

# Bilim ve Teknik

Aylık Popüler Bilim Dergisi Mart 2019 Yıl 52 Sayı 616 - 7 TL

**Biyobenzer İlaçlar**

**Fotoelektrik Olay**

**Karbon Ekonomisi**

**Göbeklitepe'de  
Tarım ve Hayvancılık**

**Eski ve Yeni Birim Sistemi**

**DENEYAP Türkiye Projesi**

# İki ayrı dünya BEYİN VE BAĞIŞIKLIK SİSTEMİ **değiller**



**“Benim mânevi mirasım ilim ve akıldır”  
Mustafa Kemal Atatürk**

**Bilim ve Teknik**

Aylık Popüler Bilim Dergisi  
Yıl 52 Sayı 616  
Mart 2019

**Sahibi**

TÜBİTAK Adına Başkan  
Prof. Dr. Hasan Mandal

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

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

**Yayın Yönetmeni**

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

**Yayın Danışma Kurulu**

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

**Yazı-Araştırma ve Editörler**

Dr. Özlem Ak  
(Tıp ve Sağlık Bilimleri)  
(ozlem.ak@tubitak.gov.tr)  
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 Sığircı  
(mehmet.sigirci@tubitak.gov.tr)

**Grafik Tasarım**

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

**Çizer**

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

**Video-Animasyon-Web**

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

**Teknik Yönetmen**

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

**Mali Yönetmen**

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

**İdari Hizmetler**

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

**Yazışma Adresi** Bilim ve Teknik Dergisi

Kavaklıdere Mahallesi Esat Caddesi  
TÜBİTAK Ek Hizmet Binası No: 6  
06680 Çankaya ANKARA

**Tel** (312) 298 95 24 **Faks** (312) 428 32 40

**İnternet** www.bilimtekniktubitak.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** 22.02.2019

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 Ngr.83]  
tarafından Silahlı Kuvvetler personeline tavsiye edilmiştir.



*“Beynini fark et!”... Tıpkı vücudumuzdaki kaslar gibi, beynimizi de ya çalıştırırız ya da tembelleştiririz. Zihnimizi zorlayan bazı etkinlikler yaparak beynimizi sürekli aktif tutmaya çalışmalıyız. Fiziksel olarak aktif ve zinde olunan bir yaşam biçimi, hem vücudumuzun hem de beynimizin yıllarca sağlıklı ve formda kalmasını sağlar. Sahip olduğumuz en önemli organlarımızdan bir tanesinin beynimiz olduğu konusunda farkındalık oluşturmayı amaçlayan “Dünya Beyin Haftası” her yıl mart ayının üçüncü haftasında kutlanıyor.*

Yıllardır vücuttaki en karmaşık iki sistem olan beyin ve bağışıklık sisteminin birbirlerinden neredeyse tamamen bağımsız olduğuna inanılıyor, sadece hastalık ya da bir travma durumunda bağışıklık hücrelerinin beyne gittiği, patojenlere karşı saldırıya geçtiği düşünülüyordu. Ancak elde edilen yeni bulgular, kişi hastayken de sağlıklıyken de bu iki sistemin birbiriyle etkileşim hâlinde olduğunun anlaşılmasını sağladı. Beyin kadar güçlü bir organın düzgün şekilde çalışması için neden bağışıklık sistemi tarafından kontrol edilmeye ya da desteklenmeye ihtiyacı var? Bağışıklık sistemi beyinde olup bitenlerden nasıl haberdar oluyor? Özlem Ak “İki Ayrı Dünya Değiller: Beyin ve Bağışıklık Sistemi” başlıklı yazısında tüm bu soruların cevabını vererek iki sistem arasındaki ilişkiye dair ilginç bilgileri özetliyor.

Tuncay Baydemir bu ayki yazısında fotoelektrik olayının gerçek zamanlı olarak izlenmesinin mümkün olup olmadığını sorguluyor. Berrin Erdağ, TÜBİTAK MAM Gen Mühendisliği ve Biyoteknoloji Enstitüsü’nde yürütülen ve özellikle kanser tedavisinde etkili olan biyobenzer ilaçların yerli ilaç endüstrisinde geliştirilip üretilmesine olanak sağlayacak BIOSİM projesinden bahsediyor. Emine Sonnur Özcan yazısında tarım ve hayvancılığın Göbeklitepe’de başladığına dair elde edilen bulgulara değiniyor. Esra Alp ve Yener Coşkun ise karbon ekonomisini konu alan yazılarında, ekonominin genel dengesini çağımıza daha uygun ve gerçekçi bir biçimde modelleyerek bu yılki Nobel Ekonomi Ödülü’nü kazanan iki iktisatçının çalışmalarını ele alıyor.

Her yıl 14 Mart tüm dünyada Pi Günü olarak kutlanıyor. Biz de bu kutlamaya “Matematik’in En Popüler Sayısı Pi (π)” başlıklı posterimizle dâhil oluyoruz. Ayrıca bilim ve teknolojinin önemini vurgulamak için 8-14 Mart günlerinde kutlanan “Bilim ve Teknoloji Haftası” kapsamında da farklı illerdeki birçok okulda “Bilim Söyleşisi” etkinlikleri gerçekleştirilecek. Bu arada, “DENEYAP Türkiye Projesi” kapsamında teknoloji atölyelerinde gerçekleştirilecek eğitim programlarına katılabilmek için 17 Mart’ta sınava girecek tüm öğrencilere de başarılar diliyoruz.

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

Dergimiz yayın hayatına başladığı 1967’den beri her ay ülkemizdeki ve dünyadaki gelişmeleri, hayatın içindeki bilimi ve merak edilen ilginç bilgileri, konusunda uzman yazarlardan oluşan ekibiyle, en doğru ve anlaşılır biçimde sizlere ulaştırıyor. Bilim okuryazarı olan bilinçli nesiller büyüten dergimiz, özgün ve zengin içeriği ve değişmeyen çizgisiyle okuyucularının geleceklerine yön vermeye, popüler bilim iletişiminin en önemli aracı olmaya devam ediyor.

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

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

Saygılarımızla,

Özlem Kılıç Ekici

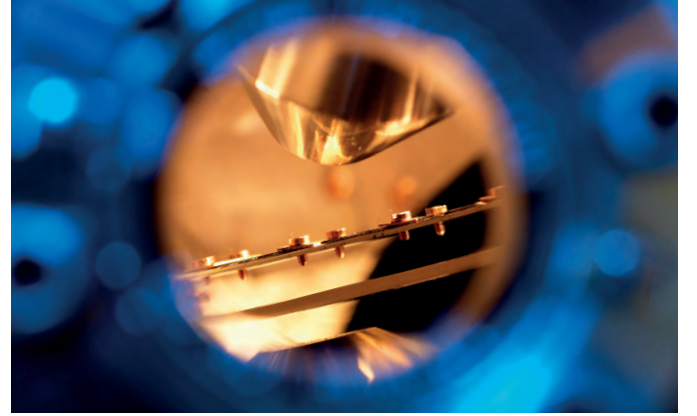
# İçindekiler

## 28

### Fotoelektrik Olayı Yakından İzlemek

Tuncay Baydemir

Fotoelektrik olayı maddenin fotonları soğurması sonucunda elektron kaybetmesine denir ve en hızlı gerçekleşen olaylardan biridir. Peki, bu süreci gerçek zamanlı olarak izlemek mümkün mü?



## 38

### Dünya İlaç Sektöründe Yükselen Değer: Biyobenzer İlaçlar

Berrin Erdağ

TÜBİTAK MAM bünyesinde gerçekleştirilen araştırmalar ile yerli ilaç endüstrisinin yeni biyobenzer veya orijinal biyoteknolojik ilaç geliştirilmesine yönelik ihtiyaçlarına destek sağlanması hedefliyor.



## 54

### Karbon Ekonomisi

### Gezegenimizin Ömrünü Uzatabilir mi?

Esra Alp, Yener Coşkun

2018 Nobel Ekonomi Ödülü'nü paylaşan iki iktisatçı, Paul Romer ve William Nordhaus, ekonominin genel dengesinin modellenmesi çalışmalarına hem teknolojik inovasyonun hem de iklim değişikliklerinin etkilerini dâhil etti.



4

### **Bilim ve Teknik ile Büyüdüm!**

Özlem Ak

6

### **Haberler**

14

### **DENEYAP Türkiye Projesi Hayata Geçiyor**

Özlem Kılıç Ekici

16

### **İki Ayı Dünya Değiller: Beyin ve Bağışıklık Sistemi**

Özlem Ak

Yapılan çalışmalar hem hastayken hem de sağlıklıyken beyin ve bağışıklık sisteminin birbiriyle etkileşim hâlinde olduğunu gösteriyor. Bağışıklık sistemi, hasarlı beyin yardımına koşmanın yanı sıra beyin stresle başa çıkmasına ve öğrenme ve sosyal davranış gibi beyin temel işlevlerine yardımcı oluyor.

26

### **Bilim Çizgi Isaac Newton (1. Bölüm)**

Sinancan Kara

36

### **Merak Ettikleriniz**

Mesut Erol

44

### **Tekno-Yaşam**

Gürkan Caner Birer



48

### **Eski ve Yeni Uluslararası Birim Sistemi**

Mahir E. Ocak

Uluslararası Birim Sistemi'nde yapılan değişiklikler neticesinde yedi temel birim artık yedi sabit üzerinden tanımlanacak.

60

### **Opportunity Keşif Aracı Mars Görevini Tamamladı**

Tuba Sarıgül

62

### **Tarım ve Hayvancılık Göbeklitepe'de mi Başladı?**

Emine Sonnur Özcan

Günümüzden 12 bin yıl önceye tarihlendirilen Göbeklitepe'de bulunan yiyecek kalıntısı ve öğütücüler, tarım ve hayvancılığın bu bölgede gelişmeye başladığını gösteriyor.

70

### **Braille Alfabesi Nasıl Ortaya Çıktı?**

Mehmet Sığırcı

72

### **Denizlerde Konum Belirleme**

(2019 Prof. Dr. Fuat Sezgin Yılı)  
Tuba Sarıgül

Geçmişte insanlar açık denizde ufuk çizgisi ve gök cisimlerini takip ederek yönlerini bulmaya çalıştı. İstanbul İslam Bilim ve Teknoloji Tarihi Müzesi'nde astronomi, saat teknolojisi, denizcilik, savaş teknolojisi, tıp, madenler, fizik ve teknik, optik, kimya, matematik, geometri, mimari, şehircilik, coğrafya alanlarında hazırlanmış birçok alet, cihaz kopyaları, maket ve model koleksiyonu, harita çizimleri arasında geçmişte denizcilik alanında kullanılan aletlerin birebir modelleri de bulunuyor.



76

### **Yerli ve Milli Teknoloji - DATAS Projesi ile Denizlerdeki Hareketlilik Kontrol Altında**

Şahin İdin

78

### **Organoidler: Organizmayı Üç Boyutlu Taklit Etmek**

Melis Savaşan Söğüt

82

### **Doğa - Flora : Boabab Ağaçları**

Bülent Gözcüoğlu

84

### **Ayın Sorusu (Matematik)**

Azer Kerimov

86

### **Düşünme Kulesi**

Ferhat Çalapkulu

88

### **Satranç**

Kıvanç Çefle

92

### **Gökyüzü**

Tuba Sarıgül

94

### **Zekâ Oyunları**

Emrehan Halıcı

96

### **Yayın Dünyası**

İlay Çelik Sezer

### **EK – POSTER:**

#### **Matematiğin**

#### **En Popüler Sayısı Pi (π)**

Özlem Kılıç Ekici

#### **Düzeltilme :**

Şubat 2019 (615. sayı)  
“Uydularda Kullanılan Güneş Panelleri”  
başlıklı yazıda, 38. sayfada adı geçen  
Baykonur Uzay Üssü,  
Kazakistan sınırları içerisinde  
yer almaktadır.



Bilim ve Teknik



tubitakbiltek



tubitakbilimtek



TÜBİTAK Bilim ve Teknik



# Bilim ve Teknik ile Büyüdüm

Dr. Özlem Ak [ TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi



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

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

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

Bilim ve Teknik Mart 2019

## “Hedefim bilim insanı olmak”



Merhabalar,

İlkokulda ailemin yönlendirmesi ile takip etmeye başladığım *Bilim Çocuk* dergisi sayesinde başladı bilime ve evrende olup biten hayret edici olaylara merakım. Lise çağına geldiğimde ise *Bilim ve Teknik* okumaya başladım. Teknolojinin, matematiğin, fen bilimlerinin böyle eğlenceli olabileceği gerçeğiyle karşılaşmam gelecek kararlarımnda benim için yol gösterici oldu. Hedefim bilim insanı olmak ve insanlık için faydalı çalışmalara imza atmak. Bunun için de günümüzdeki bilimsel gelişmeleri takip etmek, teknolojiyi yakalamak ve bilim tarihi öğrenmek çok önemli. Bu fırsatları bizlere sunduğunuz için çok şanslıyız.

Genç nesillerin önündeki karanlığa ışık tuttuğunuz için teşekkürler.

Selin Önder,

Milli Piyango İhya Balak Fen Lisesi, 10/C Sınıfı Öğrencisi, Tokat

## “Bilgi kaynağım *Bilim ve Teknik*”



Merhaba,

Ortaokul ve lise yıllarımı geçirdiğim memleketim Erzincan Kemaliye’ye günlük gazeteler bir gün sonra ulaşabiliyordu. *Bilim ve Teknik* dergisinden de her ay sadece bir tane gelirdi. O yıllarda internetin de yaygın olmaması gibi imkânsızlıklar içinde en büyük bilgi kaynağım olan *Bilim ve Teknik* ile, her ay bilim ve teknoloji adına gelişmeleri ve yenilikleri öğrenmenin mutluluğunu ve bir sonraki ayı iple çekmenin heyecanını yaşıyordum.

Dergi içerisinde yer alan deneyleri çokça başarısızlık ve bazen başarı ile yapmak hayatıma çok değer kattı. Bugün belki mesleki olarak hayallerime ulaşamadım. Fakat *Bilim ve Teknik* bana mesleğimin ötesinde yeni hobiler, yeni ilgi alanları kattı. Bilmediklerimin ne çok olduğunu her an düşünerek, yeni bilgileri öğrenme açlığını hissettim.

Teşekkürler *Bilim ve Teknik*. Teşekkürler TÜBİTAK!

Mehmet Murat Erdoğan,

Mühendis, Malatya



## “Bilim dünyasında yol alıyoruz”



Merhaba,

Henüz ilkokul sıralarında iken *Bilim ve Teknik* dergisi ile tanışmıştım. Evimize nasıl ve ne şekilde geldiğini hatırlamıyorum. O yıllarda zevkle alıp incelerdim, okuduklarımı anlamasam da resimleri ve derginin kuşe kağıt olması beni cezbederdi. Zira incelemem bittikten sonra çocukluğumuzun en zevkli oyunlarından biri olan “tüftüf silahı” için çok güzel külah mermi olurdu.

Neyse, o güzel yıllarda eğlence amaçlı kullandığım *Bilim ve Teknik* dergisine, yıllar sonra, 30 yaşında öğrenmek ve keşfetmek niyetiyle tekrar abone oldum. 5 yaşındaki kızım Zeynep Sevde için internette yayın ararken *Meraklı Minik* derginizle tanıştım. Bir de baktım ki üç dergi bir arada kampanyada. Ben de yıllar sonra kızım ile birlikte *Bilim ve Teknik* derginize abone oldum.

Uluslararası ilişkiler mezunu olarak sosyal bilimlere ilğim olsa da günümüzde bilim, teknik, teknoloji, uzay herkesin incelemesi ve kendini geliştirmesi gereken alanlar arasında yer alıyor. Bu sayede baba kız birlikte bilim dünyasında yol alıyoruz.

Teşekkürler

Hüsamettin Arvas,

KOSGEB Ağrı Müdürü

## “Güzel bir deneyim”



Merhaba,

Daha önce çoğunlukla *Bilim Çocuk* dergisi okuyordum. Ama fen öğretmenimiz Tuncay Sargın beni *Bilim ve Teknik* ile tanıştırdı. Ona çok teşekkür ediyorum.

*Bilim ve Teknik* dergisini çok keyif alarak okudum. Bilmediğim ilginç konularda fikrim oldu. İlğimi çeken bilgileri ailemle paylaştım. Onların da ilgilerini çekti ve çok eğlendiler. Bu dergiyi tavsiye ederim. Güzel bir deneyimdi.

Bu dergiye emek veren herkese teşekkür ederim.

Selin Yalçunkayak,

İzmir Özel Türk Koleji, 5. Sınıf Öğrencisi

## “Okuduğum her satırın sonunu merak ettiren dergi”



Merhaba,

Kim ne derse desin, ben dergimi bulduğuma eminim. *Bilim ve Teknik* şu ana kadar hayretle okuduğum bir dergi. Seni elime alıp okuduğum ilk günden itibaren gözde dergim oldun. Aralık ayında, inan ki anlamadığım yüzlerce kelime ve terim oldu. Ama ben de öyle bir etki bıraktın ki bütün bilmediğim kelimeleri araştırdım, babama sordum, matematik öğretmenime sordum, liseye giden kuzenime sordum. Sorularımın cevabını aradım da aradım. Ocak sayına iyi hazırlandım. Kabul ediyorum, bilmediğim çok şey var. Yine de bunların beynime kazınmasına sebep olacak, bilim sevgisini ciğerime dek işleyecek olan, okuduğum her satırın sonunu merak ettiren dergi sensin.

12 yaşındaki bir çocuğun, lise konusu olmasına rağmen logaritmayı bilmesine çoğu insan şaşırır. Sayende biliyorum. Bilmekten çok öğrenmeye çalışıyorum. Bir de şu en sonlarda, sadece sayfalarını hevesle çeviren okurlarının bulabilmesi için sakladığın satranç ve bulmacalar var! Bu sayfalara geldiğimde yaşadığım mutluluğu, *Bilim ve Teknik* dergisinin satranç sporunu unutmamış olmasının verdiği gururu anlatamam.

Bilime olan hevesimi her gün misliyle artırdığın için teşekkür ederim.

Elif Naz Damkacı,

Beldibi Sıtkı Zaralı Ortaokulu, 6. Sınıf Öğrencisi, Muğla



## Haberler

### Antarktika'daki Buz Kaybı 40 Yıl Öncesine Göre Altı Kat Arttı

Dr. Mahir E. Ocak

Uluslararası bir araştırma grubunun *Proceedings of The National Academy of Sciences* (USA)'da yayımladığı sonuçlar, Antarktika'daki yıllık buz kütlesi kaybının 40 yıl öncesine göre altı kat arttığını gösteriyor.

Kaliforniya Üniversitesi Irvine'da çalışan Prof. Dr. Eric Rignot ve arkadaşları Antarktika'daki 176 havzayı içine alan 18 bölgedeki buz kütlesinin son 40 yıldaki değişimini incelemişler. Çalışmalar sırasında 1970'lerin başından beri NASA'nın "Operation IceBridge" görevi kapsamında araştırma uçaklarıyla çektiği görüntülerden ve Landsat uydularının topladığı verilerden yararlanılmış. Sonuçlar 1979-1990 yılları arasında Antarktika'nın yıllık ortalama



40 milyar ton buz kaybettiğini gösteriyor. 2009-2017 dönemindeki yıllık ortalama buz kaybıysa 252 milyar ton. Bu durum 40 yıl öncesine göre Antarktika'daki buz kaybının altı kat arttığı anlamına geliyor.

Elde edilen sonuçlar, en çok buz kütlesi kaybının sıcak okyanus sularına komşu olan bölgelerde yaşandığını gösteriyor. Tahminlere göre, eriyen buzullar dünya genelindeki deniz seviyelerinin bir santimetrenin üzerinde yükselmesine sebep oldu. ■

### Zirkonyumun Nötron Yakalama Konusundaki En İstekli İzotupu

Dr. Tuba Sarıgül

Lawrence Livermore Ulusal Laboratuvarı'ndan bilim insanlarının öncülüğünde bir grup

araştırmacı zirkonyum-88 elementinin nötron soğurma olasılığının tahmin edilenden 86.000 kat yüksek olduğunu belirledi.

Zirkonyum-88, zirkonyum elementinin izotoplarından (proton sayıları aynı, nötron sayıları farklı olan atomlar) biridir.





|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                 |                        |                        |                 |                  |           |           |             |            |           |               |           |           |           |           |           |           |          |          |        |        |        |          |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|------------------------|------------------------|-----------------|------------------|-----------|-----------|-------------|------------|-----------|---------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------|----------|--------|--------|--------|----------|
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Alkali Metaller | Toprak Alkali Metaller | Nadir Toprak Metalleri | Geçiş Metalleri | Toprak Metalleri | Halkenler | Soygazlar | Lantanidler | Aktinidler | Metaller  | Yarı Metaller | Ametaller | 18        |           |           |           |           |          |          |        |        |        |          |
| 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                 |                        |                        |                 |                  |           |           |             |            |           |               |           | 18        |           |           |           |           |          |          |        |        |        |          |
| H<br>1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                 |                        |                        |                 |                  |           |           |             |            |           |               |           | He<br>2   |           |           |           |           |          |          |        |        |        |          |
| 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                 |                        |                        |                 |                  |           |           |             |            |           |               |           |           |           |           |           |           |          |          |        |        |        |          |
| Li<br>3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Be<br>4         |                        |                        |                 |                  |           |           |             |            |           |               |           |           | B<br>5    | C<br>6    | N<br>7    | O<br>8    | F<br>9   | Ne<br>10 |        |        |        |          |
| Na<br>11                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Mg<br>12        |                        |                        |                 |                  |           |           |             |            |           |               |           |           | Al<br>13  | Si<br>14  | P<br>15   | S<br>16   | Cl<br>17 | Ar<br>18 |        |        |        |          |
| <div> <div>  <div> <p>Elementin adı: Zirkonyum</p> <p>Keşif yılı: 1789</p> <p>Oda sıcaklığındaki hali: Katı</p> <p>Önemli izotopları: <math>^{90}\text{Zr}</math>, <math>^{92}\text{Zr}</math>, <math>^{94}\text{Zr}</math></p> <p>Elektron dizilimi: <math>[\text{Kr}]4d^5s^1</math></p> </div> </div> <div> <p>91,224</p> <p>Zr</p> <p>40</p> </div> </div> |                 |                        |                        |                 |                  |           |           |             |            |           |               |           |           |           |           |           |           | B<br>5   | C<br>6   | N<br>7 | O<br>8 | F<br>9 | Ne<br>10 |
| K<br>19                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Ca<br>20        | Sc<br>21               | Ti<br>22               | V<br>23         | Cr<br>24         | Mn<br>25  | Fe<br>26  | Co<br>27    | Ni<br>28   | Cu<br>29  | Zn<br>30      | Ga<br>31  | Ge<br>32  | As<br>33  | Se<br>34  | Br<br>35  | Kr<br>36  |          |          |        |        |        |          |
| Rb<br>37                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Sr<br>38        | Y<br>39                | Zr<br>40               | Nb<br>41        | Mo<br>42         | Tc<br>43  | Ru<br>44  | Rh<br>45    | Pd<br>46   | Ag<br>47  | Cd<br>48      | In<br>49  | Sn<br>50  | Sb<br>51  | Te<br>52  | I<br>53   | Xe<br>54  |          |          |        |        |        |          |
| Cs<br>55                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Ba<br>56        | .....                  | Hf<br>72               | Ta<br>73        | W<br>74          | Re<br>75  | Os<br>76  | Ir<br>77    | Pt<br>78   | Au<br>79  | Hg<br>80      | Tl<br>81  | Pb<br>82  | Bi<br>83  | Po<br>84  | At<br>85  | Rn<br>86  |          |          |        |        |        |          |
| Fr<br>87                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Ra<br>88        | .....                  | Rf<br>104              | Db<br>105       | Sg<br>106        | Bh<br>107 | Hs<br>108 | Mt<br>109   | Ds<br>110  | Rg<br>111 | Cn<br>112     | Nh<br>113 | Fl<br>114 | Mc<br>115 | Lv<br>116 | Ts<br>117 | Og<br>118 |          |          |        |        |        |          |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                 |                        |                        |                 |                  |           |           |             |            |           |               |           |           |           |           |           |           |          |          |        |        |        |          |
| La<br>57                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Ce<br>58        | Pr<br>59               | Nd<br>60               | Pm<br>61        | Sm<br>62         | Eu<br>63  | Gd<br>64  | Tb<br>65    | Dy<br>66   | Ho<br>67  | Er<br>68      | Tm<br>69  | Yb<br>70  | Lu<br>71  |           |           |           |          |          |        |        |        |          |
| Ac<br>89                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Th<br>90        | Pa<br>91               | U<br>92                | Np<br>93        | Pu<br>94         | Am<br>95  | Cm<br>96  | Bk<br>97    | Cf<br>98   | Es<br>99  | Fm<br>100     | Md<br>101 | No<br>102 | Lr<br>103 |           |           |           |          |          |        |        |        |          |



Lawrence Livermore Ulusal Laboratuvarı  
Zirkonyum metali



Zirkonyum (Zr) elementi periyodik tablonun 4. grubunda yer alan bir metalken ksenon elementi (Xe) 18. grupta yer alan bir soygazdır.

Zirkonyumun doğada en yaygın bulunan izotopu olan zirkonyum-90'un çekirdeğinde 40 proton, 50 nötron vardır. Zirkonyum-88 izotopunun çekirdeğinde ise 48 nötron bulunur. Zirkonyum-88 izotopu doğal olarak bulunmaz ve radyoaktiftir.



Sonuçları *Nature* dergisinde yayımlanan araştırmada bilim insanları zirkonyum-88 izotopunu nükleer reaktörde düşük enerjili nötronlara maruz bıraktı ve zirkonyum-88 izotoplarının nötronlarla etkileşime girme olasılıklarını belirledi. Sonuçta zirkonyum-88 izotopunun nötron soğurma olasılığının 861.000 barn olduğunu buldular. Bir atom çekirdeği ile bir nötron karşılaştığında, etkileşime girme olasılıkları nötron tesir kesiti ile belirlenir. Nötron tesir kesitinin birimi barndır (1 barn,

$10^{-28}$  metrekareye eşittir). Zirkonyum-88 izotopunun daha önce tahmin edilen nötron tesir kesiti değeri 10 barndı.

Böylece 70 yıl aradan sonra ilk kez nötron soğurma olasılığı bu ölçekte büyük bir atom çekirdeği keşfedilmiş oldu. Nötron soğurma olasılığı zirkonyum-88'den büyük olan tek atom çekirdeği ksenon elementinin ksenon-135 izotopu. Zirkonyumun diğer birçok izotopunun nötron yakalama olasılığı ise hayli düşük.

Nötron yakalama tepkimeleri; nükleer reaktörlerdeki nükleer

tepkimelerin hızının kontrol edilmesinde, ağır atom çekirdeklerinin üretilmesi, nükleer tıp ve savunma sanayisinde hayli önemli uygulama alanlarına sahip.

Zirkonyumun ve periyodik tablodaki başka elementlerin atomik özelliklerini, keşiflerine dair ilginç bilgileri, isimlerini nereden aldıklarını ve günlük hayattaki kullanım alanlarını Bilim Genç periyodik tablo mobil uygulamasını ücretsiz indirerek öğrenebilirsiniz. ■







## Voyager 2 Yıldızlararası Uzayda

Dr. Mahir E. Ocak

*Voyager 2* uzay aracı, 5 Kasım 2018'de yıldızlararası uzaya girdi. Şu an Dünya'ya yaklaşık 18 milyar kilometre uzaklıkta olan bu uzay aracının gönderdiği veriler, *Voyager 2*'nin güneşkürenin dışına çıktığını gösteriyor. Daha önce *Voyager 1* de 2012 yılında uzayın başka bir bölgesinde güneşkürenin dışına çıkmıştı. Ancak *Voyager 1*'in üzerindeki Plazma Bilim Deneyi (PLS) cihazı

1980 yılından beri çalışmıyordu. *Voyager 2*'nin üzerindeki PLS cihazıysa hâlâ işlevsel. Dolayısıyla her ne kadar *Voyager 2* yıldızlararası uzaya giren ikinci uzay aracı olsa da daha önce hiç yapılmamış deneyler yapıyor ve topladığı verileri Dünya'ya gönderiyor.

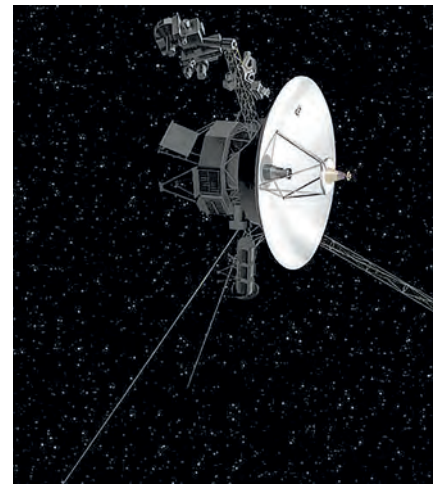
*Voyager 1* ve *2* uzay araçlarının her ikisi de 1977 yılında uzaya gönderilmişti. Başlangıçta görev sürelerinin beş yıl olması, bu süre içinde Jüpiter'in ve Satürn'ün yanından geçerek gezegenleri yakından incelemeleri

planlanıyordu. Ancak planlanan görevler başarıyla tamamlandıktan sonra uzay araçları emekliye ayrıldı.

*Voyager 1* ve *2*, 41 yıldır uzayda yol almaya devam ediyor. Uzay araçları, Jüpiter ve Satürn'den sonra Neptün ve Uranüs'ün de yakınından geçti ve Güneş Sistemi'nin en dışındaki bu iki gaz devini de yakından inceledi. Her ikisi de nükleer enerjiden güç alan araçlardaki radyoaktif maddeler zamanla bozundukça aracın kullanabileceği enerji miktarı da giderek azalıyor.

Bu yüzden uzay araçlarındaki çeşitli araçlar, kameralar da dâhil, daha önce kapatılmıştı.

*Voyager 1* ve *2* her ne kadar yıldızlararası uzaya girmiş olsalar da hâlâ Güneş Sistemi'nin sınırları içindeler.





# Güneş Sistemi'nin Bilinen En Uzak Üyesi 2018 VG18

1 AB (astronomi birimi) Dünya ile Güneş arasındaki ortalama mesafedir ve yaklaşık 150 milyon kilometredir.



Kaynak: Roberto Molar Candanosa ve Scott S. Sheppard, Carnegie Institution for Science

Yıldızlararası uzayın başlangıcı olarak kabul edilen güneşkürenin dış sınırı, güneş rüzgârının (Güneş'ten yayılan yüksek enerjili parçacıkların) Güneş Sistemi'nin dışından gelen soğuk rüzgârla karşılaştığı bölge olarak tanımlanıyor.

Ancak kütleçekimiyle Güneş'e bağlanabilecek gökcisimlerinin bulunabileceği bölge, güneşkürenin sınırının çok ötesine uzanıyor. Güneş Sistemi'nin en dışında yer alan Oort Bulutu'nun Güneş'e yaklaşık 1000 AB mesafeden başlayıp 100.000 AB mesafeye kadar uzandığı tahmin ediliyor. *Voyager 2*'nin Oort Bulutu'nun iç sınırına ulaşması yaklaşık 300 yıl, bulutun dışına çıkmasıysa yaklaşık 30.000 yıl sürecek. ■

## Güneş Sistemi'nin Bilinen En Uzak Üyesi Keşfedildi

Dr. Mahir E. Ocak

Bir grup gökbilimci bugüne kadar Güneş Sistemi'nde gözlemlenmiş en uzak gökcismini keşfetti. 2018 VG18 adı verilen gökcisminin Güneş'e uzaklığı Dünya'nunkinin yaklaşık 120 katı.

Scott S. Sheppard, David Tholen ve Chad Trujillo'dan oluşan araştırma ekibi 2018

VG18'i ilk olarak Hawaii'deki Mauna Kea Dağı'nda bulunan sekiz metrelik Subaru Teleskobu'yla gözlemlenmiş. Daha sonra başka teleskoplarla yapılan gözlemlerle keşif doğrulanmış.

Gözlemler sonucu elde edilen ilk veriler gökcisminin yaklaşık 500 kilometre çapında bir cüce gezegen olduğunu gösteriyor. Renginin pembemsi olmasıysa buz bakımından zengin olduğuna işaret ediyor. Cüce gezegenin yörüngesi ile ilgili detaylar henüz tam olarak bilinmiyor.



Hem çok uzak olduğu hem de çok yavaş hareket ettiği için 2018 VG18'in Güneş'in etrafında takip ettiği rotayı belirlemek birkaç yıl sürecek.

Dünya ile Güneş arasındaki yaklaşık 150 milyon kilometrelik ortalama mesafe astronomi birimi (AB) olarak adlandırılır. Daha önceleri Güneş Sistemi'nin en uzak üyesi olarak bilinen gökcsimi olan Eris Güneş'e 96 AB uzaklıkta. Plüton cüce gezegeninin Güneş'e şu anki uzaklığıysa yaklaşık 34 AB. Bu durum Güneş'e yaklaşık 120 AB mesafede keşfedilen 2018 VG18'in en bilinen cüce gezegen Plüton'dan bile üç buçuk kat daha uzak olduğu anlamına geliyor. ■

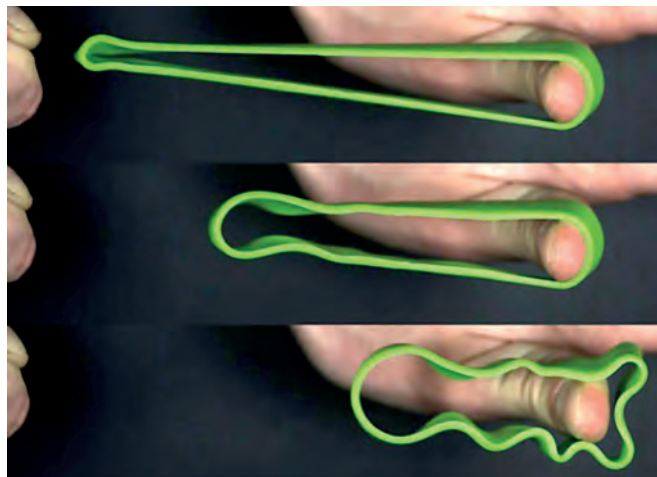
## Ambalaj Lastiğini Parmaklarınızı Acıtmadan Nasıl Fırlatabilirsiniz?

Dr. Tuba Sarıgül

Çocuk ya da yetişkin olalım birçoğumuz ambalaj lastiklerini parmaklarımızın

arasında gerdikten sonra serbest bırakarak arkadaşlarımızla şakalaşmışızdır. Ancak ambalaj lastiğini serbest bıraktıktan sonra bazen lastik parmağımıza çarpar ve canımızı acıtır. Peki, lastik eski haline dönerken çok hızlı bir şekilde hareket etmesine rağmen neden bazen parmağımıza çarparken bazen çarpmaz?

Sonuçları *Physical Review Letters* dergisinde yayımlanan araştırmada bilim insanları, yüksek hızda görüntü kaydedebilen kamera kullanarak, gerilen ambalaj lastiklerinin serbest bırakıldıktan sonra nasıl hareket ettiğini belirledi.



Kaydedilen görüntülerden lastiğin serbest bırakıldıktan sonra başlangıçta gözyaşı damlasına benzer bir şekle sahip olduğu, daha sonra lastiğin dalgalı bir şekil aldığı anlaşıldı. Aynı zamanda dalgaların belirli bir hızı ve dalga boyu olduğu görüldü.

Ambalaj lastiklerinin yapıldığı kauçuk, esnek bir malzemedir. Yani üzerine bir kuvvet uygulandığında şekli biraz değişir, bu kuvvet kaldırıldığında ise eski haline döner.

Araştırma, ambalaj lastiğini parmağınızı acıtmadan nasıl fırlatabileceğiniz hakkında bazı ipuçları veriyor.

Çünkü lastik serbest bırakıldıktan sonra oluşan dalgalar, lastiğin arka tarafının başparmağa yaklaşma hızını azaltıyor. Böylece lastiği serbest bıraktıktan sonra parmağınızı yeterince hızlı bir şekilde aşağı eğerseniz lastiğin parmağınıza çarpmasını engelleyebilirsiniz.

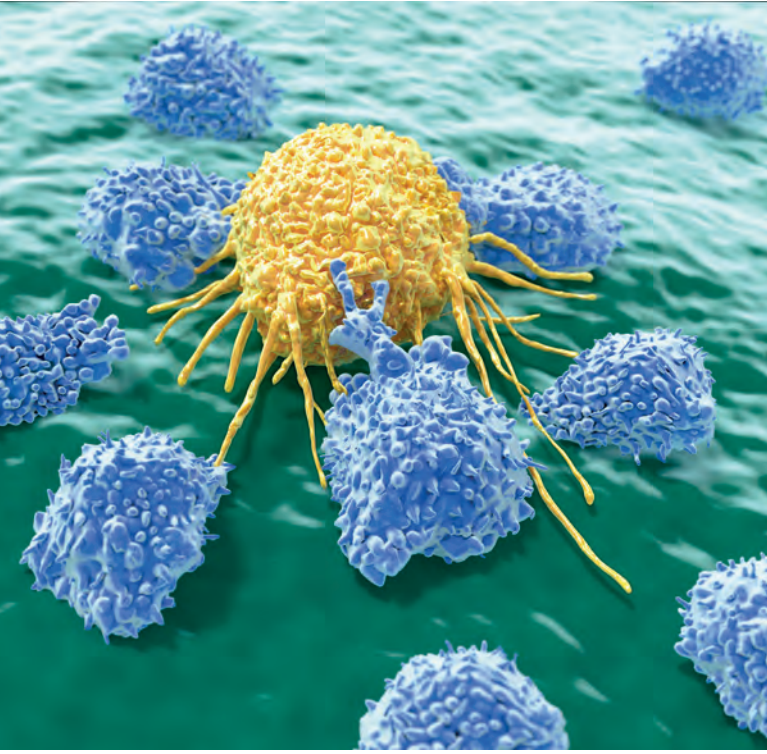
Fotoğrafın üzerindeki karekodla gerilen ambalaj lastiğinin serbest bırakıldıktan sonra nasıl hareket ettiğini yavaş çekimde izleyebilirsiniz.

## Kanserle Mücadelede Bağışıklık Hücresi Nakli

Dr. Özlem Ak

İngiltere ve Amerika Birleşik Devletleri'ndeki (ABD) bilim insanları kanseri tedavi etmek için yeni bir yöntem üzerinde çalışıyorlar. Bu yöntem sağlıklı bir kişiden alınan bağışıklık hücrelerinin kanser hastasına nakledilmesini kapsıyor. Bu bağışıklık sistemi hücresi naklinin vücudun kansere karşı savaşma yeteneğini artıracığı umut ediliyor.





Bu yöntemin uygulanması için henüz erken olsa da bazı hastalarda birkaç yıl içinde klinik denemelere başlanacağı düşünülüyor.

Yakın zaman öncesine kadar vücudun nakledilen yeni hücreleri reddettiği ve bağışıklık sistemini baskılayan ilaçların da ciddi yan etkileri olduğu bilindiği için bağışıklık hücresi naklinin işe yaramayacağı düşünülüyordu. Fakat araştırmacılar nakledilen hücrenin vücutta şaşırtıcı şekilde canlılığını sürdürdüğünü ve naklin uygun bir seçenek olabileceğini keşfetti.

Londra, Francis Crick Enstitüsü'nden Prof. Dr. Adrian Hayday bağışıklık sisteminin doğal öldürücü hücrelerini kullandıklarında etkileyici sonuçlar elde ettiklerini söylüyor.

Dr. Hayday eğer bu bağışıklık hücre nakli işe yararsa ilk klinik denemelerin yapılabileceğini ve bugünkü kan bankaları gibi hastalara nakledilmeye hazır bağışıklık hücrelerini toplayan bağışıklık hücresi bankalarının olabileceğini umuyor.

Crick Enstitüsü'ndeki ve genel anlamda dünyadaki bilim insanları kanserle mücadelede yeni yollar bulmak için araştırmalarını sürdürüyor. Şu anda İngiltere'de kanserli kişilerin yaklaşık %50'si son tıbbi gelişmeler sayesinde teşhisten 10 yıl sonra hâlâ hayatta. Crick araştırmacıları, bu oranı gelecek 15 yılda %75'e çıkarmayı umuyor. ■

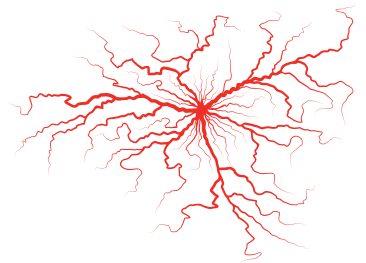
## Anatomi Kitapları Yeniden mi Yazılacak?

Dr. Özlem Ak

Kemiklerimizde yeni bir tür kan damarı keşfedildi. Daha önce bilinmeyen bu damarlar, kemiklerin yüzeyinden iç boşluklarına kadar uzanıyor. Bu keşfin osteoporoz gibi kemik hastalıklarına ve bağışıklık sistemiyle ilgili problemlere ışık tutacağı düşünülüyor. *Nature Metabolism* dergisinde yayımlanan çalışmanın lideri Almanya, Duisburg-Essen

Üniversitesi'nden Prof. Dr. Matthias Gunzer, 21. yüzyılda herhangi bir ders kitabında yer almayan yeni bir anatomik yapı bulmalarının gerçekten beklenmedik bir durum olduğunu söylüyor.

Bilim insanları bir süredir kemiklerde kan hücrelerinin yanı sıra kemik iliğinde üretilen bağışıklık hücrelerinin de dolaşım sistemine geçmesine izin veren etkin bir kan sistemi olduğunu biliyordu. Dr. Gunzer'in ekibi ilk kez bu etkin kan sistemini görmeyi başardı. Dr. Gunzer kemik iliğinin merkezindeki ve kemiği çevreleyen periosteumun yüzeyindekilere benzeyen kan damarlarını hâlihazırda gördüklerini belirtiyor. Fakat yeni keşfettikleri damarların doğrudan uzun kemiklerden (kol ve bacak kemikleri gibi uzun, silindirik ve kemik iliği içeren kemikler) geçtiği görüldü.





## Karın Bölgesindeki Yağ Oranı Beyniniz İçin Ne Diyor?

Dr. Özlem Ak

*Neurology* tıp dergisinde yayımlanan bir çalışmaya göre, beyninizin büyüklüğü ve şekli ile karın çevrenizin genişliği arasında ilginç bir bağlantı var. Çalışmanın bulguları karın çevresinde daha fazla yağ bulunan kişilerin beyinlerinin küçülmüş ve daha az gri maddeye sahip olduğunu söylüyor.

University College London'daki ve İngiltere Loughborough Üniversitesi'ndeki bilim insanları bu bulgulara UK Biobank'a kayıtlı kişilerin genetiği ve sağlığı ile ilgili geniş yelpazedeki verileri inceleyerek ulaştı. Araştırmacılar, sonuçları etkileyebilecek yaş ve fiziksel aktiviteler gibi diğer faktörleri de göz önünde bulundurarak ortalama 55 yaşında yaklaşık 1000 kişiyi inceledi. Yüksek vücut kitle endeksine ve yüksek bel-kalça ölçüsü oranına sahip kişilerin beyinlerinde

gri madde hacminin ortalama 786 cm<sup>3</sup>, sağlıklı kişilerinde ise ortalama 798 cm<sup>3</sup> olduğu görüldü. Vücut kitle endeksi yüksek ama bel-kalça oranı yüksek olmayan kişilerin beyinlerinde gri madde hacmi ise 793 cm<sup>3</sup> olarak tespit edildi.

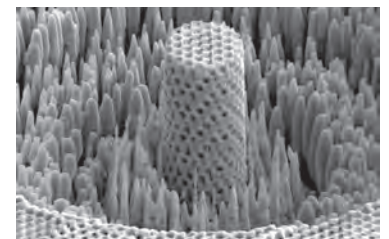
Diğer yandan, obezitenin beynin beyaz maddesini etkilemediği görüldü. Araştırma ekibinden Dr. Mark Hamer, çalışmalarında karın bölgesindeki yağlanmanın gri madde hacminin azalmasıyla ilişkili olduğunu tespit ettiklerini ancak beynin yapısındaki anormalliklerin obeziteye ya da obezitenin beyinde yapısal değişikliklere neden olup olmadığının henüz açıklık kazanmadığını belirtti. Bununla birlikte, beynin belirli bölgelerindeki küçülme ve obezite arasında da birtakım bağlantılar bulduklarını sözlerine ekledi. Vücutta aşırı yağlanmayla bağlantılı olarak azalan gri maddenin, kişi üzerinde davranış ve diğer sağlık sorunları açısından ne gibi bir etkisi olabileceği henüz belli değil. İlginç olan ise önceki çalışmalar obezitenin aslında demansa karşı korunmaya

yardımcı olabileceğini gösterirken bu çalışmanın obezitenin demans ve beyni etkileyen sağlık sorunları riskini arttırabileceğini söylemesi. Hamer araştırmalarında geniş bir grubu incelediklerini ve özellikle karın bölgesindeki yağlanmanın beynin küçülmesi ile bağlantılı olabileceğini bulduklarını belirtiyor. ■

## Çelik Kadar Güçlü Metalik Ahşap Üretildi

Dr. Mahir E. Ocak

Uluslararası bir araştırma grubu, kendi geliştirdikleri bir yöntemi kullanarak özel bir nikel folyo üretti. Yapısı ve yoğunluğu ahşaba benzediği için metal ahşap olarak adlandırılan malzeme çelik kadar güçlü. Konu ile ilgili bir makale Dr. James H. Pikul ve arkadaşları tarafından yakın zamanlarda *Scientific Reports*'ta yayımlandı.



Diğer tüm organlar gibi, kemiklerin de düzgün çalışması için kapalı bir dolaşım döngüsüne ihtiyacı var. Araştırma ekibinden Dr. Anika Grüneboom, budolaşım döngüsünde, temiz kanın atar damarlarla kemiğe iletiliğinin, kirli kanın da toplar damarlarla uzaklaştırıldığının bilindiğini fakat bugüne kadar uzun kemiklerin dolaşım döngüsünün işlevinin tam olarak anlaşılamadığını belirtiyor.

Araştırmacılar ilk kez farelerde tanımladıkları yeni damarları trans kortikal damarlar diye adlandırdılar. Damarları görebilmek için etil sinamat isimli kimyasalı kullanarak fare bacak kemiklerini şeffaf hâle getirdiler. Kan hücrelerini kırmızı ve yeşil renkte görünecek şekilde boyayıp kemiği mikroskopta incelediklerinde kemik gövdesinden çok ince kırmızı kan damarlarının geçtiğini gördüler. Araştırmacılar, farenin tek bir kaval kemiğinde yaklaşık 1000 tane trans kortikal damarın bulunduğunu saptadı. ■



Bir malzemenin gücü, yapısındaki kusurlar tarafından sınırlanır. Örneğin titanyum, çelik kadar güçlü ve çelikten iki kat daha hafiftir. Eğer mikro ölçekte kusursuz yapıya sahip titanyum malzemeler üretmek mümkün olsaydı bugün üretilenlerden on kat daha güçlü olurlardı. Araştırmacılar, metalik ahşap olarak adlandırdıkları malzemeyi üretmek için ilk önce birkaç yüz nanometre çapındaki ufak plastik küreleri suyun içine atıyor. Daha sonra su yavaş yavaş buharlaştırılıyor ve kürelerin kristal benzeri düzenli bir yapı almasını sağlıyor. Bir sonraki aşamada yapının içindeki boşluklar nikel ile dolduruluyor. Son olarak bir çözücü yardımıyla plastik küreler malzemeden uzaklaştırılıyor. Ahşap malzemelerde yapıyı ayakta tutan kalın "direkler" ve bu direklerin arasında boşluklar vardır. Araştırmacıların ürettiği, çelik kadar güçlü malzemenin yapısı da ahşap malzemelerinkine benziyor. Malzemede yapıyı ayakta tutan nikel direkleri ve bu direklerin arasında boşluklar var.

Araştırmacıların laboratuvar ortamında ürettiği folyolar yaklaşık 1 x 1 cm boyutlarında. Yaklaşık %70'i boş olan malzeme o kadar hafif ki eğer bu malzemeyle bir tuğla üretilseydi suda yüzerdi.

Araştırmacılar, bir sonraki hedeflerinin daha büyük ölçekte metalik ahşaplar üretmek ve testlere tabi tutmak olduğunu söylüyor. Her ne kadar malzemeyi üretmek için kullanılan ham maddeler pahalı olmasa da bu malzemeler üzerinde nanometre ölçeğinde çalışmalar yapmak için gerekli altyapı sınırlı. Teknolojik gelişmeler, metalik ahşapların büyük ölçekte üretiminin gelecekte hızlı ve ucuz bir biçimde yapılmasına imkân verebilir. ■

## Karadelik veya Nötron Yıldızının Doğumu

Dr. Mahir E. Ocak

Geçtiğimiz haziran ayında Hawaii'deki ATLAS teleskoplarıyla (50 cm çaplı ikiz teleskoplarla) yapılan gözlemler sırasında

Dünya'ya 200 milyon ışık yılı uzaklıktaki Herkül Takımyıldızı'nda gökbilimcileri heyecanlandıran bir olaya tanıklık edilmiş, AT2018cow adı verilen bir gökcismi hızla parlaklaştıktan sonra kısa süre içinde sönükleşmişti. Başlangıçta meydana gelen olayın bir süpernova patlaması olduğu düşünülmüştü. Ancak olayın parlaklığı tipik bir süpernova patlamasından onlarca kat daha büyüktü. Uluslararası bir araştırma grubu, bu olayın bir karadelik ya da bir nötron yıldızı gibi yoğun bir gökcisminin doğumu olduğunu ileri sürdü. Araştırma ekibinin üyelerinden Northwestern Üniversitesi Öğretim Üyesi Dr. Raffaella Margutti elde ettikleri sonuçların yakın gelecekte *Astrophysical Journal*'de yayımlanacağını söylüyor. Eğer iddialar doğrulanırsa ilk kez bir karadelik ya da bir nötron yıldızının doğumuna tanıklık edilmiş olacak.

Gökbilimciler, ölen yıldızları genellikle görünür ışığa duyarlı optik teleskoplarla gözlemlerler.

Ancak Prof. Dr. Margutti ve arkadaşları, AT2018cow'u sadece optik teleskoplarla değil X-ışınlarına, radyo dalgalarına ve gama ışınlarına duyarlı teleskoplarla da incelemişler. Böylece meydana gelen olayın "görünür" parlaklığı azaldıktan sonra da gözlemler devam edebilmiş. AT2018cow'un görece "çıplak" olmasının da çalışmaları kolaylaştırdığı belirtiliyor. Büyük kütleli yıldızların ömürlerinin sonunda çökerek karadeliklere dönüşürken yoğun miktarda maddeyle çevrilidirler. Bu durum gözlemleri hayli zorlaştırır. AT2018cow'un etrafındaki madde yoğunluğuysa tipik bir yıldız patlaması sırasındakinin sadece onda biri kadardı.

Çalışmaları kolaylaştıran bir diğer etken de meydana gelen olayın görece yakınlığı. 200 milyon ışık yılı günlük hayatımız için çok büyük bir mesafe olsa da gök olayları açısından hayli yakın olduğu söylenebilir. ■

# DENEYAP TÜRKİYE PROJESİ

## Hayata Geçiyor

Dr. Özlem Kılıç Ekici [ TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi

**Robotik kodlama, nesnelerin interneti, yapay zekâ ve çok daha fazlası...  
“Milli Teknoloji Hamlesi”ni gerçekleştirecek gençler DENEYAP Teknoloji Atölyeleri’nde yetişecek.**

**C**umhurbaşkanlığı’nın 100 Günlük İcraat Programı çerçevesinde, T.C. Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, T.C. Gençlik ve Spor Bakanlığı, TÜBİTAK ve Türkiye Teknoloji Takımı Vakfı’nın ortak çalışması sonucu “81 İlde 100 Deneyap Teknoloji Atölyesi Projesi” hayata geçiriliyor. Geleceğin teknoloji yıldızlarının yetişeceği Deneyap Teknoloji Atölyeleri’nin ilk kısmı, Adana, Ankara, Antalya, Edirne, Erzurum, Eskişehir, Hakkâri, İzmir, Konya, Manisa, Muğla ve Trabzon olmak üzere toplam 12 ilde açılıyor.

Deneyap Türkiye, Türkiye’nin teknolojik kalkınma programı Milli Teknoloji Hamlesi’nin itici gücünü oluşturmak üzere, teknoloji üretme yetkinliği yüksek genç bireyler yetiştirmeyi amaçlıyor. Eğitim programına dâhil olan öğrencilere kurulacak teknoloji atölyelerinde yenilikçi bir eğitim modeli ile Tasarım-Üretim, Robotik-Kodlama, Elektronik Programlama, Yazılım Teknolojileri, Siber Güvenlik, Enerji Teknolojileri, Havacılık ve Uzay, Nanoteknoloji ve Yapay Zekâ gibi alanlarda teorik ve uygulamalı eğitimler verilecek. Deneyap Teknoloji Atölyeleri’nde eğitimler tamamen ücretsiz olacak.

## Eğitim Planı

4. ve 5. sınıfa giden öğrenciler ile 8., 9. sınıf ve lise hazırlıkta bulunan öğrenciler eğitim programına dâhil olabilecekler. Bu programın eğitim modeli, 2 yıl ders ve 1 yıl uygulama projesi olmak üzere, toplam 3 yıl olarak tasarlandı. İlk yıl temel teknoloji alanlarında genel yetkinlik kazanımı sağlayacak bir program yer alırken, ikinci yıl öğrencilerin ilgi alanlarına göre daha derinlemesine gelişim kaydedecekleri eğitimler bulunuyor. Üçüncü yıl ise, öğrencilerin aldıkları eğitimlerin uygulamasını yaparak öğrendiklerini pekiştirecekleri bir proje geliştirmeleri bekleniyor. Eğitimler okul dönemlerinde hafta sonu cumartesi veya pazar günleri öğleden önce veya sonra yürütülecek. Sömestr tatilinde hafta içi düzenlenecek eğitimler, yaz tatilinde öğrencilerin iki gruba ayrılması ile belirlenen iki dönemde hafta içi günlerde devam edecek.





Eğitim sürecinde yaz ve kış kampları da yapılacaktır. İlgili kamplarda öğrencilerin sosyal ve kültürel gelişimine destek sağlayacak etkinlikler de yer alacaktır. Ayrıca, eğitimler kapsamında çeşitli araştırma merkezlerine teknik geziler gerçekleştirilecek ve ebeveynlere de eğitim sürecinde rehberlik ve danışmanlık hizmetleri sağlanacaktır.

## Sınav Programı

İlgili yaş grubunda bulunan öğrencilerin Deneyap Teknoloji Atölyeleri'ne katılabilmeleri için tek şart, yapılacak iki aşamalı seçme sınavında başarılı olmaları. Anadolu Üniversitesi tarafından ilgili illerde yapılacak ücretsiz sınavın başvurusu 10 Şubat 2019 tarihinde sona erdi. Belirlenen 12 ilde, seçme sürecinin ilk aşaması olan yazılı sınav 17 Mart 2019 tarihinde gerçekleştirilecek.

Öğrenciler, ilk olarak yazılı sınavla girecekler. Yazılı sınav, problem çözme, kritik analitik düşünebilme, tasarım odaklı düşünme ile bilim ve mühendislik uygulamaları

becerilerini ölçmeye yönelik olarak matematik, fen, algoritma ve güncel bilimsel gelişmeler içeriklerini kapsıyor. Bu sınavda başarılı olanlar uygulamalı sınavla girmeye hak kazanacaklar. Uygulamalı sınav esnasında öğrencilerin verilen projeyi tamamlamaları beklenmektedir. Değerlendirmeler sonunda, atölye kontenjanı da göz önünde bulundurularak nihai sonuçlar açıklanacaktır.

Tüm Türkiye'de, geleceğin bilim insanlarını, araştırmacılarını ve girişimcilerini keşfetmeyi ve yetiştirmeyi hedefleyen Deneyap Türkiye, hızlı bir şekilde diğer illerde de yaygınlaştırılacaktır. Bu gelişim imkânının 2020 yılı sonuna kadar 81 ildeki gençlerle buluşturulması planlanıyor. ■

Deneyap Türkiye'nin bir parçası olmak isteyen gençler ve veliler, proje ile ilgili daha detaylı bilgi almak için **deneyapturkiye.org** internet adresini ziyaret edebilirler.

## İki Ayrı Dünya Değiller

# Beyin ve Bağışıklık Sistemi

Dr. Özlem Ak [ TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi

Yıllardır anatomi kitaplarında, vücuttaki en karmaşık iki sistem olan beyin ve bağışıklık sisteminin birbirlerinden neredeyse tamamen bağımsız olduğu yazılıyor, sağlıklı bir kişide beyin ve bağışıklık sisteminin işbirliğinin söz konusu olmadığına inanılıyordu. Sadece hastalık ya da bir travma durumunda bağışıklık hücrelerinin beyne gittiği ve patojenlere karşı saldırıya geçtiği düşünülüyordu. Bağışıklık sistemi, hasarlı beynin yardımına koşmanın yanı sıra beynin stresle başa çıkmasına ve öğrenme ve sosyal davranış gibi beynin temel işlevlerine de yardımcı oluyor.

Beyin için vücudun süper bilgisayarı ve ana düzenleyicisi demek yanlış olmaz. Merkezi sinir sistemi ni oluşturan omurilik ve kranial sinirlerle beraber çalışan beyin vücuttaki tüm sistemlerin bütün işlevlerini kontrol eder. Aslında bu kadar çok görevi ve sorumluluğu olan beynin yapısının inanılmaz karmaşık olması da şaşırtıcı değil.

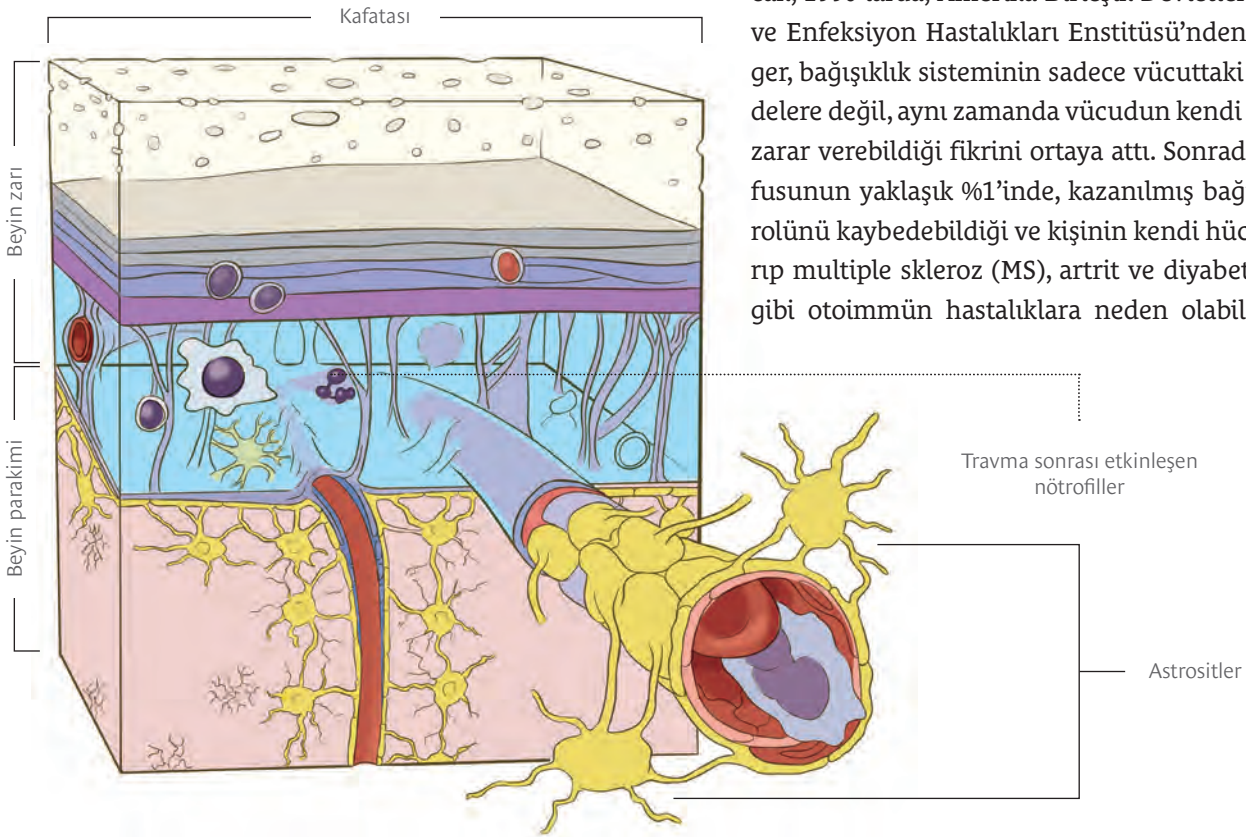






**N**öronlar beynin temel birimleri ve neredeyse yarısını kaplıyor. İnsan beyni, sinaps adı verilen yaklaşık 100 trilyon bağlantıyla birbirine bağlanmış yaklaşık 100 milyar nöron içeriyor. Nöronlar, destek hücreleri olarak bilinen glialarla birlikte, bilgilerin işlenmesinden sorumlu beyin parankimini oluşturuyorlar. Beynin diğer önemli bileşenleri ise parankimal dokuları fiziksel olarak destekleyen stromal hücreler ile beyni besleyen ve kan-beyin bariyerini oluşturarak vücudun diğer bölümlerinden beyne madde geçişini sınırlandıran kan damarlarının yer aldığı endotelial hücrelerdir.

Bağışıklık sistemine gelince, vücudumuzda iki tür bağışıklık sistemi var: doğuştan gelen bağışıklık ve kazanılmış bağışıklık. Doğuştan gelen bağışıklık için hastalık yapan mikroorganizmalara karşı vücudun ilk savunma hattı denilebilir. Bu sistem, kimyasal ve fiziksel bariyer olarak görev yapar. Doğuştan gelen bağışıklık vücutta yangısal (inflamatuvar) yanıtı başlatır. Beyaz kan hücreleri enfeksiyon bölgesine toplanır ve patojenleri yok etmek için ısıya ve şişmeye neden olan proteinleri üretir. Kazanılmış bağışıklık sistemini ise T lenfosit ve B lenfosit denilen hücreler oluşturur. Bu hücreler spesifik bir patojeni tanıyabilir ve saldırıya geçebilirler. İdeal koşullarda, kazanılmış bağışıklık sistemi hücreleri sadece dışarıdan gelen patojenleri hedefler, vücudun kendi proteinlerine, hücrelerine ve mikroorganizmalarına saldırmazlar. Ancak, 1990'larda, Amerika Birleşik Devletleri Ulusal Alerji ve Enfeksiyon Hastalıkları Enstitüsü'nden Polly Matzinger, bağışıklık sisteminin sadece vücuttaki yabancı maddelere değil, aynı zamanda vücudun kendi dokularına da zarar verebildiği fikrini ortaya attı. Sonradan, dünya nüfusunun yaklaşık %1'inde, kazanılmış bağışıklığın kontrolünü kaybedebildiği ve kişinin kendi hücrelerine saldırıp multiple skleroz (MS), artrit ve diyabet (bazı türleri) gibi otoimmün hastalıklara neden olabildiği anlaşıldı.



Yakın zamana kadar merkezi sinir sisteminin, periferik bağışıklık sistemiyle hiçbir etkileşimde olmadığı ve merkezi sinir sisteminin sadece kendine ait mikrogliya denilen bağışıklık hücrelerini barındırdığı düşünülüyordu. Hatta merkezi sinir sisteminde periferik bağışıklık sistemi hü-

resine rastlanması bir hastalık belirtisi olarak değerlendiriliyordu. Ancak son yıllarda elde edilen yeni bulgular, kişi hastayken de sağlıklıyken de bu iki sistemin birbiriyle etkileşim hâlinde olduğunun anlaşılmasını sağladı.



# İki Sistemin Hikâyesi

1920'lerin başlarında, araştırmacılar sağlıklı bir beyinde mikrogliya denilen merkezi sinir sistemine özgü bağışıklık hücrelerinin bulunduğunu biliyorlardı ama vücudun bağışıklık hücrelerinin (periferik bağışıklık sistemi hücreleri) kan-beyin bariyerini geçemeyeceğini düşündüklerinden beyinde bulunmalarına ihtimal vermiyorlardı. Öyle ki 1940 yılında kendisine Nobel Ödülü kazandıran çalışmada biyolog Peter Medawar, vücudun beyine yerleştirilen yabancı bir dokuya, vücuttaki başka bir yere yerleştirilenden daha yavaş red cevabı verdiğini söyledi. Medawar'a göre beyin bağışıklık sisteminden etkilenmiyordu. Diğer yandan, yapılan başka araştırmalarda, beyinde enfeksiyon ya da zedelenme olan hastaların beyin parankimlerinde ve omuriliklerinde periferik bağışıklık sistemi hücrelerine rastlandığı tespit edildi. Bunun üzerine, bilim insanları sadece beyinde herhangi bir travma, patoloji ya da enfeksiyon olması gibi durumlarda beyin ve bağışıklık sisteminin etkileşime geçtiğini ve bağışıklık hücrelerinin merkezi sinir sistemine geçtiğini öne sürdüler. Ancak böyle bir bağışıklık aktivitesi aslında istenmeyen, engellenmeye çalışılan bir durumdu. Hatta bu durumlarda doktorlar yıllardır hastalara bağışıklık hücrelerinin aktivitesini baskılamak için kortikosteroidler veriyorlardı.

Beyin ve bağışıklık sisteminin birbiriyle etkileşim hâlinde olmadığı görüşü, hiçbir şüpheye yer vermeden yıllarca geçerliğini korudu. Ta ki bazı bilim insanları, bağışıklık sistemi vücudun patojenlere karşı ana savaş gücü olduğu hâlde, beyin böyle bir savunma sisteminin erişimine neden izin vermediğini merak edinceye kadar. Bunun üzerine, bilim insanları kan-beyin bariyerinin çoğu patojenin beyne girmesini önlediğini, dolayısıyla beyin bağışıklık sistemine uyum sağlamasının ya bağışıklık sistemiyle işbirliği içerisinde olmasının gerekmediğini söyledi.

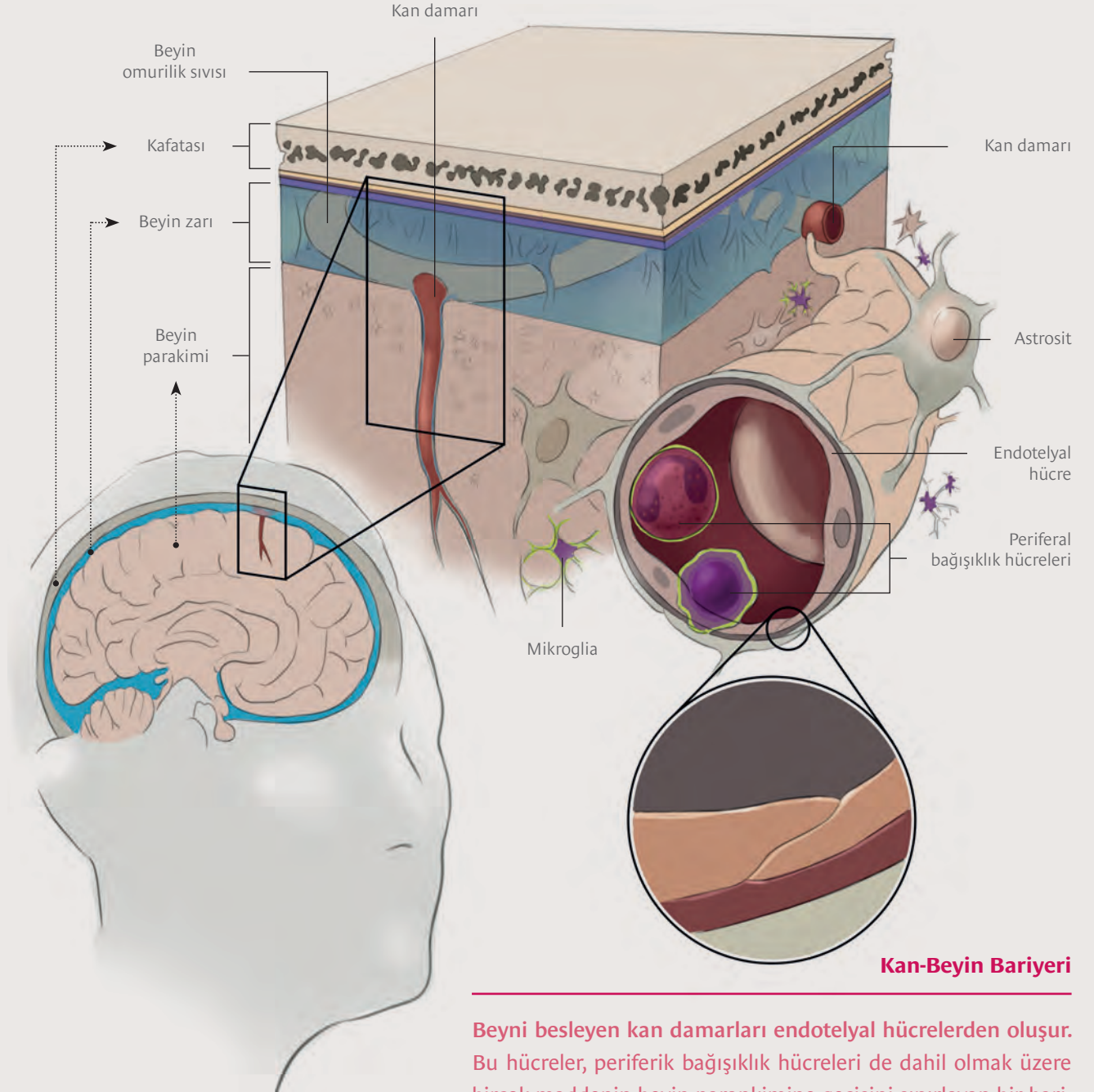
Diğer taraftan, bazı bilim insanları bu fikre karşı şüphelerini bakteri ve parazitlere ek olarak virüslerin de beyne ulaşabilecekleri üzerine yoğunlaştırdı. Aslında beyinde patojenlerin bulunmaması ya da çok az bulunması, kan-beyin bariyerinin patojenlerin etkin bir şekilde geçişini engellemesinden değil de bağışıklık sisteminin patojenlerle çok etkin bir şekilde savaşmasından ve onları etkisiz hâle getirmesinden kaynaklanıyordu.

Beyin ve omurilik kadar önemli dokuların bağışıklık sisteminin koruma ve hasarlı dokuları onarma yeteneğinden yararlanmaması Weizmann Enstitüsü'nden Prof. Michal Schwartz'a anlamlı gelmiyordu. Bu nedenle, 1990'ların ortasında bağışıklık sisteminin olumlu bir nörolojik rolünü araştırmaya başladı. Sıçanların omuriliğinde oluşturdukları hasar sonrasında Schwarz'ın ekibi, o bölgeye makrofaj isimli bağışıklık hücrelerini enjekte ettiklerinde, sıçanların motor fonksiyonlarını yeniden kazandıklarını gördü. Makrofajlar, karaciğer ve kas gibi diğer dokularda olduğu gibi omurilikte de iyileşmeyi kolaylaştırmıştı. Oysa başka araştırmacılar makrofajları tamamen ortadan kaldırmanın farelerde ve sıçanlarda omurilik hasarının iyileşmesine daha fazla katkı sağlayacağını iddia ediyorlardı. Ancak Schwartz ve ekibi bağışıklık sisteminin travma sonrasında merkezi sinir sisteminin onarımına katkıda bulunduğunu destekleyen araştırmalarına sonraki on yılda da devam etti.

O günlerde bağışıklık hücrelerinin bu gibi durumlarda kan-beyin bariyerini nasıl aşıp merkezi sinir sistemine ulaştığı henüz belirsizdi. Ardından 1992'de yayınlanan bir çalışmada, Stanford Üniversitesi'nden Lawrence Steinman ve meslektaşları, MS benzeri bir durum oluşturulan farelerde, periferik bağışıklık hücrelerinin a4β1 integrin denilen ve kan-beyin bariyerini aşmalarını sağlayan bir protein ürettiğini duyurdu.

## Beyin-Bağıışıklık Sistemi Bağlantısı

Uzun yıllar boyunca sağlıklı bir beynin bağışıklık sistemiyle hiç bir bağlantısının olmadığı düşünülüyordu. Beyin, mikrogia olarak bilinen kendi doğal bağışıklık hücrelerini barındırmasına rağmen, vücuttaki bağışıklık hücrelerinin beyinde bulunmadığı ve kan-beyin bariyerinin bu periferik bağışıklık hücrelerinin beyne girmesini önlediği düşüncesi yaygındır. Ancak son bulgular bağışıklık sisteminin sağlıklı beyinde oldukça aktif olduğunu ve hatta işleyişi için gerekli olduğunu gösterdi.



### Kan-Beyin Bariyeri

Beyni besleyen kan damarları endotelial hücrelerden oluşur. Bu hücreler, periferik bağışıklık hücreleri de dahil olmak üzere birçok maddenin beyin parankimine geçişini sınırlayan bir bariyer oluşturmak üzere sıkıca biraraya gelir. Astrositler denilen hücreler ve bazal membran denilen bir yapı bu bariyeri güçlendirir.





Normal şartlar altında, makrofajların sitokin, proteaz veya reaktif oksijen türleri salgılayarak nöronlara zarar verme ihtimali vardır. Ancak sıçan ve farelerdeki omurilik zedelenmelerinde makrofajların aynı zamanda yaraların iyileşmesini sağlayan dönüştürücü büyüme faktörü beta ve yangının giderilmesini sağlayan interlökin 10 (IL-10) ürettikleri görüldü. Zaten 2000 yılının sonlarına doğru, araştırmacılar makrofajların farklı alt tiplerinin kemirgenlerde nöronal büyümeye faydalı olabileceğini ve bazılarının iyileşme için kritik olduğunu kabul etti. Yakın geçmişte yapılan araştırmalar da sadece makrofajların ve doğuştan gelen bağışıklık sisteminin diğer bileşenlerinin değil, sonradan kazanılmış bağışıklık hücrelerinin de merkezi sinir sisteminin sağlığının korunmasına katkıda bulunduğunu gösterdi.

# Bağışıklık Sistemi Beyinde Olup Bitenlerden Nasıl Haberdar Oluyor?

Virginia Üniversitesi Tıp Fakültesi'ndeki karanlık bir odada, bir fare yüzdüğü küçük havuzda dinlenecek yer arıyordu. Önceki 12 yüzme deneyinde görsel ipuçları ve araştırmacılar arasındaki bir eğitmeni sayesinde havuzun merkezine yakın bir platform bulabilmişti. Ancak platformu bulduğu son deneyden yalnızca bir gün sonra, platformu bulmak için ilk deneydeki kadar zaman harcadı. Peki, farenin sorunu neydi? Farenin bağışıklık hücrelerinden olan T hücreleri yoktu!

Şu an Virginia Üniversitesi'nde araştırmalarını sürdüren Prof. Dr. Jonathan Kipnis, 2004 yılında İsrail'deki Weizmann Enstitüsü'nde ilk kez bağışıklık sistemi ile beynin bilişsel işlevi arasında bir bağlantı olduğunu gösterdi. Kipnis'in araştırmasına göre, T hücreleri olmayan farelerin bilişsel becerileri, normal farelerinkine göre düşüktü. Kipnis'in tanımladığı merkezi sinir sistemindeki T hücrelerinin öğrenme ve hafızaya etkileri, bilim insanlarının beklenmedik bağışıklık aktivitelerini araştırmalarını ve bazı sonuçlara varmalarını sağladı. Başlangıçta, Kipnis T hücresi olmayan farelerin sudaki labirent hafıza testinde daha yavaş olduğu ortaya çıktı. Araştırmacılar bu farelere, normal tip T hücreleri enjekte ederek normal bilişsel yetilerini geri getirebildiler.

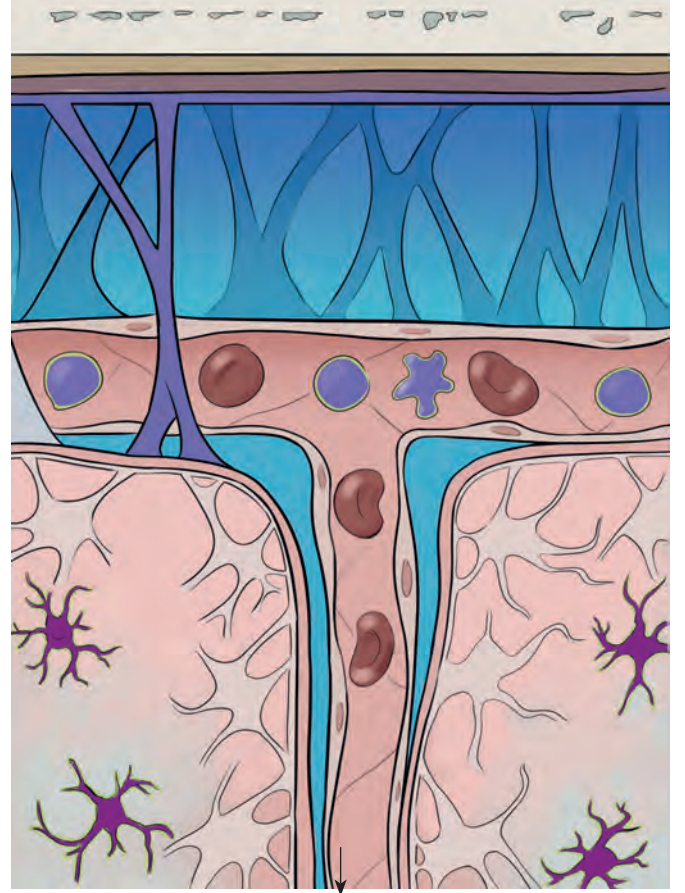


Prof. Dr. Jonathan Kipnis

# Beyin ile Başıklık Sistemi Arasındaki Köprü

Öncelikle farelerle çalışan Kipnis ve grubu, beyin zarında lenfatik damar ağı olduğunu ilk kez tespit ettiler. Lenfatik damarlar hücre içi sıvıyı kan dolaşımına taşır. Lenfatik damar ağı boyunca periyodik olarak yerleşmiş lenf düğümleri ise başlık hücrelerine depo olarak hizmet verir. Vücudun çoğu yerinde antijenler başlık sistemimizi potansiyel tehditlere karşı uyarır, lenf bezlerimizdeki hücreler de başlık tepkisi gösterir. Beyin zarında keşfedilen bu lenfatik damar ağı, başlık hücrelerinin beyin omurilik sıvısından boyundaki bir grup lenf düğüme gidiş gelişini sağlar.

Kipnis ve arkadaşları daha önce beyin zarında bulunan T hücrelerinin bilişsel özellikler üzerinde önemli etkileri olduğunu göstermişti, bu yüzden de beyin zarındaki bu başlık sistemi unsurlarının beyin fonksiyonu üzerindeki etkilerini merak ettiler. Ekip, farelerin beyin zarlarını nörogörüntüleme yöntemiyle incelediğinde, T hücrelerinin atardamarlardan ve toplardamarlardan ayrı damarlarda bulunduğunu, beynin aslında kendisini başlık sistemine bağlayan bir lenfatik sisteme sahip olduğunu tespit ettiler. İnsandan alınan örneklerde de tespit edilen bu damarların, başlık sisteminin nörolojik ve psikiyatrik hastalıkları nasıl etkilediğinin açıklanmasına yardımcı olması umut ediliyor. Kipnis bu damarlardaki herhangi bir değişikliğin MS, otizm ve Alzheimer gibi nörolojik bozukluklarda hastalığın ilerlemesini etkileyebileceğini söylüyor. Örneğin, MS'in, en azından bazı durumlarda, merkezi sinir sistemi ve beyin omurilik sıvısındaki bir enfeksiyona yanıt olarak otoimmün aktiviteden kaynaklandığı düşünülüyor.

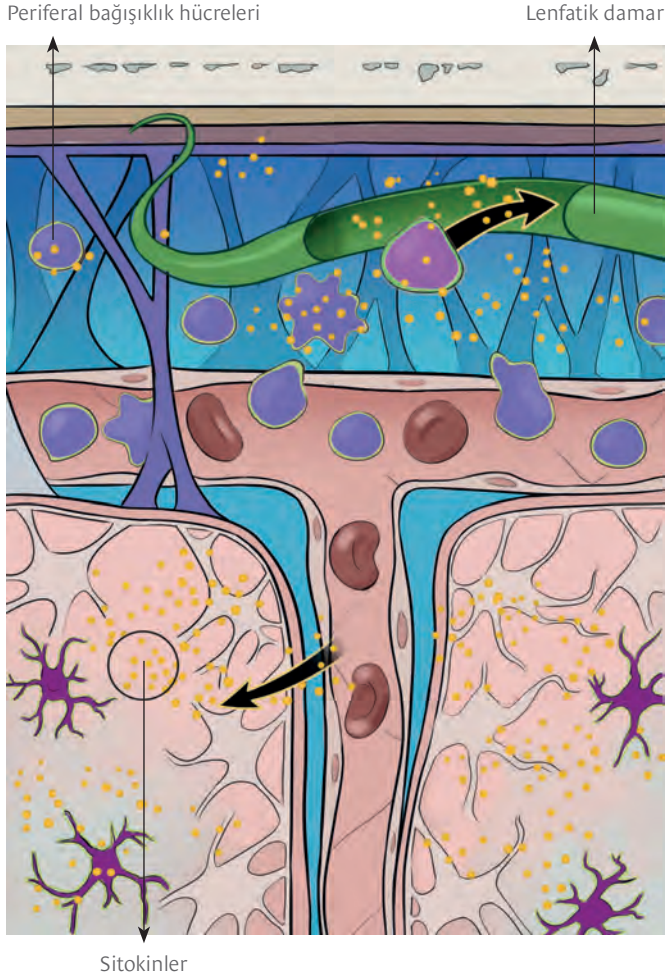


Kan damarı

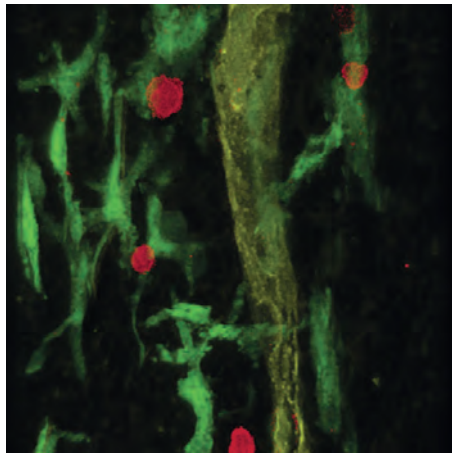
Son zamanlara kadar araştırmacılar, beyin parankimi çevreleyen beyin zarının temel işlevinin beyin omurilik sıvısını taşımak olduğu düşünülüyordu. Daha sonra beyin zarının beyin parankiminden toksinleri ve diğer atıkları uzaklaştıran ve başlık sistemini beyin enfeksiyonu konusunda bilgilendiren lenfatik damarları da içerdiği tespit edildi.

Beyin yaralanmalarının beyin dışındaki lenf düğümlerinde güçlü bir başlık tepkisine yol açtığını gören, beyin zarındaki başlık aktivitesinden ve bu aktivitenin beyin üzerindeki etkisinden hayli etkilenen Kipnis ve arkadaşlarının keşfettiği damarlar, beyin enfeksiyonları ve yaralanmalar hakkında başlık sistemine bilgi veren lenfatik ağı temsil ediyor. Beyin zarının bilinen işlevi beynin içinde yüzdüğü beyin omurilik sıvısını barındırmak iken, içinde hem lenf damarlarının hem de başlık hücrelerinin keşfedilmesi, bilim insanlarını bu zarın olası diğer işlevlerini yeniden düşünmeye itti.





Beyin zarı aynı zamanda beyin ile iletişim kurabilen sitokin bağışıklık hücrelerine de ev sahipliğı yapar. Beyin zarından gelen beyin omurilik sıvısı beyni besleyen kan damarlarının çevresindeki boşluklardan beyin parankimine girer ve böylece nöronların davranışlarını etkilemek üzere sitokinleri bağışıklık hücrelerinden beynin derinliklerine taşır.

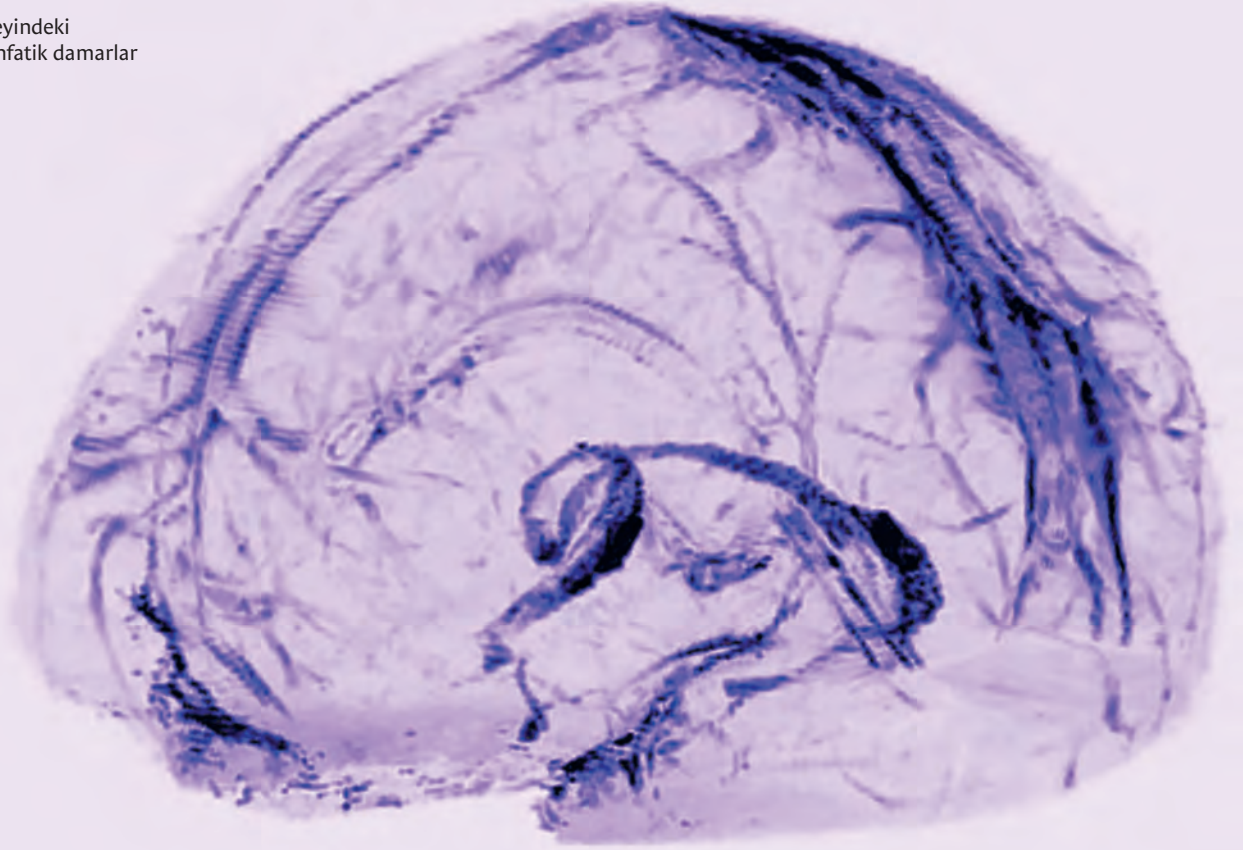


Beyindeki lenfatik damar sisteminin keşfiyle, bağışıklık sisteminin merkezi sinir sistemindeki bir doku hasarı hakkında nasıl bilgi aldığı ortaya çıktı. Beyin zarındaki bağışıklık hücrelerinin beyin parakimi ile nasıl iletişim kurduğı ve onu nasıl etkilediğini anlamak için Kipnis ve ekibi başka bir noktaya odaklanmaya karar verdiler. Kipnis ve meslektaşları, son zamanlarda yaptıkları çalışmalarda, merkezi sinir sistemi zarar gördüğü zaman, derin boyun lenf düğümlerindeki T hücrelerinde yoğun bir etkinleşme gözlemledi. Bunun üzerine, araştırma ekibi, hasar görmüş merkezi sinir sisteminden bazı bileşiklerin salındığından, bu bileşiklerin de lenfatik damarlarla derin boyun lenf düğümlerine iletiildiğinden ve bağışıklık sistemini aktive ettiğinden şüphelendiler. Diğer yandan, tüm bunların nörolojik hastalıklarla ilgili olup olmadığını da merak ediyorlardı. Merkezi sinir sisteminden bağışıklık sistemine çok fazla ya da çok az drenaj olması beyin hastalıklarını etkiliyor muydu? Etkiliyorsa Kipnis damarları hedef alacak şekilde geliştirilecek ilaçların, bazı genetik manipölasyonların ve cerrahi yöntemlerin beyin hastalıklarının tedavisinde kullanılabileceğini düşündü.

Beyin zarındaki bağışıklık hücrelerinin gerçekte beyin parankimi ile nasıl iletişim kurduğunu ve onu uzaktan nasıl etkilediğini anlamak için, Kipnis ve arkadaşları dikkatlerini beyinle ilgili başka bir yöne çevirdiler: Keşfettikleri lenfatik ağı ek olarak, beyin parankiminde beyin omurilik sıvısını beyne ulaştıran bir kanal ağı vardı. Rochester Üniversitesi'nden Maiken Nedergaard bu ağı glenfatik sistem adını vermişti. Glenfatik sistem ile beyin omurilik sıvısı, beyin zarından beyin parankimi bölgesine giden atardamarların çevresindeki boşluklardan giriyor ve toplardamarları çevreleyen alanda toplanıp beyin zarındaki beyin omurilik sıvısının havuzuna dönünceye kadar beyin dokusunu yıkıyor. Sitokin gibi bağışıklık hücrelerini de taşıyan sıvı, beyin zarından beyin parankimine giderek etkisini burada gösteriyor. Bununla birlikte, sitokinle ilgili yapılan çalışmalar da sitokinlerin davranışları nasıl etkilediğini açığa çıkardı.

Işık mikroskobu altında incelenen boyanmış beyin zarındaki lenfatik damarlar (sarı), makrofajlar (yeşil), T hücreleri (kırmızı).

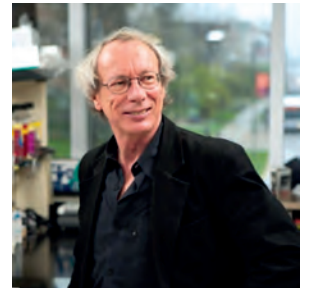
Beyindeki  
lenfatik damarlar



Reich Lab, NIH/NINDS

Örneğin Teksas Üniversitesi Anderson Kanser Merkezi Müdürü Robert Dantzer ve Illinois Üniversitesi'nden Keith Kelley sitokinlerden biri olan interlökin-1 betanın hastalık durumunda görülen aşırı uyku, iştahsızlık ve sosyal ilişkileri azaltma gibi davranışları başlattığını gösterdiler. Kipnis'in ekibi ise, son zamanlarda, beyin zarındaki T hücrelerinin ürettiği bir sitokin olan interferon gamanın, diğer fonksiyonlarının yanı sıra sosyal davranışlarda rol oynayan beyin prefrontal korteksindeki nöronlarla etkileşime girdiğini tespit etti. Şaşırtıcı bir şekilde bu sitokin beyin kendi bağışıklık hücreleri, yani mikroglialar aracılığıyla etkisini göstermekten ziyade, sosyal davranışlarla ilişkili devreleri kontrol eden nöronları etkiliyor. Aslında, sitokinler bu devrelerin düzgün çalışması için olmazsa olmaz. Çünkü T hücrelerinin veya interferon gamalarının yokluğunda, bu nöronlar devreleri doğru bir şekilde düzenleyemiyor. Yani beyin zarındaki bir sitokin nöronların aktivitesini değiştirebiliyor, dolayısıyla nöral devrelerin işlevini ve bu devreyle ilişkili temel davranışları etkileyebiliyor.

İnferferon gama, beyin fonksiyonunu etkileyen tek bağışıklık molekülü değildir. İngiltere MRC Moleküler Biyoloji Laboratuvarı'ndan Mario de Bono ve meslektaşları başka bir sitokin olan IL-17'nin yuvarlak solucanlarda (*Caenorhabditis elegans*) duyu nöronlarını aktive ettiğini ve oksijen algılama davranışını değiştirdiğini tespit etmiş. Son zamanlarda, MIT'den Gloria Choi ve ekibi tarafından farelerle gerçekleştirilen çalışmalar, IL-17'nin beyin korteksindeki nöronlarla etkileşime girebileceğini ve otizm spektrum bozukluğu ile ilgili davranışları değiştirebileceğini göstermiş.



Robert Dantzer

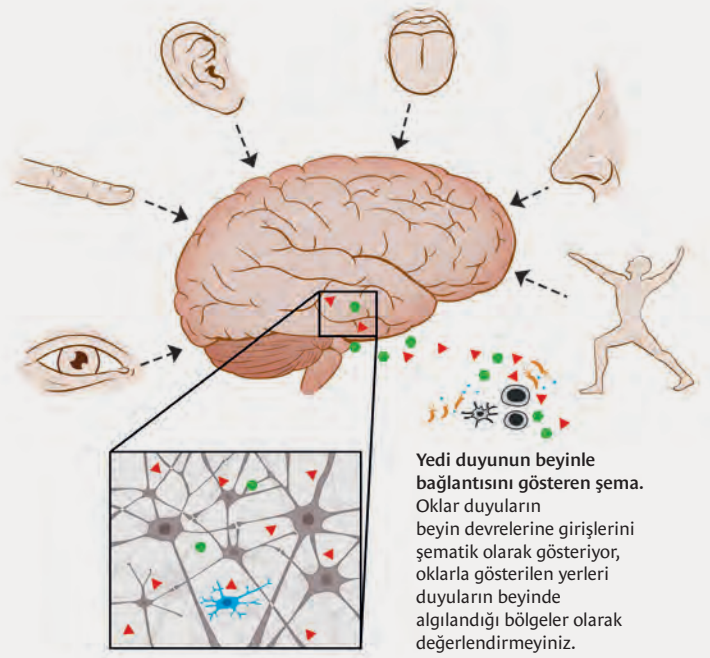


# Yeni Bir Duyu mu?

Beyin kadar güçlü bir organın düzgün bir şekilde çalışması için neden bağışıklık sistemi tarafından kontrol edilmeye ya da desteklenmeye ihtiyacı var? Kipnis bu iki sistemin birbiriyle bu kadar yakın ilişki içinde olmasına dair bir fikir geliştirmiş. Koku, dokunma, duyma, görme ve tat olmak üzere beş temel duyumuz var. Konum ve hareket duygusu (içalgı) da genellikle altıncı duyu olarak adlandırılıyor. Bu duyular beyne çevremiz hakkında bilgi veriyor ve beyin kendini korumak için göstermesi gereken aktiviteyi hesaplayabilmesi için temel veri sağlıyor. Vücudumuza hastalık yapan bir mikroorganizma girdiğinde doğuştan gelen bağışıklık sistemimiz devreye giriyor ve mikroorganizmanın türünü algılıyor, çok daha spesifik mikroorganizmalarla karşılaşıldığında ise kazanılmış bağışıklık sistemi savunmaya geçiyor. Kipnis bağışıklık sisteminin belirleyici rolünün mikroorganizmaları tespit etmek ve beyin onlar hakkında bilgilendirmek olduğunu öne sürüyor. Kipnis, bağışıklık sistemi ile beyin fiziksel bağlantısına da dayanarak bağışıklık sistemini yedinci duyumuz olarak değerlendirebileceğimizi söylüyor.

Beynin devrelerinin hepsi birbirine bağlı olduğundan, bir devrenin bir diğeriyle etkileşimi öteki devreleri de etkiliyor. Örneğin, koku alma duyumuz zayıfladığında yemeğin tadını farklı algılamamız gibi. Hasta olduğumuz zaman değişen davranışlarımız buna başka bir örnek. Vücudumuzdaki bir enfeksiyonun bilgisi, yedinci duyu olduğu söylenen bağışıklık sistemiyle beyne ulaştığında, bu bilginin uykusuzluk ya da açlık gibi davranışları kontrol eden devreleri etkilemesiyle, kişi kendini sürekli uyuma isteği içinde ve iştahsız bulabilir. Ayrıca, bağışıklık sisteminin vücuttaki patojenle ilgili beyne ilettiği bilgiler ışığında, beyin kişide kasıtlı olarak hasta davranışlarını başlatıyor olabilir. Böylece kişide diğer patojenlere maruz kalma ve hastalık riski en aza inebilir ve kişi enerjisini koruyabilir.

Aslına bakılırsa beyin ve bağışıklık sistemi ilişkisine dair bilgiler henüz başlangıç seviyesinde. Önümüzdeki 10-20 yıl içerisinde bu alanda yapılacak yeni keşifler bu iki sistemi farklı açılardan görmemizi sağlayabilir. Yapılacak araştırmaların önceliği bağışıklık bileşenlerinin ve nöral devrelerin birbiriyle nasıl etkileşime geçtiğinin ve sağlıklı ya da hasta olduğunda aralarındaki bağlantının



haritasının çıkarılması olacak gibi görünüyor. Bu ilişkileri bilmek araştırmacıların nörolojik ve zihinsel bozuklukların tedavisinde bağışıklık sinyallerini nasıl değerlendirmesi gerektiğini de ortaya çıkaracak. Beynin bağışıklık sisteminden gelen bilgiye verdiği tepki, bu bilgiyi nasıl kontrol ettiği ve bu bilginin beyin devrelerini nasıl etkilediği gibi bilgilerin otizmden Alzheimer'a kadar birçok nörolojik hastalığın anlaşılmasında ve bunlar için yeni tedaviler geliştirilmesinde kilit rol oynacağı açık. Bu rahatsızlıklarda tedavi amaçlı kullanılan ilaçların çoğu beyne kolayca nüfuz edemiyor. Bu nedenle, nöroimmünolojiden elde edilen bulgular, bağışıklık sistemini hedef almanın daha etkili bir yol olabileceği konusunu da gündeme getiriyor. Bağışıklık sistemini ilaçla tedavi etmek, merkezi sinir sistemine göre daha kolay. Bununla birlikte, gen tedavisi ya da kemik iliği nakli gibi müdahaleler de bağışıklık sistemindeki problemlerin dolaylı olarak da beyindeki rahatsızlıkların çözümüne imkân sağlayabilir.

Beyinde sorunlara neden olan bağışıklık sistemindeki sayısız değişiklik göz önünde bulundurulduğunda, nöroimmün etkileşimler üzerine araştırmalar muhtemelen on yıllarca devam edecek ve bize yavaş yavaş beyin derin gizemlerini gösterecek. ■

## Kaynaklar

Kipnis, J., "Multifaceted Interactions between Adaptive Immunity and the Central Nervous System", *Science*, Cilt, 353, s.766-771, 2016.

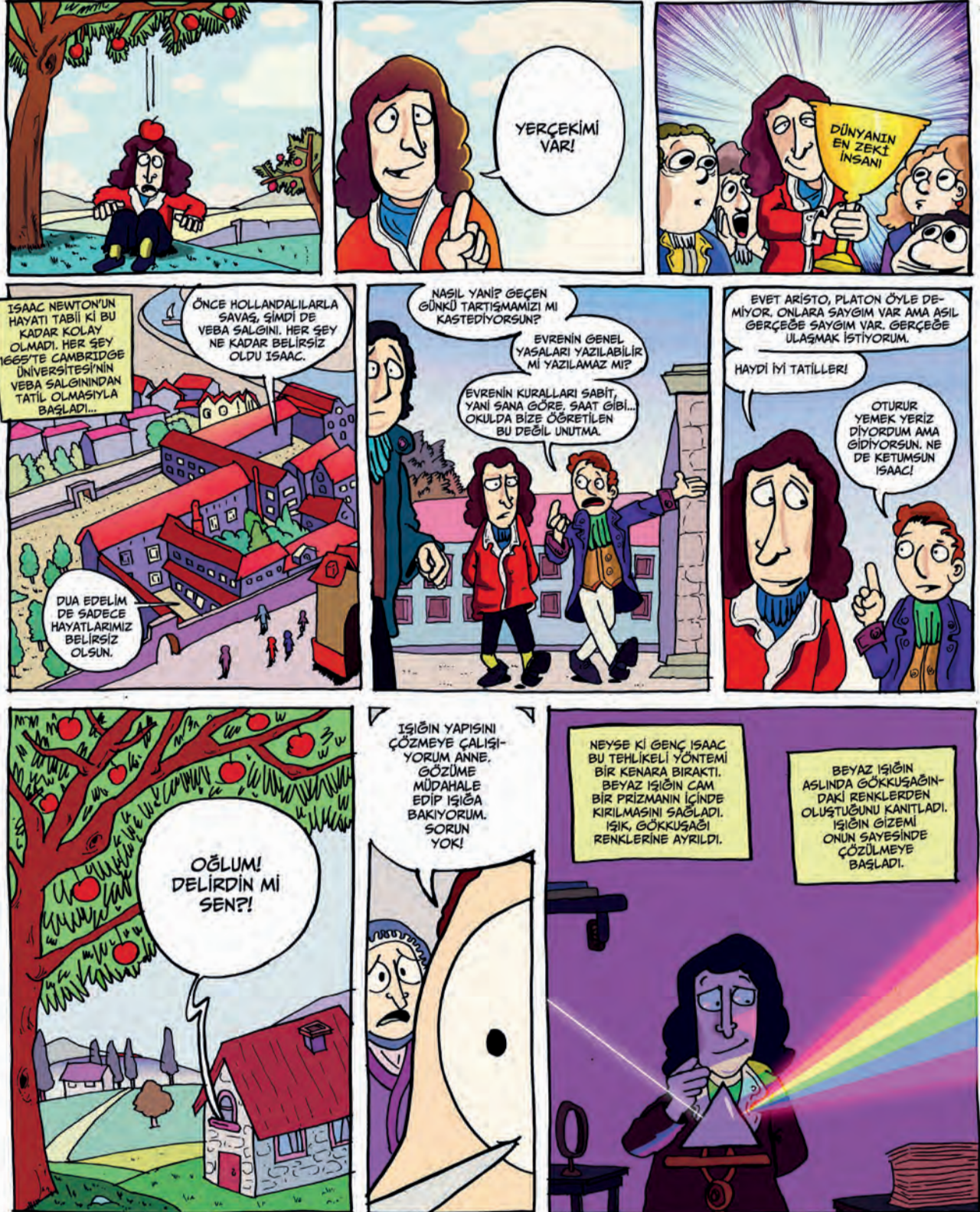
Kipnis, J., "Immune System: The 'Seventh Sense'", *Journal of Experimental Medicine*, Cilt 215, sayı 2, s. 397-398, 2018.

[https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5789422/pdf/JEM\\_20172295.pdf](https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5789422/pdf/JEM_20172295.pdf)

<https://www.scientificamerican.com/article/the-seventh-sense/>

<https://www.the-scientist.com/features/immune-system-maintains-brain-health-32616>











# Fotoelektrik Olayı

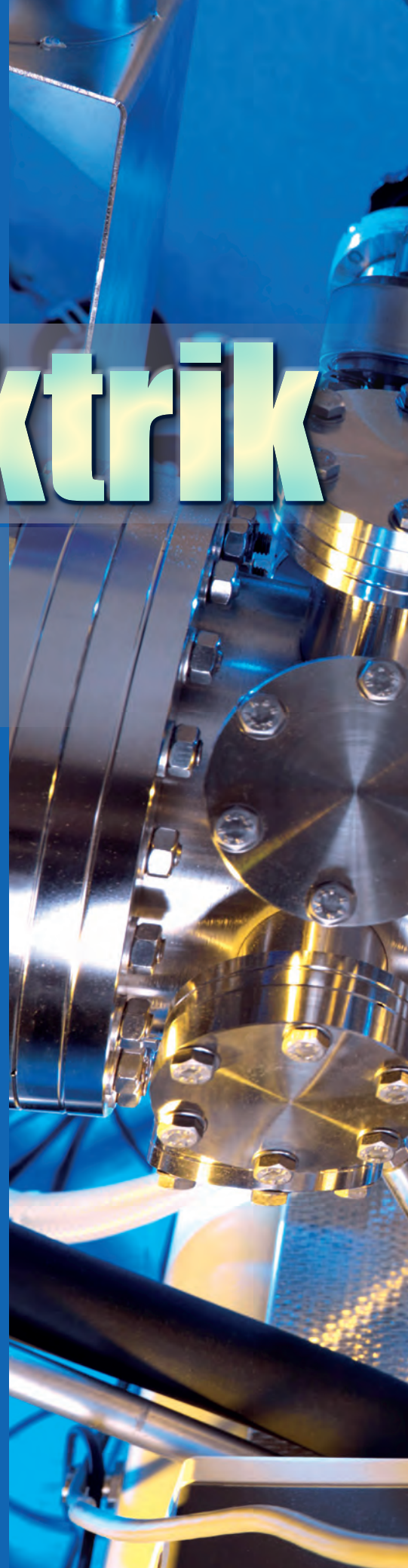
## Yakından İzlemek

Dr. Tuncay Baydemir [ TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi

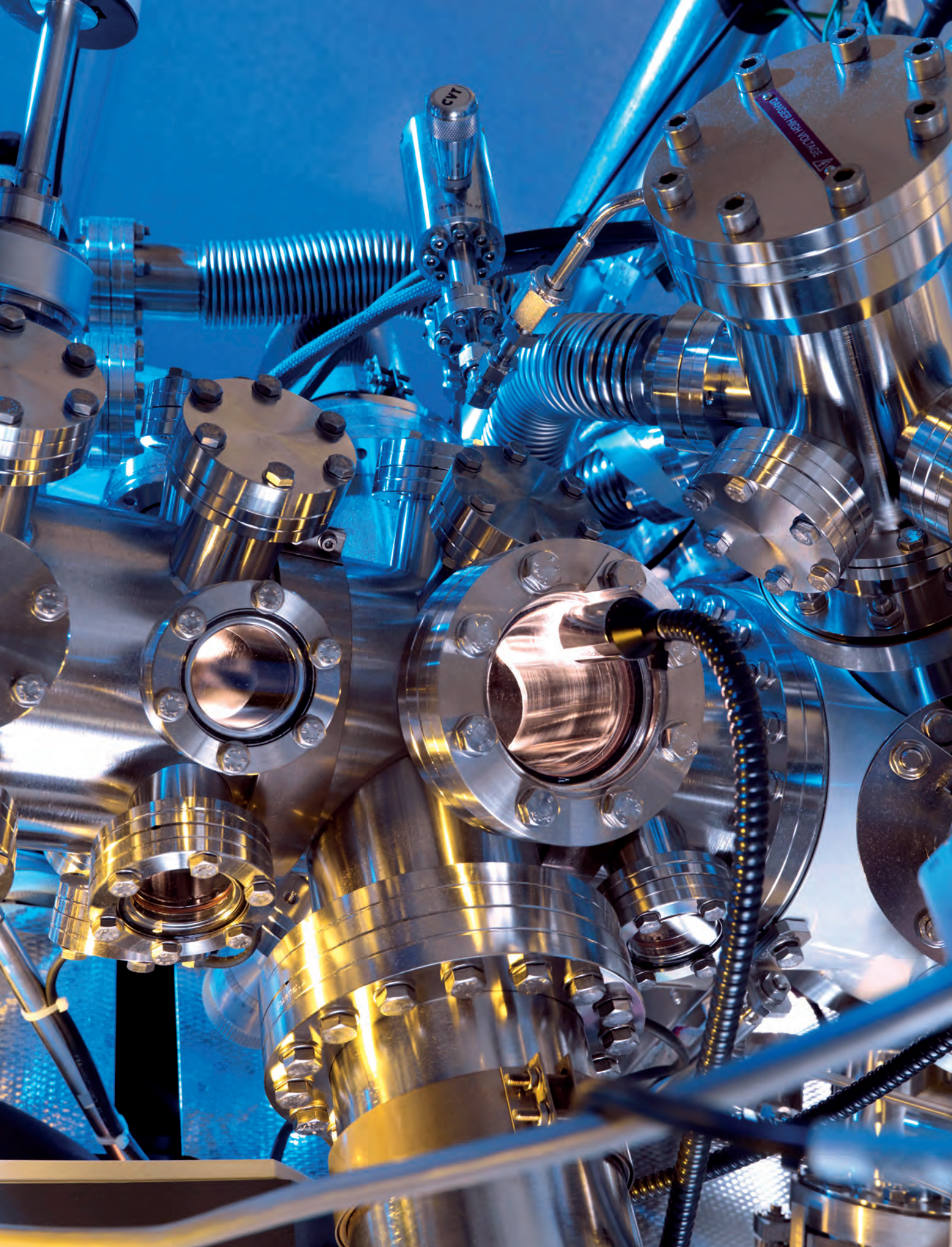
**Fotoelektrik olay ya da fotoemisyon, maddenin fotonları soğurması sonucunda elektron kaybetmesine denir ve en hızlı gerçekleşen olaylardan biridir.**

**Peki, bu süreci gerçek zamanlı olarak izlemek mümkün mü?**

X-Işını Fotoelektron Spektrometresi (XPS). Malzemenin yüzey kimyasını araştırmak için kullanılan bu cihazla oldukça fazla bilgiye ulaşmak mümkün.









ışığın doğası bilim insanlarının yüzyıllar boyunca anlamaya çalıştığı ve bu nedenle de en çok ilgilendiği konulardandır. Çok eski zamanlardan beri insanoğlu ışığı ve ışığın maddeyle olan etkileşimini anlamaya çalışıyor. Önceden, görmenin gözden yayılan ışık sayesinde gerçekleştiği düşünülüyordu. Yapılan bilimsel çalışmalar, ışığın ışınlar olarak tanımlanmasına,

parçacıklardan oluştuğunun benimsenmesine, bunu takip eden süreçte de dalgalar olarak tanımlanmasına ve nihayetinde hem parçacık hem de dalga olarak ikili bir tabiata sahip olduğunun kabul edilmesine kadar çok uzun bir yol katetti. Işığın doğası ve madde ile olan etkileşimi hakkında bilinenler bugün de değişmeye ve gelişmeye devam ediyor.



**Albert Einstein (1879-1955)**

Teorik fizik alanındaki çalışmaları ve özellikle de keşfettiği fotoelektrik etki yasası için 1921 Nobel Fizik Ödülü'nü kazandı.

Ne var ki, 1921 yılında kriterleri sağlayan bir aday olmadığına karar veren ödül komitesi, o yıla ait ödülü bir sonraki yıl verdi. Bu nedenle Einstein, 1921 Nobel Fizik Ödülü'nü aslen 1922'de aldı.

## Fotoelektrik Olay

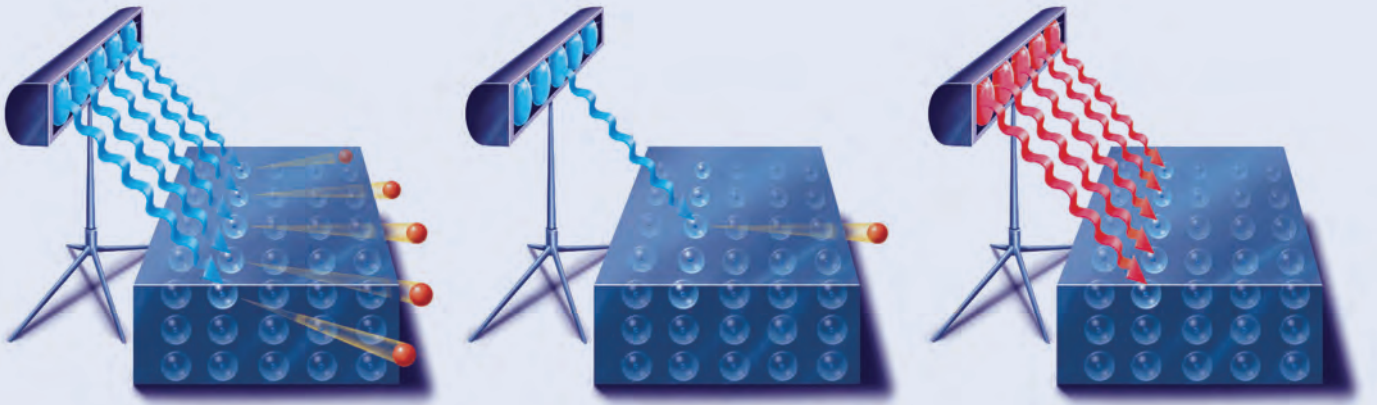
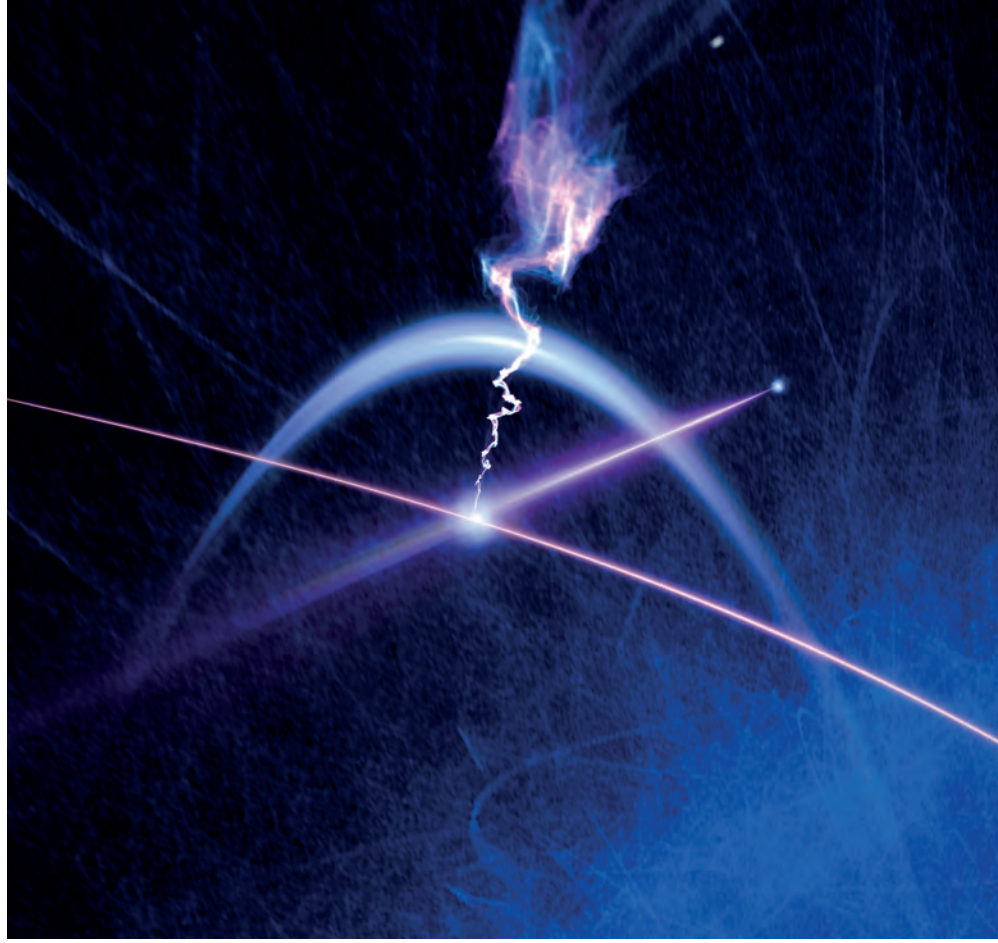
Eğer bir metal yüzeye görünür tayfta ya da morötesi ışık gönderilirse metal yüzeydeki elektronların serbest kalması sağlanabilir. Fotoelektrik olay denilen bu süreçte serbest kalan fotoelektronların neden olduğu elektrik akımı ölçülebilir.

Albert Einstein, 1905'te fotoelektrik etkinin bir açıklamasını yaptı. Işığın küçük enerji paketlerinden, başka bir ifadeyle fotonlardan, oluştuğunu öne sürdü. Foton, enerjisinin belirli bir eşik değerinin üzerinde olması durumunda, metal yüzeyden elektron koparabilir. Bu eşik değerinin büyüklüğü metal yüzeyin türüne göre değişkenlik gösterir. Metal yüzeyi oluşturan atomlardan elektron kopa-

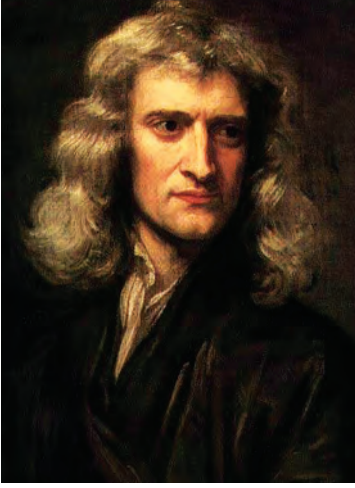
rılabilmesi için iş fonksiyonu (elektronu atomdan koparmak için gereken enerji) denilen asgari enerjinin elektrona aktarılması gerekir. Fotonun enerjisi, iş fonksiyonuna eş ya da daha büyük bir değerde olduğunda atomdan elektron koparılabilir. Bu işlem sonucunda oluşan fotoelektro- nun kinetik enerjisinin alabileceği en yüksek değer ise foton enerjisinden iş fonksiyonu çıkarılarak bulunabilir.



MÖ beşinci ve üçüncü yüzyıllar arasında Demokritos, Epikür, Platon ve Aristo görmenin nasıl gerçekleştiği konusunda teoriler ortaya koydular. Öklid, ışığın doğası hakkında geometrik unsurlara dayalı *Optics* başlıklı bir kitap yazdı. Görme konusunda gerçeği tam olarak yansıtmayan çoğu eski teori zamanla yerini daha bilimsel teorilere bıraktı. Öyle ki İbn-i Heysem'in çalışmaları onuncu ve on birinci yüzyıllara damga vurmuş ve bu çalışmalar optik biliminin gelişmesine öncülük etmiştir. İbn-i Heysem 1027 yılında tamamlanan ve daha sonra Latinceye de çevrilen ünlü eseri *Kitab el-Menazır* (Optik Kitabı) ile bu alanda önde gelen bilim insanları arasında yer aldı. Optik biliminin atası olarak kabul edilen İbn-i Heysem, eseriyle, Newton'un *Opticks* kitabının yayımlanmasına kadar bilim dünyasında bu alanda söz sahibi oldu.



Fotoelektrik olayın gerçekleşmesi için ışık ışınları içindeki fotonların enerjisinin yeteri kadar yüksek olması gerekir (solda). Önemli olan ışık ışınlarının taşıdığı toplam enerji miktarı değil, tek tek fotonların enerjisidir. Yeterli enerjiye sahip olması durumunda tek bir foton bile yüzeyden elektron koparabilir (ortada). Ancak fotonların enerjisi yeterli seviyede değilse gönderilen ışınların taşıdığı toplam enerji ne kadar yüksek olursa olsun yüzeyden elektron kopmaz (sağda).



### Isaac Newton (1643-1727)

İngiliz fizikçi, matematikçi, astronom, mucit, felsefeci ve kimyacıdır.

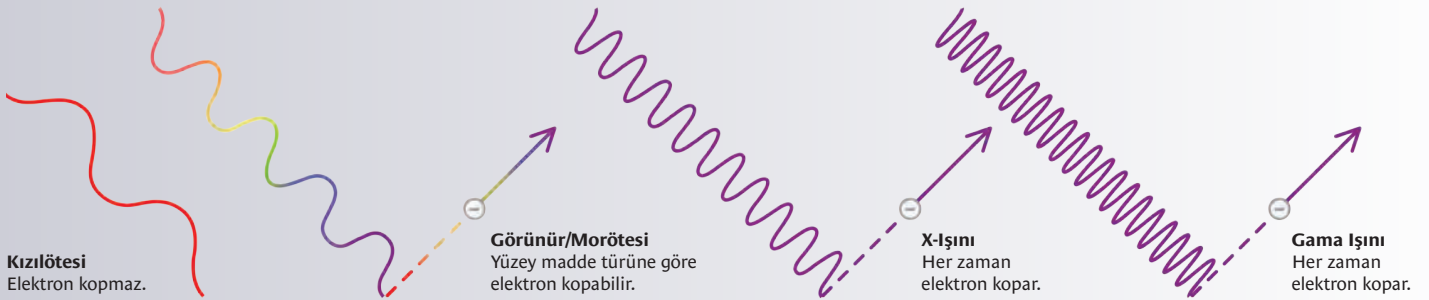
Tarihteki en önemli bilim insanlarından biri olduğu düşünülür. Bilim devrimi ve bilimsel metod onun adıyla anılır.

Işık hakkında yapılan araştırmalar modern bilime öncülük etti ve onu şekillendirdi. On yedinci yüzyılın ikinci yarısında ünlü bilim insanı Isaac Newton optik alanına çok büyük katkılarda bulundu. Newton ışığın küçük parçacıklardan oluştuğunu öne sürdü ve görme, kırılma ve yansıma olaylarını bu teoriye dayanarak açıkladı. Newton'un teorisi yaygın bir şekilde kabul görmesine rağmen bazı bilim insanlarıncı kabul edilmedi. Hollandalı matematikçi, fizikçi ve astronom Christian Huygens ışığın dalga şeklindeki hareketi ile yansıma ve kırılmayı açıkladıktan sonra yaptığı çalışmaları 1690'da *Işığın Bilimsel İncelemesi* başlıklı eserinde yayımladı. Francesco Grimaldi ışığın kırınımını deneysel yollarla inceleyerek ışığın dalga şeklindeki hareketini destekleyen sonuçlara ulaştı. Ancak bilim insanları tüm bu gelişmelere rağmen yüz yıldan daha

uzun bir süre Newton'un parçacık teorisine bağlı kaldılar.

İtalyan matematikçi ve fizikçi Thomas Young, 1802 yılında ışığın dalga şeklindeki hareketini çift yarıklık deneyi ile oldukça açık bir şekilde gösterdi. Işık ışınlarının oluşturduğu girişim desenleri, ışığın dalga hareketini destekler nitelikteydi. Daha sonra, Augustin Fresnel ve Jean Foucault yaptıkları çalışmalarla ışığın dalga teorisine katkılar sağladılar. Işığın dalga yapısının doğası ise belirsizliğini bir süre daha korumaya devam etti. Bu teoriye en büyük katkıyı ise, 1873 yılında ışığın yüksek frekanslı elektromanyetik dalga olduğunu açıklayan James Clerk Maxwell yaptı. 1887 yılında Heinrich Hertz, Maxwell'in teorisinin deneysel ispatını gerçekleştirdi. İlginç bir şekilde Hertz fotoelektrik olayı da keşfetti, ne var ki bu olay ışığın dalga teorisine açıklanamıyordu. Işık

Foton enerjisi belli bir eşik değerden düşük olduğu durumda fotoelektrik olay gözlenmez. Yüzeye ulaşan fotonun frekansının ve dolayısıyla enerjisinin yeterince büyük olması gerekir.



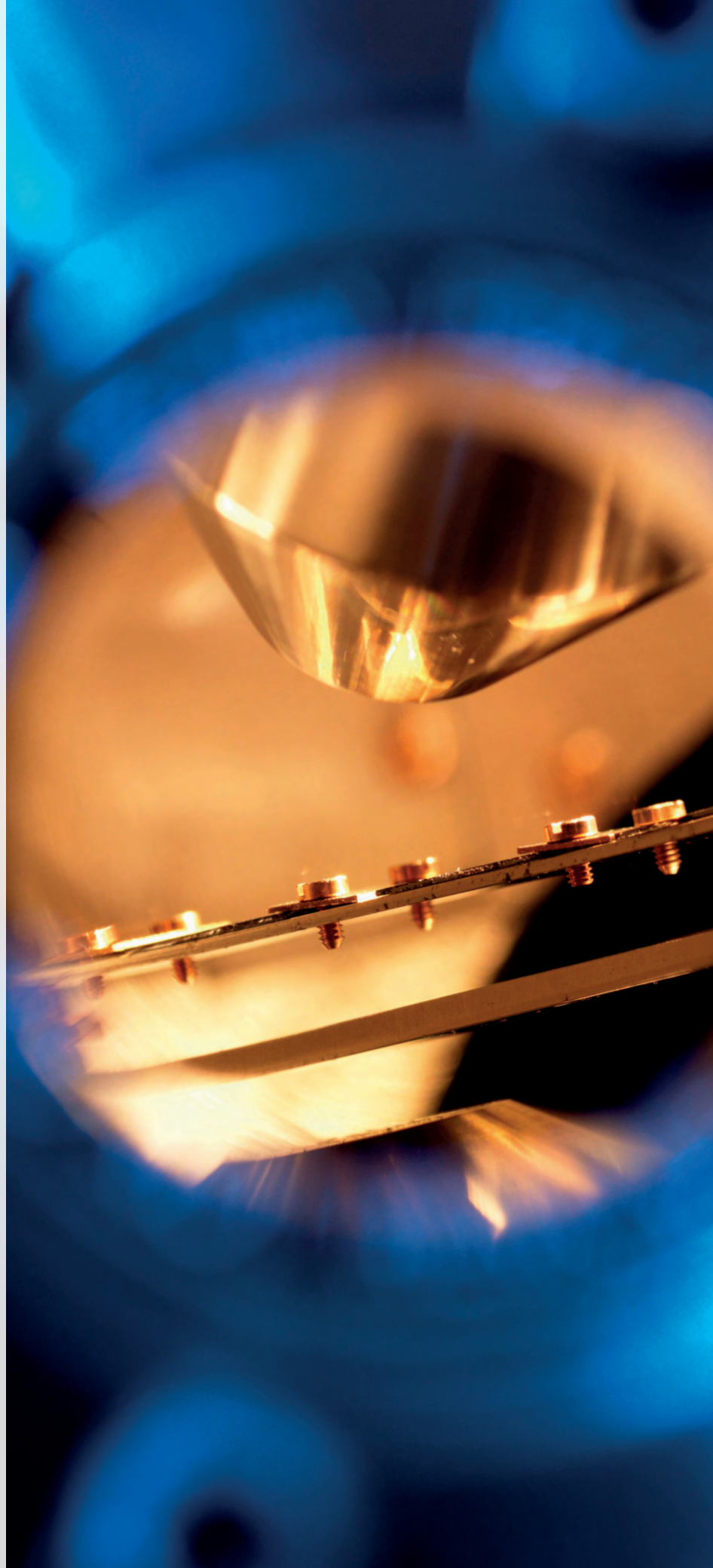


dalga şeklindeki hareketinin ispatlanması da ışığın karmaşık yapısını açıklamaya yeterli olmadı. Daha pek çok bilim insanı ve araştırmamanın sağladığı tüm gelişmeler, ışığın (farklı dalga boylarındaki elektromanyetik radyasyonun) hem dalga gibi hem de parçacık gibi davrandığını açıklamak için tarihsel bir süreç oluşturdu.

Albert Einstein 1905 yılında yayınladığı makalesiyle ışığın sadece dalga hareketi yapmadığını, aynı zamanda parçacık olarak da davranabildiğini gösterdi. Max Planck'ın daha önceleri kara cisimler üzerine yaptığı çalışmaların Einstein'ın araştırmalarına temel oluşturduğunu söylemek çok da yanlış olmaz. Einstein, ışığın foton denilen enerji paketlerinden oluştuğunu öne sürerek fotoelektrik olayı açıkladı. Bu açıklama o kadar önemliydi ki kuantum mekaniğinin de gelişmesine yol açtı. Fotonun enerjisi ancak belirli bir eşik değerini geçtiğinde metal yüzeyden elektron kopabiliyordu.

Peki, fotoelektrik olay sırasında bir elektronun kopması ne kadar hızlı gerçekleşiyor? Bunu tam olarak anlamak için oldukça özel analiz cihazlarına ihtiyaç duyuluyor.

Son on yıllık süreçte fotoemisyon dinamiklerinin daha iyi anlaşılması için yapılan araştırmalar konunun canlı kalmasını sağladı. Fotoemisyon dinamikleri ve elektronların fırlatılma süresi ile ilgili bilgileri daha net tanımlamak üzere ışık atımları kontrollü bir şekilde araştırılan yüzeylere gönderiliyor. Böylece ışığın gönderildiği yüzeydeki atomların elektronik yapısı ve fotonun soğurulma süreci ile ilgili önemli bilgilere ulaşmak hedefleniyor.



Fotonun madde yüzeyine çarpması sonrasında atomdan elektronun koparılması şeklinde gerçekleşen fotoelektrik olay oldukça hızlı bir süreç. Ossiander ve arkadaşları *Nature* dergisinde yayınladıkları makalede bu sürecin nasıl gerçekleştiğine ilişkin elde ettikleri bilgileri sundu. Işık sayesinde yüzeyden elektron kopmasının ne kadar hızlı geliştiğini detaylı bir şekilde anlamak için attosaniye ( $10^{-18}$  saniye, 0,000000000000000001 saniye) düzeyinde gözlem yapabilmek gerekiyor.

İncelenen maddenin yüzeyi, attosaniye sürelerince elektromanyetik spektrumun yüksek enerjili UV bölgesi frekansına sahip ışık dalgasına maruz bırakılıyor ve fotonların soğurulması ile elektronlar koparılıyor. Bu elektronlar ikinci bir ışık demeti ile hızlandırılarak elektronların son enerjisi ölçülüyor.

İyonlaştırıcı fotonların madde yüzeyine ulaşması ve fotoelektronun koparılması vakum ortamına girmesine kadar gerçekleşen olayların zaman çizelgesinin tayin edilmesi bu araştırmaların tarihi boyunca karşılaşılan en büyük zorluklardan biriydi. Ossiander ve arkadaşları fotonun soğurulması ve elektronun koparılması arasında geçen süreyi ölçmek için yeni bir yöntem geliştirdiler. Bunun için fotoiyonlaşma zaman bilgileri bilinen atomları malzeme yüzeyine tutturup referans değeri olarak kullandılar. Böylece analiz edilmesi amaçlanan yüzeyde gerçekleşen fotoemiyonların sürecinin de attosaniye düzeyinde izlenebilmesi mümkün oldu.

Çalışmada fotoelektrik olay analizleri birbirini tamamlayıcı ve oldukça karmaşık yapıdaki iki cihazla

izlendi. Bunlardan birincisi attosaniye ışın kamerası, bir diğeri ise RABITT interferometresi. Bu iki cihaz yardımıyla elektron saçılımının gerçekleşmesi sürecinin zaman cetveli attosaniye kesinliğinde çıkarılabildi.

Tungsten yüzey üzerindeki fotoemiyonu attosaniye kamerası ile inceleyen araştırmacılar, ilk aşamada iyot moleküllerini tungsten yüzey üzerinde biriktirdi. Daha sonra yüzeye attosaniye süreli yüksek enerjili UV ışını göndererek tungsten yüzeyde ve iyot moleküllerinde gerçekleşen fotoemiyonlar arasındaki nispi gecikmeyi ölçtüler. İkinci aşamada ise aynı ışık atımı iyot içeren moleküller ve helyumdan oluşan gaz karışımına gönderilerek ölçümler yapıldı. Helyum atomları için, modeller sayesinde hesaplanabilen değerler kullanılarak, tungsten yüzeydeki fotoemiyon gecikmesi ifade edilebildi. Bu yöntem sayesinde hedeflenen pek çok madde üzerinde fotoemiyon ölçümleri gerçekleştirilebilecek.

Fotoelektron spektroskopisi basit metal ve yarı iletkenlerden daha karmaşık yapıdaki süperiletkenlere kadar yoğun maddelerdeki iç yapıyı anlamak açısından oldukça önemli bir analiz yöntemi. Çoğu katı madde hakkındaki pek çok bilgiyi spektroskopik analizlere borçluyuz. Ancak hâlihazırda daha yaygın olarak yapılan ölçümlerde baz alınan femtosaniyeden ( $10^{-15}$  saniye) daha küçük zaman aralıklarına duyarlı analizler çok daha fazla bilgi sağlayabilir. Örneğin attosaniye ( $10^{-18}$  saniye) metrolojisi elektron dalga paketleri oluşumu, elektron transfer ve saçılım süreçlerini daha ayrıntılı inceleyebilmemiz için kullanılabilir.



Marcus Ossiander ve arkadaşlarının yaptığı bu çalışma sayesinde pek çok farklı maddedeki fotoelektron oluşumları daha yakından takip edilebilecek. Fotoelektron oluşum zaman çizelgesini yakından izleyebilmek, atomların elektronik yapılarını daha net izleme potansiyeli taşıyor. Yeni geliştirilen yöntemle, kimyasal tepkimeler hakkında daha detaylı bilgilere de erişmek mümkün olabilecek. Bu sayede, moleküler elektronik cihazlar için nano boyutlarda anahtarlar üretilebilir ve hatta güneş enerjisi hasadı için oldukça ucuz yeni





# Fotoelektron Spektroskopisi

**D**eneysel bir analiz yöntemi olan fotoelektron spektroskopisi atom ve moleküllerin elektronik yapılarını tayin etmeye yarıyor. Çalışılan örneğe gönderilen fotonlar sayesinde saçılan fotoelektronların kinetik enerji dağılımları ölçülüyor. Böylelikle numunenin bileşimi ve bileşenlerin elektronik konfigürasyonu tayin edilebiliyor.

Radyasyonun şiddetine göre farklı enerjiye sahip fotonlar gönderilerek atom çekirdeğine farklı mesafelerdeki elektronlar üzerinde çalışılabilir. Örneğin X-Işını Fotoelektron Spektroskopisinde 200-2000 eV enerjiye sahip fotonlarla atom çekirdeğine daha yakın, ultraviyole fotoelektron spektroskopisinde ise

10-45 eV enerjiye sahip fotonlarla çekirdekten en uzakta bulunan elektronlar üzerinde çalışılabilir.

Fotoelektron spektroskopisinin temelinde fotoelektrik olay yatıyor. Numune yüzeyine gönderilen foton eğer belirli bir eşik değerinin üzerinde enerjiye sahipse elektronun koparılmasına neden oluyor. Einstein'ın fotoelektrik yasasına göre, fotonun enerjisi elektronu koparmak için gerekli olan enerji ve fotoelektronun sahip olduğu kinetik enerjinin toplamına eşit oluyor.

Fotoelektron spektroskopisi ile katı, sıvı ve gaz numuneler analiz edilebiliyor.

yollar bulunabilir. Örneğin iyot atomlarında gerçekleşen oldukça kısa süreli fotoemiyon gecikme süreleri, yüksek frekanslarda çalışan elektronik cihazlarda çok hızlı anahtarlama uygulamaları için potansiyel taşıyor. Bu araştırma, fotoemiyon dinamiklerini daha yakından tanımamızı sağlamakla kalmıyor, aynı zamanda yeni teknolojilerin hayat bulmasını da mümkün kılıyor. ■

## Kaynaklar

Ossiander, M., Riemensberger, J., ve ark., "Absolute timing the photoelectric effect", *Nature*, Cilt 561, s. 374-377, 2018.

Fennel, T., "Timing the action of light on matter", *Nature*, Cilt 561, s. 314-315, 2018.

Zubairy, M.S., ve ark., *Optics in Our Time*, Springer International Publishing, s. 1-24, 2016.

Reinert, F., Hüfner, S., "Photoemission spectroscopy-from early days to recent applications", *New Journal of Physics*, Cilt 7, s. 97, 2005.

Priwer, S., Phillips, C., "The Everything Einstein Book", F+W Publications Inc., 2002.

<http://photonterrace.net/en/photon/history/>

<http://sci.esa.int/education/50380-the-photoelectric-effect/>

<https://www.nobelprize.org/prizes/physics/1921/summary/>

# Merak Ettikleriniz

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

## Sincaplar Gömdükleri Yiyeceklerin Yerlerini Nasıl Hatırlıyor?

**S**onbahar gelip hava serinlediğinde ihtiyatlı sincapları bir telaş sarar. Bulabildikleri kadar sert kabuklu yemişi toprağa gömerek yiyecek bulmanın zor olacağı kış mevsimine hazırlık yaparlar.

Kış için yiyecek depolayan canlıların bazıları yiyeceklerinin tamamını tek bir yerde saklar. Ancak birçok sincap türü muhtemel hırsızlık vakalarına önlem olarak stokunu parçalara ayırarak saklar. Gömdükleri yiyecekleri bulurken sincapların sadece koku duyularına güvendikleri düşünülüyordu. Ancak güncel araştırmalar, sincapların birbirine çok yakın konumlanmış stoklardan sadece kendilerine ait olanları açtıklarını ortaya çıkardı. Bu durum, sincapların yiyecek gömerken uzamsal ipuçlarından da faydalandıklarını gösteriyor.

Gelişmiş olaysal (epizodik) bellekleri, koku duyusunun işe yaramadığı kar altındaki yiyeceklerini bulmada sincaplara avantaj sağlıyor. Kendilerini izleyen türdeşlerini kandırmak için kazdıkları sahte depoları da uzun süre hatırlayabilen sincapların yaşadıkları bölgenin detaylı zihinsel haritasını çıkarabildiği düşünülüyor.

Sincapların her bir depolama ünitesine farklı türde yiyecek saklaması da bir süre sonra küçük depolarının yerlerini hatırlamalarını kolaylaştırıyor. Sakladıkları yiyecekleri bulmada %95 başarı gösteren sincaplar, bulamadıkları tohumlarla doğaya yeni ağaçlar kazandırıyor.

### Kaynaklar

livescience.com/64104-how-do-squirrels-find-buried-nuts.html  
sciencedirect.com/science/article/pii/S096098220701250X





# Bebekler Neden Yetişkinlerden Daha Az Göz Kırpar?

Yetişkinler dakikada ortalama 10-15 kez göz kırpar. Bebekler ise dakikada ikiden daha az. Çocukluk ve ergenlik boyunca artış gösteren göz kırpması yetişkinlikte maksimum değerine ulaşır.

Göz kırpmasının öncelikli amaçlarından biri gözü sürekli olarak nemli tutma çabasıdır. Bebeklerde gözün ön tarafında dış dünya ile temas eden bölüm, yetişkinlere kıyasla daha küçük olduğu için bebek gözü daha geç kurur, yani daha geç nemlendirme gerektirir. Bebeklerin uzun uyku süreleri de gözlerinin daha uzun süre nemli kalmasına olanak sağlar. Yetişkinler, yüksek dikkat ya da görsel takip gerektiren durumlarda daha az göz kırpmaya eğilimindedir. Benzer şekilde, bebeklerin yeni geliştirmeye başladıkları görsel deneyim ile dış dünyayı sürekli anlamlandırma ve tanımaya odaklanma çabalarının göz kırpması sayısını düşürdüğü düşünülüyor. Göz kırpması davranışı, beyinde dopamin adlı kimyasal sinyal taşıyıcısının miktarı ile değişiklik gösterir. Bazı araştırmacılar, bebeklerde dopamin sisteminin henüz yeterince gelişmemiş olmasının da düşük göz kırpması sayısında etkili olduğunu düşünüyor.

## Kaynaklar

livescience.com/62988-why-babies-rarely-blink.html  
theregister.co.uk/2006/06/30/the\_odd\_body\_blinking

# Süt\* Neden Beyazdır?



Süt yüzde 87,5 oranında su ve kalan kısımda birbirine yakın oranlarda yağ, protein, laktoz ve minerallerden oluşur. Çoğunluğu saydam yapıdaki süte opak beyazlığı veren, yüzde 3,5 oranındaki kütlesi ile suda askıda bulunan proteinlerdir.

Proteinler, uzun ve zincir benzeri yapısı olan karmaşık moleküllerdir. Sütte yüzlerce çeşit protein bulunur. Bu proteinlerin en baskın türü ise kazeindir. Küçük kalsiyum fosfat kümelenmeleri etrafında biriken süt proteinleri, misel adı verilen molekül yığınlarını oluşturur.

Misel yapıları yaklaşık 150 nanometre çapındadır ve sütün tamamında dağılmış hâlde bulunur. Bu yapılar ışığı tüm dalga boylarında saçılıma uğratarak sütün beyaz görünmesine sebep olur.

\*Başlıkta ve metinde inek sütü referans alındı.

Temel özellikler diğer hayvanların sütlerinde benzerlik gösterir.

## Kaynaklar

compoundchem.com/2018/06/02/milk  
ansci.illinois.edu/static/ansci438/Milkcompsynth/milkcomp\_table.html



Dünya İlaç Sektöründe  
Yükselen Değer

# Biyobenzer ilaçlar

Doç. Dr. Berrin Erdağ [ Başızman Araştırmacı, TÜBİTAK MAM, Gen Mühendisliği ve Biyoteknoloji Enstitüsü



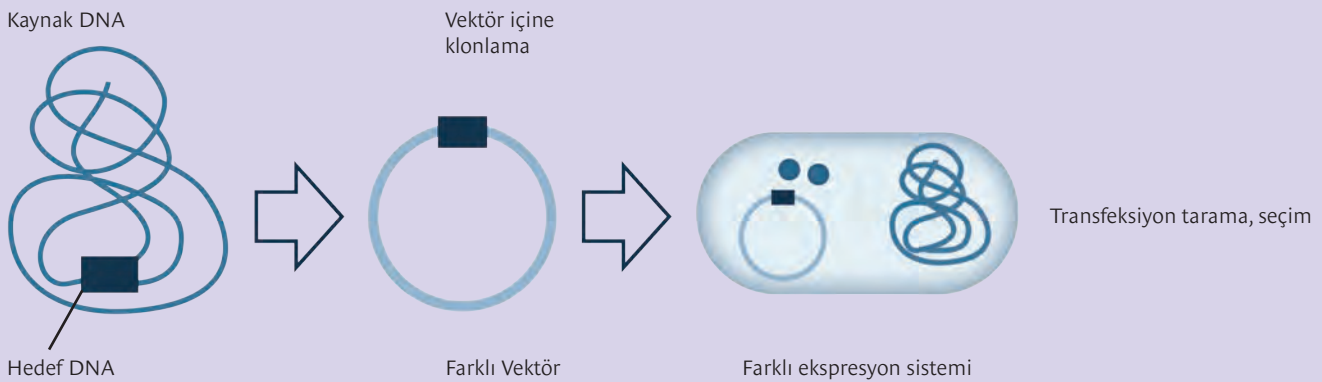


**B**iyolojik ilaçlar, kimyasal bileşimler yerine canlı sistemlerden biyolojik yöntemlerle elde edilen ürünlerdir. Biyobenzer ilaçlar ise, referans olarak tanımlanan biyolojik ilaçların benzer versiyonlarıdır. Canlı hücreler tarafından üretildikleri için referans ilaçların aynısı olamazlar ancak aynı güçte aynı hastalığı tedavi etmek amacıyla kullanılırlar. 1980'li yıllardan itibaren kullanılmaya başlanan biyolojik ilaçlar bugün dünyada kanser, Alzheimer, kalp hastalıkları, diyabet

ve romatoid artrit gibi yaşamı tehdit eden birçok hastalığın tedavisinde kullanılıyor. 2018 yılında ilaç endüstrisi dünya pazarı 1,2 trilyon dolara ulaşırken, biyoteknolojik ilaçlar bu pazarda 260 milyar dolarlık paya sahip oldu. Türkiye biyoteknolojik ilaç pazarı ise Ağustos 2018 itibarıyla 5.047 milyar TL'ye ulaştı ve bu ilaçların tamamı ithal ediliyor. Ülkemizde, biyoteknolojik ilaç üretimine yönelik ilk adımlar atılmasına rağmen, hâlen biyoteknolojik ilaca kilogram başına yaklaşık 1 milyon dolar ödüyoruz.

Biyobenzer ilaçlar, 2010 yılında biyoteknolojik ilaçlar içerisinde neredeyse hiç yer etmezken, 2017 yılında pazarda mevcut biyobenzer ilaç sayısının 46, 2018 yılında ise 57'ye ulaşması, ülkemiz pazarında biyobenzerlerin giderek artacağını gösteriyor. Bu bakımdan, yerli biyolojik ilaç üretiminin geliştirilmesi, ulusal güvenlik için de büyük önem taşır. İlaç sanayi, ulusal ve uluslararası stratejik, sosyal ve ekonomik önemi olan bir endüstridir. İlaçta dışa bağımlılık, ulusal bağımsızlık adına da bir kırılganlık yaratır.

## Klonlama ve Protein Ekspresyonu





Mevcut klinik kullanımdaki biyolojik ilaçların çoğunda proteinlerden oluşan aktif maddeler bulunur. Bunlar, insülin veya büyüme hormonu gibi basit proteinlerden oluşabileceği gibi koagülasyon faktörleri veya monoklonal antikorlar gibi boyut ve yapısal olarak daha karmaşık formlarda da olabilir. Geleneksel yöntem ile üretilen küçük molekülü bir ilaç yaklaşık 20-30 atom içerirken, antikorlardan oluşan biyoteknolojik ilaçlar 25.000 atom içerebilir. Bu nedenle küçük molekülü ilaçları boyut ve yapı olarak bisiklete benzetirsek, bu analogiyle, karmaşık ve üretimde ileri teknoloji gerektiren özellikle monoklonal antikor tabanlı biyoteknolojik ilaçları son teknoloji savaş uçaklarına benzetebiliriz. Kimyasal ilaçlarla biyolojik ilaçlar arasındaki temel fark büyüklüklerinin yanı sıra üretim süreçlerinden de kaynaklanır. Kimyasal ilaçlar yapıları sabit ve sentetik olarak laboratuvar ortamında üretilebilen küçük moleküllerdir. Buna karşın, ileri teknoloji ürünler olarak tanımlanan

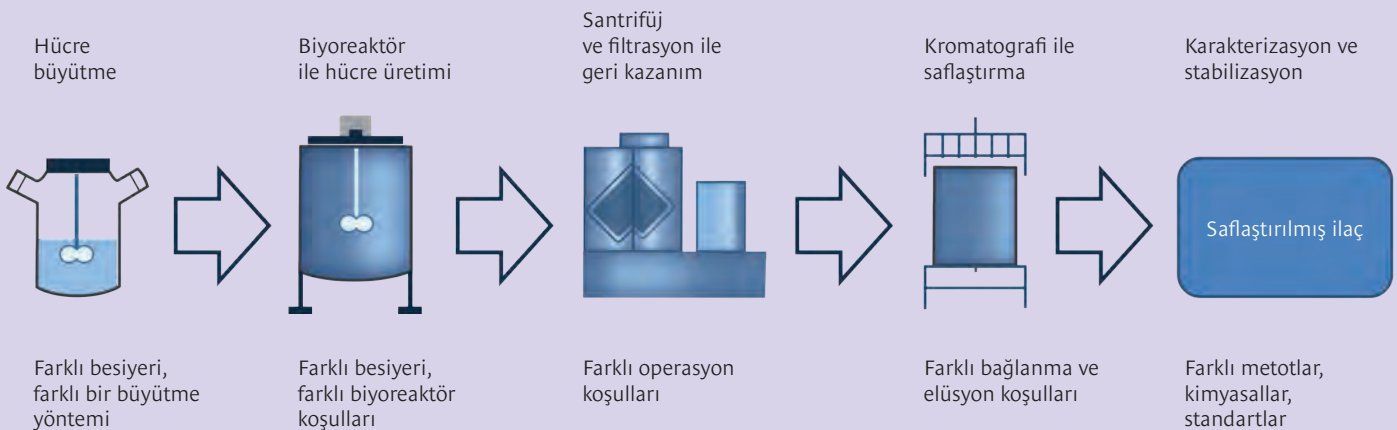
biyolojik ilaçların üretimi, bir mikro-organizma, bitki hücresi veya hayvan hücresi gibi canlı hücreler vasıtasıyla olur ve son ürün olan ilacın kalitesine etki edecek üst akım ve alt akım gibi karmaşık süreçleri içerir.

İleri teknoloji yöntemlerinin kullanıldığı biyolojik ilaç üretiminin ilk aşaması olarak ifade edilen üst akım sürecinde, öncelikle hangi protein üretilmek isteniyorsa etken maddeyi kodlayan gen yapısı çoğaltılır, taşıyıcı araç vektörler üzerine klonlandıktan sonra canlı hücre içine alınır. Yüksek düzeyde ilaç etken maddesini üreten klonlar seçilir. Seçilen en iyi klonlardan ana hücre bankası ve çalışma bankası oluşturulur. Daha sonra bu hücre bankasından çok sayıda hücre çoğaltılır. Ancak biyobenzer ilaçlar kimyasal ilaçların birebir kopyası olan jenerik ilaçlardan değildir ve canlı hücrelerde sentezlendiğinden, kimyasal ilaçlar gibi referans ilaca bire bir benzer şekilde üretilmeleri mümkün değildir. İkinci en önemli

süreç olan alt akım sürecinde, üst akımda üretilen çok sayıdaki protein içinden biyoteknolojik ilaç etken maddesinin ayrıştırılması sağlanır. Saflaştırılan etken madde daha sonra formülasyon çalışmaları, preklinik ve klinik çalışmalar sonrasında nihai ilaç hâline getirilir.

Biyolojik ilaçlar, uzun bir keşif ve ilaç geliştirme sürecinin ardından ortaya çıkarılan ürünlerdir. Katma değeri yüksek olan bu ilaçların üretim süreci maliyetleri çok fazla olduğu için doğal olarak pahalı fiyatlarla satılırlar. Bu tüketiciler için de sorun teşkil eder ve ekonomiye büyük yük getirir. Bu sebeple, yakın zamanlarda kimyasal ilaçların benzerleri olan jenerik ilaçlardan kaynaklanan ilaç fiyatlarındaki düşüşler dikkate alınarak, biyolojik ilaç geliştirme sürecinde biyobenzer ilaçlar önem kazandı. Biyobenzer ilaç üretiminde belirli bir hedef olduğu için orijinal ilaç geliştirme sürecinde olduğu gibi bir keşif fazı yoktur.

## Protein Üretimi, Saflaştırma ve Validasyon Ekspresyonu



Bu yüzden, orijinal ilaca kıyasla, hem üretim süreci kısadır hem de üretim için daha az yatırım gerekir. Biyobenzer ilaçlar, hastaların biyoteknolojik ilaçlara erişimini kolaylaştırmakla kalmayıp rekabet ortamı yaratarak ilaç maliyetlerini de azaltıyor. Ayrıca sağlık sisteminin finansal devamlılığına katkıda bulunup doktor ve hastalara yeni tedavi seçenekleri sunuyor.

Bu nedenle, biyobenzer ürünün kalitesi, güvenliği ve etkinliği, pazar onayı alınmadan önce ilgili düzenleyici kurum [Avrupa ilaç Ajansı (EMA), Amerika Birleşik Devletleri Gıda ve İlaç Dairesi (FDA), Türkiye İlaç ve Tıbbi Cihaz Kurumu (TİTCK)] tarafından onaylanmalıdır.



## **Baş-Boyun Kanseri Tedavisine Yönelik Yerli Biyobenzer İlaç Geliştirme Projesi - BİOSİM**

Kanser, dünya çapında en büyük ikinci ölüm nedeni; yalnızca 2018 yılında 9,6 milyon kişi kanser nedeniyle hayatını kaybetti. Kanser, ülkemizde de önemli bir sağlık sorunu. Türkiye İstatistik Kurumu Mayıs 2017 verilerine göre, her 5 ölümden 1'i kanser kaynaklı. Günümüz kanser tedavisinde biyoteknolojik ilaçlar önemli yer tutuyor.

2023 Stratejik Eylem Planı hedefleri kapsamında, ilaçlardaki yurt dışı bağımlılığının azaltılması ve yerli üretimin başlatılması amacıyla ülkemiz sağlık alanında yeni bir atılım içerisine girdi. Bilim ve Teknoloji Yüksek Kurulu kararlarıyla özellikle medikal biyoteknoloji öncelikli alan ilan edildi ve biyoteknolojik ilaçlar başta olmak üzere sağlıkla ilgili stratejik ürün ve teknoloji projeleriyle yatırımlarına önemli teşvik ve destekler sağlanmaya başlandı.

Endüstri ve kamu işbirliği ile hazırlanıp TÜBİTAK Kamu Kurumları Araştırma ve Geliştirme Projelerini Destekleme (KAMAG) 1007 Programı tarafından yapılan biyoteknolojik ilaç çağrısında başvurusu kabul edilen BİOSİM projesi 2015 yılında fiilen başladı. Projenin amacı endüstri ve kamu işbirliği ile Türkiye ilaç harcamaları-

nın önemli bir kısmını teşkil eden ve önümüzdeki yıllarda pazardaki payının gittikçe artması beklenen biyobenzer ilaçların geliştirilip üretilmesi. BİOSİM projesi, yönetici konumundaki bir ilaç firması ve TÜBİTAK Marmara Araştırma Merkezi (MAM) Gen Mühendisliği ve Biyoteknoloji Enstitüsü (GMBE) işbirliği ile yürütülüyor.

BİOSİM projesinin amacı, kamu AR-GE ve yerli ilaç sanayi ortaklığı ile tamamen yerli kaynaklar kullanılarak Türkiye'nin ilk yerli monoklonal anti-kor tabanlı biyobenzer kanser ilacını geliştirmek. Proje, dünya genelinde 2018 yılındaki satış cirosu 1,3 milyar dolar olan kanser ilacının biyobenzerini dünya standartlarında geliştirmek ve üretmek üzere hazırlandı. Proje kapsamında DNA'dan başlayarak rekombinant biyobenzer ilacın geliştirilmesi planlandı.





Yapılan çalışmalar sonunda biyobenzer ilacı üreten hücre fabrikaları GMBE’de geliştirilerek bu alanda ülkemize yeni bir teknolojik yetenek kazandırıldı. Biyobenzer ilacı üretmek üzere geliştirilen hücre hattı bankalarının oluşturulmasıyla, hücrelerden elde edilen biyobenzer ilacın karakterizasyonuna yönelik, referans ürünle karşılaştırmalı yapısal ve biyolojik aktivite testlerine hâlen devam ediliyor. Projenin ilerleyen aşamalarında, proje yürütücüsü firma tarafından yapılacak prelinik ve klinik çalışmaların başarıyla tamamlanması durumunda ilaç ruhsat başvurusu yapılacaktır.

Bu proje sayesinde, ülkemizde 2018 yılında ithali için milyonlarca dolar harcanan kanser ilacının biyobenzeri üretilerek, bu kaynağın ülkemizde kalmasına olanak sağlanacaktır. Proje kapsamında, TÜBİTAK MAM GMBE

ve endüstri ortaklarının birlikte oluşturdukları insan kaynağı, bilgi birikimi, teknolojik altyapı ve DNA’dan itibaren ilaç üreten hücre hattı geliştirme tecrübesi, gelecekte geliştirilecek yeni biyoteknolojik ilaçların daha kısa sürede ve başarıyla üretimine imkân tanıyacaktır. Bu proje sayesinde, Vizyon 2023 çerçevesinde, “ülkemiz ilaç endüstrisinin küresel pazardaki rekabet gücünü artırmak ve dünya ilaç değer zincirinde ülkemizi daha üst konuma taşımak” hedefi ile uyumlu olarak, biyobenzer ilaç kullanıcısı değil üreticisi ülkeler arasında yer almamıza yönelik öncü adımlar atıldı.

TÜBİTAK MAM GMBE, geçmişteki rekombinant DNA ve antikor mühendisliği yetenekleri, BİOSİM projesindeki tecrübesi ve bu kapsamda kurulan altyapısıyla birlikte, ilaç endüstrisinin yeni biyobenzer veya orijinal biyoteknolojik ilaç geliştirilmesine yönelik ihtiyaçlarına destek sağlamayı hedefliyor.

Bunun için enstitü tarafından kurulan ve sadece biyoteknolojik ilaç konusuna hizmet verecek olan Medikal Biyoteknoloji Mükemmeliyet Merkezi (MEDİBİYO), ülkemizin ve endüstrinin ihtiyaç duyduğu yeni biyoteknolojik ilaçların yerli ve milli imkânlarla geliştirilmesi ve hâlihazırda zorunlu olarak yurt dışında yaptırılan analizlerin ülkemizde yapılması konusunda önemli katkılar sağlayacaktır. ■

#### Kaynaklar

<https://www.titck.gov.tr/TITCK>  
(Biyobenzer tıbbi ürünlere ilişkin kılavuz)

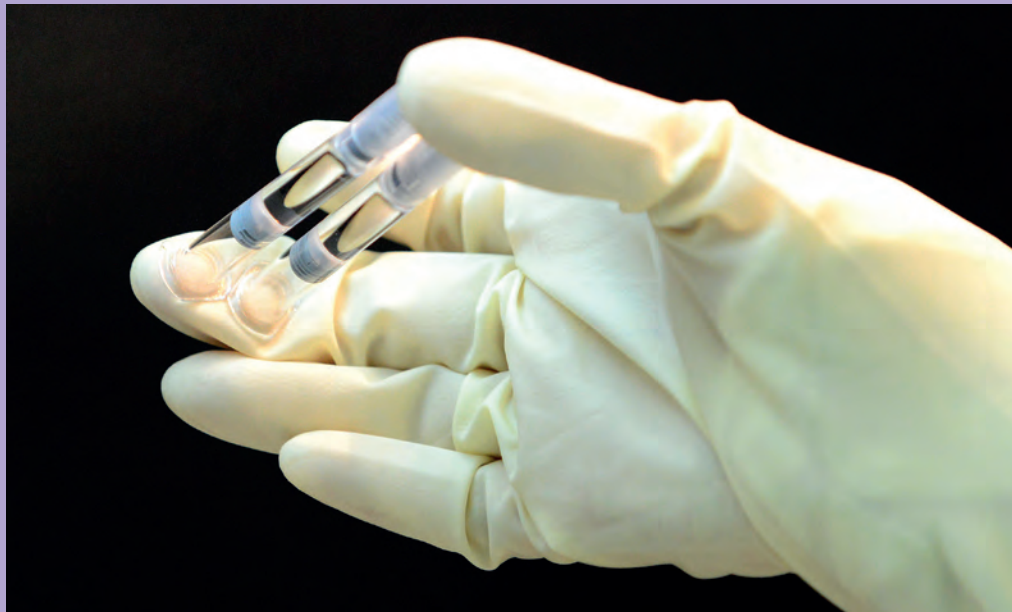
Mellstedt ,H., Niederwieser, D., Ludwig, H.”  
The challenge of biosimilars”.  
*Annals of Oncology*, Cilt 19: 412-419, 2008.

Bridges ,SL. , White, D.W., Worthing ,AB., ve ark.  
“The Science Behind Biosimilars:  
Entering a New Era of Biologic Therapy”,  
*Arthritis Rheumatol*, Cilt 70, Sayı 3, s.334-344, 2018 .

<https://www.ema.europa.eu/en/human-regulatory/overview/biosimilar-medicines>

<https://www.fda.gov/Drugs/DevelopmentApprovalProcess/>

<http://ieis.org.tr/ieis/tr/sektorraporu2017>



# Tekno-Yaşam

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



## Ev Tipi Hologram

Üç boyutlu yazıcıların yavaş ve pahalı olmasından şikayet ediyorsanız LookingGlass'ı deneyebilirsiniz. Bilim kurgu filmlerinin vazgeçilmezlerinden olan hologramı herhangi bir gözlük benzeri araç kullanılmadan farklı açılardan görülebilen üç boyutlu dijital görüntü olarak tanımlayabiliriz. LookingGlass adındaki ürün, tam manasıyla hologram gibi çalışmasa da buna benzer bir deneyim yaşıyor. Farklı açılardan görülebilen küp benzeri cam bir ekrandan oluşan cihaz, sanal nesnelerin gerçek ortamdaymışçasına görülebilmesini sağlıyor. Artırılmış gerçeklik teknolojisinin gözlüksüz hâli gibi de değerlendirebileceğimiz bu teknoloji, ek aparatlar yardımıyla interaktif olarak kontrol edilebiliyor. 599 dolarlık fiyatıyla normal kullanıcılar için pahalı olsa da özellikle üç boyutlu çizim yapanlar için faydalı olabilir.



Ürünü tanıtan bir videoyu izlemek için <https://youtu.be/CfHw8NA75Xc> adresini ziyaret edebilir ya da aşağıdaki kare kodu akıllı telefonunuza okutabilirsiniz.

[lookingglassfactory.com](http://lookingglassfactory.com)





## Güle Güle SMS 🙌

Kısa mesaj anlamına gelen SMS (Short Message Service), 1992'de ilk defa gönderilmesinin ardından cep telefonu sahibi herkesin kullandığı faydalı bir özellik hâline geldi. Ancak gelişen teknolojiyle birlikte 160 karaktere sığmayacak mesajlar, fotoğraf, video gibi içerikler için yetersiz kalmaya başladı. Her ne kadar MMS gibi seçenekler kullanılsa da akıllı telefonlarda bulunan anlık mesajlaşma uygulamalarının sunduğu özellikler karşısında bu çözümler yeterli olmadı. İnternetin olmadığı zamanlarda SMS işlevselliğini koruyor. İnternet olmadan da kolayca sohbet imkânı sunan bir mesajlaşma sistemi geliştirmek için yapılan çalışmalar sonunda RCS adı verilen bir standart geliştirildi. Rich Communication Services (Zengin İletişim Hizmetleri) ifadesinin kısaltması olan RCS, yüksek çözünürlüklü fotoğraf ve videoları desteklemenin yanında yazıyor, ulaştı ve okundu bilgisiyle birlikte daha iyi grup sohbeti gibi özellikler de sunuyor.

Türkiye ve dünyadaki birçok telefon operatörünün desteklediği RCS için ek bir ücret talep edilmeyeceği operatöre bırakılmış durumda. Android telefonlarda kullanılabilen sistemi şimdilik iPhone desteklemiyor. Bu yıl itibarıyla kullanıma başlanan RCS yaygınlaşır mı bilinmez ama siz yine de vakit varken son SMS'lerinizi atın.

<http://bit.ly/bye-sms>



## Gerçek Zekâlı Robot Cafe

Tokyo'da hizmet vermeye başlayan bir kafede sadece robot garsonlar çalışıyor. Yapay zekânın ve robot teknolojisinin geldiği nokta düşünüldüğünde sıradan karşılanabilecek bu kafeyi sıra dışı yapan özelliği robotların yapay zekâ olmadan çalışması. OriHime-D adı verilen 120 cm boyundaki robotlar, felçli insanlar tarafından kontrol ediliyor. Evinde veya hastanede bulunan tümüyle felçli bir hasta, görebileceği bir yere yerleştirilen ekran yardımıyla robotun üzerinde bulunan kameradan alınan canlı görüntüyü izliyor ve sadece gözlerini kullanarak robota komut veriyor. Geliştirilen sistemle felçli hasta, robotu hareket ettirebiliyor, etrafa bakabiliyor, konuşabiliyor ve nesneleri tutabiliyor. Üstelik robotları kontrol ederek uzaktan da olsa kafede çalışan bu kişilere asgari ücret üzerinden maaş da ödeniyor. Her ne kadar kullanılan teknoloji henüz çok ileri düzeyde olmasa da bu proje felçli insanları hayata bağlama açısından hayli değerli. Umarız gelecekte bu gibi sosyal faydası yüksek projeler artar.



Projeyi tanıtan bir videoyu izlemek için [https://youtu.be/2AJ7jxgs\\_M8](https://youtu.be/2AJ7jxgs_M8) adresini ziyaret edebilir ya da aşağıdaki kare kodu akıllı telefonunuza okutabilirsiniz.

<http://bit.ly/robot-cafe>



# Yapay Zekâ Üretimi Yüzler

Aşağıdaki fotoğrafta gördüğünüz kişilerin hiçbiri gerçekte var olmadı. Yapay zekâ tarafından üretilen bu görüntülere fotoğraf demek ne kadar doğru bilmiyoruz ama son derece gerçekçi göründüklerini söyleyebiliriz. Yapay sinir ağlarıyla işleyen sistem, kaynak fotoğrafların hedef fotoğraflara öykünerek değiştirilmesiyle çalışıyor. Her ne kadar ortaya çıkan sonuçlar etkileyici olsa da bu teknolojinin in-

sanları aldatmak ya da yalan haber yaymak gibi amaçlarla da kullanılabileceği düşünüldüğünde ürkütücü gelmiyor değil. Öte yandan bu tür teknolojilerin anne ve babanın fotoğraflarını kullanarak doğacak çocuğun görüntüsünü tahmin etmek gibi eğlenceli kullanımları da olabilir.

Farklı örneklerle sistemin çalışmasını anlatan bir videoyu izlemek için <https://youtu.be/kSLJriaOumA> adresini ziyaret edebilir ya da aşağıdaki kare kodu akıllı telefonunuza okutabilirsiniz.

<http://bit.ly/yeni-yuz>



# Üç Boyutlu Yazıcılar Hızlanıyor

Yüz tanıma sistemleri eve girişten cep telefonu kullanmaya kadar birçok alanda kullanılsa da ne kadar güvenilir oldukları tartışma konusu. *Forbes* dergisinin yayımladığı bir makaleye göre, üç boyutlu yazıcılarda üretilmiş insan başı modeliyle Android telefonların yüz tanıma sistemini kandırmak mümkün. Her ne kadar teknik olarak böyle bir ihtimal olsa da o kadar endişelenmeye gerek yok. Çünkü bu işi başarmak için öncelikle onlarca kamerayla donatılmış bir stüdyo ortamında hedefteki kişinin ayrıntılı yüz modeli çıkarılmalı. Ayrıca Apple ve Microsoft böyle bir olasılığı öngördüğü için yüz tanıma sistemleri modellerle aldatılamayacak şekilde iyileştirilmiş. Yine de güvenlik sizin için önemliyse cihazlarınızı yüz tanıma sistemi yerine uzunca bir şifreyle kullanmanızı öneriyoruz. Diğer taraftan, üç boyutlu yazıcılar yüz modeli çıkarmanın yanında silah üretiminden ev inşasına birçok alanda kullanılıyor. Fakat mevcut yazıcıların yavaş çalışması yaygınlaşmanın önündeki en büyük engellerden biri olarak değerlendiriliyor.

MIT'den Jamison Go ve John Hart tarafından geliştirilen "FastFFF" adındaki teknolojiyle üç boyutlu yazıcıların üretim hızı on katına çıkıyor. Mevcut üç boyutlu yazıcılar genellikle nesneyi katman katman oluşturuyor ve çok yavaş çalışıyor. Araştırma ekibince geliştirilen yeni yazıcı ise püskürtme, ısıtma ve paralel çalışma sistemlerinde değişiklik yapılarak çok daha hızlı çalışıyor. 15.000 dolara mal olan prototipin fiyatı yüksek olsa da geliştirilen teknolojinin seri üretime geçmesi hâlinde ucuzlayacağı tahmin ediliyor. FastFFF teknolojisini tanıtan bir videoyu izlemek için <https://youtu.be/8wVGaxgk4> adresini ziyaret edebilir ya da aşağıdaki kare kodu akıllı telefonunuza okutabilirsiniz.

<http://bit.ly/3d-yuz>

<http://bit.ly/FastFFF>





# Ücretsiz Oyunlar Çok da Ücretsiz Değilmiş

Oynaması ücretsiz oyunlar geçtiğimiz yıl toplam 88 milyar dolar gelir elde etti. Fortnite, Battle Royale gibi oyunlar, ücretsiz oynansa da oyuncular sahip oldukları karakterleri güçlendirici özellikleri veya oyundaki özel nesneleri para vererek satın alıyor. Küçük bedellere satılan bu özellikler toplamda çok büyük bir miktar oluşturuyor, hatta ücretsiz oyunlar ücretli oyunlardan daha fazla gelir getiriyor.

Başlangıçta ücretsiz olması nedeniyle tercih edilen oyunlar, bağımlılık yapıcı mekanizmalarıyla kullanıcıları harcamaya yönlendiriyor. Bir sonraki ücretsiz oyuna başlamadan önce bir kez daha düşünün, tahmin ettiğinizden çok daha maliyetli olabilir.

— <http://bit.ly/uccretsiz-mi>



## Kişiyeye Özel Yüz Maskesi



Yüz maskesiyle yapılan cilt bakımı özellikle kadınlar tarafından uygulanan hayli eski bir güzelleşme yöntemi. Bu yöntem teknoloji ile birlikte bir sonraki aşamaya taşınıyor ve kişiyeye özel yüz maskesi dönemi başlıyor. Öncelikle bu iş için özel hazırlanmış bir cep telefonu uygulaması kullanarak yüzünüzün üç boyutlu haritasını çıkarmanız gerek.

Kamera kısmına takılan bir aparatla alınan görüntülerin özel algoritmalar kullanılarak işlenmesinin ardından göz ve ağız çizgileri, tendeki renk değişimleri ve nem oranları ayrıntılı bir şekilde tespit ediliyor. Daha sonra uygulama yüzünüzdeki her bir bölge için kişiselleştirilmiş bakım önerilerini size sunuyor. İsterseniz öneriler üzerinde değişiklik yapabilir ve maskenize son hâlini verebilirsiniz. Sonrasında size özel hazırlanmış üç boyutlu maskeniz kargoya adresinize gönderilecek. Bu tür ürünler ne kadar etkili bilmiyoruz ama gelecekte çok daha fazla kişiyeye özel ürün piyasaya sürülecek gibi görünüyor.

— <http://bit.ly/yuz-maskesi>





# Eski ve Yeni Uluslararası Birim Sistemi

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

Uluslararası Birim Sistemi'nde (SI) değişiklikler yapılmasına karar verildi. 20 Mayıs'tan itibaren geçerli olacak yeni birimlerde fiziksel nesnelere yapılan hiçbir referans kalmadı. SI'nın temelini oluşturan yedi temel birim, yedi sabit üzerinden tanımlanacak.

Uluslararası Birim Sistemi'nin temelleri 1790'larda, Fransız İhtilali'nin ilk yıllarında atılmıştı. Fransa Meclisi'nin aldığı kararla metre, Ekvator'la Kuzey Kutbu arasındaki mesafenin on milyonda biri; kilogram, bir metreküp saf suyun kütlesinin binde biri olarak tanımlanmıştı. Her ne kadar bu tanımlar herhangi bir kişinin ya da kurumun tekelinde olmayacak şekilde yapıldıysa da pratik amaçlar için yeterli derecede hassas ve kullanışlı değildi. 1889'da toplanan ilk Ağırlıklar ve Ölçüler Genel Konferansı'nda bir İngiliz firması tarafından üretilmiş 40'ar adet kilogram ve metre prototipinin standart olarak kullanılmasına karar verildi.

Prototiplerden ikisi uluslararası kilogram ve metre prototipleri olarak kabul edildi. Diğerleriyse ya Ağırlıklar ve Ölçüler Genel Konferansı tarafından kullanımda olan kopyalar olarak tutuldu ya da konferansa üye ülkelere kendi ulusal standartları olarak kullanmaları için verildi. Ulusal standartlar, uluslararası standartlar ile düzenli aralıklarla karşılaştırılarak kalibre ediliyordu.

Yıllar içinde SI'ya yeni birimler eklendi. Bugün SI'da yedi temel birim var: metre, saniye, kilogram, kandela, kelvin, mol ve amper. Joule, newton, pascal ve SI'daki diğer birimlerse bu yedi temel birim üzerinden tanımlanıyor.



# Saniye

Saniyenin eski ve yeni tanımları şu şekilde:

## Eski Tanım

Saniye, sezyum-133 atomunun temel durumunun iki aşırı ince seviyeleri arasındaki geçişe karşılık gelen radyasyonun 9.192.631.770 periyodunun süresidir.

## Yeni Tanım

Sembölü s olan saniye, SI zaman birimidir. Sezyum frekansı  $\Delta\nu_{Cs}$ 'nin (sezyum-133 atomunun temel düzey aşırı ince geçişinin frekansının) sabit sayısal değeri, hertz ( $s^{-1}$ ) birimi ile ifade edildiğinde, 9.192.631.770 alınarak tanımlanır.



Saniyenin yeni tanımı eski tanımının neredeyse aynıdır. Sadece tanım daha özenli bir biçimde ifade edilmiştir. ■

# Metre

Metrenin eski ve yeni tanımları şu şekilde:

## Eski Tanım

Metre, 1 saniyenin 299.792.458'de biri zaman aralığında ışığın boşlukta katettiği yoldur.

## Yeni Tanım

Sembölü m olan metre, SI uzunluk birimidir. Işığın boşluktaki hızının sabit sayısal değeri,  $ms^{-1}$  birimi ile ifade edildiğinde, 299.792.458 alınarak tanımlanır. Bu ifadede saniye sezyum frekansı üzerinden tanımlanır.

Metrenin yeni tanımı da, tıpkı saniyede olduğu gibi, eski tanımın neredeyse aynıdır. Sadece tanım daha özenli bir biçimde ifade edilmiştir. ■

# Kilogram

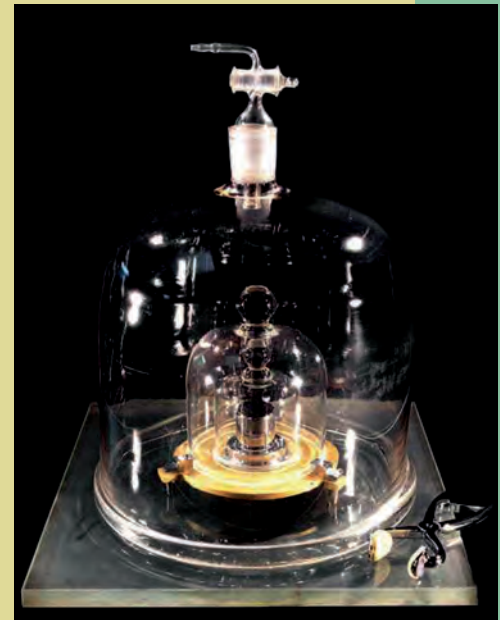
Kilogramın eski ve yeni tanımları şu şekilde:

## Eski Tanım

Kilogram kütle birimidir. Uluslararası kilogram prototipinin kütlesine eşittir.

## Yeni Tanım

Sembölü kg olan kilogram SI kütle birimidir. Planck sabiti  $h$ 'nin sabit sayısal değeri,  $J s$  ( $kg m^2 s^{-1}$ ) birimi ile ifade edildiğinde,  $6,62607015 \times 10^{-34}$  alınarak tanımlanır. Bu ifadede metre ve saniye, ışık hızı ve sezyum frekansı üzerinden tanımlanır.





Eski tanımla ilgili en önemli sorun, kütlenin fiziksel bir nesne üzerinden tanımlanmasıydı. Periyodik kalibrasyonlar sırasında uluslararası kilogram prototipiyle ulusal kilogram prototiplerinin kütleleri arasında belirgin farklar tespit ediliyor, ancak hangi prototiplerin kütle kazandığı ya da kaybettiği belirlenemiyordu.

SI kütle birimi kilogram fiziksel bir sabit üzerinden yeniden tanımlanarak çok daha kararlı bir hale getirildi. Artık kütle prototiplerinde zamanla meydana gelen değişiklikler deneysel yöntemlerle tespit edilebilecek. ■

## Amper

Amperin eski ve yeni tanımları şu şekilde:

### Eski Tanım

Amper; kesit alanları ihmal edilebilecek kadar küçük, sonsuz uzunlukta iki iletken tel boşlukta bir metre arayla paralel olarak konumlandırıldığında iletken tellerin her bir metresine  $2 \times 10^{-7}$  newtonluk kuvvet etki etmesine sebep olan sabit akımdır.

### Yeni Tanım

Sembölü A olan amper, SI elektrik akımı birimidir. Temel elektrik yükü  $e$ 'nin sabit sayısal değeri, C (As) birimi ile ifade edildiğinde,  $1,602176634 \times 10^{-19}$  alınarak tanımlanır. Bu ifadede saniye, sezyum frekansı üzerinden tanımlanır.

Eski tanımla ilgili en önemli sorun, laboratuvar ortamında hassas ölçümler yapmanın zorluğuydu. Ayrıca eski tanım, kuvvete atıfta bulunduğu için, temel kütle, zaman ve uzunluk birimlerine bağımlıydı. Yeni tanımdaysa sadece temel zaman birimi olan saniyeye atıfta bulunuluyor. ■

## Kelvin

Kelvinin eski ve yeni tanımları şu şekilde:

### Eski Tanım

Termodinamik sıcaklık birimi olan kelvin, suyun üçlü noktasının [katı, sıvı, gaz hallerin bir arada bulunabildiği basınç ve sıcaklık değeri] termodinamik sıcaklığının  $273,16$ 'da biridir.

### Yeni Tanım

Sembölü K olan kelvin, SI termodinamik sıcaklık birimidir. Boltzmann sabitinin sabit sayısal değeri,  $\text{JK}^{-1}$  ( $\text{kgm}^2\text{s}^{-2}\text{K}^{-1}$ ) birimi ile ifade edildiğinde,  $1,380649 \times 10^{-23}$  alınarak tanımlanır. Bu ifadede kilogram, metre ve saniye sırasıyla Planck sabiti, ışık hızı ve sezyum frekansı üzerinden tanımlanır.

Eski tanımla ilgili en önemli sorun, tıpkı amperin eski tanımında olduğu gibi, laboratuvar ortamında hassas ölçümler yapmanın zorluğuydu. Yeni tanımla bu sorun aşılmış oldu. Eski tanım diğer SI temel birimlerine bağımlı değildi. Yeni tanımdaysa temel kütle, uzunluk ve zaman birimlerine atıfta bulunuluyor. ■



# Mol

Molün eski ve yeni tanımları şu şekilde:

## Eski Tanım

Mol, 12 gram karbon-12'deki atom sayısı kadar sayıda temel tanecik içeren bir sistemdeki madde miktarıdır. Mol kullanılırken temel taneciklerin belirtilmesi gerekir. Bu temel tanecikler atomlar, moleküller, iyonlar, elektronlar, diğer parçacıklar ya da bu parçacıkların belirli grupları olabilir.

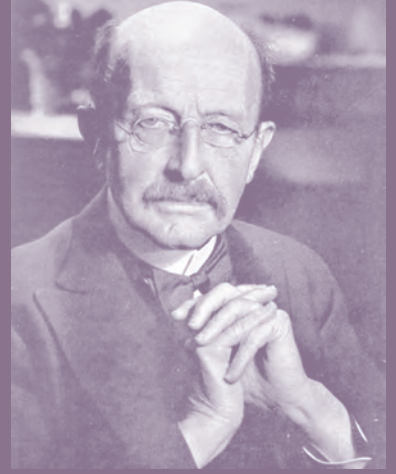
## Yeni Tanım

Mol, SI madde miktarı birimidir. Bir mol tam olarak  $6,02214076 \times 10^{23}$  sayıda temel tanecik içerir. Bu sayı Avagadro sabiti  $N_A$ 'nın  $\text{mol}^{-1}$  birimi ile ifade edildiğindeki sabit sayısal değeridir ve Avagadro sayısı olarak adlandırılır.

Eski tanım temel kütle birimi olan kilograma atıfta bulunuyordu. Yeni tanımdaysa başka herhangi bir SI birimine atıf yok. Yeni tanımın en önemli sonuçlarından biri, atomik kütle birimi olan dalton ile Avagadro sayısı ve mol arasındaki ilişkinin artık geçersiz hale gelecek olması. Bugün karbon-12 atomunun kütlesi tam olarak 12 dalton (Da) olarak tanımlanıyor.

Bu durumda bir gramın bir dalton oranının sayısal değeri tam olarak Avagadro sayısına eşit oluyor:  $g/Da = N_A \text{ mol}$ .

Gelecekte ya daltonun yeniden tanımlanması gerekecek ya da dalton, Avagadro sayısı ve mol arasındaki sayısal ilişki geçersiz olacak. ■



**Max Karl Ernst Ludwig Planck**

Alman fizikçi. 1918 Nobel Fizik Ödülü sahibi. Termodinamik yasaları üzerine çalıştı ve "Kuantum Kuramı"nı geliştirdi. Kendi adıyla bilinen "Planck sabiti" ile "Planck ışıma yasası"nı buldu.



**Amedeo Avogadro**

İtalyan kimyager, bilim insanı. Günümüzde derişim teorisi ve moleküler ağırlık alanındaki katkılarıyla anılır.

# Kandela

Kandelanın eski ve yeni tanımları şu şekilde:

## Eski Tanım

Kandela, belirli bir yönde  $540 \times 10^{12}$  Hz frekanslı monokromatik radyasyon yayan ve bu yöndeki radyant yoğunluğu  $1/683$  watt/steradian olan bir kaynağın ışıltama şiddetidir.

## Yeni Tanım

Sembolü cd olan kandela, belirli bir yöndeki SI ışıltama şiddeti birimidir.  $540 \times 10^{12}$  Hz frekanslı monokromatik radyasyonun ışıltama etkinliğinin ( $K_{cd}$ 'nin)  $\text{lmW}^{-1}$  ( $\text{cdsrkg}^{-1}\text{m}^{-2}\text{s}^3$ ) birimindeki sabit sayısal değeri 683 alınarak tanımlanır. Bu ifadede kilogram, metre ve saniye; Planck sabiti, ışık hızı ve sezyum frekansı üzerinden tanımlanır.

Yeni tanım eskisinin neredeyse aynısı. Sadece daha özenli bir biçimde ifade ediliyor. ■

Özetle SI'daki yedi temel birimin hiçbirinde fiziksel nesnelere referans kalmadı. Yedi temel birimin yedi sabit üzerinden tanımlanmasıyla birim sistemi çok daha kararlı hale getirildi. Yeni SI birim sisteminde atıfta bulunan sabitler şunlar:

Planck sabiti

$$h = 6,2607015 \times 10^{-34} \text{ kgm}^2\text{s}^{-1},$$

Temel elektrik yükü

$$e = 1,602176634 \times 10^{-19} \text{ As}$$

Boltzmann sabiti

$$k = 1,380649 \times 10^{-23} \text{ kgm}^2\text{K}^{-1}\text{s}^{-2},$$

Avagadro sabiti

$$N_A = 6,02214076 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1},$$

Işık hızı

$$c = 299792458 \text{ ms}^{-1},$$

Sezyum frekansı

$$\Delta\nu_{\text{Cs}} = 9192631770 \text{ s}^{-1},$$

İşıltama etkinliği

$$K_{cd} = 683 \text{ cdsrs}^3\text{kg}^{-1}\text{m}^{-2}.$$

Temel birimlerden sadece saniye ve mol tek bir sabite atıfta bulunularak tanımlanıyor. Diğer temel birimlerin tanımlarındaysa birden fazla sabite atıfta bulunuluyor.

Tanımlar, farklı fiziksel sabitlere atıfta bulunularak da yapılabilirdi. Örneğin temel kütle birimi olan kilogram Planck sabiti yerine kütleçekim sabiti (G) üzerinden de tanımlanabilirdi. Ancak daha hassas ve daha kararlı bir birim sistemi oluşturmak amacıyla sayısal değerlerindeki belirsizliklerin en düşük olduğu sabitler seçilmiş. Ayrıca seçilen sabitlerin birbirinden bağımsız olmasına da dikkat edilmiş.

Yeni tanımlarda, temel birimlerin nasıl “gerçeğe dönüştürüleceği” ile ilgili herhangi bir şey belirtilmiyor. Ancak Uluslararası Ağırlıklar ve Ölçüler Bürosu (BIMP) her bir birim için çeşitli “pratik deneysel yöntemler” öneriyor.

Detaylı bilgi için BIPM'nin internet sayfasını yandaki karekodu okutarak ziyaret edebilirsiniz.

Kaynak

<https://www.bipm.org/en/measurement-units/>



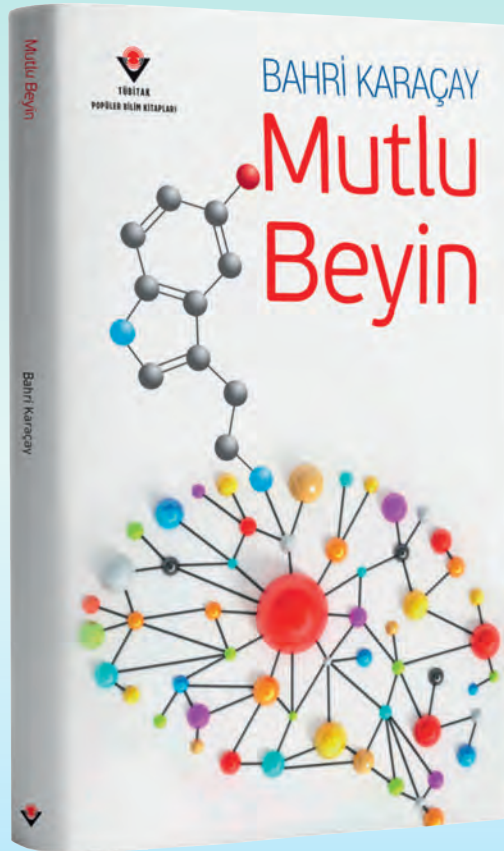


**YENİ**



“Yaşamın Sırrı DNA” kitabının yazarı, nörobilim alanında genler düzeyinde yirmi yılı aşkın süredir araştırmalar yapan bilim insanı Bahri Karaçay’dan...

‘Mutlu Beyin’ evrenin en karmaşık organı olan beyin hakkında çok yakın geçmişte elde edilen son derece ilginç gerçekleri anlatıyor...



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

Kitap satış büromuz **hafta içi 08.30-17.15**,

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

# KARBON EKONOMİSİ

## GEZEĞENİMİZİN ÖMRÜNÜ UZATABİLİR Mİ?

Esra Alp [ Dokuz Eylül Üniversitesi doktora öğrencisi, University of Huddersfield (konuk araştırmacı)

Doç. Dr. Yener Coşkun [ SPK Başuzmanı, University of Sheffield (konuk araştırmacı)





William Nordhaus



Paul Romer

**2018 Nobel Ekonomi Ödülü'nü, içsel büyüme teorisi ile tanınan Paul Romer ile paylaşan Yale Üniversitesi'nden William Nordhaus, 1970'lerden bu yana iklim değişikliğinin ekonomik etkileri üzerine çalışmalar yürütüyor.**

**Her iki iktisatçının da yıllardır sürdürdüğü çalışmalar, ekonominin genel dengesinin çağımıza daha uygun ve gerçekçi bir biçimde modellenmesini amaçlıyor. Bu amaçla Romer, ekonominin genel dengesine teknolojik inovasyonun etkisini dâhil ederken, Nordhaus iklim değişikliklerinin etkilerini dâhil etti.**



*“Son ırmak kuruduğunda,  
son ağaç kesildiğinde,  
son balık avlandığında,  
beyaz adam  
paranın yenmeyen bir şey  
olduğunu anlayacak”.*

**E**konomik büyüme, kişi başına düşen gelir artışı, sanayinin gelişmesi gibi çeşitli ekonomik hedeflerin, ancak bir maliyet karşılığında gerçekleşebildiğini biliyoruz. Peki, bu maliyet kavramı yalnızca daha fazla işgücü, daha yüksek üretim ve teknolojik gelişme gibi ilerlemelerin sağlanması için yürütülen araştırma-geliştirme (AR-GE) faaliyetlerine daha fazla bütçe ayrılması gibi anlamlar mı taşıyor? Yoksa, bizden sonraki nesillere miras olarak servetten çok, karşılanması güç birtakım maliyetler mi bırakıyoruz? Ekonomilerin yalnızca ve daima, ne pahasına olursa olsun, büyümeyi hedeflemesi, ülkeler için öyle gibi görünse de, gezegenimiz için sürdürülebilir bir hedef değil.

1853-1857 yılları arasındaki anlaşma müzakereleri sırasında Kızılderili şefi Seattle’ın (Seatlh) Amerikan Başkanı Franklin Pierce’ye hitaben bir konuşma yaptığı söyleniyor. Konuşmanın içeriği ile ilgili günümüze ulaşan bilgiler kesin olmamakla birlikte, kendisine atfedilen sağ üstteki cümle ekolojik dengenin ekonomik dengeden daha önemli olduğunu vurgulaması bakımından dikkate değer.

Bu sözler anonim olarak kabul edilse de bir gerçeğin altını çiziyor: Parasal büyümenin sürdürülemez olduğunun anlaşılması için doğadaki her şeyden son bir tane kalıncaya kadar beklenemeyeceği gerçeği! Ekonomik büyümenin iklim değişikliği üzerindeki etkisi kontrol altında tutulamazsa gelecekte iklimlerde oluşabilecek sert değişiklikler ve küresel ısınma, tarım ürünlerinde hasatı, sağlığını, enerji ihtiyacını ve daha birçok şeyi olumsuz yönde etkileyerek kontrolü tamamen kaybetmemize yol açabilir. Gelecekte tartışmanın odak noktası “ekonomik büyümenin iklim değişikliğine olan etkileri” değil, “iklim değişikliğinin ekonomiler üzerinde yarattığı tahribat” olabilir.



# Gezegelimiz Gerçekten de Tehdit Altında mı?

**A**merika Birleşik Devletleri Ulusal Havacılık ve Uzay Dairesi'nin (NASA) iklim değişimine ilişkin raporunda yer alan bilgilere göre, 19. yüzyıldan bu yana gezegenimizin yüzey sıcaklığı 0,9°C arttı. Okyanusların sıcaklığı da yüzeyden 700 metre derinliğe kadar 0,2°C arttı. 1993-2016 yılları arasında Grönland'da her yıl ortalama 281 milyar ton; Antarktika'da ise 119 milyar ton buzul eridi. Antarktika'nın buzul kaybı son 10 yılda 3 kat artmış durumda. Alp Dağları, Himalayalar, And Dağları, Rocky Dağları dâhil olmak üzere Alaska, Afrika ve dünyanın birçok yerinde dağların zirvelerindeki buzullar büyük ölçüde eridi. Küresel deniz seviyesinde ise geçtiğimiz yüzyıldan bu yana 20 cm'lik bir yükselme olduğu görülüyor. Son 20 yılda yüksel-

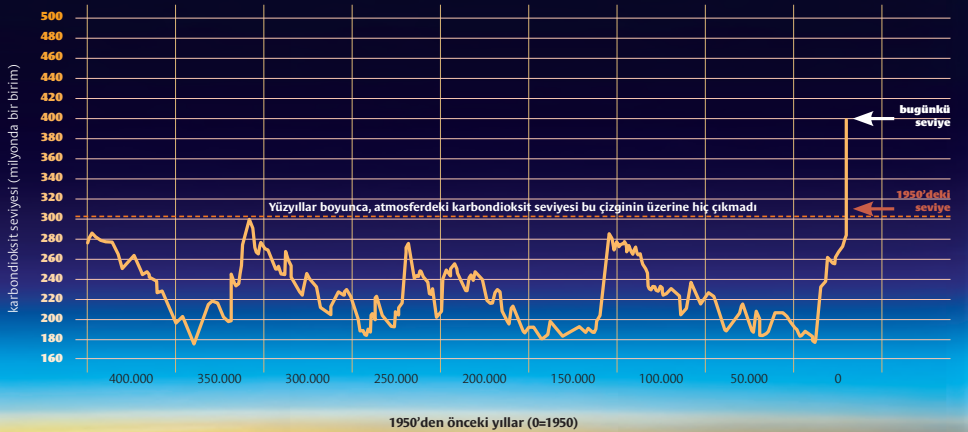
me hızının iki kat arttığı ve gittikçe hızlandığı gözlemleniyor. Sanayi Devrimi'nden bugüne okyanusların asitlenme seviyesi ise %30 arttı. Bu artışın nedeni, insanlar tarafından atmosfere daha fazla karbon salımı olması. Bunun sonucunda okyanus yüzeyi tarafından daha fazla karbondioksit emiliyor. Okyanusun en üst tabakası tarafından emilen karbondioksit miktarı her yıl yaklaşık 2 milyar ton artıyor. Atmosferdeki karbondioksit seviyesinin 1950 yılından bu yana nasıl sert bir yükseliş gösterdiğini görmek mümkün (altta).

Bilimsel çalışmalar, iklim değişikliğine sera gazı emisyonu artışının neden olduğunu gösteriyor. Küresel ısınmaya neden olan sera gazı emisyonu, enerji, endüstri ve tarım faaliyetlerinden kaynaklanan, karbondioksit (CO<sub>2</sub>), metan (CH<sub>4</sub>), nitroz oksit (N<sub>2</sub>O), hidrofluorokarbonlar (HFCs), perfluorokarbonlar (PFCs) ve kükürt heksaflorür (SF<sub>6</sub>) gazlarını kapsıyor. Bu gazların salımındaki artış, dünyada yüzey sıcaklığının artmasına, buzulların erimesine, deniz

seviyelerinin yükselmesine, okyanusların asit seviyesinin artmasına ve biyoçeşitliliğin azalmasına neden oluyor. Her geçen yıl daha fazla sera gazı salımına neden olan ülkeler ise çoğunlukla gelişmiş ülkeler. Buna rağmen, küresel ısınma, gelişmekte olan veya az gelişmiş ülkeleri daha fazla etkiliyor. Gelişmiş ülkeler iklim değişikliği ile mücadele konusunda daha kurumsal bir yapıda. Az gelişmiş ve ekvatora yakın bölgelerde bulunan ülkeler ise sıcak bir iklime sahipler ve genellikle tarım ülkesi konumundalar. Bu nedenle, hâlihazırda sıcaklığa ve doğa koşullarına bağlı tarımsal üretim sorunları bu ülkelerin ekonomisini daha fazla etkiliyor. Özetle, gelişmiş ülkelerin başı çektiği CO<sub>2</sub> emisyon artışının maliyeti, ne yazık ki az gelişmiş ülkelere daha fazla yansıyor.

2015 yılında iklim değişikliği ile ilgili yapılan Paris Anlaşması her ne kadar genel olarak kabul görmüş olsa da Amerika Birleşik Devletleri gibi gelişmiş ülkeler gönüllü emisyon azaltılması konusunda çekingen davranıyor ve hatta geri adım atıyorlar. 2012 yılında imzalanan Kyoto Protokolü'nde de yalnızca 2°C sıcaklık artışı hedefleniyordu ancak bu da ulaşılması neredeyse imkânsız bir hedef olarak kaldı. Mevcut teknoloji-mizle 2°C sıcaklık artışının uygulanabilir olmadığını öne süren Nordhaus, bunun yerine teknik olarak ulaşılması mümkün olan 2,5°C artışın ancak son derece önemli küresel politika önlemleri ile hedeflenebileceğini savunuyor. Nordhaus'a göre, öngörü ve tahminlerde bulunmak için gerek jeofizik gerek ekonomik belirsizliklerin analizlere dâhil edilmesi şart.

## Atmosferdeki Karbondioksit Seviyesindeki Artış



NASA, 2018 iklim değişikliği raporu (<https://climate.nasa.gov/evidence/>)



Jeofizik faktörlerde belirsizlikler olsa da zaman içinde değişmiyor, ancak ekonomik değişkenlerdeki belirsizlikler zaman içinde artma eğilimi gösteriyor. Nordhaus'un 2018 yılında yayımladığı çalışmasında elde edilen bulgular, belirsizliklerin dâhil edildiği senaryoda bile, ivedilikle, azimle ve küresel boyutta gerekli politika önlemleri alınsa dahi sıcaklık artışının hedeflenen 2°C'nin altında kalmasının imkânsız olduğunu gösteriyor.

Küresel ölçekte, CO<sub>2</sub> emisyonlarının gayrisafi yurt içi hasılaya oranı ile ölçülen ve dekarbonizasyon (karbonsuzlaştırma) olarak ifade edilen oran, 2000-2010 döneminde yıllık %0,8 düzeyinde yavaş bir değişim gösteriyordu. Ancak 2000-2015 dönemine bakıldığında son beş yılın etkisiyle dekarbonizasyonun yılda %2,1 oranında değiştiği görülüyor. Bu hızlı azalma (karbonsuzlaşma) ise, dünyanın geri kalanında anlamlı bir değişiklik gözlenmezken, Çin'in gösterdiği performanstan kaynaklanıyor (altta).

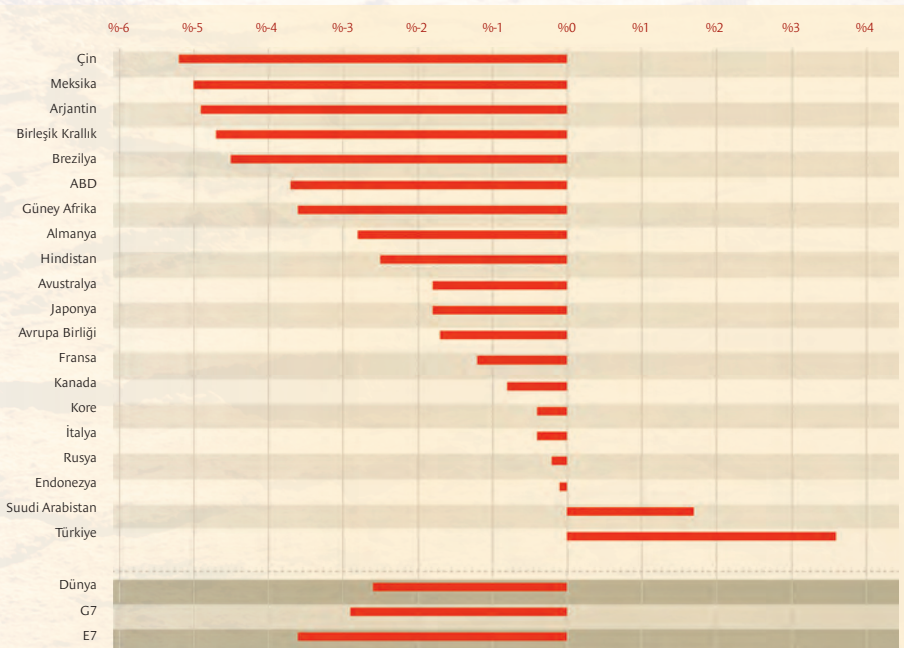


## Karbon Ekonomisi ve Çözüm Önerileri

Çin, G20 ülkeleri arasında %5,2 dekarbonizasyon oranıyla lider konumda. Ekonomik büyümenin yanı sıra karbon emisyonlarını azaltmada en iyi performans gösteren diğer ülkeler; Meksika, Arjantin, Brezilya ve Birleşik Krallık. Ancak, 2°C hedefine ulaşılabilmesi için her ülkenin karbon emisyonlarını her yıl %6,4 azaltması gerekiyor. G20 ülkeleri arasında bu hedefe ulaşabilen ülke yok. Ülkelerin bugünkü performanslarına bakılırsa, küresel karbon bütçesi 2036 yılında tükenecek gibi görünüyor.

Ekonomik büyüme ve çevresel kirlilik arasındaki ilişkinin iktisatçılar tarafından araştırılmaya başlanması, Nobel Ödüllü bir başka iktisatçı olan Simon Kuznets'in çalışmalarına dayanıyor. Kuznets, 1955'te, ekonomik büyüme ile gelir eşitsizliği arasındaki ilişkinin ters U biçiminde olduğunu gösterdi. Daha da önemlisi, kendisinden sonra gelen iktisatçılara ekonomik büyüme, bir başka değişle kişi başına düşen gelir artışı ile çevresel kirlilik arasındaki ilişkinin daha fazla araştırılması için ilham verdi. Birçok iktisatçı tarafından yapılan benzer araştırmalar gelir artışı ile çevresel kirlilik arasındaki ilişkinin de ters U biçiminde olduğunu doğruluyor. Buna göre, çevre kirliliği belirli bir gelir seviyesine kadar artarken, yüksek gelir düzeyine erişen ülkede, teknolojik gelişmelere bağlı olarak çevre kirliliğinde azalma başlıyor. Kuznets'in yaptığı ilk çalışmaya dayanması nedeniyle "Çevresel Kuznets Eğrisi" adını alan bu teori, iktisatçıların ekoloji ve ekonomi arasında köprü kurduğu ilk anlamlı çalışma olarak değerlendirilebilir.

Günümüzde artık tartışma götürmeksizin kabul gören sera gazları emisyonundaki artışa ve küresel ısınma tehdidine yönelik teorilerden ziyade politika önerileri önem kazanıyor. Bu amaçla önerilen piyasa



Düşük Karbon Endeksi, 2018

<https://www.pwc.co.uk/services/sustainability/climate-change/insights/low-carbon-economy-index.html>



odaklı bazı çözümler mevcut. Bunlardan birincisi, emisyon izinlerinin piyasa koşulları altında alım-satımı. Bu çözüm önerisinde, izin verilen toplam sera gazı emisyonuna bağlı olarak, kirliliğe sebep olan işletmeler kendi emisyon haklarının tamamını veya bir kısmını bir başka işletmeye satma hakkına sahip. Bu durumda emisyon miktarı belirli olurken maliyet belirsiz kalıyor. İkinci öneri ise emisyon vergisi alınması yönünde. Buna göre işletmeler ya emisyon vergisi ödüyorlar ya da vergi yüksek bulunursa, emisyonlarını azaltmaya çalışıyorlar. Bu durumda ise, maliyet bilinirken işletmelerin kararları bilinemeyeceği için emisyon miktarı öngörülemez oluyor. Bugün en uygun emisyon azaltıcı politika olarak, emisyon miktarının belirli olduğu birinci öneride yer alan emisyon izinlerin alım-satımı uygulanmakta. Bununla birlikte, sera gazlarının emisyonuna sebep olan yalnızca işletmeler değil. Aynı zamanda evlerde ısınmak için ve çeşitli amaçlarla kullanılan enerjinin de çıktısı yine sera gazları oluyor. Bu anlamda her birimiz doğada bir miktar sera gazı artışına sebep oluyoruz. Ancak hane halklarının sebep olduğu sera gazı emisyonunun azaltılması daha fazla çaba gerektiriyor. Çünkü her hane halkının enerji tüketimi ve gelir seviyesi birbirinden farklı.

Karbon salımının azaltılabilmesi amacıyla alınan ekonomik önlemlerin yanı sıra bu konuda yapılan araştırmalar yeni bir yakıt türünün keşfedilmesini de sağladı: Biyoyakıtlar. Biyoyakıtlar kısa süre önce yaşamış organizmalar ya da onların metabolik çıktılarından elde ediliyor.

Petrol, kömür gibi doğal yakıtlar ya da nükleer yakıtlardan farklı olarak, biyoyakıtlar yenilenebilir enerji kaynağıdır. Biyoyakıtların içerisindeki karbon, bitkilerin havadaki karbondioksiti parçalaması sonucu elde edildiği için, biyoyakıtların yakılması, dünya atmosferinde net karbondioksit artışına neden olmaz. Odun, çıra, ağaç kömürü gibi katı formda, biyoe-tanol, biyodizel gibi sıvı formda veya biyogaz, sentez gazı gibi gaz formunda da bulunabilen biyoyakıtların 2050 yılında dünyanın enerji ihtiyacının % 30'unu karşılayacağı öngörü-lüyor (Dünya Enerji Konseyi, 2018).

## Dünyayı Kurtarmak Mümkün mü?

Nordhaus iklim değişikliği konusunda küresel politikaların bilimin ve yapılması gerekenin çok gerisinde kaldığını ve bu konuda iyimser olmanın zor olduğunu söylüyor. Ancak bugün dünden çok farklı. 1970'li yıllarda Roma Kulübü tarafından ileri sürüldüğü gibi kaynakların hızla tükenmeyeceğini artık öğrendik. Fakat dünyanın daha iyi bir yere doğru gitmediği de açık. Elimizde bilimsel bulgular, duyarlı bir insanlık ve önemli ölçüde ikna olmuş bir yönetici zümre var. Bu ker-van büyük ihtimalle yakın gelecekte daha minimalist bir dünyanın nasıl olabileceğini daha fazla tartışmak zorunda kalacak. Karbon ekonomisinin gezegenimizin ömrünü uzatma yolunda iyi niyetli ancak yetersiz

bir çaba olduğunu görmek için yukarıda verilen istatistiklere bakmak yeterli. Yazımızı bir başka Kızılderili atasözü ile bitirelim:

*“Bu dünya  
bize atalarımızdan  
miras kalmadı,  
onu çocuklarımızdan  
ödünc aldık”.* ■

### Kaynaklar

Nordhaus, W. “Projections and uncertainties about climate change in an era of minimal climate policies”, *American Economic Journal: Economic Policy*, Cilt 10, Sayı 3, s. 333-60, 2018.

Tol, R. S. “The economic effects of climate change”, *Journal of Economic Perspectives*, Cilt 23, Sayı 2, s. 29-51, 2009.

Guo, M., Song, W., & Buhain, J. “Bioenergy and biofuels: History, status, and perspective”, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Cilt 42, s. 712-725, 2015.

<https://www.nytimes.com/2018/10/08/business/economic-science-nobel-prize.html>, (Erişim Tarihi: 12.12.2018).

<https://www.pwc.co.uk/services/sustainability-climate-change/insights/low-carbon-economy-index.html> (Erişim Tarihi: 15.12.2018).

<https://climate.nasa.gov/evidence/> (Erişim Tarihi: 15.12.2018).

<https://tr.wikipedia.org/wiki/Biyoyak%C4%B1t> (Erişim Tarihi: 15.12.2018).

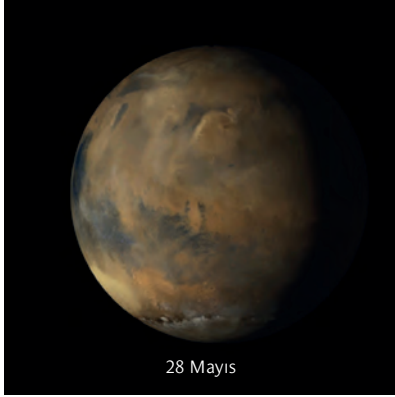
# Opportunity

## Keşif Aracı

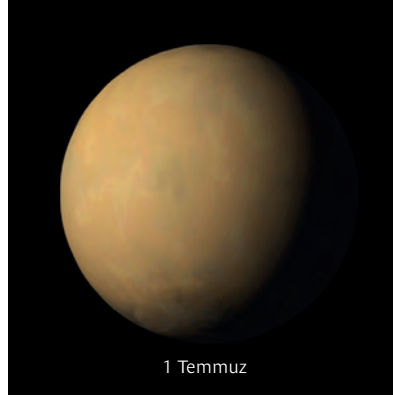
### Mars Görevini Tamamladı

Dr. Tuba Sarıgül [ TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi

ABD Ulusal Uzay ve Havacılık Dairesi'nin (NASA) Mars'ın yüzeyinde yaklaşık on beş yıldır araştırmalar yapan *Opportunity* keşif aracının görevi sonlandırıldı.



28 Mayıs



1 Temmuz

Mayıs 2018'de (sol) ve Temmuz 2018'de (sağ) toz fırtınasının Mars'ın görünüşünde sebep olduğu değişim görülüyor.

Derin Uzay Ağı'nı oluşturan teleskoplardan biri görülüyor. (altta)

**G**eçtiğimiz haziran ayında Mars'ta meydana gelen şiddetli toz fırtınası nedeniyle *Opportunity* ile iletişim kesilmişti. Enerjisini üzerindeki güneş panellerinden sağlayan *Opportunity* ile en son 10 Haziran'da iletişim kurulmuştu.

Toz fırtınası ilk kez 30 Mayıs'ta tespit edildi. Başlangıçta bölgeseldi, ancak ilerleyen günlerde şiddeti artan ve yoğunlaşan fırtınanın 19 Haziran'da gezegenin tamamını kapladığı açıklandı.

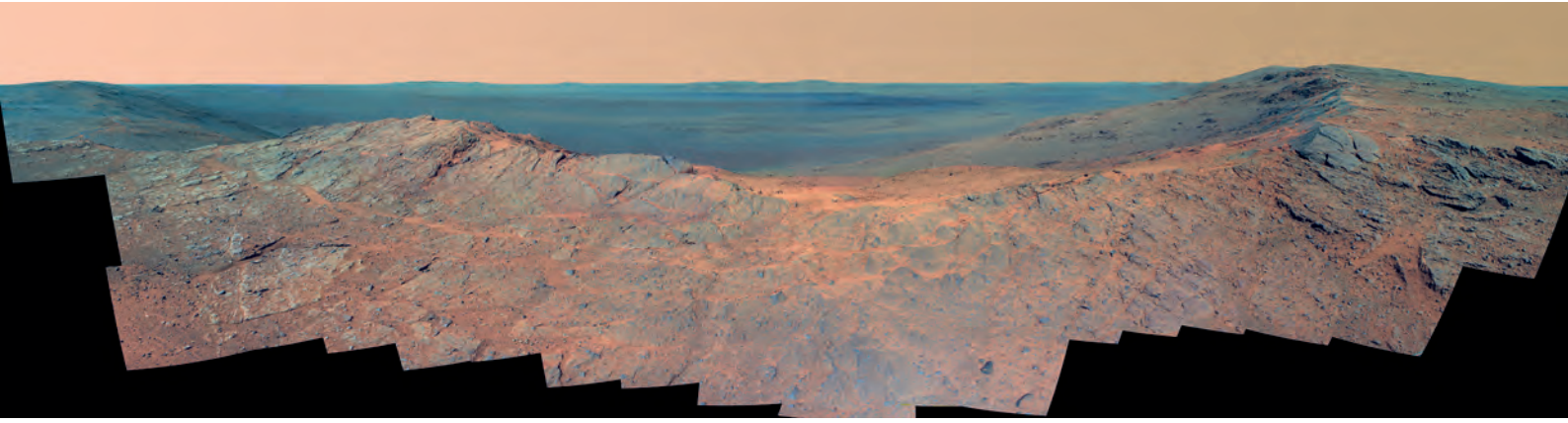
*Opportunity*, güneş panellerini kullanarak enerji ihtiyacını karşılıyor ve bataryalarını şarj ediyordu. Ancak Mars atmosferini kaplayan

toz parçacıkları *Opportunity*'nin bataryalarını şarj edebilmek için yeterli miktarda güneş ışığı almasını engelledi.

*Opportunity* ile en son iletişim kurulan tarihte keşif aracından gelen son sinyaller keşif aracının sıcaklığının -29 santigrat derece olduğunu gösteriyordu. *Opportunity* düşük sıcaklıklarda bataryalarını koruyabilmek için ısıtıcılar kullanıyordu. Fırtınanın uzun sürmesi ve fırtına sona erdikten sonra Mars atmosferindeki toz parçacıklarının yoğunluğunun azalması için geçen süre *Opportunity* bataryalarının "hayatta kalabilmesi" için risk oluşturuyordu.







*Opportunity* keşif aracının Mars'taki Endeavour Krateri'nin etrafından çektiği bir fotoğraf (üstte) Mars'ın yüzeyindeki sıcaklıklar 20 santigrat derece ile -153 santigrat derece arasında değişebilir. (altta)

NASA araştırmacıları *Opportunity* keşif aracının bataryalarındaki enerji seviyesi belli bir düzeyin altına indiğinde, keşif aracının görev saati dışındaki bütün alt sistemlerini kapatarak düşük güç arıza moduna (bilgisayarlardaki uyku moduna benzetilebilir) geçtiğini tahmin ediyor. Görev saati, aracın bilgisayarının belirli aralıklarla uyku modundan çıkıp güneş ışığının

bataryaları şarj edip etmediğini denetlemesini sağlıyor.

Bu moddayken güneş panellerini tekrar şarj edebilecek kadar güneş ışığı ulaştığında keşif aracı tekrar "uyanabiliyor".

Araştırmacılar keşif aracından gelebilecek sinyalleri yakalayabilmek için bilgisayarının uyku modundan çıktığı zamanlarda *Opportunity* ile iletişim kurmaya çalıştı. *Opportunity*'den gelebilecek sinyaller NASA'nın Dünya üzerinde kurulu Derin Uzay Ağı'nın (Deep Space Network, DNS) parçası olan antenler aracılığıyla dinlendi. *Opportunity* ile iletişim kurmak için sadece keşif aracından gelen sinyaller tespit edilmeye çalışılmadı. Ayrıca keşif aracına, Dünya ile iletişim kurmasını engelleyebilecek olası sorunların çözümüne yönelik, komutlar gönderildi.

Kasım ayından ocak ayının sonuna kadar devam eden mevsimsel rüzgârların *Opportunity*'nin güneş panellerinin üzerindeki tozu temiz-

leyebileceği düşünülüyordu. Ancak tahminler gerçekleşmedi.

25 Ocak 2004'de Mars'a inen ve sadece 90 Mars günü süresince çalışması öngörülen keşif aracı beklenenin çok ötesinde 15 yıl boyunca Mars yüzeyinde yaklaşık 45 km yol kat ede-

rek Dünya'ya Mars hakkında birçok yeni bilgi ve görüntü yolladı. Haziran 2018'de Mars'taki kum fırtınasında Dünya ile irtibatı kesilen *Opportunity* ile tekrar iletişim kurabilmek için binden fazla komut gönderildi ancak sonuç alınamadı. 13

Şubat'ta *Opportunity*'nin görevine son verildiği NASA tarafından resmi olarak açıklandı. Mars'taki çalışmalar *Curiosity* ve *InSight* keşif araçlarıyla devam ediyor. ■

#### Kaynak

<https://www.jpl.nasa.gov/news/news.php?feature=7155>  
<https://www.jpl.nasa.gov/news/news.php?feature=7215>  
<https://mars.nasa.gov/news/8404/rover-team-beaming-new-commands-to-opportunity-on-mars/>  
<https://www.nasa.gov/press-release/nasas-record-setting-opportunity-rover-mission-on-mars-comes-to-end>



# TARIM ve HAYVANCILIK GÖBEKLİTEPE’DE Mİ BAŞLADI?

Dr. Emine Sonnur Özcan | TÜBİTAK

Şanlıurfa şehir merkezi yakınındaki Göbeklitepe, yerleşik yaşam arifesindeki avcı-toplayıcı insanlar tarafından dünya üzerinde inşa edilen ilk yapıları bünyesinde bulunduruyor. Sadece bu anlamda bile “medeniyet tarihinin sıfır noktası” unvanını hak eden Göbeklitepe’de bulunan yiyecek kalıntısı ve öğütücüler, tarım ve hayvancılığın gelişmesini sağlayan itici gücün burada olduğunu düşündürüyor.



Şanlıurfa'da bulunan Göbeklitepe,  
UNESCO'nun Dünya Mirası Listesi'nde yer alıyor.

Bu kültür mirasının dünya çapında tanıtılabilmesi için  
T.C. Kültür ve Turizm Bakanlığı bir çalışma başlattı.  
Bu çalışma kapsamında Cumhurbaşkanlığı tarafından  
2019 yılı "Göbeklitepe Yılı" olarak ilan edildi.









Göbeklitepe’de çalışan bilim insanları, arkeolojik kazılarda ortaya çıkan yüklü miktardaki yiyecek kalıntılarından hareketle, çember biçimli anıtsal yapılardan oluşan tapınaklar kümesinde, toplu yemekler hazırlanıp şöenler düzenlendiği ve bu toplumsal faaliyetlerin tarım ve hayvancılığa yol açmış olabileceği kanısına vardılar.







Günümüzden 12 bin yıl önceye tarihlendirilen Göbeklitepe'deki tapınaklar, Çanak Çömleksiz Neolitik Çağ'a tarihlendirilen diğer yerleşimlerdeki benzer yapılardan farklı olarak, su kaynaklarına yakın bir yerde inşa edilmemiş. Bunun yerine, tapınaklar kümesinin bulunduğu merkezî alan, yaklaşık 12 futbol sahası büyüklüğündeki arkeolojik sitenin kilometrelerce uzaklıktan fark edilebilecek en yüksek noktasına konumlandırılmış.

Çevresine hâkim bu tapınaklar alanının seçilmesinde rol oynadığı düşünülen bir başka ögeyse bölgenin kireç taşı yoğunluklu bir toprağa sahip olması. Göbeklitepe'nin kireç taşlı yüzeyi, dikilitaşlar, heykeller ve rölyeflerle birlikte yiyecek-içecek teknelerinin de site içindeki taş ocaklarında yapıldığını düşündürüyor. Kireç taşı, doğadaki diğer taşlara göre hafifliği ve kolay kesilip işlenmesi ile insanlık tarihinde çoğunlukla tercih edilmiş bir yapı maddesi. Kireç taşı yiyecek-içecek teknelerinin de ortaya koyduğu üzere, Göbeklitepe, tarihteki sosyal organizasyonun ve toplu besin tüketiminin bilinen ilk merkezi. Buraya gelen çok sayıda insan, belli bir program, iş bölümü, kolektif bilinç ve mühendislik hesaplamalar çerçevesinde, yakındaki kireç taşı yataklarından yekpare olarak kesip kaldırdıkları tonlarca ağırlıktaki T biçimli dikili taşları ve yiyecek teknelerini, kült (tapınma) merkezi olarak belirlenen alana taşımış ve mimari plandaki yerlerine yerleştirmişler.

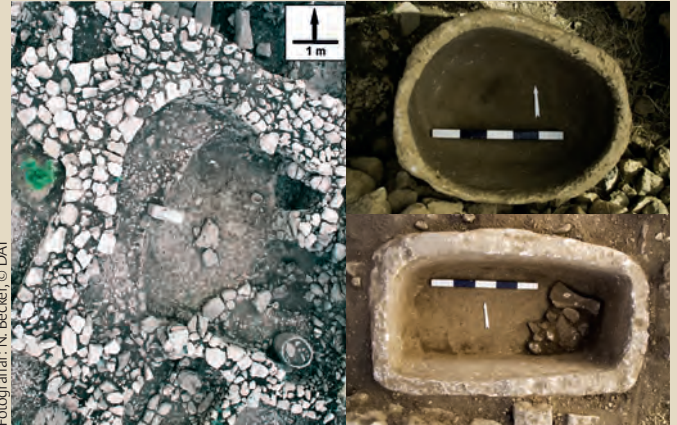
Göbeklitepe'deki tapınakları inşa etmek ya da inşa edilen tapınaklarda ibadet etmek amacıyla bölgeye gelen insanların coğrafi orijinlerini tam anlamıyla ortaya koymak imkânsız. Bununla beraber, Göbeklitepe bölgesinde bulunmayan fakat toprak yığınları arasında tespit edilen yedi farklı materyal, buraya gelen avcı-toplayıcı toplulukların yaşadıkları coğrafyalar hakkında ipuçları verebilir. Örneğin, obsidiyen kayacı o çevrede en yakın olarak Bingöl'den çıkarılır.

Öte yandan, yapılan araştırmalar sonucunda, tapınakların inşası, ibadet ve şöenler için Göbeklitepe'ye gelen toplulukların yalnızca belirli zamanlarda orada bulundukları düşünüyor. Bölgedeki av hayvanlarının mevsimsel sıklıklarının analiz edilmesi ve tahıl, fıstık, badem ve hayvansal yağ gibi kalorisi yüksek besinlere ilişkin kalıntıların kazı alanında bulunması, tapınaklar kümesinin daha ziyade yabanî ekinlerin hasatı sonrası, yani sonbaharda aktif olduğuna işaret ediyor.

Bilim insanlarının değerlendirmelerine göre, tapınma amacıyla Göbeklitepe'de toplanan söz konusu kalabalık insan grupları, sosyalleşmek, organize olmak, bilgi alışverişinde bulunmak, mal değiş tokuşu yapmak gibi gelişkin toplumsal faaliyetler sergilemekle birlikte, düzenledikleri şöenlerle insanlık tarihindeki ilk besin üretme ve depolama ihtiyacına neden oldular. Böylelikle Göbeklitepe insanları yiyeceğe, yani tahıllara ve hayvansal besinlere hâkim olmanın yollarını aramaya başladılar. Başka bir ifadeyle, inançları paydasında bir araya gelecek anıtsal yapılar inşa eden ve bolca yiyecek tüketildiği anlaşılan şöenler düzenleyen avcı-toplayıcı topluluklar, doğada dağınık hâlde bulunan yabanî tahılları zorlukla, kısıtlı miktarlarda ve çok zaman harcayarak toplamak ya da yabanî hayvanları saatlerce, günlerce, belki haftalarca takip edip avlamak yerine, tüm bu besin kaynaklarını kendi kontrolleri altında yetiştirme fikrini geliştirmiş olabilirler.

Kazıların başladığı 1995'ten bu yana Göbeklitepe'den çok sayıda yabanî hayvan kemiği kalıntısı; on binin üzerinde öğütme taşı; çeşitli yabanî tahıl, sebze ve meyve tohumu kalıntısı ile bazıları akıtma ağız ve oluğa sahip çok büyük tekne-kaplar çıkartıldı. Bulunan hayvan kemiği kalıntıları üzerinde yapılan araştırmalar, bunların avlanan yabanî hayvanlara ait olduğunu ortaya koydu. Bölgeye özgü bu hayvanlar geniş bir çeşitlilik sergilemekte.

Göbeklitepe'deki tekne-kaplar. Birinin içerisinde gri-siyah tahıl kalıntısı tespit edilmiş (sağ alta). Tüm tekne-kaplar yekpare kireçtaşından yapılmış. Şimdiye kadar, yapıldığı yerde keşfedilen ve birim kapasitesi 160 litre civarında olan 6 tekne ortaya çıkarıldı (solda).



Fotoğraflar: N. Becker © DAI



Hayvan kemiği kalıntılarının yaklaşık yarısı yaban öküzlerine ait olsa da sayısal anlamda eti en çok tüketilen hayvan ceylandı. Bununla beraber, yaban eşiği, yaban domuzu, tilki, tavşan, keklik, güvercin, kuzgun ve karga gibi hayvanların etleri de yenmekteydi.

Göbeklitepe kazılarında bulunan, yekpare kireçtaşından yapılma tekne-kaplardan birinin dibinde bulunan yaban eşiği kürek kemiğinin, kabın içerisindeki malzemeleri karıştırmak ya da köpük almakta kullanıldığı düşünülüyor. Tekne-kapların bazılarının dip kısımlarında ise tahıl mayalamanın ve dolayısıyla içecek üretiminin göstergesi olabilecek koyu gri tortular bulunuyor.

Kuzey Mezopotamya'da yapılan kazılarda, hemen hemen tüm Çanak Çömleksiz Yenitaş Devri yerleşimlerde, ortak faaliyetlerin yürütüldüğü meydanlarla karşılaşıldı. Toplumsal etkinlikler, dinî ritüeller ve benzeri amaçlarla kullanıldığı düşünülen bu ortak alanlar, aynı zamanda bölgede yaygın bir şölen geleneğinin olduğu na işaret ediyor.

Göbeklitepe'nin avcı-toplayıcılıktan tarım ve hayvancılığa geçişteki kurucu site olması, Anadolu'nun güneydoğusunun iklimi ve coğrafik konumuyla yakından ilintili. Göbeklitepe, bilim insanlarının "sekiz kurucu ekin" olarak adlandırdığı, tarımı en erken yapılan tahıl, baklagil ve bitkilerden oluşan sekiz ürün (keten, burçak, nohut, bezelye, mercimek, arpa, kırmızı buğday ve gernik buğdayı) ile ilk evcilleştirilen av hayvanlarının (keçi, koyun, domuz, sığır) doğal yurdu olan Bereketli Hilâl'in merkezinde yer alıyor.

Bununla beraber, Göbeklitepe'nin, buğdayla ilişkisi daha da özel bir önem arz ediyor. Yaklaşık yirmi yıl önce, Norveçli araştırmacılar tarafından yapılan genetik analizler sonucunda, Göbeklitepe yakınlarındaki Karacadağ'ın Diyarbakır'a bakan yüzünde yetişen tek taneli kırmızı buğdayın (siyez, eincorn) Bereketli Hilâl Bölgesi'nden alınan üç yüz elliye yakın kültür buğday türünün atası ve dolayısıyla dünyanın bilinen en eski buğdayı olduğu ortaya koyulmuştu.

#### **Bereketli Hilâl**

Güneyde Arabistan Çölü ile kuzeyde Doğu Anadolu Bölgesi arasında kalan, Batı ve Orta Doğu uygarlıklarının doğduğu bölge.



Triticum Kızılbuğday



Karacadağ aynı zamanda, kırmızı buğday ve gernik (kavlıca, emmer) buğdayının kültüre alındığı ilk yer olma özelliğini de taşıyor. Bu anlamda, 2012 yılında Göbeklitepe'deki C ve D çemberlerinde tespit edilen kömürleşmiş bitki kalıntılarının genetik profili büyük önem arz ediyor. Henüz bunlarla ilgili ayrıntılı bilgiye ulaşılammış olsa da aralarındaki muhtemel buğday tanelerinin Karacadağ'ın yabanî kırmızı buğdayı olabileceği tahmin ediliyor.

Sonuç olarak, insanlığın daha avcı-toplayıcı aşamadayken birbirine bağlı olarak geliştirdiği düşünülen ibadet, inşaat ve şölen faaliyetlerinin hayvanları evcilleştirme ve bitkileri kültüre alma ihtiyacını yarattığı fikri bilim çevrelerinde medeniyet paradigması açısından yeni bir sayfa açtı.

Tüm dünya insanların ortak mirası olan Göbeklitepe, insanlık tarihine eşsiz ışığını tutmaya devam ediyor. ■

#### Kaynaklar

Notroff, J. ve ark., "Uygarlığın Doğuşunda, Neolitik şölenlerin izleri", *Aktüel Arkeoloji*, s. 52-69, Temmuz 2015.

Özcan, E. S., "Dünyanın En Eski ve En Büyük Tapınma Alanı Göbeklitepe", *Bilim ve Teknik Dergisi*, s. 30-39, Temmuz 2014.

Heun, M. ve ark., "Site of Einkorn Wheat Domestication Identified by DNA Fingerprinting", *Science*, Sayı 278, s. 1312-1314, 1997.

[http://www.pnas.org/content/106/Supplement\\_1/9971#ref-20](http://www.pnas.org/content/106/Supplement_1/9971#ref-20)

<http://www.dainst.blog/the-tepe-telegrams/author/lauradietrich/>

<https://www.youtube.com/watch?v=J1PDX0NjwsA&t=301s>

Dünyanın en eski ve en büyük anıtsal yapısı olan Göbeklitepe ile ilgili yazılara *Bilim ve Teknik* dergisinin Ağustos 2006 ve Temmuz 2014 sayılarında da kapsamlı bir şekilde yer verilmişti.

Ayrıca Temmuz 2014 sayısı ile birlikte verilen Göbeklitepe posterine ulaşmak için [http://www.bilimteknik.tubitak.gov.tr/sites/default/files/posterler/gobekli\\_tepe\\_poster.pdf](http://www.bilimteknik.tubitak.gov.tr/sites/default/files/posterler/gobekli_tepe_poster.pdf) adresini ziyaret edebilir ya da aşağıdaki kare kodu akıllı telefonunuza okutabilirsiniz.



Şanlıurfa İl Merkezi'nin yaklaşık 17 km doğusunda, Örencik (Karaharabe) Köyü'nün 3 km kuzeydoğusunda 80 dönümlük alanda yer alan Göbeklitepe ören yerine özel araç, özel tur veya Şanlıurfa Büyükşehir Belediyesi'nin otobüs seferleri ile ulaşım sağlanabilir. Büyükşehir Belediyesi 100 numaralı otobüs hattı ile her gün 10.00-18.00 saatleri arasında iki sefer yaparak ziyaretçilerin bölgeye ulaşımını sağlıyor.





# Braille Alfabeti Nasıl Ortaya Çıktı?

Mehmet Sığırıcı [ TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi

Bugün görme engellilerin hayatını kolaylaştıran Braille alfabesi Louis Braille tarafından 1821 yılında icat edildi. Braille'in kendisi de görme engelliydi.

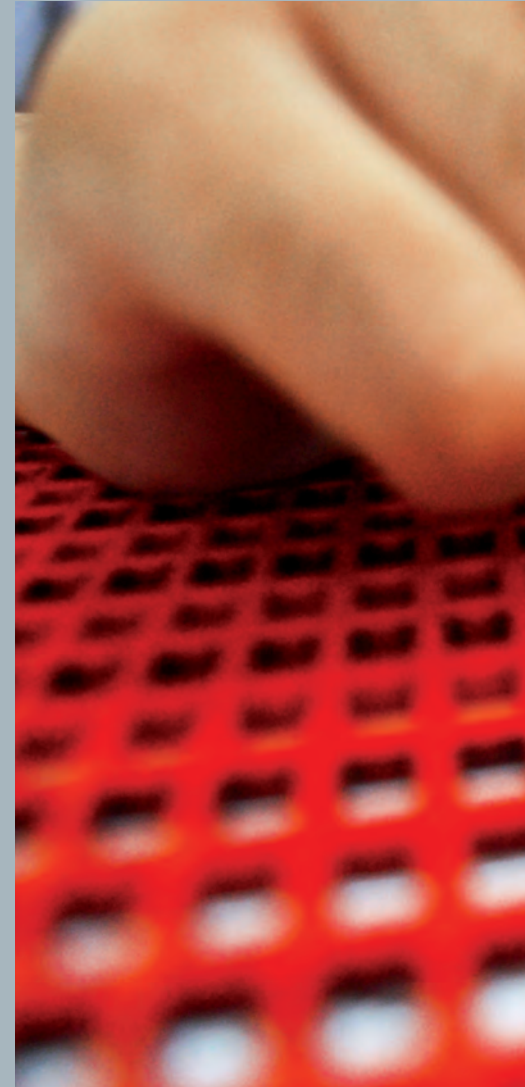
Gelin, şimdi Braille alfabesinin keşfedilme hikâyesine birlikte bakalım.

**1813** yılında, henüz dört yaşındayken babasının ayakkabı atölyesinde meydana gelen kaza sonucu sol gözünü kaybeden Braille oluşan iltihap nedeniyle kısa sürede diğer gözünü de kaybetti.

Braille yedi yaşındayken Jacques Palluy adında bir eğitimciden ders alarak işitsel birtakım bilgiler öğrendi. Daha sonra Palluy bir öğretmen arkadaşından Braille'i okuluna kaydetmesini ve gören öğrencilerle birlikte onun da eğitim almasını rica etti.

## Braille Alfabeti

|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| a | b | c | ç | d | e | f | g | ğ | h | ı | i | j |
|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| k | l | m | n | o | ö | p | r | s | ş | t | u | ü |
|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| v | y | z | x | q | w |   |   |   |   |   |   |   |
|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |   |   |   |





Böylece okula başlayan Braille burada çeşitli bilgiler edinmesinin yanı sıra zorluklarla nasıl mücadele etmesi gerektiğini de öğrendi.

Bir kâğıt üzerine iğne yardımı ile yazılabilen, alfabedeki harflerin, sayıların, bağlaçların ve noktalama işaretlerinin de belirtilebildiği sistem, parmaklarının altından geçen “harfleri” kolaylıkla hissetmelerini sağladığı için, görme engellilerin hem okumayı hem de yazmayı öğrenmesini kolaylaştırdı.



Eğitim aldığı okulda daha sonraları öğretmenlik de yapan Braille geliştirdiği alfabeye uygun kitaplar da yazdı. Braille alfabesine uygun olarak yazılan ilk kitap 1827 yılında basıldı.

Louis Braille, geliştirdiği alfabenin geniş çaplı kullanımına tanık olamadı. Braille alfabesi, mucidin 43 yaşında tüberküloz nedeniyle hayatını kaybetmesinden sonra dünya genelinde yaygınlaşmaya başladı.

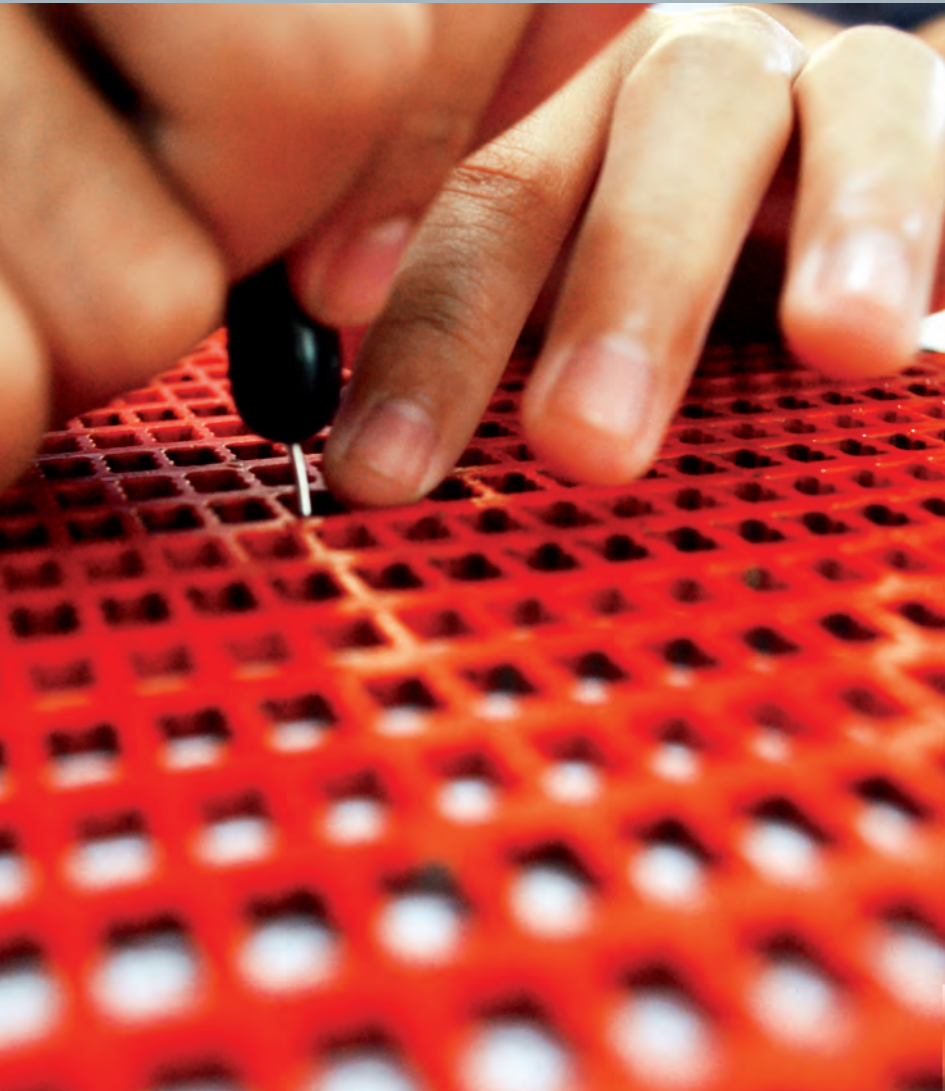
Teknolojinin gelişmesiyle birlikte günümüzde elektronik ortamdaki yazıları Braille alfabesine çevirebilen cihazlar geliştirildi. Braille alfabesinin tablet ekranlarında kullanılmasına yönelik çalışmalar ise devam ediyor.

Siz de Braille alfabesini kullanarak bir kâğıt üzerine kalemle isminizi yazmayı deneyebilir daha sonra bu harfleri iğneyle kabartmalı hale getirerek okumaya çalışabilirsiniz.

#### Kaynaklar

Ellyard, D., *Kim Neyi Ne Zaman İcat Etti*, Çeviri: U. Mutlu, TÜBİTAK Popüler Bilim Kitapları, 2017.

[https://orgm.meb.gov.tr/meb\\_iys\\_dosyalar/2014\\_09/10100531\\_grmeklavuzu.pdf](https://orgm.meb.gov.tr/meb_iys_dosyalar/2014_09/10100531_grmeklavuzu.pdf)





# Denizlerde Konum Belirleme

(2019 Prof. Dr. Fuat Sezgin Yılı)

Dr. Tuba Sarıg l [ T B TAK Bilim ve Teknik Dergisi





*Yeryüzünde bulunduğumuz konumu iki çizginin kesiştiği nokta olarak belirtiriz.  
Bu çizgileri enlem ve boylam olarak isimlendiriyoruz.*

*Peki, bulunduğumuz enlemi ve boylamı nasıl belirleyebiliriz?*

*Bu soruya günümüzde  
“GPS (küresel konumlandırma sistemi)  
sayesinde” şeklinde cevap verilebilir.  
Ancak Dünya’nın etrafında dolanan uydular sayesinde  
konumumuzu çok kısa sürede  
ve yüksek hassasiyetle belirlememizi sağlayan  
bu sistemin geçmişi  
çok da eskilere dayanmıyor.*





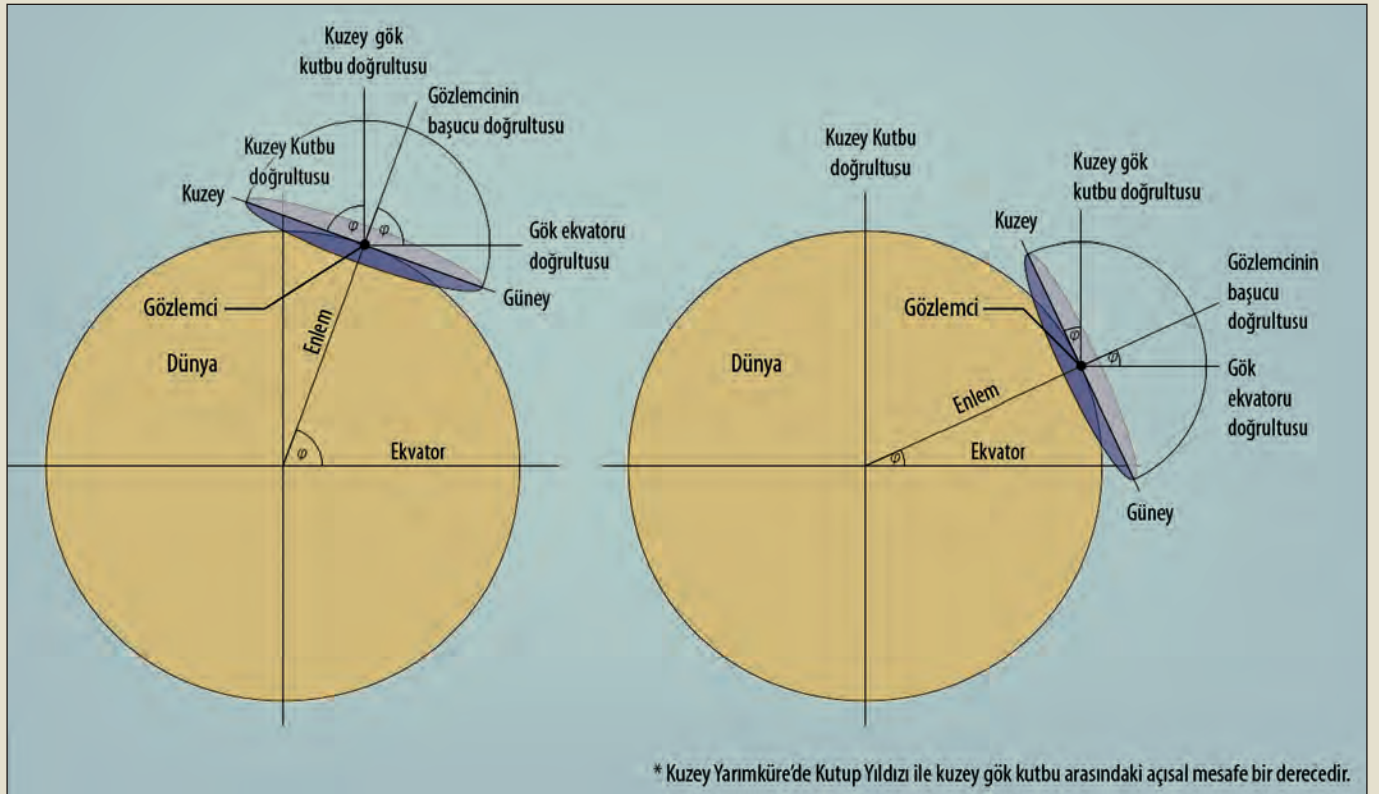


**A**çık denizde hareket eden bir gemide bulunduğunuzu düşünün. Yolculuğunuzu güvenli bir şekilde sürdürmek ve gitmek istediğiniz yere ulaşabilmek için bulunduğunuz enlemi ve boylamı kesin bir şekilde bilmek çok önemlidir. Karada referans alabileceğiniz bir noktayı kullanarak yolunuzu bulabilirsiniz. Ancak açık denizde bulunduğunuz konumu belirlemek ve yön bulmak daha zordur.

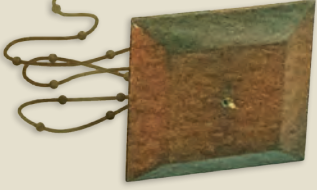
Geçmişte insanlar açık denizde ufuk çizgisi ve gök cisimlerini (örneğin Güneş'i, Ay'ı, yıldızları, takımyıldızları) takip ederek yönlerini bulmaya çalıştı. Bulundukları enlemi belirlemek, boylamı belirlemeye göre daha kolaydı. Denizciler geceleri gökyüzündeki konumu bilinen bir yıldızın örneğin Kutup Yıldızı'nın, gündüzleri ise Güneş'in ufuk üzerindeki yüksekliğini ölçerek bulundukları enlemi yaklaşık olarak belirleyebiliyordu.



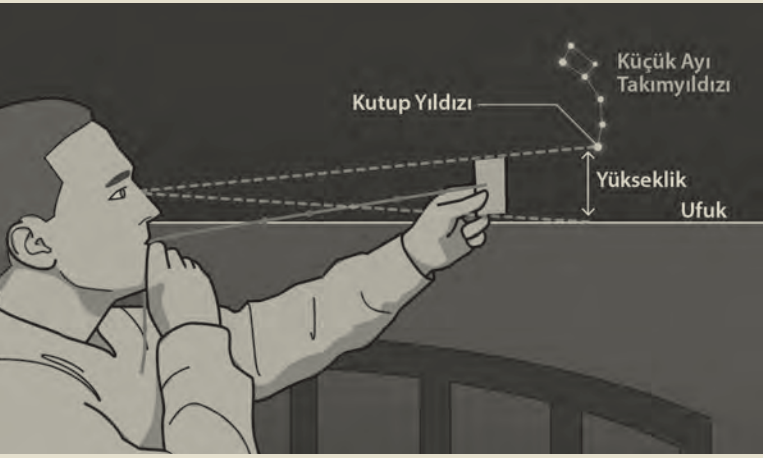
Bir gözlemcinin bulunduğu enlem, Kutup Yıldızı'nın ufuk üzerindeki yüksekliği ölçülerek yaklaşık olarak belirlenebilir.







*İslam Uygarlığında  
Astronomi, Coğrafya ve Denizcilik*  
kitabında yer alan çizimde  
Kutup Yıldızı'nın  
ufkun üzerindeki yüksekliğinin  
kemâl aleti ile nasıl  
ölçüldüğü resmedilmiş.



Ufuk ile gök cismi arasındaki yüksekliği ölçmek için kullanılan bilinen ilk alet 9. yüzyılda Arap denizciler tarafından keşfedilen kemâl adı verilen alettir.

Prof. Dr. Fuat Sezgin, *İslam Uygarlığında Astronomi, Coğrafya ve Denizcilik* isimli kitabında bu aletin Portekizliler tarafından “balestilha”, Hint Okyanusu denizcileri tarafından ise “haşabât” (tahtalar) veya “hatabât” (ahşap levhalar) olarak bilindiğini söylüyor.

Alet ahşaptan yapılmış, dikdörtgen şekilli bir levhadan oluşuyordu. Levhanın ortasından, üzerine eşit aralıklarla düğüm atılmış bir ip geçiyordu. Levhanın alt kenarı ufuk çizgisiyle hizalı olacak şekilde tutuluyor, üst kenarı ise Kutup Yıldızı'yla hizalı olacak şekilde ipin üzerinde hareket ettiriliyordu. Levhanın yüksekliği ve göz ile levha arasındaki mesafe ölçülerek Kutup Yıldızı'nın ufuk üzerindeki yüksekliği hesaplanabiliyordu.



19. yüzyılda kullanılan  
bir sekstant aleti

Prof. Dr. Fuat Sezgin, kitabında Müslüman denizcilerin sonraki zamanlarda gök cisimlerinin ufuk üzerindeki yüksekliğini belirlemek için Yakup sopası, Davis kadranı gibi başka aletler de kullandığından bahsediyor. Sekstant olarak isimlendirilen alet ise bu ölçümlerin daha kesin ve doğru bir şekilde yapılmasına imkân sağladı.

18. yüzyılın ikinci yarısında geliştirilen sekstant tasarımında, kullanılan aynalarla yüksekliği ölçülecek gök cismi ve ufuk çizgisi aynı hizaya getirilerek aralarındaki açı ölçülebiliyordu. Sekstant günümüzde deniz, hava ve uzay araçlarında yedek ekipman olarak kullanılmaya devam ediliyor.

Geçmişte insanların bulundukları boylamı belirleme çabalarının sonuç vermesi çok daha uzun sürdü. Bilim insanları uzun süre boylamın belirlenmesi probleminin çözümünün gök cisimlerin hareketlerini takip etmek olabileceğini düşünüyordu. Ancak denizde zamanı ölçmeye yarayan mekanik bir saat, 17. ve 18. yüzyılın bu en zorlu bilimsel probleminin çözümüydü.

Prof. Dr. Fuat Sezgin'in 2008 yılında kurduğu İstanbul İslam Bilim ve Teknoloji Tarihi Müzesi'nde astronomi, saat teknolojisi, denizcilik, savaş teknolojisi, tıp, madenler, fizik ve teknik, optik, kimya, matematik ve geometri, mimari ve şehircilik, coğrafya alanlarında hazırlanmış toplam 570 alet, cihaz kopyaları, maket ve model koleksiyonu, harita çizimleri bulunuyor. Siz de müzeyi ziyaret ederek geçmişte denizcilik alanında kullanılan aletlerin birebir modellerini inceleyebilirsiniz. ■

#### Kaynaklar

Sezgin, F., *İslam Uygarlığında Astronomi, Coğrafya ve Denizcilik*, Boyut Yayıncılık, İstanbul, 2018.

Ellyard, D., *Kim Neyi Ne Zaman İcat Etti*, Çeviri: Uğur Mutlu, TÜBİTAK Popüler Bilim Kitapları, Ankara.

Sobel, D., Andrewes, W. J. H., *Boylam*, Çeviri: Miyase Göktepeli TÜBİTAK Popüler Bilim Kitapları, Ankara, 2004.

<https://astroedu.iau.org/en/activities/1647/navigating-with-the-kamal-northern-hemisphere/>

[https://www.nasa.gov/mission\\_pages/station/research/experiments/2692.html](https://www.nasa.gov/mission_pages/station/research/experiments/2692.html)

# DATAS Projesi ile Denizlerdeki Hareketlilik Kontrol Altında

Dr. Şahin İdin [ TÜBİTAK Bilim ve Toplum Dairesi

**Son aşaması 2014 yılında tamamlanarak Deniz Kuvvetleri Komutanlığı'na teslim edilen Denizaltı Taktik Simülatörü (DATAS) projesinde, denizaltı sistemleri ve dış dünya modelleri ile ilgili tüm algoritma ve yazılımlar tamamen milli kaynaklarla geliştirildi.**

**D**ATAS, denizaltı personelinin eğitimi için TÜBİTAK BİLGEM tarafından geliştirilmiş, taktik ve operasyonel usullere yönelik eğitim amacını taşıyan bilgisayar tabanlı bir eğitim simülatörü. Denizaltıların etkin kullanımı kapsamında “Uygulamalı eğitim” yaklaşımının önemini göz önünde bulunduran sistem, tarama, angajman, hücum ve sakınma gibi farklı taktik davranışlar için farklı eğitim senaryoları oluşturulmasına imkân tanıyor.



DATAS sahip olduğu çeşitli su altı, su üstü ve hava platformlarında yapay zekâ algoritmalarını kullanarak denizaltı savunma harbi taktiklerini uygulama yeteneğine sahip. Yüksek sadakatli su altı akustik ortam modelleri ve sensör simülasyonları, hedeflerin çeşitli taktik ve çevresel şartlar altında operatörler tarafından gerçekçi bir şekilde tespit, takip ve analiz edilmesini sağlıyor. Özgün Hedef Hareket Analizi Modülü, sensör iz bilgilerini analiz ederek ilgili hedef çözümlerini operatöre sunuyor. Yüksek sadakatli silah ve güdüm modelleri sayesinde Atış Kontrol Sistemi üzerinde torpido ve güdümlü mermi angajmanı gerçekleştirilebiliyor.

Denizaltı sonarlarının gemi içi birimlerine ilişkin sinyal işleme, su altı akustik yayılım probleminin çözümü, taktik sahada yer alan bütün hedeflere ilişkin hareket çözümlemesi ve hidrodinamik modelleme, benzetim yazılım altyapısı, torpidoların ve satıhtan satha güdümlü mermilerin yüksek sadakatli modellenmesi, su altı silahları angajman ve güdümü alanlarında ülkemizin ilk bilimsel nitelikteki çalışmaları DATAS Projesi bünyesinde gerçekleştirildi.





DATAS tarafından sağlanan gerçeğe benzer şartlar denizaltı personelinin eğitimini kolaylaştırırken gemilerin uzun süreli bakımda olduğu zamanlarda da eğitimin aksamamasını sağlıyor. DATAS Projesi sayesinde denizaltı personeli eğitiminde dışa bağımlılık azaldı ve eğitim için gerekli olan süre ve maliyetlerden büyük oranda tasarruf edildi. Ayrıca, gerçek şartlarda yapılması imkânsız ve yüksek maliyetli olan eğitimler mümkün hâle geldi.

DATAS Denizaltı Savunma Harbi (DSH) simülasyonu, Türkiye’de NATO standartlarına uygun olarak geliştirilen ve standartlarda yer alan taktiklerin otonom olarak gerçekleştirilebildiği ilk ve tek simülatör.

DATAS ile elde edilen teknolojik birikim, yerli ve milli savunma sanayimiz açısından önemli faydalar sağlamanın yanında yeni projelerin de geliştirilmesine önayak oldu. Bunlardan ilki, ASELSAN ile birlikte denizaltılar için akustik aldatıcı sistem projesi kapsamında geliştirilen bilgisayar temelli benzetim modeli. Bu sistem çeşitli su altı tehdit durumlarında taktik geliştirme imkânı sunuyor.

Deniz Kuvvetleri Komutanlığı ile TÜBİTAK arasında 2015 yılında imzalanan işbirliği protokolü ile DATAS Projesi kapsamında geliştirilecek MÜREN SYS (Milli Üretim

Entegre Savaş Yönetim Sistemi) yol haritasının öncelikle Deniz Kuvvetleri Komutanlığı bünyesinde bulunan AY, PREVEZE ve GÜR sınıfı denizaltılara entegrasyonu, ardından yerli ve milli imkânlarla geliştirilecek milli denizaltıda kullanılması planlanıyor.

DATAS projesi ile kazanılmış olan diğer bir faydalı sonuç ise TÜBİTAK SAVTAG tarafından desteklenen intercept pasif sonarı geliştirme projesi. DATAS kapsamında edinilen simülasyon altyapısı, platform ve ortam modelleme, yapay zeka ile platform ve görev grubu yönetimi, sonar ve su altı akustik mühendisliği kazanımları Deniz Kuvvetleri Komutanlığı tarafından planlanan çeşitli projelere de büyük katkı sağlayacak. Bu projeler arasında, su üstü gemileri için TAHES (Taktik Harekat Eğitim Simülatörü), DEHOS-2 (Deniz Harp Oyunu Simülatörü-2), çeşitli su üstü/su altı insansız sistemleri, güdümlü mermi ve torpido gibi çeşitli silah simülatör ve emülatörleri, Denizaltı Savunma Harbi simülatörü, helikopter sonarı ve sonobuoy benzeri çeşitli sonar ve su altı akustiği projeleri sayılabilir. ■

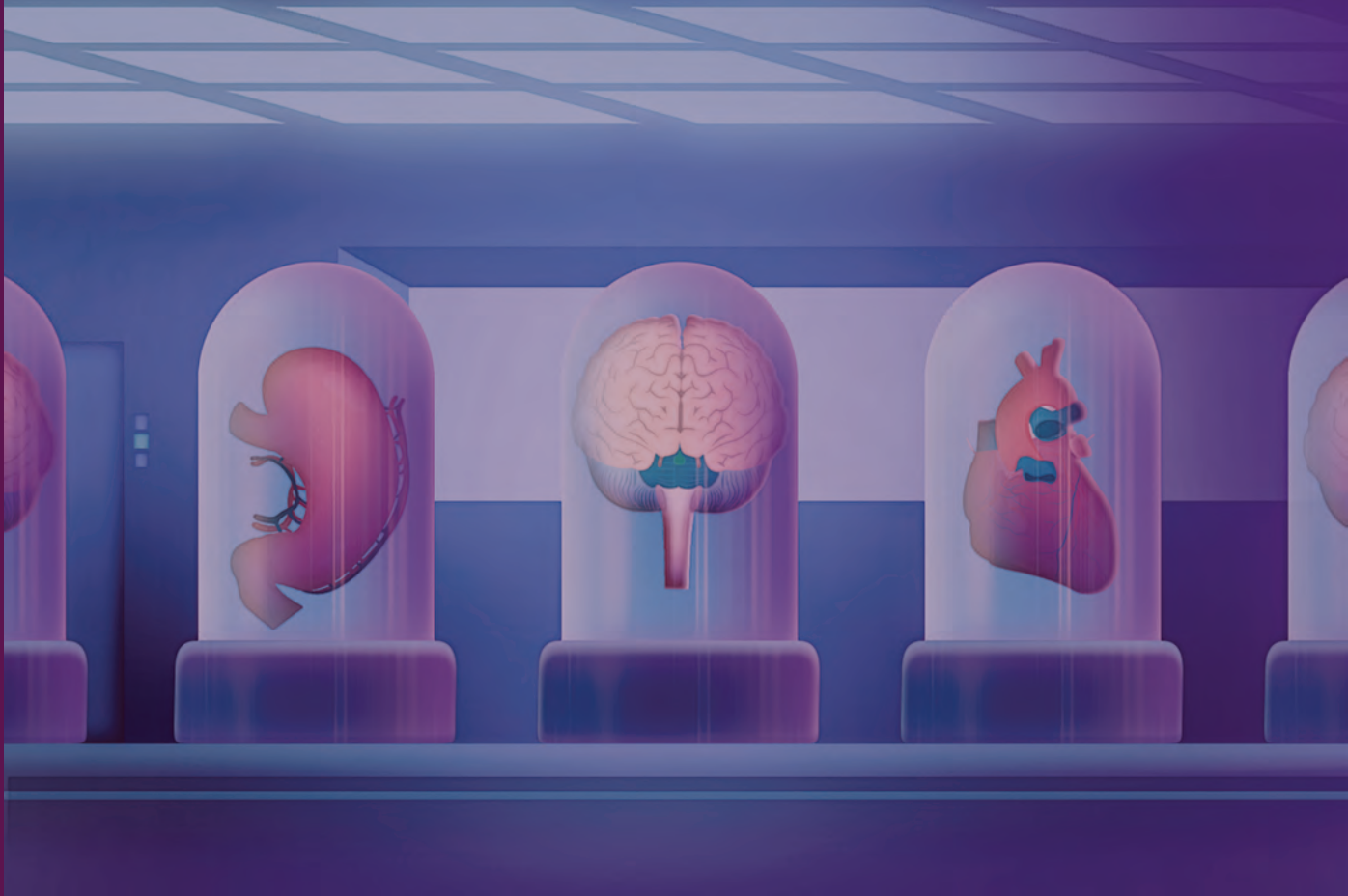
# Organoïdler

## Organizmayı Üç Boyutlu Taklit Etmek

Melis Savaşan Söğüt [ Araştırma Görevlisi, Gebze Teknik Üniversitesi, Biyoteknoloji Enstitüsü

**ABD’li biyolog  
Ross G. Harrison 1907’de  
erişkin bir kurbağadan  
elde ettiği lenf sıvısında  
kurbağa sinir hücrelerini  
büyütmeyi başardı.**

**Böylece sonraki yıllarda  
sayısız gelişmeye  
öncülük eden  
“hücre kültürü” tekniğinin  
temelleri atılmış oldu.**







**Ross Granville Harrison**, biyolog

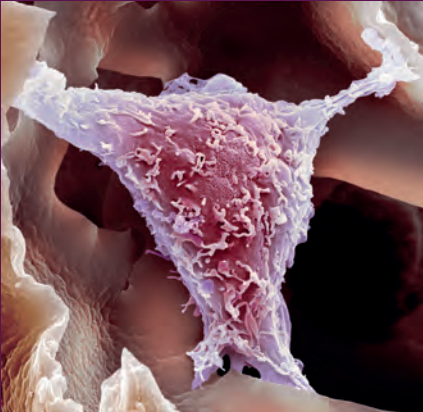
13 Ocak 1870 - 30 Eylül 1959

Yapay doku kültürünü başarıyla büyüten ilk kişi olarak bilinmektedir. Çalışmalarıyla embriyonik gelişimin anlaşılmasına katkıda bulundu. Harrison, dünyanın birçok yerinde biyoloji ve anatomi alanında çalışıp bu konularda birçok ödül aldı.



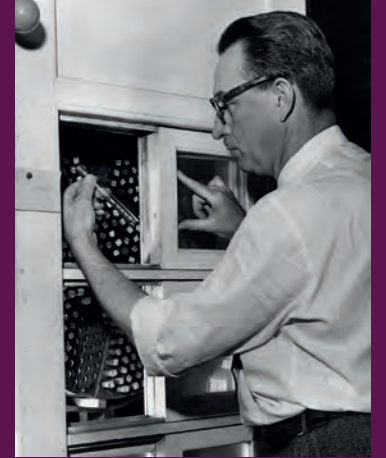
**S**ağlıklı vücut hücrelerinin kültür ortamında büyüme kapasiteleri sınırlıdır yani hücreler belirli sayıda bölündükten sonra büyümeyi durdurur. Bu nedenle çalışmalarında hücre kullanan araştırmacıların gerçekleştirecekleri her deney için hayvanlardan yeniden hücre elde etmesi gerekiyordu.

Üç boyutlu hücre kültüründe büyütülen HeLa hücresi



1951 yılında George O. Gey ve arkadaşları, rahim ağzı kanseri hastası Henrietta Lacks'tan alınan tümör dokusundan elde ettikleri hücreleri uygun besi ortamında sınırsız sayıda çoğaltmayı başardı. HeLa (**Henrietta Lacks**) adını verdikleri bu hücreleri dünyanın dört bir yanındaki laboratuvarlar ile paylaşarak bilimsel araştırmalarda yeni bir dönem başlattılar. Hücrelerin kültür ortamında, sınırsız sayıda çoğaltılabilmesi sayesinde her deney için hayvanlardan doku alınması ihtiyacı ortadan kalktı ve dünya genelindeki araştırmacıların aynı hücre gruplarıyla çalışması mümkün oldu.

İlerleyen zamanlarda belirli bir dokudan elde edilen hücrelerin uygun koşullardaki besi ortamlarında, cam veya plastik kültür tabaklarında tek katman halinde büyütüldüğü iki boyutlu hücre kültürü yönteminin bilimsel çalışmalarda kullanılmasına devam edildi.



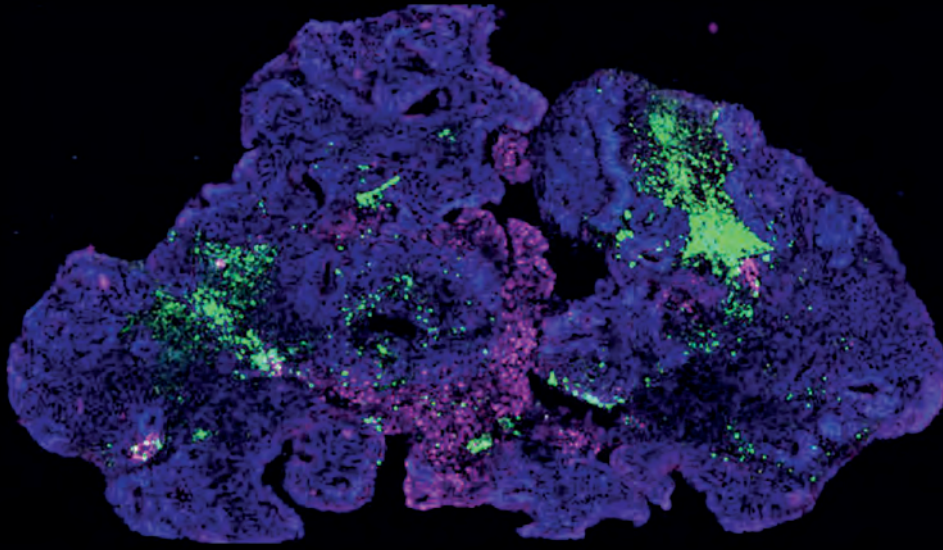
**George Otto Gey**, biyolog

6 Temmuz 1899 - 8 Kasım 1970

HeLa hücre hattını yaymakla tanındı. Johns Hopkins Tıp Okulu ve Hastanesinde 35 yıldan fazla süre boyunca çok sayıda bilimsel atılım gerçekleştirdi.

**Henrietta Lacks**





Beyin organoidi  
(<https://hsci.harvard.edu/organoids> Airlotta laboratory)

Ancak hücrelerin plastik yüzeylerde tek katman halinde büyütülmesinin vücut ortamını yansıtmada yeterli olmadığı düşünülüyor. Çünkü bir organizmadaki hücreler farklı hücrelerle üç boyutlu şekilde etkileşim halindedir. Ancak kültür ortamında büyütülen hücreler çevrelerindeki aynı tür hücrelerle etkileşim halindedir ve yapay besi ortamlarında (besi ortamının içeriğine ve ortam koşullarına bağlı olarak) büyüyüp gelişir. Bu nedenle hücre kültürü yönteminin organizmayı tam olarak yansıtmayacağı endişeleri var.

Hücre kültürünün ilk ortaya çıkışından bugüne yapılan bilimsel çalışmalarda bu yöntemin geliştirilmesine yönelik önemli adımlar atıldı. Bunlardan en dikkat çekici olanı üç boyutlu hücre kültürü yöntemidir. Üç boyutlu hücre kültüründe büyütülen hücreler, iki boyutlu hücre kültüründe

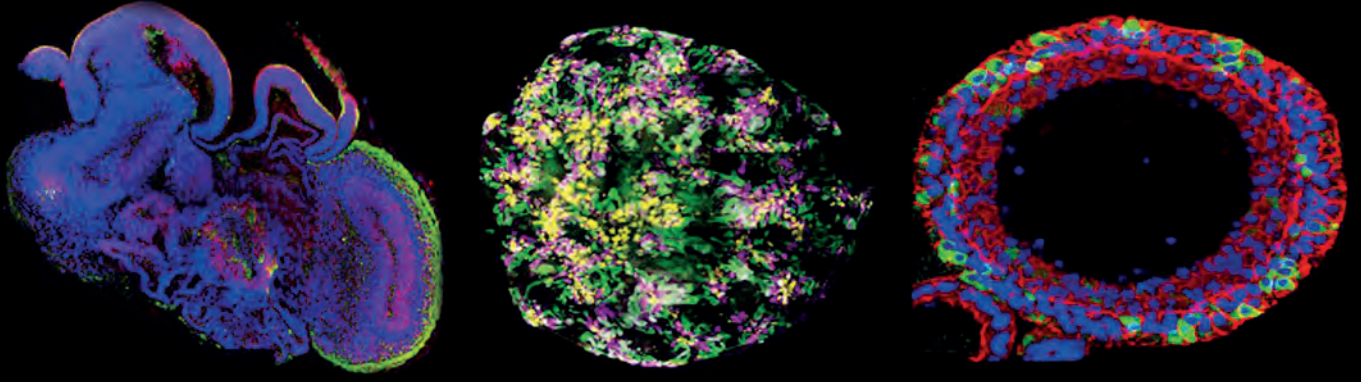


Besi ortamında çoğaltılan  
*E. coli* bakterileri

büyütülen hücrelere kıyasla organizma içindeki hücreler ile, gerçekleşen işlevler ve biyokimyasal süreçlerin mekanizması (örneğin canlılık, morfoloji, büyüme, farklılaşma, uyarana verdikleri tepki, gen ifadesi, protein sentezi, ilaç metabolizması) açısından belirgin düzeyde benzerlik gösterir. Ancak üç boyutlu hücre kültürü yönteminde de organizmayı taklit etme konusunda yetersizlikler söz konusu. “Organoid büyütme yöntemi” bu sorunların aşılmasını sağlayabilir.

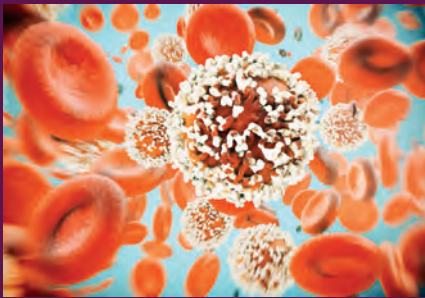
Organoidler kendi kendilerini yenileyebilen, organ işlevi gösterebilen, doğrudan doku veya kök hücrelerden elde edilen üç boyutlu hücre gruplarıdır. Organoidler yapısal ve işlevsel olarak elde edildikleri dokuyla benzerlik gösterir. Ancak organoidlerde kendini yenileyebilen kök hücre grupları bulunur ki bu kök hücreler organizmadaki kök hücreler gibi diğer hücre türlerine dönüşebilir. Organoidler, biyolojik benzerlik açısından yani organizmayı taklit etme konusunda diğer kültür yöntemlerinden daha gelişmiştir. Bu hücre grupları dondurularak biyolojik bankalarda saklanabilir. Bu yöntem sayesinde kök hücrelerin sınırsız biçimde kendini yenileme ve diğer hücre türlerine dönüşme (bu süreç başkalaşma olarak isimlendirilir) özelliğinden faydalanılabilir.





## Organoidler Tedavi Amaçlı Nasıl Kullanılabilir?

**Y**eni ilaç geliştirme araştırmalarında bulaşıcı hastalıkların, çeşitli kanserlerin ve kalıtsal hastalıkların modellenmesinde (hastalıklara neden olan süreçlerin anlaşılmasında kullanılan bir yöntemdir) ve başka birçok biyomedikal uygulamada organoidlerden yararlanılıyor.



Kanserli hücre

Örneğin hamilelikte anneye bulaşması halinde bebekte mikrosefali (küçük kafa) ve gelişimsel bozuluklara neden olan Zika virüsünün hastalığı nasıl oluşturduğunun an-

laşılmasında ve bu hastalığın tedavisi için kullanılabilecek ilaç etken maddelerinin belirlenmesine yönelik araştırmalarda organoidler kullanıldı ve bu araştırmalar sonunda Zika virüsüne karşı kullanılabilecek antiviral ilaç molekülleri belirlendi.

Kanser hastalarındaki kanserli hücrelerden elde edilen organoidler sayesinde mevcut kanser türünün çok benzer bir modeli elde edilebiliyor. Böylece kansere neden olan faktörlerin belirlenmesi mümkün olabiliyor. Ayrıca kanser tedavisine yönelik farklı ilaç karışımları denenerek bu hücrelerin hassas ya da dayanıklı olduğu ilaçlar belirlenebiliyor.

Organoidler kalıtsal hastalıklara yönelik araştırmalarda da kullanılabiliyor. Otizm spektrum bozukluğu (OSB) organoidler kullanılarak modelleniliyor.

Ancak organoid yöntemi için de kısıtlayıcı durumlar var. Bu nedenle organoidler kullanarak bir hastalıkla ilgili araştırmalar yapılırken en uygun araştırma yönteminin belirlenmesi ve gerektiğinde iki boyutlu ve üç boyutlu hücre kültürü yöntemleri ile hayvan çalışmalarının birleştirilmesi, daha güvenilir ve kapsamlı sonuçlar elde edilmesini sağlayacaktır. ■

### Kaynaklar

Souza, A.G. ve ark., "Advances in Cell Culture: More than a Century after Cultivating Cells", *Journal of Biotechnology & Biomaterials*, Cilt 6, Sayı 221, 2016.

Yao T., Asayama Y., "Animal-cell culture media: History, characteristics, and current issues", *Reproductive Medicine and Biology*, Cilt 16, Sayı 99, s. 117, 2017.

Lancaster, M. A., Knoblich, J. A., "Organogenesis in a dish: modeling development and disease using organoid technologies", *Science*, Cilt 345, Sayı 6194, 2014.

Garcez, P.P. ve ark., "Zika virus impairs growth in human neurospheres and brain organoids", *Science*, Cilt 352, Sayı 816, 2016.

Mariani, J. ve ark., "FOXG1-dependent dysregulation of GABA/glutamate neuron differentiation in autism spectrum disorders", *Cell*, Cilt 162, s. 375-390, 2015.

<https://hsci.harvard.edu/organoids>



## Doğa Flora

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

# BOABAB AĞAÇLARI

Boabab ağaçlarını dikkat çekici kılan en önemli özellikleri, şişkin gövde yapılarından ve küçük dallarından kaynaklanan ilginç görünümleri ve 2500 yaşına kadar yaşayabilmeleridir.

Ağacın gövdesinde büyüme halkaları oluşmadığından yaşlarının belirlenmesinde radyokarbon yöntemi kullanılır. Kurak bir bölgede 120.000 litre suyu gövdelerinde tutabilirler.

Boabab ağaçlarının dokuz türü vardır. Bunlardan altı tanesi Madagaskar'da, iki tanesi Afrika ve Arap yarımadasında, bir tanesi de Avustralya'da bulunur.

Boabab ağaçlarının boyu 5-30 metre, gövde çapları 10 metre kadar olabilir.

**Afrika boababı** (*Adansonia digitata*), Afrika'nın en eski, en uzun yaşayan, en güzel ve sembolik ağaçları arasında ilk sıralarda yer alır. Afrika'da geniş bir alanda yayılış gösteren bu tür, son yıllarda ölümleriyle dünya gündemine girdi. Afrika ve dünyamız için ilginç ve bir o kadar da önemli olan Afrika boabablarının ölüm nedeni tam anlaşılamasa da küresel iklim değişikliği ve kuraklığın en büyük nedenler olduğu tahmin ediliyor. 2005-2017 yılları arasında, yaşları 1100 ila 2500 olan on üç boabab ağacından dokuzunun öldüğü belirlendi. Ölen ağaçların tümü Afrika'nın güney tarafında bulunuyordu ve son yıllarda kuraklık ve sıcaklık artışları o bölgede daha fazla gerçekleşti.





Madagaskar'da bulunan büyük boabab, en gösterişli ve popüler olan boabab ağacı türüdür. Düz ve kırmızı gövdeleri ile dikkat çekerler. Gövdeleri 3 metre çapında, boyları 25 ila 30 metre kadar olur. Meyve tohumları yenir. Tarıma açılan araziler nedeniyle soyları tehlike altındadır.





## 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:

**Dünyayı Değiştiren Fikirler**



Çözümü ile birlikte gönderilmeyen cevaplar değerlendirilmeye alınmayacaktır.

Doğru çözüm ve çekiliş sonuçları dergimizin sosyal medya hesaplarından (facebook ve twitter) ay sonunda duyurulacak (www.bilimteknik.tubitak.gov.tr).

## Uçak Seferleri Sayısı



(Matematik)

A başkentinden ve  $A_1, A_2, A_3, A_4, A_5, A_6, A_7, A_8, A_9$  kentlerinden oluşan bir ülkede

A başkenti ile diğer tüm kentler arasında ve

$A_1A_2, A_2A_3, A_3A_4, A_4A_5, A_5A_6, A_6A_7, A_7A_8, A_8A_9, A_9A_1$  kentleri arasında çift yönlü uçak seferleri düzenlenmektedir

(buna göre toplam 18 tane karşılıklı uçak seferi vardır, örneğin  $A_1A_2$  arasında gidiş ve dönüş seferleri tek sefer olarak sayılmaktadır).

Bu 18 uçak seferi iki farklı uçak şirketi arasında, her kentten her kente sadece birinci ve sadece ikinci uçak şirketinin seferlerini kullanarak ulaşılabilecek şekilde dağıtılacaktır.

Bu dağıtım kaç farklı şekilde yapılabilir?





**Mart 2019**

# AYIN KİTABI

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



Uzayın enginliğinden  
Dünya'daki okyanusların  
en derin noktasına kadar bize  
BU DOĞRU OLAMAZ! dedirten  
gerçeklerle ve olağanüstü görsel  
karşılaştırmalarla bilgilerinizin  
sınırlarını genişletin.



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

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

# Düşünme Kulesi

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

## Ayın Oyunu

### Sıralı Alanlar

**S**ıralı Alanlar oyunu ilginç bir sayısal bağlantıya, yani 6x6 kare boyutu ve 36'nın aynı zamanda 1'den 8'e rakamların toplamına eşit olmasına dayanır. 36'nın bu özelliğini sayıları sevenler zaten bilir ancak Rusya'dan bir oyun tasarımcısı bu bağlantıyı kullanarak Sıralı Alanlar oyununu oluşturmuş.

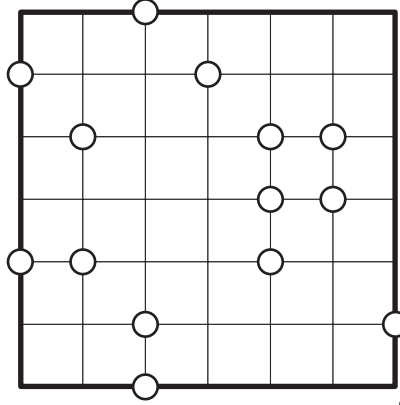
Zekâ oyunlarının genelinde, soruyu çözebilmek için verilerden veya sorunun yapısından gelen ipuçlarını keşfetmek kadar, keşfettiğimiz bulguları çözüme nasıl aktardığımız da önemlidir. Sıralı Alanlar sorusuna başlamak için zaten en fazla üç bölgenin kesiştiği noktalar olan tablonun çerçevesine bakalım. Çerçeve verileri çemberler, bu noktadaki üç sınır çizgisini işaretlememizi gerektirir. Bunun yanında çember verilmeyen noktalarda da üçüncü sınır çizgisinin olmadığını işaretlemeliyiz. Ben genelde bunları çarpı (x) ile işaretlemeyi tercih ediyorum. Bu çarpı işaretleri, sorunun iç kısmında çember verilmiş noktalara yeni sınır çizgileri eklememizi sağlayacak. Ayrıca, bu çarpılar bize bağlantılı olmak zorunda olan kareleri de gösterdiği için bölgenin en az kaç birim boyutunda olduğunu anlamamıza da yardımcı olacak.

Soru ilerledikçe başka keşifler de yapacaksınız ama bir detayı daha hatırlatayım: hiçbir noktada dört sınır çizgisi olmayacak yönergesi, aynı zamanda bölgelerin kesişim noktasında ya iki ya da üç sınır çizgisi olması gerektiği anlamına gelir. Bunu nasıl kullanacağınızı bulmak da size kalsın.

İyi oyunlar!

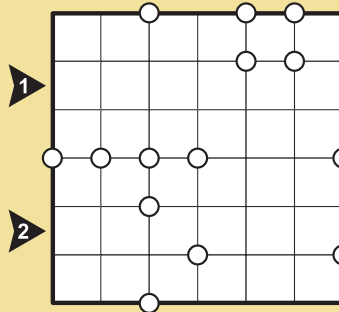
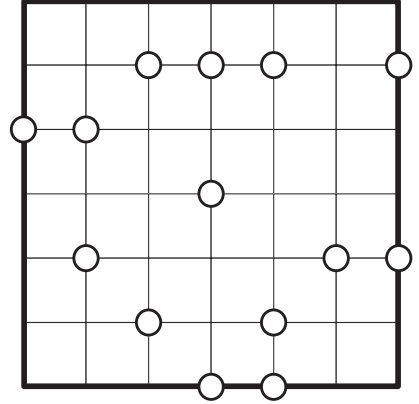
### Sıralı Alanlar Oyununun Kuralları

6x6 boyutundaki kare, 1'den 8'e rakamları içeren alanlara bölünmüştür. Üç farklı bölgenin kesiştiği tüm noktalar çemberlerle belirtilmiştir. Ayrıca tabloda dört bölgenin kesiştiği nokta bulunmamaktadır. Tüm alanları bulun.



### Örnek Çözüm

|   |   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|---|
| 8 | 8 | 8 | 8 | 6 | 6 |
| 8 | 1 | 3 | 4 | 4 | 6 |
| 8 | 3 | 3 | 5 | 4 | 6 |
| 8 | 2 | 2 | 5 | 4 | 6 |
| 8 | 7 | 5 | 5 | 5 | 6 |
| 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 |



### Ödüllü soru

Ok doğrultusundaki içeriği yazın.

Örnek çözümün ilk satırı 888866 şeklinde yazılmalıdır.

▼  
Sıralı Alanlar sorusunu çözüp okla gösterilen satırların içeriğini yazarak ad, soyad ve adres bilgileri ile birlikte [dusunme.kulesi@tubitak.gov.tr](mailto:dusunme.kulesi@tubitak.gov.tr) adresine gönderenler arasından çekilişle belirlenecek 10 kişiye TÜBİTAK Popüler Bilim Kitapları Yayınları'ndan *Doğanın Gizemleri* ve *Harikaları* başlıklı kitap hediye edilecek. Çekiliş sonuçları dergimizin facebook ve twitter hesaplarından önümüzdeki ayın ilk haftasında duyurulacak. Geçen ayın ödüllü Renban sorusunu doğru yanıtlayan ve kitap ödüllü kazanan okurlarımızın listesi facebook ve twitter hesaplarımız üzerinden duyuruldu.  
[www.bilimteknik.tubitak.gov.tr](http://www.bilimteknik.tubitak.gov.tr)



## Siyah ve Beyaz Bölgeler

Tabloyu siyah ve beyaz bölgelere ayırın. Her bölge sadece bir sayı içerebilir ve bu sayı bölgenin rengini ve boyutunu gösterir. Aynı renkli bölgeler kenardan komşu olmalıdır.

|   |   |   |   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
|   |   |   | 3 |   |   | 5 |   |
|   | 7 |   |   |   |   |   |   |
|   |   | 4 |   | 2 |   |   |   |
| 4 |   |   |   |   |   | 5 |   |
|   | 5 |   |   |   |   |   | 5 |
|   |   |   | 1 |   | 6 |   |   |
|   |   |   |   |   |   | 2 |   |
|   | 8 |   |   | 7 |   |   |   |

|   |   |   |   |   |    |   |   |
|---|---|---|---|---|----|---|---|
|   |   |   | 8 |   |    |   | 3 |
|   |   |   |   |   |    | 3 |   |
|   | 4 |   | 3 |   |    |   |   |
|   |   |   |   |   | 10 |   | 6 |
| 8 |   | 5 |   |   |    |   |   |
|   |   |   |   | 4 |    | 4 |   |
|   | 3 |   |   |   |    |   |   |
| 1 |   |   |   | 2 |    |   |   |

## Mesafeler

Her satır ve sütunda tam iki hücreyi karalayın. Karalanmış hücreler birbirlerine çaprazdan bile olsa komşu olmamalıdır. Tablonun dışında verilen sayılar, ilgili satır veya sütunda karalanacak hücrelerin arasında kalması gereken boş hücre sayısını gösterir.

|   |   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|---|
|   |   | 4 | 3 |   |   |
|   |   |   |   |   | 3 |
| 4 |   | 7 |   |   |   |
|   |   |   |   | 2 |   |
|   |   | 5 |   |   |   |
|   | 2 |   |   | 6 |   |

### Örnek Çözüm

### Örnek Çözüm

A 10x10 grid with numbers 5, 5, 1, 7, 1, 3 along the top and 1, 1, 1, 1, 1, 1 along the left side.

[illegible]

**Çözüm:**  
**Renban**

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

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

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

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

**Çözüm: Ödüllü Soru**  
**Renban**

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

**Çözüm:**  
**123 Bağlamaca**

**Çözüm:**  
**Sihirsiz Altıgen**

A diagram of a hexagonal grid with 16 numbered cells. The cells are arranged in a honeycomb pattern. Arrows point to the cells from the left and right, indicating movement directions. The numbers in the cells are: 12, 6, 4, 6, 1, 10, 7, 8, 15, 5, 3, 8, 2, 1, 9, 10, 5, 7, 16. The arrows are: 10 (left), 15 (left), 8 (left), 12 (down), 6 (down), 1 (up), 5 (down), 7 (up), 16 (up).

# Satranç

Kıvanç Çefle [ btsatranc@tubitak.gov.tr

## Satrançmatik

**B**u sayıda sizlerle merak uyandırıcı bir satranç problemini paylaşacağız. Bu bildiğiniz iki, üç hamlede mat ya da “beyaz oynar ve kazanır” gibi bir soru değil. Aslında “kim kimdir?” tarzındaki bulmacaların satranca uyarlanması gibi düşünülebilir. Bununla birlikte, harflerin sayıları temsil ettiği bir aritmetik işleminin verildiği ve hangi harfin hangi sayıya karşılık geldiğinin sorulduğu “harfmatik” bulmacaları vardır, bu problem biraz da ona benziyor. Bundan esinlenerek, belki bu tür problemlere “satrançmatik” diyebiliriz. Sonuçta bunlar satranç kompozisyonlarının “retrograd analiz” sınıfına giriyor ve çözebilmek için yalnızca satranç oyununun kurallarını bilmek yeterli.

Yandaki soru (Diyagram 1), 2016 yılında Fransa’da yapılan geleneksel RIFACE toplantılarının otuz altıncısında sorulmuş. “RIFACE” Fransızca “*Rencontre Internationale en France des Amateurs de la Composition*

*Echiquéenne*” ifadesinin kısaltılmışı. “Satranç Problemleri Severlerin Fransa’daki Uluslararası Toplantısı” olarak Türkçeleştirilebilir. Diyagram 1’de görülen pozisyon, kurallara uygun olarak oynanmış bir oyunda ortaya çıkmış. Her harf bir taşın karşılığı geliyor. Harflerin büyüklüğü ve küçüklüğü ise renk farklılığını gösteriyor. Yani bütün büyük harfler aynı renkteki, küçük harfler ise karşıt renkteki taşlar. Örneğin, diyagramımızdaki “E” ve “e”, aynı tür ya da rütbeden karşıt renkli iki taşın temsil ediyor.

### Diyagram 1

Andrey Frolkin  
RIFACE, 2016

|   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 8 |   |   |   | N | p |   |   |   |
| 7 |   |   | s |   |   |   |   | S |
| 6 | a |   |   |   |   |   |   | P |
| 5 |   | E |   |   |   |   |   |   |
| 4 |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 3 |   |   |   |   | e |   |   |   |
| 2 |   |   | P |   |   |   | a |   |
| 1 |   |   |   |   | S | s | T |   |
|   | a | b | c | d | e | f | g | h |

Bizden istenen şu:

*Hangi harfin hangi taşın karşılığı geldiğini rengiyle birlikte belirleyin. Sonra da pozisyonun oluşumundan önce oynanmış son üç yarım hamleyi bulun.*

Gel de çık işin içinden! “Akıl yürütme”nin, çözümü imkânsız gibi görünen bu problemde nasıl harikalar yarattığını hep birlikte adım adım görelim:

**1.** Önce şahları belirleyelim. Bunu yaparken en büyük dayanağımız bir satranç oyununda tahtada (ne eksik ne de fazla) mutlaka iki şah olmasının gerektiği. Yani pozisyonumuzda yalnızca iki örnek olan harfleri arayacağız: Bu şarta yalnızca a6 ve g2 karelerinde olan iki “a” ve b5 karesindeki “E” ile e3 karesindeki “e” uyuyor. Tahtada iki tane aynı renk şah olamayacağından “a”ları hemen eliyoruz. Demek ki şahlar b5 ve e3 karelerinde duruyor. Varan bir!



Bundan sonra, “olasılıkların tüketilmesi” şeklinde ifade edebileceğimiz bir strateji uygulayacağız.

**2.** Satrançta altı tür taş vardır: Şah, vezir, kale, fil, at ve piyon. Diğer yandan pozisyonumuzda da altı farklı harf var: N, P(p), S(s), a, E(e), T. Her harf, farklı bir taş türüne karşılık geldiğine göre bu pozisyonda her türden taş var. Dolayısıyla mutlaka piyon ya da piyonlar da var. Piyonlar birinci ya da sekizinci yatayda bulunamayacaklarından S(s), T, P(p) ve N eleniyor. Yukarıda E(e)’lerin karşıt renkte şahlar olduğunu kanıtlamıştık. Geriye yalnızca “a”lar kaldığından bunlar aynı renkte (a6 ve g2’de) iki piyon olmalı. Varan iki!

**3.** P(p) vezir ya da fil olamaz. Örneğin, “P” vezir (ya da fil) ise h6’dan e3’teki rakip şaha şah çekerken aynı anda e8’deki “p” de e5’teki karşıt şaha şah çekmiş olur. İki şaha aynı anda şah çekilmiş olamayacağından bu imkânsız. Demek P(p) ya at olabilir ya da kale. Şimdi, P(p)’nin at olmayacağını kanıtlayacağız.

Varsayalım ki c2’deki “P” at olsun. O zaman e3’teki rakip şaha şah çekmiş olur. e1’deki “S” için ise üç olasılık var: c2’deki P’nin at olduğu

nu varsaydığımıza göre ya kale, ya vezir ya da fil olabilir. Eğer kale ya da vezir ise at olduğunu varsaydığımız c2’deki “P” ile birlikte e3’teki rakip şaha aynı anda iki kere şah çekilmiş olur ve bu da imkânsız. e1’deki S, eğer fil ise o zaman f1’deki “s” de karşıt renkte bir fiildir ve b5’teki şaha şah çekmiş olur. İki şaha aynı anda şah çekilmiş olamayacağından bu da imkânsız. Böylece c2’deki “P”nin at olmayacağını kanıtladık. “P” ve dolayısı ile “p” için tek olasılık kaldı, yalnızca kale olabilirler. Varan 3!

**4.** Geldik S(s)’nin kimliğini belirlemeye. Yukarıdaki ilk üç maddede E(e), “a” ve P(p)’nin sırasıyla şah, piyon ve kale olduğunu kanıtladık. Altı olasılıktan üçünü dışladığımızdan S(s) için üç olasılık var: ya vezir, ya at ya da fil olabilir. Eğer vezirse, e1’deki “S” ve f1’deki “s” aynı anda şah çekmiş olur ki bu imkânsız. Eğer at ise g1’deki T’nin ya fil ya da vezir olması gerekir; bu durumda c7’deki “s” (yani at) ile birlikte aynı anda rakip şahlara şah çekilmiş olur ki bu da imkânsız. S(s)’nin vezir ya da at olmayacağını kanıtladığımıza göre fil olmalıdır. Varan 4!

**5.** g1’deki “T” için olasılıklar ikiye inmiş durumda:

Ya vezir ya da kale olmalıdır. Vezir olamaz; eğer ol saydı, f1’deki fille birlikte o da e3’teki şaha şah çekmiş olurdu. O hâlde kale olmalıdır. Varan 5!

**6.** d8’deki “N” için tek olasılık kaldı: Vezir. Varan 6!

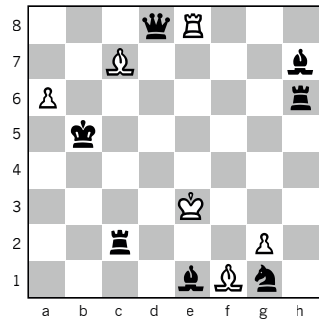
Özetleyelim, E(e): şah, N: vezir, P(p): kale, S(s): fil, T: at ve a: piyon.

**7.** Ama hâlâ büyük ve küçük harflerin hangi renklere karşılık geldiğini bulmadık. Eğer küçük harfler siyah renkli taşları gösteriyorsa hem a6’daki siyah piyon hem de f1’deki siyah fil b5’teki beyaz şaha (E) şah çekmiş olur ki bu durum imkânsız. O halde, “a”lar beyaz piyon, b5’teki “E” ise siyah şah olmalıdır. Yani küçük harfler beyaz rengi, büyük harfler de siyah rengi gösteriyor. Varan 7!

Enfes...

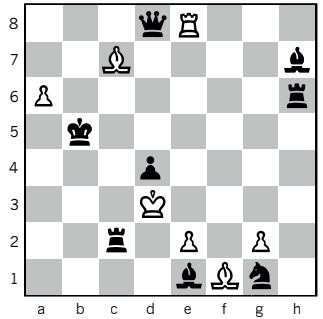
Biraz yorulduk ama değdi. Pozisyon şöyle olmalı (Diyagram 2):

**Diyagram 2**



Ama işimiz bitmedi. Hatırlarsanız bir de son üç yarım hamleyi bulmamız istenmişti. Diyagram 2’de, f1’deki beyaz filin nasıl şah çektiğini açıklamalıyız. Olsa olsa, beyaz d3’teki şahını e3’e getirerek, yani “açarak” şah demiş olabilir. O zaman şahı d3’e koyup pozisyona bir daha baktığımızda, siyahın hem d8’deki vezir hem de h7’deki fille şah çekmiş olduğunu görürüz. Bu şekilde bir çift şah imkânsız görünse de açıklaması var: şu meşhur “geçerken alma” hamlesi! Sözü uzatmayıp üç yarım hamle öncesine gidelim (Diyagram 3):

**Diyagram 3**



Diyagram 3’teki pozisyonda siyah h7’deki filiyle şah çekmişti. Oyun şöyle sürdü: 1. e4 dxe3 e.p. (en passant: geçerken alma) 2. Şex3 ve Diyagram 2’ye ulaşırız. Siyahın ikinci hamlede nasıl çift şah çektiğine dikkat edin. Böylece son üç yarım hamleyi de bulmuş olduk.

Bu sorudan türetilmiş bir soru daha var:

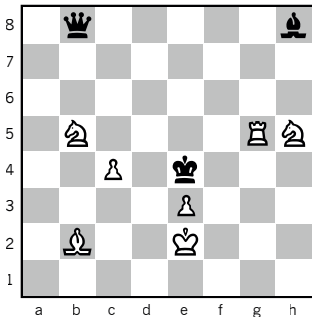
Diyagram 1'de a6 karesinde duran "a" harfini oradan kaldırıp a4'e koyun. Diğer her şey değişmeden kalacak. *Yine hangi harfin, renğiyle birlikte hangi taşla karşılık geldiğini belirleyin ve oynamış son yarım hamleyi bulun.* Endişelenmeyin, bu kez çözüm çok daha kısa ve zarif. Çözüm yazının sonunda.

### Bir satranç partisinde Plachutta teması

Plachutta, aslında satranç problemleri dünyasına ait bir terimdir. Bu temayı ilk kez Josef Plachutta (1827-1883) adlı kurgucu kullanmış. Şöyle ifade edilebilir: Beyaz bir taş, benzer doğrusal hareketli iki rakip taş tarafından alınacak şekilde feda edilir. Bu siyah taşlardan biri feda edilen taşı alınca, diğer siyah taşın hareketini engeller ve beyaz da bundan yararlanarak mat eder. İşte didaktik bir örnek (Diyagram 4):

#### Diyagram 4

Henry Cyril Kipping  
Folke, 1921



Üç hamlede mat.

1. Ag3+? Vxg3;
1. Ac3+? Fxc3.

Çözüm:

**1. Fe5!**

(tehdit: 2. Ac3 mat ya da

2. Ag3 mat)

**a) 1...Vxe5**

**2. Ac3+ Vxc3**

**3. Ag3 mat;**

**b) 1...Fxe5**

**2. Ag3+ Fxg3**

**3. Ac3 mat.**

Burada "a" varyantında 1... Vxe5 hamlesinden sonra siyah vezir h8'deki filin yolunu kesiyor ve aslında filin görevi olan c3'ün korunmasını üstleniyor. Bir yandan da kendi asıl görevi olan g3'ü korumaya devam ediyor. Bu "aşırı yüklenme" hâlinde beyaz 2. Ac3+ ile yararlanıyor; zorunlu olan 2...Vxc3 hamlesinden sonra korumasız kalan g3'ten mat ediyor (3. Ag3 mat). Aynı olayların "b" varyantı için de geçerli olduğunu görmek kolay.

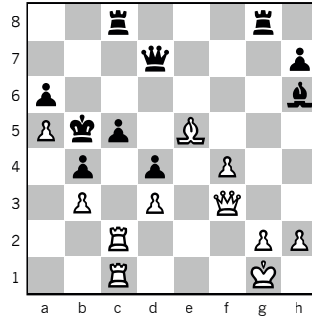
Problem temalarının gerçek oyunlarda ortaya çıkması son derece nadir. Tarihe baktığımızda, ünlü Siegbert Tarrasch'ın (1862-1934) bir oyunda Plachutta hamlesi yaptığını görüyoruz. Bu oyunda Tarrasch birkaç kişiden oluşan bir "müttefik" oyuncular grubuna karşı oynamış; bu tür oyunlara "konsültasyon oyunu" deniyor (Diyagram 5).



Siegbert Tarrasch (1862-1934)

#### Diyagram 5

Tarrasch-"Müttefikler"  
Napoli, 1914



Hamle beyazlarla oynayan Tarrasch'ta. Nasıl kazandı?

Çözüm:

Tabii ki **1. Fc7!!** ile.

Siyah hemen terk etti. Eğer mat olmak isteseydi iki farklı yoldan birini seçebilirdi:

- a) 1...Vxc7
2. Kxc5+!! Vxc5
3. Vb7+ Şxa5
4. Ka1 mat!
- b) 1...Kxc7
2. Vb7+!! Kxb7
3. Kxc5 mat!

Ünlü satranç yazarı

Fred Reinfeld'e göre, **1.Fc7!!** satranç tarihinin en güzel hamlelerinden biri...

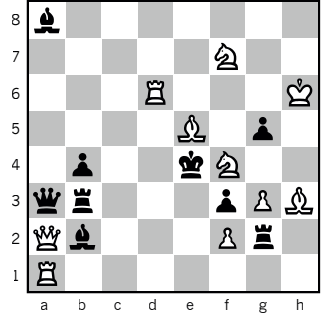
## Geçen ay sorulan soruların çözümleri

#### Diyagram 6

Kabe Moen

The Problemist, 2017

İkinci Şeref Mansiyonu



İki hamlede mat.

Hazır matlar: 1... Fc3 2. Vc2 mat; 1...Kc3 Kd4 mat (c3 karesi üzerinde Grimshaw keşişimi); 1...Fxe5 2. Ag5 mat.

Çözüm:

**1. Bc3** (beyaz beş farklı hamleyle mat tehdidinde bulunuyor: 2. Kd4/Ke6/Axg5/Vb1/Ke1 mat)

Varyasyonlar:

- a) 1...Kxc3 2. Ve6 mat;**
- b) 1...Fxc3 2. Vc2 mat;**
- c) 1...Kxg3 2. Kd4 mat;**
- d) 1...Kxf2 2. Ke6 mat;**
- e) 1...Va6 2. Ag5 mat;**
- f) 1...g4 2. Vb1 mat;**
- g) 1...bxc3 2. Ke1 mat.**

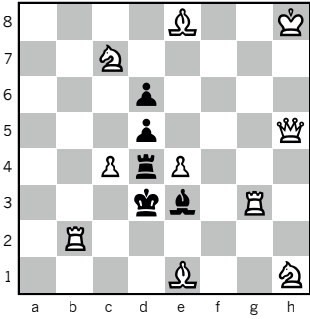
"a" ve "b" varyantlarında c3 karesi üzerinde feda edilen filin alınmasıyla Novotny keşişimini izliyoruz. "c"- "g" varyantlarında ise siyahın sa-



vunmaları beyazın beş farklı mat tehdidinden dördünü bertaraf etse de beşinciye önleyemiyor. Bu varyantların her birinde beyaz doğru mat hamlesini bulmak zorunda. Burada da Fleck temasını görüyoruz.

### Diyagram 7

Anatoly Slesarenko  
FIDE Kupası, 2011  
Beşinci Ödül



İki hamlede mat.

Denemeler:

1. Fb5? (tehdit 2. Af2 mat) 1... Kxc4/Kxe4 2. Vxd5/Vd1 mat. Ama 1...Şxe4! matı önler.  
1. Fg6? (tehdit 2. Ve2 mat) 1... Kxc4/Kxe4 2. Vd1/Vxd5 mat. Ama 1...Şxc4! matı önler.

Çözüm:

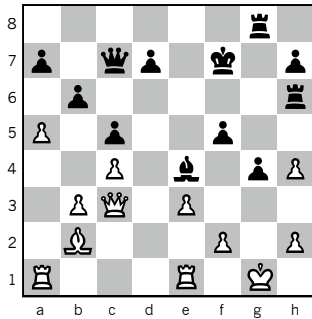
**1. Ae6!** (bekleme hamlesi)  
**a) 1...Kxc4, Kxe4 2. Af2, Ve2 mat;**  
**b) 1...Şxe4, Şxc4 2. Fg6, Fb5 mat.**

Üç farklı evrede (deneme hamleleri olan 1. Fb5 ve 1. Fg6 ve anahtar hamle 1. Ae6'dan sonra) siyahın iki te-

matik savunmasına (1...Kxc4 ve 1...Kxe4) karşı beyaz farklı hamlelerle mat ediyor. Burada olduğu gibi en az üç evrede siyahın x ve y gibi sabit iki savunmasına beyazın farklı hamlelerle cevap vermesine "Zagorujko teması" deniyor. Bu şablonu ilk kez Rus kurgucu Leonid Zagorujko (1923-1992) kullanmış. Burada 3x2 Zagorujko var.

### Diyagram 8

Peter Svidler  
Dmitry Andreikin  
Dünya Hızlı  
Satranç Şampiyonası, 2018  
Onuncu Tur



Siyah oynar ve kazanır.

Çözüm:

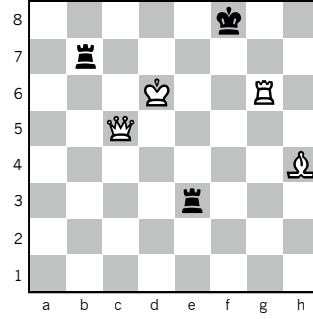
**25...Vxh2+!! 26. Şxh2 Kxh4+ 27. Şg3 Kg3+ 28. Şf4 Kf3+ 29. Şe5 Kg6!** ve beyaz terketti. 30...Ke6 mat'a çare yok.

\*\*\*

## Ayın Sorusu

### Diyagram 9

Jean-Marc Lousteau  
Journal de Genève, 1976



Üç hamlede mat.

### Bu yazıda sorduğumuz sorunun çözümü

a6'daki "a"yı a4'e koyduğumuzda elde ettiğimiz yeni pozisyonda da ilk soruda (Diyagram 1) yedi aşamada tamamladığımız akıl yürütme süreci aynen geçerli (yukarıya bakınız). Aynı harfler, yine aynı taşlara karşılık geliyor. Yani, E(e): şah, N: vezir, P(p): kale, S(s): fil, T: at ve a: piyon. Sıra renkleri belirlemeye geldi.

Eğer "a" beyaz bir piyon ise b5'teki şaha şah çekmiş olur. Aynı anda, f1'deki s (yani fil) de şah çeker. Bu şekilde çifte şah çekme imkânsızdır. Demek ki "a" siyah piyon olmalıdır.



# Gökyüzü

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

Instagram: amator\_astronomi

6 Mart  
Yeniay

14 Mart  
İlkdördün

21 Mart  
Dolunay

28 Mart  
Sondördün



## İlkbaharın müjdecisi: Aslan

**G**ökyüzünün en parlak yıldızlarından oluşan kış takımyıldızları sahneden çekilmeye hazırlanıyorlar. Gökyüzünde batıya doğru kaymış durumdalar ve geceyarısı civarı batıyorlar. Bu da artık kışa veda etmek üzere olduğumuz anlamına geliyor.

Binlerce yıldır Aslan Takımyıldızı ilkbaharın müjdecisi olarak görülüyor. Çünkü yılın bu zamanı takımyıldız akşam saatlerinde doğudan yükselmeye başlıyor.

Aslan Takımyıldızı'nı gökyüzünde tanımak görece kolay. Çünkü çok belirgin bir şekli var. Takımyıldızı oluşturan yıldızları birleştirdiğimizde bir aslan şekli ortaya çıkar. Çoğu takımyıldız adını aldıkları varlıklara benzetmek zordur. Ancak bu Aslan için geçerli değildir.

Takımyıldızı ilk kez gözlemleyecekseniz birkaç küçük ipucu işinize yarayabilir. Öncelikle takımyıldızın en parlak yıldızı olan Regulus'u bulalım. Bunun için doğu ufku üzerine bakmanız yeterli. Bu bölgedeki en parlak yıldız olduğundan onu kolayca seçebilirsiniz. Ardından yaklaşık 45 derece sola yatık duran ters bir soru işareti bulacaksınız. Regulus'u soru işaretinin noktası gibi düşünün. Regulus,

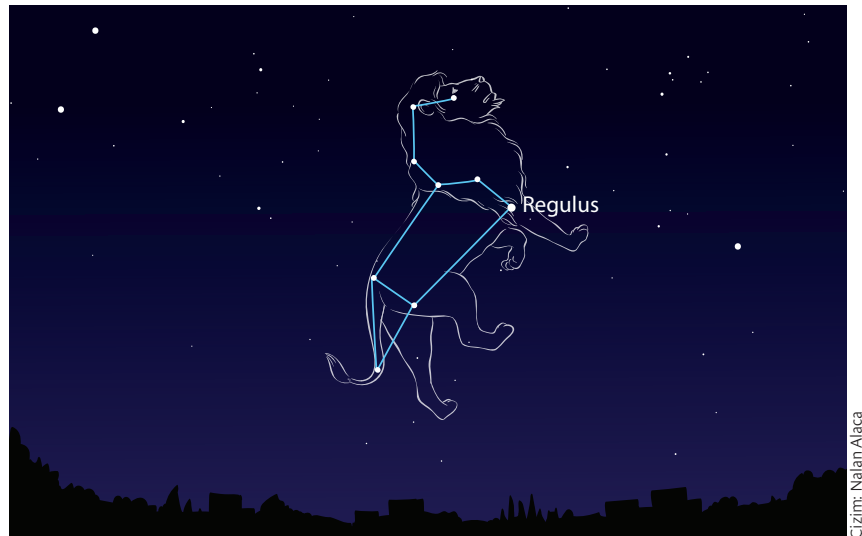
Aslan'ın kalbini, soru işareti de göğsünü ve başını simgeler. Aslan'ın başını bulduktan sonra gerisi kolay. Ufka doğru inerseniz ve hafif sola bakarsanız burada bir üçgen göreceksiniz. Bu üçgen de aslanın arkasını oluşturur. Aşağıdaki haritadan da yararlanarak Aslan'ı gökyüzünde kolayca bulabilirsiniz.

### İlkbahar Ekinoksu

Ekinoks Latince kökenli bir sözcük. "Aequinoctium"dan geliyor ve "eşit gece" anlamını taşıyor. Biz ekinoksu ("ılım" da deniyor) gündüz ve gecenin eşit sürdüğü günleri tanımlamak için kullanıyoruz.

Yılda iki kez gündüz ve gece süreleri eşit olur. İlkbahar ekinoksu genellikle 20 ya da 21 martta, sonbahar ekinoksu da genellikle 22 ya da 23 aralık tarihlerinde gerçekleşir. Hemen her kültürde ilkbahar ekinoksunda ilkbaharın, sonbahar ekinoksunda da sonbaharın başladığı varsayılıyor.

Bu yılki ilkbahar ekinoksu ülkemizde 20 Mart'a denk geliyor. Bu tarihten sonra gündüzler gecelerden daha uzun olacak. Gündüzlerin süresi 21 Haziran'a kadar uzamaya devam edecek.

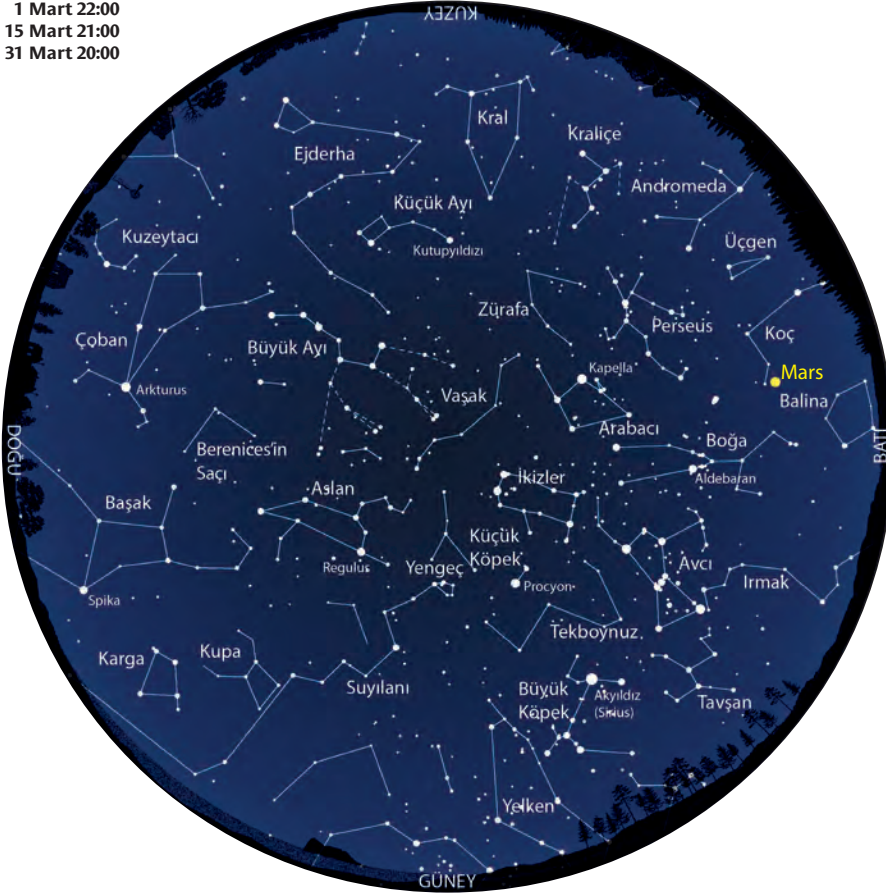


Çizim: Nalan Alaca

Aslan Takımyıldızı Mart ayında hava karardıktan sonra doğu ufku üzerinde yer alır.

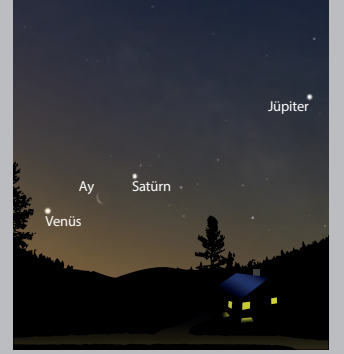


1 Mart 22:00  
15 Mart 21:00  
31 Mart 20:00



### Mart Ayının Önemli Gök Olayları

- 02 Mart** Ay, Venüs ve Satürn birbirine yakın görünümde
- 04 Mart** Ay Dünya'ya en uzak konumunda (406.350 km)
- 11 Mart** Ay ve Mars birbirine yakın görünümde
- 19 Mart** Ay Dünya'ya en yakın konumunda (359.380 km)
- 20 Mart** İlkbahar Ekinoksu (gece ve gündüz süreleri eşit)
- 27 Mart** Ay ve Jüpiter birbirine çok yakın görünümde
- 29 Mart** Ay ve Satürn birbirine çok yakın görünümde



2 Mart sabahı güneydoğu ufku

## Mart Ayında Gezegenler

**Merkür:** Ayın ilk yarısında akşamları batı ufku üzerinde görülebilir. Gezegen ayın ilk günü Güneş'ten yaklaşık bir buçuk saat sonra batacak. Ne var ki her geçen gün bu süre kısalacak. Öyle ki ayın ilk haftasından sonra gezegen battığında hava aydınlık olacak. Dolayısıyla gezegeni ilk haftadan sonra bir süre göremeyeceğiz. Gezegen ayın ortasından başlayarak sabahları doğu ufku üzerinde yer alacak. Ancak doğduğunda hava aydınlanmış olacağından gezegeni görmek kolay olmayacak.

**Venüs:** Gündoğumundan önce doğu-güneydoğu ufku üzerinde görülebilir. Gezegen Güneş'ten yaklaşık

bir buçuk saat önce doğuyor. Çok parlak olduğundan Venüs'ü neredeyse Güneş doğuncaya kadar gökyüzünde görmek mümkün. Venüs ay boyunca giderek ufkun üzerinde alçalacak. Dolayısıyla görülebileceği süre kısalacak. Ancak sonrasında temmuz sonuna kadar birkaç ay daha sabah gökyüzünde kalacak.

**Mars:** Akşamları hava karardıktan sonra güneydoğu yönünde, ufuktan yüksekte görülebilir. Gezegen saatler ilerledikçe batıya doğru hareket edecek ve geceyarısından yaklaşık bir saat önce batacak.

**Jüpiter:** Ayın başında sabahları 03.00 civarı doğuyor ve güneydoğu-

mundan önce güneybatı yönünde yükselmiş oluyor. Gezegen gün geçtikçe daha erken doğacak. Ayın sonunda geceyarısından bir saat sonra doğu ufku üzerinde belirecek.

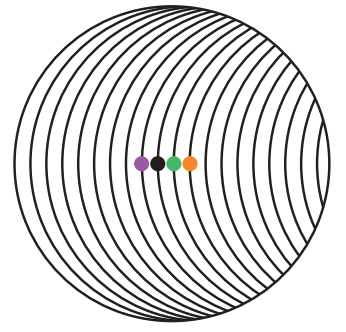
**Satürn:** Sabah gökyüzünde Venüs ile Jüpiter'in arasında yer alıyor. Günler ilerledikçe Venüs'le aralarındaki uzaklık artacak. Ay boyunca Jüpiter'le birlikte batıya doğru hareket edecekler.

# Zekâ Oyunları

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

## Göz Aldanması

Dairenin merkezi hangi noktadır?  
Bu sorunun doğru cevabı yeşil nokta.  
Ancak çok az kişi bu cevabı veriyor.



## Şifre

Yukarıda ne yazıyor?

## Biblolar

Kenar uzunluğu 5 metre olan kare biçiminde bir alana biblolar koyacaksınız. Hiçbir biblo diğer bir bibloya 1 metreden daha yakın olmayacak.

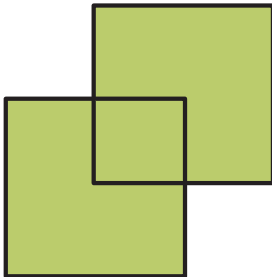
Bu alana en fazla kaç biblo koyabilirsiniz?

Not: Bibloların çapları dikkate alınmayacaktır.

## Kareler

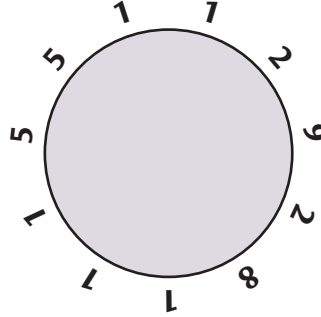
Aynı boyutta altı kare çizerek en fazla kaç kare elde edilebilir?

Soru iki kare için sorulsa cevap 3 olurdu.



## Sözcük Çemberi

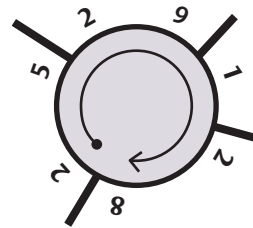
Rakamların arasına 6 adet çizgi çizerek öyle 6 sayı elde edin ki bu sayılardan birinden başlayıp saat yönünde ilerleyerek alfabedeki karşılıkları okunduğunda 6 harfli bir sözcük oluşsun.



Sayıların alfabedeki karşılıkları:  
1:A, 2:B, 3:C, 4:Ç, 5:D, 6:E, 7:F, 8:G, 9:Ğ, 10:H, 11:I, 12:İ, 13:J, 14:K, 15:L, 16:M, 17:N, 18:O, 19:Ö, 20:P, 21:R, 22:S, 23:Ş, 24:T, 25:U, 26:Ü, 27:V, 28:Y, 29:Z

Örnek:

Soru 4 çizgi çizerek 4 harfli bir sözcük için aşağıdaki biçimde sorulsa cevap UZAY olurdu.



25, 29, 1, 28 UZAY

## Hangisi Doğru

Aşağıdaki yedi cümle içinde;

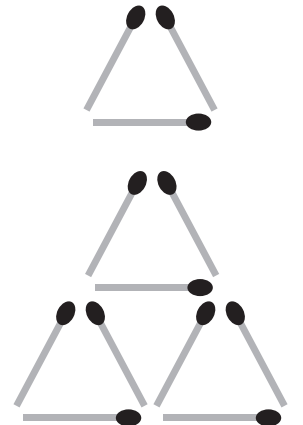
- A) Hiçbirisi doğru değildir.
- B) Doğru olanların sayısı altıdır.
- C) Yanlış olanların sayısı beştir.
- D) Doğru olanların sayısı dördüttür.
- E) Yanlış olanların sayısı üçtür.
- F) Doğru olanların sayısı ikidir.
- G) Yanlış olanların sayısı biridir.

Bu cümlelerden hangisi/hangileri doğru söylüyor?

## Kibritler

Bir kenarında bir kibrit bulunan eşkenar üçgende 3 kibrit, bir kenarında 2 kibrit bulunan eşkenar üçgende ise 9 kibrit kullanılmıştır.

Üçgenler benzer biçimde çoğaltılsa ve bir kenarında 100 kibrit bulunan bir eşkenar üçgen oluşturulsa toplam kaç kibrit kullanılmış olur?





## Aile

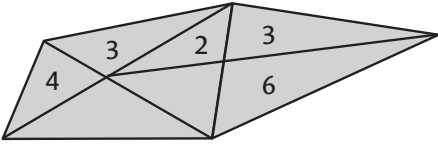
Çok çocuklu bir ailedeki her çocuğun en az üç kız ve dört erkek kardeşi vardır.

Bu ailedeki çocuk sayısı en az kaç olabilir.

## Alanlar

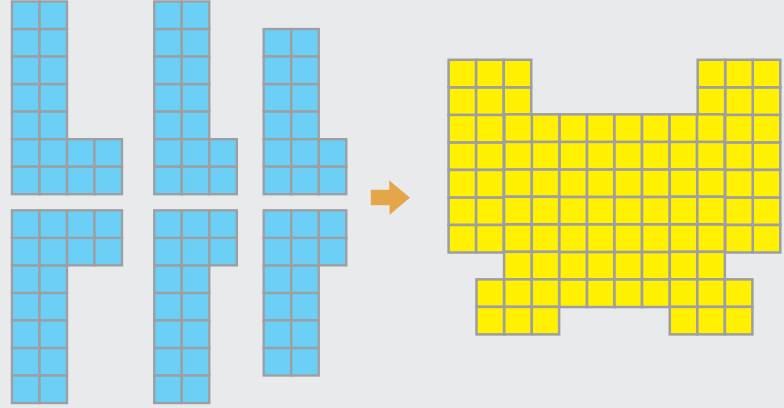
Şekildeki sayılar ait oldukları üçgenlerin alanlarına karşılık gelmektedir.

Bu şeklin toplam alanını bulunuz.



## Altı "L"

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



## Geçen Sayının Çözümleri

### Soru İşareti



### Dokuz Rakam

47622 sayı oluşturulabilir.

### Palindromik Toplam

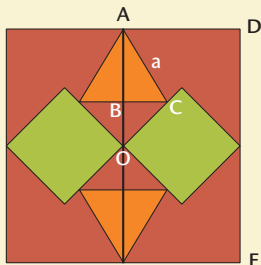
En az 77 olabilir.

$$1+2+\dots+76+77=3003$$

### Lastik Halkalar



### Karedeki Şekiller



$$AC=a$$

$$BC=a/2$$

$$BO=BC=a/2$$

$$AB^2+BC^2=AC^2$$

$$AB^2=(a/2)^2+a^2$$

$$\rightarrow AB=a\sqrt{3}/2$$

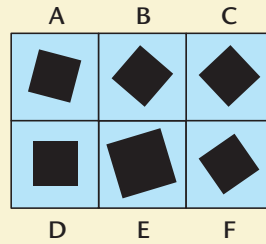
$$AB+OB=DE/2=2/2=1$$

$$a\sqrt{3}/2+a/2=1$$

$$\rightarrow a=\sqrt{3}-1$$

### Hangisi Farklı

E'deki kare diğerlerinden daha büyük.



### Komşu Kareler

244 farklı biçimde seçilebilir.

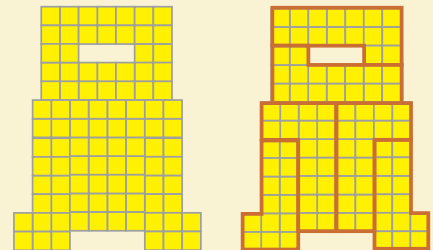


### Toplu Kutu

Top mor kutudadır.

### Altı "L"

Şubat sayımızda çizim hatası sonucu yanlış verilen Altı "L" sorusunun doğru şekli ve cevabı aşağıdadır.



# Yayın Dünyası

İlay Çelik Sezer [ TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi

## Nasıl Çözmeli - Matematiksel Yönteme Yeni Bir Bakış

George Polya

Çeviri: Burak Selçuk Soyer

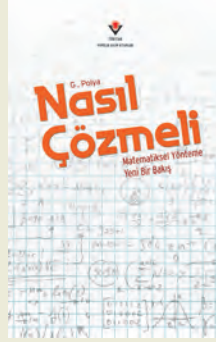
TÜBİTAK Popüler Bilim Yayınları, Yetişkin Kitaplığı, 2018

“Nasıl Çözmeli az ve öz ama mümkün mertebe basit bir şekilde yazılmış olup çözüm yöntemleriyle ilgili uzun soluklu ciddi araştırmalara dayanıyor. Kimi yazarların bulgusal diye nitelendirdiği bu tür çalışmaların, günümüzde pek revaçta olmasalar da uzun bir geçmişi vardır ve muhtemelen geleceği de olacaktır.

Problem çözme yöntemlerini incelerken matematiğin başka bir yüzünü fark ederiz. Öklidyen matematik, sistematik ve tümdengelimle dayalı bir bilim olarak ortaya çıkarken pratikteki yani buluş sürecindeki matematik, deneysel ve tümevarıma dayalı bir bilim olarak karşımıza çıkar. Her iki bakış açısı da matematik bilimi kadar eskidir. Ama ikinci yaklaşım bir açıdan daha yenidir. Çünkü buluş sürecindeki matematik hiçbir zaman tam olarak bu şekilde öğrenciye, öğretmene veya halka anlatılmamıştır. Bulgusallığın geniş bir çerçevesi vardır; matematikçiler, mantıkçılar, psikologlar, eğitimciler ve hatta filozoflar bu konunun muhtelif kısımlarını sahiplenir.

Yazar, karşıt çevrelerden gelebilecek eleştirilerin, kendi sınırlarının farkındadır ve söyleyebileceği tek bir şey var; o da problem çözme ve matematiği çeşitli seviyelerde öğretme konusunda deneyimli olduğudur.”

George Polya, Stanford Üniversitesi, 1 Ağustos 1944



## İlk Adımlar - Çantada Ne Var? İlk Adımlar - Kutuda Na Var? İlk Adımlar - Aycık Baskı Yapıyor

Eom Mi-rang, Choi Hye-in

Çeviri: Fulya Koçak

TÜBİTAK Popüler Bilim Yayınları, 2 Yaş+, 2018

2 yaş ve üzerine hitap eden “İlk Adımlar” serisi renkler, sayılar, şekiller, çizgiler, yaşam döngüsü ve uyku gibi konuları kısa hikâyelerle betimliyor. Çocukların yaratıcı ve analitik düşünme becerilerinin oluşumuna katkı sağlayacak serinin eğlenceli ve rengârenk resimlerle dolu sayfaları minik okurları cezbedici nitelikte.

## Nedenler Ansiklopedisi

Fleur Star

Çeviri: Aysun Babacan

TÜBİTAK Popüler Bilim Yayınları, Başvuru Kitaplığı, 2018

Satürn’ün halkaları nelerden oluşur?  
Balıklar suyun altında nasıl nefes alır?  
Helikopterlerin kuyruğunda neden pervane var?  
Neden gıdıklanırım?...

*Nedenler Ansiklopedisi* birbirinden güzel resimleri ve kolay anlaşılır açıklamaları ile farklı konularda merak uyandıran pek çok soruya cevap veriyor.

