



TÜBİTAK

# Bilim *ve* Teknik

Aylık Popüler Bilim Dergisi Kasım 2022 Yılı 56 Sayı 660 - 11 TL

Dokunma Duyusu  
Taklit Edilebilir  
mi?

## Haptik Teknolojisi

**Esnek Dayanıklılık**

**Nükleer Atıkları Camlaştırarak**

**TÜBİTAK Ulusal Gözlemevi**

**NASA-DART Görevi Takibinde!**

**COVID-19'da Son Gelişmeler**



**POSTER**  
JWUT'tan Evren  
Görüntüleri

“Benim mânevi mirasım ilim ve aklıdır.”  
Mustafa Kemal Atatürk

**Bilim ve Teknik**  
Aylık Popüler Bilim Dergisi  
Yıl 56 Sayı 660  
Kasım 2022

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

**Genel Yayın Yönetmeni ve  
Sorumlu Yazı İşleri Müdürü**  
Doç. Dr. Rukiye Dilli

**Yayın Yönetmeni - Editör**  
Dr. Özlem Kılıç Ekici

**Yayın Danışma Kurulu**  
Prof. Dr. Emine Adadan  
Doç. Dr. İsmail Sengör Altungöçde  
Prof. Dr. Elif Damla Arısan  
Doç. Dr. Rukiye Dilli  
Doç. Dr. Nuray Karapınar  
Prof. Dr. Faruk Soyduğan

**Araştırma ve Yazı Grubu**  
Dr. Özlem Ak  
Dr. Tuncay Baydemir  
Dr. Bülent Gözcelioğlu  
Dr. Mahir E. Ocak  
İlay Çelik Sezer

**Redaksiyon**  
Dr. Nurulhude Baykal

**Grafik Tasarım-Web**  
Hüseyin Diker

**Mobil Uygulama**  
Selim Özden

**Mali ve İdari Hizmetler**  
M. Furkan Aktaş

**İletişim Bilgileri**  
TÜBİTAK *Bilim ve Teknik* Dergisi  
Bilim ve Toplum Başkanlığı  
Remzi Oğuz Arık Mah.  
Tunus Cad. No:80  
06540 Çankaya ANKARA  
bteknik@tubitak.gov.tr  
www.bilimteknik.tubitak.gov.tr

**Abone İlişkileri**  
abone@tubitak.gov.tr  
https://yayinlar.tubitak.gov.tr

**Baskı** PROMAT Basım Yayın San. ve Tic. A.Ş.  
http://www.promat.com.tr/

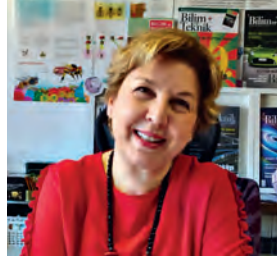
**Baskı Tarihi** 25.10.2022

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

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

ISSN 977-1300-3380  
Fiyatı 11 TL

**Her ayın 1'inde çıkar.**



**Değerli öğretmenlerimizin 24 Kasım Öğretmenler Günü'nü kutluyor, 84 yıl önce 10 Kasım'da kaybettiğimiz ulu önderimiz ve başöğretmenimiz Gazi Mustafa Kemal Atatürk'ü sevgi, özlem, saygı ve minnetle anıyoruz.**

Dokunma duyusu gerçek ya da sanal ortam ile son kullanıcı arasında iki yönlü bir enerji ve bilgi akışı sağlaması bakımından benzersiz bir algılama şekli. Bu duyu mekanizması mekanik, termal ve kimyasal sinyaller aracılığıyla bilgi toplar. Dolayısıyla dokunma duyusu ile ilgili ekranlar ve arayüzler gibi insan merkezli teknolojilerin mühendisliği, bu duyu sisteminin niteliği ve kapasitesi tarafından belirlenir. Robotik, bilgisayar, akıllı malzeme, iletişim ve sensör teknolojileri gibi alanlardaki gelişmeler daha etkili arayüzler geliştirilmesine ve dokunma algısının sanal olarak daha gerçekçi olmasına yol açıyor. Tuncay Baydemir bu ayki yazısında haptik teknolojisi ve uygulama alanlarını tüm detaylarıyla ele alıyor.

Pek çok insanın çok büyük felaketlerden ya da trajedilerden sonra kendini toparlayıp hayatına etkin ve verimli şekilde devam edebildiğini görüyoruz. Aslında hepimizin içinde bir ölçüde var olduğu hâlde, bu bireylerde çok daha güçlü şekilde ortaya çıkan ve psikolojide “esnek dayanıklılık” diye adlandırılan bu toparlanabilme kapasitesi, hem hayatın kaçınılmaz trajedilerinin üstesinden gelebilmek hem de günlük hayatın stresini daha iyi yöneterek daha verimli ve mutlu bir hayat sürebilmek açısından oldukça önemli. İlay Çelik Sezer bu kavramı tüm detaylarıyla ele alarak esnek dayanıklılığı geliştirme stratejilerini bizlerle paylaşıyor.

Mahir Ocak nükleer atıkların çevreye zarar vermeyecek şekilde camlaştırma yöntemiyle depolanmasına değiniyor. Yücel Kılıç, Orhan Erece ve Tuncay Özışık, geçtiğimiz aylarda gerçekleşen NASA'nın İkili Asteroit Yönlendirme Deneyi görevine TÜBİTAK Ulusal Gözlemevi'nin katkısını ele alıyorlar. Özlem Ak bu ayki yazısında COVID-19 cephesindeki son gelişmeleri aktarıyor. Bu ayki posterimizde uzaydaki bilimsel görevine başlayalı henüz 3,5 ay olan James Webb Uzay Teleskobu'nun bu süreçte elde ettiği özel görüntüleri veriyoruz.

Farklı ilgi alanlarına hitap eden Bilim Çizgi, Tekno-Yaşam, Merak Ettikleriniz, Satranç, Düşünme Kulesi, Zekâ Oyunları, Ayın Sorusu, Doğa, Gökyüzü ve Bilim Tarihinden Notlar köşelerimizdeki yazıları ve önemli bilimsel gelişmeleri özetlediğimiz bilim haberlerini de zevkle okuyacağınızı umuyoruz.

Dergimizin daha düşük fiyata ve ücretsiz kargoyla sizlere ulaşacağı abonelik fırsatından faydalanmak için <https://yayinlar.tubitak.gov.tr/> adresini ziyaret edebilirsiniz. Dergimizin internet sayfasını (<https://www.bilimteknik.tubitak.gov.tr>) ve sosyal medya hesaplarını da takip edebilir, hayatınızdaki yerini ve size neler kattığını bizlerle paylaşabilirsiniz (bteknik@tubitak.gov.tr). Nesiller büyüyen dergimizin bu sayısını da keyifle okumanızı diliyor, sonraki sayılarımızı sabırsızlıkla bekleyeceğinizi umuyoruz.

Sağlıcakla ve bilimle kalın... Unutmayın #bilimokuyanbilir!

Saygılarımızla,  
Özlem Kılıç Ekici

# İçindekiler

## 14

### **Haptik Teknolojisi ve Uygulamaları: Dokunma Duyusu Taklit Edilebilir mi?**

Tuncay Baydemir

Dokunma duyusu gerçek ya da sanal ortam ile son kullanıcı arasında iki yönlü bir enerji ve bilgi akışı sağlaması bakımından benzersiz bir algılama şekli. Robotik, bilgisayar, akıllı malzeme, iletişim ve sensör teknolojileri gibi alanlardaki gelişmeler daha etkili arayüzler geliştirilmesine ve dokunma algısının sanal olarak daha gerçekçi olmasının sağlanmasına yol açıyor.



## 28

### **TÜBİTAK Ulusal Gözlemevi Heyecan Veren NASA DART Görevi Takibinde!**

Yücel Kılıç, Orhan Erece, Tuncay Özışık

TUG'da T100 ve AYGÖZ teleskopları ile yapılan gözlemler DART araştırma ekibi ile paylaşıldı. Bu tarihî göreve TUG'un da gerçekleştirdiği gözlemler ile katkıda bulunması bilimsel açıdan son derece değerli.



## 56

### **Camların Sıra Dışı Bir Uygulama Alanı: Nükleer Atıklar**

Mahir E. Ocak

Nükleer atıkların uzun süre yapıları bozulmadan, çevreleriyle kimyasal tepkimelere girmeden, kolayca havaya ya da suya karışmayacak bir biçimde depolanması gerekiyor. Bu amaçla kullanılan yöntemlerin başında da camlaştırma geliyor.



4

## Bilim ve Teknik ile Büyüdüm!

Özlem Ak

6

## Haberler

26

## Bilim Çizgi

### Rachel Carson

Sinançan Kara

34

## Hayatın Zorluklarına Karşı İkimizdeki Güç:

### Esnek Dayanıklılık

İlay Çelik Sezer

Esnek dayanıklılık kavramı ve bu konudaki araştırma alanı, hayatın zorlu sınavları karşısında kendini toparlamanın ve hayatına etkin ve verimli bir şekilde devam etmenin bir yolunu bulan bireyleri, diğer bireylerden neyin farklı kıldığı sorusuna cevap arayan çabalar sonucunda ortaya çıkmış. Biyolojik olarak esnek dayanıklılık stres tepkisinin ayarlanmasını ve ondan yapıcı bir şekilde yararlanılmasını gerektiriyor. Bu kapasite de hem zihinsel hem de fiziksel sağlık için oldukça önemli.

52

## Tekno-Yaşam

Gürkan Caner Birer

64

## Merak Ettikleriniz

Mesut Erol

66

## COVID-19 Cephesinde

### Olup Bitenler

Özlem Ak

Pandemi kimilerine göre bitti, kimilerine göre ise kış aylarında yeni varyantların ve yeni dalgaların ortaya çıkması olası. Hâlâ bu yeni virüsle ilgili pek çok gizem olsa da üzerinde yapılan araştırmalardan bazıları artık yavaş yavaş sonuçlarını veriyor. Bilinmezliklerin bazıları gün ışığına çıktı, bazıları da çıkmaya devam ediyor.

78

## Bilim Tarihinden Notlar:

### Galileo ve Yer Fizisindeki

### Gelişmeler: Gözlem

### Aracı Olarak Teleskobun

### Kullanılması

Hüseyin Gazi Topdemir

82

## Doğa - Fauna

### Markhor

Bülent Gözcelioğlu

84

## Gökyüzü:

### Kanatlı At ve Büyük Kare

Faruk Soyduğan

88

## Düşünme Kulesi

Ferhat Çalapkulu

90

## Satranç

Kıvanç Çefle

93

## Ayın Sorusu

(Matematik)

Azer Kerimov

94

## Zekâ Oyunları

Emrehan Halıcı

96

## Yayın Dünyası

İlay Çelik Sezer

## EK – POSTER

### James Webb Uzay

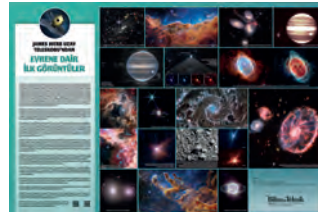
### Teleskobu'ndan

### Evrene Dair İlk

### Görüntüler

Özlem Kılıç Ekici,

Hüseyin Diker



Dergimize "Bilim ve Teknik ile Büyüdüm!", "Düşünme Kulesi" ve "Ayın Sorusu" köşeleri ile ilgili içerik gönderen okurlarımız, "Kişisel Verileri Koruma Kanunu" kapsamında, paylaştıkları verilerin ve bilgilerin dergimiz tarafından yayınlanmasına açık rıza göstermiş sayılacaktır.

Dergimizin elektronik dergi arşivi "services.tubitak.gov.tr/edergi" internet adresinde (son dört sayı hariç) ücretsiz olarak herkesin erişimine açıktır. Son dört aya ait sayılara ise sadece abonelerimiz erişim sağlayabilir.

yayinlar.tubitak.gov.tr

**TÜBİTAK Popüler Bilim Kitaplarına ve Dergilerine ulaşmak artık çok daha kolay.**  
Tıklayın ve keşfedin!

**TÜBİTAK**  
BİLİM VE TEKNİK BAKANLIĞI  
POPÜLER BİLİM YAYINLARI

**TÜBİTAK Popüler Bilim Yayınları internet sitesi yenilendi!**

<https://yayinlar.tubitak.gov.tr/> adresi üzerinden; dergilerimizin hem yeni hem de geçmiş sayılarını satın alabilir, ayrıca dergilerimize kolayca abone olabilirsiniz.



Bilim ve Teknik



tubitakbiltek



tubitakbilimteknik



TÜBİTAK Bilim ve Teknik

# Bilim ve Teknik ile Büyüdüm

Dr. Özlem Ak [ TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi



Okurlarımızın *Bilim ve Teknik* dergisinin hayatlarındaki yerini, onlara neler kattığını, geleceklerine yön verirken nasıl bir rol oynadığını bizimle paylaştıkları mektuplarını yayımlamaya devam ediyoruz. *Bilim ve Teknik* ile ilgili anılarını, duygu ve düşüncelerini bizimle paylaşan okurlarımıza çok teşekkür ediyor, “*Bilim ve Teknik* bilimi sevmemde ve kariyerimi seçmemde rol oynadı.” diyen okurlarımız için adresimizi hatırlatıyoruz:

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

*Sevgili okurlarımız, yoğun ilginizden dolayı çok teşekkür ederiz. Gönderdiğiniz anlamlı mektupların hepsini yayımlayacağız. Ancak köşemizin sayfa sayısı sınırlı olduğu için geliş tarihlerine göre sıralayarak yayımlıyoruz. Anlayışınız için teşekkür ederiz.*

Bilim ve Teknik Kasım 2022

## “Bilime olan ilgi ve merakımı artıran dergi”



Merhaba,

*Bilim ve Teknik* dergisi ile tanışmam ortaokul yıllarıma dayanır. Batının ücra bir yerinde küçük bir köy okulunda bu dergiyle tanıştım. Dergideki yazılar, görseller çok hoşuma gitmişti. Matematik ve fen bilimlerine olan merakım o yıllarda başladı. Daha sonraki dönemlerde lisede imkânım oldukça, üniversitede ise eksiksiz her sayısını alır ve heyecanla okurdum. Şimdi her zaman elimin altında ve aynı heyecanla okumaya devam ediyorum. *Bilim Çocuk* dergisini de öğrencilerime hediye ediyor, uygun bulduğum posterleri sınıf panosuna asıyorum.

Bilime olan ilgi ve merakımı artıran böyle bir yayında emeği geçen herkese teşekkür ederim.

Ayşenur Sıkıcı

Matematik Öğretmeni

## “Kütüphanemdeki en büyük ve en özel yer”



Merhaba,

Yıllardır okuru olduğum ve sürekli ötelediğim dergime sonunda abone oldum. Mayıs ayı itibarı ile artık, “Acaba bu ayki sayıyı bulabilecek miyim?” düşüncesinden sıyrıldım. 2008 yılından itibaren okuru olduğum ve kütüphanemde en büyük ve en özel yeri bulunan *Bilim ve Teknik* arşivim, benden sonra aileme en büyük hediyem olarak kalacak.

Yayın hayatınızın hep sürmesi dileğiyle...

İyi ki varsınız.

Mustafa Balcı

Sınıf Öğretmeni, Erbaa, Tokat

## “Bilim dünyasına açılan bir pencere”



Merhaba,

Küçük bir çocukken evimize gelen *Bilim ve Teknik* dergilerini ve ciltlenmiş hâldeki eski sayılarını büyük bir hevesle okuduğumu hatırlıyorum. İnternetin olmadığı ve dolayısıyla bilgiye erişimin bugünkü kadar hızlı olmadığını yıllarda *Bilim ve Teknik* dergisi bilim dünyasına açılan bir pencere gibiydi benim için. Bilimin farklı alanlarının bir arada bulunduğu *Bilim ve Teknik* dergisi ufuk açıcı bir bilgi kaynağıydı.

Çocukluk ve gençlik yıllarımda bilimin heyecanını ve öğrenme tutkusunu bana aşıl原因an bu dergiyi hâlâ ilgiyle takip ediyorum. Sizlere ve bu dergiye geçmişte emeği geçmiş tüm çalışanlarına bu güzel bilgi ve ilham kaynağı için teşekkür ederim.

Nice güzel sayılarınıza...

Doç. Dr. Okan Arıhan  
Hacettepe Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Fizyoloji Anabilim Dalı

## “Derginin bendeki yeri ve önemi gün geçtikçe artıyor”



Merhaba,

Yaklaşık 1 yıl önce tanıştığım *Bilim ve Teknik* dergisi, ileride yapmak istediğim mesleğin kararını vermemden hayata bakış açımında yarattığı farklılığa kadar hayatımda büyük bir öneme sahip. Her bir sayfayı okumayı bitirdiğimde âdeta büyüleniyorum. Derginin bendeki yeri ve önemi gün geçtikçe artıyor. Teknoloji ve bilim konusundaki bilgi birikimimde derginizin payı büyük. Bilhassa “Tekno-Yaşam” ve “Haberler” bölümlerini apayrı bir zevkle okuyorum.

Aktardığınız bilgiler, merakla okuduğum olaylar, son sayfalardaki matematik bulmacaları... Hepsi paha biçilemez ölçüde kıymetli. Her sayfada diri tuttuğunuz merak ve ilgi, okurlarda yarattığınız farkındalık, sayfalardaki özen ve bilgileri en güzel şekilde aktarmanız *Bilim ve Teknik*'i herhangi bir dergi olmanın üzerine çıkarıyor.

Her ayın 1'ini büyük bir hevesle bekliyor, yeni sayıyı okumak için gün sayıyorum. Emekleriniz ve katkılarınız için teşekkür ederim.

Kevser Kocausta  
12. Sınıf Öğrencisi

## “İyi ki varsın, sevgili *Bilim ve Teknik*”



Merhaba,

İlkokul 4. sınıftayken *Bilim Çocuk* dergisine aboneydim ve her kargo gelişini sabırsızlıkla beklerdim. O zamanlar babam da kendine *Bilim ve Teknik* alırdı, onun da dergisini kurcalardım, posterlerini okurdum. O zamanlar bana ağır gelirdi elbet fakat bundan büyük bir keyif alırdım. Ardından araya taşınma falan girdi ve 5. sınıfta dergi alamadım. Bu sene aklıma geldi ve babamdan *Bilim ve Teknik* dergisine abone olmasını istedim. Biz 3 kardeşiz, en küçük kardeşim *Meraklı Minik*, ortanca *Bilim Çocuk*, ben de *Bilim ve Teknik*'i keyifle takip ediyoruz.

Açıkçası bunun bana birçok faydası dokundu. Büyüyünce bilim insanı olmak istiyorum ve *Bilim ve Teknik*'teki haberlerle ayın konuları baya ilgimi çekiyor, merak duygumu coşturuyor ve bana büyük bir genel kültür kazandırıyor. Derslerimizde bir konu hakkında konuşurken fikir sahibi olmamı sağlıyor. Dergiden birbirinden ilginç bilgiler öğreniyoruz ve arkadaşlarımızla konuşup bu konuların üzerinde tartışmak gerçekten çok keyifli oluyor.

İyi ki varsın, sevgili *Bilim ve Teknik*.

Yağmur Kayasan  
6. Sınıf Öğrencisi

### Dünyada 20 Katrilyon Karınca Var

Özlem Ak

*Proceedings of the National Academy of Sciences* dergisinde yayımlanan bir çalışmaya göre, dünya genelinde 20 katrilyon karınca var ve toplam ağırlıkları tüm memelilerin ve yabani kuşların toplam ağırlıklarından daha fazla.

Hong Kong Üniversitesinden Patrick Schultheiss ve Almanya'daki Julius Maximilian Würzburg Üniversitesinden meslektaşı Sabine Nooten belki de pek çok kişinin merak ettiği, "Dünyada kaç tane karınca var?" sorusunun cevabını bulmaya karar vermişler. Bunun için standart yöntemler kullanarak dünyanın farklı bölgelerindeki karınca yoğunluklarını ölçen 489 çalışmadan derledikleri verilerle dünya çapında yaklaşık 20 katrilyon karınca olduğunu tahmin etmişler. Bu küresel karınca popülasyonunun toplam biyokütlesi yaklaşık



12 milyon tona karşılık geliyor. Bu da toplam biyokütlesi sırasıyla 7 milyon ton ve 2 milyon ton olan yabani memelilerle kuşların toplamından daha fazla. Karşılaştırmak gerekirse insanların toplam biyokütlesi ise 60 milyon ton.

Schultheiss, dünyadaki karıncaların sayısı ile ilgili önceki tahminlerin bir veya iki yerde ölçülen karınca yoğunluklarından yola çıkılarak hesaplandığını ancak kendi yaptıkları analizde, tüm kıtalardan ve farklı dillerde

yazılmış çalışmalardan yararlanılarak daha doğru bir sayıya ulaşmayı amaçladıklarını belirtti.

Schultheiss bununla birlikte, elde ettikleri bilgilerde hâlâ boşluklar olduğunu düşünüyor. Çünkü çoğu karınca sayımı ağaçlarda veya yer altında değil, yüzeyde yapılmış; bununla birlikte Afrika ve Kuzey Asya'dan gelen istatistikler de sınırlıymış.

Tohumları dağıtma, toprak döngüsü yoluyla besin mevcudiyetini artırma ve karınca yiyen hayvanlara

yiyecek sağlamadaki rolleri nedeniyle çoğu ekosistem için hayati öneme sahip karıncaların bilinen 15.700 türü var. Nooten bu çalışma ile, karınca sayısı ve biyokütlenin küresel dağılımı için bir temel oluşturduklarını ve gelecekteki değişimleri gözlemleyebilmek için aynı yerlerde aynı yöntemlerle tekrar çalışmalar yapabileceklerini söylüyor. Ayrıca küresel karınca popülasyonu hakkında bilgi sahibi olmanın ekosistemi koruyabilmek adına önemli olduğunu da altını çiziyor. ■



## Akbabalar Doğayı Temizliyor

Özlem Ak

Akbabalar, beslenme alışkanlıkları nedeniyle kötü bir üne sahip olsalar da onların bu alışkanlıkları sera gazı salımını engelliyor. Yeni araştırmalar, bu kuşların sera gazı emisyonlarını azalttıkları süreçteki rolünü detaylandırıyor.

Hayvan leşi ile beslenen dünyanın dört bir yanındaki

22 akbaba türü, ölü hayvanlardan canlı hayvanlara yayılabilecek patojenleri kontrol etmekle kalmıyor, aynı zamanda çürüten hayvanların bedenlerinden yayılan karbondioksit ve metan dâhil olmak üzere sera gazlarının salımını da engelliyor. *Ecosystem Services* tarafından yapılan yeni bir çalışma, akbabaların kalıntılara önce ulaşması durumunda, akbaba türüne bağlı olarak, tek bir akbabanın günde 0,2 ile 1 kilogram (kg) arasında karkas yemesiyle bu emisyonların çoğunun önlenebileceğini gösteriyor. 1 kg doğal olarak ayrışan karkas, yaklaşık 0,86 kg CO<sub>2</sub> eşdeğeri (sera gazlarının küresel ısınma potansiyelinin karbondioksit gazı cinsinden ifade edilmesi) sera gazı yayar.

Önlenen emisyon miktarı bu şekilde kulağa çok fazla gelmese de bu meblağı dünyada bulunan tahminî 134 milyon ila 140 milyon akbabanın sayısı ile oranladığımızda; bu

durum, akbabalar sayesinde yıllık on milyonlarca metrik ton emisyonun önlenebileceği anlamına geliyor. Ancak akbabalı ekosistemlerin sunduğu bu hizmetin dünya çapında eşit olarak dağılmadığını da unutmamak gerekiyor.

Arjantin'deki Ulusal Comahue Üniversitesinden çalışmanın baş yazarı biyolog Pablo Plaza bunun çoğunlukla Amerika'da meydana geldiğini söylüyor. Plaza ve meslektaşları, dünya çapında akbabalar

sayesinde azaltılan emisyonların %96'sının yalnızca Amerika'da bulunan üç türün -karga akbabası, hindi akbabası ve sarı başlı akbaba- katkılarıyla mümkün olduğunu buldu. Akbabaların korunması iklim sorunlarını çözmek için elbette tek başına yeterli değil. Yine de Afrika ve Asya gibi dünyanın birçok bölgesindeki akbaba popülasyonlarındaki düşüş, akbabaların sağladığı bu büyük yarardan faydalanmanın önüne geçiyor. ■







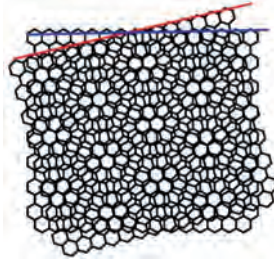
## Işık Işınlarının Temel Özelliklerini Ölçen Kuantum Sensör

Mahir E. Ocak

Günümüzde ışığın yoğunluk, dalga boyu ve polarizasyon gibi farklı özelliklerini ölçmek için kullanılan farklı aletler var. Yeni geliştirilen kuantum sensörse tüm bu özellikleri tek bir seferde ölçebiliyor. Üstelik yeni sensör günümüzde kullanılan ölçüm aletlerine kıyasla çok daha küçük.

Texas ve Yale üniversitelerinden bir grup araştırmacı, ışık dalgalarının tüm temel özelliklerini ölçebilen bir kuantum sensör geliştirdi. Dr. Chung Ning Lau ve arkadaşları tarafından geliştirilen sensörde grafen katmanları bulunuyor. Grafen, atomların tek bir katman

içinde düzenlendiği iki boyutlu malzemelere bir örnektir. Grafende karbon atomları düzgün altıgenlerin köşelerinde yer alır.



Nature (<https://www.nature.com/articles/641586-02104173-figures/1>)

Yeni sensörde dört ayrı grafen katmanı bulunuyor. İlk önce iki grafen katmanı aralarında belirli bir açı olacak şekilde bir araya getiriliyor. Sonra da bu çift katmanlı yapılardan iki tanesi yine aralarında belirli bir açı olacak biçimde üst üste yerleştiriliyor. Üretilen yapının üzerine ışık ışınları düştüğünde bir elektrik akımı ortaya çıkıyor. Bu akımın büyüklüğü ve fazı ışığın yoğunluk, dalga boyu ve polarizasyon özelliklerine bağlı olarak değişiyor.

Ortaya çıkan elektrik akımının özellikleri ölçülerek sensörün üzerine düşen ışık ışınlarının söz konusu özellikleri hakkında çıkarım yapılabiliyor. Araştırmacılar elektrik akımlarını analiz ederek ışık ışınlarının özelliklerini tahmin eden bir yapay zekâ uygulaması da geliştirdiler. Araştırmanın sonuçları *Nature*'da yayımlandı. ■

## Elektron Tutulabilen Moleküler Kafes

Tuncay Baydemir

İndirgendiğinde kutuya benzer yapısının içerisinde tek bir elektronu tutabilme özelliğine sahip perfloroküban ( $C_8F_8$ ) molekülü ilk kez Japon araştırmacılar tarafından sentezlendi. Araştırmacılara göre, molekülün bu özelliği, onu kuantum mekaniğindeki "kutudaki parçacık" ilkesinin gerçek hayattan bir örneği kıyor.

Perfloroküban molekülünü bir küp olarak gösterebiliriz.

Küpün her bir köşesinde karbon atomları ve bu karbon atomlarının her birine bağlı flor atomları bulunur. Bu ilginç molekülün elektronik ve spintronik (elektronların kuantum özelliklerini kullanan teknoloji) malzemelerde uygulamalar bulacağını öngören Tokyo Üniversitesinden baş araştırmacı Midori Akiyama ve arkadaşları, yaptıkları çalışmayı *Science* dergisinde yayımladı.

Perfloroküban düzenli bir yapıya sahip olmasının yanında elektron tutmaya ve moleküller arası etkileşimlere girmeye epeyce meyilli olması nedeniyle kimyagerlerin uzun yıllardır ilgisini çekiyordu. Düzenli küban ( $C_8H_8$ ) molekülü 1964'ten beri bilinmesine rağmen, kafes yapısında elektron tutabileceği öngörülen perfloroküban molekülü ise şimdiye kadar sentezlenememişti. Diğer yandan, bir elektronu karbondan yapılmış bir kafesin içinde tutabilmek için uzun zamandır çalışmalar yapıyordu ve tamamen florlanmış bir küban molekülünün teorik olarak elektron

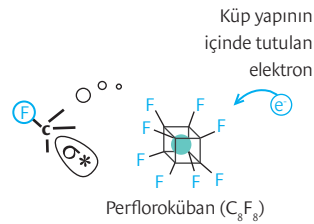
hapsedebileceği tahmin ediliyordu. İşte, yapılan bu araştırma ile bu öngörüler de ispatlanmış oldu.

Akiyama'nın ekibi perfloroküban sentezlerken önce florlu bir çözelti içerisinde flor gazı kullandılar. Bu sayede bir köşesinde flor içeren ester bulunan küban molekülünün yedi köşesine flor eklemeyi başardılar. Daha sonra tek bir köşede bulunan bu esteri farklı bir esterle yer değiştirdikleri son bir aşama ile perfloroküban elde ettiler. Kübandaki tüm hidrojen atomlarının daha büyük ve elektron yoğunluğu ile elektronegatifliği daha yüksek flor atomlarıyla değiştirilmesi sayesinde kübandan daha farklı bir yük dağılımı elde edildi. Bu sayede kafes içinde elektron tutabilecek kararlı bir yapı oluşturuldu.

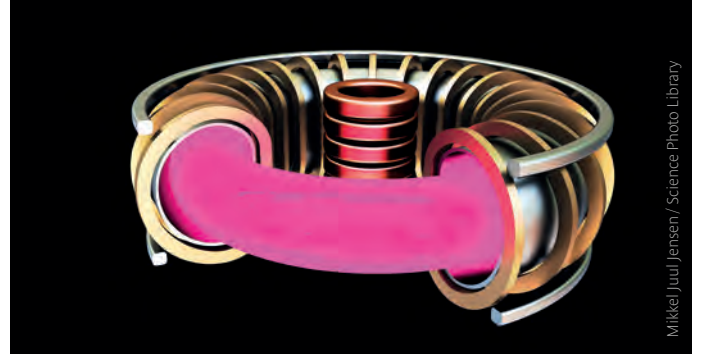
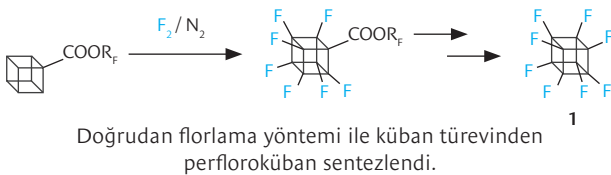
Perflorokübanın küp şeklinin ortasında elektron tutabilme özelliği C-F bağ özelliğinden

kaynaklanıyor. Tüm elektron yoğunluğu flor atomlarına doğru çekiliyor ve böylece molekül yapısının içinde, elektronun herhangi bir etkileşime girmeden hapsedilmesi için uygun ortam oluşturuluyor. Perflorokübanın sentezlenmesinin kimya ile sanatın bir birleşimi olduğunu söylemek pek de yanlış olmaz.

Çeşitli analiz teknikleriyle de sentezi doğrulanan molekül sentezinin temel florokarbon çalışmalarına önemli bir katkı sunması bekleniyor. Araştırmacılara göre, florlu küban türevlerinin sentezlenmesinin yolunu açan bu çalışma, fonksiyonel organik ve polimer malzemeler için büyük potansiyel taşıyor. ■



Perflorokübanın yapısı. Daha önceki çalışmalarda molekülün elektron ilgisi teorik hesaplamalarla gösterilmişti.



## Yüz Milyon Kelvinde 20 Saniye Boyunca Füzyon

Mahir E. Ocak

Son yıllarda füzyonla enerji üretimi üzerine yoğun çalışmalar yapılıyor. Füzyonla enerji üretimini gerçeğe dönüştürmenin yolu füzyon tepkimelerini kontrol etmekten geçiyor. Ancak koşullarındaki çok ufak değişiklikler bile füzyon tepkimelerinin kesintiye uğramasına neden olabilir.

Füzyonla enerji elde etmekle ilgili en büyük zorluk yüksek sıcaklıklarla nasıl baş edileceği. Füzyon tepkimelerini başlatmak için ortam sıcaklığını yüz milyonlarca kelvine çıkarmak gerekiyor. Bu kadar yüksek sıcaklıktaki plazmayı herhangi bir malzemeyi kullanarak bir

hacmin içine hapsetmek imkânsız. Dolayısıyla plazmanın manyetik alanlar yardımıyla kontrol edilmesi gerekiyor.

Plazmayı bir hacmin içine hapsetmek için başvurulan iki ana yöntem var. Birincisi, manyetik alanlar yardımıyla plazmaya şekil vermek. İkincisi, plazma basıncının merkezde daha yüksek, dış kısımlarda ise daha düşük olmasını sağlamak.

İkinci yöntemi kullanan Kore Süperiletken Tokamak İleri Araştırma Merkezinden bir grup araştırmacı, 100 milyon kelvin sıcaklıkta 20 saniye boyunca füzyon tepkimesi gerçekleştirmeyi başardıklarını açıkladılar. Daha önceleri yapılan çalışmalarda benzer sıcaklıklara ya da benzer sürelerle ulaşıldığı

olmuştu. Ancak ilk kez hem bu kadar uzun bir süre boyunca hem de bu kadar yüksek bir sıcaklıkta füzyon tepkimesi gerçekleştirildi. Dr. Hyunsun Han ve arkadaşlarının gerçekleştirdiği araştırmanın sonuçları *Nature*'da yayımlandı. ■

## Cildimizin Tetiklediği Reaksiyonlar Hava Kirliliğine Neden Oluyor

Özlem Ak

Dünya Sağlık Örgütüne göre hava kirliliği dünyanın en büyük çevre sağlığı tehdidi. Fakat insanların çoğu muhtemelen (özellikle de kendi evlerinde) kendi vücutlarının sorunun bir parçası olduğunu düşünmüyor. Almanya, Danimarka, Fransa ve ABD'de atmosferle ilgili disiplinler arası çalışmalar yapan kimyagerler ve mühendisler arasındaki bir iş birliği sayesinde, cildimizde bulunan yağın havadaki çeşitli molekül ve bileşiklerle etkileşime girerek tehlikeli kirlenimci üretebilen güçlü serbest radikaller oluşturduğu

gösterildi. Bu araştırmaya göre cildimizdeki yağ özellikle ozonla ve kapalı ortamda bulunan organik bileşiklerin çoğuyla reaksiyona giriyor. *Science* dergisinde 1 Eylül'de yayımlanan çalışmada ayrıntılı olarak açıklanan bu mekanizma insan vücudunun iç mekânların hava kimyasını nasıl doğrudan etkilediğini açıklamaya yardımcı oluyor.

Max Planck Kimya Enstitüsünden Williams Jonathan ve meslektaşları, çalışmalarını dört yetişkin katılımcıdan oluşan üç farklı grupta yürüttü. Katılımcılardan küçük bir yatak odası büyüklüğündeki iklim kontrollü paslanmaz çelik bir odada, ayrı günlerde beş saat kadar oturmalarını istedi. Ardından araştırmacılar, geliştirdikleri son derece hassas aletleri kullanarak odanın içindeki havada bulunan organik bileşiklerin ve hidroksil radikallerinin yoğunluğunu ölçtüler. Ayrıca, katılımcıların nefes alıp vermesinin odanın hava bileşimini etkilememesi için onlardan özel bir maske kullanmalarını istendi ve katılımcıların



nefeslerinin kimyasal bileşimine de bakıldı. Bu ölçümlerden sonra, araştırmacılar odanın havasına bir miktar ozon ekleyerek deneyi tekrarladılar. Eklenen miktar, bir uçakta ozona maruz kalma seviyesiyle karşılaştırılabilir bir düzey olan milyarda 35 parça (ppb) ozona karşılık geliyordu. Williams, ciltte yağ bezleri tarafından doğal olarak üretilen cilt yağının (skualenin) ozonla reaksiyona girerek hidroksil radikalleri adı verilen güçlü oksidanlar ürettiğini söylüyor. Bu radikaller daha sonra ozonla tekrar reaksiyona girerek toksik bileşikler oluşturabiliyor. Ayrıca ozon dışında; kapalı ortamlarda mobilyalardan, ev temizlik ürünlerinden ve hatta taze pişmiş yemeklerden yayılan diğer moleküllerle reaksiyona girerek yine toksik bileşikler üretebiliyorlar.

Williams'ın ekibi, bulgularını doğrulamak için Irvine, California ve Penn State üniversitelerindeki araştırmacılarla iş birliği yaptı. Bu iki grup, havadaki kimyasalların üç boyutlu dağılımını simüle eden hesaplamalı akışkanlar dinamiği modelleri ile kimyasal modeller geliştirmek ve çalıştırmak için oda havasındaki kimyasalların ölçümlerini kullandı. Havadaki kimyasal maddeler hesaplanırken insan vücudu çevresinde reaktif bir alan oluşturan hidroksil radikalleri de araştırmaya dâhil edildi. Williams, bu radikallerin oluşumunu etkileyebilecek sıcaklık, nem ve cildin havayla teması gibi birçok faktör olduğunu söylüyor. O ve dünyanın dört bir yanından meslektaşları şu anda havadaki nemin hidroksil radikallerinin oluşumunu nasıl etkileyebileceğini daha detaylı inceliyor. ■

## Enceladus'ta Yaşam Olasılığı

Mahir E. Ocak

Dünya dışında yaşam izleri arayan araştırmacılar sıvı su bulmaya çalışırlar. Ancak bir gök cisminin yaşama elverişli olması için yüzeyinin okyanuslarla kaplı olması gerekiyor. Yaşama ev sahipliği yapacak sular, gök cisimlerinin yüzeyinin altında da bulunabilir.

Güneş sisteminde, yüzeyinin altında okyanuslar bulunduğu dair güçlü kanıtlar olan gök cisimleri arasında Enceladus, Europa ve Titan uyduları var.

Enceladus'taki yer altı okyanusu, Cassini uzay aracı tarafından keşfedilmişti. Daha sonraları uydunun yüzeyinden fışkıran buharlar analiz edilerek, yaşam için gerekli tüm bileşenlerin neredeyse tamamının yer altı okyanusunda bulunduğu sonucuna varılmıştı. Yapılan son kuramsal çalışmalar, yaşamın en temel bileşenlerinden biri olan fosforun da Enceladus'taki okyanusta bol miktarda bulunduğuna işaret ediyor.

Fosfor, yaşam için en gerekli elementlerden biridir. DNA, RNA, ATP gibi biyolojik moleküllerin yanı sıra hücre zarlarında,

kemiklerde ve dişlerde de fosfat iyonları bulunur.

Southwest Araştırma Enstitüsünden bir grup araştırmacı, Enceladus'un yapısı ve yer altı okyanusu hakkında edinilen bilgileri kullanarak çeşitli jeokimya benzetimleri yapmışlar ve fosfat iyonlarının Enceladus'taki yer altı okyanusunda bol miktarda bulunması gerektiği sonucuna varmışlar. Yapılan kuramsal çalışmalar gözlemlerle doğrulanmayı bekliyor. Araştırmanın sonuçları *Proceedings of The National Academy of Sciences*'ta yayımlandı.

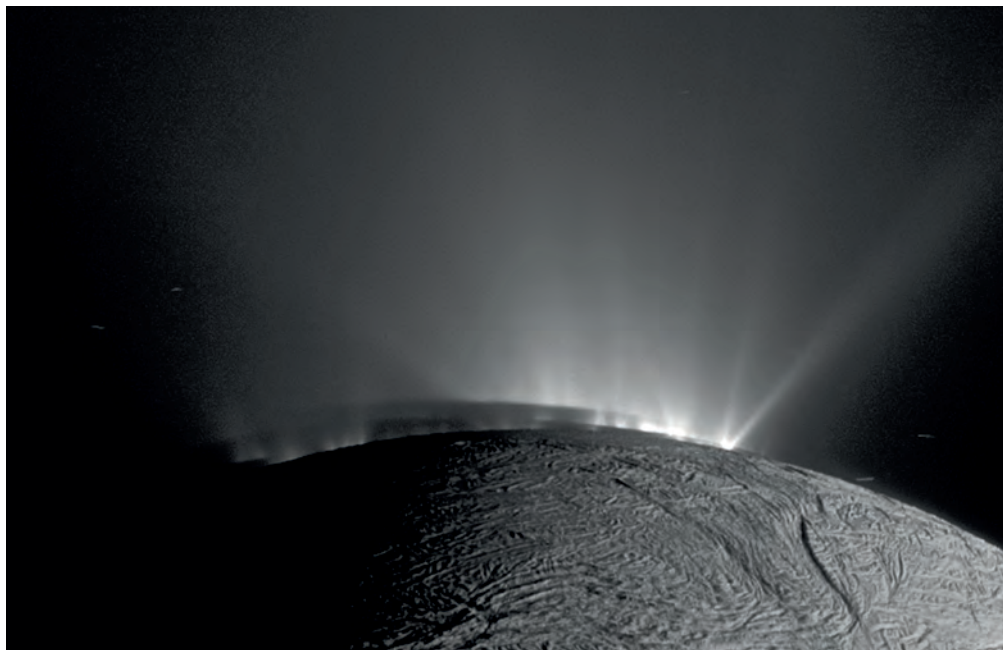


## İlaça Dirençli Bakterilere Çözüm Ağaçlardan

Özlem Ak

Antimikrobiyal direnç, küresel olarak halk sağlığına yönelik en büyük tehditlerden biri hâline geldi. Bakteriler, virüsler, mantarlar ve parazitlerin zamanla değişip artık ilaçlara yanıt vermemesine antimikrobiyal direnç deniyor. Bu da enfeksiyonları tedavi etmeyi zorlaştırıyor. İlaça dirençli bakteriler 2,8 milyondan fazla enfeksiyona neden oluyor ve yılda 35.000 ölüme yol açıyor. En iyi bilinen antibiyotiğe dirençli bakteriler, idrar yolu enfeksiyonu ve zatürree gibi hastalıklara neden oluyor. Bu nedenle, enfeksiyonlarla mücadele için yeni antimikrobiyal ilaçların geliştirilmesi acil bir ihtiyaç olarak görülüyor.

Portsmouth Üniversitesi ile Tayland'daki Naresuan ve Pibulsongkram Rajabhat üniversitelerinden bilim insanları tarafından yapılan yeni

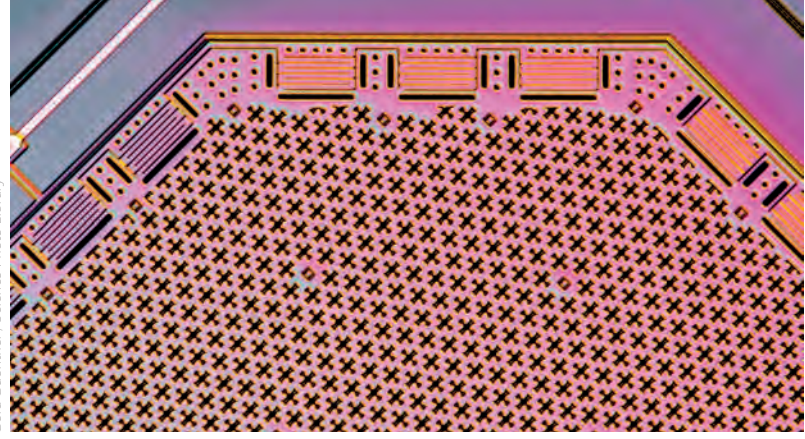


bir araştırma, bazı ağaçların kabuğunda bulunan hidrokinin isimli bir bileşiğin herhangi bir bakteri türünü inhibe edip edemeyeceğini araştırdı. Hidrokininin insanlarda sıtmaya karşı etkili bir ajan olduğu hâlihazırda biliniyordu ancak şimdye kadar antimikrobiyal özellikleri hakkında çok az araştırma yapılmıştı.

*Tropical Medicine and Infectious Disease* dergisinde yayınlanan bulgular, bu organik bileşiğin antimikrobiyal özellikleri sayesinde, gelecekteki klinik araştırmalar

için potansiyel bir aday olarak değerlendirilebileceğini öne sürüyor. Portsmouth Üniversitesi Eczacılık ve Biyomedikal Bilimler Okulundan Dr. Robert Baldock, hidrokininin %30 ile %50 arasında yüksek ölüm oranları ile ilişkilendirilen ve çoklu ilaca dirençli yaygın bir patojen olan *Pseudomonas aeruginosa* dâhil olmak üzere birçok mikroorganizmayı öldürebildiğini tespit ettiklerini söylüyor.

Naresuan Üniversitesi Tıbbi Teknoloji Bölümünden Dr. Jirapas Jongjitwimol; gelecekteki araştırmalarında hidrokininin moleküler hedefini ortaya çıkarmayı amaçladıklarını, böylece bileşiğin patojenik bakterilere karşı nasıl çalıştığını ve klinik bir ortamda potansiyel olarak nasıl kullanılabileceğini anlamayı hedeflediklerini belirtiyor. ■



Cerd Quentner / Science Photo Library

## Kendiliğinden Yok Olan Geçici Mikroelektromekanik Sistemler

Mahir E. Ocak

Yeni elektronik cihazlar geliştirmeye çalışan mühendisler genellikle ortaya çıkacak ürünün dayanıklı ve uzun ömürlü olmasını isterler. Ancak bu ürünler bir kez ömrünü tamamlayıp atık hâline geldikten sonra kolay kolay yok olmaz, geri dönüştürülmeleri de zordur. Son yıllarda üzerine araştırmalar yapılan konulardan biri ise görevini tamamladıktan sonra çözünebilir, emilebilir veya parçalanabilen “geçici” mikroelektromekanik

(MEMS) cihazlar geliştirmek. İlk geçici MEMS’ler Northwestern Üniversitesinden Prof. Dr. John A. Rogers ve arkadaşları tarafından geliştirilmişti. Araştırmacılar *Nature Electronics*’te yayımladıkları son makalelerinde suda çözünebilir malzemeler kullanarak belirli bir süre içinde yok olan MEMS’ler geliştirdiklerini açıkladılar. Üretilen cihazlar suyla tepkimeye giriyor ve zararsız ürünler ortaya çıkararak yavaş yavaş yok oluyor.

Geçici MEMS’lerin yararlı olması beklenen pek çok alan var. Örneğin bu cihazlarla vücut tarafından emilebilir cihazlar üretilebilir.



Przemyslaw Reintus / Alamy

Geçici MEMS'ler kullanarak beyin travması geçirmiş hastaların kafatasının içindeki basıncı ölçebilecek sensörler geliştirilebilir. Bu cihazlarla vücut fonksiyonlarını içeriden düzenleyen aletler de üretilebilir. Örneğin kalp ameliyatından sonra nabızı düzenleyerek hastaların iyileşmesine yardımcı olan implantlarda geçici MEMS'ler kullanılabilir.

Geçici MEMS'lerin hiç kuşkusuz yararlı olması beklenen alanlardan biri de çevre takibi için geliştirilecek sensörler. Görevini tamamladıktan sonra kendiliğinden yok olan cihazlar, doğayı kirletmeden çevre sorunlarıyla ilgili bilgi edinmemize yardımcı olabilir. ■

## İnsülin Enjeksiyonlarının Yerine Oral İnsülin Tabletleri

Özlem Ak

Günlük insülin enjeksiyonlarının yerine oral insülin tabletleri geliştirmeye çalışan British Columbia Üniversitesinden bir ekip, yenilikçi bir keşif yaptı. Fareler üzerinde yürütülen deneylerin bulgularına göre, geliştirilen oral tabletlerin en son versiyonundaki insülin, enjekte edilen insülinle aynı şekilde emiliyor.

Arazi ve Gıda Sistemleri Fakültesinde baş araştırmacı olan Anubhav Pratap-Singh, her yemekten önce enjekte edilmesi

gerekmeyecek bu insülin formülasyonunun dünyadaki yaklaşık 9 milyondan fazla Tip 1 diyabet hastasının yaşam kalitesini ve zihinsel sağlığını iyileştireceğini umuyor. Dr. Pratap-Singh'in laboratuvarında araştırmacı olan Dr. Alberto Baldelli, oral yolla alınan insülin geliştirmeye yönelik önceki girişimlerde insülinin çoğunun midede biriktiğini ancak kendi geliştirdikleri tabletlerdeki insülinin yaklaşık %100'ünün doğrudan karaciğere gittiğini söylüyor. Araştırmanın baş yazarı Yigong Guo test edilen farelerin midelerinde insülin verildikten iki saat sonra bile hiç insülin tespit etmediklerini, tüm insülinin karaciğerde bulunduğunu ve bunun zaten insülin için ideal hedef olduğunu vurguluyor.

Dr. Pratap-Singh'in ekibi, yutmak yerine iç yanağa temas edecek şekilde ağız içine yerleştirildiğinde eriyen farklı türde bir tablet geliştirdi. Bu yöntem, yanağın iç astarında ve dudakların arkasında

bulunan ince zardan (yanak mukozası olarak da bilinir) yararlanıyor. Bu yolla ilaç doğrudan karaciğere iletiliyor. Yutulan insülin tabletlerinin çoğu, insülini iki ila dört saat içinde yavaşça salma eğilimindedir, enjekte edilen insülin ise hızla salınır, örneğin 30-120 dakika içinde tamamen emilebilir. Dr. Baldelli, hızlı etkili insülin enjeksiyonuna benzer şekilde, geliştirdikleri oral uygulama tabletinin yarım saat sonra emilim sürecinin başladığını ve bunun yaklaşık iki ila dört saat sürebildiğini söylüyor. Çalışmada henüz insan denemelerine başlanmadığını belirten Dr. Pratap-Singh, bunun gerçekleşmesi için daha fazla zamana, finansmana ve iş ortaklıklarına ihtiyaç duyacaklarını ifade ediyor. Bununla birlikte, geliştirdikleri tabletin diyabet hastaları için açık potansiyel faydalarının yanı sıra daha sürdürülebilir, uygun maliyetli ve erişilebilir olabileceğini de vurguluyor. ■



# Haptik Teknolojisi ve Uygulamaları

## Dokunma Duyusu Taklit Edilebilir mi?

Dr. Tuncay Baydemir [ TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi

Dokunma duyusu gerçek ya da sanal ortam ile son kullanıcı arasında iki yönlü bir enerji ve bilgi akışı sağlaması bakımından benzersiz bir algılama şekli. Bu duyu mekanizması mekanik, termal ve kimyasal sinyaller aracılığıyla bilgi toplar. Dolayısıyla dokunma duyusu ile ilgili ekranlar ve arayüzler gibi insan merkezli teknolojilerin mühendisliği, bu duyu sisteminin niteliği ve kapasitesi tarafından belirlenir. Bu nedenle dokunma duyusu ile ilgili teknolojiler yani haptik teknolojiler geliştirilirken dokunma duyusunun işleyişini iyice kavramak gerekir.

Haptik kelime anlamı olarak Yunanca “dokunma duyusu ile ilgili” anlamına gelen *haptesthai* fiilinden türetilmiştir. Dokunma duyusu yoluyla çevredeki nesnelere ve ortamların algılanması ve manipülasyonu bilimini ifade eder. Nesnelere ve/veya çevreye “dokunma”; insanlar, makineler veya her ikisinin bileşimi tarafından gerçekleştirilebilir; dokunma sırasında nesnelere ve ortamlar gerçek, sanal veya bu ikisinin birleşimi olabilir. Ayrıca bu etkileşime görme ve işitme gibi diğer duylar da eşlik edebilir.









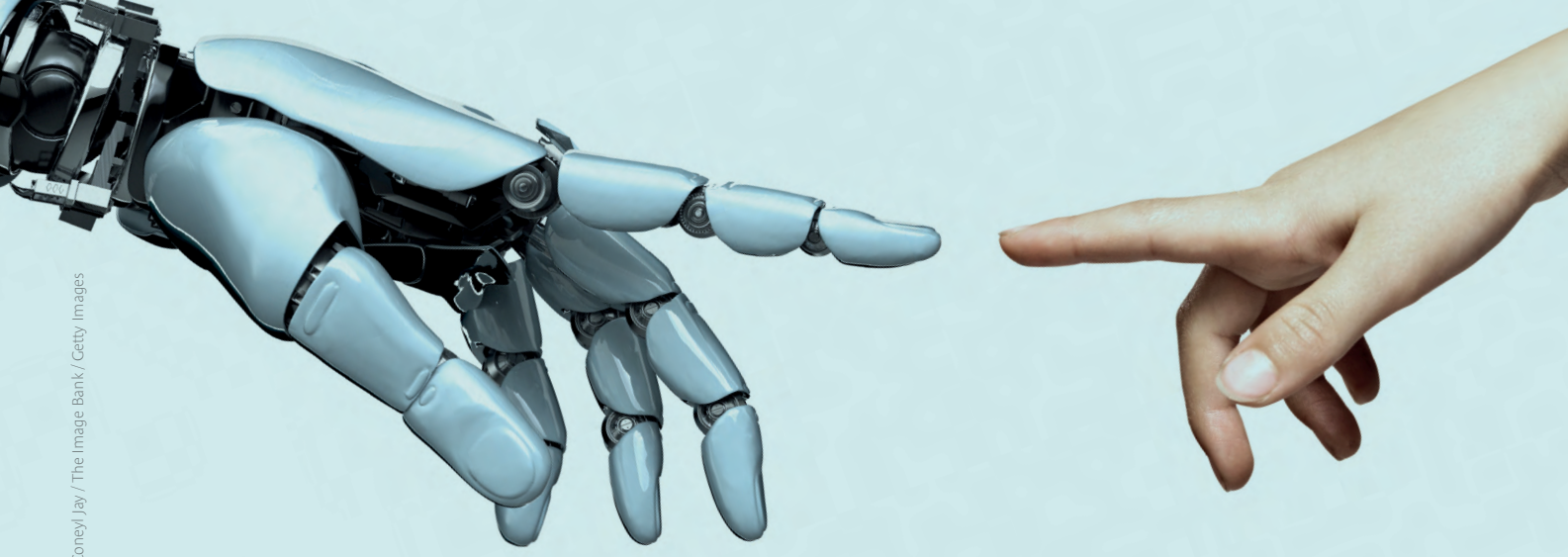
Ktsdesign / Science Photo Library

**İ**nsan haptik sistemi en büyük duyu organı olan deriyi, kas-iskelet sistemini, çevresel duyusal sinir sistemini ve beyni kapsar. Vücuttaki deri ve ilişkili dokular yoğun bir şekilde sinirlerle donatılmıştır. Ancak dokunsal hassasiyet farklı bölgelerdeki sinir yoğunluğuna bağlı olacak şekilde vücut yüzeyi boyunca değişiklik gösterir. Örneğin parmak uçları gibi vücudun en hassas bölgelerinde santimetrekare başına binlerce nöron bulunur. Bu duyusal algılayıcılar, bilinçli veya istem

dışı olması fark etmeksizin, vücudun çevreyle olan etkileşimi hakkında çok fazla bilgi içeren mekanik, termal ve kimyasal sinyalleri yakalar. İnsan sinir sisteminin iki işlevi haptik alanında birincil derecede rol oynar. Bunlardan ilki olan kinestezi; kaslar, tendonlar ve eklemler içindeki kuvvetlerin ve yer değiştirmelerin içsel olarak algılanmasıdır. İkincisi ise dokunsal algılama yani ciltteki değişikliklerin algılanmasıdır.

Psikoloji ve sinir bilimi literatüründe haptik teriminin karşılığı, kinestetik (kuvvet/pozisyon) ve kutanöz (dokunsal) algılayıcılar aracılığıyla insan dokunuşunun algı ve manipülasyonu ile ilgili çalışmalardır. Robotik ve sanal gerçeklik literatüründe ise haptik teriminin tanımı, robotlar ve insanlar ile gerçek ve sanal ortamlar arasındaki gerçek veya yapay dokunsal etkileşimler ve bu etkileşimlerin kombinasyonlarıdır. Dokunma yoluyla algılamanın tüm bileşenleri bir araya geldiğinde; nesnelerin, yüzeylerin ve malzemelerin özelliklerini algılamak ve bunlar üzerinde çeşitli fiziksel faaliyetler gerçekleştirmek mümkün hâle gelir. Dokunma hissi olmadan ve dokunsal geri bildirim sağlanmadan düğme iliklemek, not yazmak ve tokalaşmak gibi oldukça basit görevlerin bile gerçekleştirilmesi son derece zorlaşır.

Haptik araştırmaları için disiplinler arası çalışmalar yapmak gerekiyor. Biyomekanik, psikoloji, nörofizyoloji, mühendislik ve bilgisayar bilimleri gibi pek çok alan uzmanı haptik teknolojisi araştırmalarına katkı sağlıyor.



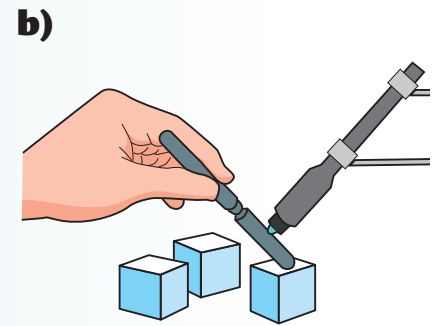
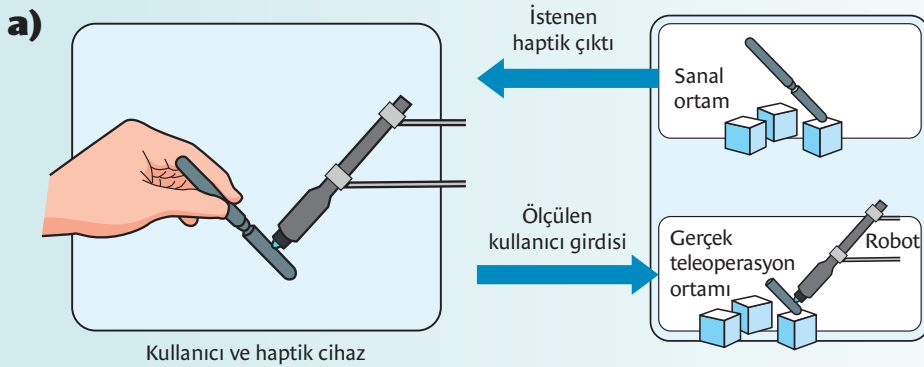
## Genel Bir Haptik Döngü Nasıl Çalışır?

Dokunsal arayüzlerin amacı, mekatronik cihazlar ve bilgisayar kontrolü aracılığıyla gerçek bir ortamı manipüle ederek dokunsal deneyimi artırmaktır. Bu arayüzler, bir haptik cihaz ve kullanıcı girdilerinin haptik cihazla iletişimini sağlayan bir kontrol bilgisayarından oluşuyor. Dokunsal arayüzlerin yapıları ve çalışma prensipleri temel olarak

bu şekilde olsa da uygulamaların çeşitliliğine göre bazı farklılıklar görülebiliyor.

Haptik döngüyü en basit bir şekliyle tarif etmek gerekirse ilk önce haptik cihaz kullanıcı girdilerini (konum ve türevleri, kuvvet, kas aktivitesi vb.) algılar. Daha sonra ise algılanan girdi uzaktan kontrol edilen bir ortama uygulanır. Bu ortam ya sanal bir ortamdır ya da bir teleoperasyon sistemidir. Kullanıcı girdisinin sanal ortamdaki nesnelere üzerindeki etkisi ve bundan dolayı kullanıcıya verilecek yanıt çeşitli modellemeler

ve haptik algoritmalar kullanılarak hesaplanır. Teleoperasyon sistemlerinde ise uzaktan gerçekleştirilen kullanıcı girdisi izlenir ve gerçek ortamla etkileşim hâlinde operatörlere aktarılacak bu haptik bilgi kaydedilir. Son aşamadaysa dokunma duyuları haptik cihaz tarafından kullanıcıya iletilir. Kullanıcı kontrolünün bilinçli veya istem dışı olmasına bakılmaksızın, haptik geri bildirimle ilgili olarak kullanıcı girdisi değiştirilir ve yeni bir haptik döngü başlar. Oldukça basit görünen bu döngü, son derece karmaşık haptik arayüzler geliştirilirken çok zor bir



Hannaford, B., Okamura, A.M. (2016). Haptics. In: Siciliano, B., Khatib, O. (eds) Springer Handbook of Robotics. Springer Handbooks. Springer, Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-32552-1\\_42](https://doi.org/10.1007/978-3-319-32552-1_42)

**a)** Genel bir haptik arayüzü döngüsü. Haptik cihaz insan kullanıcı girdilerini (konum, kuvvet vb.) algılar ve sistem bu girdiyi sanal veya teleoperasyonlu bir ortama uygular. Kullanıcıya aktarılacak ortam yanıtı ise modeller, algoritmalar ve algılayıcılar yoluyla hesaplanır. Sonra haptik cihazda bulunan aktarıcılar üzerinden kullanıcıya dokunma duyuları iletilir.

**b)** İdeal bir senaryoda kullanıcı gerçek bir çevre ile doğrudan etkileşime girdiğini hissedebilir.

hâl alabiliyor. Bunların üstesinden gelmek ve başarılı uygulamalar geliştirmek içinse temel robotik teorisi ve insan haptik kabiliyetinin çok iyi anlaşılması gerekiyor.

Haptik arayüz performansı genel olarak insan algılama ve motor kontrol özelliklerine dayanıyor. Bu nedenle haptik cihazlar geliştirirken hem fiziksel dinamiklerin sürekli doğasının hem de bilgisayar kontrolünün ayrı doğasının dikkate alınması gerekiyor.

## Dokunarak Neleri Öğreniriz?

1980'lerdeki araştırmaları sayesinde Susan J. Lederman ve Roberta L. Klatzky, insan haptik öğrenme prosedürleri olarak bilinen standartları ortaya koydu. Bu çalışmalarda gözleri kapalı kişiler ellerine yerleştirilen nesnelere değişik hareketler ve algılama kabiliyetleriyle tanımlayabildiler. Nesneyle ilgili (şekil, sıcaklık, doku gibi) özel bir bilgi istenildiğinde ise kişiler aynı prosedürleri izleme eğilimi gösterdiler.

Lederman ve Klatzky yaptıkları çalışmalar sonucunda, insan haptik algısını "keşif prosedürleri" olarak adlandırılan sekiz farklı uygulama ile

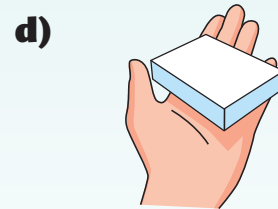
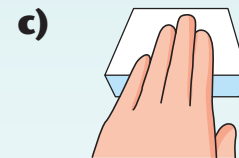
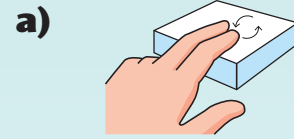
tanımladılar. Nesnedeki farklı özelliklerin doğru bir şekilde tanımlanabilmesi içinse iki elin birlikte kullanılması; el, bilek ve kol hareketlerinin serbest bir şekilde yapılabilmesi ve duyu mekanizmalarının doğru bir şekilde çalışması gerekiyor. Haptik cihazların tasarımı için bu keşif prosedürleri yol gösterici olarak büyük önem taşıyor. Araştırmalarda bu prosedürlerin hepsini birden destekleyecek bir cihaz tasarlamak hedeflense de günümüz teknolojisi ile bunu tam olarak gerçekleştirmek epeyce zor görünüyor.

Keşif prosedürleri uygulandığında nesnenin farklı özelliklerinin algılanması mümkün oluyor:

- 1) Yanal Hareket – Yüzey dokusu
- 2) Bastırma - Sertlik
- 3) Statik temas – Sıcaklık
- 4) Desteksiz tutuş – Ağırlık
- 5) Çevreleme – Şekil, Hacim
- 6) Kontur takibi – Kesin şekil, hacim
- 7) Parça hareket testi – Hareket kabiliyeti
- 8) Fonksiyon testi – Özel işlevsellik

Dokunma yoluyla pürüzlülük, uyum, sürtünme, deformasyon, esneklik ve kayganlık gibi farklı özelliklerin yanında eğrilik, şekil ve yönelim gibi özellikler de algılanabilir. Ayrıca eldeki nesnelerin adedi de sayılarak veya alt sınıflara ayrılarak belirlenebilir. Haptik cihazlarla bu işlevselliklerin

mümkün olduğunca fazla sağlanması hedefleniyor. Haptik arayüzlerin kullanımı ticari anlamda henüz çok yaygın olmasa da büyük bir potansiyel taşıdığı çok açık. Haptik uygulamaları otomotiv, tasarım/modelleme, eğitim, eğlence, insan-bilgisayar etkileşimi, imalat/montaj, tıbbi simülasyon, mikro ve nanoteknoloji, cerrahi robotik, moleküler biyoloji, uzay, rehabilitasyon ve tıbbi cihaz/protez gibi çok farklı alanlarda kullanılmak üzere geliştiriliyor.



Keşif prosedürlerinden bazılarının şematik gösterimi.

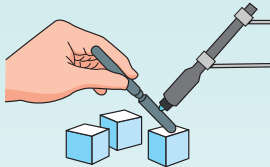
Yanal hareket (a) ile doku, bastırma (b) ile sertlik, statik temas (c) ile sıcaklık ve desteksiz tutuş (d) ile ağırlık hakkında bilgi ediniliyor.

# Haptik Cihazlar

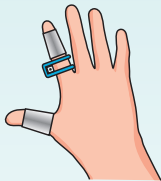
Haptik cihazlar kavranabilir, giyilebilir ve dokunulabilir sistemler olarak sınıflandırılıyor. Bu sınıflarda dokunsal geri bildirimler farklı mekanizmalar yoluyla gerçekleştirilebilir.

Kavranabilir sistemler, genel olarak kinestetik (kuvvet geri bildirimi) cihazlardır ve kullanıcının tuttuğu bir alet aracılığı ile nesnelere itmesine ve çekmesine izin verir. Kuvvet geri bildirimi alınan nesnelere bir zeminle desteklenebildikleri gibi kimi durumlarda herhangi bir destek olmaksızın boşlukta da çalışabilirler.

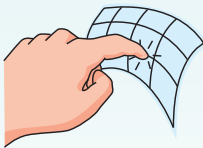
Giyilebilir sistemler genel olarak ellere veya vücudun diğer bölgelerine giyilen ve duyarlı doğrudan cilde ileten kutanöz cihazlardır. Titreşim, cilt gerilmesi ve deformasyonu gibi bilgiler sağlayabilen



Kavranabilir Sistem



Giyilebilir Sistem



Dokunulabilir Sistem

Haptik sistem çeşitlerinin örneklerle gösterimi. Haptik cihazlar yoluyla gerçekleşen etkileşimlerin çeşitliliği bu üç farklı sistemle sağlanıyor.



Kilto Chan / Moment / Getty Images

bu cihazlar; dış iskelet gibi vücuda bağlandığında kinestetik geri bildirim de sağlayabilir. Giyilebilir haptik cihazların kullanıcılara hareket özgürlüğü sağlaması onları mobil uygulamalar için son derece cazip kılıyor.

Dokunulabilir sistemler ise kullanıcının yüzeyi aktif olarak keşfetmesini sağlar. Bu cihazlar, mekanik ve yüzey özelliklerinin yanı sıra şekillerini de değiştirebilen hibrit kutanöz ve kinestetik cihazlar olabilir.

## Disiplinler Arası Haptik Araştırmalar

İlk Dünya Haptik Konferansı 2005 yılında düzenlendi ve iki yılda bir olacak şekilde gerçekleştirilmeye devam ediyor. Dünyanın çeşitli bölgelerinden çok sayıda araştırmacının katılım gösterdiği bu konferanslar haptik araştırmalara olan ilgiyi de sergiliyor. 2008 yılında, uluslararası saygın bir organizasyon olan IEEE (Elektrik ve Elektronik Mühendisleri Enstitüsü), *IEEE Transactions on Haptics* dergisini yayınlamaya başladı. Bu iki gelişme haptik algılama üzerine yapılan araştırmaları hızlı bir şekilde artırdı. Bu



noktada robotik ve bilgisayar alanındaki teknolojik gelişmelerin alana katkısını da unutmamak gerekiyor.

Haptik araştırmalar insan haptik sistemi, makine haptik sistemi, bilgisayar haptik sistemi ve multimedya haptik sistemi olarak dört alt alanda toplanıyor. Bu alanlardaki araştırmalarla gelişmeler yeni ve etkili haptik uygulamaların geliştirilmesine olanak sağlıyor.

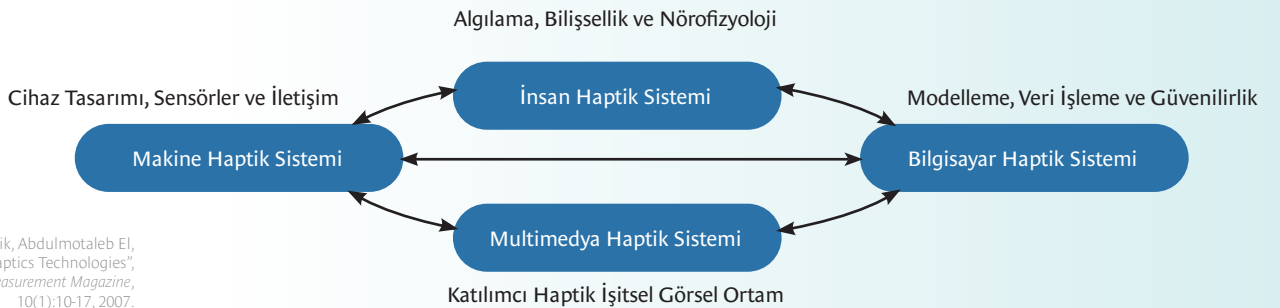
İnsan haptik sisteminde kullanıcı bir nesneye dokunduğunda cilde etkileşim kuvvetleri uygulanır. İlişkili duyu sistemi elde edilen bilgiyi beyne iletir ve algılama bu sayede gerçekleşir. Bunun üzerine

beyin, kasları harekete geçirmek için motor komutlar verir. İnsan haptik sistemi temel olarak insan duyu-motor döngüsünü ve dokunma algısı ile ilgili tüm yönleri inceler.

Makine haptik sistemi, insan dokunuşunu taklit eden veya geliştiren mekanik cihazlar tasarlamayı ve üretmeyi kapsıyor. Bu cihazlar, sinir sistemi ile bilgi alışverişinde bulunmaları için insan vücudu ile temas hâlinde bulunur. Haptik arayüzler genel olarak iki temel işlev gerçekleştirir. Birincisi insan vücudunun herhangi bir bölümünün pozisyon veya temas kuvvetini ölçmek. İkincisi ise elde edilen bilgiyi işleyerek pozisyon veya kuvvetleri konumsal ve zamansal olarak uygun şekilde kullanıcıya iletmek.

Bilgisayar haptik sistemi sanal ortam ve nesnelerin dokunma hissiyle algılanmasını sağlamak amacıyla algoritmalar ve yazılımlar geliştirmekle ilgilidir. Haptik işleme ve görsel işleme gibi iki temel bileşenden oluşan sistem; sanal ortamdaki grafik, ses ve kuvvet tepkilerini kullanıcıya iletir.

Multimedya haptik sistemi ise çevreye ilişkin uzamsal, zamansal ve fiziksel bilgilerin edinilmesinin yanı sıra bu bilgilerin bir multimedya sistemindeki ses, video ve metin gibi diğer bileşenler ile entegrasyonu ve koordinasyonu olarak tanımlanıyor.



# Haptik Uygulamalar ve Gelecekte Beklenen Gelişmeler

Teknolojik gelişmelerle birlikte geliştirilen haptik cihazlar da hayatın pek çok alanında kullanılıyor. Hızlı bir şekilde büyüyen ve gelişen mobil cihazlar ve robotik alanları haptik algı üzerine yapılan temel araştırmaları da olumlu yönde etkiliyor. Sanal gerçeklik ve teleoperasyon alanlarında haptik cihazların kullanılması, bu cihazların uygulama alanlarına her geçen gün yenilerini ekliyor.

Haptik teknolojilerin en basit uygulamaları arasında akıllı telefonlardaki titreşim ve dokunmatik ekranlar gösterilebilir. Dijital oyunlardaki haptik kuvvet geri bildirimli kumandalar ve direksiyon simitleri bu oyunlarda yaşanan tecrübeyi daha gerçekçi boyutlara taşımak için kullanılıyor. Grafik kullanıcı arayüzlerinde de haptik geri bildirimlerden yararlanılıyor.

Görme engelli kişiler, onlara özel olarak geliştirilen haptik cihazlardaki dokunmatik ekranı kullanarak hissedebilecekleri şekilde menü ve simgelere ulaşabiliyor, grafik bilgilere erişebiliyor, sanal grafikler oluşturabiliyor ve dokunmatik haritalar vasıtasıyla yönlerini tayin edebiliyor. Titreşimli giyilebilir cihazlar da onları gidecekleri

konuma yönlendirebiliyor ve kalan mesafe hakkında bilgi veriyor.

Otomotiv endüstrisinde dokunsal geri bildirim ile dikkat dağıtıcı kontrol panellerini kullanmaya gerek kalmadan pek çok ayarlama hızlı bir şekilde yapılabiliyor. Böylece sürüş güvenliği de artıyor.

Eğitim alanında, hareket ve dokunma yoluyla tecrübe edilen karmaşık konular daha kolay anlaşılabilir. Haptik uygulamalar ile görsel ve işitsel öğrenmeye odaklı eğitim yeni bir boyut kazanıyor. Haptik cihazlar kullanılarak nesnelerin statik ve dinamik özelliklerinin yanı sıra mikroskobik yapıların da deneyimlenmesi sağlanabilir, sanal molekül yapılar oluşturulabilir. Eğitimde haptik uygulamalar kullanılarak konu ve kavramların daha kolay anlaşılır hâle getirilmesi hedefleniyor.

Tıbbi simülasyon alanında kullanılan haptik arayüzler ile bazı cerrahi prosedürlerin eğitimi gerçekleştiriliyor ve teleoperatörler

ile uzaktan cerrahi operasyonlar yürütülüyor. Stajyer doktorlar sanal gerçeklik tabanlı enjeksiyon prosedürlerini uygulayabiliyor, biyolojik doku ve organ modellerini gerçekçi bir şekilde görerek ve dokunarak inceleyebiliyor, cerrahi prosedürler uygulayabiliyor. Böylece daha gerçekçi eğitimler ve deneyimlerle yetkin cerrahlar yetiştiriliyor ve birçok ameliyatta da daha az efor sarf edilmesine olanak tanınıyor. Haptik uygulamalarla mikro ve makro robotlar kullanmak da mümkün. Bu alandaki haptik araştırmalar gerçek zamanlı görüntüler için hem cihaz hem de yazılım algoritmaları geliştirilmesini içeriyor. Ayrıca hasta rehabilitasyon robotiğinde de haptik cihazlardan faydalanılıyor.

İnsan-bilgisayar etkileşimlerinin yanı sıra bilgisayarların aracılık ettiği insan-insan etkileşimlerini geliştirmek için de haptik sistemlerin kullanımı üzerine araştırmalar yapılıyor. Böylece ortak bir sanal ortamda iş birliği gerektiren görevlerde dokunsal



geri bildirim etkisi inceleniyor. Beyin-makine arayüzleri ile birlikte dokunma algısını sağlayan ve beyin fonksiyonları ile yönetilebilecek akıllı protezler geliştirilmesi için de çalışmalar yürütülüyor.

Dokunsal geri bildirim modellerinden sanat ve tasarım alanlarında da faydalanılıyor. Sanal şekillendirme ve tasarımlar haptik uygulamalarla hayata geçirilebiliyor. Daha gelişmiş uygulamalar ile sanal sanat sergileri, konser salonları ve müzelere uzaktan katılım gösterebilmek, eserlere dokunarak onları hissetmek ve hatta müzik enstrümanlarını çalmak bile mümkün olabilecek. Sanal heykeltıraşlık da bireysel ya da grup hâlinde yapılabilecek.

Haptik uygulamaların gelecekte daha fazla çeşitlenmesi ve mevcut uygulamaların da ileri seviyelere taşınması bekleniyor. Bu konuda haptik teknolojilerin holografik projeksiyonla birleştirilmesi için çalışmalar sürüyor. Ultrason dalgalarına dayanan bu teknoloji sayesinde kullanıcının hologramdan aldığı yanıtı vereceği haptik tepki

ile nesnenin algılanması mümkün olabilecek. Biyometri alanında haptik uygulamalar kullanılması sayesinde ise konum, hız ve kuvvet gibi parametreleri kullanan eşsiz fiziksel modeller geliştirilecek ve kimlik tanıma bu temel üzerinden yapılacak. Elektronik ticaret işlemlerinde alınacak ürün ile uzaktan fiziksel etkileşime girmek ve ürün hakkında fikir edinmek mümkün olabilecek. Eğitim alanında üç boyutlu geometri problemlerinin görselleştirilmesi ile daha net çözümlere ulaşmak sağlanabilecek.

Elbette bu sayılan uygulamalar haptik algı teknolojilerinin kullanımının sadece bazı örneklerini kapsıyor. Bu uygulamalardan hangilerinin hayata geçirileceğini ve olası başka uygulamaların neler olacağını bizlere zaman gösterecek. Sonuç olarak sanal gerçeklik ve teleoperasyon boyutları düşünüldüğünde haptik algı kullanım alanlarının burada bahsedilenlerden çok daha fazlası olacağını öngörmek çok da yanlış bir yaklaşım olmayacaktır.

## Sanal Gerçeklik ve Haptik Algı Kol Kola

Gelişen sanal ve artırılmış gerçeklik teknolojileri pek çok faaliyeti dijital ortamda yapmaya olanak sağlayabilir. Haptik teknolojiler insanın sanal ortamlardaki içeriği dokunarak algılamasına ve onunla etkileşime girmesine olanak sağlamada kritik bir rol oynayacak. Bu nedenle pek çok araştırmacı sanal gerçeklik ile dokunsal teknolojileri birbirlerine entegre etmek için yoğun bir şekilde çalışıyor. Öncelikli hedef kullanıcıların sanal nesnelere gerçekmiş gibi dokunup hissetmesine imkân veren haptik arayüzler oluşturmak.

Sanal, artırılmış ve karma gerçekliğin duyulara hitap edecek şekilde kullanılması ile geliştirilen teknolojiler “genişletilmiş gerçeklik” olarak tanımlanıyor. Bilim insanları ve endüstri ortaklığı ile yapılan yoğun çalışmalar sayesinde farklı duyulara hitap eden genişletilmiş gerçeklik teknolojilerinde son 10 yılda büyük ilerlemeler kaydedildi. Genişletilmiş gerçeklik araştırmalarında; bireyler, endüstri ve toplumun önemli ihtiyaçlarına yönelik yatırımlarının sürekli artması bu ilerlemelerin sağlanmasında önemli rol oynadı.

Sağlık, tıp, rehabilitasyon, eğitim, spor, araştırma, arkeoloji, sanat, tasarım, askeriye, havacılık, robotik, dijital oyun, telekomünikasyon, pazarlama ve reklamcılık, sanal seyahat, müzik, e-ticaret, eğlence



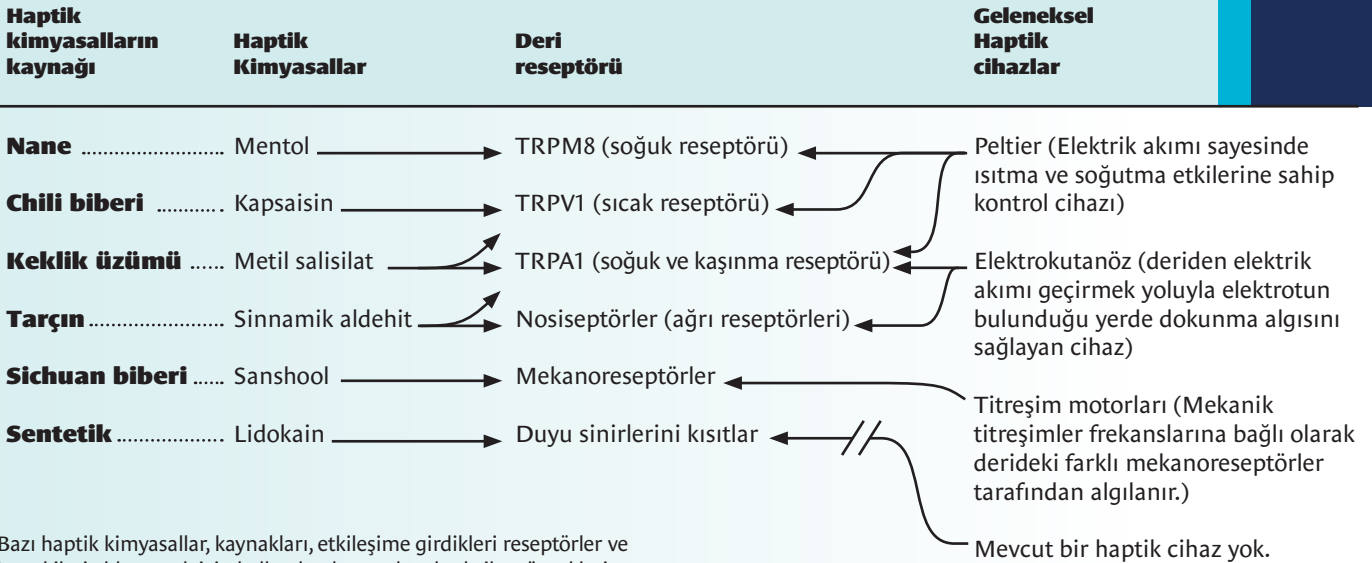
ve daha pek çok alanda büyük potansiyel taşıyan genişletilmiş gerçeklik sistemlerinin gerçek potansiyeline ulaşabilmesinin yolu haptik teknolojilerindeki gelişmelerden geçiyor. Her ne kadar insandaki haptik algı seviyesine teknolojik olarak ulaşmak zor gözükse de bilim insanları sınırları zorlamaya devam ediyor.

## Uyarıcı Kimyasal Maddeler İle Dokunsal Duyum

Fiziksel temas, fiziksel dünya ile etkileşimde bulunmak için kritik bir öneme sahip. Sanal gerçeklik söz konusu olduğunda ise sürükleyici ve gerçekçi deneyimler yaşamak için dokunsal cihazların geliştirilmesi ve kullanılması büyük önem taşıyor. Dokunsal hisleri doğrudan deriye ileten giyilebilir cihazlar basınç ve titreşimin yanı sıra deride gerilme ve esneme gibi fonksiyonelliklerle derideki algılayıcıları uyararak bunları başarabiliyor. Ancak dokunma yoluyla hissedebileceğimiz bununla sınırlı değil.

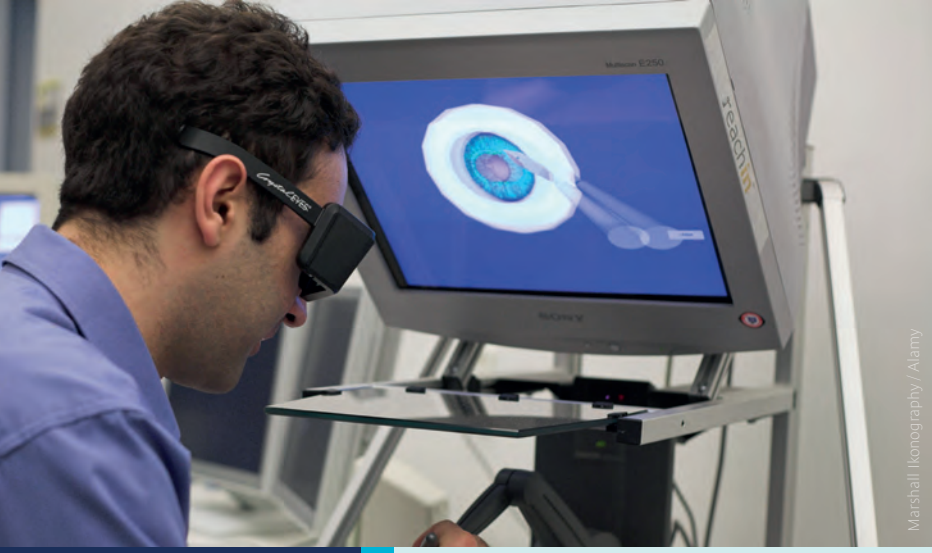
Son yıllarda araştırmacılar; karıncalanma, kaşıntı, sıcaklık, ağrı gibi daha ince ve karmaşık duygusal çağrışımların hissedilmesini sağlayacak yollar üzerinde çalışıyorlar. Ancak bu dokunsal duyuların kullanıcıya yapay yollarla verilmesinin önünde bazı engeller var. Örneğin karıncalanma, gıdıklanma ve sıcaklık hissi vermek için kullanılan çoğu uyarıcının boyutları oldukça büyüktür, çok fazla enerji harcarlar ve bu yaklaşımların çoğu mekanik tetikleyiciler olup termoreseptörler (sıcağa ve soğuğa tepki veren duygusal algılayıcılar) ve nosiseptörler (ağrı algılayıcıları) gibi cilt algılayıcılarının çoğunu harekete geçiremezler.

University of Chicago'dan araştırmacıların yaptığı bir çalışmada ise kullanıcı derisine verilen sıvı kimyasal uyarıcılar ile yeni bir haptik cihaz sınıfı da hayat buldu: "Kimyasal Haptik Cihazlar". Güvenli ve düşük dozlarda aktif kimyasal bileşenler içeren bu uyarıcılar, kullanıcının cildine uygulandığında derideki algı reseptörleri kimyasal yollarla tetikleniyor ve dokunsal algılar bu sayede oluşturuluyor.



Bazı haptik kimyasallar, kaynakları, etkileşime girdikleri reseptörler ve bu etkileri elde etmek için kullanılan bazı geleneksel cihaz örnekleri





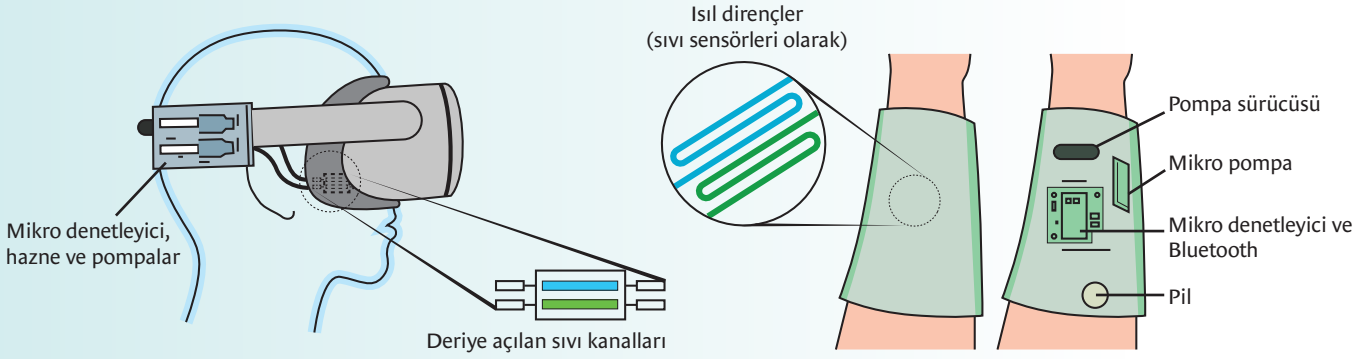
Marshall Honography / Alamy

Araştırmacılar yaptıkları çalışma ile belirli sürede etkili olan dokunsal algılar sağlamak için farklı kimyasal maddeler belirlediler: Sanshool (karuncalanma hissi), Lidokain (uyuşma hissi), Sinnamik aldehit (batma hissi), Kapsaisin (ısınma hissi), Metil salisilat (soğuk, sıcak ve yanma kombinasyonu hissi) ve Mentol (soğutma hissi). Yaklaşımlarının sanal gerçeklik gibi ortamlarda uygulanmasını sağlamak için vücudun yüz, kol ve bacak gibi çeşitli bölgelerine giyilebilen bir cihaz tasarladılar. Silikon bir yama şeklinde uygulanan bu cihaz, sıvı uyarıcı olan bu kimyasalları istenilen zamanlarda mikro pompalar ile kullanıcının derisinin yüzeyine gönderiyor. Deri tarafından emilen bu kimyasallar da çeşitli dokunsal algıları harekete geçiriyor.

Çalışma temelde iki kısımdan oluşuyordu. İlk kısımda her bir kimyasalın tetiklediği duyuların etki zamanı profilleri ortaya kondu ve bunlara özgü etkileşimli sanal gerçeklik deneyimleri tasarlandı. İkinci kısımda ise haptik kimyasallar kullanılarak tasarlanan sanal gerçeklik deneyimleri kullanıcılar üzerinde test edildi. Kullanıcılar üzerinde iki farklı giyilebilir

cihaz denendi. Bunlardan ilki kullanıcının yüzü ile sanal gerçeklik başlığı arasında olacak şekilde yanaklarda, ikincisi ise kılıf şeklinde ön kolda bulunuyordu. Üzerindeki piller sayesinde kablosuz çalışan bu cihazlar, sanal gerçeklik başlığıyla iletişimlerini Bluetooth aracılığı ile sağlıyordu. Tasarlanan sanal gerçeklik senaryosunda ise kullanıcılardan nükleer reaktördeki çekirdek erimesinin önüne geçmeleri ve felaketi önlemeleri bekleniyordu.

“Sanal gerçeklik deneyimi senaryosunda kullanıcı kendini bir nükleer santraldeki reaktör çekirdek erimesinin eşliğinde bulur. Amaç reaktörü kapatarak felaketin önüne geçmektir. Yaklaşan erime hakkında uyarılan kullanıcı, kollarına sabitlenmiş bir arayüz ile kapıları açar ve büyük bir patlama sesi duyar. O esnada kontrol panelini kullanmak ister; görsel olarak elektrik arızası kaynaklı kıvılcımları görmekle kalmaz, aynı zamanda ön kolunda bir karuncalanma hisseder (sanshool etkisi). Koridorları geçen kullanıcı karlı ve soğuk olan açık havaya çıkar ve üşür (mentol etkisi). Reaktör odasına girmek için kullanıcının kolundaki arayüzden kimlik doğrulaması yapması istenir ve o esnada sanal kol arıza verir. Kişi sanal gerçeklik ortamında kolundaki arızayı ve işlevsellik kaybetmeyi uyuşma yoluyla algılar (lidokain etkisi). Kullanıcı reaktör odasının kapısını açmayı başardığında sıcak buhar odaya dolar. Görsel olarak bunu görmekle kalmayan kullanıcı aynı zamanda yanaklarındaki cihaz sayesinde sıcaklığın da yavaş yavaş arttığını hisseder (kapsaisin etkisi).”



Sıvı kimyasal uyarıcıları yanaklara ve kol bölgesine vermek üzere iki farklı cihaz tasarlandı.

Yapılan araştırmanın sonuçlarına göre kullanıcılar haptik kimyasallarla sanal gerçeklik ortamında daha gerçekçi deneyimler yaşadıklarını belirttiler. Çalışma, dokunma duygusu algısını sadece basınç ve titreşimin ötesine taşıyarak haptik uygulamaların sınırlarını genişletiyor ve çoklu dokunsal duyular elde edilmesine olanak sağlıyor. Ayrıca bundan sonra yapılacak haptik araştırmalarda mevcut uygulamalarla birlikte kimyasal uyarıcıların da kullanılmasına öncülük ediyor.

## Değerlendirme

Haptik cihazların ve uygulamalarının çok çeşitli alanlarda kullanılabileceği yapılan çeşitli araştırmalar ve gelecekteki olasılıklar eşliğinde açık bir şekilde ortaya konuluyor. Robotik, bilgisayar, akıllı malzeme, iletişim ve sensör teknolojileri gibi alanlardaki gelişmeler daha etkili arayüzler geliştirilmesine ve sanal dokunma algısının daha gerçekçi olarak algılanmasına yol açıyor.

Haptik ve sanal gerçeklik araştırmalarının hedefi insan haptik sistemindeki kusursuzluğa erişmektir. Bunun için kullanıcıların doğal

haptik kapasitelerini kullanarak sanal nesne ve ortamlarla etkin bir şekilde etkileşime girebilmelerinin sağlanması gerekiyor. Genişletilmiş gerçeklik sistemlerinin gerçek potansiyeline ulaşması da buna bağlı görünüyor.

Geliştirilen haptik cihazlar; maliyetleri, boyutları ve harcadıkları güç bakımından değerlendirildiğinde henüz istenilen seviyede değiller. Bu nedenle daha küçük boyutlarda, giyilebilir, düşük enerji sarfiyatına sahip ve kablosuz çalışan yüksek teknoloji haptik cihazlar geliştirmek büyük önem taşıyor. ■

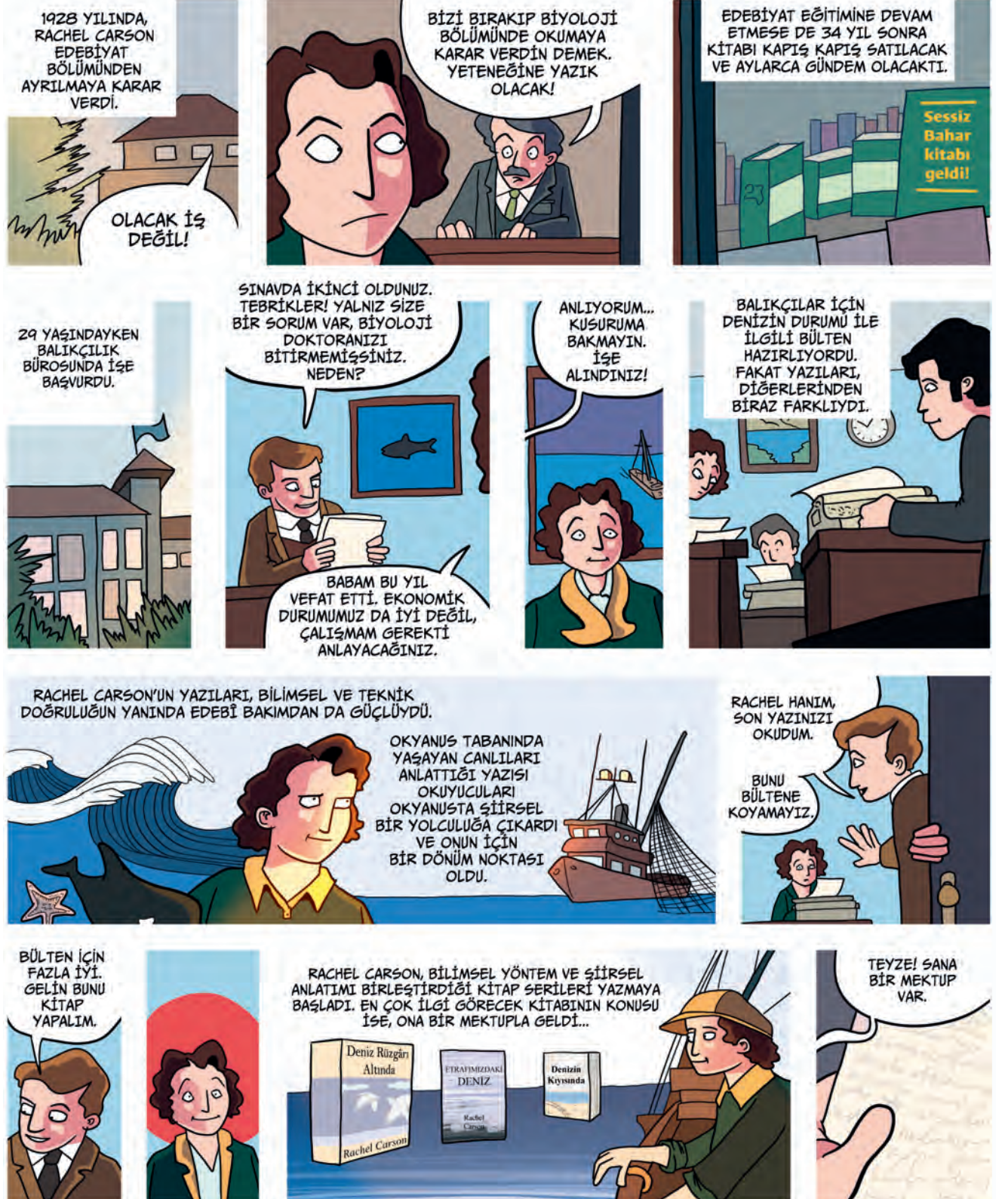
## Kaynaklar

- Hannaford, B., Okamura, A.M. (2016). Haptics. In: Siciliano, B., Khatib, O. (eds) Springer Handbook of Robotics. Springer Handbooks. Springer, Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-32552-1\\_42](https://doi.org/10.1007/978-3-319-32552-1_42)
- Saddik, Abdulmotaleb El, "The Potential of Haptics Technologies", *IEEE Instrumentation & Measurement Magazine*, 10(1):10-17, 2007.
- Kappers, A.M.I., Tiest, W.M.B., "Haptic Perception", *WIREs Cognitive Science*, 4:357-374, 2013.
- Culbertson, H., Schorr, S.B., Okamura, A.M., "Haptics: The Present and Future of Artificial Touch Sensations", *Annual Review of Control, Robotics, and Autonomous Systems*, 1:12.1-12.25, 2018.
- Sreelakshmi, M., Subash, T.D., "Haptic Technology: A Comprehensive review on its applications and future prospects", *Materials Today: Proceedings*, 4, 4182-4187, 2017.
- Srinivasan, M.A., "What is Haptics", *Laboratory for Human and Machine Haptics: The Touch Lab, Massachusetts Institute of Technology*, 1-11, 1995.
- Biswas, S. ve Visell, Y., "Haptic Perception, Mechanics, and Material Technologies for Virtual Reality", *Advanced Functional Materials*, 31, 2008186, 2021.
- Lu, J., Brooks, J., Liu, Z. Ve Lopes, P., "Chemical Haptics: Rendering Haptic Sensations via Topical Stimulants", *The 34<sup>th</sup> Annual ACM Symposium on User Interface Software and Technology (UIST '21)*, 2021.
- Lederman, S.J. ve Klatzky, R.L., "Hand movements: A window into haptic recognition", *Cognitive Psychology*, 19, 342-368, 1987.
- <https://www.newscientist.com/article/mg25333780-900-artificial-touch-the-new-tech-making-virtual-reality-more-immersive/>

# Bilim Çizgi

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

# RACHEL CARSON



MEKTUP, OLGA ADLI BİR ARKADAŞINDAN GELİYORDU. ÇIVARDAKİ KUŞLARIN ÖLMÜYE BAŞLADIĞINI ANLATIYOR, ONDAN YARDIM İSTİYORDU.

KUŞLARIN ÖLÜM NEDENİ, ONUN DA BİR SÜREDİR VARLIĞINDAN HABERDAR OLDUĞU, DDT ADLI BİR KİMYASAL MADDEYDİ.



TEYZE, BU DDT DENEN ŞEY SÖYLEDİĞİN KADAR ÖLÜMCÜL MÜ GERÇEKTEN? BİZ DE RISK ALTINDA MIYIZ?

"DDT, DÜNYA SAVAŞI SIRASINDA ASKERLERİN SİNEKLERDEN SITMA KAPMAMASI İÇİN GELİŞTİRİLDİ."

"YANI BİR BÖCEK İLACI. FAKAT BÖCEK ÖLDÜRMEKLE KALMIYOR. ÇEVREYE ÇOK AMA ÇOK ZARARLI."

DOĞA SONU OLMAYAN BİR KAYNAK DEĞİL. ONA ZARAR VERİRSEK KENDİMİZE ZARAR VERİRİZ. YAPTIĞIMIZ HER ŞEYİN SONUCUNU GÖRECEĞİZ.



BAYAN CARSON BİR ŞEY BİLMEYEN KONUŞUYOR. İLACIMIZIN BÖCEKLERDEN BAŞKA KİMSEYE BİR ZARARI YOK.

BU AÇIKÇA İLAÇ SANAYİNE AÇILMIŞ BİR SAVAŞ. BU HANİMEFENDİ DUYGUSALLIĞINI KENDİNE SAKLASIN.

CARSON'UN DEDİKLERİNDE HAKLILIK OLDUĞUNU DÜŞÜNÜYORUM. AYRICA BU KONU YALNIZCA DDT İLE SINIRLI DEĞİL.

DDT BENCE DE YASAKLANMALI. YALNIZ CARSON BURADA DAHA ÖNEMLİ BİR KONUYA İŞARET EDİYOR. DİKKATLİ OLMAZSAK DOĞAYI YAŞANMAZ HÂLE GETİREBİLİRİZ. BÖYLE BİR TEHLİKE VAR.

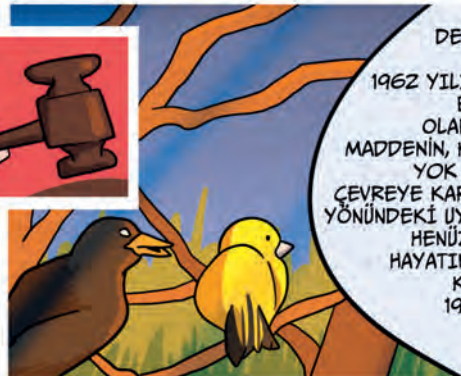
TÜM BU YAPTIKLARIMIZ ÇEVREYİ TAHRİP EDİYOR.



DURUM PEK İÇ AÇICI DEĞİL GİBİ TEYZE, NE DERSİN? DDT YASAKLANMADI. ZEHİRLENME DEVAM EDİYOR.

HENÜZ YASA GEÇMEDİ FAKAT BEN YİNE DE İYİMSERİM.

NE DEMEK İSTEDİĞİMİ İNSANLAR GÖRÜYOR ARTIK.



RACHEL CARSON (1907-1964) DENİZ BİYOLOĞU VE ÇEVRE BİLİMCİ.

1962 YILINDA YAYINLANAN "SESSİZ BAHAİR" BAŞLIKLIL KİTAPINDA, BÖCEK İLACI OLARAK ÜRETİLEN DDT ADLI KİMYASAL MADDEİNİN, KUŞLARI VE DAHA BİRÇOK CANLIYI YOK EDEBİLECEĞİNİ ANLATTI. İNSANIN ÇEVREYE KARŞI DİKKATLİ OLMASI GEREKTİĞİ YÖNÜNDEKİ UYARISI O DÖNEM ÇOK TARTIŞILDI. HENÜZ 57 YAŞINDA KANSER SEBEBİYLE HAYATINI KAYBETTİ. DDT'NİN İLAÇLAMADA KULLANILMASI, AMERİKA'DA ANCAK 1972'DE, TÜM DÜNYADA İSE 2004'TE TAMAMEN YASAKLANDI.

SON

**TÜBİTAK Ulusal Gözlemevi Heyecan Veren**

# **NASA DART Görevi Takibinde!**

Yücel Kılıç, Orhan Erece, Dr. Tuncay Özışık [ TÜBİTAK Ulusal Gözlemevi

Dünya üzerindeki yaşam her zaman başıboş bir gök cisminin Dünya'ya çarpma tehdidi ile karşı karşıyadır. Geçmişte yeryüzü üzerindeki büyük yok oluşlara sebep olan çarpışmalara kadar gitmeye gerek kalmadan, çok yakın zamanlarda bile Dünyamız küçük gök taşlarının saldırısına maruz kalmıştır. Bunların en bilinenlerinden bir tanesi, 15 Şubat 2013 tarihinde gerçekleşen Çelyabinsk meteor olayıdır. Boyutu sadece 20 metre olan bu küçük gök taşının yol açtığı şok dalgaları, Rusya'nın Çelyabinsk bölgesinde 1.600'ün üzerinde yaralanmaya ve çok fazla maddi hasara sebep olmuştu. Bu olay dahi tek başına nasıl bir problemle karşı karşıya olduğumuzu ve asteroit tehlikelerine karşı Dünyamızı akıllıca ve düşük maliyetli bir savunma sistemi ile korumamız gerektiğini gösteriyor. Bunun için öncelikle Dünya'yı tehdit eden asteroitleri tanımamız gerekir.



DART Görevi takip gözlemlerinin yapıldığı T100 teleskobu binası  
Bakırlitepe, Antalya

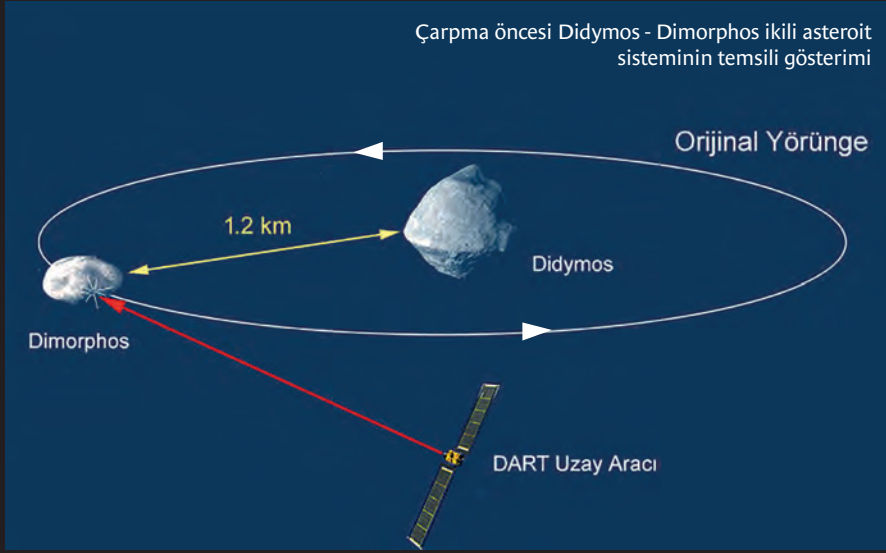


T100 Teleskobu

**A**steroitler; Güneş sistemi içerisinde yer alan ve büyük bir çoğunluğu Mars ve Jüpiter arasındaki Ana Kuşak ya da Asteroit Kuşağı denilen bölgede bulunan, çoğunlukla düzensiz

dağılım gösteren, metalce zengin kayalarlardır. Bu nesnelere, büyük gezegenlerin ve özellikle Jüpiter'in kütle çekimi etkisi nedeniyle buldukları yerlerden ayrılabilir ve gezegenimize yaklaşabilir. Yer'e çarpma tehlikesi olan ve Dünya

üzerindeki yaşam için tehdit oluşturabilecek bu asteroitlere "Potansiyel Tehlikeli Asteroitler" (PTA'lar) denir. Günümüz itibarıyla bilinen PTA sayısı 2.291 olsa da bu sayı her geçen gün gözlem teknikleri ve teknolojinin gelişmesiyle hızlı bir şekilde artıyor. Yer tabanlı diğer gözlemlerinde olduğu gibi TÜBİTAK Ulusal Gözlemevi'nde (TUG) de bu nesnelere takip ediliyor ve gökyüzündeki konum bilgileri kayıt altına alınıyor. Antalya, Bakırtepe'de 2.500 metre yüksekliğe sahip TUG'un bulunduğu boylamda başka bir profesyonel gözlemevi bulunmadığı için TUG'da yapılan gözlemler büyük önem taşıyor. TUG'un sahip olduğu gökyüzü kalitesi ve barındırdığı ileri teknoloji gözlem ekipmanları sayesinde PTA'ların hassas konum ve takip gözlemleri yapılıyor. Özellikle, 1 m ayna çaplı T100 teleskobu, geniş alan gözlem kabiliyeti sayesinde Güneş sistemi nesnelere yoğun bir şekilde kullanılıyor. Aynı zamanda ufuk bölgesinde gözlem yapabilen ve yine bir diğer geniş alan görüntüleme özelliğine sahip AYGÖZ teleskobu da bu nesnelere gözlenebilmesi için zaman zaman kullanılıyor. Tüm bu özelliklerin bir arada bulunması, TUG'u uluslararası araştırmacıların gözünde eşsiz bir gözlemevi kılıyor.



TUG'da yürütülen çalışmalara güzel bir örnek olarak, PTA sınıfındaki Apophis Asteroidi'ne ait verilerin toplanması gösterilebilir. Yer'e çarpma ihtimali epeyce yüksek olarak değerlendirilen bu asteroid, diğer gözlemleri ile birlikte TUG tarafından da gözlemlendi. Yapılan hesaplar sonrasında 350

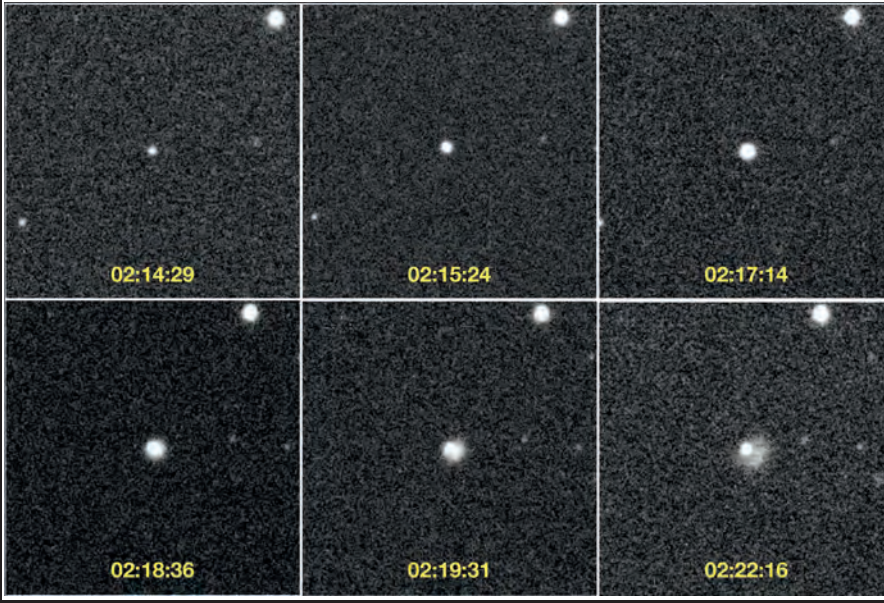
metre çapındaki bu asteroidin Dünyamıza çarpma ihtimalinin bulunmadığı ve 13 Nisan 2029 tarihinde Yer'den yalnızca 31.000 km uzaktan geçeceği ortaya konuldu. Yer - Ay uzaklığının ortalama 384.000 km ve jeosenkron (Yer eş zamanlı) uydu yörüngesinin yaklaşık 36.000 km olduğu düşünüldüğünde

Apophis'in aslında ne kadar yakın geçeceği anlaşılabilir. 350 metre çapındaki Apophis ya da benzeri boyutlarda bir asteroid Dünya'ya çarparsa yaklaşık 1.000 megaton TNT gücünde enerji açığa çıkarabilir. Bu enerji Hiroşima'ya atılan atom bombasından yaklaşık 6.000 kat daha güçlü bir yok edici etki oluşturabilir!

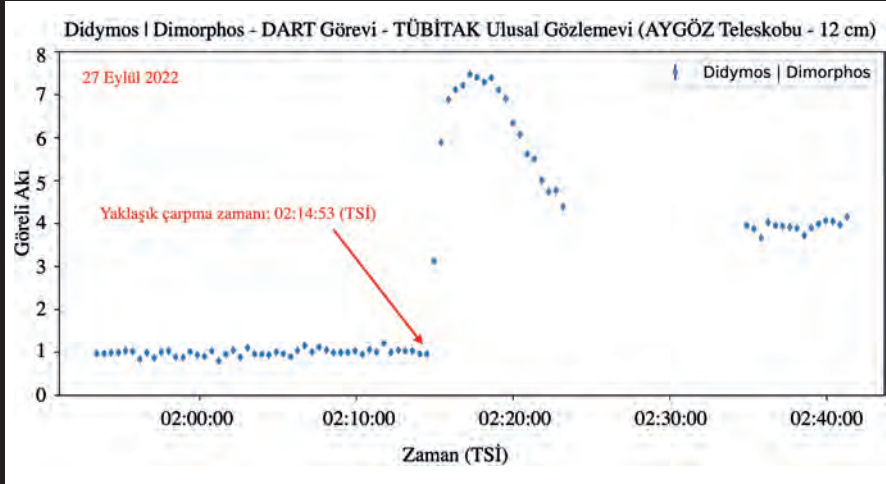
Peki, bir gök cisminin Yer'e çarpma ihtimalini tespit etmek ne işimize yarayabilir? Söz konusu cisimlerin Yer'e çarpmasını önlemek için ne yapabiliriz? Geçmişten beri sorulan bu soruların yanıtına NASA'nın DART görevi sayesinde artık çok yakınız.

Bir gök cisminin gezegenimize çarpacağını öğrensek muhtemelen herkesin aklına gelecek ilk çözüm fikri o nesnenin yörüngesini bir şekilde değiştirmek olurdu. Bu amaçla, 24 Kasım 2021 tarihinde Amerika Birleşik Devletleri, California'da bulunan Vandenberg Uzay Kuvvetleri Üssü'nden fırlatılan DART (Double Asteroid Redirection Test - İkili Asteroid Yönlendirme Deneyi) uzay aracı ile birlikte insanlık, ilk defa Yer'e yakın bir asteroidin yörüngesini saptırmayı amaçladı. Hedef olarak 1996 yılında keşfedilen, Yer'e çarpma tehlikesi bulunmayan ve tıpkı Yer ile





DART'ın Dimorphos asteroidine anbean çarpma anları



Yapılan ölçümlerde asteroit sisteminin parlaklığında çarpmanın etkisiyle birlikte yaklaşık 8 kata kadar artış olduğu gözlenmiştir.

Ay gibi ikili bir sistem olan Didymos (~780 m çapında) ve uydusu Dimorphos (~170 m çapında) belirlendi.

Didymos ve Dimorphos ikili bir sistem olarak Güneş etrafında dolanırken Dimorphos aynı zamanda Didymos etrafında dolanır ve bir turunu 11 saat 55 dakikada tamamlar. DART

görevi ile gönderilen uzay aracının Dimorphos asteroidine çarptırılması ve Dimorphos'un Didymos etrafındaki yörüngesinin değiştirilmesi amaçlandı. Yaklaşık 10 ay süren yolculuk sonrasında DART uzay aracı 11 milyon km uzaklıktaki Didymos - Dimorphos asteroit sistemine ulaştı ve 27 Eylül tarihinde, saat TSİ 02.14'te

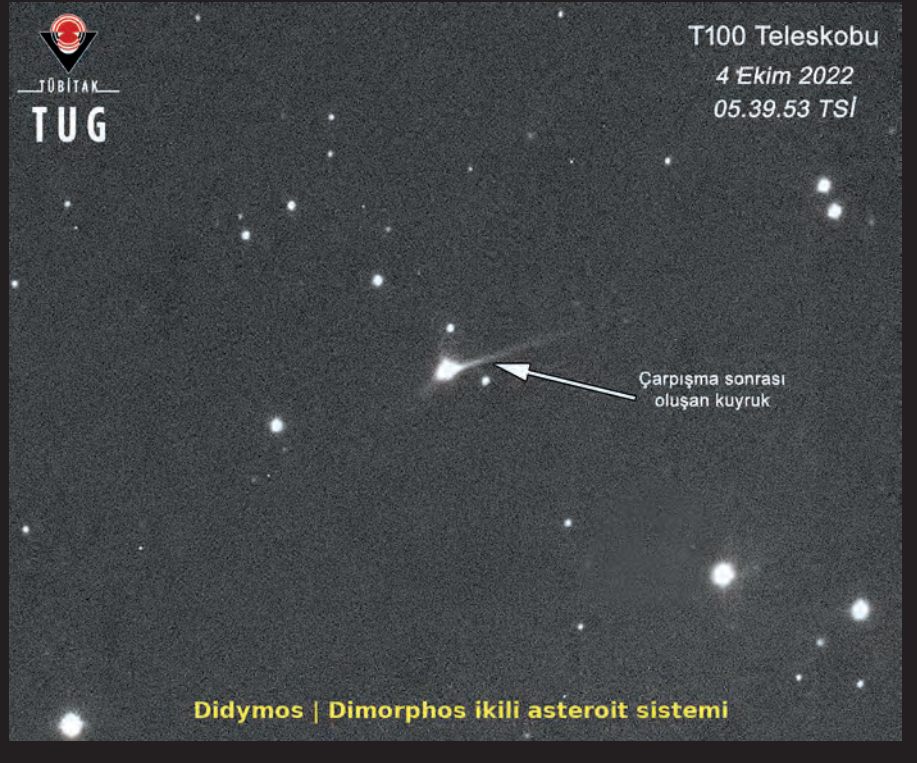
Dimorphos Asteroidi'ne başka bir dış etki olmadan, direkt olarak, planlı bir şekilde çarptırıldı. Uzay aracı ile asteroidin çarpışma hızı ise saniyede 6,6 km (saatte 23.760 km) idi.

DART'ın Dimorphos'a çarpması sonrasında yapılan gözlemlerden elde edilen ilk sonuçlara göre, Dimorphos'un Didymos'a yaklaştığı tespit edildi. Bu yaklaşımdan ötürü, Dimorphos'un Didymos etrafında daha önce 11 saat 55 dakika olarak ölçülen yörünge süresi yaklaşık 32 dakika azalarak 11 saat 23 dakikaya düştü. Ayrıca ikili sistemin yörünge dönemindeki bu değişim nedeniyle sistemin Güneş etrafındaki yörüngesi üzerinde de uzun vadede bir değişim olacağı öngörülüyor. Beklenen bu değişimler, ancak ve ancak Yer ve uzay tabanlı teleskoplar ile yapılacak sürekli takip gözlemleri sonucunda ortaya konulabilir. Bu sebeple DART görevi için yapılan her gözlem çok değerli. Özellikle yüksek duyarlılığa sahip ekipmanlar ile alınan gözlemsel veriler, Dimorphos - Didymos ikilisinin yeni yörüngesinin tayininde önemli rol oynayacaktır.

DART'ın TUG'da yapılan çarpışma anı gözlemi, 12 cm merceğe sahip AYGÖZ

teleskobuna bağılı QSI 6120ws CCD kamerası ile yapıldı. Mevcut ekipman ile çarpışma detaylarını en iyi şekilde ortaya çıkarabilmek adına görüntüler 27 saniyelik zaman çözünürlüğü ile kayıt altına alındı. DART'ın önceden hesaplanan çarpışma anına göre, Didymos - Dimorphos ikilisinin gökyüzündeki ufuk yüksekliğinin yaklaşık 13 derece olması, TUG Yerleşkesi'nden gözlenebilmesini son derece zorlaştırıyordu. Buna rağmen AYGÖZ teleskobunun alt-azimutal bir kurguya sahip olması ve hava koşullarının çok iyi olması (nem: %7, rüzgar: <5 km/sa) gibi etmenler ile birlikte bu tarihte an ayrıntılarıyla kayıt altına alınabildi. Alınan bu görüntülerin analizine göre, gerçekleşen patlamada Didymos - Dimorphos ikilisinde yaklaşık 8 kat parlaklık artışı olduğu tespit edildi.

DART çarpışma anının öncesini, sürecini ve sonrasını bariz bir şekilde içeren bu anlar DART ekibinden Dr. Damya Souami ile anında paylaşıldı. Verileri faydalı bulan Dr. Souami, TUG'daki ekibin gözlemlere en az 10 gün daha devam etmesini talep etti. Daha sonra elde edilen bu görüntüler TÜBİTAK'ın sosyal medya hesabından da tüm Dünya ile paylaşıldı. Muhtemelen TUG, Didymos - Dimorphos ikilisinin gökyüzündeki konumu nedeniyle çarpışma anını en Kuzey enlemden kaydedebilen gözlemevi oldu.



TUG'da yapılan gözlemler T100 ve AYGÖZ teleskopları ile 10 gün boyunca hava koşullarının elverdiği ölçüde sürdürüldü ve DART araştırma ekibi üyeleri ile paylaşıldı. Devam eden bu gözlemler sırasında özellikle T100 teleskobunun yüksek çözünürlüklü geniş alan kamerası ile farklı filtrelerle çeşitli görüntüler kaydedildi. Çarpışmanın etkisiyle uzaya saçılan enkaz ve toz birikintisinin oluşturduğu kuyruk, Didymos - Dimorphos ikilisinin yörünge istikametinin tam tersi doğrultusunda açık bir şekilde görüntülendi.

Gezegelimizin muhtemel bir gök taşı tehdidine karşı bütüncül olarak korunabilmesini amaçlayan ve bir gezegen savunma sisteminin geliştirilebilmesi için ilk ciddi adım olan bu tarihte göreve TUG'un da gerçekleştirdiği gözlemler ile katkıda bulunması bilimsel açıdan son derece değerlidir.

Çarpma anına ait videoyu izlemek ve konuyla ilgili detaylı bilgi almak için kare kodu akıllı cihazınıza okutabilirsiniz. ■



#### Kaynaklar

<https://dart.jhuapl.edu/>  
<https://cneos.jpl.nasa.gov/stats/totals.html>  
<https://tug.tubitak.gov.tr/>

# Hayatın Zorluklarına Karşı İçimizdeki Güç

# Esnek Dayanıklılık

İlay Çelik Sezer [ TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi

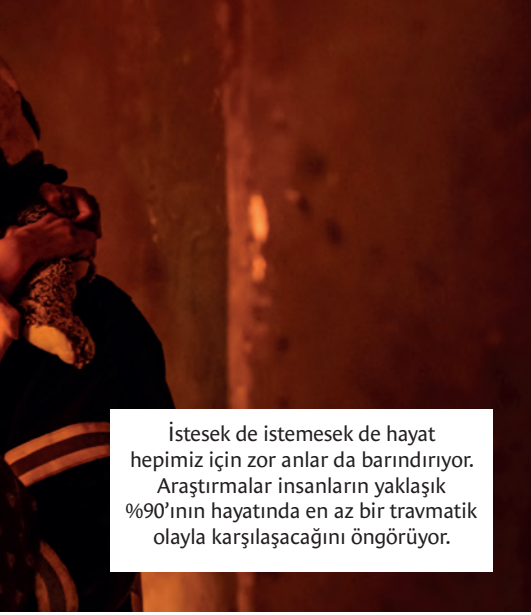
Herkes için aynı sıklık, yoğunluk ya da şiddette olmasa da hayat her an karşımıza çıkabilen zorluklarla dolu. Bunlar günlük hayatın görece küçük sorunları olabildiği gibi, büyük felaketler ya da trajediler de olabilir. Aslında çoğumuz hayatında bir ya da daha fazla travmatik olay yaşıyor. Günlük hayatta küçük küçük fakat sık yaşanan zorluklar üzerimizde birikimli bir stres yükü oluşturabilirken travmatik olaylar ise hayatlarımızı birdenbire altüst edebiliyor. Yine de pek çok insanın çok büyük felaketlerden ya da trajedilerden sonra bile kendini toparlayıp hayatına etkin ve verimli şekilde devam edebildiğini görüyoruz. Aslında hepimizin içinde bir ölçüde var olduğu hâlde, bu bireylerde çok daha güçlü şekilde ortaya çıkan ve psikolojide “esnek dayanıklılık” diye adlandırılan bu toparlanabilme kapasitesi, hem hayatın kaçınılmaz trajedilerinin üstesinden gelebilmek hem de günlük hayatın stresini daha iyi yöneterek daha verimli ve mutlu bir hayat sürebilmek açısından önem taşıyor. COVID-19 pandemisinin tüm dünyada oluşturduğu güvensizlik ve tehlikede olma hissinin bireysel ve toplumsal psikolojik sonuçları da dikkate alındığında, esnek dayanıklılık becerileri daha da önem kazanıyor. İşin iyi yanı ise, esnek dayanıklılığın herkes tarafından öğrenilip geliştirilebilen bir özellik olması. Görece yeni bir kavram olan esnek dayanıklılık alanında çalışmalar yapan bilim insanları hem esnek dayanıklılığın doğasını anlamaya hem de elde edilen bilgilerden yola çıkarak bireylerin esnek dayanıklılığını geliştirmesine yardımcı olacak yollar keşfetmeye çalışıyor.





**Y**urttaki oda arkadaşımızla anlaşmazlık yaşamamız, komşunun gürültü yapması, küçük çocuğumuzun ağlama krizine girmesi, önemli bir randevuya yetişmeye çalışırken trafiğe takılmamız, soğuk algınlığından hâlsiz düşmemiz, beklenmedik bir mali giderimizin ortaya çıkması, önemli bir arama beklerken telefonumuzun şarjının bitmesi... Günlük hayatımızda bunlara benzer pek çok sorunla sürekli olarak karşı karşıya kalırız. Bunlar tek başlarına bizi ciddi psikolojik sorunlara itmese bile, maruz kalma yoğunluğumuza da bağlı olarak birikimli bir etkiyle stres düzeyimizi artırabilir. Bunlar gibi görece küçük

sayısız sorunun yanı sıra bazen de büyük felaketlerle, trajedilerle karşı karşıya kalırız. Bir yakını kaybetmek, ciddi bir hastalığa yakalanmak, kötü bir trafik kazası geçirmek, bir doğal afet yaşamak, engelli hâle gelmek ya da bir aile ferdinin engelli hâle gelmesi, dış kaynaklı ya da aile içi şiddet veya istismara maruz kalmak, yanlışlıkla birinin ölümüne ya da yaralanmasına neden olmak... Yapılan bir araştırmada insanların %90'a yakınının hayatında en az bir ciddi travmatik olayla karşılaşacağı öngörülüyor. Dolayısıyla büyük trajedilerin ya da felaketlerin hemen hemen herkes için kaçınılmaz olduğu söylenebilir. Tek başına COVID-19 pandemisi bile, istisnasız herkesin kendini



İstese de istemesek de hayat hepimiz için zor anlar da barındırıyor. Araştırmalar insanların yaklaşık %90'ının hayatında en az bir travmatik olayla karşılaşacağını öngörüyor.

sağlık başta olmak üzere pek çok açıdan bir anda nasıl büyük bir tehlike ve belirsizlik içinde bulabileceğinin çok çarpıcı bir örneğiydi.

Travmatik olaylar hayatlarımızı önceden kestiremeyeceğimiz biçimde etkiler. Bu tür olaylar karşısında her insanın tepkileri kendine özgüdür. Bazıları için olayın neden olduğu stres kronik hâle gelir ve yıllar sürebilir. Bu insanlar, gözle görülür bir değişime uğrayıp asık yüzlü, morali bozuk, içine kapanık, şüpheli ve öfkeli bir hâle gelebilirler. Bazıları depresyona girer ya da travma sonrası stres bozukluğu (TSSB) yaşar; günler, aylar, hatta yıllarca kötü anların ve kabusların etkisinde kalabilir; hiçbir yerde güvende olmadıklarını, bir sonraki tehlikenin her an karşılarna çıkabileceğini hissedebilirler. Bazıları ise teselli ve sükûnet için bağımlılık yapıcı zararlı maddelerden medet umar.

Öte yandan karşılaştıkları büyük zorlukla başa çıkmanın yollarını bulup anlamlı hayatlar yaşamaya devam edebilen çok sayıda insan da vardır. Yaşadıkları zorlu sınavdan sonra bir süre ızdırap çekseler de zamanla toparlanıp hayata devam ederler. Bunların bazıları travmayı neredeyse hiç yaşamamış gibidir. Bazıları ise hissettikleri üzüntü devam etse de bununla başa çıkmanın sağlıklı yollarını bulur. Travmalarını etkin bir şekilde atlatan bu insanlardan bazıları yaşadıkları travma sayesinde güç ve bilgelik bile kazanabilir. Bu insanlar yaşadıkları trajedinin hayatın değerini daha iyi anlamalarına, aileleriyle ve arkadaşlarıyla daha çok yakınlaşmalarına, hayatta daha fazla anlam bulmalarına ve bazen de hayatta yeni bir misyon edinmelerine yardımcı olduğu gibi geri bildirimlerde bulunabiliyor.

İşte esnek dayanıklılık kavramı ve bu konudaki araştırma alanı, hayatın zorlu sınavları karşısında kendini toparlamanın ve hayatına etkin ve verimli bir şekilde devam etmenin bir yolunu bulan bu tür bireyleri, diğer bireylerden neyin farklı kıldığı sorusuna cevap arayan çabalar sonucunda ortaya çıkmış.

Esnek dayanıklılık için literatürde çeşitli tanımlar bulunmakla birlikte Amerikan Psikoloji Derneğinin, “zorluklar, travmalar, trajediler ve tehditlerle karşılaşıldığında iyi bir şekilde uyum sağlayabilme süreci” biçimindeki tanımı genel olarak kabul görüyor. Esnek

dayanıklılık, İngilizce “resilience” kelimesinden Türkçeleştirilmiş bir terim. “Resilience” kelimesi ise aslen bir maddenin büküldükten, gerildikten ya da basıldıktan sonra orijinal şekline geri dönmesi anlamına geliyor. Dolayısıyla psikolojideki “resilience” kavramı temelde, bireyin zorluklar karşısında esneklik göstererek ve yeni durumlara uyum sağlayarak normal hayatına geri dönebilmesine vurgu yapıyor. Yani esnek dayanıklılık bir kayada olduğu gibi statik ve katı bir dayanıklılık değil, şartlara uyum sağlayarak gösterilen esnekliğe dayalı dinamik bir dayanıklılık.

Biyolojik olarak esnek dayanıklılık stres tepkisinin ayarlanmasını ve ondan yapıcı bir şekilde yararlanılmasını gerektiriyor. Bu kapasite de hem zihinsel hem de fiziksel sağlık için önem taşıyor. Zira kontrol edilmediği durumda kronik stres pek çok zihinsel ve bedensel bozukluğa ya da hastalığa neden olabiliyor.

Sinir bilimindeki güncel gelişmeler esnek dayanıklılık için gerekli kapasitenin beynimizde doğuştan var olduğunu gösteriyor. Bu kapasitenin biz olgunlaştıkça nasıl gelişeceği ise yaşamdaki deneyimlerimize nasıl tepki verdiğimiz ve bu deneyimlerin sinirsel devre sistemimizi ve beynimizin işleyişini nasıl şekillendirdiğine (bu da döngüsel olarak yine tepkileri etkiliyor) dayanıyor. Korkunç

olaylardan sonra tekrar ayağa kalkıp toparlanmaya mı, yoksa düştüğümüz yerde kalmaya mı eğilimli olduğumuz; olaylara ve diğer insanlara tepki verme kalıplarımıza dayanıyor. Bu kalıplar, erken yaşlardan itibaren davranışsal repertuarımıza girmekle kalmayıp sinürel devre sistemimizde kodlanarak sabit hâle geliyor. Bu kalıplar sadece zorluklarla baş etme yollarımızı değil, doğrudan beynimizin işleyişini de şekillendiriyor.

Yaklaşık 50-60 yıllık bir geçmişe sahip esnek dayanıklılık araştırmaları, çocuk gelişimindeki sorunların kaynaklarına ve tedavilerine ilişkin ipuçları arayışında olan psikoloji, psikiyatri ve pediatri alanlarından öncü bilim insanlarının zorluklar ve dezavantajlar yüzünden risk altında olan çocukların akıbetlerinde

çarpıcı bir çeşitlilik olduğunu gözlemlenleriyle başladı. Norman Garmezy, Lois Murphey, Michael Rutter ve Emmy Werner gibi esnek dayanıklılık alanında öncü araştırmacılar, diğerleri zorluklar karşısında debelenirken bazı bireylerin zorlukların üstesinden nasıl gelebildiğine açıklık getiren süreçleri anlayarak bu bilgiyi psikolojik destek uygulamalarına aktarmaya çalıştı.

Bu bilim insanlarının dikkat çekici fikirleri ve araştırmaları, esnek dayanıklılık alanındaki bilimsel araştırmaları yaygınlaştırdı. Yapılan çalışmalar sayesinde eksikliklere odaklı yaklaşımlar yerini olumlu amaçlar, teşvik edici ve koruyucu etmenler ile uyum sağlama kapasitelerini merkezine alan yaklaşımlara bıraktı. Bu paradigma değişimi birden fazla disiplindeki yaklaşımlar üzerinde etkili oldu.

Şimdiye kadar esnek dayanıklılık üzerine yapılan ve hâlihazırda devam eden araştırmaların pek çoğunda gerçek hayatta ya dezavantajlı ve zorlu koşullarda büyüyen veya yaşayan ya da başından bir veya daha fazla büyük trajik olay geçmiş insanlar arasında sıra dışı düzeyde esnek dayanıklılık gösteren bireyler inceleniyor ve bu insanları diğer bireylerden farklı kılan özellikler anlaşılmasına çalışılıyor. Bu yaklaşımın çıkış noktalarından biri, esnek dayanıklılığın asıl zorluklarla karşılaştığı zaman kendini gösteren bir özellik olması. Bu yüzden esnek dayanıklılık alanında çalışan araştırmacılar sıklıkla gerçek hayat hikâyelerine odaklanıyor.

Alanın öncülerinden Norman Garmezy, esnek dayanıklılık konusunda 1960'lı yıllarda



Olumsuz koşullarda büyüdüğü hâlde yetkin, özgüvenli, başarılı ve duyarlı bireyler olarak yetişen çocukların karakter özellikleri; bilim insanlarının esnek dayanıklılık araştırmalarında incelediği konular arasında.

yapmaya başladığı uzun soluklu araştırmalarında ABD'nin özellikle ekonomik anlamda gelişmemiş bölgelerinden okullara giderek bu okullardaki, sosyoekonomik düzeyi kötü olup sorunlu bir aile ortamında büyüdüğü hâlde zorlukların üstesinden gelerek başarılı olabilen çocukları inceledi. Hatta Garmezy, bu tür çalışmalarından ötürü, esnek dayanıklılık kavramını ilk defa deneysel bir araştırma düzeninde inceleyen bilim insanı olarak biliniyor. Garmezy araştırmalarında belirleyici sonuçlara ulaşmadan, erken baş gösteren Alzheimer hastalığı nedeniyle emekli olmak zorunda kaldı. Onun çalışmalarından yola çıkan öğrencileri ve takipçileri esnek dayanıklılığa ilişkin unsurları iki grupta topladı. Bunların birincisi bireysel, psikolojik ve çevresel etmenler; ikincisi ise şanstı.

1989 yılında, Emmy Werner adlı psikolog, otuz yılı aşkın bir süreye yayılan bir araştırmanın sonuçlarını yayımladı. Werner, Hawaii Takımadaları'na ait Kauai adasından 698 çocuğu doğum öncesinden otuzlu yaşlarına kadar izledi. Bu süreçte anne karnındaki stresten geçim sıkıntısı ve aile içi problemlere kadar çeşitli konularda bireylerin maruz kaldığı stres kaynaklarını belirledi. Çocukların üçte ikisi temelde istikrarlı, başarılı ve mutlu aile ortamlarından gelirken üçte biri risk altında kabul edilecek durumdaydı. Tıpkı



Esnek dayanıklılık konusundaki araştırmaların bir kısmı, hayatın zorlu sınavları karşısında kendini toparlamanın ve hayatına etkin ve verimli bir şekilde devam etmenin bir yolunu bulan bireyleri, diğer bireylerden neyin farklı kıldığı sorusuna cevap arıyor.

Garmezy gibi Werner de risk altındaki çocukların strese aynı şekilde tepki göstermediklerini fark etti. Bu çocukların üçte ikisi on yaşına geldiklerinde ciddi öğrenme ve davranış bozukluklarının yanı sıra suçla karışma ve psikolojik sorunlar gibi çeşitli problemlerden en az birini yaşıyordu. Ancak bu çocukların kalan üçte biri büyüdüklerinde, Werner'ın betimlemesiyle "yetkin, özgüvenli ve duyarlı yetişkinler" hâline geldi. Akademik, ailesel ve sosyal başarılar elde ettiler ve her zaman ortaya çıkan yeni fırsatlardan yararlanmaya hazırıldılar.

Peki esnek dayanıklılığa sahip bu bireyleri farklı kılan neydi? Werner bu bireyleri otuz yıl boyunca izlediği için elinde bolca veri vardı. Bu verilerden yola çıkarak esnek dayanıklılığa işaret eden bir dizi unsur keşfetti. Bunların bir kısmı şansla ilgiliydi. Örneğin esnek dayanıklılık gösteren bir çocuk; destekleyici bir ebeveyn, bakıcı, öğretmen ya da kılavuz niteliğindeki başka bir bireyle güçlü bir bağı varsa şanslıydı. Öte yandan çok sayıda unsur, çocuğun çevresine nasıl tepki verdiğine ilişkin psikolojik etmenlerdi. Esnek dayanıklılık gösteren çocuklar



erken bir yaştan itibaren “dünyayı kendi şartlarıyla karşılama” eğilimindeydi. Bunlar özerk ve bağımsız, yeni deneyimler arayan ve “pozitif sosyal uyum” gösteren çocuklardı. “Üstün yetenekli olmasalar da bu çocuklar sahip oldukları yetenekleri etkin şekilde kullanıyordu.” Esnek dayanıklılık gösteren bu çocuklarla ilgili önemli bir husus da psikologların “iç kontrol lokusu” adı verdiği özelliğe sahip olmalarıydı. Yani başarılarının içinde buldukları koşullardan değil, kendilerinden kaynaklandığına inanıyorlardı. Kendilerini kaderlerinin belirleyicisi olarak görüyorlardı. Bu çocuklar kontrol lokusunu ölçen bir testte, toplum ortalamasını temsil eden gruba göre önemli ölçüde daha yüksek puan aldı.

Werner’in en önemli bulgularından biri ise esnek dayanıklılığın zamanla değişebilmesiydi. Esnek dayanıklılık gösteren bazı çocuklar özellikle şanssızdı. Hayatlarının çok can alıcı noktalarında birden fazla güçlü stres kaynağına maruz kalmış ve esnek dayanıklılıklarını kaybetmişlerdi. Werner’a göre, stres kaynakları bazı durumlarda esnek dayanıklılığı alt edebilecek yoğunlukta olabiliyor. Yani çoğu insan için bir kırılma noktası var. Öte yandan araştırmada küçükken esnek dayanıklılık göstermeyen bazı bireylerin de zamanla bir şekilde esnek dayanıklılık becerileri geliştirebildiği görüldü. Bunlar hayatlarının daha sonraki

dönemlerinde zorlukların üstesinden gelebildiler ve bu konuda başından beri esnek dayanıklılık gösteren bireyler kadar başarılı oldular.

O zamandan beri, bir kısmı sinir bilimi bulgularından da dayanak alan pek çok başka araştırma da esnek dayanıklılığın sonradan edinilebilir ve geliştirilebilir bir kapasite olduğunu tutarlı bir şekilde ortaya koydu. Bu yüzden gerek bilim insanları gerekse psikoloji ve ilgili alanlardan profesyoneller, bu alanda elde edilen bilimsel bulgulardan da yola çıkarak insanların esnek dayanıklılıklarını geliştirmeye yarayacak yöntemlerin arayışına girdi.

## İşin Sırrı Beynin Plastisitesi

Beynin doğuştan gelen tüm kapasiteleri gibi esnek dayanıklılık da beynin deneyimleri işlemekten geçirmesi, onlardan bir şeyler öğrenmesi ve bu öğrenmeyi sinirsel devre sistemine kodlaması sonucunda gelişir. Esnek dayanıklılık tamamen hayatta kalmak ve başarmakla ilgili olduğu için beyinlerimiz, hayatta ve güvende kalmamızı sağlayan başa çıkma stratejileriyle ilgili dersleri, beyin gelişiminin en başından itibaren öğrenmeye ve kodlamaya başlar.



Beynin deneyimlerden öğrendiklerini sinirsel devre sistemine kodlaması iki güçlü mekanizma ile gerçekleşir. Bunlardan ilki, genel olarak beynin şartlı tepki kalıplarını tekrar eden deneyimler yoluyla öğrenmesini ve sabitlemesini sağlayan şartlanmadır.

Olumlu ya da olumsuz her türlü deneyim beyindeki nöronların ateşlenmesine, yani elektriksel ve kimyasal sinyaller yoluyla bilgi alışverişi yapmasına neden olur. Deneyimin tekrarlanması sinirsel ateşlenmelerin tekrarlanmasına ve olumlu ya da olumsuz tepki kalıplarının tekrarlanmasına neden olur. Kanadalı sinir

bilimci Donald Hebb'in, "Birlikte ateşlenen nöronlar birlikte bağlantılanır." şeklinde ifade ettiği olgu sinir biliminde iyi bilinen bir gerçekliktir. Bu olgu bir yamaca yağmur yağarkenki sürece benzetilebilir. İlk başta yağmur suları yamaçtan aşağı gelişigüzel bir dağılımla akar. Ancak zamanla su akışı yamaçta kanallar oluşturur. Bunlar oluştuktan sonra ise su artık sadece bu kanallardan akmaya başlar. Aynı şekilde beynimiz de yolaklar ve tepki kalıpları oluşturur. Bir davranış kalıbını yeterince tekrar ettiğimizde dikkatimizi bu davranışa yoğunlaştırmamıza gerek kalmaz. Davranışın altında yatan sinirsel devreler beynimizde

sabitlemiştir. Böylece benzer bir duruma otomatik olarak tepki vermemizi sağlarlar. İşte bu olguya şartlanma denir. Şartlanma yoluyla davranış alışkanlıkları oluşturmak beyin için verimli olmanın bir yoludur. Şartlanma olmasaydı, örneğin ayakkabılarımızı bağlamayı ya da tanıdığımız insanlardan hangilerinin güvenilir olduğunu her seferinde yeniden öğrenmemiz gerekirdi. Eğer öyle olsaydı beynimiz bizi insan yapan çok daha karmaşık işlevler için zaman ve enerji bulamazdı.

Şartlanma beynimizdeki tepki kalıplarını kodlayarak sabitleyen bir mekanizma olsa da bu aslında



koto\_feja / iStock



magnum / iStock

İnsan beyni yaşam boyunca yeni nöronlar ve nöronlar arasında yeni bağlantılar (sinir yolakları ve devreleri) oluşturma kapasitesine sahiptir. Nöroplastisite denen bu olgu insan yaşamının her anında tüm öğrenmelerin motoru niteliğindedir.

tamamen kalıcı bir sabitleme değildir. İnsan beyni yaşam boyunca yeni nöronlar ve nöronlar arasında yeni bağlantılar (sinir yolları ve devreleri) oluşturma kapasitesine sahiptir. Bu olguya nöroplastisite ya da beynin plastisitesi denir. Yetişkin beyninin yaşam boyunca işleyişini geliştirip değiştirebilme yeteneği kuşkusuz modern sinir biliminin en heyecan verici keşfidir. Yetişkin beyninin plastisitesi yalnızca otuz küsur yıl önce görüntüleme teknolojilerinin sağladığı veriler sayesinde bilimsel bir gerçeklik olarak kabul görmüştür. Nöroplastisite insan yaşamının her anında tüm öğrenmelerin motoru niteliğindedir.

Daha önce de bahsettiğimiz gibi dikkatimizi bir deneyime yöneltmemiz o deneyimle ilişkili nöronların ateşlenmesine neden olur. Bu durum içsel deneyimlerimiz için de geçerlidir. Dikkatimizi şartlanmış olduğumuz bir davranış kalıbına yönlendirdiğimizde o kalıba ilişkin nöronları etkinleştirir ve bu nöronların ateşlenmesine neden oluruz. Bu sırada beynimizin plastisitesinden nasıl yararlanacağımızı bilirsek, söz konusu kalıba

değiştirebiliriz. Örneğin markette kasa sırasında beklerken önümüze biri geçtiğinde öfkeye kapılıyorsak bununla başa çıkmak için beynimizi yeniden bağlantılandırabiliriz. Örneğin çok acil bir durumda benzeri bir davranışta bulunduğumuzu hatırlayarak kendimize, daha

doğrusu beynimize, bu davranışa karşı anlayış göstermeyi öğretebiliriz. Nöroplastisite sayesinde, hayattaki zorluklara karşı esnek dayanıklılığımızı güçlendiren daha etkili tepkiler vermemizi sağlayacak yeni yollar ve devreler oluşturabiliriz.



### **Esnek Dayanıklılık Neden Önemli?**

Esnek dayanıklılık edinmenin ya da esnek dayanıklılığımızı geliştirmenin çok büyük ve hayati faydaları vardır. Öncelikle esnek dayanıklılık pek çoğumuzun başına dert olan psikolojik sorunları azaltır. Strese bağlı psikolojik sorunlar tüm dünyada giderek artıyor. Esnek dayanıklılık bu sorunları ya da bunların nüksetmesini büyük ölçüde engelleyebilir. Bu sorunların ortaya çıkması durumunda da esnek dayanıklılık belirtilerin şiddetini azaltıp iyileşmeyi kolaylaştırabilir.

İkinci olarak esnek dayanıklılık pek çok tıbbi ve işlevsel sorunu da önler. Strese dayalı sorunların duygusal yükü zaten yeterince ağırken yüksek düzeyde çözümlenmemiş duygusal stres bizi bir dizi bedensel hastalığa karşı da savunmasız hâle getirir, daha erken ölüme yol açar, ev ve iş yaşamı ile sosyal yaşamda işlev düşüklüğüne neden olur.

Üçüncüsü, esnek dayanıklılık ustalık ve olgunlaşma ile ilgilidir, sorunlarla baş etmektense optimum refahı destekler. Esnek dayanıklılık; zihinsel, duygusal, fiziksel ve sosyal açıdan gelişmemize ve özellikle de zor zamanlarda en iyi şekilde işlev göstermemize yardımcı olur.

## Esnek Dayanıklılığımızı Geliştirmek

Bireylerin esnek dayanıklılığını geliştirmesine yardımcı olduğu bilinen çok sayıda teknik ya da pratik var. Bunlardan bazılarını kişiler kendi kendilerine uygulayabilirken bazıları için profesyonel destek gerekiyor. Şimdi başta nöroplastisite olmak üzere bilimsel temellere dayalı bu tür uygulamaların bazılarını göz atacağız. Ancak aklımızdan çıkarmamız gereken husus, tıpkı fiziksel egzersizin kaslarımızı bir anda güçlendirip forma sokmasının mümkün olmadığı gibi, bu uygulamaların da esnek dayanıklılığı bir anda geliştirmesinin mümkün olmaması. Bunlardan yararlanarak esnek dayanıklılığımızı geliştirmek istiyorsak sabırlı olmalı ve düzenli tekrarı sürdürmeliyiz.

## Duygularımızı Düzenlemek

Üzüntü, kızgınlık ve korku gibi duyguları düzenleme becerisi stres ve travmayla etkin bir şekilde baş etmede büyük önem taşıyor. Olumsuz duygular doğal ve pek çok durumda uyum sağlamayı destekleyici nitelikte olsa da kontrol edilmezlerse zorlu durumlarda net bir şekilde düşünme ve rasyonel kararlar verme becerimizi ciddi ölçüde baltalayabilir.

Araştırmacılar duyguları düzenleyerek esnek dayanıklılığı artırmaya yönelik çeşitli stratejiler geliştirmiş. Bilişsel yeniden yapılandırma ve farkındalık alıştırmaları bunların en yaygınları arasında. Bilişsel yeniden yapılandırmada bireyler olumsuz bir olayın anlamını yeniden değerlendirerek onu daha az olumsuz olarak görmeye başlıyor.

## Etkiyi Etiketleme

Olumsuz duyguların etkisini azaltmak ve böylece kaçınmadığımız stresli durumlarla baş etmeyi kolaylaştırmak amacıyla kullanabileceğimiz psikolojik tekniklerden biri de “etkiyi etiketleme”. Bu teknikte kişi belirli bir anda deneyimlemekte olduğu duyguyu yazarak ya da yüksek sesle söyleyerek ifade ediyor. 42.000 “tweet” üzerinde yapılan ve sonuçları 2018’de yayımlanan bir araştırma, bu tekniğin etkinliğini destekleyen sonuçlara ulaştı. Araştırmada “Üzgün hissediyorum.” ifadesindeki gibi bir çeşit etki etiketleme içeren tweet’lerin peşinden takip eden saatler içinde aynı kişinin bu defa daha sakin hissettiğini düşündüren tweet’ler atma ihtimalinin yüksek olduğu görüldü.

University of California, Irvine’den esnek dayanıklılık üzerine araştırmalar yapan sinir bilimci Dr. Golnaz Tabibnia, etkiyi etiketlemenin sadece o an için değil, uzun vadede de faydalı olduğunu ekliyor. Tabibnia’nın ekibiyle yaptığı bir araştırmada bireylere tekrarlı olarak aynı rahatsız edici görüntüler gösterildi ve hissettikleri duyguları etiketlemeleri istendi. Bu uygulama sayesinde bir hafta sonra aynı görüntülere baktıklarında gösterdikleri psikolojik uyarımda azalma gerçekleştiği görüldü.

***Stresli veya olumsuz bir durumla karşılaştığımızda kendimize örneğin şu soruları sormak faydalı olabilir:***  
***“Bu duruma daha az yıkıcı bir şekilde bakmanın bir yolu var mı?”***  
***“Bu durumun olumsuz etkisini abartıyor ya da fazla dramatikleştiriyor olabilir miyim?”***  
***ya da “Bu deneyimden öğrenebileceğim bir şey var mı veya bunun sonucunda daha güçlü olmam mümkün mü?”***

Bu yaklaşım olaylara verilen psikolojik ve duygusal tepkileri hafifletebiliyor. Örneğin, Columbia Üniversitesinden Kevin Oschner ve ekibinin yaptığı çalışmada, insanlar işe alınmama gibi olumsuz bir durumu bilinçli olarak yeniden anlamlandırdıklarında nahoş duygularında azalma olduğunu bildirdiler. Oschner ve ekibi kişilerin psikolojisindeki bu gelişmeye ek olarak beyinlerinde de bazı değişimler gözlemledi. Bunlar; özellikle planlayıcı, yönlendirici ve engelleyici merkez olan prefrontal korteks etkinliğinde artış ve korku gibi duygular için bir merkez olan amigdala etkinliğinde azalma şeklinde idi.

Araştırmacılar uzun yıllar insanların duygularını nasıl düzenlediğini inceledi. Bazı bireylerin strese ve travmaya yönelik duygusal tepkilerini değiştirmek için bilişsel yeniden yapılandırmayı sıkça kullandığı görüldü. Ayrıca bu bireylerin zorlu durumları nötr ya da olumlu olarak anlamlandırma çabası göstermeyen insanlara göre psikolojik açıdan daha sağlıklı olduğu da görüldü. Örneğin 2008’de Vietnam Savaşı’nda esir düşmüş 30 asker üzerinde yapılan bir çalışmada, pek çoğu acumasızca işkence gören bu muharıplerin çoğunun esaretlerini aktif bir şekilde

### **Travmaların Çözülümüne Yönelik EMDR Terapisi**

Travmatik olayların etkisini azaltarak esnek dayanıklılığa katkı sağlayan psikoterapi yöntemlerinden biri de “Göz Hareketleriyle Duyarsızlaştırma ve Yeniden İşleme” (“eye movement desensitization and reprocessing”, EMDR) adıyla bilinen terapi. EMDR danışanın bir yandan danışmanın yönlendirmesiyle travmatik anıya odaklanırken bir yandan da periyodik olarak iki yönlü (bir sağa bir sola) bir uyarana maruz bırakıldığı seanslardan oluşuyor. Bu seanslar sırasında örneğin danışanın gözlerini ritmik olarak bir sağa bir sola hareket ettirmesi sağlanıyor ya da kulaklıkla danışanın bir sağ bir sol kulağına ritmik olarak sesli bir sinyal veriliyor. Beyin; travmatik olaylar gibi özellikle güçlü duygusal bileşenlere sahip deneyimleri işlerken, daha küçük duygusal tepkiler içeren durumlara kıyasla, daha güçlü sinirsel bağlantılar kuruyor. Güçlü bir duygusal tepki sırasında, beynimiz ve vücudumuz, bir çeşit hayatta kalma refleksiyle beynimizin belirli bölgelerini kapatabiliyor. Böyle bir durumda, o deneyim işlenmemiş bir anı olarak kilitli kalabiliyor ve zamanla travma sonrası stres bozukluğuna (TSSB) bile dönüşebilecek stres belirtilerine yol açabiliyor. EMDR terapisi travma tedavisi için özellikle uygun bir yaklaşım çünkü bir “uyarlayıcı bilgi işleme” modeline dayanıyor. Uyarlayıcı bilgi işleme, travmatik olan ve olmayan anılar arasında yeni ilişkiler kurulmasını sağlıyor. Söz konusu materyalin başarılı bir şekilde yeniden işlenmesiyle kişinin orijinal travmayla olan ilişkisi değişiyor. Sonuç olarak EMDR terapisi travmatik anıların çözümününü sağlayarak esnek dayanıklılığı destekliyor. EMDR terapisiyle kişi belirtilerin iyileşmesinde belirgin bir gelişme hissetmekle kalmayıp hayatın pek çok farklı alanında da olumlu değişimler görmeye başlayabiliyor.



yeniden değerlendirdikleri ve bu deneyimden dolayı daha güçlü, daha sağduyulu ve daha dayanıklı hâle gelmiş olduklarını düşünerek yaşadıkları travmatik olayı anlamlı bir şekilde değerlendirme yolları buldukları görüldü. Bu askerler ayrıca gelecekle ilgili olanakları daha iyi görebildiklerini, başkalarıyla daha iyi ilişkiler kurduklarını ve hayatın değerini daha iyi bildiklerini de belirtti.

Bilişsel yeniden yapılandırma psikolojik sağlığı iyileştirmek, esnek dayanıklılığı güçlendirmek ve stresi azaltmak amacıyla çeşitli terapilerin bir bileşeni olarak kullanılıyor. Örneğin ruh hâli ve kaygı bozukluklarını tedavi etmede etkili olan bilişsel-davranışsal terapide, bireylere kendi düşünce ve davranışlarını gözlemlemeleri, kendilerine ve stresli durumlara ilişkin olumsuz değerlendirmelerini sorgulamaları ve bunların yerine daha gerçekçi ve olumlu bakış açıları benimsemeleri öğretiliyor.

Stresli duyguları kontrol etmeye yönelik bir başka strateji de farkındalık alıştırmaları yapmak. Bu alıştırılmalar kişiye geçmişte kalmak ya da gelecekle ilgili endişelenmek yerine bilinçli olarak mevcut anı yaşamayı öğretiyor. Bu alıştırılmaları yapan kişi, zihninin otomatik olarak şartlanmış düşünme kalıplarını takip edişini (ki bu kalıplar sıklıkla üzüntüye ve uyumsuz başa çıkma yollarına neden oluyor) yargılamadan izleyen bir gözlemci hâline geliyor. Farkındalık alıştırılmaları; depresyon, kaygı ve stresle daha iyi başa çıkma becerisi, gelişmiş odaklanma ve daha

esnek düşünme yeteneği ile psikolojik sağlıkta iyileşmeye katkıda bulunabiliyor.

Beyin taraması yapılan deneyler hem farkındalık alıştırılmalarının hem de bilişsel yeniden yapılandırma eğitimlerinin sol prefrontal korteks etkinliğinde artışa neden olduğunu ortaya çıkardı. Bu, yüksek duygu kontrolü ile ilişkili olduğu bilinen bir değişimdi. Bu artış öfke, iğrenme ve korku gibi duygulardan daha çabuk kurtulmaya yardımcı olmanın yanı sıra pozitif duygularda da artış sağlıyor.



## Mümkün Olan En İyi Benlik

Bu egzersiz olumlu duyguların artmasını sağlayarak gelecekteki strese karşı bir tampon vazifesi görebilir. Egzersiz, her şeyin olabileceği en iyi şekilde gitmesi durumunda gelecekteki “siz”i hayal edip bunu ayrıntılarıyla yazmanızı içeriyor. Daha sonra gözünüzü kapatıp tüm duyularınızı etkinleştirerek beş dakika boyunca gelecekteki o görüntüyü hayal ediyorsunuz. Massachusetts General Hospital adlı hastaneden sağlık psikoloğu Dr. Alba Carrillo, 2019’da yayımladığı ve toplam 3.000 katılımcının verilerini içeren daha önceki 29 araştırmanın bulgularına dayanan derleme makalesinde “Mümkün Olan En İyi Benlik” (Best Possible Self, BPS) egzersizinin etkinliğini ortaya koydu. Carrillo, BPS egzersizinin geleceğimizle ilgili heyecanımızı ve umutlarımızı kurtarmamız ya da inşa etmemiz için faydalı olabileceğini düşünüyor.



mevans / iStock

Zorluklardan kaçınmaktansa onlarla yüzleşmeye gönüllü olmak, esnek dayanıklılık gösteren bireylerin karakter özellikleri arasında.

## İyimserlik ve Olumlu Duyular

Olumsuz duyguların hafifletilmesinin yanı sıra olumlu duyguların güçlendirilmesi de bireylerin hayattaki zorluklardan sonra toparlanabilme becerisini destekleyebilir. İyimserlik ve olumlu duygularla zihinsel ve bedensel sağlık -ve hatta uzun yaşam süresi- arasında güçlü bağlantılar olduğunu gösteren pek çok çalışma var.

Olumlu duyguların sağlığa faydaları muhtemelen stres tepkisini daha iyi düzenleme yeteneğine dayanıyor. University of North Carolina at Chapel Hill’den psikolog Barbara L. Fredrickson ve ekibi; negatif duyguların strese dayalı fizyolojik uyarılmayı (stres

durumlarında beynin verdiği ilkel, anlık ve otomatik savaş-kaç tepkisi sırasında kasların gerildiği, kan basıncı, kalp atış hızı ve kan şekerinin yükseldiği durum) artırdığını, dikkat odağımızı daralttığını ve davranışlarımızı hayatta kalma ile ilgili olanlarla sınırlandırdığını belirledi. Buna karşılık pozitif duygular ise fizyolojik uyarılmayı azaltıp dikkat odağımızı genişleterek stres ve travmaya karşı daha esnek ve yenilikçi tepkiler vermemizi sağlıyor.

Esnek dayanıklılığın ayrıca “Polyannacılık” ya da hayata toz pembe gözlüklerle bakmaktan farklı olan gerçekçi bir iyimserlikle de ilişkili olduğu biliniyor. Zira “Polyannacılık” tarzı iyimserlik genellikle olumsuz bilginin yok farz edilmesi anlamına geliyor, bunu benimseyen aşırı kaygısız



Igor Stevanovic / Alamy

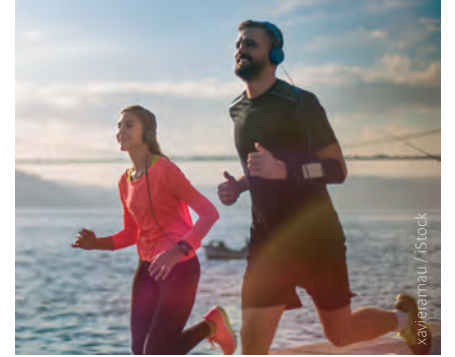
bakış açısına sahip insanlar da stresli ve riskli durumları hafife alma eğiliminde olabiliyor. Buna karşılık gerçekçi iyimserler gereksiz olumsuz bilgiyi bir kenara koyup dikkati olumsuz bilginin başa çıkılması gereken zorluğa ilişkin kısmına yoğunlaştırıyor. İyimserliğinizi geliştirmek için etrafınızdaki olumlu şeylere odaklanabilir, aklınıza istemli olarak olumlu düşünceler getirebilir, mizaha kucak açabilir, olumsuz olana daha olumlu bir ışık altında farklı bir açıdan tekrar bakabilir, olumlu duygularla ilintili olduğu bilinen davranışları benimseyebilir, sosyal hayatta ve iş yerinde olumlu kişilerle sosyalleşebilirsiniz -zira duygular bulaşıcı olabilir.

## Stresi Göğüslemeye Gönüllü Olmak

“Çağın vebası stres” analojisini duymuşsunuzdur. Stres genellikle olumsuz ve kaçınmamız gereken bir durum olarak nitelenir. Pek çok ciddi hastalıkta stresin önemli bir etmen olduğu bilinir. Sonuçta stresin kötü olduğu vurgulanır ancak aslında bu her zaman doğru değildir. Bir miktar stres aslında yararlıdır. Stres olmasaydı psikolojik olarak zayıf düşerdik. Üstesinden gelebildiğimiz zorluklar büyümemize katkı sağlarken kendimize saygı, kendi kendimize yeterlilik ve



esnek dayanıklılık kazanmamıza yardımcı olur. Dolayısıyla esnek dayanıklılığa sahip bir insan stresten kaçınan değil, stresi nasıl kontrol edeceğini bilen biridir. Aralarında tek yumurta ikizleriyle yapılan bazı araştırmalardan gelenler de dâhil olmak üzere bir dizi bilimsel veri, esnek dayanıklılığı artıran belirli karakter özelliklerinin kısmen kalıtsal olduğunu gösteriyor. Bir çocuğun kendine güvenerek yeni görevler alması ve tanımadığı insanlarla etkileşmesi, dolayısıyla olası sorunlarla ya da tersliklerle yüzleşmeye hazır olması da bunlar arasında. Uzmanlar, olumsuz deneyimlerle temas hâlinde kalıp zorlayıcı durumlara kabullenici ve esnek bir şekilde yaklaşırsak esnek dayanıklılığımızın güçleneceğini ve daha anlamlı bir hayat sürme olasılığımızın artacağını belirtiyorlar.



## Fiziksel Aktivite

Fiziksel aktivite insanları (ve hatta hayvanları) stresin zararlı etkilerinden koruyarak esnek dayanıklılığı artırabilir. Aslında dönemsel olarak da olsa spor yapmış herkes sporun ruh hâline ne kadar iyi geldiğini büyük ihtimalle deneyimlemiştir. University of Colorado, Denver'dan sinir bilimci Benjamin N. Greenwood ve ekibi uzun



soluklu araştırmaları sonucunda sıçanlarda haftalarca süren ve gönüllü yapılan çarkta koşma egzersizinin çeşitli yoğunlukta stres kaynaklarına maruz kalmaktan kaynaklanabilen kaygı ve abartılı korku gösterme, daha az sosyal keşif davranışı gösterme ve artan morfin alımı gibi depresyon benzeri davranışları engellediğini ortaya koydu.

Aerobik egzersizin insanlarda da depresyon ve kaygı belirtilerini azalttığı gösterilmiş. Egzersiz, dikkati, planlama becerisini, karar verme yeteneğini ve hafızayı geliştiriyor. Görünüşe göre egzersiz esnek dayanıklılığı bir dizi nörobiyolojik mekanizma yoluyla destekliyor. Örneğin egzersiz yapmak; depresyon belirtilerini azaltan ve ruh hâlini iyileştiren endorfin hormonu ile dopamin ve serotonin gibi nörotransmitterlerin (nöronlar arasındaki sinaps boşluklarında salgılanarak

sinyal iletiminde görev alan biyokimyasal maddeler) düzeyini artırıyor. Ayrıca stres hormonu olan kortizolün salgılanmasını da baskılıyor.

Bunlara ek olarak egzersizin beyin kaynaklı nörotrofik faktör (BDNF) gibi, uzun süren stresten dolayı zarar görebilen nöronların yeniden büyümesini ve onarımını destekleyen bazı proteinleri kodlayan genleri etkileştirdiği yönünde de bulgular var. 2011’de yayımlanan bir araştırmada, o dönem University of Illinois, Urbana-Champaign’de görevli olan psikolog Arthur F. Kramer ve ekibi orta yoğunlukta yapılan (bir yıl boyunca haftada üç kez) aerobik egzersizin, beynin hem hafıza hem de stres düzenlemesinde rol oynayan bölgesi olan hipokampüsün boyutunda %2 büyümeye neden olduğunu keşfetti. Bu büyüme BDNF düzeylerinde artışla ve hafızada

gelişme ile ilişkili bulundu. Bu da egzersizin bu bölgedeki nöronları koruduğunu ve dolayısıyla insanların zor durumlardan sonra toparlanmasına yardımcı olabileceğini düşündürdü.

## Sosyal İlişkilerden Destek Almak

Esnek dayanıklılığı geliştirmenin etkili yollarından biri de sosyal ilişkilerimizi güçlendirmektir. Güçlü sosyal ilişkiler geliştirmek stres tepkimizin şiddetini azaltır ve gerginlik verici durumlarda cesaretimizi güçlendirir. Yüksek düzeyde sosyal destek almanın, çok çeşitli travma türlerinden sonra daha iyi psikolojik sonuçlarla ilişkili olduğu gösterilmiş. Yüksek düzeyde sosyal destek aynı zamanda depresyon ve TSSB gibi stres bozukluklarından korunmanın yanı sıra duygusal iyilik hâlinde gelişme ve daha uzun yaşamayla da ilişkili bulunmuş. Buna karşılık sosyal izolasyon, psikolojik ve fiziksel sağlık üzerinde olumsuz etkilere sahip; ayrıca yaşam süresi üzerinde de hareketsiz yaşam tarzı, obezite ve sigara içmenin neden olduklarına benzer etkiler gösteriyor.

Başkalarından destek almak güçlü bir etkidir çünkü özgüvenimizi artırır, zora düştüğümüzde bir güvenlik tedbiri vazifesi



***Sosyal ilişkiler yoluyla esnek dayanıklılığınızı geliştirmek için öncelikle sosyal ağınızı gözden geçirerek kendinizi bağlı hissettiğiniz insanların listesini yapabilirsiniz. Günlük olarak kimlerle etkileşiyorsunuz? Size kim tereddütsüz olarak yardım eder? Tavsiye için kime başvurursunuz? Sizi gerçekten kim anlar?***

görür ve zorlukların üstesinden gelebileceğimize dair inancımızı güçlendirir. Sonuç olarak zorluklardan pasif şekilde kaçınmaya çalışmak yerine sorunları daha aktif biçimde çözme eğilimi gösteririz. Ne de olsa başkalarıyla bağ kurmak daha güvende olmamızı sağlar, birbiriyle yakın olarak çalışan bir grup insan tek bir bireyden daha güçlüdür. Biyolojik açıdan sosyal bağlar parasempatik sinir sistemimizi etkinleştirir. Bu durum gerek öznel gerekse fizyolojik stres ölçütlerinde azalmaya neden olur ve oksitosin hormonunun salgılanmasını teşvik eder. Oksitosinin kaygıyı ve korkuyu, kısmen de kortizol tepkisini sınırlandırarak azalttığı biliniyor. Oksitosin ayrıca yakınlık gösterme davranışlarını ve güven gibi duyguları pekiştirerek bireyi daha fazla sosyalleşme konusunda cesaretlendirir.

İlginç bir şekilde, sosyal desteğin bireylerin zorluklarla baş etmesindeki olumlu etkisi, Latin Amerika gibi dayanışmaya çok değer veren kültürlerde daha belirgin şekilde görülüyor. Daha bireyci kültürlerde ise bu etki daha hafif. Bizim kültürümüzün de dayanışmayı özellikle önemseyen ve kutsayan bir kültür olduğunu dikkate alırsak sosyal ilişkilerimizi geliştirerek bunlardan destek almanın esnek dayanıklılık kazanmak için özellikle faydalı bir yol olduğunu düşünebiliriz.

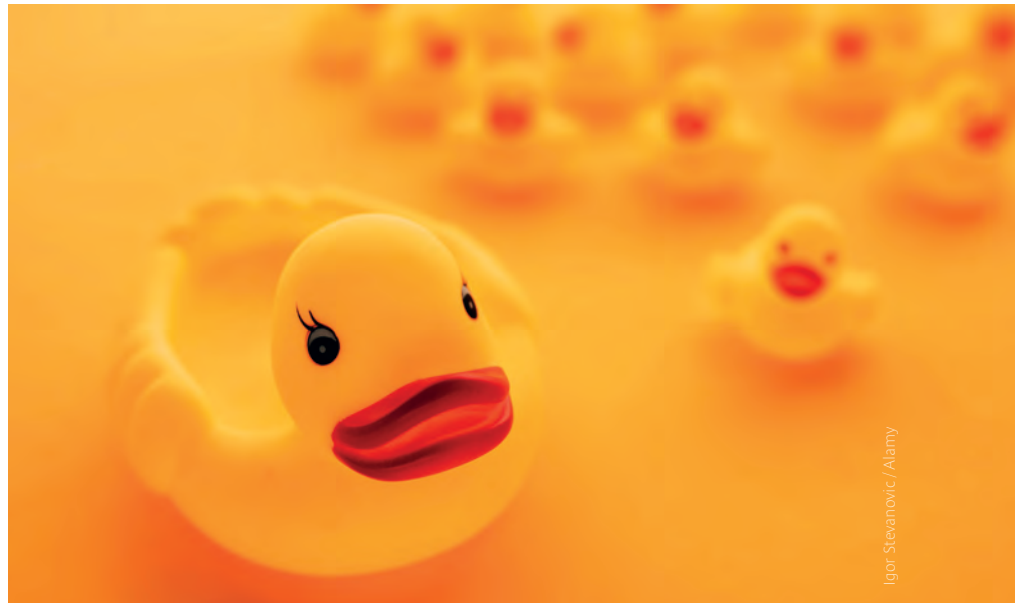
Destekleyici bir sosyal ağ geliştirmek ya da ağınızı korumak için ailenize, dostlarınıza ve iş arkadaşlarınıza dönebilir; sizinle aynı ilgi alanlarına ya da kaygılara sahip organizasyonlara katılabilirsiniz. Başkalarına yardım etmenin yollarını aramak da faydalı olabilir. Esnek dayanıklılık diğerkâmlukla (hiçbir çıkar gözetmeden başkalarının yararını

düşünme) ve başkalarına destek olmakla yakından ilişkilidir. Sosyal açıdan becerikli hâle gelmeleri için çocuklara da başkalarını dinleme ve empati kurma gibi becerileri öğretmek önem taşıyor.

## **Rol Model Etkisi**

Sosyal çevremizde zorlukların ardından hızlıca toparlanabilen ve rol model olarak kendisinden bir şeyler öğrenebileceğimiz insanlar belirlemek esnek dayanıklılığı geliştirmeye yönelik sıklıkla önerilen stratejilerden biri. Ailenizden birileri, çalışma arkadaşları, öğretmenler, koçlar ve hatta tarihî ya da kurgusal karakterler esnek dayanıklılık için rol modeller olarak işlev görebilir.

Stanford Üniversitesinden emekli ve alanında saygın bir bilim insanı olan Psikolog Albert





PeterSnow / iStock

Bandura'ya göre, model alma davranışından en çok verim alınması için gözlemcinin rol modelde benimsemek istediği davranış biçimini analiz ederek parçalara ayırması ve gelecekteki eylemleri için kurallar oluşturması gerekiyor. Örneğin bir arkadaşımız işten çıkarıldığında onun hemen tanıdıklarını (başka çalışanları, eski işverenlerini ve arkadaşlarını) arayarak yeni iş arayışında ona yardım etmelerini istediğine şahit oluyoruz. Ağır bir hastalığa yakalandığında iyileşinceye kadar kalmak üzere kız kardeşinin evine taşınıyor. Annesi öldüğünde ailesini ve en yakın arkadaşlarını arayarak onunla zaman geçirmelerini istiyor. Yani genel olarak stresli zamanlarda yalnız başına yol almaktansa onu önemseyen insanlardan destek istiyor. İşte biz de bu davranış biçimini kendimize kılavuz edinebiliriz. Azim ve dayanıklılık, ahlaki değerler, şefkatle dengelenen bir kararlılık, diğerkâmlık, yokluk karşısında vakur duruş ve çekilen acılardan yararlanarak olgunlaşmak gibi meziyetler esnek dayanıklılığı destekleyen diğer yaklaşım ve davranış biçimlerinden bazıları.

## Değerlere Dayalı Yaklaşım

Olumsuz duygularımızı yönetmenin ve olumluluğumuzu güçlendirmenin yanı sıra olumsuzlukları ve rahatsız edici duyguları, değerlerimize dayalı bir yaşam sürme yaklaşımı içerisinde kabul etmeye çalışabiliriz. Temelini kabul ve adanma terapisinden (acceptance and commitment therapy, ACT) alan bu yaklaşım, daha ziyade sadece hedeflerimizi izlemekle ilgili. Baltimore Üniversitesinden ACT eğitimleri veren bir klinik psikolog olan Dr. John Donahue, bunun niyetlerimizin kalitesi ile ilgili olduğunu belirtiyor. Donahue, "Koronavirüs bize



oatawa / iStock

dünyamızın nasıl kontrolümüz dışında hızla değişebileceğini hatırlattı, yine de şu anki seçimlerimiz üzerinde kontrol sahibiyiz. Bu seçimler anlam ve öneme dayalı olabilir mi? Bu belirsizlik döneminde bu şekilde değerlerimize bağlanmak, yolun ilerisi görünmediğinde bizi yönlendirebilir." diyor. Donahue 2019'da yayımlanan ve değerlere dayalı yaşamın üniversite öğrencilerinin stresli olaylar karşısında esnek dayanıklılık sergilemesine yardımcı olduğunu gösteren bir araştırmada yer almıştı.



Z\_wei / iStock

Hayata dair değerlerimiz ve amaçlarımız olması hayatımızı daha anlamlı kılarak karşılaştığımız zorlukları göğüslemek için bize güç verir ve esnek dayanıklılığımızı destekler.

# Güç Değişimde, Değişim Elimizde!

Esnek dayanıklılığı geliştirmeye yönelik stratejiler tüm insanlık için belki de her zamankinden daha büyük bir ihtiyaç. COVID-19 pandemisi tüm dünyada hem genel halk arasında hem de ön safta mücadele vererek hastalarının hayatlarını kurtarmak için kendi hayatlarını riske atan sağlık çalışanları arasında benzeri görülmemiş düzeyde stres, travma ve depresyona neden oldu. Belki de bu olumsuz dönemi esnek dayanıklılığımızı geliştirmek amacıyla çaba harcamak için bir vesile olarak değerlendirebiliriz.

Esnek dayanıklılık aslında çoğuna aşına olduğumuz meziyetleri içeriyor. Ayrıca bu meziyetlerin en azından bir kısmına hepimiz değişen ölçülerde sahibiz. Ancak esnek dayanıklılıkla ilgili asıl ilginç ve sevindirici husus, ayrıntılı olarak ele aldığımız üzere beynin plastisitesi sayesinde olaylara ve durumlara karşı beynimizde



oluşan tepki kalıplarını -ve dolayısıyla esnek dayanıklılığımızı- sonradan değiştirme şansına sahip oluşumuz. Aslında beynimiz biz istesek de istemesek de sürekli bir değişim içinde. Ancak beynimizdeki değişimi istediğimiz doğrultuda yönlendirebiliyor olmamız bile tek başına heyecan ve ümit verici. Bu yüzden belki de “Ben böyleyim.” yargısından “Ben şu anda böyleyim.” şeklindeki bir yargı daha doğru.

Hayat istesek de istemesek de hepimiz için çeşitli derece ve sıklıklardaki olumsuzluklarla dolu. Bunu değiştirmeyiz. Ancak olumsuzluklar karşısında nasıl düşüneneğimizi, hissedeneğimizi ve davranabileğimizi değiştirebiliriz. İnsan varoluşunun belki de en hayranlık uyandırıcı gücü olan esnek dayanıklılığı tam da bu yolla geliştirme şansına sahibiz. ■

## Kaynaklar

- Graham, L. (2013). Bouncing back: rewiring your brain for maximum resilience and well-being. New World Library, Navato, California.
- Graham, L. (2018). Resilience: powerful practices for bouncing back from disappointment, difficulty, and even disaster. New World Library, Navato, California.
- Shiraldi, G.R. (2021). The Resilience Workbook: Essential Skills to Recover from Stress, Trauma, and Adversity. New Harbinger Publications, Inc., Oakland CA.
- Jarret, C., “The Psychology of Resilience and How to Cultivate It”, *Science Focus*, 355:70-77, 2020.
- Southwick, S. M., Charney, D. S. (2012). Resilience: the science of mastering life’s greatest challenges. Cambridge University Press, UK.
- Yates, T. M., Tyrell, F., Masten, A. S., (2014), “Resilience Theory and the Practice of Positive Psychology From Individuals to Societies”, *Positive Psychology in Practice: Promoting Human Flourishing in Work, Health, Education, and Everyday Life*, İkinci Basım, s.773-788, John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey. <https://www.scientificamerican.com/article/enhance-your-resilience-stress/>
- <https://www.newyorker.com/science/maria-konnikova/the-secret-formula-for-resilience>
- <https://www.emdria.org/about-emdr-therapy/>
- <https://familyguidanceandtherapy.com/overcoming-trauma-and-enhancing-resilience-with-emdr-therapy/>

# Tekno-Yaşam

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

## Google'daki Bazı Yenilikler

Bing, Yandex ve DuckDuckGo gibi farklı arama motorları olsa da birçoğumuz için Google hâlâ ilk seçenek. Ancak Google'da aradığını bulmak o kadar da kolay olmuyabiliyor. İşimizi bir nebze kolaylaştırmak için Google tarafından "multi" adı verilen yeni bir özellik sunuldu. Artık resim ararken aynı anda arama metni de yazabiliyorsunuz. Örneğin bir kumaş fotoğrafını çekip, metin olarak da gömlek yazdığınızda sadece o kumaşla dikilmiş gömlek resimlerini bulabiliyorsunuz. Ayrıca bu aramaları sadece yakınımdaki sonuçları getir gibi seçeneklerle de birleştirerek bu gömleğin satıldığı mağazaları bulabiliyorsunuz. Elbette pratikte bu kadar iyi çalışmasa da bu yeni özellik bazı durumlarda çok faydalı olabilir.

Google tarafından sunulan çeviri hizmeti uzunca bir süredir fotoğraf üzerinden çeviri yapmayı sağlıyordu. Ancak bu sistem görüntüdeki metnin taranıp çevrilmesi şeklinde çalışıyordu. Yeni geliştirilen özellik sayesinde ise çevrilen metnin tekrar görüntünün üstüne yapıştırılmasıyla daha gerçekçi bir çeviri elde etmek mümkünleşti. Mesela elinde tuttuğu mobil cihazla *Bilim ve Teknik* dergisinin kapağını görüntüleyen bir İngiliz, dergi İngilizce



ce hazırlanmış gibi kapağı tümüyle İngilizce görebiliyor. Özellikle görüntü ve metnin birlikte kullanıldığı anlatımlarda bu özellik hayli faydalı olacak.

Diğer taraftan Google haritalarda yeni sunulan bir özellik sayesinde artık bir yerin farklı zamanlarda ne kadar kalabalık olduğunu ve havanın nasıl olduğunu tahmini olarak öğrenebiliyorsunuz. Örneğin cuma akşamı arkadaşınızla bir restoranda buluşmak istediğinizde, o saatte o mekânın ne kadar kalabalık olduğunu ve havanın güzel olup olmayacağını görebiliyorsunuz. Bu da planlama yaparken işinizi hayli kolaylaştıracaktır. Google tüm bu yenilikleri peyderpey tüm dünyada kullanıma sunmayı planlıyor.

<https://blog.google/products/search/new-search-technology>

## Sürücüler Fiziksel Tuşları Tercih Ediyor

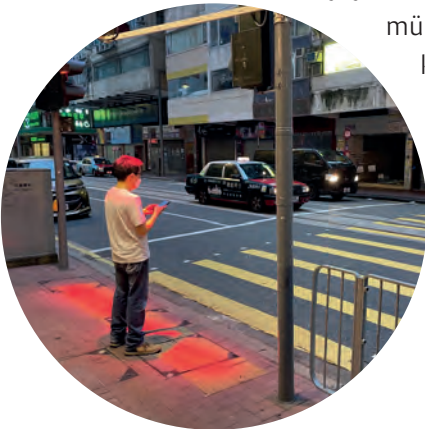
Modern arabalarda hemen her şeyi devasa büyüklükteki ekranlar üzerinden yapabiliyorsunuz. Bir bakıma ekran ne kadar büyürse arabanın albenisi de o kadar artıyor. Maliyetleri düşürmek, üretim ve tasarım zamanlarını kısaltmak ve etkileyici iç tasarımlar sunmak adına fiziksel tuşlardan vazgeçilse de yapılan kullanılabilirlik testleri çok farklı bir hikâye anlatıyor. Ses açma ve kapama gibi sürüş esnasında kullanılması gereken birçok işlev için fiziksel tuşlar çok daha güvenli. Öyle ki yapılan bazı testlerde hareket hâlindeki bir araçta sürücünün radyo değiştirme ya da klima sıcaklığını düşürme gibi basit görevleri tamamlamasının fiziksel tuşları bulunan araçlara göre 3-4 kat yavaş olduğu görüldü. Elbette dokunmatik ekran istilası sadece otomobillerle sınırlı değil, beyaz eşyadan endüstriyel ürünlere kadar birçok elektronik cihaz dokunmatik ekranlı olarak üreilmeye başlandı. Üreticilerin bakış açısıyla bu dönüşüm anlaşılabilir bir geçiş olsa da tüketiciler açısından durum tartışmaya açık.



<https://bit.ly/fiziksel-tus>

## Yaya Geçişlerinde Yeni Düzenleme

Akıllı telefonlar çıktı çikâlı gerçek hayattaki iletişimimizin azaldığı hepimizin malumu ama Hong Kong'da işler çok daha farklı bir düzeye erişmiş durumda. İnsanların sürekli telefonlarına bakmalarından ötürü karşıdan karşıya geçişlerde yayaların trafik kazalarına maruz kalma oranı arttı. Bu duruma bir çare arayan yetkililer çözümlü yaya geçitlerindeki işaret sistemini değiştirmekte buldu. Henüz deneme aşamasındaki sistemle yaya geçiş ışıkları zemine yansıtılıyor. Böylece insanlar telefonda başlarını kaldırmadan yayalara yeşil veya kırmızı yandığını görebiliyor. Dört farklı kavşağa kurulan sistem 6 ay boyunca denenecek. 7 milyonluk nüfusa sahip Hong Kong'da yılda 2.000'den fazla yaya trafik kazalarında hayatını kaybediyor. Amerika Birleşik Devletleri'nde yapılan bir araştırmada insanların %68'inin otomobil sürerken akıllı telefon kullandığı ve her on kişiden birinin bu nedenle kazaya karıştığı tespit edildi. Hong Kong'daki bu deney başarılı olur mu bilinmez ama akıllı telefon bağımlılığı can yakmaya devam edecek gibi görünüyor.



<https://bit.ly/dur-gec>

## Fransa Yüzme Havuzu Avında

Fransız hükümeti düşük emlak vergisi ödemek için evindeki yüzme havuzunu beyan etmeyen kişileri tespit etmek için yapay zekâ destekli bir sistem geliştirdi. Uydu görüntülerinin incelenmesiyle 20.000'den fazla ev sahibi tespit edildi ve toplamda 10 milyon Euro'nun üzerinde bir ek gelir elde edildi. Üstelik şu ana kadar sadece yoğun nüfuslu 96 bölge incelendi. Tüm Fransa projesine dâhil edildiğinde 40 milyon Euro'nun üzerinde bir vergi geliri elde edilmesi bekleniyor.



Fransa'da bu yaz son yılların en kurak mevsimi yaşandı. Bu nedenle havuzların tespit edilmesi su tüketimini düşürmek açısından da önem taşıyor. Ancak proje sadece havuzlarla sınırlı kalmayabilir. Bir sonraki aşamada mimari plana aykırı olarak evine veranda gibi eklemeler yapanların da tespit edilmesi amaçlanıyor.

<https://bit.ly/havuz-bul>

## Darth Vader'a Yapay Zekâ Ses Verecek



Star Wars filmlerinin efsanevi kötü karakteri Darth Vader'ı seslendiren James Earl yaşlılık nedeniyle artık emekliliğe ayrıldı. Aktörün de izniyle Darth Vader karakterini artık yapay zekâ seslendirecek. James Earl'ün ses kayıtlarıyla eğitilen yapay zekâ, tıpkı onun gibi konuşarak karaktere hayat verecek. Benzer bir çalışma daha önce Luke Skywalker'ın gençliğini seslendirmek için yapılmış ve başarılı sonuçlar elde edilmişti. Geçtiğimiz günlerde yapay zekâ kullanılarak ünlü podcast sunucusu Joe Rogan ve Steve Jobs'ın yeni bir söyleşi üretilmişti. <https://podcast.ai> adresinden dinlenebilecek mülakatta Jobs'un geçmiş konuşma ve söyleşileri yapay zekâ tarafından işlenerek güncel bir metin üretilmişti. İçerik olarak zaman zaman anlamsız veya tekrara düşen ifadeler içerse de seslendirme açısından çalışmanın etkileyici olduğu söylenebilir. Gelecekte birçok ses sanatçısının seslendirme yapmak yerine, sesinin kullanım hakkını satacağını söylemek yanlış olmaz.

<https://bit.ly/dv-ses>

## Eğilebilen Ekranlar

Bilgisayar ekranlarının genellikle yüksek çözünürlüklü ve büyük olması önemsenirken son dönemde kavisli ekranlar da popülerleşmeye başladı. Özellikle oyuncular daha etkileyici bir atmosfer sunduğu için sıklıkla kavisli ekranları tercih ediyor. CorsAir tarafından üretilen Xeneon Flex model ekranlar ise hem düz hem de kavisli olarak kullanılabilir. Normalde düz olan ekran iki tarafından çekilerek kavisli hâle getirilebiliyor. İş için düz, oyun için kavisli mod imkânı sunan ekran, pratik hayatta ne kadar dayanıklı olacak bilinmez ama önümüzdeki yıllarda bu tür ekranların yaygınlaşacağını söylemek yanlış olmaz. Xeneon Flex'in fiyatı henüz belli olmasa da çok ucuz olmasını beklememek gerekiyor.

<https://engt.co/3MAN6dB>



## Uzaktan Kumandalı Hamam Böcekleri

Singapur Nanyang Teknoloji Üniversitesinden Hirota-ka Sato liderliğinde bir grup bilim insanı hamam böceklerini uzaktan kontrol edebilecek bir sistem geliştirdi. Hamam böceklerinin sırtına yerleştirilen mini bilgisayar ve kızılötesi kamerayla göçük altında yaşam belirtisi gösteren insanların tespit edilebilmesi amaçlanıyor. Çok ince ve esnek elektronik materyaller sayesinde böceklerin hareketleri kısıtlanmazken, vücutlarına yerleştirilen implantlar yardımıyla yönlendirilebiliyorlar. Boyutu 6 cm'yi bulabilen Madagaskar tıslayan hamam böcekleri üzerinde yapılan çalışmalarda; ortam sıcaklığını ölçen sensörler, güneş enerjisiyle şarj olan piller, Bluetooth çipleri, böceğin altı ekseninde hareketini tespit edebilen bir ivme ölçer ve pusula gibi ölçüm cihazları bir arada kullanıldı. Özellikle böceklerin hareketlerinin kontrol edilmesi için uzun yıllar deneyler yapan araştırma ekibi; sağ anten bölümü uyarıldığında böceğin sola, sol anten bölümü uyarıldığında da sağa doğru gittiğini

tespit etmişti. Uzaktan kumandalı hamam böceğine ait bir deney videosunu izlemek için <https://bit.ly/hamam-rc> adresini ziyaret edebilir ya da aşağıdaki kare kodu akıllı cihazınızdaki barkod okuyucuya okutabilirsiniz.



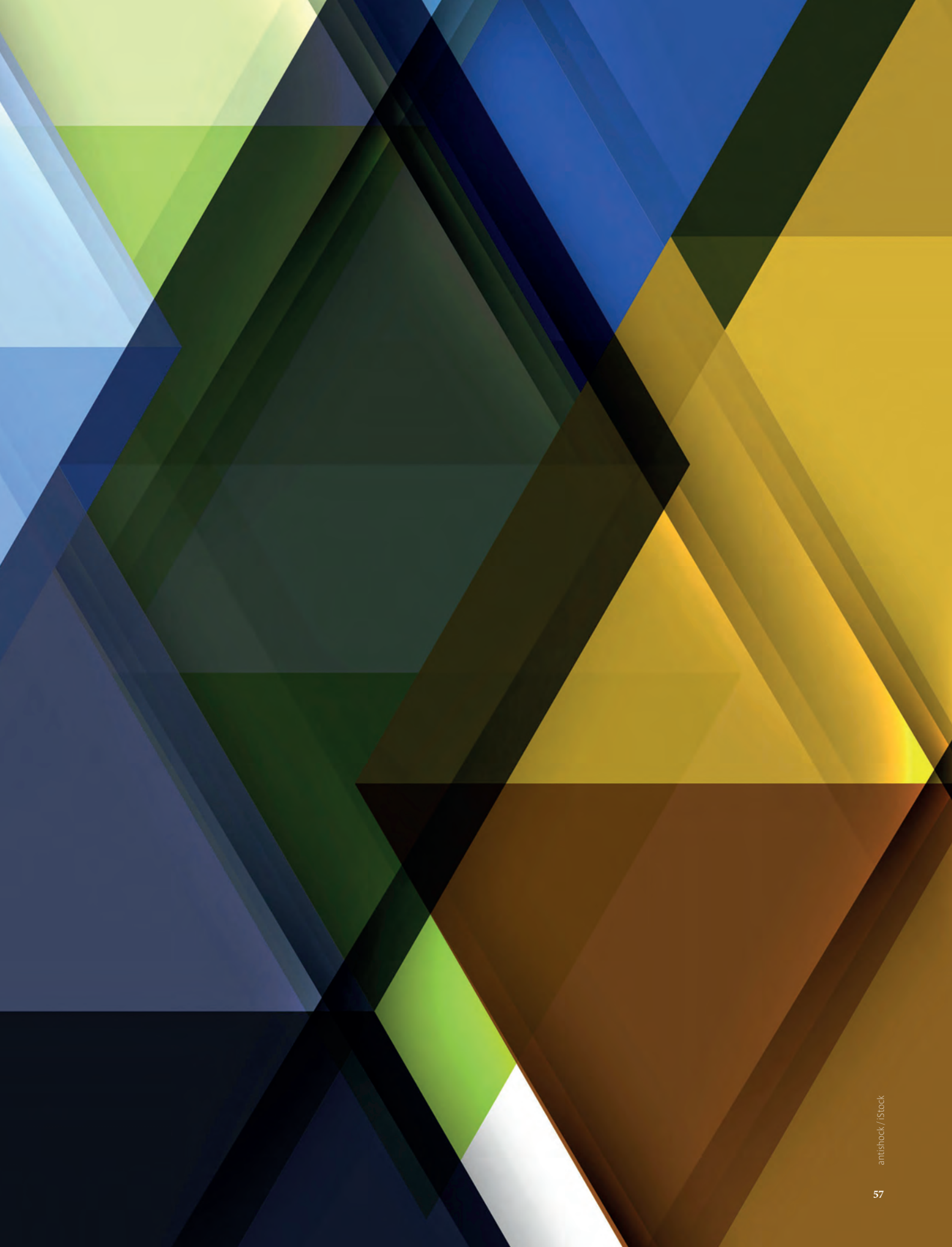
<https://bit.ly/3CH9Jnm>

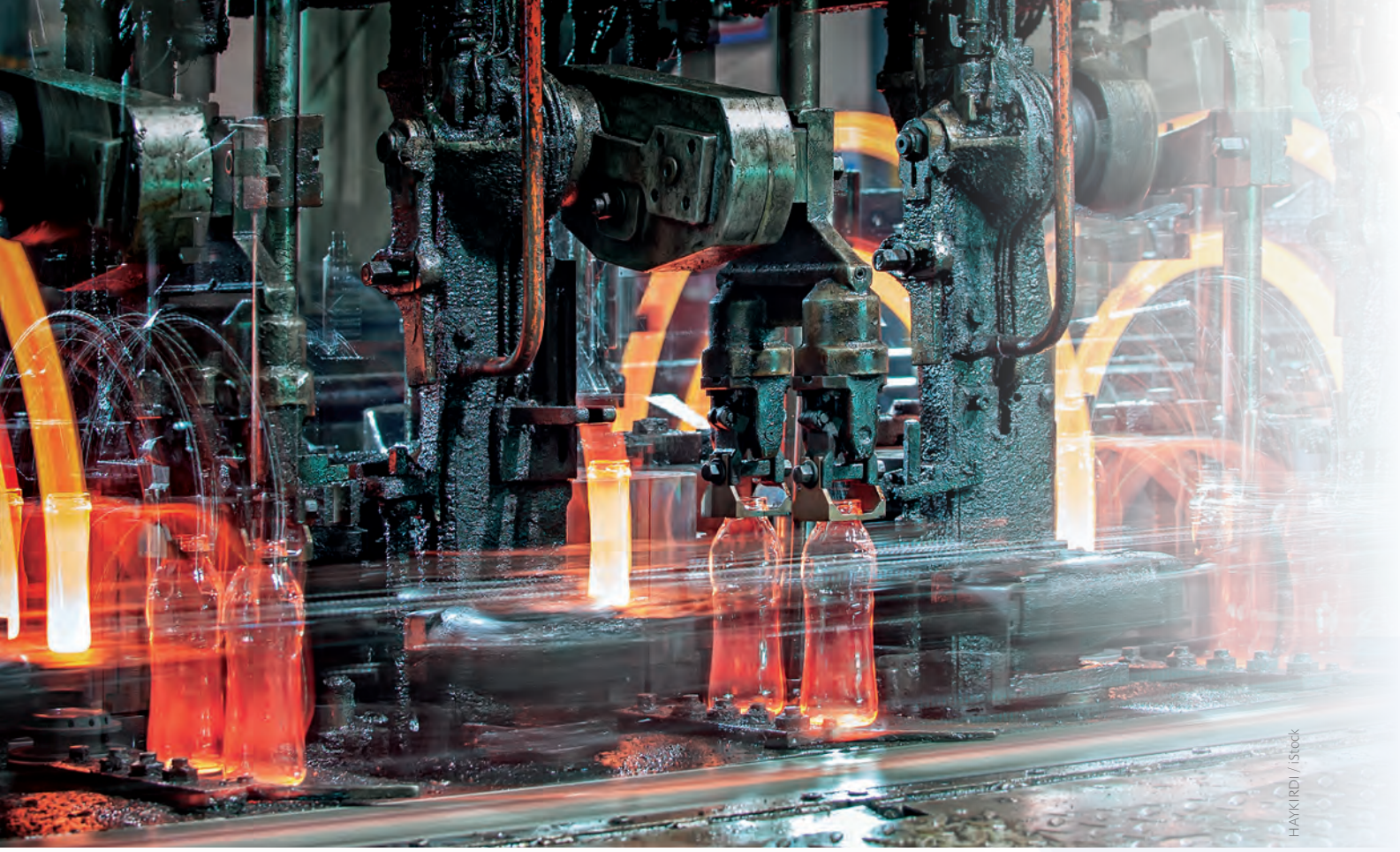


# Camların Sıra Dışı Bir Uygulama Alanı: Nükleer Atıklar

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

Nükleer atıkların uzun süre çevreye ve canlılara zarar vermesini önlemek amacıyla kullanılan yöntemlerden birinin de camlaştırma olduğunu biliyor muydunuz?





HAYKIRDI / iStock

## Nükleer Atıklar

Bilimsel araştırmalar, nükleer enerji üretimi, madencilik ve nükleer tıp gibi çeşitli faaliyetler nükleer atıkların ortaya çıkmasına neden oluyor. Bu atıkların sağlığa ve çevreye zarar vermemesi için önlemler alınması gerekiyor.

Nükleer atıklar radyoaktiflik derecelerine göre düşük seviyeli, orta seviyeli ve yüksek seviyeli olarak üç başlık altında sınıflandırılıyor. İçerdikleri radyoaktif maddeler kısa süre içinde bozunarak zararsız hâle geldiği için düşük seviyeli atıkların sağlığa ve çevreye zarar vermesini önlemek görece kolay. Orta ve yüksek seviyeli atıklarsa yaydıkları radyasyonun etrafa yayılmasını engelleyen kalkanlarla çevreleniyor. Ayrıca yüksek seviyeli atıklardan yayılan yüksek ısıya karşı da önlem alınması gerekiyor.

Nükleer atıkları zararsız hâle gelinceye kadar canlılardan uzak tutmak için kullanılan yöntemlerin başında atıkların yer altına gömülmesi geliyor.

Yüksek seviyeli atıklar yerin 200 ila 1.000 metre derinlerine gömülüyor. Daha düşük seviyeli atıklarsa bazen yüksek seviyeli atıklarla beraber gömülüyor. Bazen de çok daha sığ, 15 ile 200 metre arasında değişen derinliklere gömülüyorlar.

Yerkürenin derinlerine gömmek, nükleer atıkları etkisizleştirmek için tek başına yeterli değil. Örneğin bu atıklar zaman içinde yer altı sularına karışabilir, başka yerlere taşınarak yeniden canlılara ve çevreye zarar verecek hâle gelebilir. Bu tehlikeye karşı bir önlem olarak, nükleer atıklar birkaç katmanlı konteynırların içine hapsedilerek gömülüyor. Nükleer atıkların buldukları yerde hareketsiz kalabilecekleri süreyi uzatmak için başvurulan yöntemlerden biri de camlaştırma.

Önce camların yapısı ve özellikleri hakkında bazı bilgiler verelim, sonra nükleer atıkların nasıl camlaştırıldığından bahsedelim, son olarak da bu konu hakkında süregiden araştırmalara göz atalım.

## Camlar

Camlar, amorf (şekilsiz, biçimsiz) katılar olarak adlandırılan malzemelerin örnekleridir. Kristalli katıların aksine camları meydana getiren atomlar düzenli bir yapı oluşturmaz.

Kumun ana bileşeni olan kuartz ( $\text{SiO}_2$ ) insanlar tarafından üretilen camların büyük çoğunluğunun ana ham maddesidir. Cam üretimi, ham maddelerin ısıtlarak eritilmesiyle başlar. Daha sonra düzensiz yapıya sahip amorf bir katı elde etmek için eriyik hızla soğutulur. Farklı katkı maddeleri ortaya çıkan son ürünün özelliklerini çeşitlendirmek -örneğin ürünü renklendirmek ya da ısıya daha dayanıklı hâle getirmek- için kullanılır.

İlk cam üretiminin nerede başladığı bilinmiyor. Adaylar arasında Lübnan, Suriye, Mezopotamya ve Mısır var. İnsanlar tahminen 6.000 yıldan beri cam üretiyorlar. Ancak büyük çapta cam üretimi yapılmaya başlanması, Bronz Çağı'nın sonlarına doğru, MÖ 1500 civarında, cam üretim teknolojilerinin hızla gelişmesinden sonradır. Bugün cam denince aklımıza gelen ilk şey, pencere camları gibi saydam, ışığı geçiren malzemelerdir. Ancak o dönemlerde üretilen camların büyük çoğunluğu renkliydi ve ışığı geçirmiyordu.

Cam, sadece insanlar tarafından üretilen bir malzeme değildir. Doğal süreçler de camları ortaya çıkarabilir. Örneğin yıldırım düşmesi ya da gök taşı çarpması gibi olaylar sırasında ortaya çıkan yüksek ısı kumun camlaşmasına neden olabilir. Yeryüzüne düşen meteoritlerde de bazen camlara rastlanır. Yanardağ patlamaları sırasında yayılan lavlar hızla soğuduğunda da obsidiyen denilen volkanik camlar oluşur.

Eski zamanlarda cam; zümrüt, yakut ve safir gibi kıymetli taşlarla aynı değerde görülürdü. Bu kıymetli camların en bilinen örneklerinden biri Mısır firavunu Tutankamun'un mezarında bulundu. Mumyanın altından üretilmiş maskesinin üzeri mavi şeritlerle bezeliydi. Ayrıca göğsünün üzerinde solgun sarı renkli, Mısır böceği biçiminde şekillendirilmiş bir ziynet eşyası vardı. Hem maskedeki mavi şeritler hem de sarı renkli Mısır böceği camdan üretilmişti.



Tutankamun'un mezarında bulunan ziynet eşyası. Sarı renkli Mısır böceği 29 milyon yıllık bir camın şekillendirilmesiyle üretilmiş.



Tutankamun'un mumyasının maskesindeki mavi şeritler camdan üretilmiş.



## Nükleer Atıkların Camlaştırılması

Nükleer atıkların uzun süre yapıları bozulmadan, çevresiyle kimyasal tepkimelere girmeden, kolayca havaya ya da suya karışmayacak bir biçimde depolanması gerekiyor. Bu amaçla kullanılan yöntemlerin başında da camlaştırma geliyor. Bazı ülkeler tüm nükleer atıkları camlaştırmayı tercih etseler de bu yöntem daha çok yüksek seviyeli atıklar için kullanılıyor.

Camlaştırma başlamadan önce nükleer atıkların içindeki su buharlaştırılarak atık kuru toz hâline getiriliyor. Daha sonra bu tozlar devasa fırınların içinde eriyik hâline getirilmiş ham maddelerin içine katılıyor. Karışım hızla soğutulurken camlaştırıldıktan sonra konteynerların içine yerleştiriliyor. Kaynak yapılarak sıkıca kapatılan konteynerlar yerin derinliklerine gömülmeye hazır hâle getiriliyor.

Camlaştırma sonucunda ortaya çıkan ürün, nükleer atıkların etrafa yayılmasını engelleyen bir bariyer görevi görmüyor. Nükleer atıklardaki radyoaktif elementler üretilen camların yapısına katılıyor.



## Nükleer Camların Yapısı

Ana ham maddesi kuartz olan camlarda, silisyum ve oksijen atomları birbirleriyle güçlü bağlar kurarak düzensiz bir ağ oluşturur. Camın yapısına katılan katkı maddeleri bu yapıda değişikliklere neden olur. Bu katkı maddeleri iki gruba ayrılır. Birinci grupta bor ve alüminyum gibi elementler yer alır. Ağ oluşturucular olarak adlandırılan bu katkı maddeleri, silisyum atomlarının yerini alır ve tıpkı silisyum atomları gibi oksijen atomlarıyla kimyasal bağlar kurar. Değiştiriciler olarak adlandırılan ikinci grupta ise sodyum, potasyum ve kalsiyum gibi bazı elementler yer alır. Bu katkı maddeleri de yine silisyum atomlarının yerini alır ancak oksijen ile kimyasal bağ kurmaz. İkinci grupta yer alan bu katkı maddeleri camın daha zayıf bir yapıya sahip olmasına; erime noktasının, yüzey geriliminin ve viskozitesinin düşmesine yol açar.

Nükleer atıklar camlaştırılırken en çok tercih edilen katkı maddelerinin başında bor oksit ( $B_2O_3$ ) gelir. Bu durumun nedeni borosilikat camların genleşme katsayısının çok düşük olması ve dolayısıyla aşırı ısıya karşı çok daha dayanıklı olmalarıdır. Hem yüksek seviyeli atıkların aşırı miktarda ısı yayması hem de yerükürenin derinlerine gidildikçe artan sıcaklıklar nedeniyle yerin derinliklerine gömülecek nükleer camların içlerine  $B_2O_3$  katılarak ısıya karşı daha dayanıklı olmaları hedeflenir.

## Camlar Ne Kadar Dayanıklı?

Nükleer atıkların içinde yarılanma ömrü (radyoaktif madde miktarının yarıya düşmesi için gereken süre) binlerce hatta milyonlarca yıl olan elementler bulunuyor. Örneğin iyot-129 izotoplarının yarı ömrü 15 milyon yıldan daha fazla. Peki camlar, özellikle de nükleer camlar, bu kadar uzun süre yapısı bozulmadan kalabilir mi?

Camlar genel olarak dayanıklı malzemelerdir. Eski zamanlardan kalma tarihî binalara baktığımızda insanlar tarafından üretilmiş yüzlerce yıllık camlar görebiliriz. Hatta Mısır firavunu Tutankamun'un mumyasını süsleyen Mısır böceği biçimindeki sarı broş, Libya Çölü'ne gök taşı düşmesi sonucu oluşmuş, yaklaşık 29 milyon yıllık bir camın şekillendirilmesiyle üretilmiştir. Ancak bu örnekler her tür camın her tür koşul altında çok uzun süreler dayanıklı olduğu anlamına da gelmiyor. Bir camın ne kadar uzun süre bozulmadan kalabileceği bileşimine ve ortam koşullarına bağlı olarak değişiyor.

Hangi tür camın hangi koşullar altında ne kadar dayanıklı olduğu sorusuna cevap vermekle ilgili bir zorluk, kuramsal fizikte son yüz elli yıldır yaşanan büyük gelişmelere rağmen camların özellikleri

hakkında kuramsal tahminler yapmanın hâlâ çok zor olması. Camın bileşimindeki ve ortam koşullarındaki ufak farklar camların bozulma hızında çok büyük değişikliklere sebep olabiliyor. Üstelik nükleer camların bileşimi günlük hayatta aşına olduğumuz camlardan çok farklı. Nükleer atıklarda periyodik tabloda yer alan elementlerin neredeyse tamamı bulunuyor.

Camlaştırılan nükleer atıkların ne kadar uzun süre doğayı tehdit etmeden yer altında depolanabileceği hakkında fikir edinmek isteyen araştırmacılar deneysel çalışmalara yöneliyorlar. Önce camların yapısının nasıl bozulduğu hakkında bilinenleri özetleyelim, daha sonra da yapılan araştırmalara göz atalım.

## Camların Yapısı Nasıl Bozular?

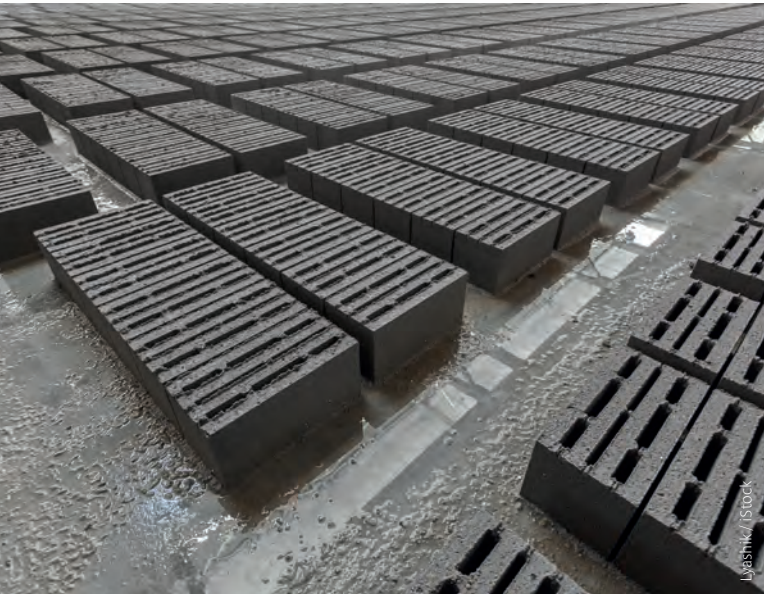
Su ile temas hâlinde olduklarında camların yapısı çok yavaş bir biçimde bozular. İlk olarak sodyum ve potasyum gibi alkali metaller suya sızar. Bu durum cama dayanıklılık kazandıran güçlü ağ yapısının bozulmasına yol açar. Böylece ağ yapısının ana bileşenlerinden olan silisyum ve bor gibi atomlar da oksijenli iyonlar hâlinde suya karışmaya başlar. Sonuçta cam yüzeyinde amorf bir jel katmanı oluşur.



Bu jel zamanla giderek yoğunlaşır ve camdaki atomların daha fazla dışarı sızmasını yavaşlatan bir “pasifleştirme” katmanı ortaya çıkar. Camdaki atomların suya karışmaları için bu pasifleşme katmanını aşmaları gerekir. Böylece camın bozulma hızı düşer. Ancak her zaman olmasa da çeşitli koşullar altında – örneğin ortamda demir ve magnezyum içeren mineraller olması durumunda- pasifleştirme katmanının yapısı da bozulabilir. Bu durum camın bozulma hızının yeniden artmasına yol açar.

## Deneysel Çalışmalar

Laboratuvar ortamında camların dayanıklılığı üzerine çalışmalar yapan araştırmacılar “ivmelendirilmiş testler” yapıyor. Meydana gelen süreçleri hızlandırmak için camların yüzey alanı artırılıyor ve camlar yüksek sıcaklıklara maruz bırakılıyor. Bu testler, farklı türde camların dayanıklılıklarını karşılaştırmak açısından yararlı olsa da laboratuvar ortamından çok daha karmaşık doğal ortamlarda camların hangi hızla bozulacağı hakkında net bir fikir vermiyor.



Cüruftan üretilmiş tuğlalar

Doğal camlar da nükleer camların dayanıklılığı hakkında iyi fikir vermez. Doğal camlardaki alkali metal yoğunluğu, nükleer camların aksine, çok düşüktür. Bu durum doğal ve nükleer camların farklı özelliklere sahip olmasına neden olur.

Nükleer camların dayanıklılığı hakkında fikir edinmek için bir diğer seçenek de insanlar tarafından üretilmiş arkeolojik camların kalıntılarını incelemektir. Bu eski camlar nükleer camlardan çok farklı bileşimlere sahip olsalar da çok çeşitli türde elementler içerir. Bu yüzden laboratuvar ortamında yapılan ivmelendirilmiş testlere ve doğal camlara kıyasla nükleer camların dayanıklılığı hakkında daha iyi fikir verebilirler. Özellikle buldukları bölgelerin iklim koşulları hakkında güvenilir kayıtlar bulunan, görece yakın zamanlarda üretilmiş camlar, bu konuda çok yararlı olabilir. Bu çalışmalarla ilgili en önemli sorunsu antik camların bor içermemesidir. Camlaştırma sırasında neredeyse tüm nükleer atıklara, ısıya karşı daha dayanıklı olmaları için,  $B_2O_3$  ekleniyor. Ancak insanlar tarafından üretilen borosilikat camların tarihi 1900’lerden öncesine gitmiyor.

Bugüne kadar incelenen arkeolojik cam örneklerinden biri Kerkük yakınlarındaki antik Nuzi şehrinin kalıntılarındaki camlar. Bronz Çağı’na tarihlenen antik şehrin kalıntılarındaki camlarla ilgili en dikkat çekici şey, bazı camların 3.000 yıl boyunca mükemmel bir şekilde korunmuş, bazılarının ise tamamen dağılmış olması. Aynı evin yan yana iki odasında bile buna benzer durumlara rastlanabiliyor. Bu durum, ortam koşullarındaki küçük farkların bile camların dayanıklılığını büyük oranda etkileyebildiği gerçeğini gözler önüne seriyor.

Camların dayanıklılığıyla ilgili araştırmalara konu olan bir diğer arkeolojik kalıntı ise İngiltere açıklarındaki bir gemi batığı. Margate şehrinin yakınlarındaki batıkta 265 yıllık cam kalıntıları var. Üstelik bölgedeki su sıcaklıkları ve tuzluk oranları ile ilgili yaklaşık 200 yıldır kayıtlar tutuluyor.

Arkeolojik camsı cüruf örneklerinin de camların dayanıklılığı hakkında fikir edinmek için yararlı olacağı düşünülüyor. Demir dökümü sırasında ortaya çıkan bu atık maddenin yapısının özellikle plütonyum içeren nükleer camlara benzediği belirtiliyor. İncelenen cüruf örnekleri arasında İngiltere'nin Hayle şehrindeki 250 yıllık bir köprünün inşasında kullanılmış cüruf bloklar da var. Hareketsiz olan bloklar, yıllardır havaya ve nehir sularına maruz kalıyor. Hem üretim tarihlerinin hem de yıllar içinde maruz kaldıkları koşulların iyi bilinmesi nedeniyle bu çalışmalardan elde edilecek bilgilerin çok faydalı olması bekleniyor.

Laboratuvar deneylerinin yapıldığı zaman ölçeği ile arkeolojik camların üretildiği zaman ölçeği arasında çok büyük fark var. Bu boşluğu doldurmak ve camların hangi hızla bozulduğunu anlamak için çeşitli saha çalışmaları da gerçekleştiriliyor. Örneğin Derbyshire'daki eski bir taş ocağında 50 yıldan uzun süredir devam eden bir deney yapılıyor. Başlangıçta arkeolojik camların alkali koşullar altında nasıl bozulduğunu incelemek için tasarlanmış deneye daha sonra nükleer camlar da dâhil edildi. Periyodik aralıklarla toprağın altına gömülmüş cam örneklerinden bazıları çıkarılarak incelemeye alınıyor. Ayrıca bölgedeki hava koşulları sürekli takip ediliyor. Yine Derbyshire'daki bir mağarada da kalsiyum bakımından zengin sularla camların nasıl bozulduğu ile ilgili yaklaşık 30 yıldır devam eden bir deney yapılıyor. Yer altına gömülen nükleer atıklar çimento kullanılarak üretilen bariyerlerin içine hapsediliyor. Derbyshire'daki deneyde de çimentodaki kalsiyumun camların bozulmasına etkisi anlaşılmasına çalışılıyor.



## Sonuç

Nükleer atıkları insanlara ve çevreye karşı zararsız hâle getirmek için kullanılan yöntemlerin başında, atıkları camlaştırdıktan sonra toprağın derinliklerine gömmek geliyor. Ancak camların yapısı zamanla bozulabiliyor.

Camların yapısının bozulması sırasında meydana gelen süreçler büyük ölçüde anlaşılmış olsa da bu süreçlerin farklı bileşimlerdeki camlar için hangi hızlarla ilerlediği hakkında fazla bir şey bilinmiyor. Zamana karşı en dayanıklı camların nasıl üretilebileceği hakkında fikir edinmek isteyen araştırmacılar, sadece laboratuvar ortamında çalışmalar yapmakla kalmıyor, onlarca yıldır devam eden deneyler yapıyor, eski zamanlardan kalma antik camları inceliyor. Bu çalışmaların büyük çoğunluğu doğrudan nükleer camların dayanıklılığı hakkında net çıkarımlar yapmaya imkân vermese de çok çeşitli türdeki camların incelenmesiyle nükleer camların hangi hızla bozulduğunun da daha iyi anlaşılacağı düşünülüyor. Elde edilecek sonuçlar, nükleer atıkların canlılara ve çevreye verebileceği zararları önlemek açısından büyük önem taşıyor. ■

## Kaynaklar

- Brazil, Rachel, "A glassy solution to nuclear waste", *Physics World*, <https://physicsworld.com/a/a-glassy-solution-to-nuclear-waste/>, 22 Haziran 2022.
- Shortland, A. J., ve ark., "The analysis of late bronze age glass from Nuzi and the question of the origin of glass-making", *Archaeometry*, Cilt 60, s. 764-783, 2018.
- Michelin, A., ve ark., "Silicate glass alteration enhanced by iron: Origin and long-term implications", *Environmental Science & Technology*, Cilt 47, s. 750-756, 2013.
- Thorpe, C. L., ve ark., "Forty years of durability assessment of nuclear waste glass by standard methods", *npj Materials Degradation*, Cilt 5, Makale No: 61, 2021.
- Thorpe, C. L., "Natural analogues for nuclear waste: a window into the future?", *Environmental Chemistry Group Bulletin*, <https://www.envchemgroup.com/natural-analogues-nuclear-waste.html>, 2021.



# Merak Ettikleriniz

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

## Neden Pillerin Tadı Ekşidir?

“Neden Pilleri Yalamamalıyız?” başlığı altında da incelenebilecek bu sorunun yanıtı, merakına yenik düşerek diline pil değdirenlerin deneyimlediği küçük elektrik şokunun ağızda yol açtığı kimyasal değişimin tat olarak algılanmasıyla ilgilidir.

Örneğin, 9 voltluk gerilime sahip bir pilin kutuplarına elle temas edildiğinde bir elektrik şoku hissedilmez. Çünkü cilt, pilin kutupları arasında yeterli elektrik akımı oluşmasını sağlayacak düzeyde elektrik iletkenliğine sahip değildir. Pil dile dokundurulduğundaysa, iletken bir çözelti olarak değerlendirebileceğimiz tükürük, elektrik devresini tamamlayıcı rol oynar ve kutuplar arasında elektron akışı gerçekleşir. Bu akış sırasında tükürükte bulunan su molekülleri elektroliz adı verilen süreçle bileşenlerine ayrışır.

Pilin bir kutbundan tükürüğe doğru ilerleyen elektrik akımı, hidrojen gazı ( $H_2$ ) ve hidroksit iyonları ( $OH^-$ ) oluşmasına neden olur. Diğer yandan, tükürükten pilin diğer kutbuna ilerleyen akım da oksijen gazı ( $O_2$ ) ve hidrojen iyonları ( $H^+$ ) oluşturur. Bu sırada açığa çıkan gazlar ortamdaki hızla uzaklaşırken iyonlar dilin yüzeyinde kalmaya devam eder. Asitli yiyecek ve içeceklerde de bulunan hidrojen iyonları dildeki tat tomurcuklarını uyararak

ekşi tat algılanmasına yol açar. Dil hidroksit iyonlarının yol açtığı acı tada karşı yeterince hassas olmadığından ekşi tat daha baskın şekilde algılanır.

Daha küçük gerilim değerine sahip pillerin neden olduğu minik elektrik şokları ise farklı tat alma tomurcuklarını aktive edebildiği için tatlı, acı ya da baharatlı tatların algılanmasına da yol açabilir. Elektriksel tat olarak da nitelendirilen bu olguya yönelik çalışmalarda bilim insanları deneye katılanlarının tat alma duyularını yanıltmayı başarabiliyor. Örneğin, elektrotlara sahip özel tasarlanmış kap ve kaşıklarla gerçekleştirilen bir deneyde araştırmacılar, elektrot sıcaklığı ve akım değerlerini değiştirmeye ek olarak ortama yaydıkları yapay kokular ve tat tomurcuklarına gönderdikleri farklı dalga boylarında ışık ile katılımcıların aynı yiyecekten farklı tatlar almalarını sağladı.

### Kaynaklar

personal.psu.edu/staff/m/b/mbt102/bisci4online/chemistry/chemistry4.htm

Ranasinghe, N., Lee, K.-Y., Suthokumar, G., & Do, E. Y.-L. (2016). Virtual ingredients for food and beverages to create immersive taste experiences. *Multimedia Tools and Applications*, 75(20), 12291–12309.

# Sonbaharın Kendine Özgü Kokusunun Kaynağı Nedir?

Genellikle hüzün ile ilişkilendirilen sonbahar mevsiminin kokuları biyolojik, kimyasal ve psikolojik etmenlerin buluşmasıyla nostaljik bir etki oluşturur. İnsan beyninde koku sinyallerinin duygular ve bellek verileriyle birlikte işlenmesi, sonbahar kokusunun her insanda farklı biçimde deneyimlenmesiyle sonuçlanır.

Uçucu organik bileşikler olarak da bilinen koku moleküllerinin burnumuza ulaşabilmesi için öncelikle buharlaşmaları gerekir. Sıcak yaz ayları bu moleküllerin çoğuna buharlaşma fırsatı sunar ve soluduğumuz hava bir koku karmaşasına bürünür. Sonbahardaysa, hava sıcaklığının düşmesiyle birlikte, buharlaşan molekül sayısı azalır. Algılanacak molekül sayısının azlığı, bu moleküllerin yol açacağı kokuların ayırt edilebilmesini kolaylaştırır.

Sonbaharda çevremizdeki havada bol miktarda bulunan koku moleküllerinin önemli bir bölümü bitkilerden gelir. Azalan Güneş ışığı nedeniyle, kış mevsimini depoladıkları besinler sayesinde fotosenteze gereksinim duymadan geçirmeye hazırlanan ağaçlardan dökülen yapraklar ile dalında kalmış meyvelerin çürüme süreci bu aylardaki koku içeriğinin başlıca nedenidir. Bakteri ve mantarlarca yürütülen ayrıştırma işlemi sırasında açığa çıkan geosmin ve asetik asit gibi kimyasallar ile bu organizmaların metabolik faaliyetleri sonucu yaydıkları diğer kimyasallar da sonbaharla özdeşleşen kokuları ortaya çıkarır.

Belirgin sonbahar kokularının kişisel bir deneyime dönüşme nedeniyse koku sinyallerinin işlendiği beyin bölgesinin komşu bölgelerle girdiği etkileşimdir. Burnumuzun üst bölümünden iletilen koku sinyalleri koku alma soğanı adındaki bölgede işlenir. Bu bölgenin yakın komşuları da duyguların işlendiği amigdala ile belleğimiz için önemli role sahip hipokampus bölgeleridir. Yapılan deneyler bu üç bölgenin doğrudan iletişim hâlinde çalıştığını gösteriyor. Bunun sonucunda da geçmişte algılanan koku molekülü verilerinin tekrar işlenmesi, o kokuyla birlikte işlenmiş anıların canlanmasına ve hissedilen duyguların tetiklenmesine yol açabiliyor.

## Kaynaklar

[acs.org/content/acs/en/pressroom/newsreleases/2020/november/why-do-we-love-the-smell-of-fall-video.html](https://acs.org/content/acs/en/pressroom/newsreleases/2020/november/why-do-we-love-the-smell-of-fall-video.html)

[cbc.ca/news/canada/british-columbia/the-smell-of-fall-1.5265513](https://cbc.ca/news/canada/british-columbia/the-smell-of-fall-1.5265513)

Herz, R. S., Eliassen, J., Beland, S., & Souza, T. (2004). Neuroimaging evidence for the emotional potency of odor-evoked memory. *Neuropsychologia*, 42(3), 371–378.

# COVID-19

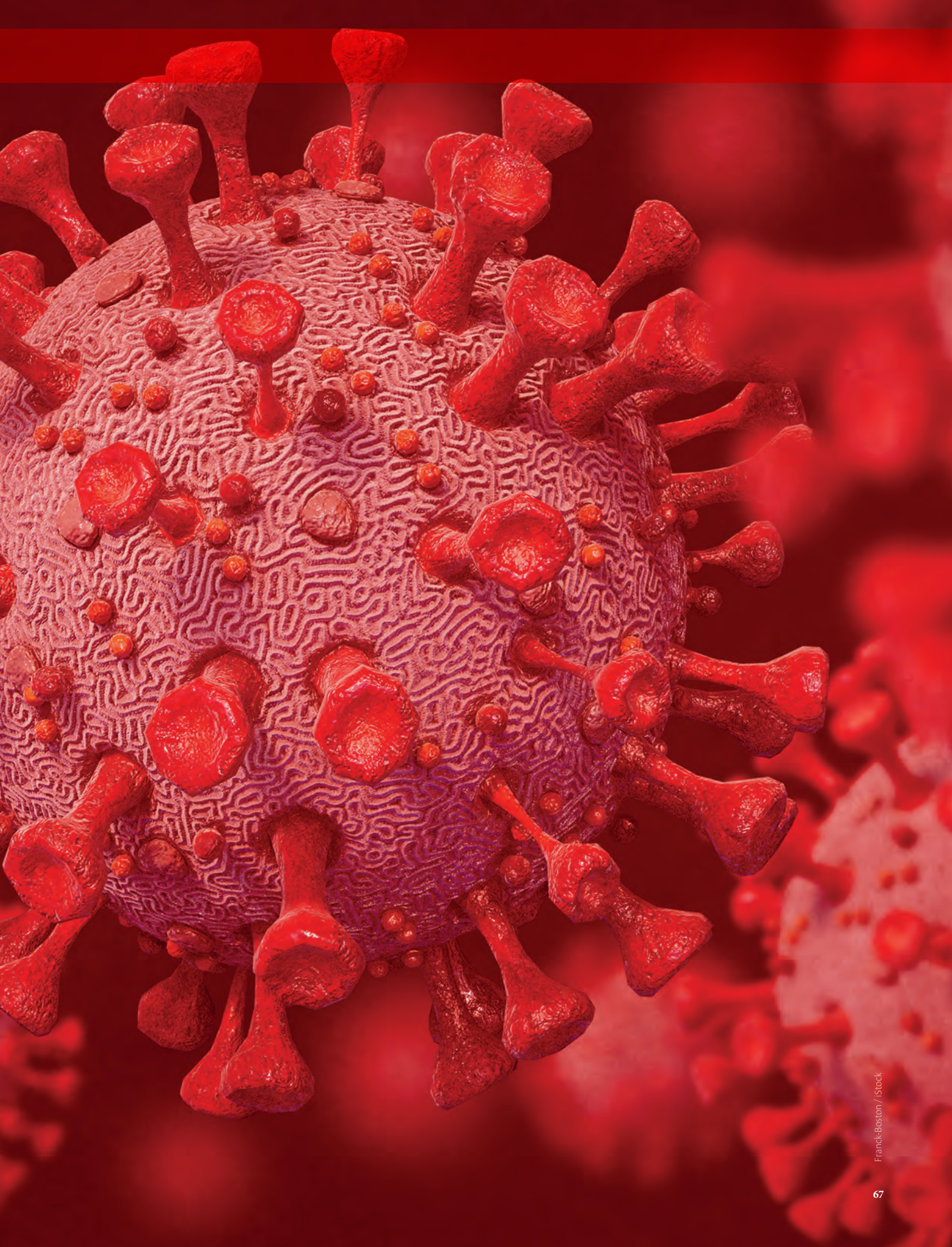
## Cephesinde

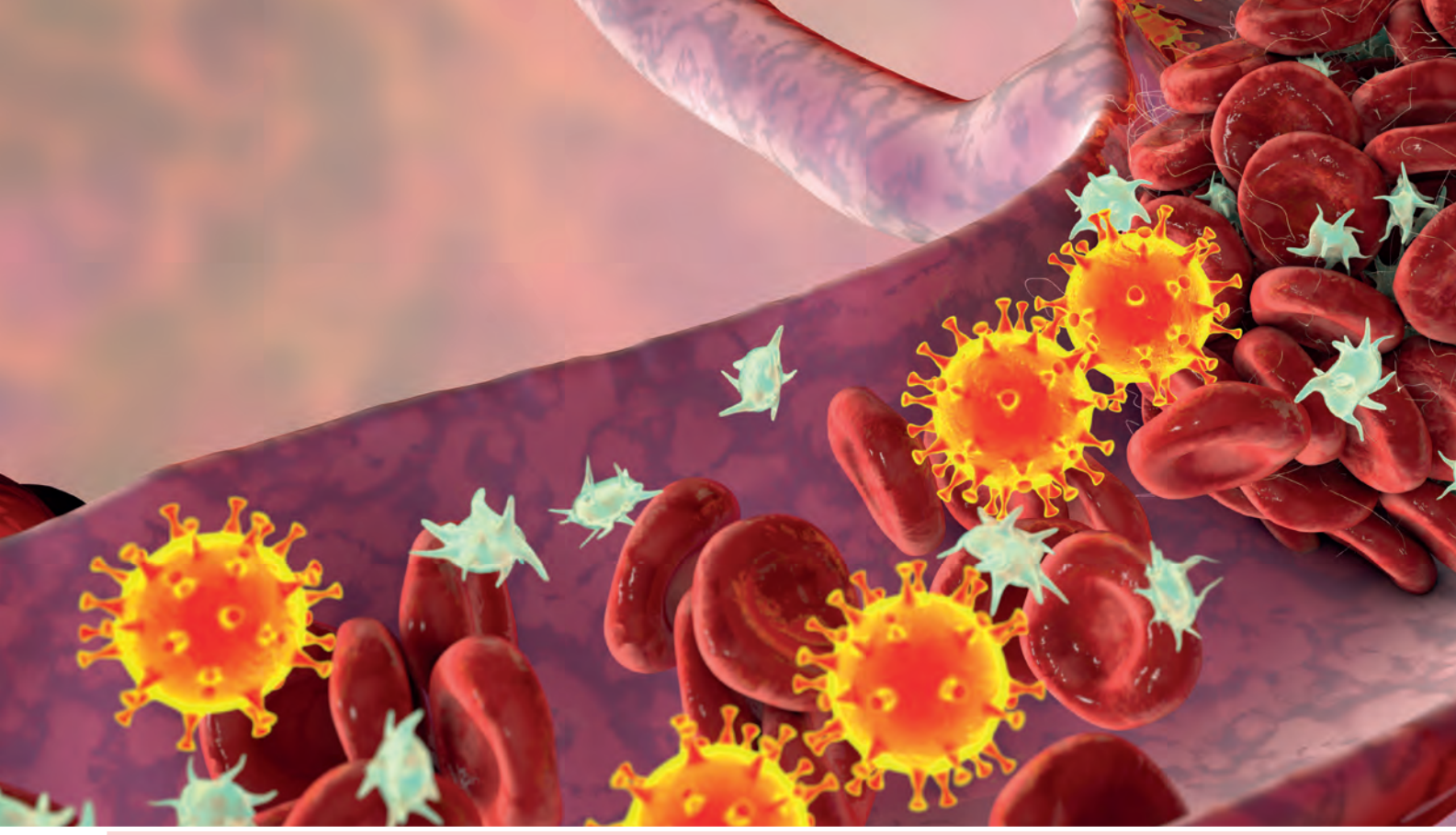
### Olup Bitenler

Dr. Özlem Ak [ TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi

Dünya Sağlık Örgütü'nün 13 Ekim'de haftalık yayımladığı rapora göre, 3-9 Ekim 2022 haftasında, küresel olarak 2,8 milyondan fazla yeni COVID-19 vakası bildirildi ve bir önceki haftaya göre vaka sayıları %10 azaldı. 9 Ekim 2022 itibarıyla, dünya çapında 618 milyondan fazla kesinleşmiş vaka ve 6,5 milyondan fazla can kaybı var.

Pandemi kimilerine göre bitti, kimilerine göre ise kış aylarında yeni varyantların ve yeni dalgaların ortaya çıkması olası. 2020 yılında hayatımıza giren SARS-CoV-2 ve COVID-19 enfeksiyonu hakkındaki bilinmeyenlere ışık tutmak için bilim insanları sürecin en başından itibaren çalışmaya ve araştırmaya başladı. Hâlâ bu yeni virüsle ilgili pek çok gizem olsa da üzerinde yapılan araştırmalardan bazıları artık yavaş yavaş sonuçlarını veriyor. Bilinmezliklerin bazıları gün ışığına çıktı, bazıları da çıkmaya devam ediyor. Daha detaylı araştırmalar yapıp veriler arttıkça COVID-19'un gizemlerinin çözülmesini umarak biz de son aylarda ortaya çıkan sonuçlardan ve gelişmelerden oluşan bir derlemeyi sizlere sunmak istedik.





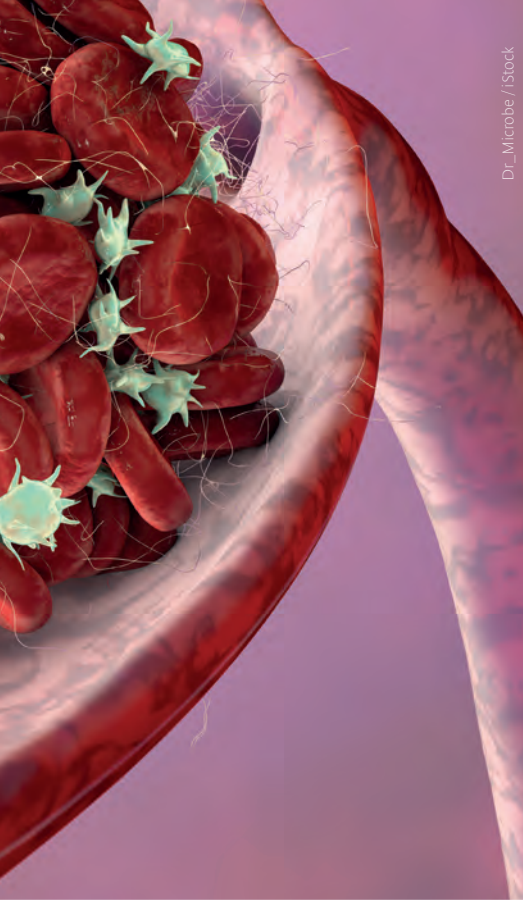
## Enfeksiyondan Sonra Yaklaşık Bir Yıl Pıhtı Riski Devam Ediyor

Pandeminin ilk dalgasında 48 milyon aşı yaptırmamış yetişkinin sağlık kayıtlarının incelendiği ve *Circulation* dergisinde yayımlanan bir çalışmaya göre, COVID-19 enfeksiyonu, en az 49 hafta boyunca potansiyel olarak yaşamı tehdit eden pıhtı riskini artırıyor. Bulgular, COVID-19 pandemisinin yalnızca 2020'de İngiltere ve Galler'de fazladan 10.500 kalp krizi, felç ve derin ven trombozu (toplardamarda pıhtı oluşması) gibi diğer kan

pıhtısı komplikasyonlarına yol açmış olabileceğini düşündürüyor. Bristol, Cambridge, Edinburgh ve Swansea üniversitelerinden çok sayıda araştırmacı tarafından yürütülen çalışma, COVID-19'u hafif veya orta derecede geçiren kişilerin de pıhtı riski taşıdığını gösteriyor. Araştırmacılar, COVID-19 enfeksiyonundan sonraki kan pıhtılaşması riskini diğer zamanlardaki riskle karşılaştırmak için Ocak-Aralık 2020 arasında İngiltere ve Galler'de bulunan ve kimlikleri gizlenen katılımcıların tüm elektronik sağlık kayıtları üzerinde çalıştı.

COVID-19 teşhisinden sonraki ilk haftada, insanların esas olarak arterleri tıkayan kan pıhtılarının neden olduğu

kalp krizi veya felç geçirme olasılığı 21 kat daha fazlaydı. Bu risk 4 hafta sonra 3,9 kat olarak tespit edildi. Araştırmacılar ayrıca damarlardaki kan pıhtılarının neden olduğu derin ven trombozu ve akciğerlerde ölümcül olabilen akciğer embolisi gibi durumları da incelediler. COVID-19 teşhisinden sonraki ilk haftada damarlarda kan pıhtılaşması riski 33 kat, dört hafta sonra ise bu risk normalden 8 kat daha fazlaydı. COVID-19 sonrası yüksek kan pıhtısı riski çalışma süresi boyunca devam etti ancak 26 ila 49 hafta arasında arterlerde pıhtı oluşma olasılığı 1,3 kata ve damarlardaki pıhtı olasılığı 1,8 kata kadar



Dr. Microbe / iStock

## Erken Ergenlikte Pandeminin Rolü

Dünyanın dört bir yanından gelen raporlar, COVID-19 pandemisinin ilk aşamasında kızlar arasında şaşırtıcı derecede yüksek sayıda erken ergenlik vakasının görüldüğünü gösteriyor. Nedeni hakkında kesin bir şey söylemek henüz mümkün değil ancak şimdilik bu durumu açıklayabilecek birkaç fikir var.



Pexels Media / iStock

düştü. Önceki araştırmaların çoğunda, COVID-19 nedeniyle hastaneye kaldırılan kişilerde COVID-19'un kan pıhtılaşması üzerindeki etkisi incelenmişti. Bu yeni çalışma, riskleri hastalığı ağır geçirenler ve hastaneye kaldırılanlar kadar büyük olmasa da COVID-19'un hastalığı orta ya da hafif şiddette geçiren kişiler üzerinde de bir etkisi olduğunu gösteriyor.

Analiz edilen veriler, 2020'de Birleşik Krallık'ta toplu aşılanmanın başlamasından ve Delta ile Omicron gibi daha yeni COVID-19 varyantlarının yaygınlaşmasından önce toplandı. Araştırmacılar şimdi aşının ve daha yeni varyantların etkisini anlamak için Aralık 2020'den sonraki verileri inceliyorlar.

Kızların ergenliğe başlama yaşı ortalama 11 iken, erkeklerinki 12'dir. Çoğu biyolojik süreç gibi, bu da oldukça fazla çeşitlilik gösterebilir. Örneğin ergenliğin kızlarda 8 ve erkeklerde 9'dan sonra herhangi bir noktada başlaması tamamen normal olarak değerlendiriliyor. Erken ergenlik, bir çocuğun bu yaşlardan önce ergenliğe başladığı zamanı ifade ediyor. Genel olarak, son yıllarda erken ergenliğe başlama durumuna daha sık rastlanıyor. Bu eğilimin, artan ortalama vücut ağırlığından çevredeki endokrin bozucu kimyasallara maruz kalmaya kadar birçok olası nedeni var. Beklenmedik bir şekilde, COVID-19 pandemisinin 2020'nin ilk aylarında başlamasından bu yana erken ergenlik vakalarında da dikkate değer bir artış görüldü.

Türkiye'de doktorlar, pandemi sırasında kızların pandemi öncesine göre daha erken ergenliğe girdiğini gözlemledi. Araştırmacılar 359 kız çocuğunun katılımıyla yaptıkları araştırmada, pandemi grubunda, pandemi öncesi gruba göre ergenlik başlangıcının önemli ölçüde daha erken olduğunu tespit etti. Ayrıca pandemi sırasında erken ergenliği baskılama tedavisi ihtiyacının arttığı sonucuna da ulaştılar.

İtalya'da da erken ergenlik oranında önemli bir artış görüldü. *Endocrine Connections* dergisinde bildirilen bir vaka çalışmasında, Mart ve Eylül 2020 arasında erken ergenlikten şüphelenilen 338 kişi ile 2019'un aynı dönemindeki 152 kişi karşılaştırıldı. Artış hemen hemen sadece kızlarda görülürken, erkeklerde neredeyse

hiçbir fark gözlenmedi. Bilim insanları pandemi ve erken ergenlik arasındaki bağlantının pandemi süreciyle hayatımıza giren kapanmalarla ve kapanmaların getirdiği yaşam tarzı değişiklikleriyle ilgili olabileceğini düşünüyorlar. Araştırma ekibi öncelikle erken ergenlikteki artışın egzersiz eksikliği ile bir ilgisi olabileceğini de öne sürüyorlar. Çünkü hâlihazırda vücuttaki yağlanmanın ergenliğin erken başlaması ve hızlı ilerlemesi ile ilişkili olabileceği biliniyor. Diğer bir etkenin ise pandeminin yol açtığı psikolojik stresin erken ergenlikte rol oynama ihtimali olduğu düşünülüyor. Bunun nedeni, daha öne yapılan çalışmalarda, kız çocuklarda ergenlik öncesi anksiyetenin erken ergenlik ile ilişkilendirilmesi.

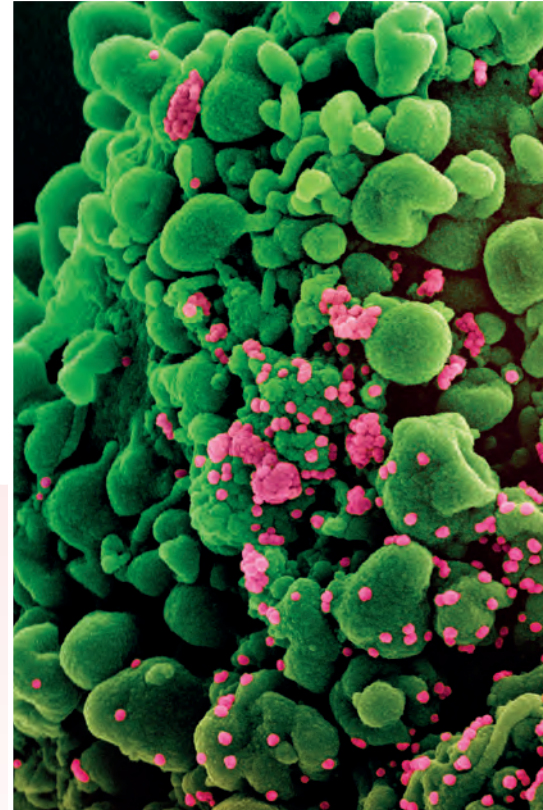
Araştırmacılar diğer bir ihtimal olarak da pandemide elektronik cihazların kullanımının artmasını erken ergenlikle ilişkilendirdiler. Çocuklar bu süreçte çevrim içi eğitim ve bilgisayar oyunu oynama gibi nedenlerle günlerinin büyük bölümünü bilgisayar başında geçirmek zorunda kaldılar. Kısa bir süre önce yapılan bir çalışmada, akıllı telefonlardan ve elektronik cihazlardan mavi ışığa maruz kalmanın dışı sıçanlarda erken ergenlik başlangıcıyla bağlantılı olduğu öne sürüldü. Diğer araştırmacılar, bulguların insanlara uygulanabileceğinin garantisi olmadığını vurgulayarak şüpheli davranıyor. İtalya'da

yapılan çalışma, elektronik cihazların artan kullanımından kaynaklanan sorunlara işaret etse de asıl bağlantının bu ürünlerin üretiminde kullanılan endokrin bozucu kimyasallarla ilgili olabileceği de düşünülüyor. Örneğin elektronik cihazların yanıcılığını azaltmak için son yıllarda yaygın olarak kullanılan alev geciktiriciler bu kimyasallardan sadece bir tanesi.

## Omicron Gripe Karşı Koruyor mu?

Bir laboratuvar çalışmasında, H1N1 mevsimsel grip virüsü, Omicron varyantını içeren bronş hücrelerini enfekte edemedi ancak Delta varyantını içeren hücrelerde çoğaldı. Birleşik Krallık'taki Kent Üniversitesinden Martin Michaelis ve meslektaşları, akciğerlerin hava keselerinin hasar gördüğü ancak bronşların hava yollarının etkilenmediği bir durum olan amfizem hastası bir kişiden bronş hücreleri topladı. Hastadan alınan hücre örnekleri, standart bir teşhis veya tedavi sürecinin parçasıydı. Bu bronşiyal hücreler, laboratuvar ortamında koronavirüsün Delta varyantı, Omicron BA.1 (orijinal Omicron varyantı) ve Omicron BA.5 alt varyantı ile enfekte edildi. Kontrol olarak, araştırmacılar bazı hücrelere herhangi bir koronavirüs varyantı içermeyen tuz çözeltisi uyguladılar.

İki gün sonra ekip, SARS-CoV-2 ile enfekte olmuş hücreleri ve kontrol hücrelerini influenza virüsünün 2009-2010'daki küresel domuz gribi salgınından sorumlu olan ve artık her kış görülen mevsimsel grip virüslerinden biri olan H1N1 suşuna maruz bıraktı. Bir gün sonra, araştırmacılar tüm hücrelerdeki H1N1 seviyelerini ölçtüler. Kontrol hücrelerinde ve Delta varyantı ile enfekte olanlarda, H1N1 seviyeleri yaklaşık 10.000 kat arttı. Her iki Omicron alt varyantını içeren hücrelerde ise H1N1 seviyelerinde hiçbir artış olmadı. Ekip ayrıca, Omicron ve alt varyantlarını içeren hücrelerin, grip virüslerinin çoğalmasını azalttığı bilinen interferon tepkisi adı verilen koruyucu bir bağışıklık



tepkisi ürettiğini de tespit etti. Kontrol hücreleri ve Delta varyantı ile enfekte olanlar arasında bu tepki çok daha düşüktü ve H1N1 replikasyonunu bastırmak için yetersizdi.

İngiltere’de Temmuz 2021’de kısıtlamaların kaldırılmasının ardından, grip benzeri hastalıkların ya da grip teşhisi konan hastaların sayısında artışa eşlik eden bir Delta dalgası gördüklerini söyleyen Michaelis, daha sonra Omicron BA.1 varyantının baskın hâle gelmesiyle grip benzeri hastalıkların azaldığını belirtti. Diğer yandan araştırmacılar böyle bir sonucun insanların kış aylarında enfeksiyonlardan

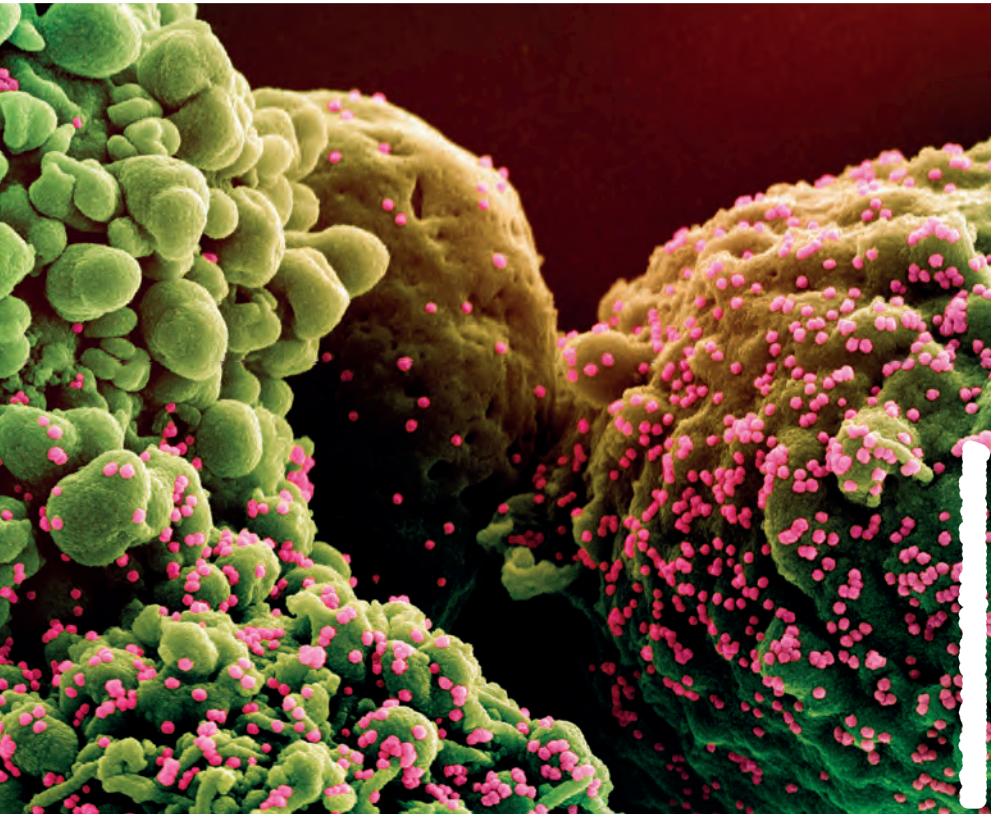
kaçınmak için daha dikkatli olmaları gibi diğer faktörlerden de kaynaklanabileceğini söylüyor.

Tabii ki araştırmacılar, insanların gripden korunmak için bilerek COVID-19’a yakalanmalarını önermiyor. Michaelis SARS-CoV-2 enfeksiyonu ile hayatını kaybetme riskinin çok daha yüksek olduğunu hatırlatıyor. Ayrıca bilim insanları elde edilen bu sonuçların, insanlar için pek uygun olmayan laboratuvar modeline dayandığını ancak bu tür araştırmaların virologların ilgisini çektiğini ve hücrelere bir virüs bulaştırmanın onları başka bir virüsle enfekte etmeyi zorlaştırdığını gösteren onlarca yıllık bir araştırmayı da desteklediğini vurguluyorlar.



## Havadaki Virüsü Tespit Eden Maske

COVID-19 pandemisiyle hayatımıza giren yüz maskeleri solunum yolu hastalıklarıyla ilgili bir salgının önüne geçilmesinde önemli araçlardan biri. Şangay, Tongji Üniversitesinden Dr. Yin Fang ve arkadaşlarının geliştirdiği maske SARS-CoV-2’yi ve havadaki diğer virüsleri, virüslere maruz kaldıktan sonraki 10 dakika içinde tespit edebiliyor. Fang, geliştirdikleri yüz maskesinin hafifliği sayesinde, kullanıcıların onu her zaman, her yerde takabileceklerini ve solunum yolu hastalıklarıyla ilgili büyük salgınları önlemek için bir erken uyarı sistemi olarak hizmet etmesini beklediklerini söylüyor. Solunum yolu enfeksiyonuna yakalanan kişiler; konuşarak, öksürerek ve hapşırarak binlerce virüs içeren damlacıkları dışarı atabilir ve bu hava damlacıkları enfeksiyonun bulaşmasında rol oynar. Hiçbir hastalık belirtisi





olmayanlar bile bazen bu virüsleri bulaştırabilir; örneğin SARS-CoV-2 ile enfekte olan kişiler, semptom göstermeden en az iki ila üç gün önce başkalarına bulaştırmaya başlayabilir.

*Matter* dergisinde yayımlanan çalışmaya göre, Fang ve meslektaşlarının geliştirdiği maske için hava damlacıklarındaki solunum virüslerini tespit edebilen bir biyosensör tasarlandı. Ekip daha sonra COVID-19'a, kuş gribine veya domuz gribine neden olan virüslerin ürettiği proteinleri içeren damlacıkları maskenin bulunduğu hazneye püskürttü.

Sensör, bu proteinlerin bir mikrolitresinin sadece bir kısmını bile algılayabildi ki bir öksürük bu miktarın 10 ila 80 kat daha fazlasını içerebilir. Sensörlü maske bu patojenlerden herhangi birini tespit ettiğinde araştırmacılara virüsün varlığını bildiren bir sinyal gönderdi. Araştırmacılar bu tür sinyallerin kullanıcının telefonuna veya diğer cihazlarına gönderilmesini sağlamayı planlıyor. Ekip, bu teknolojiyi daha geleneksel testlerle birleştirerek, sağlık çalışanlarının ve halk sağlığı yetkililerinin gelecekteki pandemileri daha iyi kontrol altına alabileceğini söylüyor.



## Koronavirüs Aşılı Hamilelerde Güvenli

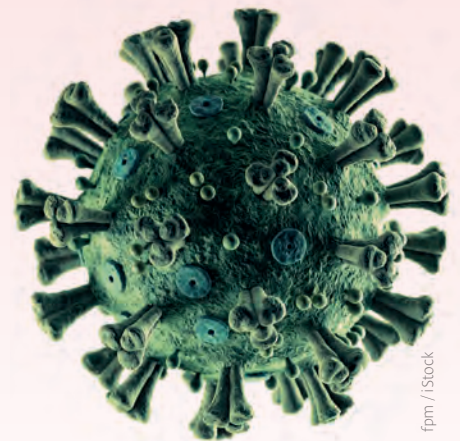
Sonuçları yeni yayımlanan bir araştırma, en yaygın olarak kullanılan COVID-19 aşılarının hamilelik sırasında uygulanmasının güvenli olduğunu doğruladı. 2020 yılında geliştirilen aşılar 2020 sonları ve 2021 başlarında pek çok ülkede uygulanmaya başlanmıştı. Aşıların genel nüfus üzerindeki güvenliğine ilişkin ikna edici veriler mevcut iken hamileler üzerindeki etkileri konusunda bir belirsizlik hâkimdi. Sonuçları *The Lancet Infectious Diseases* dergisinde yayımlanan yeni

bir araştırma ise hamilelikte aşı tereddüdü yaşayan kadınlar için hayli rahatlatıcı olabilecek sonuçlar ortaya koydu. Kanada'daki British Columbia Çocuk Hastanesi Araştırma Entitüsünden Manish Sadarangani ve ekibi, aşının hamilelik sırasındaki güvenlik profilini daha iyi anlayabilmek için 2020 yılının aralık ayından 2021 yılının kasım ayına kadar 15-49 yaş aralığındaki toplam 191.360 kişiyi inceledi. Bu zaman aralığında Kanada'da Alfa, Beta, Gama ve Delta varyantları baskın durumdaydı. Kanada'nın yedi farklı eyaletinden katılımcılar, Pfizer-Biontech ya da Moderna aşılarının ilk ya da ikinci dozunu takip eden yedi gün sonunda, eğer varsa, yaşadıkları



içinde, %7,5'inin ise ikinci aşı dozundan sonraki bir hafta içinde kas ve baş ağrısı gibi daha hafif sağlık sorunları bildirdiğini belirledi. Aşılanmış ama hamile olmayan katılımcılarda ise bu oranlar ilk doz aşı sonrası için %6,3, ikinci doz aşı sonrası için ise %11,3 olarak belirlendi. Araştırmacılardan Allison McGeer, hamilelerin hamile olmayan kişilere göre aşı sonrasında neden daha az hafif semptom gösterdiğinin anlamadığını, belki de bu durumun hamilelik sırasında bağışıklık sisteminde meydana gelen değişikliklerle ilgili olabileceğini belirtiyor.

McGeer, yapılan araştırmanın hamilelik sırasında koronavirüs aşı uygulamaları ile ilintili komplikasyonlar olup olmadığına odaklandığını, aşılardan hamilelerde şiddetli COVID-19'u engelleyip engellemediği sorusuna cevap aramadığını vurguluyor. Bununla birlikte,



sağlık sorunlarını anket yoluyla bildirdiler. Araştırma ekibi Oxford/Astra Zeneca gibi değişikliğe uğratılmış virüs biçimindeki aşuları çalışmaya dâhil etmedi çünkü Kanada'da çok az sayıda hamile kadına bu tip aşılardan uygulanmıştı.

Yapılan ankette %97'den fazlası kadın olduğunu bildiren katılımcılar üç gruba ayrıldı: COVID-19'a karşı aşılanmış hamile bireyler, aşılanmamış hamile bireyler ve aşılanmış ancak hamile olmayan bireyler. Aşının ilk dozundan sonraki yedi gün içinde 5.597 aşılanmış hamilenin %1,5'u ölü doğum ya da düşük bildirdi. Bu vakaların bir kısmında kadınların hastaneye yatırılması gerekti. Buna karşılık aşılanmamış 339 hamile kadında,

anketin yapılmasından önceki yedi gün içinde ölü doğum ya da düşük oranı %2,1'di. Araştırmacılar karşılaştırma yapmak amacıyla aşılanmış ancak hamile olmayan katılımcıların hastaneye yatma oranına baktı. Bu kişilerin sadece %0,6'sı aşının ilk dozundan sonra şu ya da bu sebeple hastaneye yatırılmıştı. Vajinal kanama, anormal cenin nabızı, düşük cenin hareketliliği gibi başka hamilelik komplikasyonlarını bildiren çok daha az sayıda katılımcı oldu. Bu olayların oranı düşük olmakla birlikte aşılanmış ve olmayan hamile gruplarında birbirine yakındı.

Araştırmacılar ayrıca hamile kadınların %4'ünün ilk aşı dozundan sonraki bir hafta

aşıların hamilelerde şiddetli COVID-19'u engellediğinin başka araştırmalarla desteklendiğini de hatırlatıyor. Gerek Dünya Sağlık Örgütü ve Amerika Birleşik Devletleri (ABD) Hastalık Kontrol ve Önleme Merkezi gibi dünya çapında prestijli kurumlar, gerekse Sağlık Bakanlığımız hamile kadınların koronavirüse karşı aşılmasını tavsiye ediyor. Hamileyken COVID-19'a yakalanmanın riskleri çeşitli araştırmalarla ortaya konuyor. Örneğin geçtiğimiz temmuz ayında yayımlanan bir araştırmada hamileliğin son dönemlerinde COVID-19 geçirmenin yedi kat daha fazla erken doğum riski ile ilişkili olduğu görüldü. Daha yakın zamanda yapılan bir derleme makalesinde ise hamile COVID-19 hastalarının kalple ilgili komplikasyonlar yaşama riskinin hamile olmayan hastalara göre daha fazla olduğu belirtildi.

## COVID-19, Çocuklarda Tip 1 Diyabet Riskini Artırıyor mu?

18 yaş ve altı 1 milyondan fazla hastanın elektronik sağlık kayıtlarını analiz eden yeni bir araştırmaya göre, COVID-19 ile enfekte olan çocukların Tip 1 diyabet (T1D) geliştirme riski önemli ölçüde daha yüksek. 23 Eylül'de *JAMA Network Open* dergisinde yayınlanan çalışmada, Case Western Reserve Üniversitesi Tıp Fakültesinden araştırmacılar, COVID-19'a yakalanan çocuk ve ergenlerin, COVID-19 teşhisini takip eden altı ay içinde T1D geliştirmeye daha yatkın olduğunu bildirdi.

Bulgular, 18 yaş ve altındaki COVID-19 hastalarında yeni T1D tanılarında %72'lik bir artış olduğunu gösterdi ancak araştırma COVID-19'un yeni T1D başlangıcını tetikleyip tetiklemediğinin net olmadığını da vurguladı.

ABD Hastalık Kontrol ve Önleme Merkezine göre, ABD'de 20 yaşından küçük yaklaşık 187.000 çocuk ve ergen, T1D ile yaşıyor. Yetişkinlerde görülen Tip 2 diyabet (T2D) ise genellikle hasta insülinin etkilerine dirençli hâle geldikçe ve daha sonra pankreas yeterli insülin üretmediğinde, zaman içinde gelişiyor.

Case Western Reserve Üniversitesi Tıp Fakültesinden Prof. Dr. Pamela Davis, T1D'in bir otoimmün hastalık olarak kabul edildiğini, hastalığın ortaya çıkma sürecinin çoğunlukla vücudun bağışıklık hücrelerinin insülin üreten hücrelere saldırmasıyla ve böylece insülin üretiminin durmasıyla gerçekleştiğini söylüyor. Davis ayrıca COVID-19'un da otoimmün tepkileri arttırdığının öne sürüldüğünü ve bulgularının da bu yönde olduğunu sözlerine ekliyor. Araştırma ekibi, Mart 2020 ile Aralık 2021 arasında ABD'de ve başka 13 ülkede SARS-CoV-2 enfeksiyonu teşhisi konan 18 yaş ve altı yaklaşık 1,1 milyon hastanın ve aynı dönemde



COVID-19 ile ilişkili olmayan bir solunum yolu enfeksiyonu teşhisi konanların elektronik sağlık kayıtlarını analiz etti. Katılımcılar 9 yaşına kadar olan hastalar ve 10-18 yaşındakiler olmak üzere iki gruba ayrıldı. Yaş, demografi ve aile diyabet öyküsü de göz önünde bulundurularak veriler üzerinde istatistiksel analiz yapıldı. Araştırma ekibi, 571.000'den fazla çocuk hasta arasında SARS-CoV-2 enfeksiyonundan sonraki altı ayda, 123 hasta yeni T1D tanısı aldı. Buna karşılık, COVID-19 dışındaki farklı bir solunum yolu enfeksiyonu sonrasında ise yeni T1D tanısı alan hasta sayısı ise 72 idi. Yani yeni teşhis oranında %72 artış gözlemlendi. Enfeksiyonu takip eden ilk bir, üç ve altı ayda, SARS-CoV2 ile enfekte olanlar için T1D teşhisi riski, COVID-19

dışındaki bir solunum yolu enfeksiyonu geçirenlere kıyasla önemli ölçüde daha yüksekti. Bu arada her iki yaş grubundaki hastalarda da aynı sonuçlar tespit edildi.

Tıp Fakültesinde Biyomedikal Bilişim profesörü ve İlaç Keşifi Yapay Zekâ Merkezi direktörü olan Rong Xu, çocuk hastalarda SARS-CoV-2 enfeksiyonunu takiben artan yeni başlayan T1D riskinin devam edip etmeyeceğini ve COVID-19 ile ilişkili T1D'nin nasıl tedavi edileceğini incelemek için daha fazla araştırmaya ihtiyaç olduğunu belirtiyor. Xu, bunun yanında, SARS-CoV-2 enfeksiyonunu takiben çocuklarda Tip 2 diyabet gelişimindeki olası değişiklikleri de araştırdıklarını söylüyor.

## COVID-19'a Hiç Yakalanmayanlardan mısınız?

Bilim insanları şimdiye kadar COVID-19'a yakalanmayan kişilerin bunu nasıl başardığını merak ediyor. Ekim ayı itibarıyla bu konuya dair iki ana teori geliştirdiler. Bunlardan ilki kişilerin aslında enfekte olup hastalığı öksürük, boğaz ağrısı ve tat ya da koku kaybı gibi semptomları yaşamadan geçirdikleri ve bunu hafif semptomlarla geçirdikleri bir soğuk algınlığı ile karıştırarak COVID-19 geçirmediğini söylemeleri. Böyle bir durum mümkün çünkü bir araştırma sonucuna göre SARS-CoV-2 ile enfekte olanların yaklaşık %40-45 kadarı hastalığı



asemptomatik olarak geçiriyor. Bilim insanlarının bu kişileri tespit etmesi antikor taraması yapılarak mümkün olabilir. Çünkü enfeksiyonu geçirdikten sonra kişilerde ölçülebilir düzeyde antikor bulunuyor.

Peki, gerçekten hiç enfekte olmamış ve COVID-19 geçirmeyen kişilerin SARS-CoV-2'ye karşı bir çeşit doğal bağışıklığa sahip olmaları mümkün mü? Bilim insanlarının buna cevabı "belki". Pandeminin başlangıcından bu yana, bilim insanları bazı insanların genlerinde, onları SARS-CoV-2'ye dirençli kılan belirli bir mutasyona sahip olup olmadığını merak ettiler. Bilim insanlarına göre bu tür bir genetik mutasyon nadir olmakla birlikte mümkün de olabilir. Böyle bir mutasyon virüsün vücuda bulaşması için ihtiyaç duyduğu molekülleri düzgün bir şekilde üretmesini engelliyor olabilir. Bunu da göz önünde bulunduran bilim insanları, belirli mutasyonların kişileri SARS-CoV-2'ye karşı koruyup korumadığını araştırmaya başladı. Örneğin, bir çalışma, tek bir genetik mutasyonun insanların herhangi bir enfeksiyon belirtisi ortaya çıkmadan virüsü yenmesine izin verebileceğini tespit etti. Bu özel mutasyonla, bazı soğuk algınlığı türleri de dâhil olmak üzere başka herhangi bir koronavirüsle enfekte olmuş herkes, COVID-19'un üstesinden gelmeye hazır hâle geldi. Sonuç olarak, bu

kişilerin asemptomatik kalma olasılıklarının diğer kişilere göre sekiz kattan fazla olabildiği görüldü. Çalışmanın yazarları, mutasyonun nispeten yaygın olduğunu ve yaklaşık 10 kişiden 1'inde bulunabileceğini söyledi.

SARS-CoV-2 enfeksiyonunun çeşitli klinik formlarının insan genetik ve immünolojik temellerini keşfetmeyi amaçlayan COVID Human Genetic Effort isimli uluslararası bir iş birliğine de dâhil olan araştırmacılar COVID-19'u tamamen önleyen mutasyonlarla ilgili araştırmalarını sürdürüyorlar. SARS-CoV-2'ye yoğun ve sık maruz kalmalarına rağmen, hâlâ COVID-19'a yakalanmamış herkesi

incelemeye ve bu bireylerin gen dizilimini yapıp analiz ederek, onları enfeksiyona karşı tamamen dirençli hâle getiren spesifik bir mutasyonun olup olmadığını tespit etmeye çalışıyorlar. Çalışmalarına katılımcı olmaları için de herkesi yardıma çağırıyorlar.

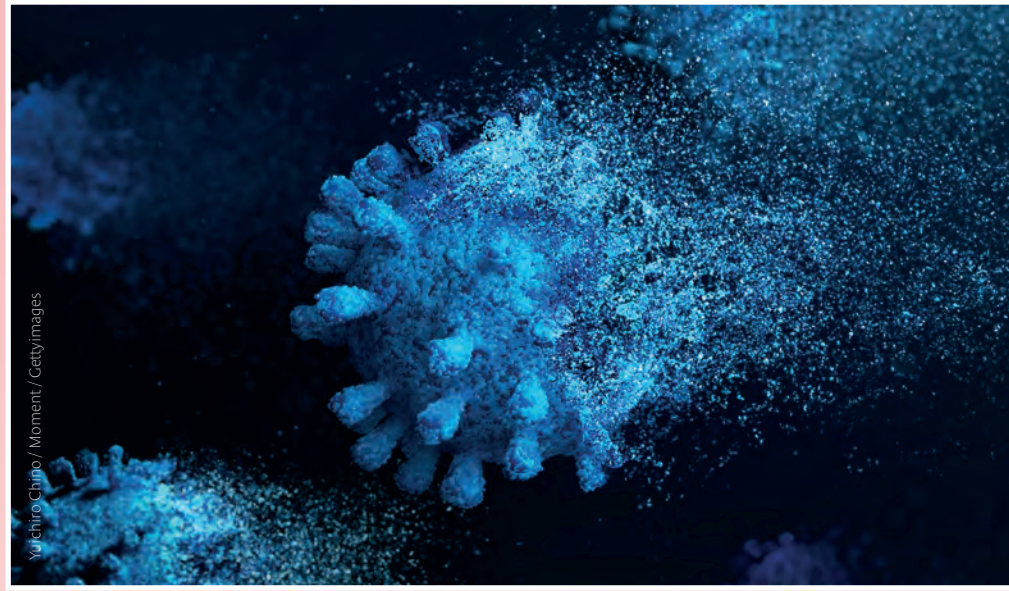
## Pandemi Kişiliklerimizi Değiştirdi mi?

Pandeminin etkilerinden biri de kişiliklerimiz üzerine oldu. Görüşler kişilerin pandemi nedeniyle daha az hoşgörülü ve daha agresif olduğu yönünde.



*PLOS One*'da yayımlanan ve yaşları 18 ile 90 arasında değişen 7.109 kişi üzerinde yapılan yeni bir araştırmaya göre, kişilik değişiminin en çok genç erişkinlerde olduğu ve yaşlılar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir değişiklik olmadığı gözlemlendi. Önceki araştırmalar, örneğin doğal afet gibi belirli bir bölgede görülen ve o bölgede yaşayan kişiler üzerindeki stresin kişilikler üzerinde kayda değer bir değişiklik yapmadığını göstermişti. Ancak bu yeni çalışma küresel çevresel baskıların kişileri gerçekten etkileyebileceğini gösteriyor. Çalışmanın yazarları, pandeminin başlarında belli bir seviyede olan kişilik değişikliklerinin 2021'de önemli derecede artmaya başladığını söylüyor. Özellikle genç yetişkinlerde duygusal dengesizliğin arttığını, uyumluluk ve sorumluluk gibi konularda da azalma olduğunu belirtiyor. Yani, bu araştırmaya göre pandemi genç yetişkinleri daha karamsar, strese daha yatkın, daha az işbirlikçi, daha az güvenen, daha az soğukkanlı ve daha az sorumlu hâle getirdi.

Araştırmacılar, çalışmaya katılanları değerlendirmek için açıklık, sorumluluk, dışa dönüklük, uyumluluk ve duygusal denge gibi özellikler ile Beş Büyük Faktör Kuramı modelini kullandılar. Dışa dönüklük, yani başkalarıyla sosyalleşmekten keyif almak özelliğinde genel bir düşüş olduğunu tespit ettiler. Pandemi dönemindeki



kapanmalar nedeniyle diğer kişilerle yüz yüze iletişim kurma sıklığındaki azalmanın bu sonuçta önemli bir payı olsa gerek. Açıklık özelliğinin de pandemiden sonra daha az yaygın olarak görülmesi sonuçlardan bir diğeri. Araştırmacılar, bir bütün olarak ele alındığında, kişilik değişimlerinin gerçekleşmesinin normalde birkaç yıl süreceğini bildiriyor. Dışa dönüklük, açıklık, uyumluluk ve sorumluluk özelliklerindeki azalmalar 2020 yılında değil de özellikle 2021

ve 2022 yılında önemli ölçüde gerçekleşti. Bilim insanları bu durumu pandeminin ilerleyen günlerinde yaşanan stresin farklılaşması ya da bu strese verilen gecikmiş tepki olarak yorumluyor.

Florida State Üniversitesinden davranış bilimci Angelina Sutin, bu değişikliklerin geçici mi yoksa kalıcı mı olacağını henüz bilmediklerini ancak devam ederse pandeminin zihinsel ve fiziksel sağlık üzerinde uzun vadeli etkileri olabileceğini belirtiyor. ■

### Kaynaklar

- <https://medicalxpress.com/news/2022-09-blood-clot-elevated-year-covid-.html>
- <https://www.newscientist.com/article/2338377-covid-19-pandemic-linked-to-early-onset-of-puberty-in-some-girls/>
- <https://www.newscientist.com/article/2338446-the-omicron-coronavirus-variant-may-protect-against-flu/>
- <https://www.sciencenews.org/article/face-mask-sensor-airborne-virus-detection-covid>
- <https://www.newscientist.com/article/2333320-covid-19-vaccines-in-pregnancy-not-linked-to-miscarriage-or-stillbirth/>
- <https://medicalxpress.com/news/2022-09-covid-diabetes-youth.html>
- <https://discovermagazine.com/health/what-is-the-secret-to-covid-19-super-dodgers>
- <https://www.who.int/publications/m/item/weekly-epidemiological-update-on-covid-19-12-october-2022>
- <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0274542>

# BİLİM TARİHİNDEN NOTLAR

Prof. Dr. Hüseyin Gazi Topdemir

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



## Galileo ve Yer Fiziğindeki Gelişmeler

### Gözlem Aracı Olarak Teleskobun Kullanılması

Yer'in hareket ettiği ve gezegen yörüngelerinin elips olduğu meselesi Johannes Kepler (1571-1630) tarafından matematiksel olarak doğrulanınca gök mekaniğinde yeni bir dönem başladı. Bu aşamadan sonra, matematiksel olarak ortaya konulanların gözlem verileriyle doğrulanması, yani olgusal kanıtlarının bulunması gerekiyordu. Uzun zamandır bu gelişmelerden

haberdar olan ve Kepler'in çalışmalarını yakından tanıyan Galileo Galilei (1564-1642) de bu görüşteydi. O zamanların yeni icadı olan teleskobun nesnelere görüntüde yakınlaştırdığını duyunca hemen bir teleskop sipariş etti. Çok az yakınlaştırma gücü bulunan bu teleskobu dikkatle inceledikten sonra kendi teleskobunu yapıp döneminin siyasi ve entelektüel ileri gelenlerine hediye etti. Aynı zamanda Galileo, teleskobuyla gökyüzünü gözlemlemeye de başlamıştı.



ZU\_09 / iStock

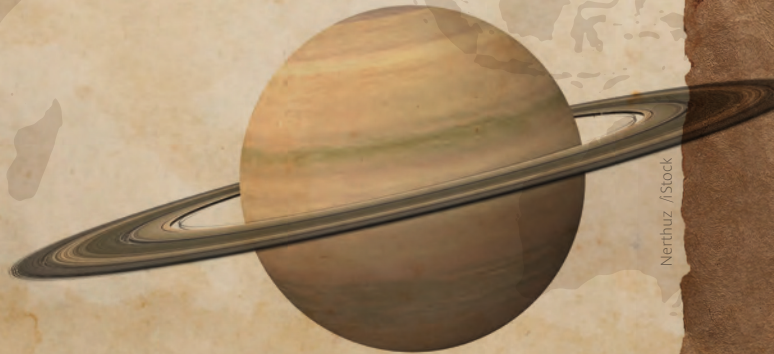
Galileo Galilei (1564-1642)

Gökyüzünün sistemli bir biçimde teleskopla gözlemlenmesi astronomi tarihinde yeni bir gelişme evresinin başlangıcı oldu. Teleskobun geleneksel bilgi dünyasını bütünüyle değiştireceğini anlayan Galileo, zamanının çoğunu teleskop yapma ve yaptığı teleskopların büyütme gücünü geliştirmek için mercek yontma işlerine ayırdı. Bu işte ustalaşan ve gittikçe daha güçlü teleskoplar yapabilen Galileo gökyüzünü daha da dikkatli ve sistemli bir şekilde gözlemlemeye başladı. Yaptığı gözlemler sonucunda dikkatini çeken ilk husus gök cisimlerinin yeryüzüne benzer nitelikler taşıması oldu.

Galileo hem Yer'in uydusu olduğu ve hem de bundan dolayı görelî olarak daha yakın mesafede bulunduğu için teleskobunu ilk olarak Ay'a çevirdi ve onun da tıpkı yeryüzüne

benzer bir yapıya sahip olduğunu, üzerinde dağlar ile vadilerin bulunduğunu belirledi. İlginç bir biçimde Ay'da gözlemlediği dağların gölgelerinin uzunluğundan yola çıkarak boylarını hesaplamaya çalıştı. Hesaplamalarına göre bu dağlardan bazıları şaşırtıcı bir biçimde dünyadaki dağlardan bile daha yüksekti. Bunlar konuyla ilgili bilim dünyasına düşen ilk tespitler olmaları bakımından önemlidir.

Bu heyecan verici tespitlerinin ardından Güneş sisteminin büyüklerinden biri olan Jüpiter'i gözlemlemeye başlayan Galileo, birkaç tane uydusunun olduğunu gördü ve durumu tam olarak anlayamadığı için bunların gezegen olduğunu düşündü. Jüpiter ve uydularından oluşan sisteme "Medici Yıldızları" adını verdikten sonra dikkatini Satürn'e çevirdi. Bu defa da teleskobunun büyütme özelliği yeterince iyi olmadığı için gezegeni çevreleyen halka olduğunu belirleyemedi ve uydu olabileceğini düşündü. Sırada Güneş sisteminin diğer bir üyesi olan



Satürn



Venüs vardı. Galileo, Venüs'ün de tıpkı Ay gibi evrelerinin bulunduğunu çok net bir şekilde belirledi. Bütün tespitlerini *Sidereus Nuncius* ("Yıldız Habercisi", 1610) başlıklı kitabında topladı.

Galileo için artık sistemin merkezindeki Güneş'i gözlemenin vakti gelmişti. Güneş'i gözlemlediğinde, yüzeyinin kusursuz olmadığını ve üzerinde leke benzeri koyulukların bulunduğunu belirledi. Üzerindeki koyulukların Güneş'e ait olmadığı şeklinde iddiaların var olduğunu biliyordu ancak, genel kabulün aksine, lekelerin Güneş'e ait olduğunu savundu. Çünkü Güneş'in kendi ekseninde döneceğine bağlı olarak lekelerin büyüklüklerinin değiştiğini fark etmişti. Gökyüzü gözlemi böylece tamamlayan Galileo için sıra Yer'de olup bitenleri incelemeye gelmişti.

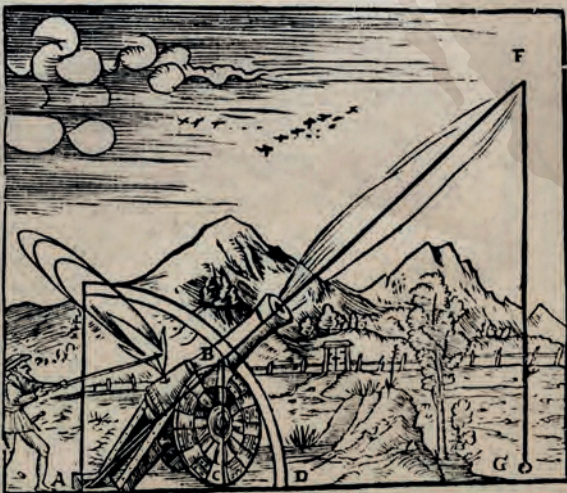
## Yer Fiziği Çalışmaları

Çalışmalarını detaylandıran ve Yer'de gözlemlenen hareketlerin nedenini araştırmaya başlayan Galileo, bir nesnenin hareketi ile ağırlığı arasında bağıntı olup olmadığını kesinleştirmek üzere *De*

*Motu* ("Hareket Üzerine", 1590) başlıklı çalışmasını hazırladı. Bu çalışmasında doğal ve zorunlu hareketi irdeleyen Galileo, konuya Aristo'nun (384-322) dışında bir yaklaşım getirmeye çalıştı ancak başarılı olamadı.

Bir toplantı sırasında su dolu bir kabın içine bırakılan buz parçalarının neden suya batmadıklarına ilişkin bir tartışmaya katılan Galileo, Arşimet'ten (287-212) etkilenerek bu durumun suyun kaldırma kuvvetinin yanında, düşünülenin aksine, buzun sudan daha hafif olmasından kaynaklandığını savundu. Böylece Aristo'nun nesnelere ağırlıklarına göre sınıflandırmasının doğru olmadığını, çünkü esas olanın ağırlık değil, özgül ağırlık olduğunu ileri sürdü. Konuya ilişkin düşüncelerini *Discorso Intorno alle Cose che Stanno in su l'Acqua* ("Suda Yüzen Nesnelere Üzerine Konuşma", 1612) başlıklı çalışmasında ele aldı. Sonuçta hareket üzerinde daha detaylı durması gerektiğine karar veren Galileo, bu amaçla simgesel üç kişinin *Salviati* (Galileo), *Sagredo* (Kültürlü bir zengin) ve *Simplicio* (Aristocu bilgin) arasında geçen ve dört gün süren bir sohbet biçiminde düzenlediği *Dialogo Sopra i due Massimi del Mondo* ("İki Büyük Dünya Sistemi Hakkında Diyalog", 1632) kitabını yazdı. Başını engizisyon mahkemeleriyle sıkıntıya sokacak bu kitabın içeriği ise kısaca şöyledir:

Birinci gün; kendi yaptığı Ay, Güneş ve gezegen gözlemlerine dayanarak Aristo'nun hareket anlayışını ve Yer'in evrenin merkezinde olduğu düşüncesini eleştirir. İkinci gün; evrenin merkezinde Yer'in değil, Güneş'in olduğunu ileri sürer ve Yer'in kendi ekseninde 24 saatte döndüğünü yine gözlem verileriyle kanıtlamaya çalışır. Ayrıca o zamana dek Yer'in dönmediğinin kanıtı olarak öne sürülen iki argümanı çürütür. Bunlardan biri, Yer dönüyorsa



üzerinde bulunanların neden savrulmadığı, ikincisi de kuleden bırakılan bir nesnenin neden kulenin tam dibine düştüğüdür. Galileo bunları, “Doğrudan üstünde duran ve belirli bir yüksekliğe kadar üzerinde bulunan her şey Yer’in hareketine bağlıdır, yani Yer ile birlikte hareket eder.” diyerek doğru bir biçimde cevaplar. Üçüncü gün; yıldızların konumlarıyla mesafelerine ilişkin hesaplama

hatalarına değinir ve Kopernik’in (1473-1543) görüşlerini doğrulayacak bazı kanıtlar ileri sürer.

Dördüncü gün ise gelgit olayı üzerinde durur ve bunun Yer’in hareketinden kaynaklandığını açıklar.

Bu kitabın yayınlanmasının ardından engizisyonda yargılanmaya başlayan Galileo, ev hapsiyle cezalandırıldıktan sonra da bilimsel araştırmalarını sürdürdü. Bu süreçte görme yetisini kaybetmesine karşın yardım olarak *Discorsi e Dimostrazioni Matematiche Intorno a due Nuove Scienze* (“İki Yeni Bilim Üzerine Konuşmalar”, 1638) başlıklı eserini yayımladı. Mahkemeden kaçınmak için bu kitabını İtalya dışında bastırdı. Matematik ve mekanik alanlarına ilişkin görüşlerini aktardığı bu eserinde, özetle katı cisimlerin basınca karşı gösterdiği direnci, kaldırıcıların önemini ve işlevini, top mermilerinin ve fırlatılan nesnelerin parabol biçiminde bir eğri boyunca hareket ettiğini ve serbest düşme konularını ele aldı. Bu noktada, bir nesnenin düşme hızının ağırlığıyla orantılı olduğu şeklinde ifade edilen Aristocu görüşün yanlış olduğunu iddia ederek ağırlıkları farklı olan ancak aynı şekle sahip iki cismin Yer’e aynı anda düşeceğini ileri sürdü.

Gelecek sayıda Galileo’nun bilimsel çalışmalarını ele almaya devam edeceğiz. ■



## Kaynaklar

- Bixby, W., *Galileo ve Newton’un Eveni*, (N. Arık, Çev.) İstanbul: Tübitak Popüler Kültür Yayınları & Yapı Kredi Yayınları, 1997.
- Bryant, W. W., *Galileo*. (A. B. Işık, Çev.) İstanbul: Boğaziçi Yayınları, 2018.
- Galilei, G., *İki Büyük Dünya Sistemi Hakkında Diyalog*, (R. Aşçıoğlu, Çev.) İstanbul: Türkiye İş Bankası Yayınları, 2008.
- Galilei, G., *İki Yeni Bilim Üzerine Diyaloglar*, (Y. Çevik, Çev.) Ankara: Elips Kitap, 2011.
- James, I., *Büyük Fizikçiler Galileo’dan Yukava’ya*, (C. Öztürk, Dü., & S. Erduman, Çev.) İstanbul: Türkiye İş Bankası Kültür Yayınları, 2021.
- MacLachlan, J., *Galileo Galilei, İlk Fizikçi*, (İ. Kalınyazgan), Ankara: TÜBİTAK Popüler Bilim Kitapları, 2008.
- Maury, J.-P., *Galilei Yıldızların Habercisi*, (A. Berktaş, Çev.) İstanbul: Yapı Kredi Yayınları, 2006.
- Topdemir, H. G., & Unat, Y., *Bilim Tarihi ve Felsefesi*, Ankara: Pegem Akademi, 2019.

## Doğa Fauna

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

# Vida Boynuzlu Keçi Markhor

Yabani keçiler içinde en büyük tür Himalayalar'ın kurak ve bozkır bölgelerinde yaşayan Markhor yaban keçisidir. Markhor, Urdu dilinde vida boynuzlu keçi anlamına gelir.

Vücut uzunlukları 132-186 cm, yükseklikleri 65-115 cm, ağırlıkları ise 40-110 kg arasında değişir. Erkekler ile dişiler arasında belirgin bir fark vardır. Erkekler, dişilerin iki katı büyüklüğünde olabilir. Ayrıca çenelerinde ve göğüslerinde daha fazla kıl olur, boynuzları da çok daha uzundur. Erkeklerin bir vida gibi kıvrımlı boynuzları 160 cm kadar olurken dişilerinki yalnızca 25 cm kadardır. Dişiler ortalama 8-9 birey içeren küçük sürüler oluşturur, erkekler ise yalnız yaşar.

Dağlık bölgelerde 600-3.600 metre rakım arasındaki bodur ormanların bulunduğu yerlerde yaşarlar. Yaz aylarında daha yüksek bir irtifaya çıkarlar ancak hava soğudukça daha düşük rakımlı alanlara inerler. Çevik oldukları için dağ yamaçlarında rahatlıkla dolaşırlar. Eşsiz geniş toynakları sayesinde kayalık arazilere tırmanabilir ve zıplayabilirler.

Kar leoparı, vaşak ve kurt gibi birçok doğal yırtıcı hayvanın avları arasındadır. Bununla birlikte insanlar tarafından da yasak olmasına rağmen boynuzları için avlanır. Bundan dolayı soyu tehdit altındadır.



# Gökyüzü

Prof. Dr. Faruk Soyduğan

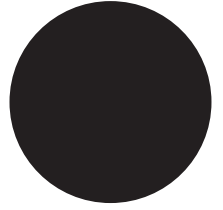
[fsoydugan@comu.edu.tr]

01/30 Kasım  
İlk dördün

08 Kasım  
Dolunay

16 Kasım  
Son dördün

24 Kasım  
Yeni ay

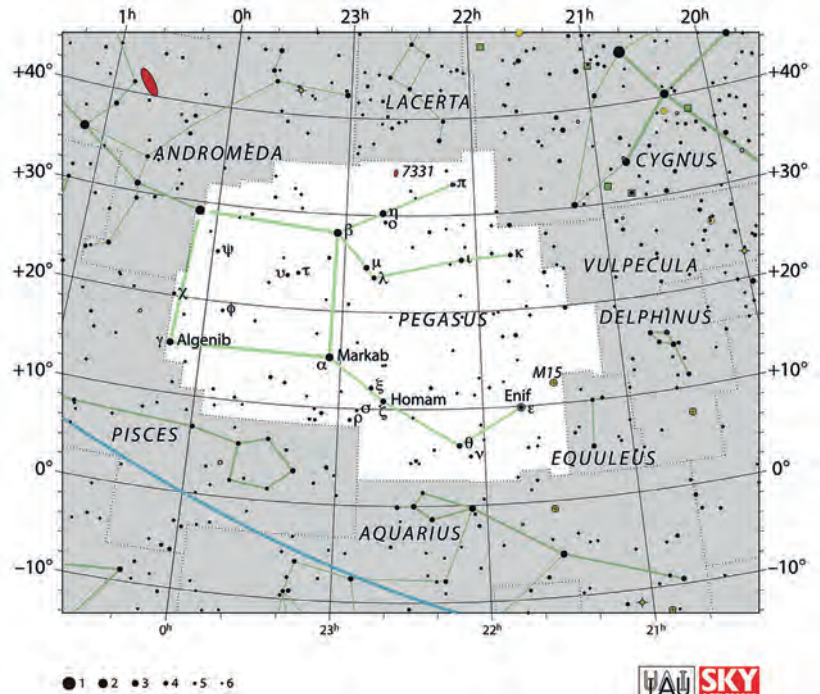


## Kanatlı At ve Büyük Kare

Gökyüzünü tanımak için kullandığımız 88 parselin en dikkat çekenlerinden biri olan Kanatlı At (Pegasus veya kısaca Peg) Takımyıldızı, ikinci yüzyıldan bu yana biliniyor. Gökyüzünde yaklaşık 1.120 derece kare alan kaplayan (en büyük alan kaplayan takımyıldızlar arasında yedinci) Pegasus, sahip olduğu Büyük Kare ve içerdiği derin uzay cisimleriyle ilgi odağıdır. Kuzey kürenin tamamı ve güney kürenin bir bölümünde gözlenen Pegasus, Ağustos-Aralık ayları arasında gece gökyüzünde görülebilir. 13 parlak yıldızla tanımlanan Kanatlı At'ın bölgesinde karanlık ve Ay'sız bir gecede çıplak gözle 209 yıldız sayılabilir. Bu takımyıldızı alanında yer alan yıldızlardan en yakını Dünya'ya yaklaşık 38 ışık yılı, en uzak olan ise yaklaşık 690 ışık yılı mesafededir. Kanatlı At'a komşu takımyıldızları, Kuğu (Cygnus), Andromeda, Kertenkele (Lacerta), Tilki (Vulpecula), Yunus (Delphinus), Tay (Equuleus), Kova (Aquarius) ve Balıklar'dır (Pisces). Pegasus, kuzey küre gökyüzünde yazın bittiğini ve sonbaharın başladığını haber verir.

Yunan mitolojisinde birçok takımyıldızı mitolojik bir hikâyeye bağlanır. Kanatlı At'ın içinde olduğu hikâye de güzellik konusunda rekabet üzerine kurgulanmış. Hikâyenin başında Kraliçe Cassiopeia deniz perilerinden bile daha güzel olduğunu iddia eder ancak bu iddiası üzerine cezalandırılır ve kızı prenses Andromeda'yı Balina Cetus'a kurban etmesi gerekir. Andromeda bunun üzerine denizde bir kayaya zincirlenir. Ancak kurmaca

hikâyelerin bu noktasında prensesin bir kahraman tarafından kurtarılması şarttır. Kanatlarıyla uçan bir ata yani Pegasus'a binen Kahraman Perseus ortaya çıkar ve Cetus'u taşa çevirerek prensesi kurtarır. Perseus'un yendiği tek rakip Cetus değildir, daha önce de başka bir mitoloji karakteri olan Medusa'yı öldürmüştür ve Perseus Medusa'yı yendiğinde, Pegasus'un Medusa'nın boynundan çıkan beyaz kanatlı bir at olduğu söylenir. Bu hikâyenin nasıl kurgulandığı ve



Kanatlı At (Pegasus) Takımyıldızı bölgesi (Uluslararası Astronomi Birliği – IAU)



Pegasus bölgesindeki Büyük Kare'nin köşesinde yer alan Markab yıldızı (sağ üstteki parlak yıldız) ve yakınındaki bir mavi yansıma bulutsusundan kaynaklanan galaktik tozun etkileri

tasvirlerin nasıl yapıldığını bugünden anlamak zor görünüyor çünkü gökyüzünde bu 10-12 parlak yıldızın bulunduğu bölgenin kanatlı bir ata nasıl benzetildiğini merak edenlerin sayısının az olmadığını tahmin ediyorum.

Pegasus'un parlak yıldızlarına ve alandaki derin uzay nesnelere bazılarını yakından bakmadan önce yaz üçgeni veya kış çemberine benzer olarak sonbaharda gökyüzünde dikkat çeken ve büyük ölçüde Pegasus alanı içinde yer alan "Büyük Kare" denilen yapıya bakalım. Kanatlı At'a göre daha kolay fark edilen Büyük Kare, bir takımyıldız olmasa da gökyüzünü tanımak için kullanılan temsillerden biridir. Büyük Kare, yakın parlaklıklarda olan Scheat, Alpheratz, Markab ve Algenib yıldızlarından oluşur. Alpheratz yıldızı, Pegasus'un değil, Andromeda Takımyıldızı'nın üyesidir. Kutup Yıldızı olan Polaris ile Beta Cas yıldızını (veya Caph yıldızı) birleştiren doğrultuyu

uzatırsanız Büyük Kare'nin meydanına ulaşırsınız. Gökyüzünde bu meydana ulaştığınızda içinin boş olduğunu veya içinde yıldız olmadığını düşünebilirsiniz ancak meydan boş değildir! Yalnızca içindeki yıldızlar sönük olduğundan çıplak gözle fazla sayıda yıldız görmek mümkün değildir. Aslında, karenin içinde görebildiğiniz yıldız sayısı bulunduğunuz bölgenin ne kadar karanlık olduğunu veya ışık kirliliğinden ne kadar kaçabildiğinizi gösterir. Büyük Kare, gök bilimciler tarafından Andromeda Gök Adası'nı ve o bölgedeki derin uzay cisimlerini bulmak için kullanılır.

Kanatlı At Takımyıldızı alanında ilginç parlak yıldızlar bulunur. Bunlar arasında, Pegasus'un en parlak bir süper dev yıldız olan Enif, takımyıldızın ikinci en parlak yıldızı olan kırmızı dev Scheat ve üçüncü parlak yıldızı A türü alt dev olan Markab'ı sayabiliriz. Enif veya Epsilon Pegasi'nin görünür

parlaklığı ortalama 2,4 kadirdir ancak yarı düzensiz değişen bir yıldız olduğundan parlaklığı 0,7 ila 3,5 kadir arasında değişir. Enif yaşının ileri evresinde, süper dev aşamasına ilerlemiş, K tayf türünden turuncu bir yıldızdır. Birkaç milyon yıl içinde patlama geçirerek enerji üretimini durduracağı tahmin ediliyor. Enif'in kütlesi Güneş kütlesinin yaklaşık 7 katı iken yarıçapı ise Güneş'in yaklaşık 211 katı kadardır. Genç bir yıldızdır ve yaşı 20 milyon yıl civarındadır. Güneş'ten soğuk bir yıldız olan Enif, bize yaklaşık 690 ışık yılı uzaktadır. Scheat (veya Beta Pegasi), Kanatlı At Takımyıldızı'nın en parlak (2,42 kadir görsel parlaklığında) ikinci yıldızdır. 196 ışık yılı uzaklıkta kırmızı dev bir yıldızdır ve yarı düzenli parlaklık değişimleri gösterir. Kütlesi Güneş'in yaklaşık 2 katı iken yarıçapı 95 Güneş yarıçapına eşdeğerdir. Markab veya Alfa Pegasi'nin görsel parlaklığı 2,48 kadirdir ve Kanatlı At Takımyıldızı'nın en parlak üçüncü yıldızdır. Dünya'ya uzaklığı 133 ışık yılı olan Markab, A türü alt dev bir yıldızdır. Kendi ekseninde etrafında dönme hızı saniyede 125 km civarındadır. Büyük Kare'nin gözle görünen en sönük yıldızı olan Algenib (Gama Pegasi), 2,84 görsel parlaklığa sahiptir. 20.000 K dereceyi aşan yüzey sıcaklığına sahip Algenib, genç bir yıldızdır ve bizden 390 ışık yılı uzaklıktadır.

Pegasus Takımyıldızı'nın çok bilinen yıldızlarından biri de 51 Pegasi'dir. Güneş benzeri olan bu yıldız, Güneş sistemi dışında, bir gezegene sahip olduğu keşfedilen ilk anakol yıldızdır ve çıplak gözle görülebilecek görsel parlaklığa (5,49 kadir) sahiptir. Dünya'ya yaklaşık 50 ışık yılı uzaklıkta bulunan

## Leonid Gök Taşı Yağmuru

Leonid (Aslan) gök taşı yağmuru sağanak oluşturmayacak olsa da meraklılarına gökyüzünde ışıktan izler bırakacak. Leonid gök taşı yağmuru tarihte (örneğin 1833, 1966, 2001 yılları) rastlanılan yoğun meteor fırtınalarıyla hatırlanır. 3 Kasım ile 2 Aralık tarihleri arasında gökyüzünde yağmuru hatırlatacak gök taşlarını izleyeceğiz. Gök taşı yağmurunun 17-18 Kasım gecesinde en yoğun düzeye (saatte 10-15 adet) ulaşması bekleniyor. Bu taşı ve tozlu yolun malzeme kaynağı, küçük bir kuyruklu yıldız olan 55P/Tempel-Tuttle. Meteorların çıkış noktası, yağmurun adından da anlaşılacağı üzere, Aslan (Leo) Takımyıldızı sınırları içinde yer alıyor. 33 yılda bir yoğun yağış bırakan Leonid meteor yağmuru, şu anda sakin döneminde. Leonidlerin Dünya'ya giriş hızları saniyede yaklaşık 70 km olacak. Gök taşı yağmurunun en yoğun olacağı 17-18 Kasım gecesinde Ay'ın yaklaşık %36'sı aydınlık gözlenecek.



Pegasus Takımyıldızı alanında bulunan M15 küresel yıldız kümesi

51 Pegasi etrafında keşfedilen gezegen bir gaz devidir ve kütlesi yaklaşık olarak Jüpiter'in kütlesinin yarısı kadardır. 51 Pegasi'ye nispeten yakın bir yörüngede (yaklaşık 0,05 Astronomik Birim) dolanan gezegen oldukça sıcak (yaklaşık 1280 K derece) bir yüzeye sahiptir ve bu nedenle "Sıcak Jüpiterler" sınıfının ilk üyelerindedir.

Gökyüzünün Pegasus Takımyıldızı bölgesinde dikkat çekici derin uzay cisimleri de yer alır. Messier 15 (M15 veya NGC 7078), alandaki bir küresel kümedir. Görünür parlaklığı yaklaşık 6,2 kadir (bir dürbünle gözlenebilir), bize olan uzaklığı ise 33.000 ışık yılıdır. Bilinen en yaşlı (yaklaşık 12 milyar yıl yaşında) kümelerden olan M15, gök adamızın yıldız yoğunluğu en fazla (100 binden fazla yıldız) olan kümelerinden biridir. Stephan Beşlisi, 1877 yılında keşfedilen beş gök adadan oluşan bir gruptur. Bu beşliden dördü (NGC 7317, NGC 7318A, NGC 7318B, and NGC 7319) Dünya'dan yaklaşık 280 milyon yılı uzaklıkta iken NGC 7320 40 milyon ışık yılı mesafededir. Bu gök ada grubu, James Webb Uzay Teleskobu'nun (JWUT) aldığı hassas görüntülerle tekrar gündem oldu. Bu bölgede yer alan beş gök adadan

dördü keşfedilen ilk yakın, etkileşen ve birleşme adayı çoklu gök ada grubunu oluşturuyor. Bu alandaki başka bir derin alan cisimi NGC 7331 (Caldwell 30), gök adamıza benzeyen ve 36 ila 46 milyon ışık yılı arasında uzaklıkta olduğu tahmin edilen bir spiral gök adadır. Pegasus alanındaki en ilgi çekici gruplardan biri de bizden yaklaşık 8 milyar ışık yılı uzaklıkta bulunan bir kuazar (Q2237+030) ile onun doğrultusunda olan ancak bize daha yakın (yaklaşık 400 milyon ışık yılı) bir konumda bulunan bir gök adadan oluştuğu hâlde beşli görünen bir yapıdır. Görüntüdeki dört nesne kuazarın önündeki gök adanın neden olduğu çekimsel mercekleme nedeniyle oluşmuş kuazarın çoklu veya ayna görüntüleridir. Bunlara ek olarak



Stephan Beşlisi'nin JWUT ile alınan görüntüsü

Kanatlı At bölgesinde, NGC 7320 spiral gök adası, Kızarmış Yumurta Gök Adası (NGC 7742), NGC 7318 etkileşen çift gök ada, NGC 7319 çubuklu sarmal gök ada ve Pervane Gök Adası gibi çok sayıda derin uzay gök cisimi yer alır.

Kanatlı At'ın yaklaşık 1.800 yıl önce başlayan hikâyesi son dönemde "Büyük Kare" meydanı ile devam ediyor görünse de gökyüzünde bu bölgede yer alan gök cisimlerin çeşitliliği ve gizemi artarak devam ediyor. Normal bir yıldızın etrafında ilk ötegezegen keşfinden çoklu etkileşen gök adalara, etkili bir mercekleme olayından daha nicelerine sahne olan bu büyük meydana bakalım daha neler sahneye çıkacak ve sahnede sergilenenleri JWUT veya başka gözlerle ne zaman ve nasıl göreceğiz?

<https://www.iau.org/public/images/detail/peg/>  
<http://www.seasky.org/constellations/constellation-pegasus.html>  
<https://earthsky.org/favorite-star-patterns/great-square-of-pegasus-wings-in-sept-equinox/>  
<https://www.constellation-guide.com/constellation-list/pegasus-constellation/>  
<https://nineplanets.org/pegasus/>  
<https://www.universeguide.com/constellation/pegasus>  
[https://en.wikipedia.org/wiki/Pegasus\\_\(constellation\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Pegasus_(constellation))

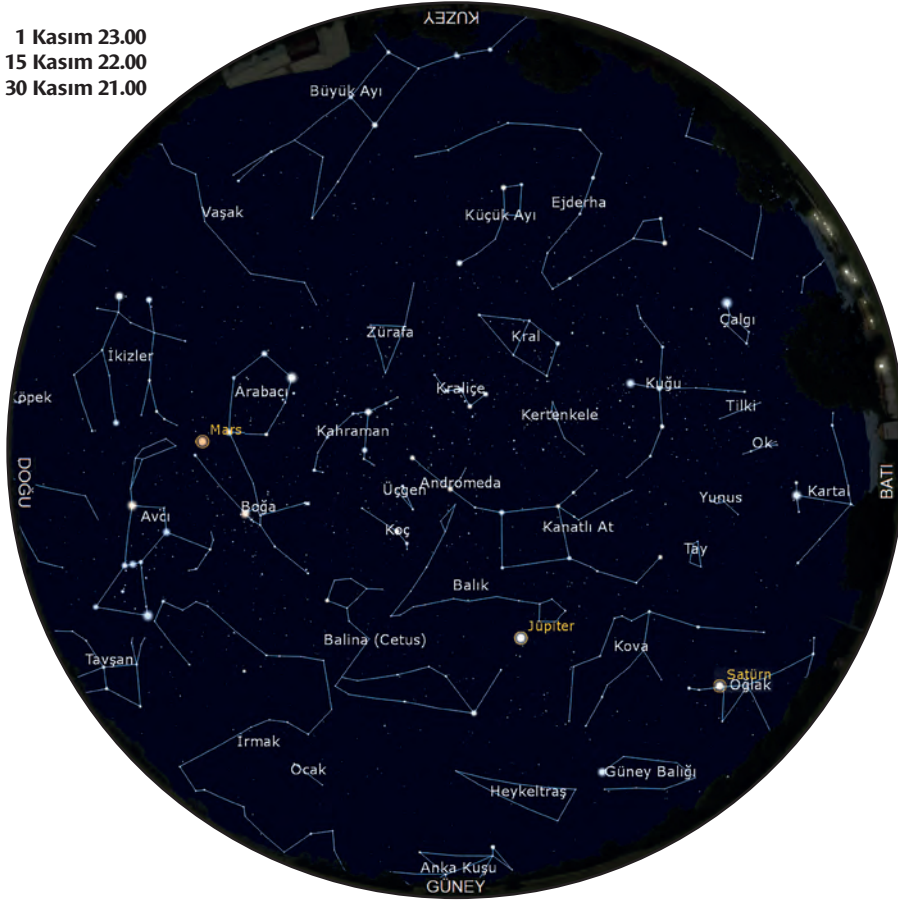
## Ayın Önemli Gök Olayları

- 02 Kasım** Ay ve Satürn birbirlerine yakın görünümde
- 04 Kasım** Ay ve Jüpiter birbirlerine yakın görünümde
- 11 Kasım** Ay ve Mars birbirlerine yakın görünümde
- 14 Kasım** Ay Dünya'ya en uzak konumunda (404.900 km)
- 26 Kasım** Ay Dünya'ya en yakın konumunda (362.800 km)
- 29 Kasım** Ay ve Satürn birbirlerine yakın görünümde



30 Kasım gün batımında güney gökyüzü

1 Kasım 23.00  
15 Kasım 22.00  
30 Kasım 21.00



## Gezegenler

**Merkür:** Ayın ilk yarısına kadar gökyüzünde Güneş civarında bulunacak, sonrasında yakınındaki Venüs ile Güneş'in doğusuna geçmeye başlayacak. Yine de ay boyunca Güneş'e mesafesi ve ufuktan yüksekliği batı ufukta fark edilebilmesi için uygun olmayacak.

**Venüs:** Güneş'in doğusuna geçmiş olan gezegen gökyüzünde Güneş'le arasındaki mesafeyi ay boyunca arttırmaya devam etse de ufuktan yeterince uzaklaşmıyor. İdeal gözlem koşullarında, ayın son birkaç günü batı ufukta çok yakın bir şekilde gün batımından hemen sonra yüksek parlaklığı dolayısıyla görülme şansı var.

**Mars:** Gözlem süresi iyice artan gezegen ayın başlarında gün batımından yaklaşık üç saat sonra doğudan yükseliyor. Ay boyunca Dünya'ya daha yakın bir konuma gelecek olan gezegenin açısal çapı ve parlaklığı da artacağından özellikle teleskoplu gözlemciler gezegeni görüntülemek üzere bu fırsatı değerlendirebilir. Gezegen ay boyunca gün doğumuna kadar gözlenebilir.

**Jüpiter:** Gözlem süresi kıalmaya devam eden gezegen parlak bir şekilde gecenin büyük bölümünde gökyüzünde. Ayın 4'ünde bölgeyi Ay ve Neptün ile paylaşacak ve

gece yarısından yaklaşık üç saat sonra batacak. Ay sonunda ise gezegen gece yarısından iki saat sonrasına kadar gözlenebilir olacak.

**Satürn:** Ayın başında güneydoğuda Ay'ın yakınında yükselmiş olan gezegen gece yarısında batıyor. Günler ilerledikçe gözlem süresi yavaş yavaş kıalmaya devam edecek ve parlaklığı hafifçe azalacak. Ayın sonlarında, gün batımında güneyde yükselmiş olan gezegen artık gece yarısından yaklaşık bir saat öncesine kadar gökyüzünde.



# Düşünme Kulesi

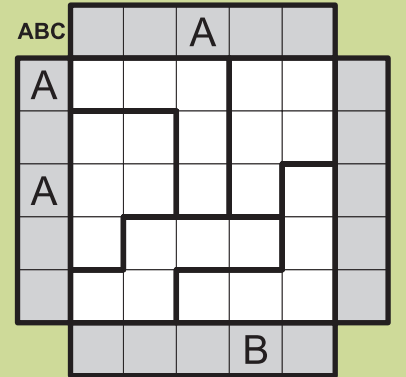
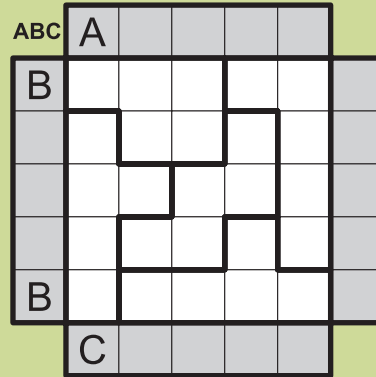
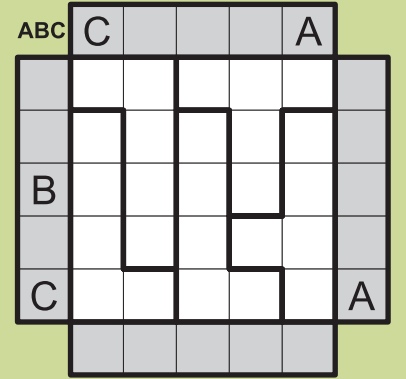
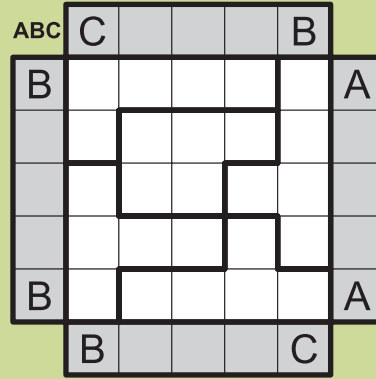
Ferhat Çalapkulu [ [dusunme.kulesi@tubitak.gov.tr](mailto:dusunme.kulesi@tubitak.gov.tr) ]

## Ayın Oyunu:

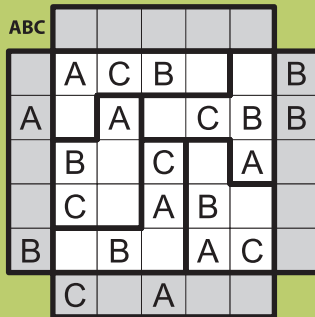
### BÖLGESEL ABC KADAR KOLAY

#### Bölgesel ABC Kadar Kolay Oyununun Kuralları

Diyagramın sol üstünde verilen harflerin her birini satır ve sütunlarda birer kez kullanarak diyagramı doldurun. Diyagramın dışındaki harfler, o yönden bakıldığında görülen ilk harfleri göstermektedir. Ayrıca, verilen harf aralığını kalın çizgilerle belirlenmiş her bölgede aynı şekilde birer kez kullanarak diyagramı doldurun.



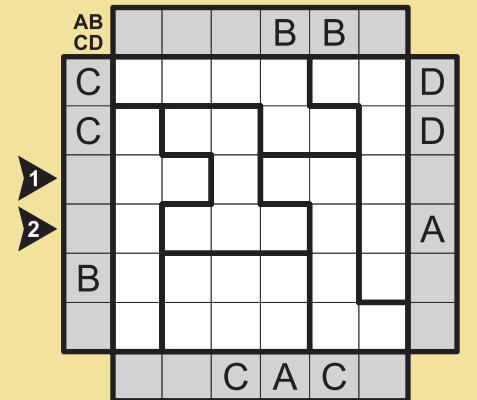
#### Bölgesel ABC Kadar Kolay - Örnek Çözüm



#### Ödüllü soru

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

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



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

**Futoşiki:** Her bir satırda ve sütunda 1'den 5'e (örnek için 1'den 4'e) rakamlar tam olarak birer kez yer alacak şekilde diyagramı doldurun. Hücrelerdeki rakamlar arasındaki ilişki büyük > ve küçük < işaretleri ile belirtilmiştir.

□	□	<	□	□	□	
□	>	3	<	□	□	□
□	□	2	□	□	□	
□	□	□	>	□	□	
□	5	□	□	□	□	

□	<	□	□	<	□	<	□
□	>	□	<	□	<	□	□
□	□	□	□	□	□	□	□
□	□	<	□	□	>	□	□
□	□	□	□	□	□	□	□

**Futoşiki**

Örnek Çözüm

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

**Ying Yang:** Diyagramın tamamını siyah ya da beyaz dairelerle doldurun. Tüm kareler dolduğunda siyah ve beyaz daireler iki ayrı bölge oluşturmalıdır. Herhangi bir yerde aynı renkten oluşmuş 2x2'lik bir kare bulunamaz.

□	□	□	□	●	□	○
□	□	○	●	□	●	□
□	●	●	□	●	□	□
□	○	○	□	□	□	□
□	□	●	□	○	○	○
□	□	○	□	□	□	●
□	□	□	○	●	□	□
□	●	●	□	○	□	□

□	□	○	□	□	□	□
□	□	●	□	□	□	□
□	□	●	○	○	●	○
□	□	□	○	□	□	○
□	○	●	●	●	□	□
□	○	□	□	□	□	□
□	○	□	○	●	□	□
□	□	□	□	□	□	□

**Ying Yang**

Örnek Çözüm

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

**Geçen Sayının Çözümleri**

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

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

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

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

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

**Ödüllü Soru:  
Toplamli Sudoku**

**Toplamli Sudoku**

1	0	2	0	3	3	2
1	1	2	1	3	1	
1	2	1	1	3	3	
3	2	3	3	3	3	

2	2	3	3		
3	2	3	3	2	
2	2	1	3	2	
2	2	1	3	2	
0	3	1	2	1	
3	2	1	1	2	
2	2	1	3	2	

**Çit**

4	7	7	6	5	1	6	9
1	1	5	6	7	4	5	7
1	8	5	2	7	3	4	3
8	8	5	7	7	5	3	7
1	5	8	7	5	5	4	14
4	4	3	5	2	8	7	6
7	4	3	5	4	2	8	5
7	5	5	6	8	3	6	7
16	8	2	18				14

6	8	8	6	6	8	6	1
1	7	6	2	2	3	2	8
1	8	1	2	8	8	1	5
3	6	8	4	8	2	7	1
4	4	8	5	1	6	1	5
7	5	5	2	7	3	8	2
7	5	4	6	1	5	3	8
7	1	3	2	4	3	3	5
27	6	25	19	1			

**Sayısal Amiral Battı**

# Satranç

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

## Gerçek Oyunlar ve Etütler

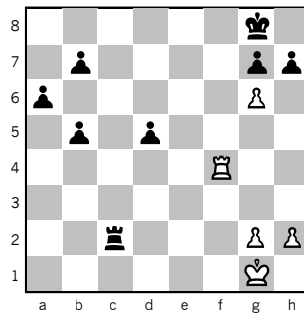
Kurgulanmış etütlerin bir satranç oyuncusunun en önemli antrenman malzemelerinden olduğu söylenegelmıştır. Leonid Kubbel, Aleksey Troitzky ve Richard Réti gibi kurgu dâhilerinin yapıtlarını çözmek; gerçekten de bir satranç oyuncusunun hem taktik görüşünü keskinleştirir hem de ufkunu genişletir. Büyük etütçü ve oyun sonu teorisyeni André Chéron “gerçek yaşamla” ilişkileri açısından etütleri “didaktik” (öğretici) ve “artistik” (sanatsal) olarak ikiye ayırır. Didaktik etütlerdeki taktik motifler gerçek oyunlara daha çok benzer, artistik etütler ise olağan dışı ve büyük bir hayal gücüne dayanan fikirleri yansıtır. Artistik etütlerde sıra dışı karşılıklı zugzwang pozisyonları, sistematik manevralar ve ilginç mat pozisyonları gibi durumlar bulunur.

Peki, oyuncular kendi oyun yeteneklerini geliştirmek için etütlerden yararlanırken acaba tersi de doğru mudur? Yani, etütçüler de kendi yapıtlarında gerçek oyunlardan alınmış fikirlerden

yararlanırlar mı? Elbette! Bunun en klasik örneklerinden biri ünlü “Loman hamlesi”dir. Şimdi zaman içinde epeyce bir geriye, 20. yüzyıl başlarına gidelim. 1903 yılında zamanın dünya şampiyonu Emanuel Lasker ile Hollandalı bir usta olan Rudolf Loman arasında, Londra’da oynanan bir simültane gösteri oyununda aşağıdaki pozisyon ortaya çıkmıştı (Diyagram 1).

### Diyagram 1

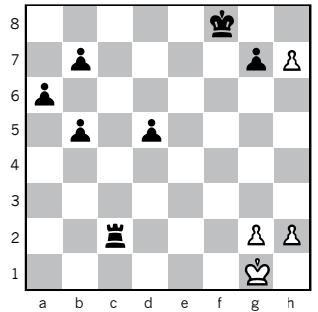
Emanuel Lasker-Rudolf Loman  
Londra, 1903  
(Simültane gösteri oyunu)



Beyazlarla oynayan ve hamle sırası kendisinde olan Lasker, burada “şık” bir kazanç yolu

bulduğunu düşünerek **34. Kf8+??** oynadı. Siyah zorunlu **34...Şxf8** ile karşılık verdikten sonra Lasker **35. gxh7** oynadı ve kendinden emin bir şekilde siyahın oyunu terk etmesini beklemeye başladı. Çünkü h7’deki piyonun vezir çıkması engellenemez görünüyordu (Diyagram 2).

### Diyagram 2



Ama işler beklediği gibi gitmedi!

**35...Kc1+ 36. Şf2 Kc2+ 37. Şg3 Kc3+ 38. Şg4 Kc4+**

Bu hamleler, Lasker’e siyahın son umutsuz çırpınışları gibi görünmüş olmalı... Şimdi gelecek darbeyi muhtemelen gözden kaçırmıştı. **39...Kh4!! 40. Şxh4 g5+! 41.**

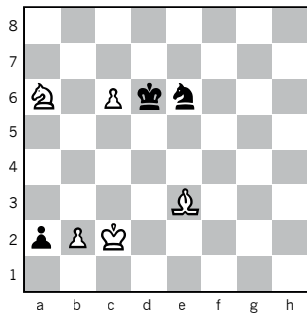


**Şxg5 Şg7** ve büyük Lasker burada oyunu terk etti. Çünkü, h7 piyonunun düşmesinden sonra siyahın vezir kanadındaki üstünlüğü Loman'a oyunu rahatça kazandıracaktı.

İşte burada görmüş olduğumuz, şah çekerek (burada 40...g5+) kritik bir karenin (g7) boşaltılması manevrası Loman hamlesi olarak biliniyor. Sonraki yıllarda Loman hamlesinin konu edildiği etütler zaman zaman satranç literatüründe de belirdi. Bunlardan biri büyük etütçü Kubbel'e ait.

### Diyagram 3

Leonid Kubbel  
28 Rijen, 1924



Beyaz oynar ve berabere kalır.

Beyaz, durdurulamaz görünen a2 piyonu ile nasıl baş edecek?

Çözüm:

#### 1. Fc5+

1. c7? Axc7 ya da 1...Şd7 ve siyah kazanır.

#### 1...Şe5

1...Şxc6 2. Ab4+; 1...Axc5 2. c7 Şd7 3. Axc5+.

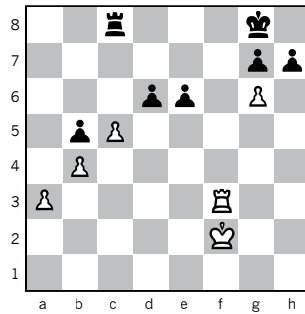
#### 2. c7 Axc7 3. Fd4+ Şxd4 4. Ac5!

Şxc5 5. b4+ Şxb4 6. Şb2 ve beraberlik.

Şimdi sunacağımız etütte ise beyaz, siyahın Loman hamlesi ile beraberliğe ulaşma planını bozuyor.

### Diyagram 4

R. Skuja ve E. Giese  
Leipziger Zeitung, 1934



Beyaz oynar ve kazanır.

#### 1. c6! Kxc6

Siyah piyonu almak zorunda. Aksi takdirde beyaz 2. Kc3 ve arkasından 3. a4 ile kazanır.

#### 2. Kf8+!

Lasker'in hamlesi.

#### 2...Şxf8 3. gxh7 Kc2+ 4. Şg3 Kc3+ 5.

#### Şg4 Kc4+ 6. Şg5 Kh4! 7. Şxh4 g5+!

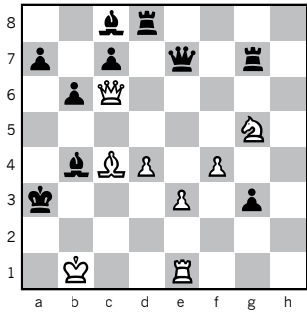
Loman hamlesi!

#### 8. Şxg5 Şg7 9. h8=V! Şxh8 10. Şg6! d5(e5) 11. a4 ve beyaz kazanır.

Çünkü siyah daha önce vezir çıksa da hemen arkasından mat oluyor. Gerçek oyunların etütlere ilham vermesinin herhâlde en yeni örneği 2019 yılında Avrupa Takım Şampiyonası'nda Daniil Dubov ve Svane Rasmus arasında oynanmış bir oyundan. Önce oyunun kritik anına bakalım (Diyagram 5).

### Diyagram 5

Daniil Dubov- Svane Rasmus  
Avrupa Takım Şampiyonası, 2019



Sıra beyazda, nasıl kazanır?

Siyah şahın konumundan da anlaşılacağı gibi son derece hareketli geçen karşılaşmanın bu noktasında Dubov **36. Fb3!!** oynadı (tehdit: 37. Va4#). Oyun şöyle devam etti:

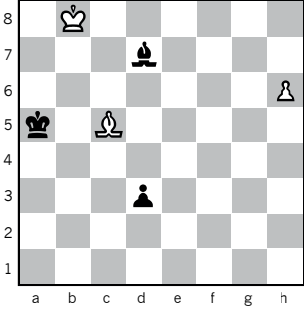
**36...Fd7** (36...Şxb3 37. Vc2+ Şa3 38. Va2#) **37. Vc1+ Şxb3 38. Vc2+ Şa3 39. Va2#.**

İşte, bu 36. Fb3!! hamlesinden çok etkilenen ünlü etütçüler Danimarkalı Steffen Nielsen ve Alman Martin Minski, "Buradan nasıl bir kurgu yaratabiliriz?" diye düşünmüşler ve birlikte aşağıdaki etüdü kurmuşlar (Diyagram 6).

## Diyagram 6

Steffen Nielsen ve  
Martin Minski

*Chess Artistry Competition,*  
2021  
Yedincilik Ödülü



Beyaz oynar ve kazanır.

Pozisyona bakar bakmaz, bir satranç kompozisyonu tasarlamanın en önemli ilkelerinden biri gözümüze çarpıyor: Ekonomi. Bir kurgucu, kafasındaki fikri en az sayıda taşla satranç tahtasına yansıtmaya peşindedir. Gereksiz tek bir taş dahi olmasını istemez. Dubov-Svane oyunundaki kritik pozisyonda 18 taş varken, burada yalnızca 6 taş kullanıldı. Şimdi çözüme geçelim:

**1. h7 d2 2. H8=V d1=V**  
**3. Vc3+ Şa6 4. Vb2!**

Mükemmel bir ara hamle! Siyah fil 5. Vb6# tehdidini önlemek için b5 karesine oynamaya zorlanıyor.

**4...Fb5 5. Vf6+ Şa5 6. Vc3+ Şa6 7. Fd4!**

8. Vc5 ile tehdit ediyor.

**7...Vb1**

Şimdi Dubov hamlesi geliyor:

**8. Fb6!! Şxb6**

8...Va2 9. Vc8+ Şxb6 10. Vc7+ Şa6 11. Va7#

**9. Vc7+ Şa6 10. Va7#**

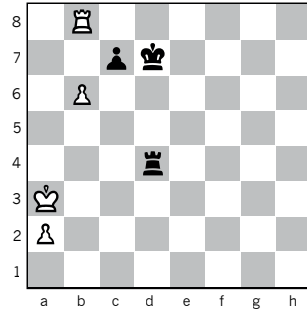
Karmaşık varyantların olmadığı kristal berraklığında bir etüt.

## Ayın Sorusu

Size Loman hamlesinin bir motif olarak kullandığı bir etüt sunuyoruz. Ama bunu sizin çözmeniz gerekiyor.

## Diyagram 7

Joseph Moravec  
*Leipziger Neueste*  
*Schachnachrichten*, 1937



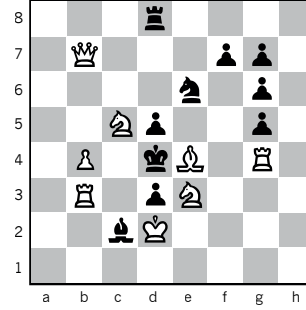
Beyaz oynar ve kazanır.

## Geçen Ay Soruların Problemlerin Çözümleri

## Diyagram 8

Aleksandr Kuzovkov  
(10,5 puan)  
*Zhigulyovskie Zori*, 2021

## Birincilik Ödülü



Beyaz oynar, üç hamlede mat eder.

Çözüm:

**1. Ve7!** (tehdit 2. Fxd5+ Af4 a 3. Ve4#; 2...Şe5 b 3. Ke4#)

**a) 1...Fd1 2. Ff3+ Af4+ a 3. Kd3#; 2...Şe5 b 3. Axd3#;**

**b) 1...Ke8 2. Fxd3+ Af4 a 3. Axc2#; 2...Şe5 b 3. Ad7#;**

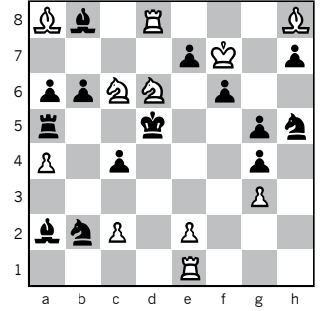
**c) 1...f5 2. Fxf5+ Af4 a 3. Vxg7#; 2...Şe5 b 3. Vxe6#;**

**d) 1...Af4 2. Kxd3+ Fxd3 3. Ab3#; 2...Axd3 3. Fxd3#**

Tehdit de dâhil olmak üzere dört farklı devam yolunda siyahın iki savunmasına (a ve b ile gösterilen Af4+ ve Şe5) beyaz farklı hamlelerle cevap veriyor. Bu kalıp, (onu ilk kez kullanan Rus kurgucu Leonid Zagoruyko'ya ithafen) Zagoruyko teması olarak adlandırılıyor. En az üç devam yolunda siyahın iki (bazen daha fazla) savunmasına beyazın farklı hamlelerle cevap vermesi olarak tanımlanabilir. Bu problemde 4x2 Zagoruyko söz konusu.

## Diyagram 9

Aleksandr Kuzovkov  
*Leonid Kubbel Anı Turnuvası,*  
2021  
Birincilik-İkincilik Ödülü



Beyaz oynar ve dört hamlede mat eder.

Çözüm:

**1. c3!** (tehdit 2. Ad4+ Şe5 3. Af3+ gxf3 4. exf3#)

**a) 1...Fb1 2. Ab4+ Şe5 3. Ad3+ cxd3 4. exd3#;**

**b) 1...Fxd6 2. Ab8+ Şe5 3. Ad7+ Şf5 4. e4#;**

**c) 1...Axc3 2. Axe7+ Şe5 3. Fxf6+ Şf4 4. e3#.**

Bu problemde de Albino temasını görüyoruz: Başlangıç karesinde duran beyaz bir piyonun (burada e2 piyonu) yapabileceği dört farklı hamlenin her birinin dört ayrı varyantta görülmesi.

# Ayın Sorusu

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

Bilkent Üniversitesi Fen Fakültesi  
Matematik Bölümü

Soruyu çözüp cevabı ad, soyad, adres ve telefon 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:

**Element Kartları**



Çözümü ile birlikte gönderilmeyen cevaplar değerlendirmeye alınmayacaktır.

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

# Sandıktaki Altın Sikkeler



(Matematik)

Ali Baba'yı mağarada alıkoyan haramiler ona bir ödev verip ödevi düzgün yapması koşuluyla onu salıvereceklerine söz veriyorlar. Bunun için haramiler mağaradaki bir yuvarlak halı etrafına saat yönünde 1, 2, ..., 9 sayılarıyla numaralandırılmış dokuz adet boş sandık diziyorlar.

Bundan sonra haramiler 1, 2, ..., 100 sayılarıyla numaralandırılmış 100 top içeren bir kutudan rastgele bir top seçiyorlar ve topun üstündeki N sayısını Ali Baba'ya söylüyorlar. N sayısı belirlendikten sonra haramiler Ali Baba'ya 1.100 tane altın sikke veriyorlar.

Kurallara göre, Ali Baba'nın önce 1.100 altın sikkenin tamamını halı etrafındaki dokuz sandığa kendisinin istediği şekilde dağıtması (bazı sandıklar boş kalabiliyor) ve daha sonra dokuz tane işlem yapması gerekiyor. Ali Baba'nın birinci işlemde 1 numaralı kutudaki altın sikkelerin tam olarak N'de birini 2 numaralı sandığa aktarması, ikinci işlemde birinci işlemden sonra 2 numaralı kutuda bulunan altın sikkelerin tam olarak N'de birini 3 numaralı sandığa aktarması, üçüncü işlemde ikinci işlemden sonra 3 numaralı kutuda bulunan altın sikkelerin tam olarak N'de birini 4 numaralı sandığa aktarması ve benzer şekilde devam ederek dokuzuncu işlemde sekizinci işlemden sonra 9 numaralı kutuda bulunan altın sikkelerin tam olarak N'de birini 1 numaralı sandığa aktarması gerekiyor. Kurallara göre, Ali Baba altın sikkeleri,  $k = 1, 2, \dots, 9$  olmak üzere, k. işlemde hemen önce k numaralı sandıktaki altın sikke sayısı N sayısının bir katı olacak şekilde dağıtmalıdır.

Ödevin son koşuluna göre, her bir sandıkta başlangıçta bulunan altın sikke sayısı ile dokuz işlem sonucunda oluşan altın sikke sayısı aynı olmak zorundadır.

Ali Baba'nın bu ödevi yapmasının olanaklı olup olmamasının N sayısına bağlı olduğu açıktır. Ali Baba'nın bu ödevi başarıyla yapma olasılığı kaçtır?

# Zekâ Oyunları

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

## GÖZ ALDANMASI

İki boyutlu çizilen ancak üç boyutlu üretilmeyecek bir tasarım.



## ALTI RAKAM (1)

$$A^B + C^D = E^F$$

Her harf 1 ile 9 arasındaki farklı bir rakama karşılık gelmektedir. Bu eşitliğin değerini bulunuz.

## SEKİZ TOP

1'den 8'e kadar rastgele numaralandırılmış sekiz top var. Topların görünüşleri aynı ancak ağırlıkları farklı. Bu topları ağırlıklarına göre sıraya dizmek istiyorsunuz. Bunun için size yardım edecek bir yardımcı var. Yardımcıya her seferde dilediğiniz dört topu veriyorsunuz, o da size bu dört topu ağırlıklarına göre sıralayarak geri veriyor.

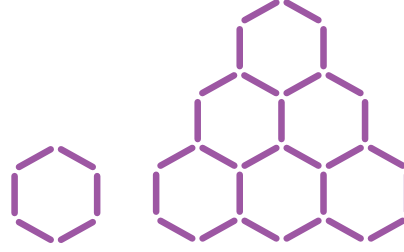
Tüm topları doğru biçimde sıralamayı garantilemek için yardımcıya en az kaç kez başvurmanız gerekir?

## YAŞLAR

Arda, Berk'ten 1 yaş büyüktür. İkisinin yaşlarını ve yaşlarını oluşturan rakamları toplayınca 95 elde ediliyor.

Arda ve Berk kaç yaşındalar?

## ÇUBUKLU ALTİGENLER



Bir altıgen oluşturmak için 6 çubuk gerekir. Tabanda 3 altıgen bulunan piramit için ise 27 çubuk gerekir.

Tabanında 10 altıgen bulunan piramit için kaç çubuk gerektiğini bulunuz.

## SPORCULAR

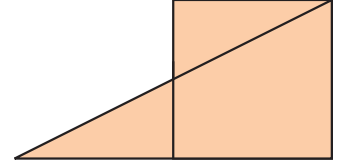
Bir yarışa A takımı bir yerli bir yabancı sporcuyla, B takımı ise 2 yerli sporcuyla katılmıştır.

Yarışı kazanan sporcu yerli olduğuna göre bu sporcunun A takımından olma olasılığını hesaplayınız.

Not:

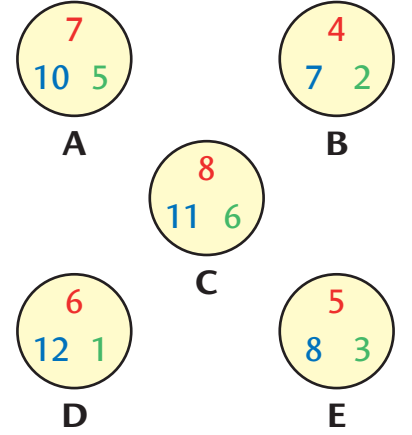
Her sporcunun yarışı kazanma olasılığı eşittir.

## ÜÇGEN VE KARE



Her birinin alanı A birim kare olan bir kare ve dik üçgen kenarları çakışacak biçimde üst üste konmuştur. Oluşan şeklin alanını hesaplayınız.

## HANGİSİ FARKLI?



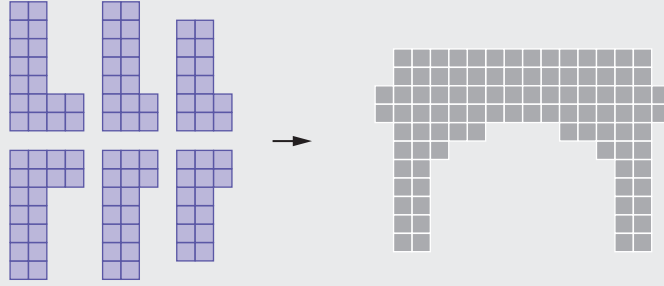
Farklı olanı bulunuz.

## ALTI RAKAM (2)

1, 2, 3, 4, 5, 6 rakamları tam olarak birer kez kullanılarak 6 basamaklı bir sayı oluşturuluyor. 96'ya tam olarak bölünebilen bu sayı en fazla kaç olabilir?

## ALTI "L"

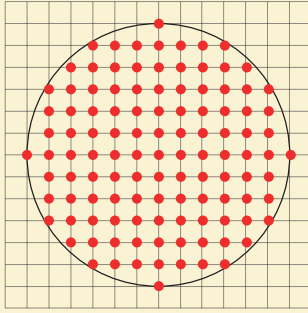
Altı "L" parçasını bir araya getirerek sağdaki şekli elde ediniz. Parçalar döndürülebilir ve ters çevrilebilir.



## GEÇEN SAYININ ÇÖZÜMLERİ

### DAİREDEKİ KÖŞELER

Dairenin kapsadığı köşe sayısı 113 olurdu.



### SAYFA NUMARALARI

En az 3 sayfa olabilir.  
Şu ana kadar okunan sayfa numaraları toplamı=1+2=3  
Şu andan itibaren okunacak sayfa numaraları toplamı=3  
3 sayfalık kitapçıktan sonra aynı koşulları sağlayan ilk çözüm 20 sayfalık kitapçıktır.  
Şu ana kadar okunan sayfa numaraları toplamı=1+2+...+13+14=105  
Şu andan itibaren okunacak sayfa numaraları toplamı=15+16+...+19+20=105

### SORU İŞARETİ

2 gelecek. Üstteki iki kutunun çarpımından alttaki iki kutunun çarpımı çıkarılıyor.

### EŞİTLİK

$$x = \frac{x}{x-2} + \frac{x+2}{x-1}$$

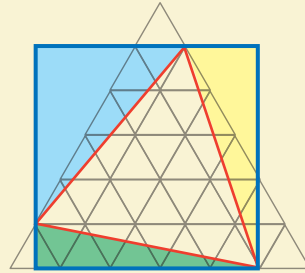
$$x = \frac{x^2-x+x^2-4}{(x-2)(x-1)}$$

$$x^3 - 3x^2 + 2x = 2x^2 - x - 4$$

$$x(x^2 - 5x + 3) = -4$$

x doğal sayı olduğu için 1, 2 veya 4 olabilir. Sadece x=4 bu eşitliği sağladığı için cevap 4'tür.

### ÜÇGEN İÇİNDE ÜÇGEN



Eşkenar üçgenlerin kenar uzunluğu=a, yüksekliği=h olsun.

Eşkenar üçgenin alanı=ah/2

Lacivert renkli dörtgenin alanı=4,5ax5h=22,5ah

Mavi üçgenin alanı=3ax4h/2=6ah

Sarı üçgenin alanı=1,5ax5h/2=7,5ah/2

Yeşil üçgenin alanı=4,5axh/2=4,5ah/2

Kırmızı üçgenin alanı=Dörtgenin alanı-renkli üçgenlerin alanı

$$=22,5ah - 6ah - 7,5ah/2 - 4,5ah/2 = 10,5ah$$

$$=21 \text{ küçük eşkenar üçgen alanı.}$$

### ANTRENMAN

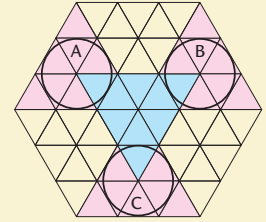
1/5

$$219!/10!=1/5$$

### ÜÇGEN ALANI

1/6 birim karedir.

Altıgeni eşkenar üçgenlere bölerek mavi alanın altıgenin alanının altıda biri olduğu görülür.



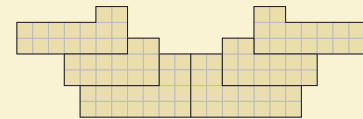
### YÜZÜNCÜ SAYI

Yüzüncü sıradaki sayı 51342 olur.

1'den 5'a kadar 5 farklı rakamın birer kez kullanıldığı 5 basamaklı toplam 120 sayı vardır. Her farklı rakamla başlayan 24'er sayı olduğu için 5 rakamıyla başlayan ilk sayı (24x4+1=97) doksan yedinci sayıdır. Takip edilen sayılar sıralandığında yüzüncü sayının 51342 olduğu görülür.

**97)** 51234 **98)** 51243 **99)** 51324 **100)** 51342

### ALTI "L"





# Yayın Dünyası

İlay Çelik Sezer [ TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi

## Yaşamın Kıyısında - Hayatta Kalma Bilimi

Frances Ashcroft  
Çeviri: Cahide Ekiz

TÜBİTAK Popüler Bilim Kitapları,  
Yetişkin Kitaplığı, 2018 (1. Basım)

*Yaşamın Kıyısında;* dağcılık, dalgıcılık ve kutup keşif gezilerinin yanı sıra gerek çevre gerekse insan kapasitesi açısından sınırları zorlayan diğer aktivitelere ilişkin bilinen ayrıntıları anlatmanın ötesine geçen bir kitap. Frances Ashcroft, insan kapasitesinin hangi noktada sonlandığını samimi, anlaşılır ve keyifli bir şekilde anlatmakla kalmıyor; nedenlerini kişisel deneyimleriyle, tarihsel göndermelerle ve bilimsel detaylarla açıklıyor.



## Element Kartları (Kutulu)

Ayşenur Okatan,  
Nurulhude Baykal,  
Umut Hasdemir,  
Tuba Sargül

TÜBİTAK Popüler Bilim Kitapları,  
Yetişkin Kitaplığı, 2022 (1. Basım)

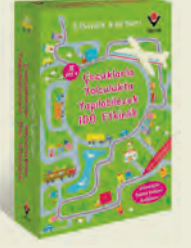
*Element Kartları*, evrenin temelini oluşturan elementlerin periyodik tabloya göre sıralandığı 118 karttan oluşur. Elementlere özgü temel bilgileri, görünüşlerini, özelliklerini ve hayatımızdaki yerlerini bu kart setinde bulacaksınız.



## Etkinlik Kartları - Çocuklarla Yolculukta Yapılabilecek 100 Etkinlik

Catriona Clarke  
Çeviri: Aslı Zülal Arkan  
Çizer: Non Figg

TÜBİTAK Popüler Bilim Kitapları,  
8 yaş +, 2022 (3. Basım)



Bu kutu çok seveceğiniz resimli bulmacalarla dolu. Silinebilir tahta kalemle kartların üzerine yanıtları yazabilir, sizden istenen resimleri çizebilirsiniz.

## İlk Okuma - Böcekler ve Diğer Minik Hayvanlar

Emily Bone  
Çeviri: Melike Erol  
Çizer: Cinzia Battistel

TÜBİTAK Popüler Bilim Kitapları,  
7 yaş +, 2022 (1. Basım)

Hangi böcekler kuru yapraklara benzer? Böcekler su altında yaşayabilir mi? Kışın minik hayvanlara ne olur? Bu soruların cevaplarını ve minik hayvanların renkli dünyasını bu kitapta bulacaksınız.



## Rüzgârlı Bir Gün

Anna Milbourne ,  
Elena Temporin  
Çeviri: Tuba Akoğlu

TÜBİTAK Popüler Bilim Kitapları,  
3 yaş +, 2019 (6. Basım)

Ağaçları bir o yana bir bu yana sallayanın ve yaprakları çimenlerin üzerinde uçşturanın ne olduğunu hiç merak ettiniz mi? Haydi gelin, bu güzel resimli kitapla rüzgârlı bir günde nefes kesici bir yürüyüşe çıkalım!

