak!

–

https://arxiv.org/abs/1910.11215

http://bit.ly/ai-saklambac



# Saatleri Ayarlama Makinesi

Eğer sıra dışı bir işininiz yoksa günümüzdeki saatlerin doğruluk derecesi sizin için yeterlidir. Ama cebinizde fazladan 15 milyon liranız varsa ve saatinizin bir saniye bile şaşmaması sizin için önemliyse Urwerk AMC adlı atomik saat tam size göre. James Bond filmlerinden çıkmış gibi görünen alüminyum çantalı 35 kg ağırlığındaki atomik saat ayarlama makinesi ve buna eşlik eden mekanik bir kol saatinden oluşan cihazın geliştirilmesi yaklaşık 10 yıl sürmüş. Zamanı atomların titreşim hızıyla ölçen Urwerk'in çantasındaki özel yuvaya yerleştirilen kol saati otomatik olarak doğru bir şekilde ayarlanıyor.  Sadece üç tane üretilen Urwerk'in çalışma şeklini anlatan bir videoyu izlemek için https://youtu.be/a3KkeUCFjAU adresini ziyaret edebilir ya da yandaki kare kodu akıllı telefonunuza okutabilirsiniz.

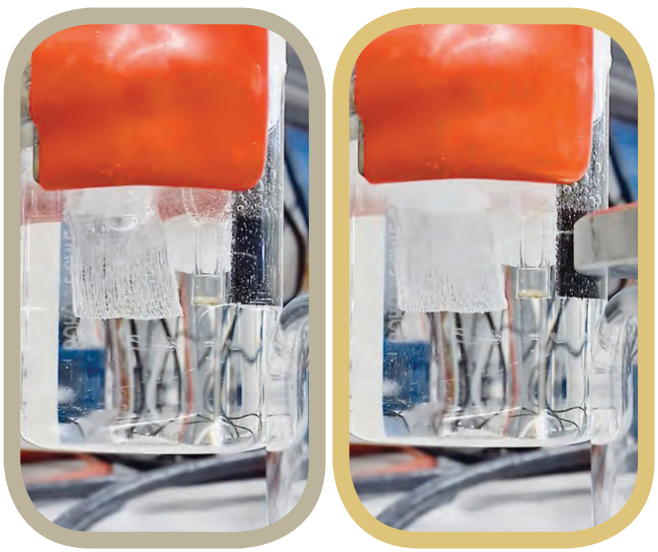





_
https://cnb.cx/2OozWOq

# Mıknatıs Hidrojen Üretimini Kolaylaştırıyor

Hidrojen enerji üretirken $CO_2$ salınımı yapmadığı için temiz bir enerji kaynağı olarak değerlendiriliyor. Ancak Hidrojenin üretilmesi zor ve çevreyi kirletici etkisi var. Elektroliz yöntemiyle çevreci Hidrojen üretimi mümkün olsa da sürecin çok maliyetli olmasından dolaylı pek kullanılmıyor. Dünyada üretilen Hidrojenin sadece %4'ü elektroliz yoluyla üretiliyor. Katolonya Kimyasal Araştırma Enstitüsünden José Ramón Galán-Mascarós önderliğinde bir grup araştırmacının *Nature* dergisinde yayımladığı bir makaleye göre 50 liralık bir mıktanıs ile elektroliz yoluyla Hidrojen üretimi iki kat verimli hale getirilebiliyor. Bu gibi araştırmalar temiz enerji konusunda henüz işin başında olduğumuzu ve daha alınacak çok mesafe olduğunu hatırlatması açısından önem taşıyor. Özellikle küresel ısınma, elektrikli aletlerin yaygınlaşması gibi nedenlerle alternatif enerji kaynaklarına olan ilgi ve ihtiyaç her geçen gün artıyor. Ülkemizdeki genç girişimci ve araştırmacıların da bu alanlara yönelmesini tavsiye ediyoruz.



_
http://bit.ly/magnet-h

# Bilgisayar Oyunlarıyla Para Aklamak

Bilgisayar oyunları eğlence dışında birçok farklı amaç için kullanılabiliyor. Bazen eğitim veya rehabilitasyon gibi faydalı işlerde kullanılırken kimi zaman da yasa dışı işler için kullanılabiliyor. Dünyanın en çok oynanan oyunlarından olan Counter Strike, para aklama amacıyla kullanılmaya başlayınca, üretici firma oyun içi dijital ticareti engelleme kararı aldı. Oyun içerisinde yer alan pazarda kullanıcılar sanal öğeleri gerçek paralarla alıp satabiliyorlardı. Ancak bazı kötü niyetli kişiler yasa dışı yollarla elde ettikleri paralarla oyun içi öğeleri satın alıp sonrasında bunları diğer oyunculara biraz daha ucuza satarak bunu oyundan para kazanmış gibi gösteriyorlardı. Bu gibi oyunlardan sanal nesneler alan oyuncuların dikkatli olmalarını tavsiye ederiz, hiç hesapta yokken uluslararası bir para aklama zincirine dâhil olabilirler.



_
http://bit.ly/oyun-ici-pazar

# Yapay Derili Telefon Kılıfı

Telecom ParisTech ve Sorbonne Üniversitesinden bir grup araştırmacı yapay derili ilginç bir akıllı telefon kılıfı geliştirdi. Bilim kurgu filmlerinde insan benzeri sibernetik androidlerin olduğu gelecek senaryoları gösterilirken ürkütücü görünen sibernetik telefonları cebimizde taşıdığımız bir gelecek bizi bekliyor olabilir. Geliştirilen teknolojinin çalışma şeklini ve farklı kullanım alanlarını gösteren bir videoyu izlemek için https://youtu.be/OuEhqHvE1qU adresini ziyaret edebilir ya da aşağıdaki kare kodu akıllı telefonunuza okutabilirsiniz.





_
https://marcteyssier.com/projects/skin-on/



# Akuaporinlerin Nobel Öyküsü

# PETER AGRE

Dr. Özlem Ak [ *TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi*

"Öyle bir şey keşfedelim ki insan fizyolojisiyle ilgili olsun ama insan patofizyolojisi üzerinde bir etki yaratsın istedik."



**Kimyacı bir babaya, lisede kimyadan kalan oğlunun gelecekte Kimya Nobel Ödülü alacağı söylense inanması güç olabilirdi.**
**Bu 2003 yılında Kimya Nobel Ödülü alan Peter Agre'nin hikâyesi.**

**Orta Doğu Teknik Üniversitesi tarafından planlanan ve organize edilen Nobel Ödüllü bilim insanlarının katılacağı "ODTÜ Rektörlük Ders Serisi" organizasyonlarının ilk konuğu akuaporinlerin (AQP) keşfiyle bilinen Peter Agre idi.**

**Bloomberg'de Halk Sağlığı Fakültesinde profesör olan Peter Agre aynı zamanda John Hopkins, Sıtma Araştırma Enstitüsünün de Müdürü, Ulusal Bilim Akademisi ve Ulusal Tıp Akademisi Üyesi.**

---

ODTÜ Rektörlük Ders Serisi Nobel Ödülü kazanan çok sayıdaki bilim insanını, akademisyenlerle, araştırmacılarla ve öğrencilerle bir araya getirecek. Gelen bilim insanları sadece üniversiteyi ziyaret etmeyecek aynı zamanda lise öğrencileriyle de bir araya gelme ve konuşma fırsatı yakalayacaklar.



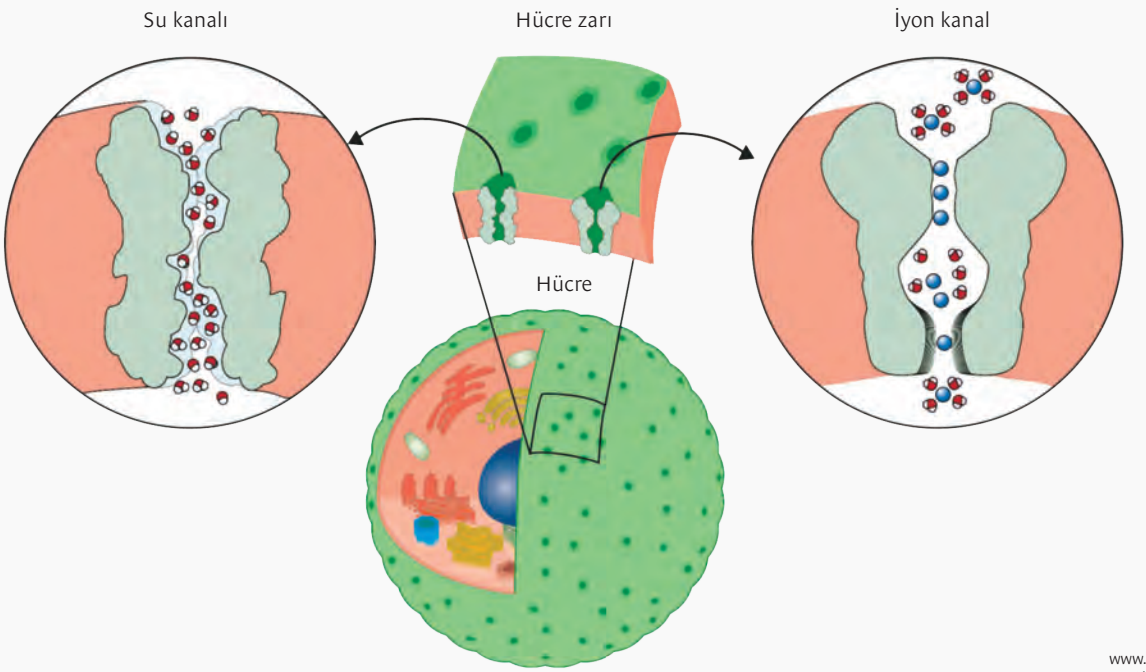
Agre'nin akuaporinleri keşfetmesi biyokimya ve biyoloji alanında tamamen yeni araştırma alanları açan bir başarı.

Agre'nin ve MacKinnon'un keşiflerinin tıbbi sonuçları da önemli. İnsan vücudunun su ve iyon kanallarındaki işlev bozukluğu bir çok hastalık ile ilişkilendirilebilir. Diğer yandan kanalların çalışma mekanizması hakkında edinilecek bilgiler sayesinde yeni ve daha etkili ilaçlar geliştirmek de mümkün olabilir.

1949 yılında Minnesota, Northfield'da doğan Agre, Norveç ve İsveç kökenli anne babanın altı çocuğundan ikincisi. 1970 yılında Minneapolis, Augsburg College, Kimya Bölümünde lisans eğitimini tamamladıktan sonra, biyomedikal alanında yapılan araştırmalardan etkilendiği için girdiği Johns Hopkins Üniversitesi Tıp Fakültesinden 1974 yılında mezun oldu. 1975-1978 yılları arasında Case Western Reserve Üniversitesindeki Case Tıp Merkezinde Charles İç Hastalıkları bölümünde klinik eğitimini tamamladı. Aldığı burs ile North Carolina Memorial Hastanesinde hematoloji-onkoloji eğitimi gördü. 1981'de Johns Hopkins Tıp Fakültesine geri döndü ve Vann Bennett'in Hücre Biyolojisi Bölümündeki laboratuvarına katıldı. 1984 yılında Victor A. McKusick liderliğindeki Tıp Fakültesine kabul edildi. Daha sonra Dan Lane liderliğindeki Biyolojik Kimya Bölümüne katıldı. 1992 yılında profesör oldu ve 2005 yılına kadar John Hopkins Üniversitesinde kaldı. Üç yıl kadar Kuzey Carolina, Durham, Duke Üniversitesi Tıp Merkezinin bilim ve teknolojiden sorumlu rektör yardımcılığı görevini sürdürdü. 2008'de Johns Hopkins Bloomberg Halk Sağlığı Okulundaki Johns Hopkins Sıtma Araştırma Enstitüsünü (JHMRI) yönettiği Johns Hopkins'e geri döndü. 2003'te Peter Agre hücre zarlarındaki kanallarla ilgili keşifleriyle Roderick MacKinnon ile Nobel Kimya Ödülü'nü paylaştı. 1998'de Roderick MacKinnon ilk kez iyon kanallarının atomik seviyede nasıl göründüğünü göstermeyi başarmıştı.

**Bir hücreyi dış dünyadan ve diğer hücrelerden ayıran ve çeşitli kanallar barındıran hücre zarı.**

Bu kanalların çoğu belirli bir iyon veya moleküle özgüdür ve başka molekülün ya da iyonun geçmesine izin vermez. Soldaki su kanalı, sağdaki ise iyon kanalıdır.



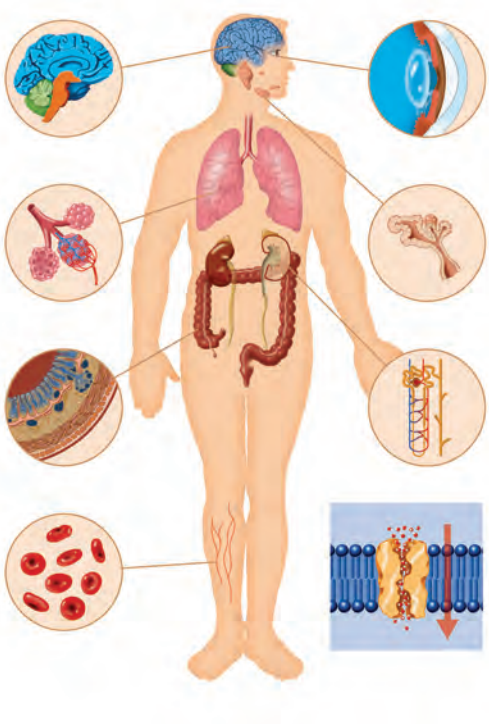

www.nobelprize.org
Çizim: Typoform

# “Hücrelerin Tesisat Sistemi”: Akuaporinler

Agre’yı Nobel Ödülü’ne götüren hikâye Andy Asimos ile birlikte John Hopkins Üniversitesinde kırmızı kan hücrelerinde bulunan ve bir tür protein olan Rh (Rhesus) antijenleri üzerinde çalışmasıyla başlıyor. O günlerde Rh proteinleri tüm dünyada tanınmasına rağmen moleküler yapıları henüz bilinmiyordu. Kan grubu Rh negatif olan insanlar Rh proteinini taşımazken kan grubu Rh pozitif olan insanlar taşır. Rh proteinini taşımamak herhangi bir sağlık problemine sahip olunduğu anlamına gelmez. Ancak Rh proteinini taşımayan hamile bir kadının bebeğinin kan grubu Rh pozitif ise annenin vücudu Rh antijenine karşı tepki verebilir. Bu tepki anne ve bebek arasında Rh uyuşmazlığı adı verilen bir probleme yol açar. Bu uyuşmazlık bebeğin kırmızı kan hücrelerinin azalmasına neden olur. Peter Agre ve çalışma arkadaşları da işte bu soruna çözüm bulabilmek için Rh proteinin yapı taşlarını daha yakından incelemeye karar vermiş.

Agre, şu an 12 yıllık asistanı olan Barbara Smith ile çalışmasını sürdürürken Rh proteininin yapısında 32 kilodalton (kDa) boyutunda bir polipeptit ile ne olduğunu tam olarak anlamadıkları başka bir molekül tespit etmişler. Kırmızı kan hücrelerinde 32 kDa polipeptit bulunduğu daha önceden Avrupalı araştırmacılar tarafından keşfedilmişti. Tanımlayamadıkları molekülün, önce Rh proteininden gelen bir atık ya da kirletici olabileceğini düşünmüşler. Ancak zamanla bu molekülü daha çok merak etmişler ve daha detaylı araştırmaları gerektiğini düşünmüşler. Araştırmaları devam ettikçe bu parçanın 28 kDa boyutunda bir polipeptit olduğunu ve kırmızı kan hücrelerinde bolca bulunduğunu fark etseler de henüz işlevini tanımlayamamışlar. Elde ettikleri bulguları pek çok araştırmacıyla paylaşmalarına rağmen hiçbirinin bu proteinin işlevi hakkında bir fikri olmadığını görmüşler. Akıllarına bu proteinin hücre zarında su geçişini sağlayan bir kanal olabileceği gelse de o zamanlarda kırmızı kan hücrelerinde iyonların geçişine imkân veren herhangi bir kanal bulunmadığına inanıldığından bu konunun çok da üzerine gitmemişler. Ta ki 2003 yılında, ailecek bir kamp tatilinden dönerken Kuzey Carolina Üniversitesinde tıp profesörü olan John

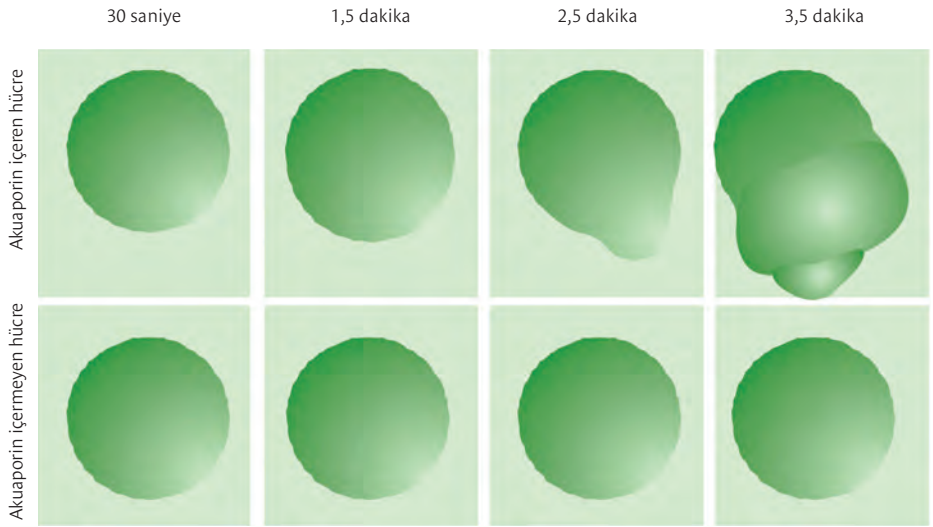
Akuaporinler, beyin, göz merceği, tükürük bezleri, böbrekler, kan damarları, kalın bağırsaklar ve akciğerler dâhil olmak üzere vücudun pek çok bölgesinde önemli rol oynar.



## Akuaporinler ve Hastalıklar

Akuaporinler yaşam için hayati öneme sahip olduğundan, bu hücre zarı proteinlerindeki herhangi bir işlev bozukluğu sağlık problemlerini de beraberinde getirebiliyor. Akuaporinler böbreklerde, akciğerlerde ve iskelet kaslarında su taşınımı ile ilişkilendiriliyor. Ayrıca, akuaporinler, kan-beyin bariyerinin de bir parçası. Ayrıca gözlerin, ağzın ve derinin su içeriğini de etkiliyor. Akuaporinde bir sorun olduğunda su kaybı, kuru göz, hipertermi (vücudun ısı düzenleme mekanizması olan termoregülasyon mekanizmalarının bozulması sonucu vücut ısısının yükselmesi), beyin ödemi gibi çeşitli klinik bozukluklar ortaya çıkıyor.

Parker'ı ziyaret edinceye kadar. Agre profesöre proteinin özelliklerini anlattığında Parker bunun hücre zarında suyun hızlı geçişini sağlayan bir kanal olabileceğini ve yüzyılı aşkın süredir fizyologların hücrelerde su geçişi için bir hücre zarı kanalı aradıklarını söylemesi üzerine Agre araştırmasını bu yöne çevirmiş. Agre söz konusu proteini içeren hücreleri, protein içermeyen hücrelerle suya koyduktan bir süre sonra akuaporin proteinini taşıyan hücrelerin ozmoz ile suyu absorbe ettiğini ve şiştiğini ancak protein içermeyen hücrelerin hiç etkilenmediğini görmüş.




**Peter Agre'in akuaporin içeren veya içermeyen hücreleri karşılaştırdığı deneyi.**

Akuaporin içeren hücreler suyu absorbe ediyor ve şişiyor.

www.nobelprize.org
Çizim: Typoform

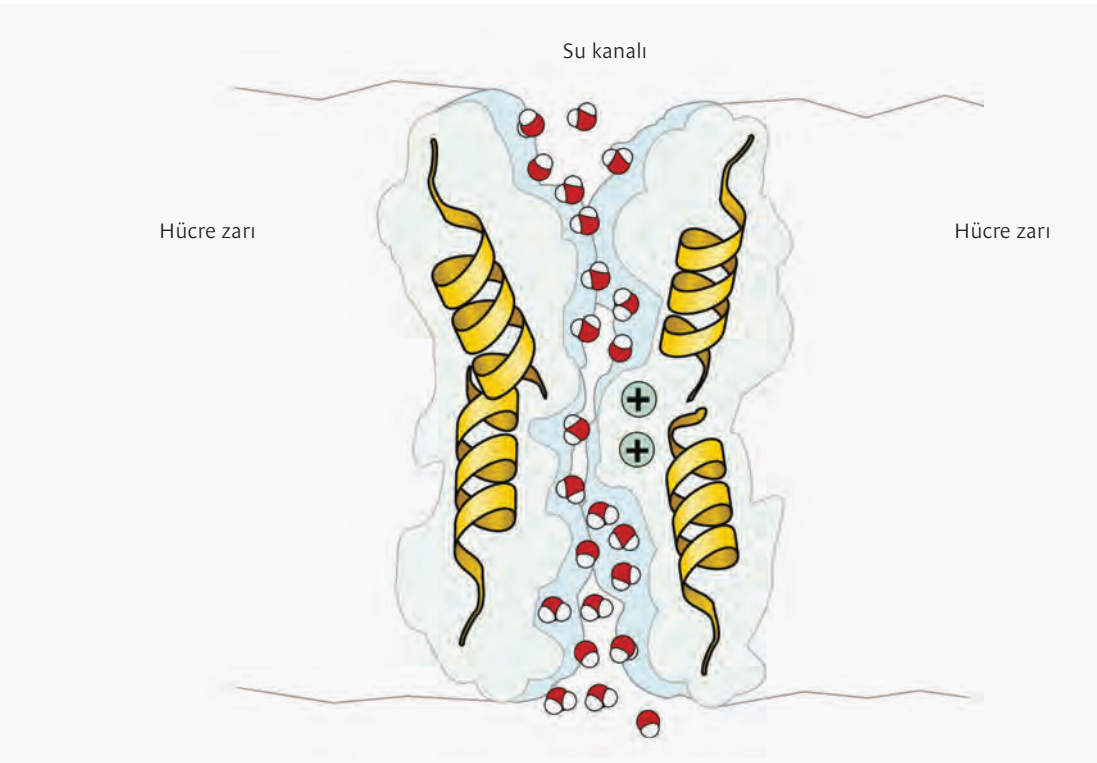
Akuaporinlerin işlev bozukluğuna bağlı hastalıklar arasında böbreklerin suyu koruma mekanizmasında yaşanan bozukluklar sonucunda ortaya çıkan diabetes insipidus, gözyaşı ve tükürük salgı bezlerinin işlevini yerine getirememesi (sjögren sendromu), katarakt ve hatta hipertansiyon bulunuyor. Her ne kadar hipertansiyonun pek çok farklı nedeni olsa da böbrek tarafından çok fazla suyun yeniden emilmesi de önemli rol oynuyor, bu nedenle günümüzde hipertansiyon tedavisinde kullanılan ilaçların çoğu böbreği hedefler ve fazla suyun kaybedilmesini sağlayarak kan basıncını düşürür.

Sindirim sisteminin önemli görevlerinden biri tükürük bezlerinden, mideden, hepatobiliyer sistemden (karaciğer, safra ve safra yolları), pankreastan, ince ve kalın bağırsaktan yaklaşık 9 litreden fazla sıvının emilmesi veya salgılanmasıdır. Dolayısıyla akuaporinlerin bazı sindirim sistemi kanallarına bağlı hastalıklarda da rol oynadığına inanılıyor. Ayrıca, akuaporinlerin derideki su içeriğinin düzenlenmesinde önemli bir rol oynadığı biliniyor. Akuaporin 3'teki işlev bozuklukları egzama ile ilişkilendiriliyor. Diğer yandan yapılan araştırmalarla akuaporin 3'ün üretiminin yaştan ve kronik güneşe maruz kalma durumundan hayli etkilendiği gösterilmiş.

2000 yılında, Agre diğer araştırma ekipleriyle birlikte, akuaporinin üç boyutlu yapısının ilk yüksek çözünürlüklü görüntülerini elde etti. Bu verilerle artık bir su kanalının nasıl çalıştığını ayrıntılı olarak haritalamak mümkündü. Kanalın diğer molekülleri veya iyonları değil, sadece su moleküllerine özgü olmasının altında yatan gizemi çözmenin zamanı gelmişti. Hücre içi ve hücre dışı arasındaki proton yoğunluğundaki fark, hücresel enerji depolamanın temeli olduğu için hücre zarı protonların giriş çıkışına izin vermez. Saniyede $3x10^9$ su molekülü geçen akuaporinden protonların giriş ve çıkışı söz konusu değil, çünkü kanalın en önemli özelliği seçiciliği. Diğer yandan akuporin ailesi aynı zamanda gliserol, üre, arsenit ve bazı iyonların taşınmasına da yardımcı oluyor. Örneğin akuagliseriporin isimli proteinler ciltte su ve gliserol ile birlikte emilir.

Böbrekler kanın asit ve baz dengesinin sağlanmasında ve bazı toksinlerin vücuttan atılmasında görev alıyor ve her gün 200 litre sıvı süzüyor. Ancak hücrelerin susuzluktan ölmemesi için süzülen bu sıvının geri emilmesi gerekir. Agre çalışmalarının sonucunda böbreklerde suyun akuaporinler sayesinde %99 oranında geri emildiğini tespit etti. Diğer taraftan akuaporinler salgı bezleri aracılığıyla da suyun dışarıya salınmasını (örneğin gözyaşı, ter, tükürük salgılanması) sağlar. Yani akuaporinler organizmanın ihtiyacına göre hücresel boyutta suyun içeri girmesini ya da dışarı çıkmasını sağlayan bir kanal işlevi görüyor.






**Su moleküllerinin akuaporin 1 kanalından geçişi.**

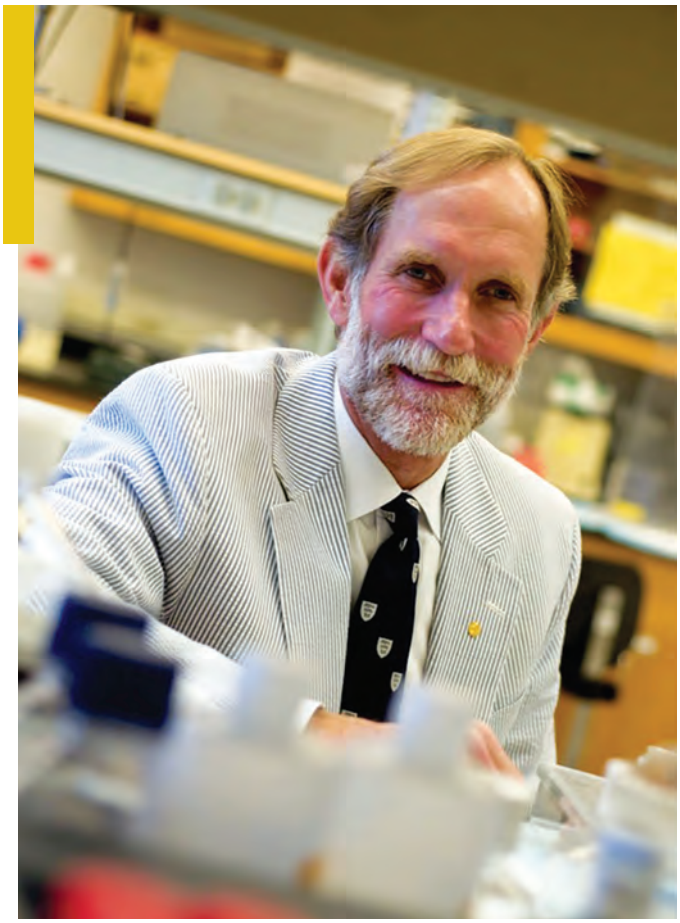
Kanalın ortasındaki pozitif yük nedeniyle, $H_3O^+$ gibi pozitif yüklü iyonların yönü değiştirilir.

Bu durum, kanal boyunca proton sızıntısını önler.

www.nobelprize.org
Çizim: Typoform

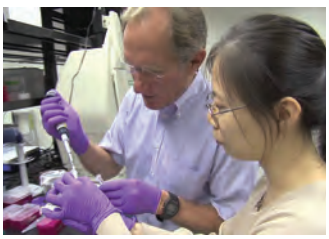
“Bilim dediğimiz zaman hep gelecekten bahsederiz.

Laboratuvarda yapılan bilim genelde benim gibi yaşlı kişilerle yapılsa da çalışmaların çoğunu gençler yürütür.”



Akuaporinler büyük bir protein ailesi. Memelilerde bilinen 13 farklı tip akuaporin var ve bunlardan altısı böbreklerde bulunuyor. Bitkilerde ve mikroorganizmalarda yüzlerce akuaporin olduğu biliniyor. En çok çalışılan akuaporinler ise AQP1, AQP2, AQP3 ve AQP4.





Prof. Dr. Agre sıtma hastalığına sebep olan parazitlerde ve sivrisineklerde bulunan akuaporinler hakkında yaptığı araştırmalara devam ediyor.

Peter Agre sıtmayla sadece laboratuvarda mücadele etmiyor. Aynı zamanda sahada, Zambia’da, Zimbabve’de ve Kongo Demokratik Cumhuriyeti’nde de çalışmalar yapıyor.

Peter Agre Nobel Ödülü’nün ne kadar önemli olduğunu henüz öğrencilik yıllarındayken babasının en yakın arkadaşı ve aile dostları iki Nobel Ödüllü Linus Pauling’den duymuştu. On altı yıl önce sabah 05.30’da Stockholm’den aldığı telefon bunu kendisine hatırlattı mı bilmiyoruz. Ancak Agre aldığı bu ödülün arkasında birçok bilim insanının emeği olduğunun hep farkındaydı. Prof. Dr. Peter Agre bilimin dünyadaki problemleri çözmek, dünyayı değiştirmek için var olduğunu düşünüyor ve tercihleri bilimden yana olan gençlere bilimin peşinden ayrılmamalarını söylüyor ve ekliyor:

“Hangi işi ya da mesleği seçerseniz seçin yaptığınız işi ciddiye alın, merak edin, doğru danışmanlarla ya da öğretmenlerle çalışın, ama çok çalışın!” ■

**Kaynak**
www.nobelprize.org

# Saf Karbon Halka Molekül Sentezlendi

Dr. Tuncay Baydemir | *TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi*

**Siklo[n]karbon olarak da bilinen halka biçimindeki iki koordinatlı karbon allotropları (bir elementin atomlarının aynı fazda farklı şekilde birbirine bağlanması ile görülen yapılar, grafit ve elmasta olduğu gibi) kimyagerlerin yıllardır ilgilendiği yapılardır. Bu moleküller yüksek tepkinirlikleri, yani kimyasal tepkimeler sonucunda başka ürünlere dönüşme olasılıkları nedeniyle şimdiye kadar tam anlamıyla izole edilememiş ve bu nedenle yapısal olarak analizleri gerçekleştirilememişti. Bu durum Zürih IBM Research ve Oxford Üniversitesi araştırmacılarının *Science* dergisinde yayımladıkları makale ile son bulmuş görünüyor.**

Saf karbon yapılar elmas, grafit ve nano tüplerde olduğu gibi farklı formlarda bulunabiliyor. Elmas örneğinde her bir karbon atomu komşu dört karbon atomuyla bağ oluşturarak piramit şeklini alırken; grafen, grafit ya da karbon nanotüplerdeyse karbon üç bağ oluşturarak hekzagonal (altıgen, petek) desenler oluşturur.

Fullerenler, karbon nanotüpler ve grafenin keşfi sentetik karbon allotropları ile ilgili yeni bir alanın doğmasına neden oldu. Bu keşiflerin tümü üç koordinatlı (bir karbon atomunun üç karbon atomuna bağlı olduğu) karbon atomlarını içeriyor. Yapılan çalışmalarda iki koordinatlı (bir karbon atomunun iki karbon atomuna bağlı olduğu) karbon halkalarının varlığına dair gaz fazında bazı deliller bulunsa da yüksek tepkinirliğe sahip bu türlerin yapısal özellikleri belirlenememiş ve yoğun madde fazında çalışmalar yapılamamıştı.

1966 yılında Nobel Ödüllü kimyager Roald Hoffmann ve sonrasında da farklı bilim insanları, sadece karbon atomlarından oluşan saf zincirlerin varlığını teorik olarak göstermişlerdi. Bu çalışmalara göre termodinamik açıdan kararlı en küçük siklo[n]karbon molekülü 18 karbon atomundan oluşmalıydı. Bu molekülün yapısı içinse iki olasılık bulunuyordu. Bu olasılıklardan biri, her karbon atomunun iki yanındaki karbon atomlarıyla çift bağ oluşturması, diğeriyse karbon atomunun bir tarafında bulunan karbon atomu ile üçlü bağ oluştururken diğer tarafındaki karbon atomu ile tekli bağ oluşturmasıydı. Eğer birinci durum söz konusu ise halkadaki tüm bağların birbirine eşit uzunlukta olması gerekliydi.

Pek çok araştırma grubu bu örüntüleri gösteren halka ya da zincir şeklinde karbon yapılar sentezlemeye çalıştı. Ancak bu tür yapıların yüksek tepkinirliğe ve yüksek halka gerilimine sahip olmaları sentezlenmelerini güçleştiriyordu. Sentezlenen kararlı moleküllerse genel olarak karbondan başka atomları da içeriyordu. Bazı deneylerde, gaz fazda sadece karbon atomundan oluşan halka biçiminde moleküller hakkında ipuçları tespit edilse de bu durum kesin olarak kanıtlanamamıştı.

Przemyslaw Gawel ve arkadaşları ise uzun süredir sentezlenmesi için uğraşılan ve sadece karbon atomlarından oluşan halka şeklindeki molekülü sentezlemeyi ve bunu görüntülemeyi başardı.

Araştırma ekibinden Lorel M. Scriven ilk önce oksijen atomlarının da olduğu gruplar içeren halka şeklindeki karbon molekülünü ($C_{24}O_6$) sentezledi. IBM laboratuvarlarında yüksek vakumlu bir ortamda ve 5 Kelvin sıcaklıkta (yaklaşık -268 $^0$C) tepkimesiz bir yüzey üzerine konulan molekülden elektrik akımı kullanılarak karbon monoksit mole-



Przemyslaw Gawel

küllerinin çıkarılması sayesinde 18 karbon atomundan oluşan halka yapılı molekül elde edildi.

Elde edilen molekülün karakterizasyonu yüksek çözünürlüklü atomik kuvvet mikroskopisi ile gerçekleştirildi. Sadece karbon atomlarından oluşan halka yapıdaki molekülde bağ uzunluklarının farklılığı, karbon atomları arasında üçlü ve tekli bağların sırasıyla değişen bir düzende olduğunu gösterdi.

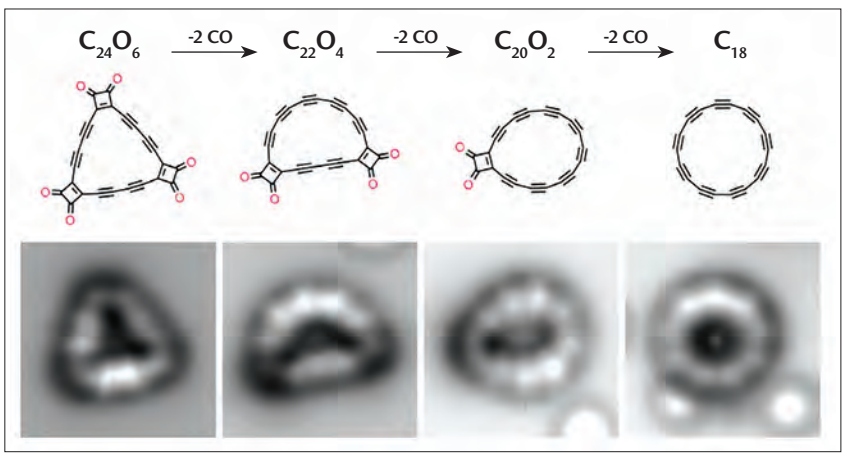
Yapılan ilk çalışmalara göre molekül yarı iletken özelliği taşıyor. Bu özelliği sayesinde ürünün moleküler ölçekte elektronik bileşenlerin yapımında kullanılacağı düşünülüyor. Ayrıca geliştirilen metot sayesinde diğer karbon allotroplarının ve karbonca zengin moleküllerin sentezlenmesinin kolaylaşacağı öngörülüyor.

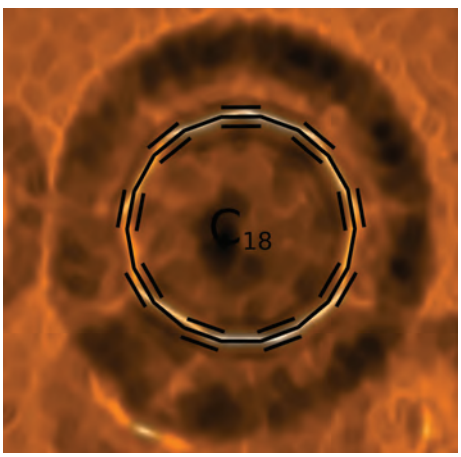
Araştırma sonuçları bilim dünyasında geniş yankı uyandırdı. Bu yeni molekülün özelliklerinin daha iyi anlaşılması için çalışmalar devam ediyor. Ayrıca her bir denemede bir molekülden daha fazlasını sentezleyebilmek için de farklı teknikler araştırılıyor. Tüm bu çalışmalar neticesinde $C_{18}$ halkası kendisine yeni pek çok kullanım alanı bulabilir. ■

**Kaynaklar**


Kaiser, K., Scriven, L.M. ve ark., "An sp-hybridized molecular carbon allotrope, cyclo[18]carbon", *Science*, 10.1126/science.aay1914, 2019.

Castelvecchi, D., "Chemists make first ring of pure carbon", *Nature*, Cilt 572, s. 426, "2019.


IBM Research

# Merak Ettikleriniz

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



# Arılar Çam Balını Nasıl Üretir?

Arılar tarafından kullanılan kaynağın türüne göre ballar çiçek (nektar) balı ve salgı balı olarak ikiye ayrılır. Çiçek balı, bitkilerin çiçeklerinde bulunan nektarların toplanmasıyla, salgı balı ise böceklerin bitki üzerinde bıraktıkları salgıların toplanmasıyla üretilir.

Çam balı üretim sürecinin başoyuncusu, halk arasında "çam pamuklu biti", "çam pamuklu koşnili", "basra" ya da "balsıra böceği" isimleriyle anılan *Marchalina hellenica* türü parazitik bir kabuklu bittir. Doğal yaşam alanı Türkiye ve Yunanistan olan *M. hellenica*'ya bazı İtalyan adalarında da rastlandığı raporlanmıştır. En çok kızılçam, sarıçam ve fıstık çamı gibi türlere dadanan bu bit, ağaç boyunca tırmanırken bulduğu kabuk çatlaklarından bitkinin iletim demetlerine erişerek özsuyunu emer. İhtiyacı olan proteinleri karşıladıktan sonra kalanını dışkılar. Daha sonra çam balına dönüşecek şekerce zengin bu artığa "basura" (bal şebnemi) adı verilir.

Ağaçlardan iplikçikler hâlinde sarkan basura salgısı, zengin besin içeriğiyle bal arılarının dikkatini çeker. Arılar topladıkları salgıyı enzimleriyle işleyerek ham çam balına dönüştürür. Kovanda olgunlaştırılarak kimyasal dönüşümü tamamlanan bal, işçi arılar tarafından kanat çırpmalarıyla suyu buharlaştırılarak petek gözlerine yerleştirilir.

Çam balı zengin enzim, amino asit ve mineral içeriğiyle oldukça besleyicidir. Rengi çoğu çiçek ballarınınkinden koyu, kıvamı yoğun ve su oranı düşüktür. Bu sayede uzun süre kristalleşmeden saklanabilir. Yapılan analizler salgı ballarının antioksidan özelliklerinin çiçek ballarına kıyasla daha yüksek olduğunu gösteriyor.

Dünya'da çam balı üretiminin %92'si Türkiye'de gerçekleşir. Muğla ili tek başına ülkemizdeki üretimin yaklaşık %75'ini karşılar.

**Kaynaklar**

marmarisbalevi.com.tr/en/pine-honey

Özkök, A., Yüksel, D., Sorkun, K. (2018). Chemometric Evaluation of the Geographical Origin of Turkish Pine Honey. Food and Health, 4(4), 274-282



# Neden **Ispanak Yedikten Sonra** Dişlerimizde Garip Bir His Oluşur?

Ispanak yedikten sonra dişleriniz ince kumla kaplanmış gibi garip bir hisse kapılıyorsanız yalnız değilsiniz! Ispanakta bulunan bir asidin kalsiyum ile oluşturduğu bileşik dişlerimizde toplanarak bu hisse sebep oluyor. Ispanakta bolca bulunan oksalik asit, çiğneme sırasında tükürükte bulunan kalsiyum ile birleşerek kalsiyum oksalat kristallerini oluşturur. Bu küçük kristaller suda iyi çözünmediği için ağzımızda serbestçe dolaşarak dişlerimize yapışır ve kısmen rahatsız edici olabilen kamaşma hissine yol açar.

Pancar, pazı, semizotu, lahana ve çilek gibi besinlerde de oksalik asit bulunuyor. Ancak ıspanak yaygın tüketilen gıdalar arasında en yüksek oksalik asit içeriğine sahip. Bu yüzden kamaşma hissini en net ıspanak yerken algılıyoruz. Kalsiyum gibi minerallere veya diğer besin öğelerine tutunarak emilimlerini engelleyen bu tür maddelere antibesin (antinutrient) adı verilir. Düzenli beslenme ile farklı kaynaklardan yeterli düzeyde kalsiyum alınabileceği için ıspanaktaki oksalik asidin kalsiyuma bağlanması büyük bir sorun teşkil etmiyor.

Dişlerimizdeki kalsiyum serbest hâlde bulunmadığından oksalik asit ile etkileşime girmez. Dişlere yapışan kalsiyum oksalat kristalleri ise fırçalamayla kolaylıkla uzaklaştırılabileceğinden herhangi bir tehlike arz etmiyor. Ancak böbrek taşı oluşturmaya meyilli bünyelerde yüksek oksalik asit tüketimiyle böbreklerde kalsiyum oksalat taşlarının oluşma ihtimali artıyor. Dişlerdeki kristal kaplanma miktarını azaltmak için uzun pişirme süresi ile yemeğin asitliğini düşürebilir, çiğ ıspanağı limonla tüketerek C vitamininin oksalik asiti kısmen çözmesini sağlayabilir ya da araştırmacıların düşük oksalik asitli ıspanak yetiştirme çalışmalarını tamamlamalarını bekleyebilirsiniz.

**Kaynaklar**

livescience.com/56237-why-spinach-makes-teeth-feel-weird.html
spoonuniversity.com/lifestyle/teeth-feel-weird-eating-spinach

# Ahtapotlar Kollarını Nasıl **Bağımsızca** Hareket Ettiriyor?

Alet kullanma becerileri ve karmaşık bulmacaları çözme yetenekleriyle ahtapotların omurgasız bir kafadan bacaklı türünden beklenmeyecek bir zekâya sahip oldukları sugötürmez bir gerçek. Geçmiş yıllarda yapılan gözlemler, bedeninden kopan ahtapot kollarının da bağımsızca hareket edebildiğini ve uyarıcılara tepki verebildiğini göstermişti. Haziran 2019'da bir astrobiyoloji konferansında Washington Üniversitesinden araştırmacıların sunduğu çalışma ise ahtapot zekâsının derinliklerine ışık tutuyor.

Omurgalı canlılarda yaşamsal faaliyetlerin merkezi bir beyinden verilen komutlar aracılığıyla yönetildiğine aşinayız. Ahtapotların ise sahip oldukları 500 milyon sinir hücresinin yaklaşık üçte ikisi kollarında bulunur. Kollardaki nöronlar, gangliyon adı verilen kitleler hâlinde kümelenmiştir ve birbirleriyle iletişim hâlindedir. Yani ahtapot vücudunda merkezi bir beyne ek olarak, kollarında küçümsenmeyecek boyutta sekiz ayrı beyin olduğu düşünülebilir.

Ahtapotların kollarında bulunan vantuzların her biri on binlerce kimyasal ve mekanik algılayıcıya sahiptir. Vantuzlar bulundukları ortamdan bir bilgi edindiğinde, merkezi beyne haber vermeksizin, bu bilgiyi komşu vantuzlarla paylaşır ve kollarda bir tepki oluşturabilir. Bu sayede kollar bağımsızca ve kendi aralarında koordineli kararlar alarak hareket edebilir.

Ahtapotların sinir sistemi, zekâ anlayışımız için alternatif bir model sunuyor. Bu yüzden Dünya dışı akıllı yaşam arayışındaki astrobiyologların dikkatini çekiyor.

**Kaynak**

news.agu.org/press-release/researchers-model-how-octopus-arms-make-decisions



# GIDA ATIKLARI

## Ürettiğimiz Ama Tüketmediğimiz Gıdalar

Doç. Dr. Neşe Yılmaz Tuncel [ *Gıda Mühendisi Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Çanakkale Uygulamalı Bilimler Yüksekokulu, Gıda Teknolojisi Bölümü*

**Yiyeceklerle ilgili tartışmalarda genellikle gıdaya erişimi sınırlı olduğu için sağlıksız biçimde zayıf olan insanlarla aşırı kalorili gıdaları sıkça tüketen obez insanların durumu kıyaslanır.**

**Oysa bu konudaki en büyük ironi,
doğal kaynak sıkıntısı ile çevre kirliliği gibi sorunların giderek büyüdüğü
ve bir milyar insanın açlık ile savaştığı bir çağda,
evrensel olarak üretilen gıdanın üçte birini tüketmeden atmamız.**





Gıdaların tüketilmeden atılması, üretimleri sırasında kullanılan suyun, toprağın, enerjinin ve diğer pek çok girdi ile beraber emeğimizin de boşa gitmesi anlamına geliyor. Ayrıca bu gıdaların üretim süreçlerinde çevreye yayılan sera gazının çevre kirliliğinde önemli bir payı var. Gıda, sadece tabağımızda somut olarak gördüğümüzden çok daha fazlası. Bunun farkında olmayı, dolayısıyla gıdanın ve üretimindeki emeğin değerini bilmeyi ve bunlara saygı göstermeyi öğrenmemiz gerekiyor.

Dünyada tüketilmeden çöpe atılan gıda miktarı yılda yaklaşık 1,3 milyar ton. Ağırlık olarak bu miktar tüm dünyada üretilen yıllık toplam tahılın yarısından fazla. Çöpe atılan bu kadar gıdayı üreten tek bir ülke olsa doğaya salınan sera gazı miktarı (3.49 Gt $CO_2e$) bakımından Amerika Birleşik Devletleri (ABD) ve Çin'den sonra dünyadaki en büyük üçüncü ülke olurdu. Ekonomik açıdan ise bu miktarda gıda kaybı neredeyse 1 trilyon ABD dolarına eşit. Nüfus artışına oranla 2050 yılında bugün ürettiğimiz gıda miktarını %60 artırmamız gerektiği düşünülürse gıda atıklarını azaltmanın önemi daha iyi anlaşılabilir.

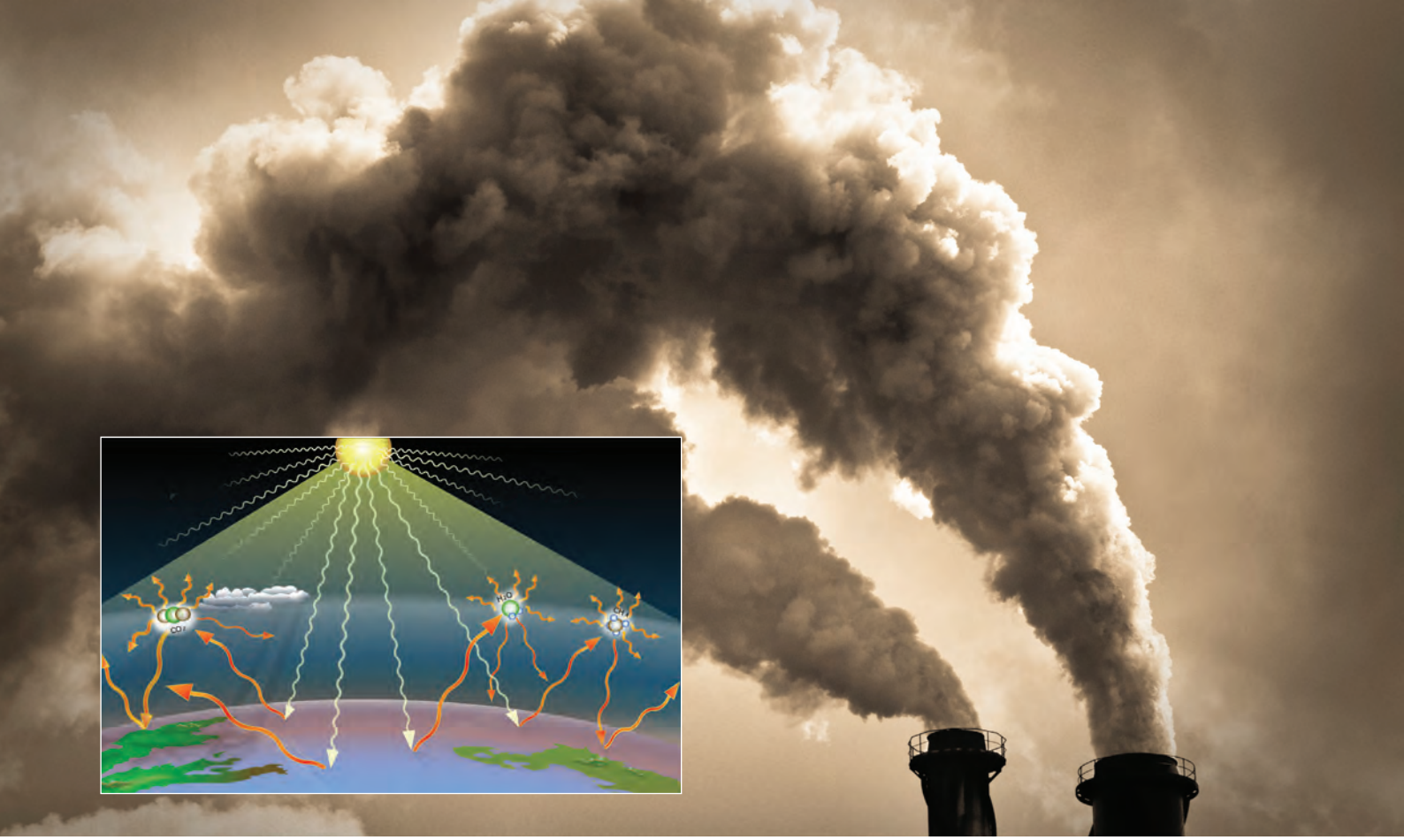




## Gıda atık miktarını belirlemek neden zor?

Gıda atıklarının miktarını belirlemek, bu alanda objektif veriler sunmak ve bilimsel çalışmalar yapmak oldukça zor. Bu zorluk öncelikle tanımlamadan kaynaklanıyor. Tüketilmeden atılan gıdalar temel olarak iki şekilde tanımlanıyor: "gıda kaybı" ve "gıda atığı". "Gıda kaybı", gıda üretim zincirinde üretici ile tedarikçi arasındaki süreçte gerçekleşen zayiatı tanımlıyor. Uygun olmayan hasat, depolama, paketleme koşulları ve nakliye sırasında oluşabilecek sorunlar bu gruba giriyor. Örneğin, iyi bakılmadığı için hastalanan hayvan, işleme tekniğindeki hatadan dolayı pastörizasyon hattında bozulan süt veya uygun yerleştirilmediği için nakliye sırasında ezilen domatesler gıda kaybı olarak tanımlanıyor. "Gıda atığı" ise, yenilebilir özellikteki gıdanın daha ziyade tüketici veya perakendeci tarafından çöpe atılmasını tanımlıyor. Örneğin, kabuğu kahverengileştiği için atılan olgun muzlar ve çöpe döktüğümüz yemek artıkları bu grupta değerlendiriliyor. Yine de bu tanımlar özellikle yenilebilir ve yenilemez atıkların niteliği ve sınıflandırılması bakımından ülkelere, kültürlere ve yasalara göre değişkenlik gösterebiliyor.

Bir diğer zorluk ise atılan ve kaybedilen gıda miktarının objektif olarak ölçülmesi. Konuya ilişkin veri toplamak için çok sayıda farklı metot izleniyor. Bunlardan bazıları tüketicilerden gıda günlüğü tutmalarını istemek ve anket, röportaj veya kamuoyu yoklaması yapmak gibi daha ziyade beyana dayanan metotlar olduğundan bilimsel açıdan güvenilirlikleri sınırlı. Veri toplamak için ayrıca laboratuvar deneyleri, haritalama teknikleri, buzdolabı ve çöp kontrolü ile gerektiğinde üretim hattı ve depolama koşullarının kontrolü ile durum tespiti gibi daha nesnel sayılabilecek metotlar da kullanılıyor.




# Gıda atıklarının iklim değişikliği ile ne ilgisi var?

Bilindiği gibi küresel sıcaklık artışında sera gazı salımının önemli bir payı var. En bilinen sera gazları karbon dioksit ($CO_2$), metan ($CH_4$) ve nitröz oksit ($N_2O$)'tir. Tüm gıdalar, üretim süreçleri boyunca söz konusu sera gazlarının çeşitli seviyelerde salınmasına sebep olurlar. Bir gıda ürününün karbon ayak izi, yaşam döngüsü boyunca salınmasına neden olduğu sera gazlarının toplamını ifade eder ve kg başına ortaya çıkan $CO_2$ eşdeğeri ile gösterilir.

Karbon ayak izi hesaplanırken, üretimde kullanılan tüm tarımsal girdiler (kullanılan toprak, makineler, canlı hayvan) ve diğer üretim süreçleri (işleme, hazırlama, ulaşım, dağıtım ve imha etme) göz önünde bulundurularak salınan sera gazlarının miktarı hesaplanır. Dolayısıyla gıda atıklarının sera gazı salınmasındaki payı, sadece katı atık depolama tesislerinden ya da basitçe çöplükten salınan sera gazlarından ibaret değildir. Örneğin, et üretiminde, canlı hayvanın kendisinin ürettiği metan gazı ve hayvan besleme için kullanılan yemlerin üretimi boyunca yayılan sera gazları da yapılan bu hesaba dâhil edilir. Hesaplamalarda bitkisel üretimde kullanılan gübre miktarı ve içeriği, gıda üretim-dağıtım zincirinin çapı ve kullanılan araçların niteliği, gıda hazırlama, depolama ve işleme süreçlerinde kullanılan enerji kaynakları gibi pek çok faktör göz önünde bulundurulur ve her birinin sera gazı salımına katkısı toplanır.

Gıda üretim zincirinin tüm aşamaları düşünüldüğünde, satın aldığımız bir hamburgerin doğaya maliyeti tahminimizin çok üzerindedir. Üstelik üretilen gıdalar tüketilmeden çöpe atıldığında, kullanılan tüm bu kaynaklar insan ya da hayvan beslenmesi karşılığında değil tamamen boşuna harcanmış oluyor. Evrensel gıda kayıp ve atıklarının yaydığı sera gazı miktarının yukarıda açıklanan hesaba göre toplam 4,4 $GtCO_2$ (4,4 x $10^9$ ton = 4,4 milyar ton) eşdeğeri olduğu tahmin ediliyor. Bu miktar, dünyada karayolu ulaşımı nedeniyle salınan sera gazları toplamının %87'sine denk (http://www.fao.org/3/a-bb144e.pdf).



# Gıdalarımızı neden çöpe atıyoruz?

En çok çöpe atılan gıda grubu %45'lik oranla meyve ve sebzeler. Bu oranı sırasıyla %35 ile balık ve diğer su ürünleri, %30 ile tahıl ve unlu mamüller, %20 ile süt ve süt ürünleri ve %20 ile et ve et ürünleri takip ediyor. Araştırmalar, endüstrileşmiş ülkeler ile gelişmekte olan ülkelerin gıda atık miktarları arasında çok büyük bir fark olmadığını gösteriyor (sırasıyla 670 ve 630 milyon ton). Ancak endüstrileşmiş ülkelerde gıdalar daha çok perakende ve tüketici düzeyinde atılırken, gelişmekte olan ülkelerde kayıp ve atıklar genellikle hasat sonrası ve işleme düzeyinde gerçekleşiyor. Gelişmekte olan ülkelerde hasat, depolama ve işleme tekniklerinin geliştirilmesi, altyapının iyileştirilmesi, soğutma sistemlerinin yaygınlaştırılması, nakliye koşullarının ve ambalajlama endüstrisinin geliştirilmesi ile gıda kaybı sorununa büyük ölçüde çözüm bulunabilir. Endüstrileşmiş ülkelerde ise tüketicilerin bilinçlendirilmesi çözüm adına çok daha büyük rol oynayacaktır.

Tüketicilerin gıda ile ilişkilerini etkileyen çok sayıda faktör mevcut. Kabaca sosyo-ekonomik durum, kültürel ve kişisel alışkanlıklar, duygusal durum, bilinç düzeyi gibi özetlenen olgular, aslında içerisinde çok sayıda faktörü barındırıyor. Bununla birlikte, genel olarak düşük-orta gelir grubundaki tüketiciler, daha fazla miktarda, daha düşük kaliteli ürün satın alıyorlar ve daha fazla gıdayı çöpe atıyorlar.

Hem perakende hem de tüketici düzeyinde kozmetik standartlar diye anılan ve gıda ürünlerinin görünüşünü tanımlayan özelliklerin son yıllarda gereğinden fazla önemsenmesi gıdaların çöpe atılmasının önemli bir sebebi. Tüketiciler artık kurtlu ya da yaralı-bereli elmaları, olgunlaşmış/kahverengileşmiş muzları, parlak veya düzgün şekilde olmayan meyve-sebzeleri, yumuşamış çikolataları bozuk ürün ile eşdeğer tutarak tüketmiyorlar ve bu ürünler de sonunda çöpe gidiyor.

Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü'nün verilerine göre ev içi atık gıda miktarı toplam üretimin %33-38'ini oluşturuyor. İhtiyaç fazlası alışveriş, evde yemek hazırlamak için gerekli vaktin azlığı, fazla miktarda pişirme ve büyük porsiyonlama gibi faktörler ev düzeyinde atık gıda oluşum sebeplerinden sadece birkaçı. Bunun yanında tüketicilerin özellikle işlenmiş ürünlerin muhafaza kriterlerine uygun davranmaması da ev tipi gıda atığının önemli bir sebebi. Örneğin, UHT sütleri hiç açılmamışken oda sıcaklığında depolayabilirsiniz. Ancak açıldıktan sonra ürün steril özelliğini kaybeder ve artık mutlaka buzdolabı şartlarında muhafaza edilmesi gerekir. Açılmış ve mutfak masasında bırakılmış bir UHT süt, özellikle de hava sıcak ise kısa sürede bozulur ve çöpe atılması gerekir.

Ayrıca, bu konuda yürütülen çalışmalarda pek çok tüketicinin buzdolabı ve dondurucu sıcaklıklarının olması gereken seviyede (yeteri kadar soğuk) olmadığı tespit edildi. Bundan başka, gıda ambalajı boyutlarına da değinilmesi gerek. Örneğin, doğrudan süt tüketmeyen ve sadece kahvesine eklemek için süt satın alan bir tüketicinin 1 L yerine daha küçük ambalajlarda bulunan sütü satın almayı tercih etmesi, bekleyen sütün bozulmasını, dolayısıyla atılmasını önleyecektir. Araştırmalar tüketicilerin ürün etiketlerini okumak ve yorumlamak konusunda da çok bilinçli olmadığını gösteriyor. Örneğin "son kullanma tarihi" veya "son tüketim tarihi", bir gıdanın güvenli bir şekilde tüketilebileceği zaman aralığını tanımlıyor. Bu tanım özellikle mikrobiyolojik olarak bozulma riski yüksek et ve süt ürünlerinde bulunur ve son derece kritik bir değer taşıyabilir. Bu tarihten sonra söz konusu gıdayı tüketmek gıda güvenliği açısından tehlike arz edebilir. Yasal açıdan da son kullanma tarihi geçmiş ürün bulundurmak ve satmanın cezai sonuçları vardır. Ancak "tavsiye edilen tüketim tarihi" (best before) ifadesi, gıdanın söz konusu tarihe kadar en iyi durumda (tazelik, tat, aroma, kıvam, renk vb. bakımlardan) olduğu anlamına gelir. Ancak gıda bu tarihten sonra da hâlâ güvenli bir şekilde tüketilebilir durumda olabilir ve nitekim çoğunlukla da öyledir. Örneğin, gıda ürünü gevrekliğini kaybetmiş, rengi kısmen değişmiş veya kristallenmiş olabilir ancak tüketimi hâlâ güvenlidir. Tüketici düzeyindeki gıda atıklarının önemli bir bölümünü, "tavsiye edilen tüketim tarihi" ibaresinin "son tüketim tarihi" olarak algılanması sebebiyle paketi hiç açılmadan çöpe atılan gıdalar oluşturuyor. Dolayısıyla, özellikle bu ibareye sahip ürünlerin söz konusu tarihten sonra da tüketilebilir olduğu bilincinin geliştirilmesi gerekiyor. Nitekim Türk Gıda Kodeksi'ne göre, soyma, doğrama vb. işlemlerden geçirilmemiş meyve ve sebzeler; hacmen %10 veya daha fazla alkol içeren içecekler; doğası gereği üretiminden itibaren 24 saat içinde tüketilen bazı unlu mamüller; sirke, tuz, katı formdaki şeker ve bazı şekerlemelerle sakızlar için "tavsiye edilen tüketim tarihi" ibaresinin dahi bulunması zorunlu değildir. (http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2017/01/20170126M1-6.htm).



Endüstriyel düzeyde ise doğrudan gıda olarak tüketilmeyen her şeyin hayvan yemi olarak değerlendirilmesi; gıdayı ve içeriğindeki maddeleri tanıma, yeniden işleme ve değerlendirme konusundaki bilgi ve isteğimizin ne kadar az olduğunu açıklıyor. Oysa birçok gıda yan ürünü veya endüstriyel gıda atığı vitamin, lif, aroma maddesi, boya maddesi, diyet lif vb. pek çok maddenin üretimi için zengin bir hammadde niteliği taşıyor.

# Gıda kayıp ve atıklarını önlemek için neler yapılıyor?

Birleşmiş Milletler (BM), Sürdürülebilir Gelişim Ajandası'nda, 2030 yılına kadar gıda atık miktarının yarıya indirilmesini hedeflediğini duyurdu. Akademik ve örgütsel düzeyde konuya ilişkin veri, metodoloji ve çözüm üretmek amacıyla çok sayıda proje ve girişim başlatıldı (Merak edenler "Refresh", "Fusion", "SaveFood", "WRAP", "Rural Renaissance" isimleriyle tarama yapabilir). Çalışmaların ana amacı, üretimden tüketime ve hatta geri dönüşüme kadar gıda zincirinin tüm aşamalarında önlenebilir atık ve kayıp miktarını azaltmak. Bu amaçla teknolojik, sosyal, örgütsel, idari ve kurumsal düzeyde alınabilecek tüm önlemler tartışılıyor. Bunun için öncelikle atık ve kayıpların ülke ve bölge düzeyinde nerelerde ve hangi sebeplerle oluştuğunun belirlenmesi oldukça önemli. Gıda atık ve kayıplarını azaltmak için geliştirilecek stratejilerin aynı zamanda gıda kalitesi, gıda güvenliği ve sürdürülebilirliğinden ödün vermeyecek nitelikte olması gerekiyor.

Konuya dikkat çekmek için dünyanın pek çok yerinde gıda atıkları, ortaya çıkış sebepleri ve sorunu çözmeye yönelik önerilere ilişkin çeşitli bilinçlendirme kampanyaları, kurslar ve eğitimler düzenleniyor. Son yıllarda tüketimi fazla olan gıdaların üretimi sırasında harcanan doğal kaynaklar ve salınan sera gazı miktarı hesaplanarak yayınlanmaya başlandı. Fazla ve tüketilebilir durumdaki gıdaların çöpe atılmak yerine ihtiyaç sahiplerine ulaştırılabilmesi adına "gıda bankası" gibi çeşitli organizasyonlar ortaya çıkıyor. Avrupa Komisyonunun konuya ilişkin resmi bir düzenlemesi mevcut (https://ec.europa.eu/food/sites/food/files/safety/docs/fw_eu-actions_food-donation_eu-guidelines_en.pdf). Bu düzenleme gıda bağışı ile ilgili temel ahlaki, yasal ve hijyenik ilkelerin çerçevesini çiziyor.



Bölgesel ve yerel düzeyde ise çok yaratıcı girişimler mevcut. Bunlardan biri İspanya'daki "Ugly Foods" (çirkin gıdalar) girişimi. Bu kapsamda, yüksek kozmetik standartlardan dolayı tarlada hasat edilmeden bırakılan ürünler sahiplerinden izin alınarak toplanıyor ve ülkenin ünlü şeflerinin çalıştığı bir tesiste işlenerek ürüne dönüştürülüyor. Örneğin, o gün tesise erik geldiyse bu hammadde işlenerek marmelada dönüştürülüyor. Bu tesiste işlenen tüm ürünler "Imperfect" (kusursuz olmayan) markasıyla ülkenin süpermarket zincirlerindeki raflarda yerlerini alıyor.




Ülkemizde de hâlâ tüketilebilir durumdaki gıdaların bağışlanmasına, geri dönüştürülmesine veya satılmasına olanak sağlayan "Fazla Gıda" platformu mevcut (https://www.fazlagida.com/). Yine de ülke olarak gıda kayıp ve atıklarına ilişkin veri ve çözüm sunabilecek girişimler, çalışmalar ve politikalar konusunda katetmemiz gereken epey yol var. ■

**Kaynaklar**

FAO,.Global food losses and food waste.
Extent, causes and prevention. Rome, 2011.

FAO, Food wastage footprint. Impacts on natural sources.
Summary report. Rome, 2013.

Rolle R., Totobesola M., Advanced course on food loss and
waste reduction and management.
FAO Food loss and waste analysis and measurement approaches, and actions.
Zaragoza, Spain, 2019.

https://www.fazlagida.com/

http://www.fao.org/3/a-bb144e.pdf

https://ec.europa.eu/food/sites/food/files/
safety/docs/fw_eu-actions_food-donation_eu-guidelines_en.pdf

http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/
2017/01/20170126M1-6.htm

# Atomik Kalınlıkta Altın Malzeme Sentezlendi

Dr. Tuncay Baydemir [ *TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi*

**İki boyutlu metal nano malzemeler sahip oldukları özellikleri ve geniş çaptaki işlevsellikleri bakımından değerlendirildiğinde oldukça önemli bir yere sahip. Genel olarak atomik seviyelerde katman kalınlığına sahip (atom boyutlarında incelikte) malzemeler iki boyutlu olarak ifade ediliyor. Bir ya da birkaç atom kalınlığına sahip iki boyutlu nano malzemeler eşsiz elektronik, mekanik ve kimyasal özellikler taşıyor.**

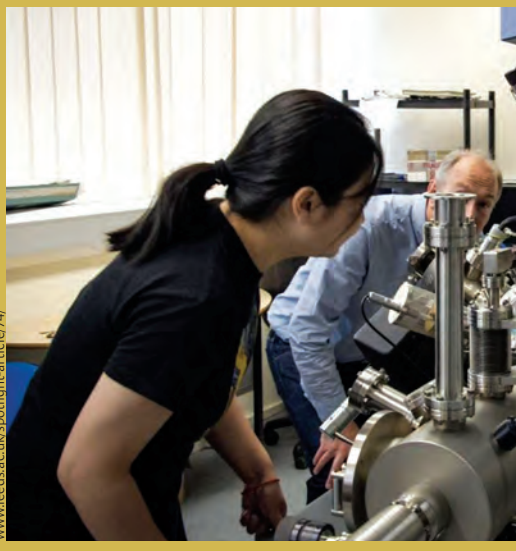
Leeds Üniversitesi araştırmacıları herhangi bir destek malzemesi yüzeyine ihtiyaç duymadan en ince altın malzemeyi sentezlediklerini *Advanced Science* dergisinde yayımladıkları makale ile duyurdular. Yapılan bilimsel çalışmada atomik boyutlarda inceliğe sahip (0,47 nanometre, yaklaşık iki atom kalınlığı) altın nano plakaların sentezlenmesi gerçekleştirildi.

Elde edilen altın nano plakalar sahip oldukları yüksek yüzey alanı/hacim oranı sayesinde üzerinde çalışılan tepkimelerde oldukça iyi sayılabilecek katalizör performansı gösterdi.

Araştırma, nanometreden küçük boyutlarda iki boyutlu altın üretimine getirdiği yeni yaklaşım nedeniyle büyük önem taşıyor. Malzeme biliminde gelişmelere yol açması beklenen bu çalışma, tepkime kinetikleri alanında da uygulanma potansiyeli taşıyor.

Herhangi bir yüzey destek malzemesi olmadan sentezlenen metal nano yapılar biyogörüntüleme, algılama ve katalizör araştırmalarının önemli bir bileşeni olarak dikkat çekiyor. Bu malzemeler tek boyutlu nano teller ve üç boyutlu nano parçacıklardan üstün özellikler taşıyor. Hacimlerine oranla oldukça büyük yüzey alanına sahip olmaları sayesinde katalitik olarak daha fazla aktif bölge içeriyorlar ve bu sayede reaksiyona giren maddelerle yüksek etkileşim gösteriyorlar. Üretilen iki boyutlu nano plakalarda neredeyse her bir atom tepkime kinetiğinde rol oynuyor. Sonuçta tepkime daha verimli bir şekilde gerçekleşiyor. Laboratuvar testleri iki boyutlu altın malzemenin katalizör olarak kullanılmasının üç boyutlu nano malzemelere göre 10 kat daha verimli olduğunu gösterdi.

İki boyutlu metallerin üretilmesi üç boyutlu yapıda kristallenme eğilimlerinin yüksek olması nedeniyle birçok zorluğu da beraberinde getiriyor. Bunu gerçekleştirmek için metal atomlarının kristalleşme süreçlerine müdahale edilmesi gerekiyor. Şimdiye kadar bu amaç için polimer ve gaz yüzey aktif maddeler, hidrojeller ve grafen türevi malzemeler kullanıldı. Bu araştırmanın

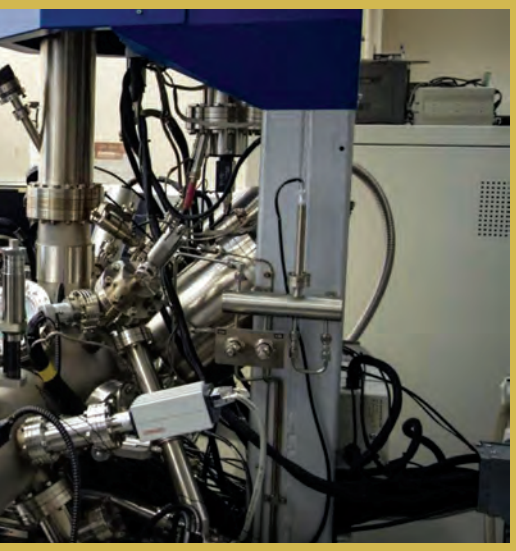


www.leeds.ac.uk/spotlight-article/74/

öne çıkan yönü ise herhangi bir katı destek malzeme yüzeyine ihtiyaç duyulmadan sıvı içerisinde atomik incelikte iki boyutlu altın nano yapıların ilk defa sentezlenebilmesi.

Araştırmacılar, elde ettikleri malzemeyi, yüzey yapısı, rengi ve sıvı ortamda üretilmesi nedeniyle altın nano-denizyosunu olarak adlandırıyor. Malzeme sıvı içerisinde yeşil-mavi bir renge sahip ve normal koşullar altında 15 aydan daha uzun sürelerde kararlılığını koruyor.

Makalenin baş yazarı Sunjie Ye, araştırmalarının sonuçlarının mevcut teknolojilerin gelişimine olanak sağlamanın yanında diğer araştırmacılara iki boyutlu nano malzemeler geliştirmek için yeni bir yöntem sunduğunu da ifade ediyor.



Üretilen altın nano plakaların tıbbi cihaz ve elektronik endüstrilerinde geniş çaplı kullanım ve uygulamalara sahip olması bekleniyor. Ayrıca çeşitli endüstriyel işlemlerde gerçekleştirilen kimyasal tepkimelerin hızlandırılmasının da bu malzeme kullanılarak mümkün hâle geleceği belirtiliyor. Yeni geliştirilen metot ile yüksek performansa ve çoklu işlevselliğe sahip iki boyutlu metal yapıların üretilme süreçlerinin önündeki engeller de ortadan kaldırılmış görünüyor. ■



www.leeds.ac.uk/spotlight-article/74/



www.leeds.ac.uk/spotlight-article/74/

Sunjie Ye



www.leeds.ac.uk/spotlight-article/74/

**Kaynaklar**


Ye, S., Brown, A.P. ve ark., "Sub-Nanometer Thick Gold Nanosheets as Highly Efficient Catalysts", *Advanced Science*, 1900911, 2019.

https://cosmosmagazine.com/chemistry/scientists-create-the-world-s-thinnest-gold

https://www.sciencedaily.com/releases/2019/08/190806083349.htm

# Metalik Köpükler

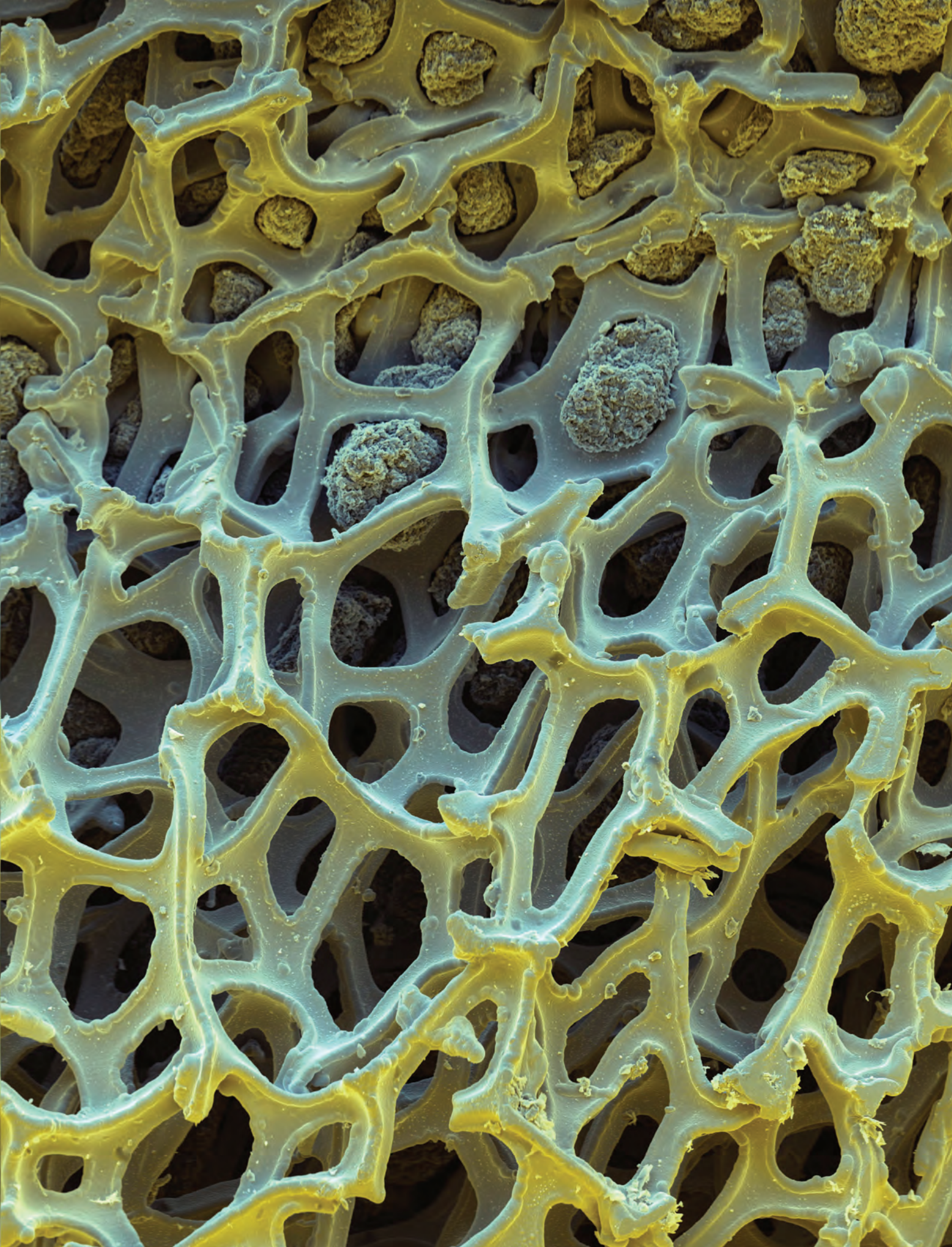
Ali Onur ŞAHİNOĞLU [ *Başuzman Araştırmacı, Yapısal ve Mekanik Tasarım Grubu, TÜBİTAK Uzay Teknolojileri Araştırma Enstitüsü*

Malzeme bilimi hakkında yürütülecek kapsamlı bir araştırma,
şüphesiz insanlık tarihiyle birlikte değerlendirilmelidir.

Hakkında fazla bilgiye sahip olmadığımız tarih öncesi çağlarda,
insanın çevresini saran vahşi hayatla mücadelesi ve doğaya hükmetme çabası,
onu daha dayanıklı ve kullanışlı malzeme arayışına itti.

Doğada hammadde hâlinde bulunan seçenekler arasından,
hasıl olan ihtiyaca göre tercihler yapıldı,
en uygun malzeme türü işlenerek kullanıma dâhil edildi.

Barınak, avlanma ve ulaşım gibi alanlarda kullanılan bu farklı malzemelerin
çağlar boyunca gösterdiği gelişim ise başta arkeolojik buluntular olmak üzere,
birçok farklı kaynaktan takip edilebilir.





Malzeme konusundaki asıl büyük atılım ise on sekizinci ve on dokuzuncu yüzyıllarda buhar gücüyle çalışan makinelerin kullanılmasıyla gerçekleşen Sanayi Devrimi ile oldu. Yeni oluşan endüstrinin malzeme ihtiyaçlarına bağlı olarak artan enerji arayışı, ilk büyük savaşla neticelendi. Bombardıman uçakları ve tank gibi yeni askeri unsurlara bağlı olarak, malzeme biliminin arayışları zaman içerisinde yine farklılaştı. Hız kazanan silahlanma yarışı ve diğer siyasi sebepler nedeniyle insanlık bir kez daha global bir savaşa girdi. Metalik köpükler de ilk olarak İkinci Dünya Savaşı sırasında ortaya çıktı.

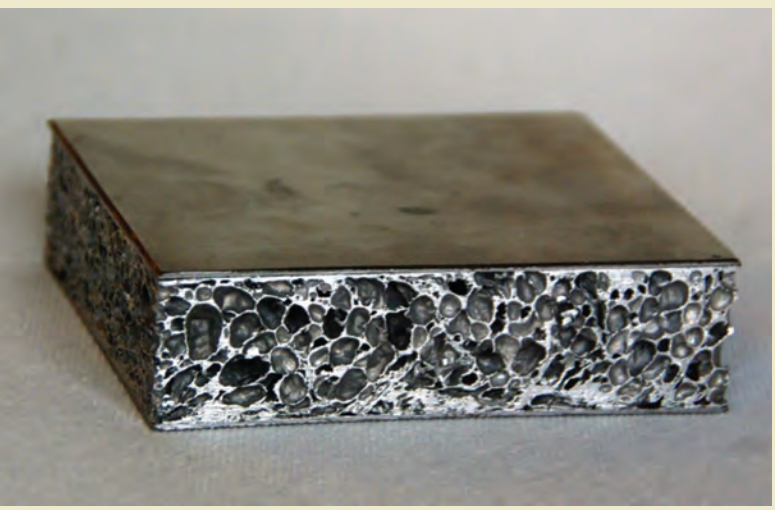
# Metalik Köpüklerin Fiziksel Yapısı

Köpük, genellikle sıvı içindeki gaz kabarcıklarına verilen addır. Eğer bu birlikteliğin bir tarafını oluşturan sıvı, hızla katılaştırılırsa, katı köpük veya gözenekli katı olarak adlandırdığımız yapı oluşur. Ancak, sıvı yüzeylerinin esnek bir zar gibi davranmasına yol açan yüzey geriliminin düşük tutulması gerekliliği, sıvılarda olduğu gibi katılarda da köpük oluşturma çabalarına bir sınırlama getirir. Buna rağmen katı köpüklerindeki morfolojik çeşitlilik sıvılara göre daha fazladır. Diğer bir deyişle, farklı katılar üzerinde, değişken boyutlardaki hücre yapısına katılarda rahatlıkla ulaşılır. Metaller ise köpükleştirilebilen katılar arasında endüstriyel yönleri düşünüldüğünde başat bir rol oynar.

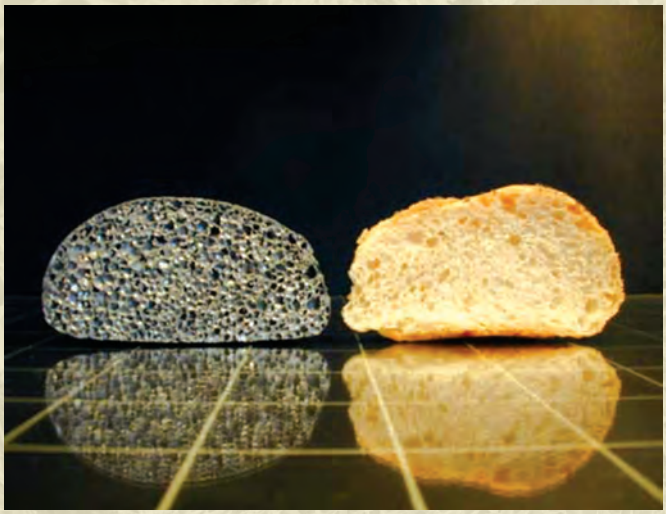
İlk olarak, 1943 senesinde Benjamin Sosnick, alüminyumu cıvayla köpükleştirmeyi denedi. Bu yolda, ilk olarak alüminyum ve cıva karışımını yüksek basınç altında kapalı bir bölmede eritti. Sonraki aşamada, basıncı ortadan kaldırarak alüminyumun erime sıcaklığında mevcut cıvanın buharlaşmasıyla köpük yapıyı elde etti.

1950'lere gelindiğinde, viskozitelerini artırmak için ön işleme tabi tutulduklarında sıvı metallerin daha kolay köpüklenebileceği anlaşıldı. Viskoziteyi, yani akışkanın akmaya karşı gösterdiği direnci artırmak yolundaki bu çaba, mevcut eriyiğe oksit parçaları eklenerek, eriyiğin oksitlenmesi yoluyla uygulamaya konuldu. İlgili konudaki araştırmalarda başı çeken alüminyum köpükleştirme çabaları sürerken, William Elliott ve Stuart Fiedler, Amerika Birleşik Devletleri donanması için deneyler yapmaya başladı. Başarılı olan bu çalışmalar neticesinde, 10x20x0,25 santimetre boyutlarında paneller üretebilecek bir fabrika kuruldu ve burada köpüğün çarpışma absorbe etme özellikleri üzerinde çalışmalar yürütüldü.

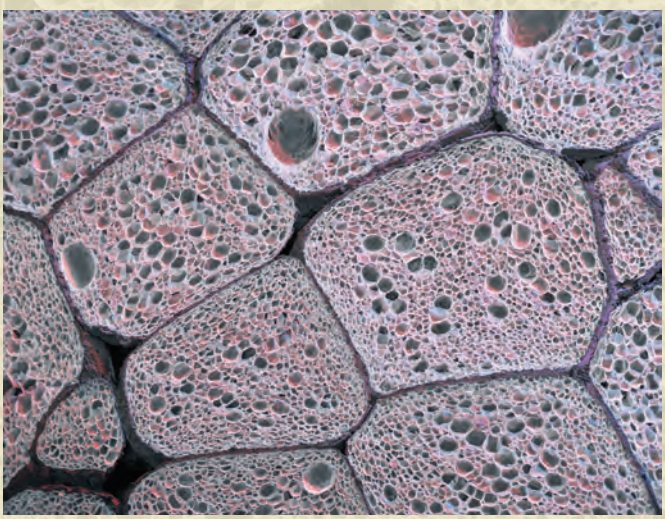
Düşük ağırlığa sahip alüminyum köpük sandviç panel (AFS)

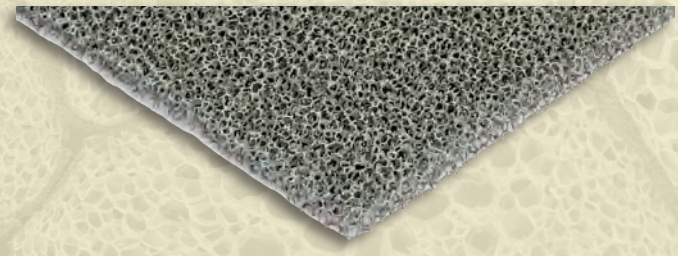




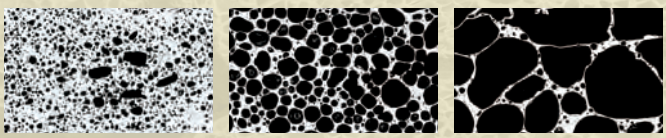


8 cm genişliğinde çinko köpük ve ekmek





Soldan sağa doğru 600°C'de
6., 7. ve 8. dakikada köpüklenen çinko köpük örnekleri.
Siyah noktalar gözenekleri gösteriyor.



# Metalik Köpükleri Cazip Hâle Getiren Özellikleri

Bu özelliklerin başında, yüksek katılık/kütle oranı gelir. Geleneksel panellere göre beş kat daha fazla olan bu oran, düşük ağırlığa karşılık yüksek peklik gerektiren kritik makine parçalarında, metalik köpükleri avantajlı bir alternatif kılar. Bu nedenle, Alman üretici Karmann, ağırlık ve dayanım oranının büyük önem arz ettiği yarış arabalarında çelik paneller yerine gözenekli metalleri test etmeye devam ediyor.

İkinci sırada gelen özellik ise ideal denebilecek bir seviyede olan enerji soğurabilme özellikleri. Neredeyse tersinir ve elastikimsi bir yapıda olan gözenekli metaller, darbe yönlerinde bir ayrım gözetmeksizin, çarpışma enerjisini oldukça yüksek seviyelerde soğurabilir.

Yüksek ses yalıtımı ve ısı iletimi gibi diğer ikincil önemde özellikleri de bulunmasına rağmen metalik köpükler üzerine yapılan araştırmalar daha çok ilk iki başlık etrafında şekillenmiş. Ne var ki, 1950'lerde yükselişe geçen bu araştırmalar, 1980'lere kadar sürecek kısa bir durgunluk dönemine girdikten sonra tekrar yükselişe geçti. Bu yeniden yükselişin sebebiyse o tarihe kadar sonsuz gibi düşünülen enerji kaynaklarının sınırlı olduğunun farkına varılması. Zira, kara, deniz ve hava araçlarının giderek daha kapsamlı ve hacim olarak daha büyük hâle gelmesi, ağırlık sorununu ortaya çıkardı. Bu sorun ise tahmin edileceği üzere daha fazla yakıt anlamına gelir. Kıt kaynaklar göz önünde bulundurulduğunda, bilim dünyası, ağırlığın azaltılmasına karşılık dayanıklılığın nasıl aynı düzeyde tutulacağı üzerine kafa yormaya başladı ve bu özellikleri sağlayan metalik köpüklere olan ilgi hâliyle arttı. Japonya'dan Shinko Wire, Norveç'ten Norsk Hydro ve Kanada'dan Alcan şirketleri yeni üretim teknikleri geliştirdi.

# Metalik Köpüklerin Üretimi

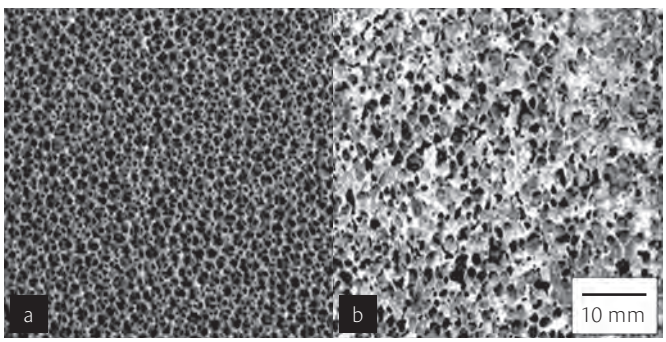
**Karışımın Hazırlanması:** Bu aşamada, metal tozu ve gaz salımına sebep olan üfleme maddesi tozu (blowing agent) sıkıştırılır.

**İlk gözenek oluşumu:** Isının artışıyla birlikte hazırlanan karışımın içinde gaz açığa çıkmaya başlar ve çekirdek yapılar oluşur.

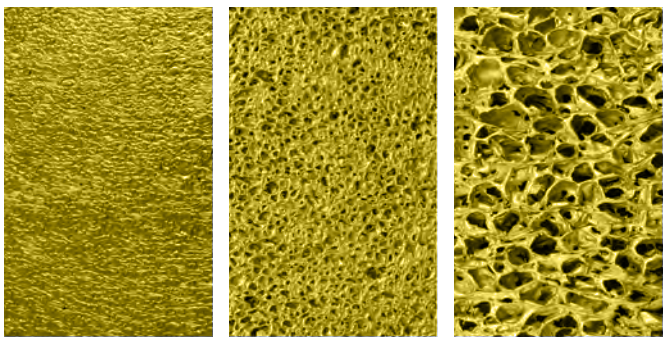
**Gözenek (kabarcık) artışı:** Sıcaklık artışının devamıyla birlikte, oluşan çekirdek yapılar büyümeye ve birleşerek köpük yapıyı oluşturmaya başlar.

**Köpük bozulması:** Gözeneklerin şişmesiyle birlikte bozulma da başlar. Yerçekimi etkisinde, sıvının Plateau sınırlarına doğru akışı drenaja sebep olurken film tabakaları ince ve kararsız hâle gelir ve kabarcıklar birleşmeye başlar.

**Katılaşma:** Ani soğutmanın film tabakalarında deformasyona ve dolayısıyla hücre duvarında çatlaklara yol açabileceği dikkate alınarak soğutma işlemi doğru zamanda gerçekleştirilir.




Açık (a) ve kapalı (b) hücre yapıları



Piyasada yaygın olarak kendine yer bulan üretim teknikleriyle açık ve kapalı olmak üzere iki tipte gözenekli yapı elde edilir. Üç boyutlu gözenek yapısına sahip malzemelerin, diğer bir deyişle köpüklerin, mekanik özellikleri açık veya kapalı gözenek yapısına sahip olmalarına bağlıdır. Gözenekleri birbirinden izole hâlde, bir başka deyişle, her bir gözenek hücre duvarı ile sızdırmazlık derecesinde diğerlerinden ayrılmış ise bunlar kapalı hücreli köpüklerdir.

Açık hücreli köpüklerdeyse gözenekler arasında bağlantı vardır. Her iki yapı biçiminde de %80-95 oranına varan boşluk ve %5-20 oranında malzeme bulunur. Elbette ki bu yapılar tamamen açık ya da tamamen kapalı gözeneklere sahip değildir. Birçok gözenekli malzemede hem açık hem de kapalı gözenekler bulunur.

Sonuç olarak, üstün mekanik özellikleri nedeniyle oldukça ilgi çekici bir malzeme olan metalik köpüklerin ve daha geniş kapsamda gözenekli metallerin, uzay, havacılık ve otomotiv sanayileri başta olmak üzere birçok endüstri kolunda kullanımı hızla yaygınlaşıyor. Hafiflik ve dayanıklılığın önemli olduğu geleceğin dünyasında, yeni üretim tekniklerinin de bulunmasıyla beraber bu malzemelerin altın çağını yaşayacağını söylemek yerinde olur. ■

**Kaynaklar**


Zhenlun, S., Nutt, S.R., "Rheology of Foaming Aluminum Melts", *Materials Science and Engineering*, Cilt 458, s.108-115, 2007.

Banhart, J., Weaire, D., "On The Road Again: Metal Foams Find Favor", *Physics Today*, Cilt 55, s.37-42, 2002.

Hanssen, A.G., Langseth, M., Happerstad, O.S., "Static and dynamic crushing of circular aluminium extrusions with aluminium foam filler", *International Journal Of Impact Engineering*, Cilt 24(5), s.475-507, 2000.

Davies, G.J., Zhen. S., "Review Metallic foams: Their Production, Properties and Applications", *Journal Of Material Science*, Cilt 18, s.1899-1911, 1983.

Sosnick, B., "Method Of Producing Metal Foam", US Patent No: 2,751,289, 1943.

Degischer, H.P., Krist, B., "Handbook of Cellular Metals, Production, Processing and Applications", *Wiley-VCH*, s.1-363, 2002.

Ozan S., Katı N., "Metal Köpükler", 6th International Advanced Technologies Symposium (IATS'11), s.317-320, 2011.

Ozmat B., "Reticulated Metal Foam Build Better Heatsinks", *Power Electronics Technology*, s.30-35, Kasım 2007.

Evans, A.E., Hutchinson, J.W., Ashby, M.F., "Multifunctionality of cellular metal systems", *Progress in Materials Science*, Cilt 43, s.171-221, 1999.

Ashby, M.F., Evans, A.g., Fleck, N.A ve ark., "Metal Foams A Design Guide", *Butterworth-Heinemann*, s.1-233, 2000.

Banhart, J., "Manufacture, Characterisation and Application of Cellular Metals and Metal Foams", *Progress in Materials Science*, Cilt 46, s. 559-632, 2001.

Banhart, J., Baumeister, J., Weber, M., "Damping Properties of Aluminium Foams", *Material Science And Engineering*, Cilt A205, s.221-228, 1996.

Banhart, J., "Foam Metal: The Recipe", *Europhysics News*, Sayı Ocak-Şubat, s.17-20, 1999.

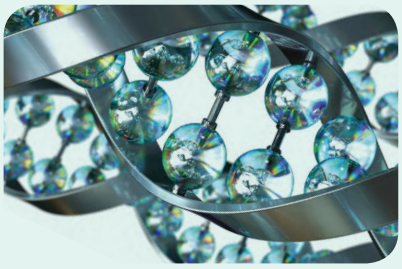
Sertkaya, A. A., "Metal Köpük Isı Değiştiriciler", *Mühendis ve Makina*, Cilt 54, s.22-26, 2013.

# Gelecekte Veriler Silikon Çipler Yerine Sıvılarda Saklanacak

**2040 yılına kadar dünyada yaklaşık 3 septilyon ($3x10^{24}$) bit verinin depolanacağı tahmin ediliyor. Bu kadar büyük boyutlardaki verilerin gelecekte saklanması için hâlihazırda kullanılan çipler yeterli olmayabilir ve alternatif veri depolama yöntemleri gerekebilir.**

**Araştırmacılar da veri saklama konusunda bu alternatif yöntemler üzerinde çalışıyor.**

Dr. Tuncay Baydemir [ *TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi*

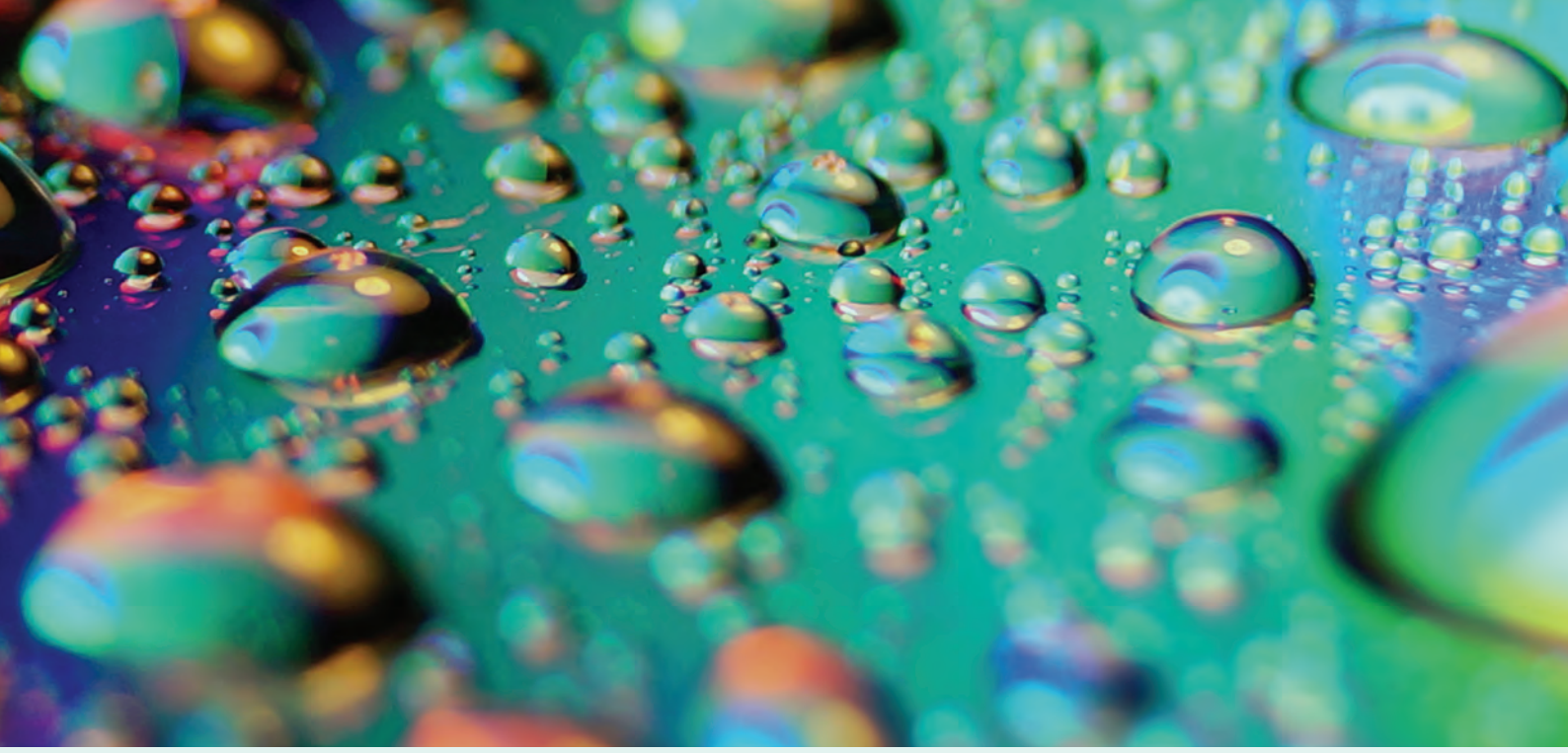


Bu olasılıklar arasında en önemlilerinden biri bilgiyi moleküller üzerine kodlamak. ABD Brown Üniversitesinden araştırmacılar metabolom adı verilen ve biyolojik sistemlerde bulunan şeker, amino asit ve çeşitli küçük moleküllerden oluşan sıvılarda görüntü dosyalarını başarılı bir şekilde depolamak üzere bir yöntem geliştirdi. Metabolomlar taşıyabildikleri bilgi bakımından epeyce zengin kimyasal sistemler olarak değerlendiriliyor. Bu da veri depolamak için önümüzdeki dönemde sıvıları kullanabileceğimiz anlamına geliyor.

Söz konusu araştırmada, Eamonn Kennedy ve arkadaşları önce dijital verileri kimyasal karışımlarda depoladı sonraysa kütle spektrokopisi yoluyla bu verileri geri almayı başardılar. Araştırmada kullandıkları sentetik metabolom, vitaminler, nükleositler, nükleotitler, amino asitler, şekerler ve metabolik ara ürünleri içeren 36 farklı kimyasal maddeden oluşuyor. Bu sayede verilerin tutulduğu her bir çelik plakada, 1400 adet birbirinden farklı veri seti içeren 1536 nokta işaretlenebiliyor. Yapay metabolomlarda depolanan görüntülere ait veri setlerini %99'dan daha yüksek kesinlikte işleyebilen araştırmacılar, yayımladıkları makalede, bu çalışmaları sayesinde küçük moleküllerden oluşan sıvıların veri depolamada kullanılmasının yararları ve kısıtlamaları hakkında elde ettikleri bilgileri paylaştılar (https://doi.org/10.1371/journal.pone.0217364).

Sıvıdaki molekül türlerinin sayısı her bir karışıma yüklenebilecek verinin boyutunu belirliyor. Araştırmacılar yapılan çalışmada 6 ve 12 bit veri depolayabilecek saflaştırılmış metabolitlerden oluşan yapay metabolomlar hazırladı.

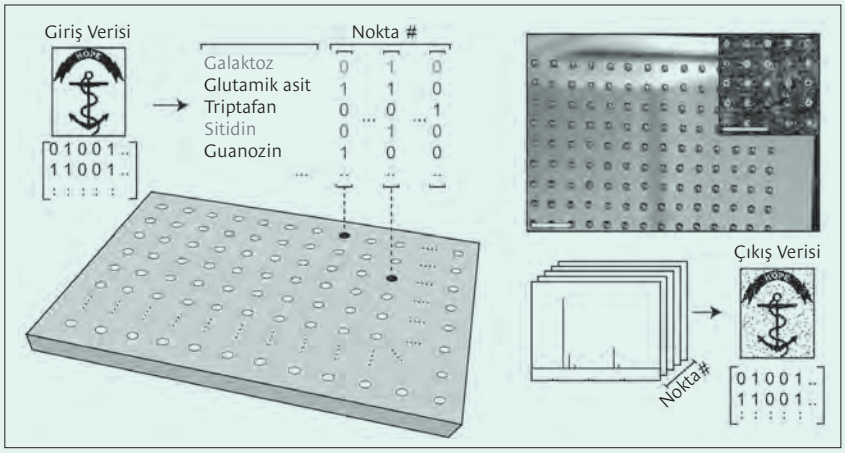
Yöntemde çok küçük hacimlerdeki karışımlar bir çelik plaka üzerine konuyor ve çözücü buharlaştırılıyor. Daha sonra plaka üzerinde kalan kimyasal maddeler kütle spektrometresi ile analiz ediliyor. Gözlenen kütle spektrumunda tepe noktaları kullanılarak hangi metabolitlerin o noktada mevcut olduğu analiz ediliyor ve analiz sonuçları orijinal görüntüyü ortaya çıkarmak için kullanılıyor. Görüntü verileri, her bir karışımda bir bileşiğin varlığına/yokluğuna göre belirleniyor. Örneğin, metabolit karışımında değerleri [0101] olan dört bit ile eşlenen bir nokta, o konumdaki karışımın 2. ve 4. olarak belirlenmiş metabolitleri içerdiğini gösteriyor.







Eamonn Kennedy




Araştırma ekibi geliştirdikleri yöntemle 2 kilobayt büyüklüğe kadar görüntü verilerini kodlamayı ve gerektiğinde bu verileri geri almayı başardılar. Sözü edilen veri büyüklüklerinin modern veri depolama sistemlerine kıyasla hayli küçük olduğunu belirten araştırmacılar, metabolomlarda dijital veri depolama yönteminde bilinmeyenlerin zamanla anlaşılmasıyla ölçeği kolaylıkla yukarı taşıyabileceklerini düşünüyorlar.

Yapılan çalışmada toplamda yaklaşık 100.000 bitlik dijital görüntünün deneysel olarak kodlanması başarıldı. Küçük moleküllü kimyasal bilgi sistemleri üzerine yeni bir bakış açısı sunması bu çalışmanın en önemli başarısı olarak öne çıkıyor.■

**Kaynaklar**

Kennedy, E., Arcadia, C.E. ve ark., "Encoding information in synthetic metabolomes", PLos ONE, 14(7),:e0217364, 2019.

https://www.sciencefocus.com/news/image-files-stored-in-liquid/

# UZAKTAN ALGILAMA

Dr. Kaan Kalkan [ *TÜBİTAK UZAY Teknolojileri Araştırma Enstitüsü*

**Bulunduğumuz coğrafyayı tanımak ve onu haritalamak ilk insandan günümüze süregelen bir merak. Yaşadığımız coğrafyayı haritalamak ve detaylarını bilmek istiyoruz. Bunu kimi zaman yüksek bir tepeye çıkarak çizdiğimiz resimlerle, kimi zaman da uzun deniz seferleriyle yaptık.**



**Ama teknolojinin gelişimi ile birlikte artık yeryüzü ile ilgili bilgileri uzaktan elde etmeye başladık. Aslında uzaktan algılama teknolojisinin doğmasında ve gelişmesindeki temel amaç, bulunduğumuz yerde gördüğümüzden daha fazlasını görmek.**

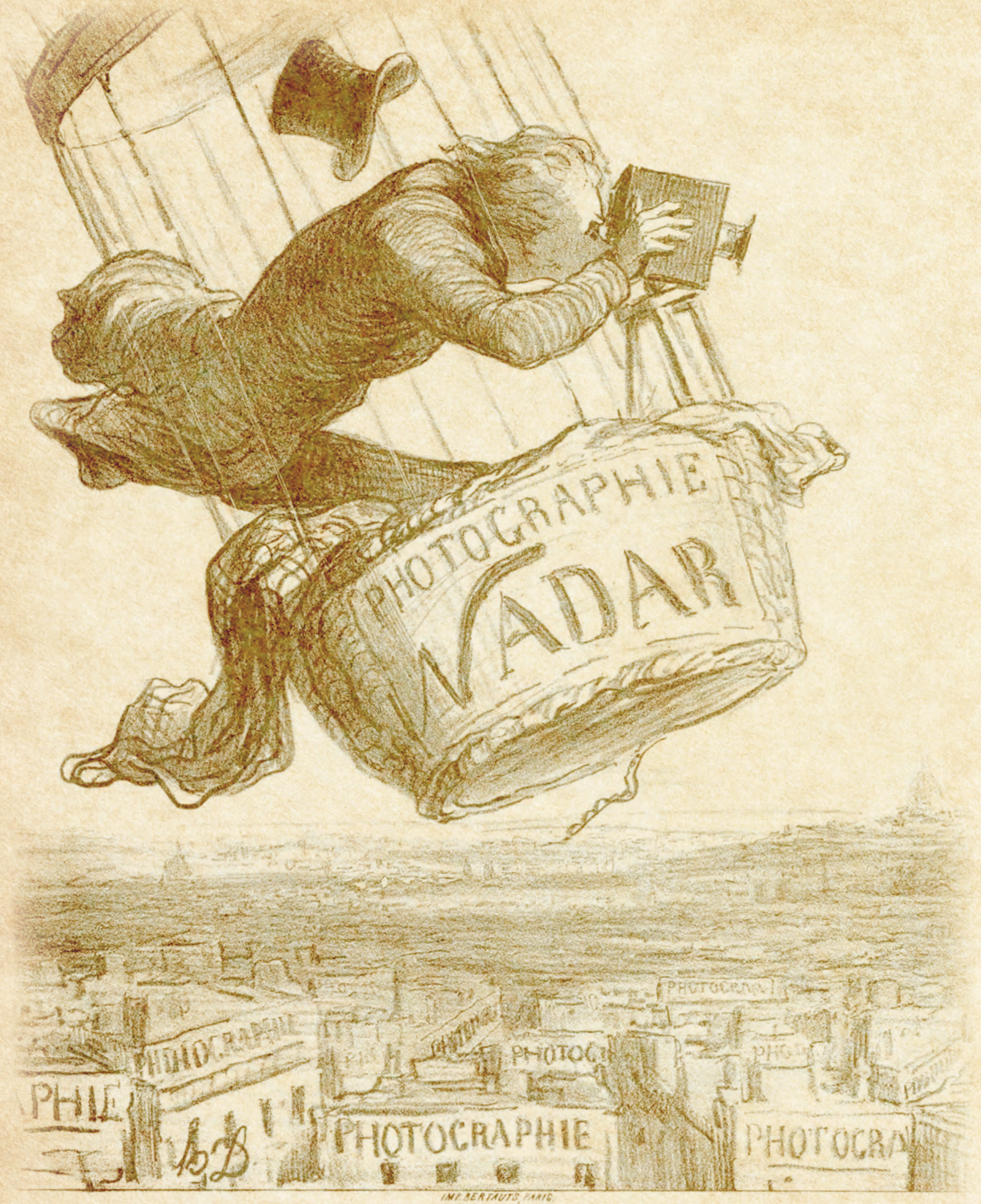
Uzaktan algılama, hava araçları ve uydular aracılığı ile fiziksel bir temas olmadan yeryüzü görüntüleri çekip bunları inceleyerek bilgi edinmeyi amaçlayan bir bilim dalı. Uzaktan algılamada kullanılan algılayıcılar yeryüzünden yansıyan enerjiyi kaydeder. Bu algılayıcılar aktif veya pasif olarak ikiye ayrılır. Pasif algılayıcılar, harici bir enerji kaynağından gelen, yeryüzünden yansıyan veya yayılan doğal enerjiyi kaydeder. Genellikle bu enerjinin kaynağı yansıyan güneş ışığıdır. Aktif algılamada ise, algılayıcılar kendi enerji kaynaklarından gönderdikleri ve geri yansıyan enerjiyi kaydeder. Örneğin, lazer ışını gönderen bir uzaktan algılama sistemi, gönderdiği lazer ışınının yeryüzüne çarptığı andan algılayıcıya ulaştığı zamanı ölçer. Tanımlamalarda yeryüzü diye bahsedilse de uzaktan algılama ile sadece Dünya ile ilgili değil diğer gökcisimleri ile ilgili de bilgiler toplanır.



Uzaydan çekilen en bilinen dünya fotoğrafı NASA tarafından Mavi Bilye (Blue Marble) olarak adlandırılan fotoğraftır. Bu fotoğraf 7 Aralık 1972'de Apollo 17 uzay aracında bulunan astronotlar tarafından çekilmiştir.

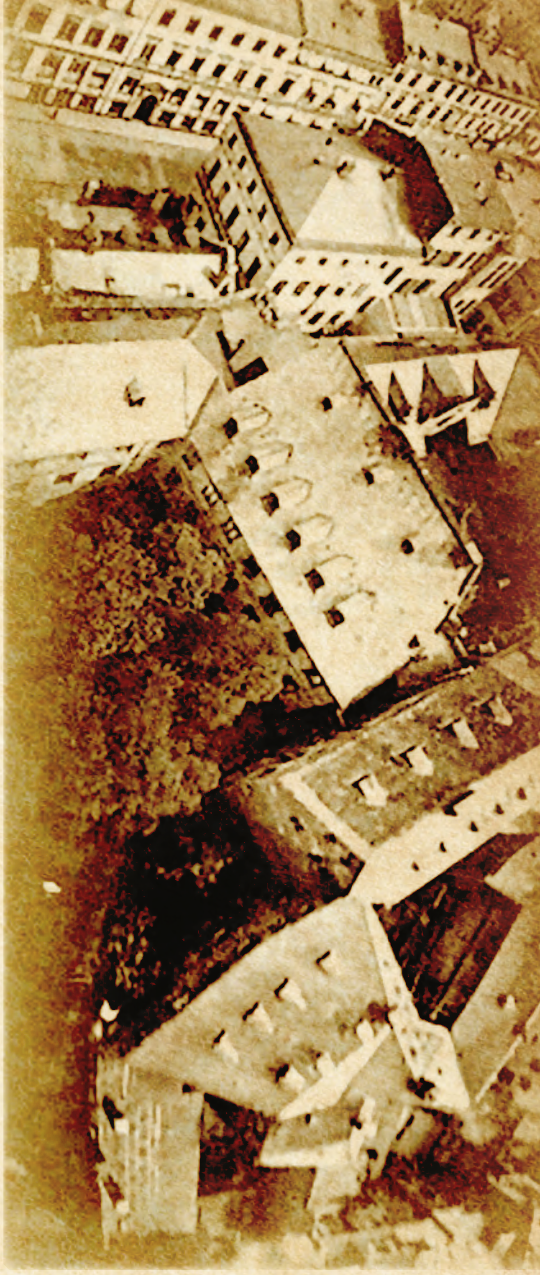
NASA

Uluslararası Uzay İstasyonu'ndan
astronotlar tarafından çekilen İstanbul gece görüntüsü
(9 Ağustos 2012) NASA




NADAR élevant la Photographie à la hauteur de l'Art

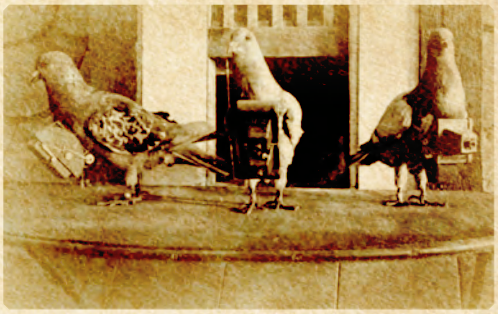
Günümüzde birçok teknolojinin altyapısı gibi, uzaktan algılama teknolojisi de askeri amaçlarla yapılan bilimsel araştırma geliştirme faaliyetleri ile hızla gelişti. Fotoğrafın keşfinden sonra hep daha fazlasını görme merakımız güvercin ve balonları kullanarak havadan görüntüler çekmemize, daha geniş alanları görüntülememize imkân verdi. Hem kuşlar gibi uçmak hem de kuşlar gibi görmeye özendiğimizden, ilk havadan çekimler fotoğrafçı güvercinler aracılığıyla yapıldı.









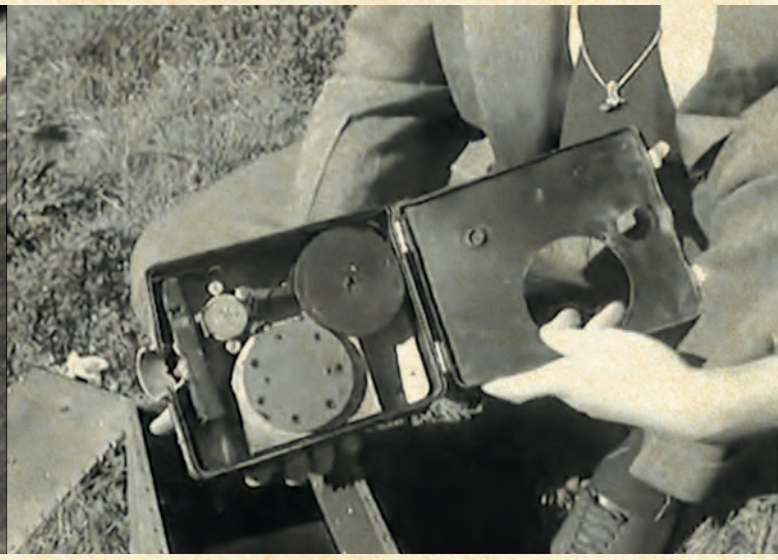


Fotoğrafcı güvercinler ve
Frankfurt'tan çektikleri fotoğraflar

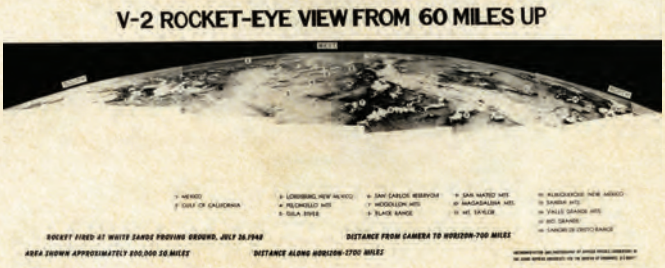

PHOTOGRAPHY

Armored Camera Survives V-2 Flight, Photographs Earth at 65-Mile Height





24 Ekim 1946'da New Mexico eyaletindeki
White Sands Füze Test Alanı'ndan ateşlenen V-2 roketi tarafından
atmosfer dışından çekilmiş ilk Dünya fotoğrafı (üstte)




I. Dünya Savaşı sırasında önemi ciddi anlamda fark edilen hava fotoğrafçılığı, II. Dünya savaşında ülkeler arasındaki silahlı gücün yanı sıra istihbarat anlamında da birbirlerinin önüne geçebilecekleri bir teknoloji olarak hızla gelişti. Alçak irtifadan yüksek çözünürlükte görüntülerin çekilebilmesi ve yerden gelecek tehditlere karşı konulabilmesi için en yetenekli pilotlar hava fotoğrafçılığı uçuşlarına görevlendirildi. Aynı dönemde optik ve kamera teknolojisi üzerine çalışmalar da hızlandı. Böylece daha yüksek irtifalardan daha yüksek çözünürlükte görüntülerin çekilebilmesi amaçlandı. Görüntü çekmenin yanı sıra görüntü yorumlama ve işlemenin de önemi bu dönemde fark edildi. Hollywood uzmanları görüntü yorumlama sektöründe çalıştılar. Daha sonraları sayısal görüntülerin ve hesaplama gücünün artmasıyla, görüntü analizi uzmanlarının yerini sayısal görüntü işleme yöntemleri aldı.

Alman V-2 roketleri ile uzaydan çekilen ilk fotoğrafın ardından, uzaydan yer gözlem amaçlı görüntü çekilebileceği fikri hızla gelişti. Rusya ve ABD öncülüğünde, günümüze kadar birçok ülke tarafından yer gözleme amaçlı yüzlerce uydu fırlatıldı.

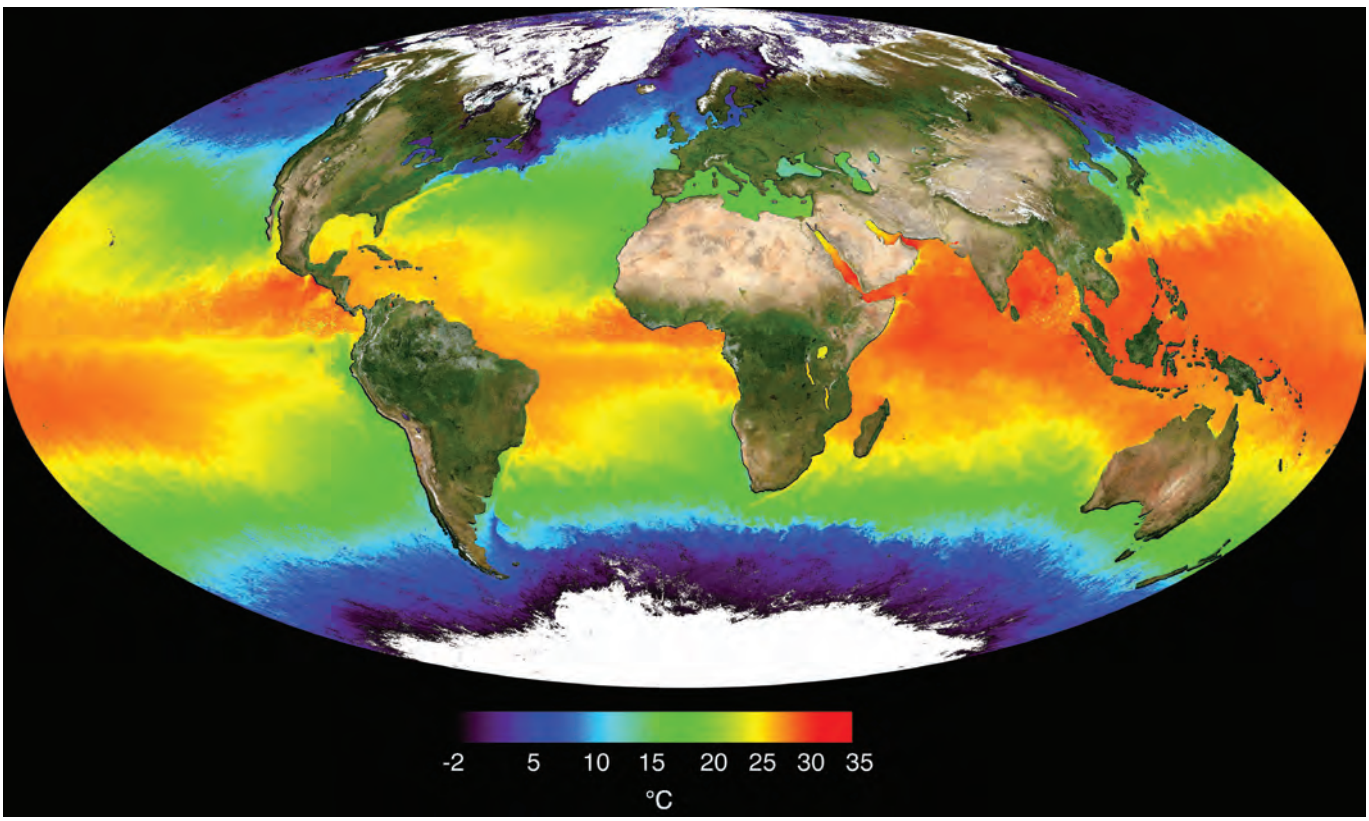
İngiliz Hava Kuvvetlerine ait keşif görüntüleme uçağı (1916)



Alçak yörüngede (LEO) bulunan ve aynı zamanda yer gözleme amaçlı fırlatılan casus uyduların (spy satellites) yanı sıra yer sabit yörüngede bulunan meteoroloji uydularına da yer gözlemi ve meteorolojik araştırmalar için kameralar yerleştirilir. Yer gözlem uydularının ilk fırlatıldığı dönemlerde çekilen görüntülerde, görüntünün yeryüzünde kapsadığı bir pikselin boyutu (mekansal-uzamsal çözünürlük) 100 metrenin üstündeyken, günümüzde ticari yer gözlem uyduları 50 cm'nin altındaki çözünürlüklere ulaşmıştır. Burada bahsi geçen çözünürlük kavramı, görüntüdeki bir pikselin yeryüzünde 50x50 cm'lik bir alanın renk bilgisini ifade etmesidir. Bu değerleri 2x5 metrelik bir araç üzerinden örneklersek, bu araç 50x50 cm çözünürlüklü bir görüntüde 4x10 yani 40 piksellik bir yer kaplar. Bu çözünürlük bu aracın uydudan görülebilmesi için yeterlidir. Casus faaliyetler amacıyla fırlatılan uydular ise daha alçak yörüngede konumlandırıldığından daha yüksek çözünürlüklü görüntüler elde edilebiliyor. Uzaydaki casus uydular aracılığıyla okuduğumuz gazetelerin bile görülebileceğine dair söylentiler gün geçtikçe daha da artacak ve yakın gelecekte uydu kameralarının çözünürlüğü ciddi anlamda yükselecektir. Yine de uydu kameraları söz konusu olduğunda atmosferik etkileri ve optik kurallarını unutmamak gerekir.

Uzaktan algılamanın birçok uygulama alanı bulunuyor. Coğrafya, haritalama, ormancılık, tarımsal faaliyetlerin izlenmesi, hidroloji, ekoloji, meteoroloji, oşinografi, jeoloji, buzul bilimi, askeri amaçlar, şehir planlama, afet yönetimi, tabii kaynakların yönetimi bunlardan yalnızca bazılarıdır. Görünür bölgede, yani insan gözünün algıladığı ışık tayfında, çekilen görüntülerin yanı sıra kızılötesi, RADAR, mikrodalga ve termal gibi insan gözünün algılayamadığı dalga boylarında çekilen görüntüler ile de birçok farklı araştırma yapılabiliyor. Gelişen algılayıcılar, insan gözünün ayırt edemeyeceği özelliklerin gelişmiş kamera sistemleri ile algılanabilmesini ve işlenebilmesini sağladı. Bu tip algılayıcılar sayesinde, uydu görüntüleri ile jeolojik araştırmalar, bitki stresinin belirlenmesi vb. detaylı araştırmaların yapılmasının önü açıldı.

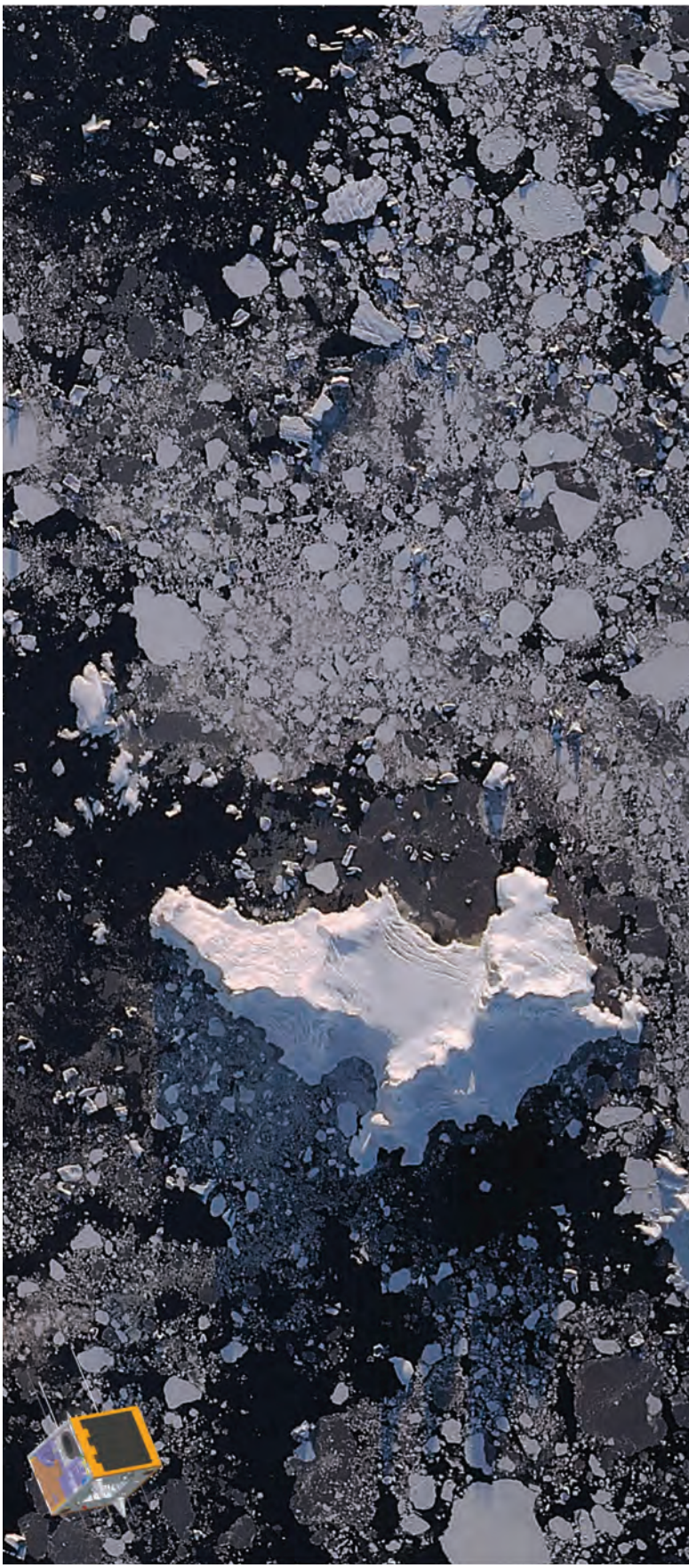
Okyanus ve Denizlerin Yüzey Sıcaklığı (MODIS Uydusu) NASA



Örneğin, uydulara yerleştirilen termal kameralar ile okyanus sıcaklıklarındaki değişiklikler ve şehirlerde oluşan ısı adaları belirlenebiliyor. Su altı araştırmalarında kullanılan uzaktan algılama yöntemi olan SONAR (Sound Navigation and Ranging) sistemlerde okyanusun derinlerine inmeden okyanus tabanı ile ilgili haritaların üretilmesi mümkün.

Görüntüleme sıklığı, uzaktan algılama açısından önemli bir etmendir. Örneğin; bir havzadaki kaçak yapılaşmanın izlenmesi için uydu görüntülerinden faydalanılması gerekiyorsa, hem bu yapılaşmanın uydu görüntülerinde belirecek büyüklükte olması hem de yapılaşma öncesi ve sonrası çekilmiş görüntülere ihtiyaç duyulur. Bu noktada, aynı bölge için ne kadar sıklıkta görüntü elde edilebildiği önem taşır. Hava fotoğraflarında uçuş sıklığı ile çözülebilecek bu sorun, uydu görüntülerindeyse takım uydular ile çözülür. Takım uydular sayesinde aynı bölgeden günübirlik görüntü alınması bile mümkün. Aynı örnek orman yangınından etkilenen alanların belirlenmesine uyarlandığında, orman yangınından önce ve sonra çekilmiş görüntüler aracılığıyla ne kadarlık alanın yandığı hızlıca tespit edilebilir.

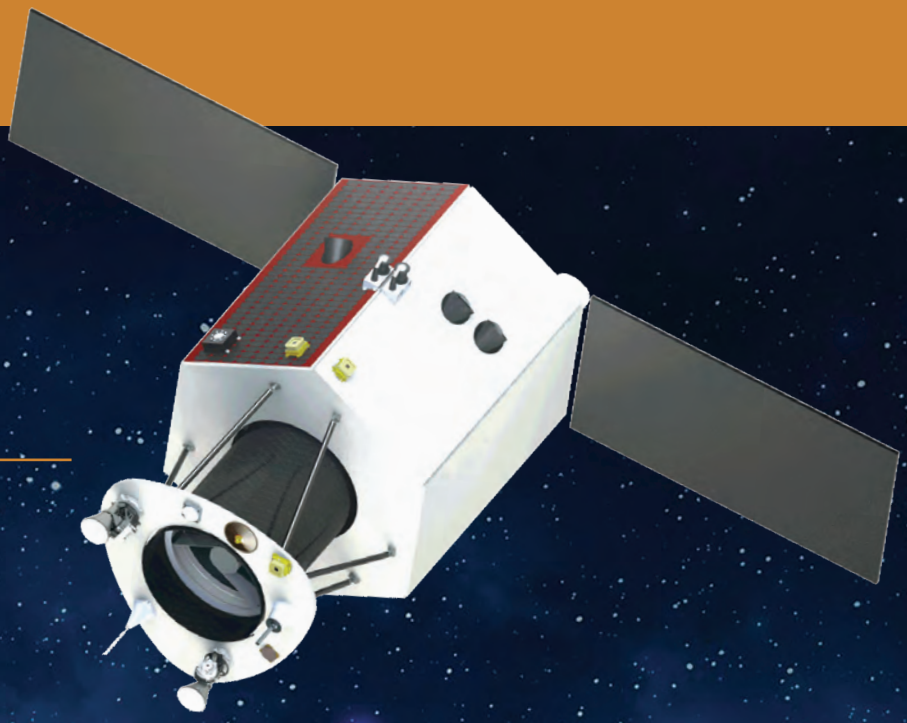
Uydu görüntülemesinin en büyük avantajı aynı anda geniş alanlara ait görüntülerinin elde edilebilmesi ve dünyanın her yerinden görüntü alınabilmesidir. Bu özellik, uyduları hem istihbarat açısından önemli bir yere konumlandırmakta, hem de geniş alanların gözetlenmesinde başlangıç maliyeti yüksek olsa da uzun dönemde ekonomik bir çözüm olarak sunmaktadır. Uydu görüntüleri dünya üzerinden birçok devlet tarafından, orman alanlarının değişimi, sulak alanların takibi, tarımsal faaliyetlerin izlenmesi, açık maden sahalarının gözlenmesi gibi birçok alanda aktif olarak kullanılıyor. Yer gözlem uyduları ve hava fotoğrafı elde etme amaçlı uçuş yapan uçaklardan çekilen bu görüntüler sayısal görüntü işleme yöntemleriyle işleniyor ve böylece yeryüzü hakkında farklı analizler üretiliyor.



RASAT uydumuz tarafından
6 Mayıs 2016'da çekilen Antarktika görüntüsü

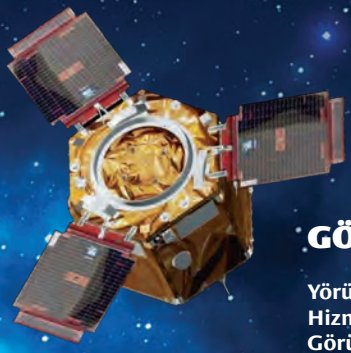

TÜBİTAK
UZAY

# UYDULARIMIZ



## İMECE

| | |
|---|---|
| **Yörünge** | : 680 km dairesel |
| **Hizmet Ömrü** | : 5 yıl |
| **Görüntü Alanı (1 kare)** | : 13,9 km x 16,2 km |
| **Ağırlık** | : 800 kg |
| **Çözünürlük** | : PAN 1 m - RGB 3,5 m |
| **Fırlatma Tarihi** | : |



## GÖKTÜRK-2

| | |
|---|---|
| **Yörünge** | : 686 km dairesel |
| **Hizmet Ömrü** | : 5 yıl |
| **Görüntü Alanı (1 kare)** | : 20 km x 20 km |
| **Ağırlık** | : 409 kg |
| **Çözünürlük** | : PAN 2,5 m - MSI 5 m |
| **Fırlatma Tarihi** | : 18 Aralık 2012 |





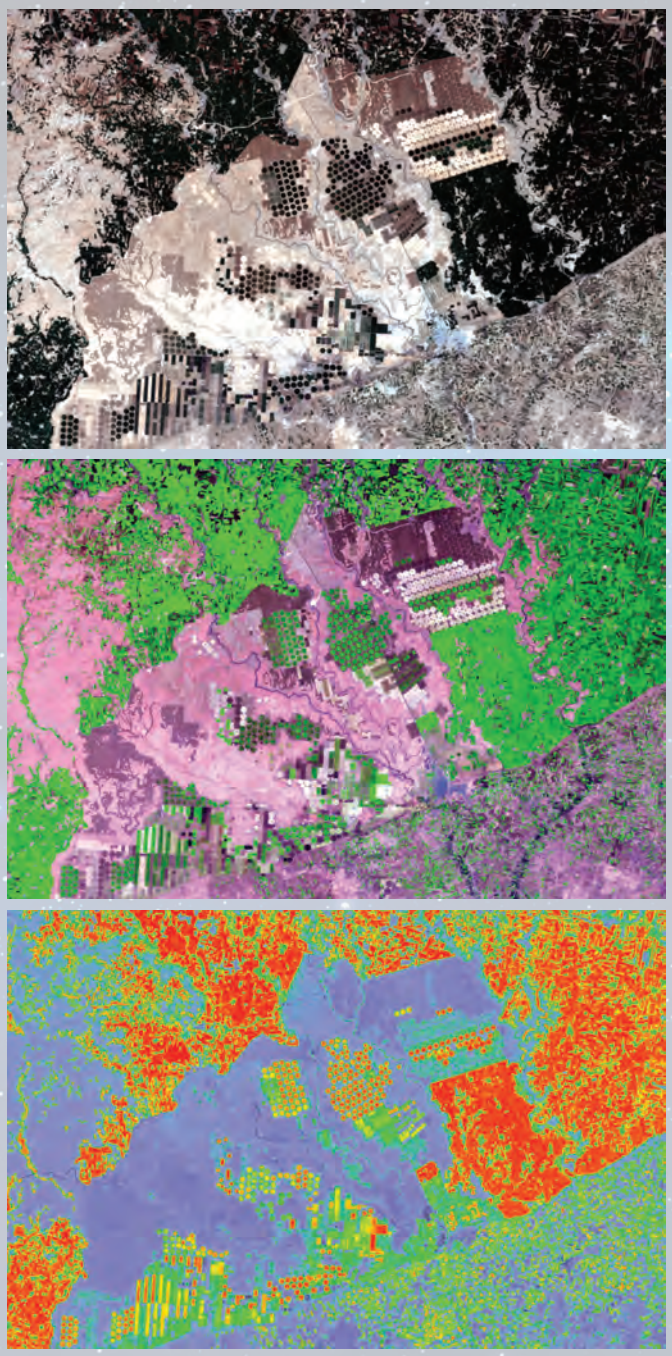
## RASAT

| | |
|---|---|
| **Yörünge** | : 689 km dairesel |
| **Hizmet Ömrü** | : 3+ yıl |
| **Görüntü Alanı (1 kare)** | : 30 km x 30 km |
| **Ağırlık** | : 93 kg |
| **Çözünürlük** | : PAN 15 m - MSI 7,5 m |
| **Fırlatma Tarihi** | : 17 Ağustos 2011 |

## BİLSAT

| | |
|---|---|
| **Yörünge** | : 686 km dairesel |
| **Hizmet Ömrü** | : 3 yıl |
| **Görüntü Alanı (1 kare)** | : 55 km x 55 km |
| **Ağırlık** | : 129 kg |
| **Çözünürlük** | : PAN 12 m - RGB 26,7 m |
| **Fırlatma Tarihi** | : 27 Eylül 2003 |

Uzaktan algılama, birçok bilim dalı ve yöntembilim ile iç içe geçmiş durumda. Örneğin, uzaktan algılama ve yer gözlem teknolojileri ile elde edilen analizler ve görüntüler Coğrafi Bilgi Sistemleri ile analiz edilip görselleştiriliyor. Ayrıca, çekilen görüntü sayısı gün geçtikçe arttığından, büyük veri hesaplama, derin öğrenme gibi yapay zekâ yöntemleriyle bu görüntüler anlamlandırılmaya çalışılıyor.



Landsat 8 Gerçek Renkli Görüntü - Ceylanpınar Tarım Alanları
Çekim Tarihi: 21.08.2018 / Kaynak: USGS

Türkiye'nin bugüne kadar yer gözleme faaliyetlerinde kullandığı kendisine ait uydular vardır. 2003 yılında fırlatılan ve bir teknoloji transferi uydusu olan BİLSAT bu anlamda Türkiye'nin ilk yer gözlem uydusudur. Bu uydudan kazanılan birikim ile TÜBİTAK Uzay Teknolojileri Araştırma Enstitüsü (TÜBİTAK-UZAY) tarafından 2011 yılında yapımı tamamlanan ve yörüngeye fırlatılan RASAT uydusu, tasarımı ve üretimi Türkiye'de gerçekleştirilen ilk yer gözlem uydusudur. Aynı birikim TÜBİTAK-UZAY ve TAI işbirliği ile geliştirilen Göktürk-2 uydusuyla devam etmiştir. 2012 yılında fırlatılan ve 2,5 metre uzamsal çözünürlüğe sahip Göktürk-2 uydusu operasyonel olarak görüntü çekmeye devam ediyor.

Türkiye'de yürütülen uzay çalışmaları yolunda, metre altı çözünürlükte yer gözleme kabiliyetine sahip olan Göktürk-1 uydusu yurt dışı alım ile temin edildi ve 0,5 metre çözünürlükte çektiği görüntülerle 2016 yılının Aralık ayından bu yana ülkemize hizmet etmeye devam ediyor. BİLSAT, RASAT ve Göktürk-2 tecrübesiyle metre altı uydularda kullanılabilecek uydu alt sistemlerinin Türkiye'de geliştirilmesi için gereken altyapının oluşturulması hedefiyle başlatılan IMECE Uydu projesinin TÜBİTAK-UZAY tarafından 2021 yılında tamamlanması hedefleniyor. Proje sonunda üretilen uydu uzaya fırlatılacak. İMECE uydusu sayesinde Türkiye kendi elektro-optik kamerası ile metre altı çözünürlükte görüntüler elde edebilecek. Aynı zamanda, bu proje kapsamında yerli ve milli imkânlarla geliştirilen uydu alt sistemleri gelecekte üretilecek diğer yer gözlem uydularımız için de altyapı oluşturacak. ■

**Kaynaklar**


http://www.bbc.co.uk/history/worldwars/wwtwo/aerial_recon_gallery_08.shtml
http://blog.gezgin.gov.tr/?p=1791
https://en.wikipedia.org/wiki/Aerial_reconnaissance_in_World_War_I
https://en.wikipedia.org/wiki/Pigeon_photography
https://earthexplorer.usgs.gov/
https://www.nasa.gov/image-feature/apollo-17-blue-marble
https://www.nasa.gov/mission_pages/station/multimedia/gallery/iss032e017547.html
https://visibleearth.nasa.gov/view.php?id=55878

Doğa
Fauna

# Namib Böceği

Dr. Bülent Gözcelioğlu [ *turkiye.dogasi@tubitak.gov.tr*



Dünyanın en yaşlı çölü olarak kabul edilen Namib Çölü'nde sıra dışı canlılar yaşar. Çöller sanıldığı gibi cansız değil, aksine alışılmadık canlıların yaşadığı olağan dışı yaşam alanlarıdır. Susuzluğa çok farklı şekillerde çare bulmuş bu canlılar, sadece doğabilimcilerin değil farklı disiplinlerdeki bilim insanlarının da dikkatini çekiyor. Su sorununa karşı çöl canlıları üzerinde araştırmalar yürütülüyor. Bu araştırmalara konu olan canlılardan biri de Namib böceği.

Bilindiği gibi Namib Çölü, çöl olmasına rağmen okyanusa kıyısı olan bir yer. Çölün Atlas Okyanusu'na bakan kıyısında sabah saatlerinde bir sis oluşur. Welwitschia bitkisi ve Namib böceği gibi canlılar bu sisteki suyu kullanarak çölde yaşayabilir. Namib böceği (*Stenocara gracilipes*), su ihtiyacını Namib Çölü'nde sabahın erken saatlerinde oluşan sisten karşılar. Böcek eğimli bir yerde başı aşağı, sırt ve kanat kısmı ise yukarı doğru gelecek şekilde yaklaşık 45 derecelik bir açıyla durur. Havadaki nemde bulunan su molekülleri, böceğin sert kabuk yapısında bulunan hidrofilik (su seven) ve hidrofobik (su iten) yüzeylerin bir arada olduğu bölgede toplanır ve eğimli duruştan dolayı böceğin ağzına iner.

Doğadan ilham alan teknolojik ürünlerin geliştirilmesine biyobenzetim denir. Bilim insanları, biyobenzetim yaklaşımıyla, Namib böceğinin sırt yapısındakine benzeyen yani hidrofilik (su seven) ve hidrofobik (su iten) bir yüzey oluşturarak su toplama sistemi denemeleri ve prototipleri tasarlıyorlar. Temiz su ihtiyacı devamlı olarak artacağı için gelecekte bu gibi sistemler ile su sorununa çözüm bulunabilir.



# Düşünme Kulesi

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

# Ayın Oyunu: SIKIŞIK TOPLAMLAR

### Sıkışık Toplamlar Oyununun Kuralları

Her satır ve sütunda tam iki kareyi karalayın. Kalan boş karelere, her satır ve sütunda birer tane olacak şekilde 1'den 4'e rakamları yerleştirin.

Dışarıda verilen sayılar ilgili satır veya sütunda karalanmış karelerin arasındaki rakamların toplamını göstermektedir.

| | 4 | 0 | 0 | 9 | 4 | 5 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 4 | | | | | | |
| 8 | | | | | | |
| 4 | | | | | | |
| 1 | | | | | | |
| 1 | | | | | | |
| 8 | | | | | | |

| | 3 | 3 | 0 | | 7 | 9 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 3 | | | | | | |
| 3 | | | | | | |
| 2 | | | | | | |
| 4 | | | | | | |
| 10 | | | | | | |
| 5 | | | | | | |

| | 1 | 7 | | 4 | 2 | 5 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 7 | | | | | | |
| 0 | | | | | | |
| | | | | | | |
| 10 | | | | | | |
| 5 | | | | | | |
| 5 | | | | | | |

| | | | 4 | 10 | 1 | 2 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | |
| 5 | | | | | | |
| 8 | | | | | | |
| 4 | | | | | | |
| 9 | | | | | | |
| 1 | | | | | | |

## Sıkışık Toplamlar Oyunu - Örnek Çözüm

| | 5 | 6 | 7 | 6 | 5 | 3 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 3 | 2 | | 3 | | 1 | 4 |
| 2 | 3 | 4 | | 2 | | 1 |
| 10 | | 2 | 1 | 4 | 3 | |
| 4 | 1 | | 4 | | 2 | 3 |
| 0 | 4 | 1 | 2 | 3 | | |
| 3 | | 3 | | 1 | 4 | 2 |

## Ödüllü soru

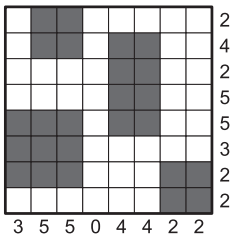
▼ SIKIŞIK TOPLAMLAR sorusunu çözüp okla gösterilen satırların içeriğini yazarak, ad, soyad ve adres bilgileri ile birlikte **dusunme.kulesi@tubitak.gov.tr** adresine gönderen okurlar arasından çekilişle belirlenecek 10 kişiye TÜBİTAK Popüler Bilim Kitapları tarafından yayımlanmış ***Yaşamın Kıyısında:*** *Hayatta Kalma Bilimi* başlıklı kitap hediye edilecek. Çekiliş sonuçları dergimizin facebook ve twitter hesaplarından önümüzdeki ayın ilk haftasında duyurulacak. Geçen ayın ödüllü Bölgesel Sudoku sorusunu doğru yanıtlayan ve kitap ödülü kazanan okurlarımızın listesi facebook ve twitter hesaplarımız üzerinden duyuruldu.

**www.bilimteknik.tubitak.gov.tr**

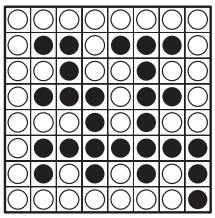
| | 4 | 8 | 7 | | 0 | 9 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 9 | | | | | | |
| ▶1 | | | | | | |
| 1 | | | | | | |
| 6 | | | | | | |
| ▶2 | | | | | | |
| | | | | | | |

**Ok doğrultusundaki içeriği yazın.**
Karalı hücre için "x" yazın. Örnek çözümün ilk satırı 2X3X14 şeklinde yazılmalıdır.

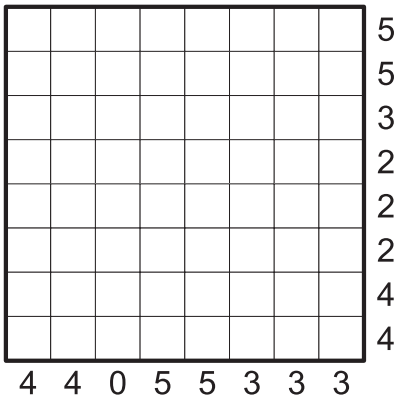
**Radar**
Örnek Çözüm

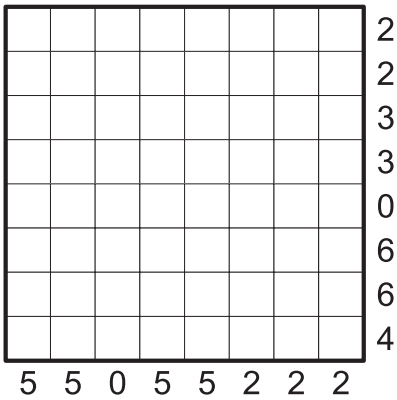



**Ying Yang**
Örnek Çözüm

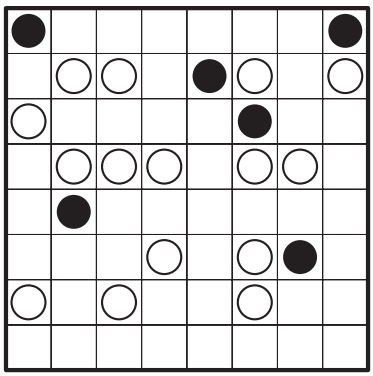


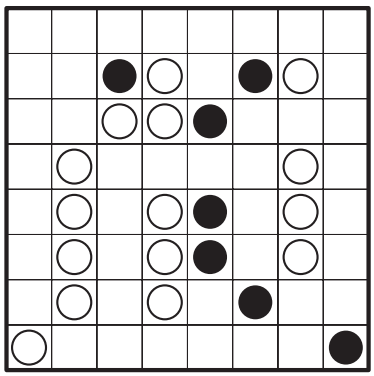
**Radar:** Tabloda enleri veya boyları en az iki birim olan ve birbirlerine çaprazdan bile değmeyen bulutlar bulunmaktadır. Dışarıdaki sayılar o satır veya sütundaki bulut parçalarının toplamını belirtmektedir.




**Ying Yang:** Diyagramın tamamını siyah veya beyaz dairelerle doldurun. Tüm kareler dolduğunda siyah ve beyaz daireler iki ayrı bölge oluşturmalıdır. Çözümde aynı renkten oluşmuş 2x2'lik bir kare bulunmamalı.





## Geçen Sayının Çözümleri

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

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

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

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

**Bölgesel Sudoku**

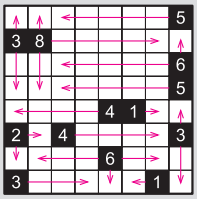
| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 2 | 4 | 6 | 1 | 3 | 5 |
| 6 | 1 | 4 | 3 | 5 | 2 |
| 5 | 6 | 3 | 4 | 2 | 1 |
| 1 | 5 | 2 | 6 | 4 | 3 |
| 3 | 2 | 1 | 5 | 6 | 4 |
| 4 | 3 | 5 | 2 | 1 | 6 |

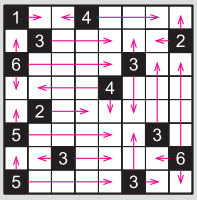
**Ödüllü Soru: Bölgesel Sudoku**

| | | |
|---|---|---|
| 3 | 89 | 8 |
| 6 | 3 | 91 |
| 91 | 8 | 1 |

| | | |
|---|---|---|
| 86 | 1 | 13 |
| 5 | 93 | 2 |
| 9 | 6 | 85 |

**Yüz**





**Işın Ağı**

Satranç

Kıvanç Çefle [ *btsatranc@tubitak.gov.tr*

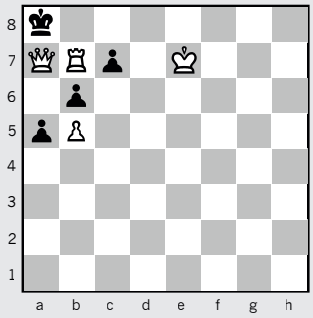
# Kafesi Açmak



**Bu ay bir retrograd analiz problemini ele alacağız. Acele etmeden, aşamalar hâlinde bu problemi çözeceğiz.**

**Nasıl olmuşsa olmuş, bir oyunda Diyagram 1'deki pozisyon ortaya çıkmış:**

**Diyagram 1**
*S. Stambuk*
Problem, 1951



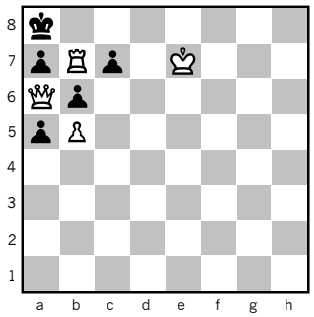

**Bize sorulan şu:**
**Oynanan son hamle neydi?**

**Bunu bilemeyecek ne var? Bir defa, şah çektiğine (hatta mat ettiğine) göre son hamleyi beyaz veziriyle yaptı. B8'den (yani zaten şah çekmişken)**

**a7'ye gelip şah çekmiş olamayacağından, a6'dan a7'ye geldi. Elbette, bu hamleyi yapabilmesi için önceden a7'de duran bir taşı almış olmalı. Mesela bir piyonu. Yani son hamle pekâlâ Va6xPa7 olabilir. İşte çözüverdik bu bilmeceyi, oldu bitti. Sıradaki?**

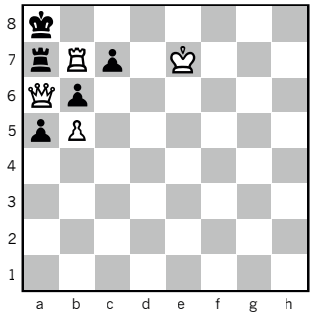
**Ama kazın ayağı öyle değil işte! Retrograd analiz problemlerini çözerken sondan başa doğru, hamleleri geriye ala ala ilerleriz. Burada da Va6xPa7 hamlesini geriye alıp pozisyona bir daha bakalım (Diyagram 2). Şimdi a6'da beyaz vezir ve a7'de siyah piyon var. O da ne? Karşımızda "kural dışı" bir pozisyon duruyor! a7 ve c7 piyonları başlangıç karelerinde duruyor, b6 piyonu da b7'den gelmiş olmalı. Ama o zaman a5'teki piyonun oraya nereden geldiğini açıklayamayız. Demek ki basit gibi görünen bu soru biraz daha özen istiyor. Son hamleyi kesin bir şekilde tanımlayabilmek için a7'de alınan taşı doğru olarak belirlemeliyiz.**

**Diyagram 2**



a7'de alınan taş kale olamaz. Çünkü o zaman "retropat" dediğimiz durum ortaya çıkar. (Diyagram 3).

**Diyagram 3**

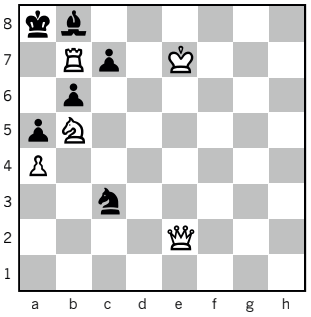


Diyagram 3'te geriye doğru oynama sırası siyahta. Ancak siyahın hiçbir taşına geriye doğru bir hamle yaptıramayız, yani bu bir "retropat" durumu. Sonuç olarak a7'de alınmış taş kale olamaz.

a7'de alınan taş at da olamaz. Çünkü o zaman siyahın son hamlesinde atını c8 ya da c6'dan a7'ye oynamış olması gerekir. Oysa her iki karedeyken beyaza şah çekmiş durumdadır. Ama şah çekmiş bir taşın rakip buna yanıt vermeden hamle yapması kural dışıdır. Yani bu konum da mümkün değildir.

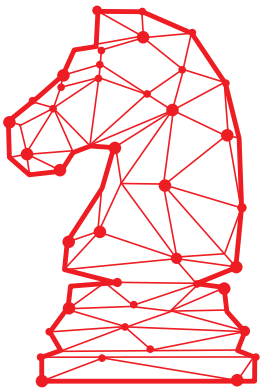
a7'deki taşın fil olma olasılığı ilginç. Çünkü bu durumda son hamlede b8'de duran siyah fil a7'deki bir atı alarak buraya gelmiş olabilir. Bunun öncesinde beyaz a4xb5 hamlesini yapmıştır. Mesela b5'te duran bir siyah atı almıştır. Böylece "kafes" açılır: Siyah atıyla hamleler yaparken önce vezir a6'yı terk eder (örneğin e2'ye gelir), daha sonra da a7'deki beyaz at b5'e oynar ve... Sanki oldu! (Diyagram 4)

**Diyagram 4**



Ama hayır... Siyah fil, şah ve beyaz kale hâlâ kafesin içindeler ve "geriye doğru oynayarak" onları oradan çıkarmanın yolu yok. Vezirin a7'deki bir fili almış olabileceği şeklindeki teorimiz de bu noktada iflas etti. Ama ümidimiz tükenmedi. Gözden geçirmediğimiz son bir ihtimal kaldı: a7'de alınmış taş, beyaz vezir olabilir.

Bu gerçekten de her şeyi açıklıyor. Yukarıda, fil için oluşturduğumuz senaryo burada da aynen geçerli: b8'de duran siyah vezir a7'deki atı almıştır, onun öncesinde beyaz a4xb5 hamlesini yapmıştır, vesaire vesaire. Ama fark şu: Diyagram 4'te, b8'de siyah fil değil, siyah vezir duruyor olacak. Filden farklı olarak, konumu geriye sardığımızda, vezir sekizinci yatayda hareket ederek kafesten çıkabilir, onu da siyah şah ve kale takip eder. Sonuç: Diyagram 1'deki pozisyonun oluşumundan önce oynanmış son hamle Va6xVa7 idi.



### Üzücü bir kayıp: Dieter Kutzborski (1947-2019)

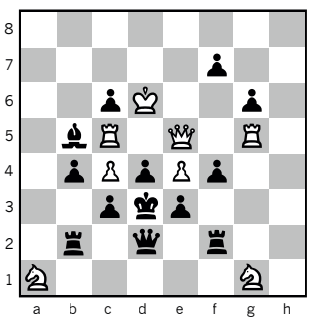
Sonuna yaklaştığımız 2019 yılının satranç kompozisyon dünyası adına bir diğer üzücü kaybı Alman kurgucu Dieter Kutzborski'nin yaşamını yitirmesi oldu. Kutzborski, Mantıksal Okul'un çağımızdaki en büyük temsilcilerinden kabul ediliyordu. Özellikle çok hamleli problemleri bu türün başyapıtları arasında sayılıyordu. Problem kurmayı her şeyden önce bir sanat olarak gören Kutzborski, satranç oyuncuları gibi kompozitörlere de verilen IM ve GM gibi unvanlara itibar etmiyordu. Belki de bu nedenle olsa gerek üç yılda bir çıkan FIDE Albümü'ne hiç problem göndermemişti.

Şimdi onun güzel kurgularından birini sizlerle paylaşacağız:

**Diyagram 5**

*Beşinci Dünya Satranç Kompozisyon Yarışması, 1993-1996*

Beşincilik



Beyaz oynar, on hamlede mat eder.

Beyaz şahını c5'e getirmek istiyor. Çünkü bunu başarabilirse Vxd4 matına çare yok. Bu, beyazın "ana planı". Ama c5'teki beyaz kale bu planın uygulanmasını engelliyor. Demek ki beyaz bir "ön oyun" ile bu kaleden kurtulmalı.

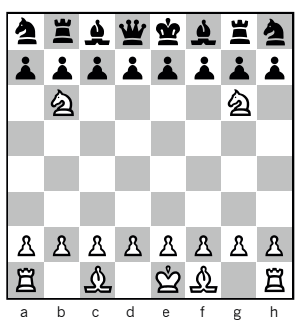
**Çözüm:**

**1. Kd5** (2. V/Kxd4 mat) **Şxc4 2. Kc5+ Şd3 3. Kc4 Şxc4 4. Vc5+ Şd3 5. Kd5 Şxe4 6. Ke5+ Şd3 7. Ke4 Şxe4 8. Ve5+ Şd3 9. Şc5 ve 10 Vxd4 mat.**

## Ayın Soruları

İlk sorumuz güzel bir retrograd analiz sorusu. Sizce aşağıdaki pozisyon (Diyagram 6) kurallara uygun oynanmış bir oyunda ortaya çıkabilir mi? Not: Bu soruyu çözebilmeniz için hamle sırasının kimde olduğunu belirtmemize gerek yok.

**Diyagram 6**



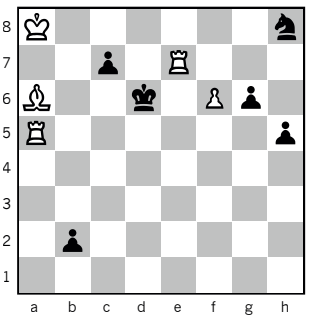
İkinci sorumuz Kutzborski'nin bir problemi

**Diyagram 7**

*Dieter Kutzborski*

*Rochade, 1984*

İkincilik Ödülü



Beyaz oynar, beş hamlede mat eder.

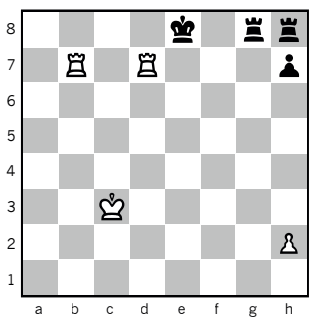
## Geçen ay sorduğumuz etütlerin çözümü

Geçen ay ünlü oyuncu ve etütçü GM Pal Benko'ya ait iki etüt sormuştuk. İşte çözümleri:

**Diyagram 8**

*Magyar Sakkelet, 2002*

Birincilik Ödülü



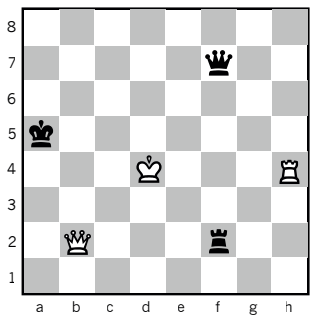
Beyaz oynar ve kazanır.

**Çözüm:**

**1. Kd2! Kf8 2. Şc2!!** (2. Ka2? Kf3+ 3. Şd4 0-0! beraberlik) **2...Khg8 3. Şb2 h6 4. h3 h5 5. h4 Kh8 6. Şa2 Khg8 7. Ka7 Kf6 8. Kb2** ve kazanır.

**Diyagram 9**

*1999*



Beyaz oynar ve kazanır.

**Çözüm:**

**1.Va1+! Şb6** (1...Va2 2.Vc3+ Şa6 3.Kh6+; 1...Ka2 2.Vc3+ Şa6 3.Kh6+) **2.Vb1+! Şa5** (2... Şa6 3.Kh6+ Kf6 4.Vf1+!; 2... Şc6 3.Kh6+ Kf6 4.Ve4+! Şb6 5.Vf5!) **3.Ve1+ Şb6 4.Kh6+ Kf6 5.Vf2!** Siyah kalenin hem yatay hem de dikey yönde açmazda olduğu "Malta Haçı" olarak bilinen ilginç bir kazanç pozisyonu.

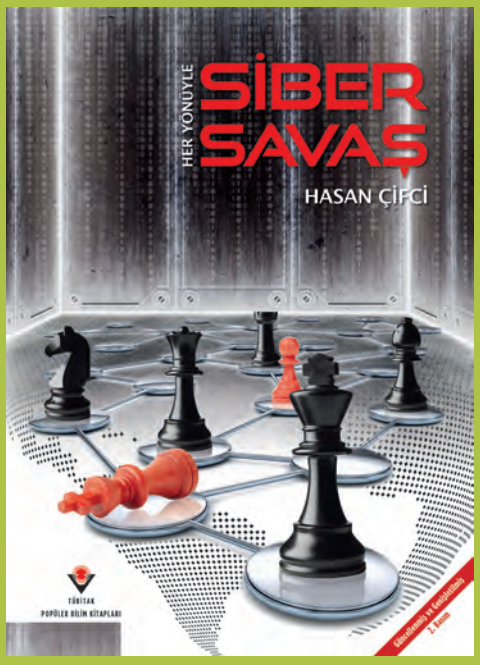
# Ayın Sorusu

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

*Bilkent Üniversitesi Fen Fakültesi*
*Matematik Bölümü*

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

Bu ay:
***Siber Savaş***




**Çözümü ile birlikte gönderilmeyen cevaplar değerlendirmeye alınmayacaktır.**

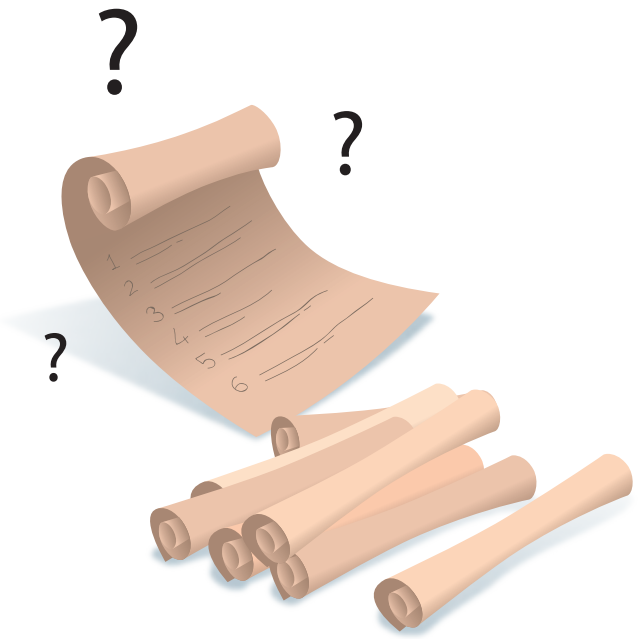
Doğru çözüm ve çekiliş sonuçları
dergimizin sosyal medya hesaplarından
(facebook ve twitter) önümüzdeki ayın ilk
haftasında duyurulacak
(www.bilimteknik.tubitak.gov.tr).

# Matematik Ödevi Soruları

(Matematik)

Çiftlikte yapılan matematik etkinliğinde
Keloğlan 8 cüce için
6'şar soruluk ödevler hazırlıyor.

Ödevlerin her birinde bulunan 6 soru
birbirinden farklıdır.
Aynı soru birden fazla cücenin ödevinde
bulunabilir fakat herhangi iki cücenin ödevlerinde
en fazla 1 ortak soru bulunabilir.




Buna göre,
Keloğlan'ın bu 8 ödevde kullandığı
toplam farklı soru sayısı
en az kaç olabilir?

Prof. Dr. Faruk Soydugan
[ *fsoydugan@comu.edu.tr*




# AÇIK KÜMELER ve YEDİ KANDİLLİ SÜREYYA

Açık kümeler, aynı moleküler bulutta oluşmuş ve aynı yaştaki yıldız gruplarıdır. Gökyüzünde birbirinden bağımsız ve yayılmış görünmelerine karşın, küme üyeleri birbirine kütleçekimsel olarak bağlı olup gökada içinde aynı doğrultuda hareket ederler.



## Geminidler Göktaşı Yağmuru

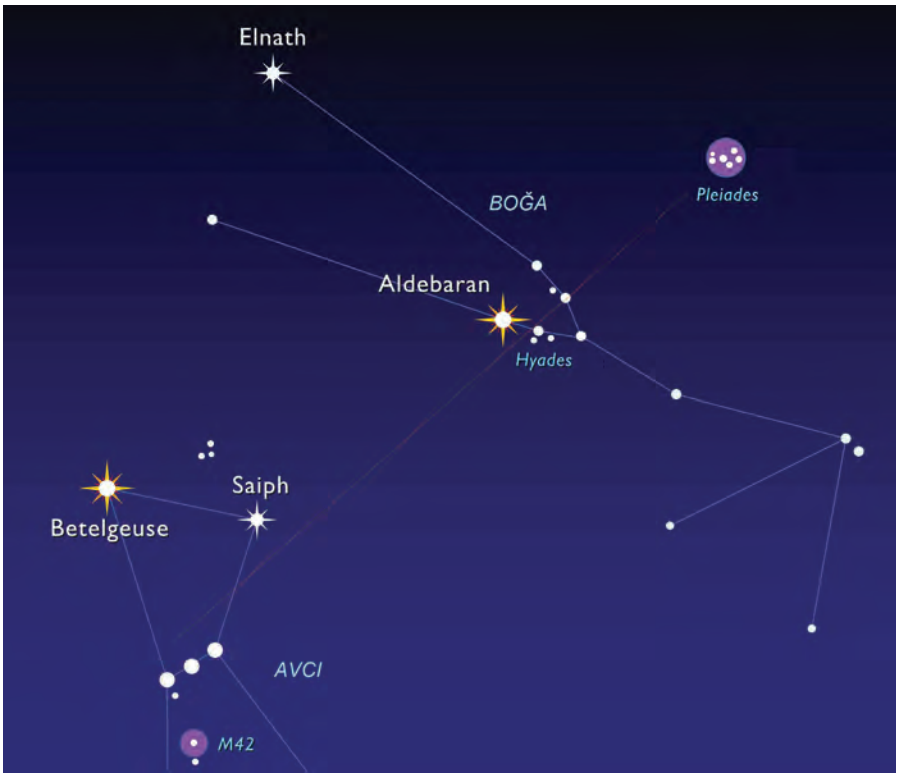
**Yılın en yoğun göktaşı yağmurlarından biri olan Geminidler, 4-17 Aralık arasında gözlense de en yoğun olacağı gece 14 Aralık 2019 olacak. Çoğu meteorun gökyüzündeki çıkış noktası, Gemini yani İkizler Takım Yıldızı'nın parlak üyesi Castor'un yakını olarak görünecek. Geminidler'in kaynağı 3200 Phaethon Asteroidi'dir. Yoğun bir göktaşı yağmuru olmasına karşın, Ay dolunay evresini henüz geçmiş olacağından ve gökyüzünün aynı bölgesini aydınlatacağından saatte 20 kadar göktaşı görülebileceği tahmin ediliyor.**

Astrofizikçilerin yoğun ilgi gösterdiği bu kaynaklar, aynı yaşta olmanın yanında yaklaşık aynı uzaklıkta ve aynı kimyasal içeriğe sahip olmaları nedeniyle, farklı kütlelere sahip yıldızların yaşam serüvenlerini izlemek için önemli yıldız topluluklarıdır. Bunun yanında, yıldızların oluşumu ve dinamik etkileşmeleri ile birlikte içinde bulunduğumuz gökadanın yapısı ve kimyasal değişimlerini incelemek için de tercih edilen kozmik nesnelerdir.

Açık yıldız kümeleri, gökadamızın düzleminde veya çok yakınında konumlanırlar. Gökadamızda 1000'den fazla bilinen açık küme bulunmasına karşın, gerçek sayılarının çok daha fazla olduğu düşünülüyor. Bu kümelerde, yıldız sayıları genellikle birkaç yüz ile birkaç bin arasındadır. Diğer akraba yıldız topluluğu olan küresel kümelere göre çok daha az sayıda ve birbirinden uzak üyeler içerdiklerinden çekimsel bağlılıkları daha zayıftır. Bunun yanında, açık kümelerin yaşları genellikle birkaç yüz milyon yıldan küçüktür. Sayıları daha az olan daha yaşlı açık kümelerin ise çoğunlukla gökada merkezinden görece daha uzak konumlarda bulundukları görülür.

Açık kümeler, profesyoneller kadar amatör gözlemcilerin de dikkatini çeker çünkü çok sayıda açık küme küçük teleskoplarla gözlenebilecek kadar parlaktır. Küme özellikleri daha sonra ortaya çıkarılsa da yüzlerce yıldır bilinen ve çıplak gözle de gözlenebilen Pleiades (Ülker, M45), Hyades (Melotte 25) ve Praesepe (M44) gibi kümeler vardır.

En çok bilinen ve gökyüzünde parlak üyeleri nedeniyle çıplak gözle kolaylıkla bulunabilen açık küme M45, "Ülker", "Yedi Kız Kardeş", "Pleiades" ve "Subaru" isimleriyle bilinir. Yunan mitolojisinde geçen Yedi Kız Kardeş, kümenin Maia, Electra, Taygeta, Alcyone, Celaeno, Asterope ve Merope olarak adlandırılan yıldızlarıdır. "Yedi Kandilli Süreyya" olarak Mehmet Akif'in "Çanakkale Şehitleri" şiirinde "Ebr-i nisanı açık türbene çatsam da tavan/ Yedi kandilli Süreyya'yı uzatsam oradan" beytinde de kendine yer bulur.

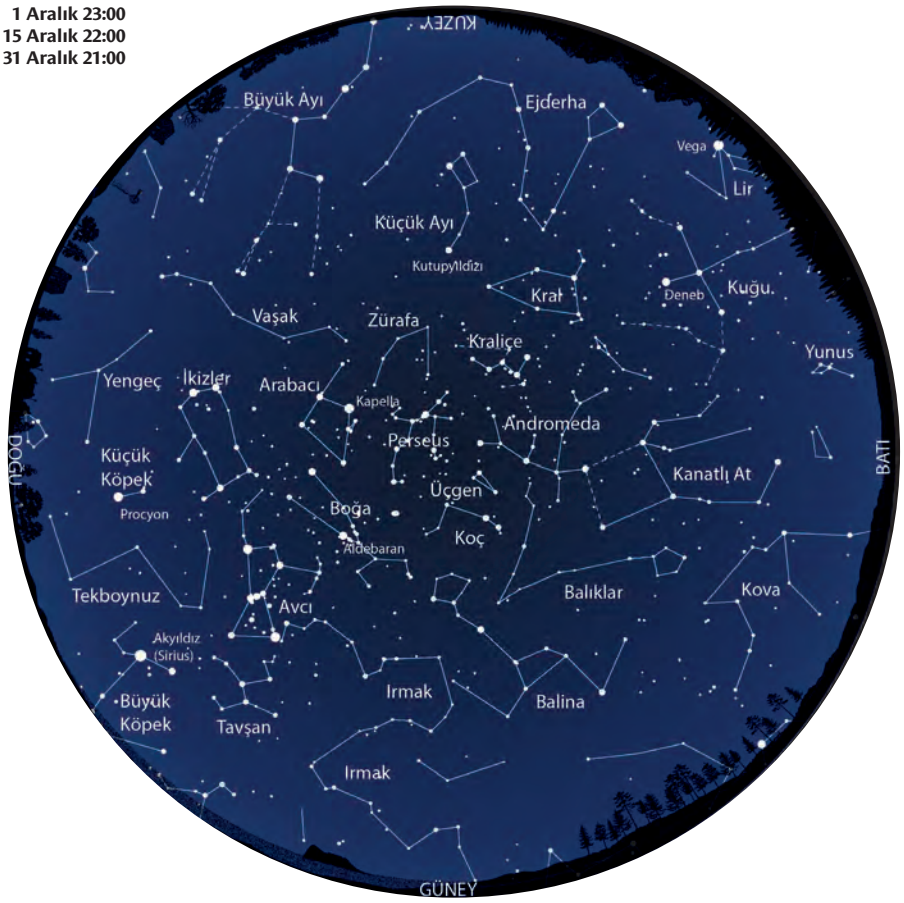



Çıplak gözle M45'in altı üyesi kolaylıkla görülebilir, hatta şehir ışıklarından uzak, karanlık bir ortamda bulunup bölgeye dikkatle bakılırsa bu sayı on ikiye kadar çıkabilir. Kışın Kuzey Yarımküre'den gözlenebilen ve Boğa (Taurus) Takımyıldızı doğrultusunda yer alan kümenin Dünya'ya uzaklığı yaklaşık 440 ışık yılıdır. Gökyüzünde "Yedi Kız Kardeş"i bulabilmenin başka bir yolu da Orion Takımyıldızı'nın kuşağını oluşturan üçlü yıldız ve Aldeberan yıldızlarını birleştiren doğrultuyu takip etmektir. M45 açık kümesi, Ay'ın gökyüzündeki görünür çapının yaklaşık iki katı bir alanda yani 1 derece yayılımda karşımıza çıkar. Görünür parlaklığı 1,6 kadir olan kümenin çıplak gözle görünen tüm üyeleri sıcak ve büyük kütleli B tayf türünden yıldızlardır. Son yıllarda, kümeye ait, önemli sayıda sönük kahverengi cüce de olduğu anlaşıldı. Kümenin yaşı yaklaşık 100 milyon yıldır.

Yakın zamanda Kepler Uzay Teleskobu verilerine dayanan araştırmalarda, sıcak yıldızlar oldukları bilinen Yedi Kız Kardeş'in (Maia, Electra, Taygeta, Alcyone, Celaeno, Asterope ve Merope) aynı zamanda değişen yıldız olduğu ortaya çıktı. Kardeşlerden Maia dışındakilerin tümü, sismik değişimler gösterirken Maia'nın değişim nedeninin, atmosferindeki dev kimyasal leke olduğu tahmin ediliyor.

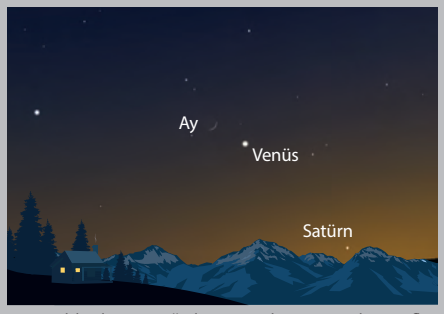
Yüzyıllardır gözlenmeye devam eden Ülker Açık Kümesi hâlâ birçok bilinmeyeniyle bir kandil gibi kış gecelerini süslüyor.

**1 Aralık 23:00**
**15 Aralık 22:00**
**31 Aralık 21:00**




## Ayın Önemli Gök Olayları

| | |
|---|---|
| **05 Aralık** | Ay, Dünya'ya en uzak konumda (404.230 km) |
| **11 Aralık** | Venüs ve Satürn birbirine çok yakın görünümde |
| **15 Aralık** | Merkür ve Antares yakın görünümde |
| **18 Aralık** | Ay, Dünya'ya en yakın konumda (370.270 km) |
| **22 Aralık** | Kış gündönümü (en kısa gün düz, en uzun gece) |
| **23 Aralık** | Ay ve Mars birbirine çok yakın görünümde |
| **27 Aralık** | Ay ve Satürn birbirine çok yakın görünümde |
| **29 Aralık** | Ay ve Venüs birbirine yakın görünümde |



29 Aralık akşamı günbatımından sonra batı ufku

# Gezegenler

**Merkür** gün doğumundan önce doğu ufku üzerinde görünecek. Ayın ortasından itibaren alçalacak olan gezegenin ay sonuna doğru gözlenmesi neredeyse imkânsız olacak.

**Venüs** akşamları batı bölgesinde gökyüzünün en parlak gökcismi olacak ve ayın ilk günlerinde aynı bölgeyi Satürn ve Jüpiter ile paylaşacak. Ayın ilerleyen günlerinde gözlem süresi de artacak ve 11 Aralık'ta Satürn ile oldukça yakın konumda bulunacak. Gezegen, ayın sonunda biraz daha uzun süre batı ufkunu süsleyecek.

**Mars** gün doğumundan iki saat önce doğudan yükselecek. Ay sonuna doğru, gün doğumundan önce üç saat kadar gözlenebilecek olan gezegenin parlaklığı fazla değişmeyecek.

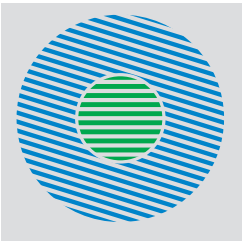
**Jüpiter**'in gözlenme süresi oldukça azaldı. Ayın ilk haftası gün batımından hemen sonra kısa bir süreyle temiz bir batı ufkunda görülebilir. Bu tarihlerden sonra, ufkun üzerinde hızla alçalacağından ay sonuna kadar görülemeyecek.

**Satürn** yılın son ayında gün batımından hemen sonra yine batı ufkunda kendini gösterecek. Parlaklığı fazla olmayacak gezegene aynı bölgede, özellikle ayın ilk yarısında, Venüs ve kısa süre de olsa Jüpiter eşlik edecek. Ayın 11'indeki Satürn-Venüs yakınlaşması görülmeye değer. Ay sonuna doğru, batı ufkunda Venüs ile birlikte görülecek Satürn, en fazla bir saat kadar gözlenebilecek.

# Zekâ Oyunları

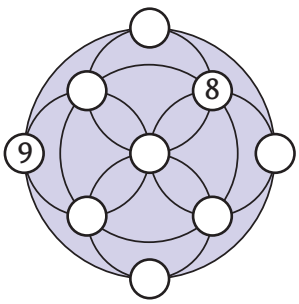
Emrehan Halıcı [ *zeka.oyunlari@tubitak.gov.tr*

**Göz Aldanması**
Yeşil çizgiler karenin
alt ve üst kenarlarına
paralel olduğu hâlde
öyle değilmiş gibi görülüyor.



## Daireler

Boş bulunan dairelere
1'den 7'ye kadar olan sayıları
öyle yerleştiriniz ki,
içteki dört küçük çember,
ortadaki çember ve
dıştaki büyük çemberin
üzerindeki dörder dairedeki
sayıların toplamı
aynı olsun.




8 ve 9 sayıları önceden
yerleştirilmiştir.

## Kutudaki Toplar

Bir kutuda beyaz ve siyah renkli toplar vardır. Rastgele iki top çektiğinizde ikisinin de beyaz çıkma olasılığı, ikisinin de siyah çıkma olasılığının 7 katıdır. Birinin beyaz, diğerinin siyah çıkma olasılığı ise ikisinin de beyaz çıkma olasılığı ile aynıdır.

Bu kutuda kaç beyaz, kaç siyah top olduğunu bulunuz.

## Doğum Yılı

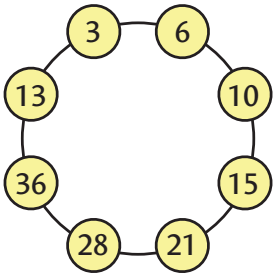
Komşunuzun oğlu Arda, doğduğu yılı uğurlu sayısına bölünce 4,513513513… sayısını (513'ler sürekli tekrar ediyor) buluyor.

Arda'nın doğum yılını ve uğurlu sayısını bulunuz.

## Sayı Çemberi

Sekiz sayılık bu çemberin özelliği yan yana bulunan her sayı çiftinin toplamının tam kare olmasıdır.

0'dan 16'ya kadar olan
17 sayıdan 16'sını kullanarak
aynı özelliğe sahip 16 sayılık
bir çember oluşturunuz.




## Dört Sayı

Dört pozitif tam sayının
toplamı 24'tür.
En büyük sayı, en küçük sayının karesi ve en büyük ikinci sayının küpü toplandığında diğer sayının dördüncü kuvveti elde ediliyor.

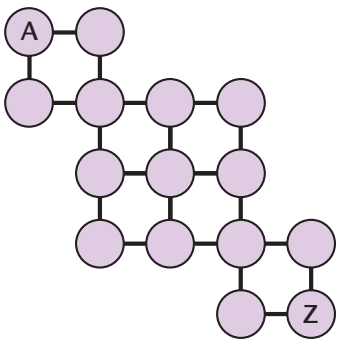
Bu dört sayıyı bulunuz.

## Yollar

A yazan daireden Z yazan daireye gitmek istiyorsunuz.

-Bir dairede birden fazla bulunabilirsiniz, ama geçtiğiniz bir yoldan ikinci kez geçemezsiniz.

Bu koşullarda A'dan Z'ye
kaç farklı biçimde gidebilirsiniz?




## Artan Sayılar

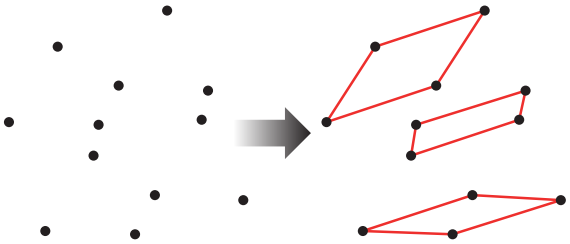
Her bir rakamı solundaki rakamdan büyük olan sayıları "Artan Sayılar" olarak adlandırırsak bu sayıların en küçüğü 12, en büyüğü ise 123456789'dur.

Toplam kaç adet artan
sayı vardır?

## Noktalar ve Çokgenler

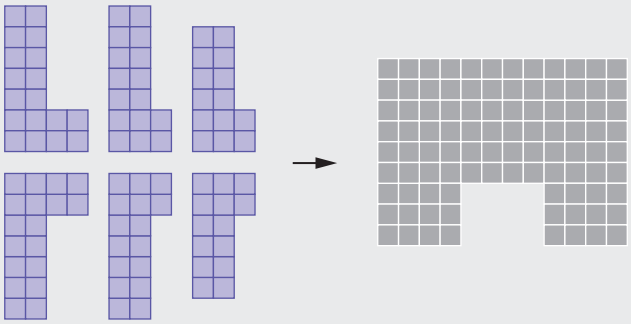
Şekildeki noktalar birleştirilerek aşağıda görülen 3 farklı paralelkenar elde edilebilir. Sizden istediğimiz noktaları birleştirerek eşit boyutlarda düzgün çokgenler elde etmeniz.

İnanması zor ama iki farklı çözüm var.



## Altı "L"

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



# Geçen Sayının Çözümleri

### Karekök

119 sayı vardır.

$|\sqrt{n}-6|<5$ olduğuna göre

$1<\sqrt{n}<11$ karesini alırsak

$1<n<121$

2'den 120'ye kadar olan 119 sayı.

### Üçgenler

29 üçgen oluşturulabilir.

### 17 ve 23

346

346 92346 92346 …92346 85

### Kodlar

421 farklı kod üretebilirsiniz.

Eğer tek harf kullanılırsa olası tek kod AAAAA'dır.

Eğer iki harf kullanılırsa, ilk harf A olacağına göre diğer 4 harf ya A ya da başka bir harf olacaktır.

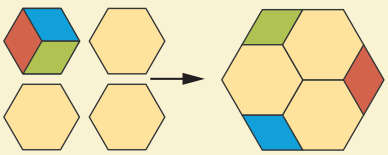
Yani 2x2x2x2=16 seçenek vardır.

Bunlardan biri AAAAA olacağı için 15 seçenek kalır.

15 seçenek içinde B'den Z'ye kadar 28 farklı harf olabileceği için 2 harfli toplam seçenek sayısı 15x28=420'dir.

Tek harfli seçenek sayısı da 1 olduğu için üretilebilecek kod sayısı 420+1=421'dir.

### Dört Altıgen

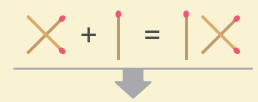


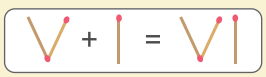
### Yuvarlama

En fazla 5,444 en az 4,445 olabilir.

### Kibritler

Çeşitli sayılarda kibrit kullanarak elde edilebilecek çözümler:





3 kibritle: 5+1= 6



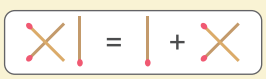
2 kibritle: -10+11= 1



1 kibritle: 10+1= 11



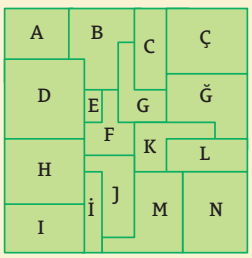
1 kibritle: 9+1= 10



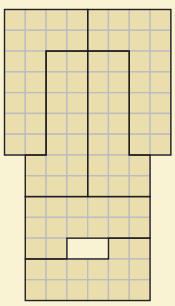
Kibritlere dokunmadan: Sayfayı döndürerek

### Kare Kartonlar

FEABGCÇĞKLNMJİIHD




### Altı "L"



# Yayın Dünyası

İlay Çelik Sezer [ *TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi*







## Gezegenler - Etkileyici Görsellerle Güneş Sistemimiz

Maggie Aderin - Pocock
Çeviri: Celâl Demirel

TÜBİTAK Popüler Bilim Kitapları,
Başvuru Kitaplığı, 2018

Bu kılavuz sayesinde artık herkes
Venüs'ün volkanik yer şekillerini, Mars'taki
kum tepeciklerini, Jüpiter'in
derinliklerindeki renkli bulutları ve
Güneş Sistemi'ndeki tüm
diğer doğa harikalarını keşfedebilecek.

Kitapta karşılaşacağınız son teknoloji
görüntüleme teknikleri ile
elde edilmiş yüksek çözünürlüklü haritalar,
her bir gezegen ve büyük uyduyu tüm ayrıntılarıyla
atmosferinden çekirdeğine gözler önüne sererken
okuru Güneş Sistemi'nde eşsiz bir
yolculuğa çıkarıyor.

## Bilime Güvenin - Aynalar Nesneleri Nasıl Yansıtır?

Han Sang-hae, Hong Gi-taek
Çeviri: Serkan Göktaş
TÜBİTAK Popüler Bilim Kitapları, 7 yaş+, 2019

Işığın çeşitli özellikleri vardır. Dümdüz ilerler, bir nesneye çarpınca geri döner ve bir ortamdan diğerine geçerken kırılır. Gökkuşağı Nine, aynalar ve mercekler aracılığıyla ışığın özelliklerini genç ressama ve arkadaşlarına anlatıyor. Ayrıca genç ressama renklerin nereden geldiğini de söylüyor. Haydi, Gökkuşağı Nine'nin ışık hikâyesine kulak verelim.

## Bilime Güvenin - Demir Neden Mıknatısa Yapışır?

Kim Ran-ju, Kim Jae-hyeok
Çeviri: Serkan Göktaş
TÜBİTAK Popüler Bilim Kitapları, 7 yaş+, 2019

Mıknatıs demiri çeker. Mıknatıslar birbirini çeker ve aynı zamanda iter. Mingu ile Bay Çokbilir, bize mıknatısları her yönüyle anlatıyorlar. Sonra Bay Çokbilir, Mingu'ya bir dünya turuna çıkacağını söylüyor! Mingu ile Bay Çokbilir birbirlerine veda mı edecekler, yoksa yolculuğa birlikte mi çıkacaklar?

## Bilime Güvenin - Elektrik Devresi Nasıl Bağlanır?

Lee Hye-jin, Park Seung-ho
Çeviri: Serkan Göktaş
TÜBİTAK Popüler Bilim Kitapları, 7 yaş+, 2019

Yong ile Shin, yolunu kaybetmiş bir yavru yarasa buldular. Fakat yarasanın yaşadığı mağara çok karanlık olduğu için anne yarasayı bulamadılar. Bunun üzerine mağarayı keşfetmek için elektrik devrelerini kullanarak kendilerine kâşif şapkaları yaptılar. Haydi Yong ile Shin'nin heyecan dolu keşif macerasını okuyalım!