

Bilim *ve* Teknik

Aylık Popüler Bilim Dergisi Şubat 2021 Yıl 54 Sayı 639 - 7 TL

PLASTİK KİRLİLİĞİ

Genetik Makas

Gelişim Psikolojisi

Refleks Epilepsi

Arşimet'in Kayıp Kitabı

POSTER
Hubble'dan Evren
Görüntüleri



“Benim mânevi mirasım ilim ve aklıdır”
Mustafa Kemal Atatürk

Bilim ve Teknik
Aylık Popüler Bilim Dergisi
Yıl 54 Sayı 639
Şubat 2021

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
bteknik@tubitak.gov.tr

Yayın Danışma Kurulu
Prof. Dr. Emine Adadan
Prof. Dr. Elif Damla Arısan
Doç. Dr. Rukiye Dilli
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
Nurulhude Baykal

Grafik Tasarım
Hüseyin Diker

Video-Animasyon-Web
Selim Özden

Teknik Yönetmen
Sadı Atılğan

Mali Yönetmen
Adem Polat

İdari Hizmetler
Nahide Soytürk

İletişim Bilgileri
TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi
Remzi Oğuz Arık Mah.
Tunus Cad. No:80
06540 Çankaya ANKARA
Tel (312) 298 95 24 **Faks** (312) 427 74 89
e-posta bteknik@tubitak.gov.tr
İnternet www.bilimteknik.tubitak.gov.tr

Abone İlişkileri (312) 222 83 99
abone@tubitak.gov.tr
www.tubitakdergileri.com.tr

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

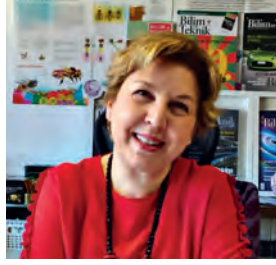
Baskı PROMAT Basım Yayın San. ve Tic. A.Ş.
http://www.promat.com.tr/
Tel (212) 622 63 63

Baskı Tarihi 23.01.2021

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 Egt. Krs. Ş. sayı Nşr.83]
tarafından Silahlı Kuvvetler personeline tavsiye edilmiştir.*

Her ayın 1'inde çıkar.



*Bilim ve Teknik dergisi Türkiye Dergiler Birliği tarafından
2020 yılının en iyi bilim dergisi ödülüne layık görüldü.
Tüm okurlarımıza ilgi ve destekleri için çok teşekkür ediyoruz...*

Kadın ve kız çocuklarının bilim, teknoloji ve mühendislik alanlarında daha çok varlık göstermelerinin, bilim için çalışmalarının ve üretmelerinin teşvik edilmesi amacıyla her yıl 11 Şubat "Uluslararası Bilimde Kadınlar ve Kız Çocukları Günü" olarak kutlanıyor. Ayrıca Uluslararası Epilepsi Günü kapsamında, 8 Şubat 2021 tarihinde, dünya genelinde çeşitli etkinlikler düzenlenerek toplumda farkındalığın artması sağlandı.

Plastik kirliliği çağımızın en önemli çevre sorunlarından biri. Plastiklerin çevreye ve canlılara verdiği zararı azaltmak için daha verimli biçimde geri dönüşümü mümkün kılan teknolojilere, atık plastiklerin zararsız maddelere dönüşümünü sağlayan kimyasal ve biyolojik çözümlere ihtiyaç var. En önemlisi de insanların plastik atıklar konusunda çok daha duyarlı olması gerekiyor. Mahir Ocak, “Plastik Kirliliği” başlıklı yazısında giderek büyüyen bu çevre sorununu tüm detaylarıyla gözler önüne seriyor.

Özlem Ak, Sosyal Bilimler Alanında TÜBİTAK Teşvik Ödülü alan Dr. Gaye Soley ile yaptığı söyleşi sonrası hazırladığı yazıda bu başarının altında yatan hayat öyküsüne ve bilimsel çalışmalara yer veriyor. İlay Çelik Sezer ise bu ayki yazısında 2020 Nobel Kimya Ödülü’nü alan genetik makas konusu ile ilgili çalışmaları özetliyor. Ali Sinan Sertöz *Bilim ve Teknik* dergisindeki matematik serüvenine “Arşimet’in Kayıp Kitabı” başlıklı yazısıyla devam ediyor. “Refleks Epilepsi”, “İnsansız Hava Araçları Sivrisineklerden Kaynaklanan Hastalıklara Çözüm Olabilecek”, “Makine Öğrenme Algoritmasıyla Erken Kansere Teşhisine Yönelik Kan Testi İçin Bir İlk Adım” ve “Ülkemizde Geliştirilen Yerli ve Milli Teknolojiler: İlk Millî Gözetim Radar Sistemi ve RoT Studio Sanal Gerçeklik Yazılımı” başlıklı yazılarımızı da zevkle okuyacağınıza eminiz.

Bu ayki posterimizde, Hubble Uzay Teleskobu’nun evrene dair elde ettiği çok özel ve etkileyici görüntülerden bazılarını sizler için bir araya getirdik

Dergimizin daha düşük fiyata ve ücretsiz kargoyla sizlere ulaşacağı abonelik kampanyasından (yıllık 60 TL) faydalanmak için www.tubitakdergileri.com.tr adresini ziyaret edebilirsiniz. Dergimizin internet sayfasını (<http://www.bilimteknik.tubitak.gov.tr>) ve sosyal medya hesaplarını da takip edebilir, hayatınızdaki yerini ve size neler kattığını bizimle paylaşabilirsiniz (bteknik@tubitak.gov.tr).

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

Sağlucakla ve bilimle kalın... Unutmayın #bilimokuyanbilir!

Saygılarımızla,
Özlem Kılıç Ekici

İçindekiler

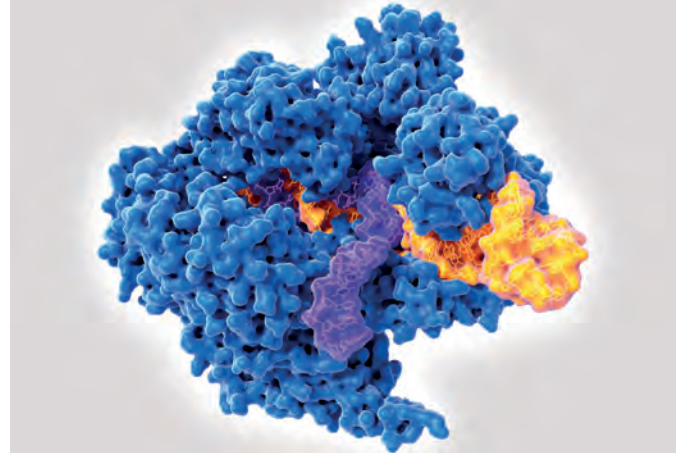


46

**2020 Nobel Kimya Ödülü: Yaşamın
Kodunu Yeniden Yazmaya Yarayan
Bir Araç: Genetik Makas**

İlay Çelik Sezer

Emmanuelle Charpentier ve Jennifer Doudna gen teknolojisinin en güçlü araçlarından birini, yani CRISPR/Cas9 genetik makasını keşfetmelerinden ötürü 2020 Nobel Kimya Ödülü'ne layık görüldüler.



58

Arşimet'in Kayıp Kitabı

Ali Sinan Sertöz

Her şey Miletli İsidoros'la 530 yılında başladı. Arşimet'in papirüslere yazıp arkadaşlarına gönderdiği çalışmalarını derleyip kitap hâline getirmek istiyordu ancak ortaya çıkaracağı kitabın zaman içinde başına gelenlerin pişmiş tavuğun başına gelmeyeceğini nereden bilebilirdi?

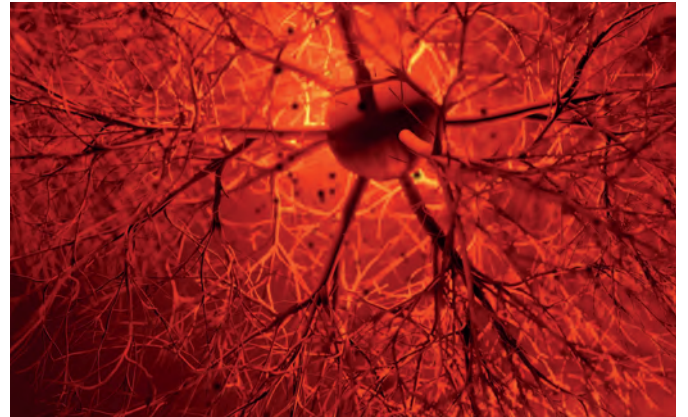


70

Refleks Epilepsi

Elnâra Ahmetzâde

Günümüzde görsel etkenlerden işitsel etkenlere, yemek yemeden okumaya, sıcak sudan kelimelere, hatta harflere kadar çeşitlenen uyaranların refleks epilepsi nöbetlerini başlatabildiği biliniyor.



4

Bilim ve Teknik ile Büyüdüm!

Özlem Ak

6

Haberler

16

Sosyal Bilimler Alanında TÜBİTAK Teşvik Ödülü Dr. Gaye Soley'e Özlem Ak

Gelişim psikolojisi alanında algısal ve sosyal-bilişsel gelişim konularındaki uluslararası düzeyde üstün nitelikli çalışmaları nedeniyle sosyal bilimler alanında TÜBİTAK Teşvik Ödülü alan Dr. Gaye Soley ile hayatı ve başarılı çalışmaları üzerine bir röportaj gerçekleştirdik.

22

Bilim Çizgi

Betül Kaçar

Sinançan Kara

24

Plastik Kirliliği

Mahir E. Ocak

Bugün okyanusların en derin bölgelerinden en yüksek dağların zirvelerine kadar her yerde atık plastiklere rastlamak mümkün. Sorunun çözümü için gösterilen çabalar olsa da yakın gelecekte plastik kirliliğinin giderek büyüyeceği öngörülmüyor.

40

Tekno-Yaşam

Gürkan Caner Birer

44

İnsansız Hava Araçları Sivrisineklerden Kaynaklanan Hastalıklara Çözüm Olabilecek

Tuncay Baydemir

56

Merak Ettikleriniz

Mesut Erol

68

Makine Öğrenme Algoritmasıyla Erken Kanser Teşhisine Yönelik Kan Testi İçin Bir İlk Adım

İlay Çelik Sezer

75

Ayın Sorusu

(Matematik)

Azer Kerimov

76

Ülkemizde Geliştirilen Yerli ve Milli Teknolojiler: İlk Millî Gözetim Radar Sistemi ve RoT Studio Sanal Gerçeklik Yazılımı

Özlem Kılıç Ekici

78

Bilim Tarihinden Notlar: Güneş Merkezli Gökbilim Kuramı

Hüseyin Gazi Topdemir

82

Doğa - Fauna Mavi Halkalı Ahtapot

Bülent Gözcelioğlu

84

Gökyüzü

Faruk Soyduğan

88

Düşünme Kulesi

Ferhat Çalapkul

90

Satranç

Kıvanç Çefle

94

Zekâ Oyunları

Emrehan Halıcı

96

Yayın Dünyası

İlay Çelik Sezer

EK –

POSTER: Hubble Uzak Teleskobu'ndan Evrene Dair Özel Görüntüler

Özlem Kılıç Ekici,

Hüseyin Diker



2020 yılının alfabetik konu ve yazar indeksine *Bilim ve Teknik* dergisinin elektronik dergi arşivinden ve web sayfasından ulaşabilirsiniz.

Dergimizin elektronik dergi arşivi (services.tubitak.gov.tr/edergi), son dört sayı hariç, ücretsiz olarak herkesin erişimine açık kalmaya devam edecektir. Son dört aya ait sayılar ise sadece abonelerin erişimine açık olacaktır.



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

Bilim ve Teknik Şubat 2021

“Tüm insanlık adına”



Değerli *Bilim ve Teknik* Ailesi,

Bir bireyin veya toplumun medeniyete erişiminde etkin ve büyük rol oynayan araçlardan biri olan bilimi pratik, somut örnekler ve özgün araştırmalarla bizlere sunduğunuz için teşekkür ederim. Yaşam boyunca eğitim, iş ve aile üzerine yoğunlaşırız ve yolumuzu bu üç şey üzerine çizeriz, oluştururuz. Sizler aktif bir şekilde doğru, özgün ve ihtiyacımız olan bilgileri bizlere kazandırarak yaşamımızda farklı bir yol çizmemizi sağladınız. Ve bu bilgileri herkesin ulaşabileceği biçimde insanlara sundunuz. Ben bu süreci bir hizmet olarak görüyorum.

Benim düşünceme göre yapılan tüm hizmetlerin ötesinde saygın ve vicdani bir hizmet vardır. O da emeğini ve vaktini harcayarak, bireysel çıkarlarından feragat ederek, hayatını bağrundan çıktığı milletine adanarak insanlığa hizmet etmektir. Siz bu hizmeti başarıyla göstermektesiniz

Tüm insanlık adına teşekkürler. Saygılarımla.

Aydın Öztürkoğlu,

Marmara Üniversitesi Hukuk Fakültesi Öğrencisi

“Bilginin sonsuzluğu ve gücü”



Merhaba Değerli *Bilim ve Teknik* Ailesi,

Derginizle tanışma yıllarım üniversite zamanlarıma denk geliyor, bu dergiyle bu kadar geç tanışmam oldukça üzücü. Her zaman biyolojiye ve doğaya karşı büyük bir ilgim olmuştur. Bunu hem yaşadığım doğal şirin kasabamıza hem de ortaokuldaki fen bilgisi öğretmenime borçluyum. Derginizdeki güncel bilimsel haberler ve bilgiler insanı bilginin sonsuzluğu ve gücü karşısında hayrete düşürüyor. Bu sebeple her sayınızı merakla bekliyorum. Umarım yetiştirdiğimiz öğrencilerimiz de bilimin ışığında araştıran sorgulayan bireyler olurlar.

Derginin hazırlanma aşamasında gece gündüz demeden çalışan, emeği geçen *Bilim ve Teknik* ailesine sonsuz teşekkürler...

Özge Kulaç
Biyoloji Öğretmeni

“Karanlığı aydınlatan güç: Bilim”



Merhaba Sevgili *Bilim ve Teknik* Ailesi,

Bilimle tanışmam ilkokul sıralarında lam ve lamelin ne olduğunu ve ne amaçla kullanıldığını öğrenmekle başlamıştı. Gerçi bizler çocukluğumu mahalle kültürü içinde yaşayabilen son nesillerdendik. Bu sebeple de bilimle tanışmamız belki bir komşunun bahçesinde ağaç üstünde, belki boş arazilerde top oynarken ya da kendi uçurtmamızı kendimiz yapıp uçururken de gerçekleşmiş olabilir. Daha sonraları bilime merakım tozlu halk kütüphane kitapları arasında devam etti ve lise yıllarımın başında “ $2 \times 5 = 10$ ama neden?” sorusuyla ivme kazandı. Bu soru üzerine il genelinde matematik proje dalında almış olduğumuz ikincilik ödülüne binaen TÜBİTAK Proje Yarışmaları’na davet edilışimizle bilime, araştırma ve geliştirmeye merakım iyice artmıştı. Bu merakımı yıllar biraz olumsuz yönde etkilese de siz değerli *Bilim ve Teknik* ailesini keşfetmemle yeniden canlandı ve her ayın 1’i yaklaşırken aynı merak ve heyecan tekrar sizlerin sayesinde artmaktadır.

Neyse ki artık ben ve 4 yaşındaki bilim meraklısı oğlum her ay dergilerimizi ve eklerini büyük bir heyecanla bekliyoruz. Dergilerimizi merakla incelerken ya da oğlumuza okurken bizleri eğitmesi ve aynı zamanda eğlendirmesi “iyi ki varsınız” dedirten en büyük özelliğinizdir.

Değerli *Bilim ve Teknik* ailesi, bizlerin ve ülkemizin kültürel mirasına çalışmalarınızla yaptığınız büyük katkılar adına canı gönülden teşekkürlerimi sunar, başarılarınızın daim olmasını temenni ederim.

Özgür Burşuk,
T.C. Hazine ve Maliye Bakanlığı, Vergi Müfettişi

“Bana öğrettiğiniz her şey için...”



Merhaba *Bilim ve Teknik* Ailesi,

Küçüklüğümde arkadaşımın *Bilim Çocuk* dergisini okuduğunu gördüğümde ben de çok merak etmiştim. Abim de bu ilgimi gördüğünde dergiyi her ay almaya başlamıştı, ben de çok severek okuyordum. Şimdilerde ise okulumdaki bir öğretmenim ve arkadaşlarım ile beraber kurduğumuz kulüpte *Bilim ve Teknik* dergisini merakla okuyup sohbet ediyoruz. Öğretmenimizin bize kattığı birçok değer yanında *Bilim ve Teknik* de yer alıyor. Özellikle “Bilim Çizgi” ve “Merak Ettikleriniz” bölümlerini zevkle okuyorum.

Bilim ve teknik dünyasını bize ulaştırarak benim bilime daha çok merak duymamı sağladığınız için teşekkür ederim. Her ay heyecanla yeni sayınızı bekliyorum.

Bana öğrettiğiniz ve ilgi duymamı sağladığınız her şey için sonsuz teşekkürler. Sağlıcakla kalın!

Sevde Betül Karakaş,
Tokat M. Emin Saraç Anadolu İmam Hatip Lisesi,
11. Sınıf Öğrencisi



Haberler

Türkiye'nin Yeni Haberleşme Uydusu Türksat 5A Uzayda

Tuba Sarıgül

Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığının öncülüğünde Türkiye'de ilk kez düzenlenen Uydu Teknolojileri Haftası'nın (7-9 Ocak 2021) en önemli olaylarından birisi Türksat 5A uydusunun hizmet vereceği yörüngesine fırlatma faaliyetini içinde barındırması oldu (<https://bilisim.turksat.com.tr/agggregator/sources/1>).

Türkiye'nin uzaydaki dördüncü haberleşme uydusu Türksat 5A, 8 Ocak 2021 Cuma günü Türkiye saati ile 05.15'te Florida'daki Cape Canaveral Uzay Üssü'nden fırlatılarak uzaya gönderildi



(<https://youtu.be/9I0UYXVqIn8?t=1186>). Fırlatmadan yaklaşık 35 dakika sonra uydudan ilk sinyalin alındığı bildirildi.

Kütlesi 3.500 kilogram olan Türksat 5A'yı uzaya SpaceX'in Falcon 9 roketi taşıdı. Uydudan 33 dakika sonra roketten

ayrıldı. Türksat 5A'nın 31 derece doğu yörüngesindeki konumuna yaklaşık dört ay sonra ulaşacağı tahmin ediliyor. Uydudan yaklaşık 36.000 km yükseklikteki yer sabit yörüngede görev yapacak. Airbus Defence and Space şirketi tarafından üretilen Türksat 5A elektrikli itki sistemine sahip.

Türksat 3A, Türksat 4A ve Türksat 4B'dan sonra uzaydaki dördüncü aktif haberleşme uydumuz

olan Türksat 5A sayesinde ülkemiz Avrupa, Orta Doğu ve Afrika'yı kapsayan bir alanda güvenle TV yayıncılığı ve veri haberleşmesi sağlayabilecek. 2021'in sonunda uzaya gönderilmesi planlanan Türksat 5B uydusu ise yer sabit yörüngede 42 derece doğu boylamında görev yapmak üzere tasarlandı. Türkiye'nin ilk millî haberleşme uydusu olan Türksat 6A'nın ise 2022'de uzaya fırlatılması planlanıyor. ■



Türksat 5A



Güneş Enerjisi ile Tıbbi Malzemelerin Sterilizasyonu Mümkün

Tuncay Baydemir

Az gelişmiş veya gelişmekte olan ülkelerde sunulan sağlık hizmetlerinde sağlık bakımı ile ilişkilendirilen enfeksiyonlara oldukça sık rastlanılıyor. Dünya Sağlık Örgütü'nün güncel raporuna göre düşük ve orta gelirli ülkelerdeki hastaların %19'undan fazlası sağlık

bakımı sürecindeki enfeksiyonlardan etkileniyor. Sonuç olarak kritik hastalıklardan kaynaklı ölümler yaklaşık %30 oranında artıyor.

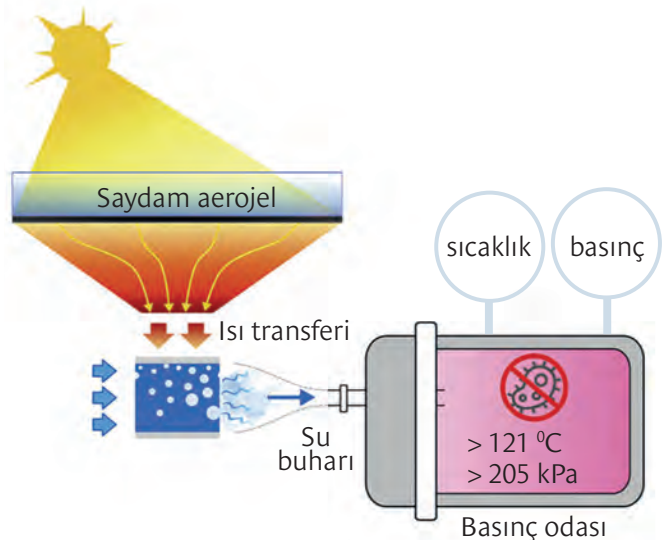
Ayrıca tedavi sürelerinin uzaması da sağlık hizmetleri sistemine ve hastalara fazladan mali yük getiriyor.

Enfeksiyonla savaşıırken standart önlemlerin yanında tıbbi ekipmanların etkin sterilizasyonu da büyük önem taşıyor. Yaygın olarak uygulanan otoklavlama yöntemi, yüksek sıcaklık ve basınçtaki doymuş buharla bu işlemi gerçekleştiriyor. Diğer ısı bazlı sterilizasyon yöntemlerine göre otuz dakika gibi oldukça kısa sürelerde etkili sonuçlar veren bu yöntemde doymuş buhar elde etmek için elektrik ya da fosil yakıt kullanılması gerekiyor. Ne yazık ki sınırlı kaynaklara sahip ve merkezden uzak bölgelerde sterilizasyon için gerekli enerjiyi bulmak zorlaşabiliyor. Buna bağlı olarak bu bölgelerde enfeksiyon görülme sıklığı ve ölüm oranları artıyor.

Son derece önemli bir enerji kaynağı olan Güneş bu sorunları çözmek için büyük potansiyel taşıyor ancak güneş ışığı kullanarak yüksek sıcaklık ve basınçta buhar üretmek için yüksek maliyetli optik ve mekanik bileşenler gerekiyor. İşte tam bu noktada güneş enerjisi ile çalışan küçük ölçekli cihaz teknolojileri ön plana çıkıyor. Şimdiye kadar yapılan çalışmalarda önemli mesafeler kaydedilse de yüksek sıcaklıklarda istenilen verimlilik tam olarak elde edilememiştir.

Bilim insanları yakın zamanda bu sorunun da üstesinden gelmeyi başardılar ve çalışmalarının sonuçlarını *Joule* dergisinde yayımladılar. Massachusetts Institute

of Technology'den (MIT) Lin Zhao ve arkadaşları ile Hindistan Teknoloji Enstitüsünden araştırmacılar yaptıkları ortak çalışma ile güneş enerjisi kullanarak sterilizasyon için gerek duyulan doymuş buharı sağlayabilen ve bir otoklavı çalıştıran cihaz geliştirdiklerini bildirdiler. Optimize edilmiş bir aerojel katmanıyla etkinleştirilen bu cihaz güneş enerjisini verimli bir şekilde buhar üretimini sağlayan ısıya dönüştürebiliyor. Puslu veya bulutlu hava koşullarında bile çalışabilen taşınabilir özellikteki cihaz, sınırlı kaynaklara sahip yerlerdeki tıbbi alet ve ekipmanların sterilizasyonunda etkin bir şekilde kullanılabilir.



Prototip cihazdaki suyu ısıtan ve buhar üreten optik termal sistem bir basınç odasına bağlanıyor. Isı kayıplarını önlemenin son derece kritik olduğu sistemde solar ısıtıcı malzeme olarak silikadan yapılmış katı köpük bir malzeme olan aerogel kullanılıyor. Tamamen şeffaf olan bu malzeme güneş ışığının emilimini engellemiyor ve sistemin ısı kaybını önlemek için yalıtkan görevi de görüyor.

Hindistan'da yürütülen saha testlerinde kullandıkları prototiplerle başarılı sterilizasyon döngüleri gerçekleştiren ekip böylece düşük maliyetli ve ulaşılabilir bir sterilizasyon sistemi geliştirmiş oldu. Araştırmacılar, ameliyathanelerde kullanılan daha büyük otoklavların ihtiyacı olan enerjiyi sağlamak için çalışmalarına ara vermeden devam ediyor. Tıbbi ekipmanları sterilize etmek için kullanılan otoklavların 205 kilopaskal basıncı ve 121 °C sıcaklığı en az 30 dakika boyunca sağlaması gerekiyor.

Çalışmanın başarılı sonuçları, güneşten daha verimli şekilde enerji elde edilmesinin yanı sıra enerji dönüşüm, depolama ve transferinin daha etkili yapılması gibi konulardaki uygulamaların geliştirilmesinin mümkün olduğu anlamına geliyor. ■

Plastik Atıklardan Hidrojen ve Yüksek Değerli Karbon Malzemelere

Tuncay Baydemir

Plastik atıklarla mücadele her geçen gün giderek daha da zorlaşıyor. Bu atıkların düzgün bir şekilde toplanması ve

yeniden kullanıma katılması çevre ve ekosistem adına büyük önem taşıyor.

Şimdiye kadar üretilen yaklaşık 4,9 milyar ton plastiğin büyük bir kısmı atık sahalarında ve doğal ortamlarda birikiyor. Bu rakamın 2050 yılına kadar 12 milyar ton gibi oldukça yüksek miktarlara ulaşacağı öngörülüyor.

Polietilen, polipropilen ve polistiren gibi poliolefinler tüm plastikler içerisinde en yüksek üretim oranına ve kullanımına sahipler. Dolayısıyla tüm plastik atıkların da yarısından fazlasını oluşturuyorlar. Araştırmacılar bu kadar yüksek miktardaki plastik atığı hidrokarbon yakıtlar, karbon nanotüpler ve benzeri katma değerli

ürünlere dönüştürmenin yollarını bulmaya çalışıyorlar.

Son 10 yılda plastik atıkların sentetik yağ karışımlarına dönüştürülmesi veya gazlaştırılması gibi çeşitli teknikler üzerine çalışmalar yapıldı ve enerji verimliliğini iyileştirme ve ortaya çıkan ürünlerin kontrolü için büyük çabalar sarf edildi.

Araştırmacılar son yıllarda alternatif bir yenilenebilir süreç olarak plastik atıklardan ana ürün olarak hidrojen elde etmeye odaklandılar. Plastik malzemeler, ağırlıkça %8-14 oranlarındaki hidrojen içerikleriyle hidrojen açısından zengin enerji hammaddeleri olarak değerlendiriliyor.



Plastik atıklar
Polietilen-PE (C_2H_4)_n
Polipropilen-PP (C_3H_6)_n
Polistiren-PS (C_8H_8)_n

Mekanik Parçalama



Daha önceki araştırmalarda plastikleri termal yollarla iki aşamada ayrıştırarak sentez gazı (H₂ ve CO gazları karışımı) üretimi gerçekleştirilmişti. Ancak bu yöntem için gereken yüksek enerji girdisi ve büyük miktarlardaki karbondioksit (CO₂) çıktısı geniş çaplı uygulamalar için sorun teşkil ediyor. Bunlara ek olarak, yöntem son derece karmaşık süreçler içeriyor.

Oxford Üniversitesi Kimya bölümünden Xiangyu Jie ve arkadaşları *Nature Catalysis* dergisinde yayımladıkları çalışma ile çeşitli plastik hammaddelerin hidrojene ve yüksek değerli karbon malzemelere parçalanmasını gerçekleştiren kolay ve oldukça hızlı bir yöntem geliştirdiklerini bildirdi.

Plastik atıkların basit ve hızlı bir şekilde tek aşamalı olarak parçalanmasına dayanan yöntem mikrodalga ile başlatılan katı-katı katalitik tepkimesini içeriyor. Mekanik parçalayıcılarla milimetre boyutlarına getirilmiş plastik atıklar mikrodalgaya duyarlı demir alüminyum oksit katalizör ile karıştırılıyor.

Mikrodalga uygulandığında karışımdaki mikrodalgaya duyarlı katalizör ısınıyor ve dolaylı yoldan karışımdaki plastik malzemede sıcak bölgeler oluşturuyor. Tüm plastiğin termal olarak ısıtılmasını gerektirmeyen bu yöntem daha az enerji kullanılarak gerçekleştirilebiliyor. Jie ve arkadaşları saniyeler içerisinde gerçekleşen işlem sonucunda plastik atıktaki hidrojenin %90'dan fazla kısmını hidrojen gazı olarak elde etmeyi başardı. Geriye kalan karbon katı malzemenin çoğundansa silindirik karbon nanotüpler elde edildi.

Şimdilik oldukça küçük ölçeklerde gerçekleştirilen bu yeni yöntem sayesinde karbon ve hidrojenden oluşan plastik atıklar tek aşamalı bir işlem sonucunda faydalı ürünlere dönüştürülebiliyor. Plastik atıklarla mücadele için büyük potansiyel taşıdığı düşünülen işlemin daha büyük ölçeklerde uygulanabilmesi için araştırmalar sürüyor. ■

Kara Hayvanlarının Habitatları Yok Oluyor

İlay Çelik Sezer

Artan dünya nüfusunun gıda ihtiyacını karşılayabilmek için sürekli ormanlar kesilerek yeni tarım alanları açılıyor. Yapılan bir araştırmaya göre, insanların mevcut beslenme alışkanlıkları bu şekilde devam ederse 2050'ye gelindiğinde karalarda yaşayan hayvan türlerinin yaklaşık %90'ı habitatlarının bir kısmını kaybedebilir ancak gıda israfının azaltılması, beslenme alışkanlıklarımızın değişmesi ve tarımsal verimin artırılması bu kaybın tamamını engelleyebilir.

Habitatların tarım alanına dönüştürülmesi canlı türleri ve genel olarak doğal varlıklar için devasa bir tehdit kaynağı. Hâlihazırdaki öngörülere göre, önümüzdeki 30 yıl içinde gıda talebini karşılayabilmek için 2 ila 10 milyon kilometrekare büyüklüğünde yeni tarım alanına ihtiyacımız olacak. Birleşik Krallık'taki Leeds Üniversitesinden David Williams ve ekibi, tarım alanlarının genişlemesinin yaklaşık 20.000 kara memelisinin, sürüngenin ve kuşun doğal habitatını nasıl etkileyeceğini gösteren, mevcut gidişata dayalı bir model geliştirdi.

Model yardımıyla 2050'ye gelindiğinde 17.000'den fazla türün habitatlarının bir bölümünü kaybedeceği, bu türlerin



en az 1250'si için habitat kaybı oranının %25, en az 350'si içinse %50'den fazla olacağı belirlendi. En çok etkilenen bölgelerin Sahra Altı Afrika ve Brezilya'nın Atlas Yağmur Ormanları olacağı, bununla birlikte kayıpların tüm kıtaları etkileyeceği de öngörülüyor.

Araştırmacılar bir dizi alternatif gelecek senaryosunu da test etti ve beslenme alışkanlıklarımızı değiştirmemiz durumunda habitat kayıplarının neredeyse tamamen önlenebileceğini öngördü. Özellikle de ekonomik olarak daha gelişmiş ülkelerde gıda israfının azaltılmasının ve daha bitki ağırlıklı diyetlere geçilmesinin bu habitat kayıplarını önleyebileceği düşünülüyor.

Cambridge Üniversitesinden Andrew Balmford'a göre, beslenme alışkanlıklarını değiştirmek ve gıda israfını azaltmak sadece biyoçeşitliliği desteklemekle kalmayıp iklim değişimiyle mücadeleye ve insan sağlığının iyileştirilmesine yönelik faydalar da sağlayacak. ■



Yemeklerin Besin Değerini Öğrenmek İçin Fotoğrafı Yeterli Olacak

Tuncay Baydemir

Çoğu kişi sağlıklı bir diyet yapmayı istiyor ve daha dengeli beslenmenin yollarını araştırıyor. Diyetisyen hekimlerin kişiye özel uyguladıkları farklı diyetler ve dengeli beslenme yöntemleri kişilere bu konuda yardımcı olsa da yemeklerin besin değerlerini takip etmek her zaman

kolay olmuyor. Özellikle bir restoran veya kafeteryada yemek yerken besinlerin kalori değerleri, makro besin ve mikro besin bileşenleri hedeflerin dışında olabiliyor. Yiyecekleri kendiniz hazırlıyor olsanız bile besin değerlerini hesaplamak zaman alıcı ve çaba gerektiren bir iş olup kişide motivasyon kaybına ve hedeften uzaklaşmaya yol açabiliyor. Bu değerleri doğrudan tahmin etmekse oldukça zor.

Karlsruhe Teknoloji Enstitüsünden Robin Ruede ve arkadaşlarının yaptıkları çalışma ile bir porsiyon yemeğin kalorisini ve besin değerlerini çekilen fotoğraftan tespit etmek artık mümkün görünüyor. Şimdiye kadar görseller yoluyla kalori değeri tespiti üzerine çok az çalışma yapılmış ve bu çalışmalarda da oldukça kısıtlı sayıda görüntülerden faydalanılmış. Ruede ve ekibinin kullandıkları "Pic2kcal" veri seti ise oldukça basit tariflerden oldukça karmaşık yemeklere kadar

yaklaşık 70.000 farklı yemeğin 308.000 fotoğrafını içeriyor. Araştırmada kullanılan yapay sinir ağı ise beyin mimarisi temel alınarak modelleniyor.

Veri setini toplamak ve daha kesin sonuçlar elde etmek için yemek tarifinde bulunan bileşenlere dayalı bir prosedür öngören araştırmacılar orijinal tarifte verilen içerikleri ve miktarlarını kalori, makro besin ve mikro besin miktarları gibi tam yapılandırılmış verilerle eşleştiriyor. Bu değerler daha sonra hazır yemeğe karşılık gelen verileri elde etmek için birleştiriliyor. Ruede uyarladıkları sinir ağı mimarisi ile makro besinleri yani kalori, yağ ve protein değerlerini yemekte kullanılan malzemeler baz alınarak oldukça yakın bir şekilde bulabildiklerini belirtiyor. Yemek tarifinin doğru bir şekilde uygulandığı varsayımına dayanarak yapılan modelleme, yemek görüntüsü ve besin değerleri arasındaki ilişkiyi ortaya koyabiliyor.

Geliştirilen model mükemmel sonuçlar vermektten henüz çok uzak olmasına rağmen kişisel tahmin ve hesaplamalardan daha iyi görünüyor. Model yabancı bir yemek görseliyle karşılaştığında ise %32 oranlarına varan yanlış sonuçlar elde edilebiliyor. Buna karşın geliştirilen sinir ağı modeli çikolata pasta, somun ekmek gibi çeşitli yiyeceklerin kalori ve besin değerlerini neredeyse doğruya yakın olarak tayin edebiliyor.

Sonuç olarak, yapılan bu çalışma yiyeceklerin besin değerlerini görsellerden belirlemek için ileri doğru atılmış büyük bir adım olarak değerlendiriliyor. Araştırmalarının geliştirilmesi gereken yönleri olduğunu belirten Ruede ve arkadaşları, kalori hesaplamaları için geliştirdikleri model ve kodları görüntü işleme araştırmalarını teşvik etmek amacıyla herkesin kullanımına açık şekilde paylaştılar. ■

Enerjiye İhtiyaç Olmadan Uzun Süreli Soğutma

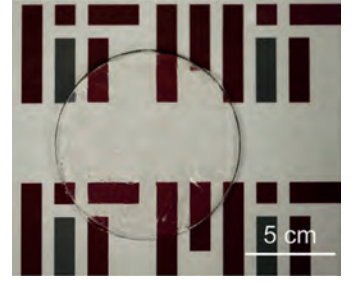
Tuncay Baydemir

Soğutma işlemleri için enerji talebi küresel anlamda sürekli artış gösteriyor. Öyle ki bu işlemler için ihtiyaç duyulan enerji miktarının 2050 yılına kadar üç kat artacağı öngörülüyor. Son zamanlarda geliştirilen pasif soğutma teknolojileri ise soğutma işlemleri için enerji talebini hafifletmeye yardımcı olabilir. Ayrıca dünya nüfusunun %10'undan fazlasının elektriğe direkt olarak erişimi olmadığı göz önünde bulundurulduğunda, bu teknolojilerin gıda ve ilaç gibi hayati öneme sahip malzemelerin depolama ve dağıtım aşamalarında da önemli bir çözüm aracı olabileceği düşünülüyor.

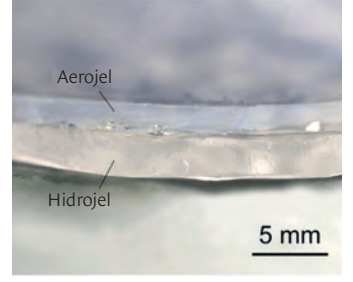
Kolay uygulanabilen ve yüksek enerjilere ihtiyaç duymayan buharlaştırmalı soğutma yöntemi en umut verici pasif soğutma çözümlerinden biri olarak karşımıza çıkıyor. Araştırmacılar uzun zamandır hidrojel adı verilen malzemeler üzerinde çalışıyorlar.

Bu malzemeler yüksek oranda su tutma kapasitesine sahipler. Böylece tuttıkları suyun buharlaşması yoluyla hiçbir enerji kaynağına ihtiyaç duymadan pasif bir soğutma etkisi oluşturabiliyorlar. Ancak bu etki genellikle kısa süreli olarak gerçekleşiyor. Yapılan son çalışmalarla birlikte araştırmacılar, pasif soğutma etkisinin daha uzun süreler boyunca devam etmesini sağlayan bir sistem geliştirmeyi başardılar.

Massachusetts Institute of Technology'den Jeffrey Grossman ve meslektaşları develerden ilham alarak hidrojel malzemeyi oldukça hafif ve gözenekli bir yalıtım malzemesi olan aerojel ile birleştirdiler. Bu sayede buharlaşma ve yalıtım sistemi olarak görev yapan çift katmanlı bir sistem elde ettiler. Kullanılan hidrojel katmanı develerdeki ter bezlerinin yerini tutarken, suyun buharlaşmasına ve bu sayede soğutma etkisi sağlamasına izin veriyor. Aerojel tabakası ise devenin kürkü ile aynı işlevi görüyor ve suyun hidrojelden uzaklaşmasına izin



Malzemenin üstten görünüşü



Malzemenin yandan görünüşü

verirken aynı zamanda çevre ısını dışarda tutmak için de yalıtım sağlıyor.

Yaklaşık 10 mm kalınlığa sahip çiftli jel tabakası ile aynı anda hem buharlaşma hem de yalıtım sağlanarak soğutma süresinde önemli bir artış elde edilebiliyor. Öyle ki, geleneksel tek katmanlı bir tasarıma oranla, soğutma süresini %400 artırmayı başaran Grossman ve ekibi, elektriğe ihtiyaç duymadan nesneleri günlerce serin tutabilecek bir jel sistemi geliştirmiş oldular.

Laboratuvar testlerinde nesneleri çevre sıcaklığının 7 °C altına kadar soğutmayı başaran

ekip, aerojel tabakasının eklenmesiyle soğutma süresini tek katmanlı sistemdekinin 5 katına çıkarmanın mümkün olduğunu da gösterdi. Sonuç olarak 250 saatin üzerinde yani yaklaşık 10 günlük etkili bir pasif soğutma sistemi başarılı bir şekilde hayata geçirilmiş oldu.

Geliştirilen teknolojinin yaygın kullanımını sağlamak için ölçeklendirme çalışmalarına devam eden araştırmacılar, geliştirdikleri çift katmanlı pasif soğutma sisteminin enerjiye ulaşmanın zor olduğu bölgelerde, tıbbi malzeme ve yiyecekleri uzun süreler boyunca serin tutmanın yanında, bina soğutma sistemlerinde de kullanım bulacağını ve enerji tüketiminin azaltılmasına yardımcı olacağını düşünüyorlar. ■

Akar İpeğinden Nanomalzeme

Özlem Ak

Uluslararası bir araştırma ekibi, *Tetranychus lintearius* isimli akar tarafından üretilen ipekten yeni bir nanomalzeme geliştirdi. *Tetranychus lintearius*, Avrupa Atlantik kıyılarından yalnızca karaçalı (*Ulex europaeus*) ile beslenen endemik bir akardır. Yaklaşık 0,3 mm boyutunda olan akarın ipeğinin dayanıklılığı ise örümcek ipeğinin iki katıdır.

Umut verici biyomedikal özellikleri olan bu nanomalzeme, insan hücrelerine zarar vermeden nüfuz etme yeteneğine sahip. Kanada, Western Üniversitesinde araştırmacı olan Miodrag Grbić

liderliğindeki uluslararası bir ekibin bu araştırması *Nature Scientific Reports* dergisinde yayımlandı.

Çelikten daha dayanıklı, ultra esnek, nano boyutlu, protein yapısı nedeniyle biyolojik olarak parçalanabilen, biyolojik olarak uyumlu ve insan hücrelerine zarar vermeden mükemmel bir şekilde nüfuz etme yeteneğine sahip olan bu yeni malzemenin bu önemli özelliklerinin altında doğal karakteri ve insan saçından bin kat daha ince boyutu yatıyor. Tüm bu özellikler malzemeyi farmakoloji ve biyotıpta kullanım için ideal kılıyor. Ayrıca çok hafif olması da ipeği teknolojik kullanımlar için umut verici doğal bir nanomateryal hâline getiriyor.

Miodrag Grbić, boyutu sayesinde hem sağlıklı hem de kanserli insan hücrelerine kolayca nüfuz edebilen bu malzemenin biyomedikal uygulamalar için muazzam potansiyelinin altını çiziyor, kanser tedavilerinde ilaçların

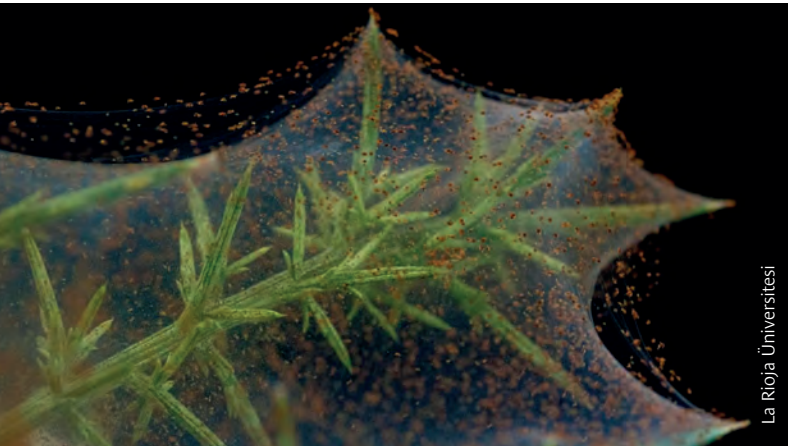
taşınması için ideal olmasının yanında patojenleri ve virüsleri tespit edebilecek biyosensörlerin geliştirilmesinde de kullanılabileceğini belirtiyor. ■

Ekmekten Doku İskelesi

Özlem Ak

Dünyanın dört bir yanındaki birçok araştırma grubu bin bir çeşit hastalığın tedavisi için vücut dışında canlı doku ve organ geliştirme yolları üzerinde çalışıyor. Örneğin, Çin'de, kulaksız doğan beş çocuk için kendi hücrelerinden kulaklar geliştirildi.

Kanada, Ottawa Üniversitesinden Andrew Pelling ve ekibi çeşitli bitki bazlı alternatiflerle bu konuda deneyler yapıyor. Örneğin 2016'da elmayı doku iskelesi olarak kullanarak insan kulağı geliştirmişlerdi. Burada elma kulak şeklinde oyulmuş ve tüm canlı hücreler uzaklaştırılarak kalan selüloz iskelesine insan hücreleri yerleştirilmişti.



La Rioja Üniversitesi



Pelling ve meslektaşları geçtiğimiz yılın Kasım ayında bioRxiv’de yayımlanan çalışmalarında da ekmeği doku iskelesi olarak kullandılar. Ekmeği pişirdikten sonra çıkardıkları küçük parçaları alkole batırarak sterilize ettiler ve ardından çeşitli hücreleri bu steril küçük ekmeğe parçalarına yerleştirdiler. İlk denemelerde hamurun kıvamıyla ilgili sorun yaşasalar da sonunda İrlanda’nın sodalı ekmeğinin (karbonatla yapılan bir ekmeğin çeşidi) en iyi sonucu verdiği ortaya çıktı.

Bu çalışmada ekmeğin lifleri arasında daha fazla çapraz bağ oluşturmak

için ekmeği birtakım kimyasal işleminden geçirerek yapısını güçlendirdiler. Araştırmacılar, deri, kas ve kemik hücreleri de dâhil olmak üzere birkaç hücre tipinin soda ekmeği iskelesine sızabildiğini ve çoğalabildiğini tespit ettiler. Şimdi geliştirilen dokuların hayvanlara güvenli bir şekilde nakledilip edilemeyeceğini ve tıbbi kullanıma uygun olup olmadığını görmek için daha fazla çalışma yapmayı planlıyorlar.

Massachusetts, Worcester Polytechnic Enstitüsünden Glenn Gaudette, ekmeğin uygulanabilir bir doku iskelesi olup olmadığını

belirlemek için daha çok sayıda araştırma yapılması gerektiğini düşünmesine rağmen bu çalışmayı ilginç ve yenilikçi bulduğunu söylüyor.

Ekmeğe temelli doku mühendisliği kulağa çok uçuk gelse de Pelling’in bitki bazlı doku iskelesi kullandığı diğer bir proje çok umut verici görünüyor: omurga yaralanmalarını kuşkonmazla tedavi etmek. Pelling’in ekibi, kuşkonmaz doku iskelesinde geliştirilen kılcal damarları omurilikleri tamamen kesilmiş farelere nakledildikten sonra farelerin hareket yeteneklerini bir miktar geri kazanabildiğini gösterdi.

Pelling, bunun mucize bir tedavi olmadığını ve başka araştırma ekiplerinin de farelerde benzer sonuçlar elde ettiğini vurguluyor. Ayrıca Pelling’e göre bu yöntemin en büyük avantajı canlı hücre kullanmayı gerektirmemesi ve diğer birçok yaklaşımdan çok daha ucuz ve basit olması. ■

Hava Kirliliği Kasırgaların Şiddetini Arttırabiliyor

İlay Çelik Sezer

2017’de gerçekleşen Harvey Kasırgası ile ilgili bir araştırmaya göre, kimya tesislerinden kaynaklı hava kirliliği kasırgaların yerel etkilerini şiddetlendirebiliyor. Kirlilikten kaynaklı küçük parçacıklar hem yağışların şiddetini hem de yıldırımları artırabiliyor. ABD tarihindeki en büyük kasırgalardan biri niteliğindeki Harvey, 2017’de Teksas ve Louisiana’yı vurmuş, özellikle Teksas’ın Houston şehrinde şiddetli sellere neden olmuştu. Kasırga yüzünden 100’den fazla insan hayatını kaybetmiş ve büyük ekonomik kayıplar yaşanmıştı.

Teksas A&M University in College Station’dan Renyi Zhang ve ekibi Houston civarındaki çok sayıda petrokimya tesisi ve fabrikadan kaynaklı aerosol (havada asılı duran küçük parçacıklar) kirliliğinin, Harvey kasırgasının



yerel seyrinde etkili olduğu yönünde bulgular elde etti.

Yağmurun yağması için havadaki su buharının su damlacıkları oluşturacak şekilde yoğunlaşması, bunun için de yoğunlaşma çekirdeği işlevi görecektir. Toz ve kum taneciklerinin yanı sıra fosil yakıt tüketiminden kaynaklı aerosol parçacıkları da bu işlevi görebiliyor.

Araştırmacılar Harvey Kasırgası sırasında en şiddetli yağışların Houston'daki petrokimya tesisleri çevresinde görüldüğünü ortaya çıkardı, yıldırımlar da buralarda yoğunlaşıyordu. Zhang ve ekibi bir bilgisayar modeli kullanarak Harvey

Kasırgası'nın etkilerini, biri petrokimya tesislerinden kaynaklı aerosoller de içeren hava kirliliğinin olduğu, diğeri ise aerosollerin olmadığı durumu varsayan iki senaryo üzerinden canlandırdı. Hava kirliliği modelden çıkarıldığı zaman hem seller hem de yıldırımlar azaldı ve bu, gerçekte gözlemlenen durumla uyumsuzdu. Araştırmacılar aerosollerin Houston merkezindeki yağışı ve yıldırımları iki kata kadar artırmış olabileceğini tahmin ediyor. Zhang, gelecekte, bir bölgede kasırga yaşanmadan önce o bölgedeki petrokimya tesislerinde faaliyetin geçici olarak durdurulmasının akılcı bir tedbir olabileceğini düşünüyor. ■

Kendi Kendini Onaran Ekran

Özlem Ak

Kore Bilim ve Teknoloji Enstitüsünden (KIST) bir ekip, akıllı telefon ekranlarındaki çatlakları ve diğer fiziksel hasarları onarabilen bir elektronik malzeme geliştirdi ve bunun gizli bileşeninin keten tohumu yağı olduğunu duyurdu.

Keten bitkisi tohumlarından elde edilen keten tohumu yağı, katlanabilir akıllı telefon ekranlarında hâlihazırda kullanılan cama alternatif olarak başvurulabilecek yüksek performanslı plastikler sınıfına ait renksiz bir poliimide (CPI) eklendi (CPI, imid monomerlerinden oluşan bir polimerdir.). Bu eklenen yağ bileşeni, CPI kırıldığında oluşan çatlaklara sızabiliyor. Araştırmacılar böylece hasarlı polimer malzemelerin fiziksel özellikleriyle ilgili sorunları çözebilecek ve ömrünü uzatabilecek renksiz bir poliimid geliştirdiler. Kendi kendine onaruma yardımcı olan keten tohumu yağı önce mikrokapsüllere yüklendi sonra bir silikon malzeme ile karıştırıldı. Bu malzeme daha



sonra araştırmacıların yürüttüğü deneylerde CPI'nin üzerinde bir kaplama olarak kullanıldı.

Malzemenin tasarımı, CPI'daki kırılmaların mikrokapsüllerde de kırılmalara yol açması ve hasarı onarmak için depolanan yağı serbest bırakmasını kapsıyor. Yağ havayla karşılaştığında sertleşiyor ve malzeme neredeyse yeni gibi oluyor. Daha da önemlisi, daha önce keşfedilen benzer kendi kendini onaran malzemelerdekilerin tersine, onarım oda sıcaklığında ve dışarıdan basınca gerek olmadan gerçekleşiyor.

Araştırmacılar, *Composites Part B: Engineering* dergisinde yayımlanan çalışmada daha yüksek sıcaklıkların, daha

yüksek nem oranının ve UV'nin iyileşme sürecini hızlandırabileceğini de bildirdi. UV altındaki ideal koşullarda, malzeme esnekliğini korurken 20 dakika gibi kısa bir sürede çatlakların %91'ini onarabiliyor. Bu teknolojiyi laboratuvardan akıllı telefon ekranlarına taşımak için daha yapılacak çok iş olsa da şimdiye kadarki bulgular cesaret ve ümit verici. ■

Plastik Borular Yüksek Isıda Zararlı Kimyasallar Salabiliyor

İlay Çelik Sezer

Geçtiğimiz yılın ağustos ayında ABD'nin California eyaletindeki Santa Cruz'un kuzeyinde bulunan San Lorenzo

Vadisi'nde çıkan devasa orman yangınında 1500'den fazla yapı yanıp kül olurken pek çok yapı da yüksek ısıya maruz kaldı. Daha yangın sona bile ermemişken yapılan laboratuvar ölçümleriyle şebeke suyu örneklerinde 9,1 ppm'e varan yüksek düzeylerde benzen tespit edildi. Bu, güvenli bulunan maksimum düzeyin dokuz katına yakın. Bilim insanları bu ve başka yangınlar sonrasındaki benzer gözlemlere dayanarak aşırı yüksek ısıya maruz kalan plastik içme suyu borularının kimyasal maddeler saldıgından şüphelenmişti. ABD'de West Lafayette'teki Purdue Üniversitesinden araştırmacılar da bu olasılığı destekleyen kanıtlar elde etti.

Andrew Whelton ve ekibi yaygın olarak kullanılan boruları 200 °C'den 400 °C'ye değişen sıcaklıklara maruz bıraktı. Whelton, boruların çevresinde alevler olduğunda bu sıcaklıklara ulaşabildiklerini ve bu sıcaklıkların boruları tamamen bozmadan

onlara zarar vermek için yeterli olduğunu belirtiyor. Araştırmacılar ısıya maruz kalan boruları suya daldırıp soğuttuklarında çeşitli miktarlardaki benzenin ve uçucu organik bileşiklerin (bazı deneylerde 100'den fazla farklı kimyasal madde olmak üzere), 11 farklı boru çeşidinin 10'undan suya karıştığını gözlemledi.

Whelton geçmişteki yangınlar sonrasında görülen su kirliliği vakalarının bir kısmının büyük ihtimalle ısıl olarak zarar görmüş plastiklerden kaynaklandığını söylüyor. Bir yangının ortasında bu kirliliğin kaynağını tespit edecek bir çalışma yapmak mümkün değilse de yangın sonrasında hasar gören boruların incelenmesinin boruların ne gibi sıcaklıklara maruz kaldığı konusunda aydınlatıcı olabileceğini ekliyor.

Benzene maruz kalmak deri ve boğaz tahrişi ile baş dönmesi gibi anlık sağlık sorunlarının yanı sıra lösemi gibi uzun vadeli hastalıklara da yol açabiliyor. ■





Sosyal Bilimler Alanında TÜBİTAK Teşvik Ödülü

Dr. Gaye Soley'e

Dr. Özlem Ak [TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi

TÜBİTAK'ın bilimsel ve teknolojik alanlarda araştırma ve geliştirme faaliyetlerini desteklemek; bilim insanlarının, araştırmacıların yetiştirilmesi ve geliştirilmesi için olanaklar sağlamak amacıyla verdiği "TÜBİTAK Bilim, Özel, Hizmet ve Teşvik Ödülleri"nin sahipleri 2020 yılının Aralık ayında açıklanmıştı. Boğaziçi Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi, Psikoloji Bölümü öğretim üyesi Dr. Gaye Soley de "Gelişim psikolojisi alanında algısal ve sosyal-bilişsel gelişim konularındaki uluslararası düzeyde üstün nitelikli çalışmaları" nedeniyle sosyal bilimler alanında TÜBİTAK Teşvik Ödülü aldı. Ödül alan bilim insanlarıyla yaptığımız röportajlar serisinde 2021 yılının ilk röportajını 11 Şubat Uluslararası Bilimde Kadın ve Kız Çocukları Günü olması vesilesiyle Gaye Hocamızla yapmanın anlamlı olacağını düşündük.



gelişimiyle ilgili araştırmalarına orada başlamış. İlk doktora hocasının farklı müzikal kültürlerde büyümenin müzik algısını nasıl değiştirdiğiyle ilgili çalışmaları, ülkemizin de içinde aksak ritim gibi farklı türlerin bulunduğu bir müzikal kültüre sahip olması nedeniyle Dr. Gaye Soley'in ilgisini çekmiş. Daha sonra danışmanının bölümden ayrılması nedeniyle konusunu biraz değiştirmek zorunda kalsa da müziği bırakmayarak bu sefer müziğin sosyal ve bilişsel gelişmedeki rolünü incelemeye başlamış. Doktorasını tamamladıktan sonra da Barselona'daki, Pompeu Fabra Üniversitesinde 2 yıl doktora sonrası araştırmacı olarak görev almış. Müzik ve konuşulan dillerin aslında çok benzer yapıları olduğunu belirten hocamız orada da müzikle dilin ilişkisi üzerine çalışmış. Hâlen 2013 yılında döndüğü Boğaziçi Üniversitesi Psikoloji Bölümünde öğretim üyesi olarak araştırmalarına devam ediyor.



Müzik Hayatımıza Ne Zaman Giriyor?

Dr. Gaye Soley işitsel gelişimin çok erken başlaması nedeniyle hamileliğin altıncı ayından itibaren bebeklerin müziği algılayabildiklerini, duyabildiklerini ve farklı melodileri ayırt edebildiklerini belirtiyor. Dolayısıyla bu kadar erken algılanabildiği için müziğin pek çok alanda etkilerini de erken görmek mümkün oluyor. Bebeğin duygularını düzenlemek, onu sakinleştirmek, uyutmak, oyuna hazırlamak vb. için çok eski zamanlardan beri ebeveynlerin bebeklerine şarkı ve ninni söylediklerini ve birçok teknolojik gelişmeye rağmen bu durumun günümüzde de sürdüğünü vurgulayan Dr. Soley bu konuyla ilgili birçok araştırma olduğunu sözlerine ekliyor. Bu çalışmalara göre, beraber ritim tutarak hareket etmek ve şarkı söylemek gibi müzikal davranışlar ebeveynle bebek arasındaki bağın güçlenmesinde rol oynuyor. Ancak hocamız müziğin bebeklikten itibaren bilişsel etkilerini anlamının çok kolay olmadığını altını çiziyor. Fakat daha büyük yaşlarda alınan düzenli müzik eğitiminin çocukların bilişsel gelişimine etkisi olup olmadığına dair -bulguları karmaşık olsa da- pek çok

araştırma yapılmış ve belli alanlarda etkileri gözlenmiş. Dr. Gaye Soley müzik eğitiminin özellikle dil, okuma ve sözel yetilerin gelişmesinde etkilerinin görüldüğünü ancak örneğin matematik yetisi gibi diğer alanlardaki etkisinin biraz tartışmalı olduğunu söylüyor. Çok yaygın bir düşüncenin aksine müzik eğitiminin zekâyı geliştirdiğine dair bir bulgunun da olmadığını altını çiziyor. Ayrıca müziğin matematiksel yapısı nedeniyle bebeklerin müziğe çok yoğun bir şekilde maruz kaldıkları ve müzik çalıştıkları zaman matematik yetilerinin de gelişmesinin beklenmesi yaygın bir durum olsa da birçok çalışmada bu konuda büyük bir etkinin varlığı tespit edilememiş. Yani küçük yaşlarda müzik dinlemenin ilerleyen yıllardaki akademik başarıya olumlu bir etkisinin olacağına dair bilim insanlarının elinde bir kanıt yok.

Son yıllarda müziğin çocukların sosyo-duygusal gelişimiyle çok fazla ilgili olduğu düşünülmeye başlanmış. Hatta bebeklikten itibaren düzenli bir müzik eğitimi olmasa da sadece anne ile bebeğin ya da çocuğun beraber çeşitli enstrümanları keşfetmeye çalışmaları ve birlikte ritim tutmaları bile çocukların çeşitli sosyal ve duygusal yetilerinde olumlu etkilere yol açabilirmiş. Bu arada Dr. Soley cinsiyet farklılığının müziğin bebeklerin gelişimine etkisinde bir farklılık oluşturmadığını düşünüyor.



Dr. Gaye Soley araştırmalarında bebeklikten itibaren -müzik de dâhil olmak üzere- içinde bulunulan kültürün farklı unsurlarına maruz kalmanın algıyı değiştirdiğini gözlemlemiş. Örneğin 4-8 ay arası ABD’deki ve Türkiye’deki bebeklerle yaptıkları bir çalışmada bebeklere aksak ve aksak olmayan eşit aralıklara bölünmüş ritimler dinlettiklerinde ABD’deki bebeklerin Batılı (aksak olmayan) ritimleri daha uzun süre dinlediklerini, Türkiye’deki bebeklerin ise her iki müzik türünü de eşit sürede dinlediklerini tespit etmişler. İlginç bir şekilde, iki kültürdeki bebekler de daha karmaşık ve her iki kültüre de ait olmayan ritimleri dinlemeyi tercih etmemişler. Yani müziğin yapısı farklılaşınca bebekler bunu algılayabiliyor.

Çocuklarla yapılan araştırmalarda müziğin hangi yetilerin gelişmesinde etkili olduğu anlaşılmaya çalışılırken farklı ölçüm yöntemleri kullanılıyor. Dr. Soley, duygusal gelişimle ilgili olarak çocukların, başkalarının duygularını okuma ve duygularına hassasiyet gösterme gibi olumlu sosyal davranışlarını ölçen çalışmalar olduğunu söylüyor. Örneğin, yabancı biri, bir şeyini düşürüyormuş gibi yaptığında çocuğun bir oyunu ya da oyuncağı bırakıp o kişiye düşürdüğu şeyi verip vermeyeceği ya da yardım etmeye çalışıp çalışmayacağı gözlemlenebiliyor.

Bebeklerle yapılan bir çalışmadaysa önce yabancı birisi ile bebek müzik eşliğinde -ya senkronize ya da senkronize olmayan bir şekilde- birlikte ritim tuttuktan sonra bebeğin yabancıya yardım edip etmediğine bakılmış ve daha önce senkronize bir şekilde ritim tutmuşlarsa bebeklerin yabancılara daha fazla yardım ettiği gözlenmiş.

Müziğin bilişsel yetilerin gelişmesindeki rolüne dair çalışmalar ise daha büyük çocuklarla yapılabilir. Düzenli devam eden bir müzik eğitiminin, bir enstrüman öğrenmenin etkilerini inceleyen çalışmalarda ise çok farklı ölçümler kullanılıyor. İnanılmaz bir koordinasyon gerektirdiğinden enstrüman çalmayı öğrenmek ya da çalmak beynin aynı anda farklı bölgelerini şaşırtıcı derecede çalıştırıyor. Zekâyı geliştirdiğine dair bir bulgu olmasa bile, enstrüman çalmak beyni aktif tutmak için en önemli unsurlardan biri olarak değerlendiriliyor.

Klasik Müzik ve Zekâ

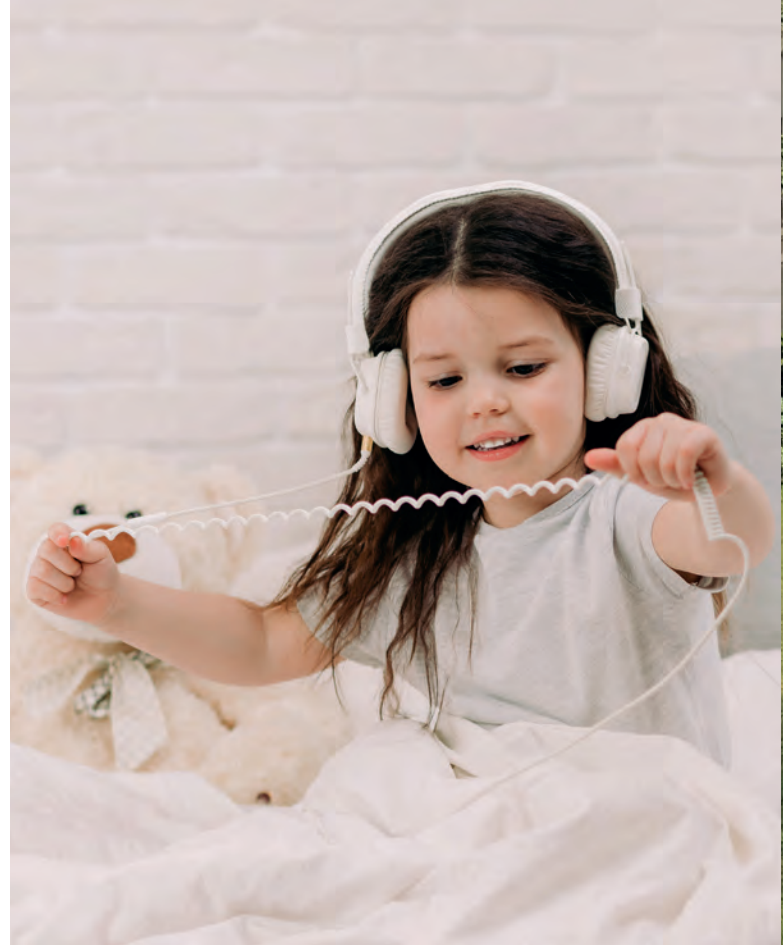
Dr. Gaye Soley’den klasik müzik dinletilen bebeklerin daha zeki olacağına dair yaygın kanının aslında 1990’ların başında yetişkinlerle yapılan bir çalışma nedeniyle ortaya çıktığını öğreniyoruz. Bu çalışmada bir grup yetişkine Mozart’ın bir sonatı, başka bir gruba ise 10 dakika süreyle sakinleştirici sesler dinletiliyor ve ardından tüm katılımcılara zekâ testi yapılıyor. Mozart dinleyenlerin zekâ testinin uzamsal zekâ ölçen bölümünde daha iyi performans gösterdiği tespit ediliyor. Daha sonra bu bulgu o kadar popüler oluyor ki “klasik müzik dinlemek zekâyı geliştirir” gibi bir noktaya varıyor. Hatta o dönemde ABD’deki bazı eyaletlerde bebeklerine dinletmeleri için ebeveynlere Mozart CD’leri bile dağıtılmış. Oysa bu yetişkinlerle yapılan bir çalışma olmasının ötesinde, sonucun dinleme süresinden mi, iki grup arasındaki farklılıklardan mı, yoksa Mozart

dinlemekten mi kaynaklandığı bilinmiyor. Dr. Gaye Soley tek bir müzik türü dinletmek yerine bebekleri ya da çocukları farklı müzik türleriyle tanıştırmamanın daha yararlı olduğunu, bunun algılama yetilerinde esneklik sağladığını özellikle belirtiyor ve küçük bir uyarıda bulunuyor: “Müzik çok karmaşık yapısı olan bir uyaran. En basit yapıdaki müziği arka planda dahi dinlese beyinde birtakım işlemler gerçekleşiyor. Bu sürekli olduğu zaman da bir anlamda yorucu olabiliyor. Dolayısıyla sürekli müzik dinletilmesini önermiyorum.”

Bebek ve Çocuk Gelişim Laboratuvarı

Dr. Gaye Soley aynı zamanda Boğaziçi Üniversitesi Psikoloji Bölümü bünyesindeki Bebek ve Çocuk Gelişim Laboratuvarının yöneticisi. Çalışmalarındaki yaş aralığı 4 aylık bebeklerden başlayıp 18-20 aylık bebeklere kadar uzanıyor. Biraz daha büyük çocuklarla yapılan çalışmalarda katılımcıların yaş aralığı ise 3,5-12. Karşılaştırma yapmak açısından laboratuvarda zaman zaman yetişkinlerle de çalışmalar yapılıyor. Çocuklara sorulan sorular yetişkinlere de soruluyor, yanıtlardaki farklılar ve benzerlikler tespit edilmeye çalışılıyor. Hocamız en küçük katılımcıların bile çok çok spesifik çıkarımlar yapabildiklerini, sorulardaki küçük bir kelime farkının dahi çocukların -tıpkı yetişkinlerde olduğu gibi- farklı genellemeler yapmalarına neden olduğunu söylüyor.

Dr. Gaye Soley ve ekibi çalışmalarında geniş bir konu yelpazesine odaklanmışlar. Şu sıralar müziği kültürel bir olgu olarak ele alıyorlar ve müziği çocukların ve yetişkinlerin kültürün bir parçası



olarak nasıl algıladıklarını araştırıyorlar. Aynı zamanda çocukların sosyal grup algısı gelişimine dair çalışmalar da yapıyorlar. Çocukların din, dil, ırk, cinsiyet gibi farklı sosyal kategorilere göre ne gibi çıkarımlar yaptıklarını ve bu sosyal eğilimlerin nasıl geliştiğini, olumsuz eğilimleri ve ön yargıları nasıl değiştirebileceklerini öğrenmeye çalışıyorlar. Sosyal güven gelişimiyle ilgili olarak, karşındakine güvenmede rol oynayan kültürel faktörleri, ebeveynlerin davranışlarının ve konuşmalarının etkilerini araştırıyorlar. Çocukların özellikle bilimsel ve manevi kavramlar gibi gözlem yapamadıkları konuları öğrenirken kullandıkları öğrenme stratejilerinin farklılıkları da gene Dr. Soley’in araştırma konularından.

Pandemi nedeniyle şu an çalışmalarını çevrim içi olarak yürüttüklerini belirten Dr. Gaye Soley ve ekibi normal koşullarda çalışmalarını laboratuvarında, ses geçirmeyen yalıtımlı bir odada, anne ya da babanın



kucağındaki bebeklere çeşitli videolar, kuklalar ya da bir kişiyle ilgili bazı olayları seyrettirip dikkat sürelerini ölçerek gerçekleştiriyorlar. Gelişim literatüründe bebeklerle ilgili yapılan çalışmalarda bu yöntemin sıklıkla kullanıldığından söz eden hocamız bebeklerin tahmin edildiğinin aksine, nereye ya da neye ne kadar dikkat ettikleri konusunda inanılmaz derecede tutarlı davranışları olduğunu; ilginç, şaşırtıcı ve karmaşık buldukları ses ve görüntülere daha uzun süre dikkat ettiklerini vurguluyor. Çocuklarla çalışma yapmanın bebeklere göre çok daha kolay olduğunu; onlara farklı olaylar, kişiler, fotoğraflar, videolar göstererek ve sorular sorarak sohbet ettiklerini belirtiyor. Bu çalışmalarda araştırmacılar doğru ve yanlış yanıt beklemeden her zaman çocukların ne şekilde düşündüğünü anlamaya çalışıyorlar ve çocukların verdiği yanıtları son derece aydınlatıcı buluyorlar. Teknolojiye son derece hâkim günümüz çocuklarıyla bu çalışmalarını pandemi

döneminde çevrim içi yapabilmek elbette bebeklere göre daha elverişli diye düşünüyoruz.

Bilim ve Teknik dergisi ekibi olarak Dr. Gaye Soley'i aldığı ödülünden dolayı kutluyor, nicelerini diliyor ve bize vakit ayırdığı için çok teşekkür ediyoruz. ■

Gençlere...

Dr. Gaye Soley kariyer ve meslek seçimi konusunda gençlere ilgi duydukları ve merak ettikleri alanları hedeflemelerini öneriyor ve bunu başarılı olmanın ön koşulu olarak görüyor. Kendi öğrencileri de dâhil olmak üzere tüm öğrencilere, üzerlerindeki birçok stres faktörünü ve gelecek kaygısını en azından öğrenirken ve ders dinlerken bir kenara bırakmaya gayret etmelerini tavsiye ediyor ve altını çizerek tekrar ediyor: “Merak etmek önemli!”

Bilim Çizgi

Sinancan Kara [btcizgiroman@tubitak.gov.tr

BETÜL KAÇAR





YANI MAVİ GEZEĞEN ARAMAK PEK GEÇERLİ BİR YÖNTEM DEĞİL. ÇÜNKÜ TELESKOBUMUZDAN ÇORAK GÖZÜKEN BİR GEZEĞENDE ŞU AN YAŞAM OLABİLİR!

PEKİ NASIL BİR YÖNTEM İZLEYEBİLİRİZ? ÖTEGEZEĞENLERDEN, YANI GÜNEŞ SİSTEMİ DIŞINDAKİ GEZEĞENLERDEN YANSIYAN IŞIK, O GEZEĞENİN ATMOSFERİYLE VE YÜZEYİYLE ETKİLEŞİYOR. GEZEĞENDEN GELEN IŞIĞA BAKARAK, O GEZEĞENDE HANGİ ELEMENT VE MOLEKÜLLERİN OLDUĞUNU ANLAYABİLİYORUZ.



DÜNYA HENÜZ GENÇKEN, ATMOSFERİNDE VE YÜZEYİNDE NE GİBİ ELEMENTLERİN VE MOLEKÜLLERİN OLDUĞUNU TESPİT ETMEYE ÇALIŞIYORUZ. BÖYLECE GENÇLİKLERİNİ GÖRDÜĞÜMÜZ GEZEĞENLERDE HANGİ KİMYASALLARA BAKAMIZ GEREKTİĞİNİ ANLARIZ. BENİM YAPTIĞIM İŞ BU!



Plastik Kirliliği

Plastik kirliliği çağımızın en önemli çevre sorunlarından biri. Bugün okyanusların en derin bölgelerinden en yüksek dağların zirvelerine kadar her yerde atık plastiklere rastlamak mümkün. Sorunun çözümü için gösterilen çabalar olsa da yakın gelecekte plastik kirliliğinin giderek büyüyeceği öngörülüyor.

Plastikler

Plastikler, polimer türünden organik bileşiklerdir. Tüm polimerler gibi tekrar eden birimlerden oluşurlar, ana iskeletlerini karbon atomları meydana getirir. Kaçuk ve ipek doğal plastiklerin örneklerindendir. Günlük hayatta adını sıklıkla duyduğumuz PET ve PVC gibi plastiklerse insanlar tarafından tasarlanıp üretilir.

Plastikler, çoğunlukla petrol türevi malzemeler kullanılarak sentezlenir. Maliyetleri düşüktür, hafif ve dayanıklıdır; kolaylıkla işlenebilir ve kalıba dökülebilirler. Günümüzde inşaattan tekstile, elektronikten ulaşıma kadar hemen hemen her alanda plastikler kullanılıyor.

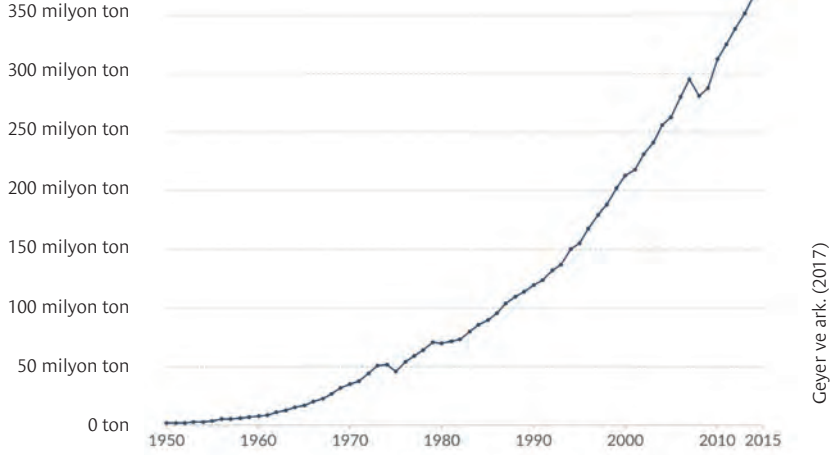
Geçmişten Bugüne Plastik Üretimi

İlk sentetik plastik olan bakalit 1907 yılında üretilmişti. Ancak plastiklerin günlük hayatta yaygınlaşması 1950'lerden sonradır.

1950'de yaklaşık 2 milyon ton plastik üretilmişti. Aradan geçen 70 yılda, finansal krizlerin yaşandığı birkaç kısa dönem haricinde, yıllık üretim devamlı arttı ve yaklaşık 200 katına çıktı. 2015 yılında üretilen 381 milyon ton plastiğin kütlesi yaşayan insanların

1950'den 2015'e Plastik Üretimi

1950-2015 döneminde tüm dünya genelinde bir yıl içinde üretilen toplam plastik miktarları.



kinin üçte ikisi kadar. 2015 yılına kadarki toplam plastik üretimiye yaklaşık 7,8 milyar ton. Bu durum bugün hayatta olan her bir insana karşılık 1 tondan fazla plastik ürettiği anlamına geliyor.

Hangi sektörlerde ne kadar plastik kullanıldığına bakıldığında en çok plastik kullanılan alanın paketleme endüstrisi olduğu görülüyor. Yıllık birincil (ilk kez kullanıma giren) plastik üretiminin %40'ından fazlası yiyecekleri, içecekleri, şampuanları, deterjanları ve diğer ürünleri paketlemekte kullanılıyor. Birincil plastiklerin en çok kullanıldığı sektörlerin ikinci ve üçüncü sırasındaysa inşaat ve tekstil var. Bu iki sektörün her biri toplam birincil üretimin yaklaşık %15-20 kadarını kullanıyor.

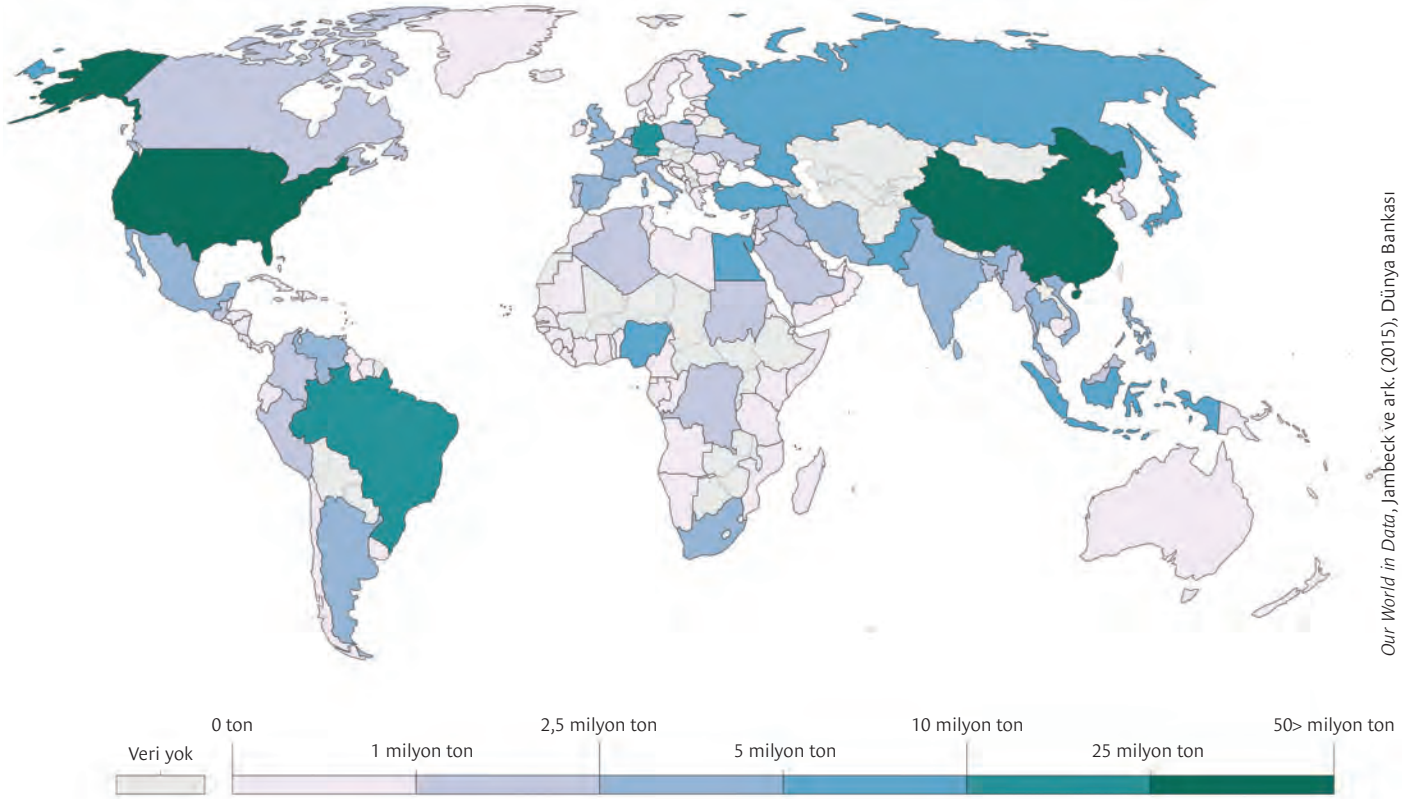
Atık Plastiklerin Çevreye ve Canlılara Zararları

Plastiklerin canlılara ve çevreye zararlarına dair çalışmaların tarihi 1980'lere kadar gider. Ancak bugün hâlâ konunun tüm boyutlarıyla bilinmediği düşünülüyor.

Öncelikle şunu belirtelim ki plastiklerin insanların ve diğer canlıların sağlığını tehdit etmesi için önce atık hâline gelmesi gerekmiyor. Plastikleri yumuşatmak ve daha kolay şekillendirilebilir hâle getirmek için kullanılan çeşitli katkı maddelerinin insan sağlığına zararlı olduğu biliniyor. Örneğin PVC bugüne kadar üretilmiş en tehlikeli ürünlerden biri olarak görülüyor. PVC

Plastik Atık Üretimi, 2010

Ülkelerin ürettiği toplam plastik atık miktarı. Bu grafikte çevreyi kirlenme riski olan plastik atık miktarlarıyla ilgili değil herhangi bir işlemle geçirilmeden önceki plastik atık miktarlarıyla ilgili bilgiler yer alıyor.



üretiminde kullanılan DEHP ve BbzP gibi katkı maddeleri endokrin sistemine zarar verir, astım ve çeşitli alerjilerle bağlantılıdır, bazı kanser türlerine sebep olabilir ve karaciğer, böbrek gibi organlar üzerinde olumsuz etkileri vardır. Bu ve benzeri etkilere sahip diğer katkı malzemelerinin plastiklerden hava ve suya sızması insanların ve diğer canlıların sağlığı açısından büyük bir tehdittir.

Atık plastikler yaban hayatına üç yolla zarar verebilir: canlılara dolaşarak hareketlerini engelleyerek, canlılar tarafından yutularak ve çarpma, engelleme gibi biçimlerde canlılarla etkileşerek.





Bugüne kadar 300'den fazla türün plastiklere dolanarak zarar gördüğü biliniyor. Bunlar arasında deniz kaplumbağası türlerinin tamamı, fok türlerinin üçte ikisi, balina türlerinin üçte biri ve deniz kuşu türlerinin dörtte biri var. 100'e yakın balık ve omurgasız türünün de plastiklere dolandığı kayıtlara geçmiş durumda. Bu canlıların en çok dolandığı plastikler arasında, atık ipler, balık ağları, olta takımları ve paketleme ürünleri var.

Canlılar bilerek ya da bilmeyerek plastikleri yutarlar. Ayrıca avcı türler avladıkları canlılar vasıtasıyla dolaylı olarak da plastik yutabilirler. Bugüne kadar plastik yuttuğu tespit edilen deniz canlısı türlerinin sayısı 200'ün üzerinde. Bu türler arasında tüm deniz kaplumbağası türleri, fok türlerinin üçte biri, balina ve deniz kuşu türlerinin yaklaşık %60'ı var. Ayrıca bugüne ka-

dar 90'ın üzerinde balık türünün ve bazı omurgasızların da plastik yuttuğu tespit edildi.

Canlılar tarafından yutulan plastiklerin büyüklüğü doğal olarak canlıların kendi büyüklüğüne bağlı olarak değişiyor. İstiridye ve midye gibi minik canlılar daha çok plastik iplikçikler gibi ufak şeyleri yutuyor. Balıklar gibi daha büyük canlılar tarafından yutulan plastikler arasındaysa plastik filmler, sigara ambalajları, çakmak ve pet şişe gibi ürünler var. Plastiklerin canlılar tarafından yutulmasına dair kayıtlara geçmiş en uç örnekler ispermeçet balinalarında rastlanıyor. 9 metre uzunluğunda ip, 4,5 metre uzunluğunda boru, 2 saksı yutmuş ispermeçet balinaları bulundu.

Plastikleri yutan canlıların midelerinin kapasitesi azalıyor ve sahte bir doygunluk hissine kapılıyorlar.

Yutulan plastikler polimer yapısında oldukları için sindirilemiyorlar. Ancak plastikten sızan çeşitli toksik moleküller kana karışıp özümselebiliyor. Plastikler canlıların sindirim organlarına zarar verebiliyor, hatta organlarını delebiliyor. Bu durumlar bazen ölümle sonuçlanıyor.

Plastiklerin yutulması ile ilgili bir diğer tehlike, toksik maddelerin plastiklerin yüzeyinde birikebilmesi. Örneğin bir balığın yaşadığı sulardaki toksik madde miktarı tehlikeli düzeyde olmasa bile, bu toksik maddeler zamanla plastiklerin yüzeyinde birikerek canlıların sağlığını tehdit edebilecek düzeye gelebiliyor. Plastiğin yüzeyinde biriken toksik maddenin derişimi, içinde bulunduğu sudaki derişimin bir milyon katına bile çıkabiliyor.

Söz konusu insanlar olduğunda, saksı ya da hortum yutan insanlara pek rastlanmıyor. Ancak insanlar da içtikleri sular ve soludukları hava vasıtasıyla doğrudan ya da beslendikleri canlılar yoluyla dolaylı olarak mikroplastikler (çapı 5 milimetreden küçük plastik parçaları) yutuyorlar. Bu plastiklerin kendileri, üzerlerinde biriken toksik maddeler ya da yaydıkları zararlı katkı maddeleri insanların sağlığını tehdit edebilir. Ancak bugün insanların ne ölçüde mikroplastiklere maruz kaldığı ve bu mikroplastiklerin insan sağlığı üzerindeki etkileri hakkında fazla bir şey bilinmiyor. Büyük olasılıkla bu mikroplastikler sindirim sisteminin bir ucundan girip diğerinden çıkı-

yor olabilirler. Kuzey Denizi'nde ki balıklar üzerinde yapılan bir çalışmada, vücudunda mikroplastik tespit edilen balıkların %80'inde sadece bir parça mikroplastığe rastlandı.

Mikroplastikler küçük oldukları için üzerlerinde tehlikeli olabilecek miktarda toksik madde biriktirmeleri zor. Ancak besin zincirinde yukarılara çıkıldıkça canlıların vücudunda biriken toksik madde miktarı da giderek artabilir ve tehlikeli boyutlara ulaşabilir. Yine de mikroplastikler nadiren ölümcül olabiliyor. Bazı bilimsel çalışmalar sırasında mikro boyutlarda PVC'ye maruz bırakılan midyelerin öldüğü gözlemlenmiş olsa da bu çalışmalar sırasında canlıların maruz bıraktığı mikroplastik miktarı doğada karşılaşılabilecek düzeylerin çok üzerindedir.

Diğer yandan, plastiklerin çarpma ya da engelleme yoluyla canlılara zarar verdiğine de rastlanıyor. Örneğin mercanlara çarpıp zarar veren olta takımları var.



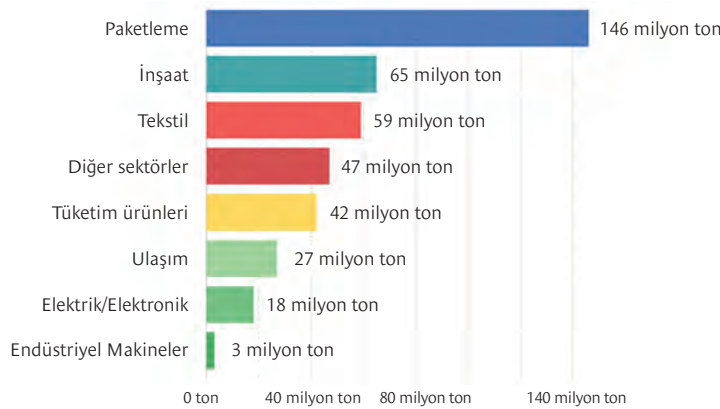
Plastik Kirliliğinin Boyutları

Kauçuk, ipek gibi plastikler doğada bol miktarda bulunur. Ancak bu doğal plastikler, doğada birikecek çevre kirliliğine sebep olmazlar. Sentetik plastiklerin çok büyük bir kısmıysa mikroorganizmalar tarafından parçalanamaz ve çevre kirliliğine sebep olurlar.

1950-2015 arasındaki plastik üretimine bakıldığında, toplamda 8,3 milyar ton polimer, sentetik fiber ve katkı maddesi üretildiği görülür. Üretilen birincil plastiklerin 2,5 milyar tonu hâlâ kullanımda. Atık plastiklerin 700 milyon tonu yakıldı, 500 milyon tonu geri dönüştürüldü, 4,6 milyar tonu ya hiç toplanmadan çevreye saçıldı ya da hiçbir işlemle geçirilmeden çöplüklere gönderildi. Geri dönüştürülen 500 milyon ton plastiğin 100 milyon tonu bugün kullanımda, 100 milyon tonu yakıldı, 300 milyon tonuysa ya bilinçsizce etrafa saçıldı ya da hiçbir işlemle geçirilmeden çöplüklerde biriktirildi.

Plastik üretimi ve kullanımı arttıkça atık hâline gelen plastiklerin miktarı da doğal olarak yıldan yıla artıyor. Hatta bazı yıllar atık plastiklerin miktarının birincil üretim miktarını geçtiği bile oluyor. Örneğin 2010 yılında üretilen birincil plastik miktarı 270 milyon ton iken, atık hâline gelen plastik miktarı 275 mil-

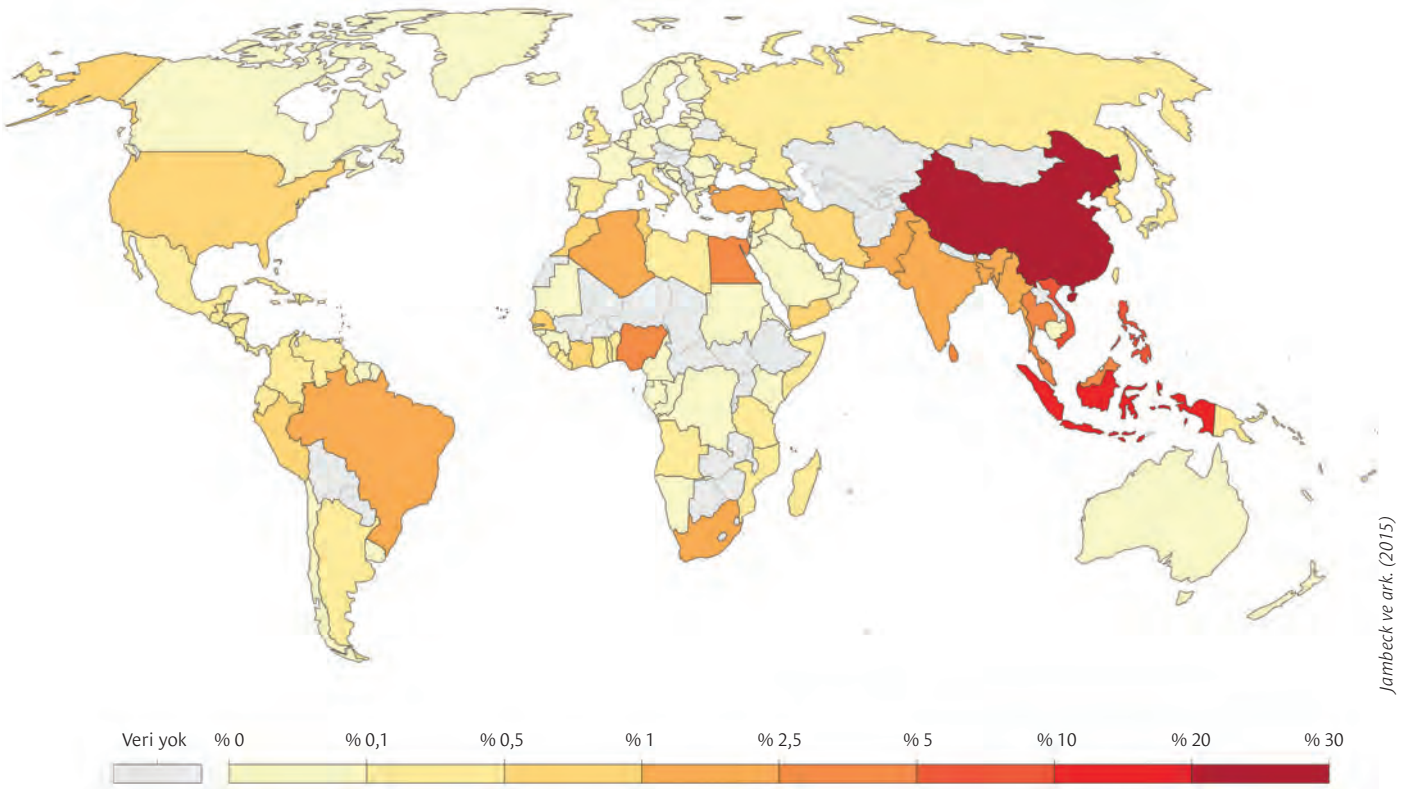
Sektörlere Göre Birincil Plastik Üretimi, 2015



Geyer ve ark. (2017)

İyi İdare Edilmeyen Atıklar, 2010

İyi idare edilmeyen atıkların ülkelere göre dağılımı. İyi idare edilmeyen atıklar, bilinçsizce çevreye saçılan atıkların yanı sıra hiçbir işlemten geçirilmeden açık ortamlarda biriktirilen atıkları da kapsıyor.



yon tondu. Daha önceki yıllarda üretilip atık hâline gelen plastikler sebebiyle atık miktarı üretim miktarını geçmişti.

Hangi sektörün ne kadar atık plastik ürettiğine bakıldığında birinci sırada yine paketlenme endüstrisinin olduğu görülüyor. Paketlenme için üretilen birincil plastiklerin ortalama kullanım ömrü altı ay ya da daha azdır. Bu plastiklerin büyük kısmı üretilmelerinin üzerinden bir yıl bile geçmeden atığa dönüşüyor. 2015 yılındaki 302 milyon ton atık plastiğin 146 milyon tonunun kaynağı paketlenme ürünleriydi. Kriter olarak kullanıma bakıldığında ikinci sırada yer alan inşaat sektörü ise atık plastik üretme bakımından en son sıra-

larda yer alıyor. Bu durumun nedeni inşaatlarda kullanılan plastiklerin ortalama kullanım ömrünün uzun olması. Bu plastikler atık hâline gelmeden önce ortalama 35 yıl kullanılıyor. En çok atık plastik üreten sektörlerin ikinci sırasında tekstil var. 2015 yılındaki atık plastiklerin 42 milyon tonundan fazlasının kaynağı tekstil ürünleriydi.

1980'lerden önce plastikler yakılmıyor ya da geri dönüştürülüyor. Atık plastiklerin tamamı ya çöplüklerde biriktiriliyor ya da hiç toplanmadan çevreye saçılıyordu. Atık plastiklerin yakılma oranı 1980'lerden beri, geri dönüştürülme oranı da 1990'lardan beri her yıl yaklaşık %0,7 oranında artıyor. 2015 yılında

atık plastiklerin %25'i yakılmış, %20'si geri dönüştürülmüştü. Yakma ve geri dönüştürme oranlarındaki artışın aynı biçimde devam etmesi durumunda, 2050 yılına gelindiğinde atık plastiklerin %50'sinin yakılacağı, %44'ünün de geri dönüştürüleceği tahmin ediliyor.

Kişi başı plastik atık miktarına bakıldığında yüksek gelirli ülkelerdeki insanların daha çok atık ürettiği görülüyor. Kuveyt, Almanya, Hollanda ve İrlanda gibi ülkelerde yaşayan bir insanın ürettiği ortalama atık plastik miktarı Tanzanya, Mozambik, Hindistan ve Bangladeş gibi ülkelerdeki atık miktarının on katından fazladır.

Üretilen atık miktarına ülkeler bazında bakıldığında en çok atık üreten ülkeler arasında ilk sıralarda Çin, ABD, Almanya ve Brezilya var. Bu ülkelerin 2010 yılındaki toplam plastik atık üretimi sırasıyla 60, 38, 14,5 ve 12 milyon ton.

Söz konusu olan kirlilik olduğunda, önemli olan bir ülkenin toplam atık üretimi ya da o ülkedeki insanların kişi başı atık üretimi değil bu atıkların ne kadarının çevre ve sağlık açısından tehlike arz ettiğidir. Konuya bu açıdan bakıldığında plastik kirliliğinde büyük payı olan ülkelerin gelişmekte olan orta gelirli ülkeler olduğu görülür. Fakir ülkelerin plastik kirliliğindeki payları azdır. Çünkü kişi başı atık miktarı düşüktür. Zengin ülkelerse kişi başı atık miktarı fazla olmasına rağmen atıkları toplamada, güvenli bir biçimde depolamada, işlemede ve geri dönüştürmede gayet başarılıdurlar. Plastik kirliliğinde büyük payı olan ülkeler, üretimin hızla artmakta olduğu ancak atık toplama, depolama, işleme ve geri dönüştürme sistemlerinin gelişmemiş olduğu ülkelerdir. Bugün Avrupa'nın büyük bir kısmında, Kuzey Amerika'da ve ayrıca Avustralya, Yeni Zelanda, Japonya ve Güney Kore gibi ülkelerde toplanan atıklar yakılmasa ya da geri dönüştürülme bile güvenli ve kapalı ortamlarda depolanıyor. Böylece atık plastiklerin ve bu plastiklerden sızan toksik maddelerin çevreye yayılması engelleniyor. Bu ülkelerde çevre için tehlike arz eden plastik atık miktarı yok denecek kadar az. Güney Asya'da ve Afrika'da Sahra Çölü'nün güneyinde kalan kısım-



lardaysa düzgün idare edilemeyen plastik atıkların toplam plastik atıklar içindeki oranı %80-90'lara çıkıyor. Yakılmayan, geri dönüştürülmeyen, açık havada tutulan bu atıklar çevre için büyük risk oluşturuyor. Tüm dünya genelindeki bir sorunsu kullanım ömrünü doldurmuş plastiklerin çöplere atılmayarak bilinçsizce çevreye saçılması. Bilimsel çalışmalar zengin ya da fakir tüm ülkelerde atık plastiklerin %2'sinin rastgele etrafa saçıldığını gösteriyor.

İyi idare edilemeyen atıkların dünyadaki dağılımına bakıldığında birinci sırada %60 gibi çok yüksek bir oranla Doğu Asya ve Pasifik'in yer aldığı görülür. Daha sonra sırasıyla %11 ile Güney Asya, %9 ile Sahra Altı Afrika, %8,3 ile Orta Doğu ve Kuzey Afrika, %7,2 ile Latin Amerika, %3,6 ile Avrupa ve Orta Asya, %1 ile Kuzey Amerika geliyor.

Sonuç olarak plastik kirliliğinin önlenmesi açısından en önemli şey, ne kadar atık plastik olduğu değil, bu atıkların ne ölçüde iyi yönetildiğidir.

Mikroplastikler

Mikroplastikler, boyutları 5 milimetreden daha küçük olan plastiklerdir. Mikroplastiklerin kaynağı kozmetik ürünleri, kumaşlar ya da endüstriyel süreçler olabilir.

Mikroplastiklerin bazıları birincildir, bilinçli olarak bu şekilde üretilirler. Bu mikroplastiklerin kullanıldığı ürünler arasında kozmetik ürünleri ve yüz temizleyiciler yer alır. Ayrıca mikroplastiklerin tıpta ilaçların dokulara aktarılmasında taşıyıcı olarak kullanıldığı bilimsel çalışmalar da vardır.



Bazı mikroplastikler ise daha büyük plastiklerin fiziksel, kimyasal ve biyolojik etkenlere maruz kalarak parçalanmasıyla ortaya çıkar.

Plastiklerin parçalanarak ufalması canlılar tarafından yutulması ve vücutlarında birikmesi olasılığını artırır. Okyanuslarda güneş ışığı ve tuzlu suyun etkisiyle kırılanaşan plastikler parçalandığında ufak balıklar ve hatta zooplanktonlar tarafından bile yutulabilecek kadar küçük plastik parçaları ortaya çıkar. Bugüne kadar denizlerde yaşayan 100'ü aşkın türde mikroplastikler tespit edildi. Bu canlıların bazıları okyanusların en derinlerindeki çukurlarda yaşıyor.

Bilimsel çalışmalar derin denizlerdeki akıntıların mikroplastiklerin okyanusların belirli bölgelerinde birikmesine neden olduğunu gösteriyor. Örneğin İtalya yarımadasının batısındaki Tiren Denizi'nde metrekarede 2 milyon civarı mikroplastik bulunan bir bölge keşfedildi.

Bugüne kadar okyanuslarda tespit edilen en küçük mikroplastik 1,6 mikrometre çapındaydı. Ancak mikroplastiklerin daha da ufak parçalara bölünmesinin mümkün olduğu düşünülüyor.

Denizlerdeki Kirlilik

Plastik kirliliği karalarda pek çok soruna sebep olur. Atık plastikler kanalizasyonları tıkararak sellere yol açar, yabani hayvanlar besin zannettikleri plastikleri yutarlar. Ancak plastik kirliliği ile ilgili asıl büyük sorun karalardan çok denizlerdedir.

Herhangi bir karasal bölge dere, çaylar, nehirler ve yer altı suları vasıtasıyla eninde sonunda denizlerle bağlantılıdır. Bu yüzden karalardaki plastik kirliliğinin önemli bir kısmı bir süre sonra denizlere ve okyanuslara karışır. Bu plastiklerin büyük çoğunluğu çöplere atılmadan rastgele etrafa saçılan atıklardır.

2015 yılında bir grup araştırmacının *Science*'ta yayımladığı bir çalışmaya göre, her yıl 8 milyon ton plastik okyanuslara karışıyor. Üstelik bu rakamın giderek artacağı tahmin ediliyor. Kıyı bölgelerinde büyük nüfuslara sahip pek çok ülkenin, plastik atıkları iyi idare edemeyen ülkeler olması da okyanuslardaki kirlilik sorununu daha da büyütüyor.

2010 yılında dünya genelinde üretilen toplam plastik atık miktarı 275 milyon tondur. Bu atıkların yaklaşık 99,5 milyon tonu sahillere 50 kilometreden daha yakın bölgelerdedir. Okyanus sularına karışma ihtimali daha yüksek olan bu atıkların iyi idare edilemeyen kısmı yaklaşık 31,9 milyon tondur. Her yıl okyanuslara karışan 8 milyon ton atık bu rakamın dörtte birine, dünyadaki toplam atık plastik miktarının yaklaşık %3'üne denk geliyor.



Okyanuslardaki plastik kirliliğinin kaynağı sadece karalar değildir. Bugün okyanuslardaki plastik kirliliğinin %20-30'luk kısmını denizciler ve balıkçılar tarafından doğrudan denize bırakılan balık ağıları, olta takımları, ipler ve diğer plastikler oluşturuyor.

Karalardaki atık plastikler çeşitli yollarla denizlere taşınabilir. Bu yolların en önemlilerinden biri nehirlerdir. İyi idare edilemeyen atık plastiklerin büyük çoğunluğu Doğu ve Güney Asya'da olduğu için okyanuslara en çok atık plastik taşıyan nehirler de doğal olarak bu bölgelerde yer alıyor. İlk sırada 6300 kilometrelik uzunluğuyla Asya'nın en uzun nehri unvanına sahip olan Çin'deki Yangtze Nehri var. Her yıl 333.000 ton atık plastiği Pasifik Okyanusu'na taşıyor. İkinci sırada ise Hindistan ve Bangladeş'in içinden geçip Hint Okyanusu'na dökülen Ganj Nehri var. Her yıl karalardan topladığı 115.000 ton atık plastiği Bengal Körfezi'ne boşaltıyor.

Asya'daki nehirlerin okyanuslara taşıdığı atık plastiğin tüm dünya genelinde nehirler tarafından okyanuslara taşınan atık plastik içindeki payı yaklaşık %86. Daha sonra sırasıyla %7,8 ile Afrika'daki ve %4,8 ile Güney Amerika'daki nehirler geliyor. Orta ve Kuzey Amerika, Avrupa, Avusturalya-Pasifik bölgelerindeki nehirlerin toplam payı ise %1'den daha az.

Bugün okyanuslarda ne kadar plastik var? Plastiklerin büyük çoğunluğu hafif ve su üzerinde yüzebilen nesnelerdir. Dolayısıyla okyanuslara karışan plastiklerin büyük çoğunluğunun bugün yüzey sularında olmasını beklersiniz. Eğer her yıl 8 milyon ton plastik okyanus sularına karışıyorsa bugün yüzey sularında yüz milyonlarca ton atık plastik olmalıdır. Ancak 2014 yılında yayımlanan bir çalışmaya göre, okyanus sularında yüzen plastiklerin toplam kütlesi 300 bin ton bile değil. Peki öyleyse geriye kalan milyonlarca ton plastiğe ne oldu? Bu soru kayıp plastik problemi olarak anılıyor.

Kayıp plastik problemi için öne sürülmüş çeşitli düşünceler var. İlk olarak gözlemlenen durum ölçümlerdeki hatalardan kaynaklanıyor olabilir. Okyanuslara karışan plastik miktarı gerçekte olduğundan daha fazla ya da yüzey sularındaki plastik miktarını gerçekte olduğundan daha düşük tahmin ediliyor olabilir. Ancak kullanılan yöntemlerdeki hata payları göz önüne alındığında bu durum pek olası görülüyor. İkinci olarak morö-

tesi ışınların ve dalgaların büyük plastikleri birkaç sene içinde parçalayıp mikroplastiklere düşürdüğünü ve bu ufak parçaların büyüklere kıyasla daha kolay bir biçimde deniz tabanlarına gömüldüğünü ya da organizmalar tarafından yutulduğunu öne sürülüyor. Bilimsel çalışmalar da okyanusların tabanlarındaki tortularda yüzey sularında olduğundan çok daha fazla plastik olduğunu gösteriyor. Üçüncü bir açıklama ise okyanus sularına karışan atık plastiklerin büyük çoğunluğunun açık denizlerde değil kıyı şeritlerinde olduğu. 2019 yılında yayımlanan bir bilimsel çalışmaya göre, kıyı bölgelerindeki sularda yüzen ya da topraklara gömülmüş 122 milyon ton plastik var. Bu plastiklerin 82 milyon tonunu makroplastikler, 40 milyon tonunu ise mikroplastikler oluşturuyor. Aynı çalışmaya göre, kıyı bölgelerindeki makroplastiklerin büyük çoğunluğunu son 15 yıl içinde üretilmiş plastikler oluştursa da azımsanamayacak miktarda makroplastik daha eski. Söz konusu açık denizler olduğundaysa, 1950'lerden ve 1960'lardan kalma makroplastiklere bile rastlamak mümkün. Bu sonuçlar makroplastiklerin morötesi ışınlar ve dalgalar tarafından birkaç sene içinde mikroplastiklere dönüştürüldüğünü öne süren hipotezi yanlışlıyor. Okyanus sularına karışan plastiklerin önemli bir kısmı sahil şeritlerindeki topraklara gömüldükten yıllar sonra yeniden yüzeye çıkıp açık denizlere doğru yol almaya başlayabiliyor.

Bugün okyanuslardaki yüzey sularında 5 trilyondan fazla plastik parçasının yüzdüğü tahmin ediliyor. Bunların büyük çoğunluğu mikroplastikler olsa da makroplastiklerin toplam kütlesi mikroplastiklerinkinden fazla.

Okyanuslardaki Çöplükler

Kaliforniyalı denizci, çevreci ve araştırmacı Charles Moore 1997 yılında katıldığı bir yelken yarışından dönerken normal rotasından sapıp Pasifik Okyanusu'nda biraz gezme-ye karar verir. Doldrums diye adlandırılan, az rüzgâr aldığı için denizcilerin pek geçmediği bir bölgeye gelir ve gördüğü manzara karşısında şok olur. Dört bir yanı şampuan kutuları, sabun şişeleri, poşetler ve balıkçılık ekipmanlarıyla doludur. Karalardan ve insanlardan uzak bu yere bu kadar plastik nasıl gelmiş olabilirdi?

Yüksek basınç sistemlerinin sebep

olduğu hava akımları okyanuslarda girdap biçimli akıntıların ortaya çıkmasına sebep olur. Dünya genelinde beş ana okyanus akıntısı vardır: Kuzey ve Güney Pasifik Tropik Altı Girdapları, Kuzey ve Güney Atlantik Tropik Altı Girdapları ve Hint Okyanusu Tropik Altı Girdabı. Okyanuslarındaki yüzey sularının %40'ı başka bir deyişle yeryüzünün %25'i orta enlemlerde yer alan bu girdapların içinde kalır.

Okyanus sularına karışan plastikler bir kez girdaplara kapıldıktan sonra akıntıyla beraber girdabın merkezine doğru sürüklenmeye başlar. Bu durum okyanuslardaki plastik kirliliğinin önemli bir kısmının girdaplarda birikmesine sebep olur. Okyanuslardaki çöplüklerin en bilineni ve üzerine en çok çalışmalar yapılanı Kuzey Pasifik Çöplük Bölgesi'dir. Kapitän Moore'un keşfettiği, bugün Doğu Çöplük Bölgesi olarak anılan çöplük de bu devasa çöplüğün doğu kısmını oluşturur.

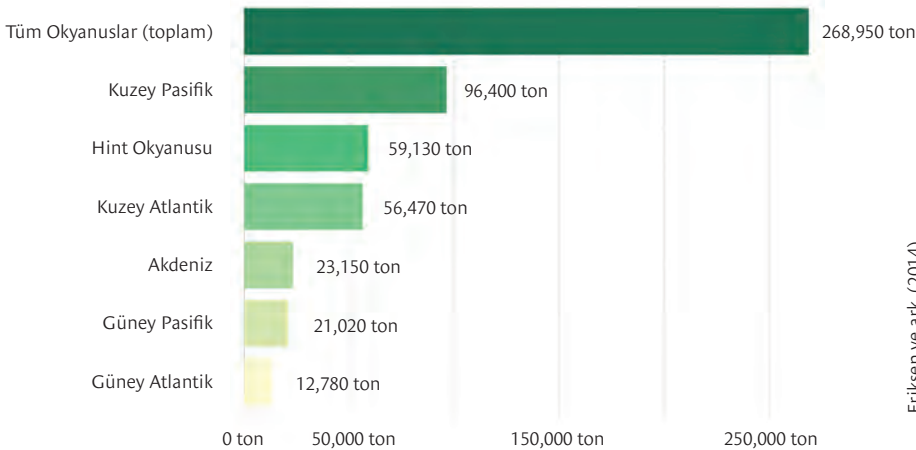
Kuzey Amerika'nın Pasifik sahillerinin 1600 kilometre ötesinden başlayıp batı yönünde yüzlerce kilometre uzanan Büyük Pasifik Çöplük Bölgesi (BPÇB) tahminlere göre toplamda 1,6 milyon kilometre karelik bir alana yayılıyor. Bu durum Kuzey Pasifik'teki okyanus çöplüğünün İspanya'nın yüz ölçümünün üç katı kadarlık bir alanı kapladığı anlamına geliyor.

2018 yılında *Nature*'da yayımlanan bir çalışmaya göre, BPÇB'de toplam kütlesi 79.000 ton olan 1,8 trilyon plastik parçası var. Bu plastiklerin %52'sini balık ağıları ve ip-ler gibi balıkçılık malzemeleri oluşturuyor.

Bilimsel çalışmalar kuzeydeki okyanus çöplüklerinde güneydekilerden daha fazla plastik olduğunu gösteriyor. Kuzey Yarımküre'de yaşayan insan nüfusu daha fazla olduğu için bunun zaten beklenen

Okyanusların Yüzey Sularındaki Plastikler, 2013

Okyanusların yüzey sularındaki atık plastik miktarı. Derin sulardaki ve okyanus tabanlarındaki atıklar dahil değil.



bir durum olduğu söylenebilir. Ancak gözlemlenen fark nüfus oranlarından beklenen derecede büyük değil. Bu durumun bir nedeni, varsayılandan daha kolay bir biçimde plastiklerin farklı girdaplar arasında hareket edebilmesi olabilir.

Plastiklerin Geri Dönüştürülmesi

Plastik kirliliğini azaltmanın yollarından biri daha fazla plastiği geri dönüştürmek, böylece hem atıkları yeniden yararlı hâle getirmek hem de birincil üretimi azaltmak. Bugün de önemli miktarda plastik geri dönüştürülüyor. Hatta geri dönüşüm oranı yıldan yıla artmaya devam ediyor. Ancak plastiklerin daha verimli bir biçimde geri dönüştürülmesi için aşılması gereken çeşitli zorluklar var.

Belirli bir türdeki plastiğin geri dönüştürülmesindeki en önemli zorluk, çok çeşitli türlerde plastik içeren atıklar arasından o tür plastiklerin nasıl ayıklanacağıdır. Plastiklerin işlev, biçim, sertlik, yumuşaklık ve dayanıklılık açısından çok farklı çeşitleri vardır. Atık plastiklerin verimli bir biçimde geri dönüştürülebilmeleri için önce bileşimlerine göre birbirlerinden ayırt edilmeleri gerekir.

Bir plastik geri dönüşüm tesisine gelen atıklar her zaman sadece plastiklerden oluşmaz. İçinde başka türden çöpler de olur. Bu istenmeyen atıkları ayırma işi bugün yoğunlukla insan eliyle yapılıyor. Plastik atıklar arasından belirli bir türdeki plastikleri ayıklamak söz konusu olduğundaysa çoğu zaman teknolojiden yararlanılıyor.

PET ve PVC türü plastikleri ayıklamak için kullanılan bir yöntemde atıkların optik özelliklerine bakılıyor. Önce özel kameralarla atıkların optik özellikleri analiz ediliyor. Daha sonra üzerlerine hava püskürtülerek istenmeyen türdeki plastikler ortamdaki uzaklaştırılıyor. Bu yöntemin bir dezavantajı koyu renkli plastikleri ayırt etmekte zorlanması. Kameralar tarafından kullanılan kızılötesi ışık, koyu renkli malzemeler tarafından güçlü bir biçimde yansıtılmıyor ve bu durum farklı türleri ayırt etmeyi zorlaştırıyor.

Farklı türde plastikleri ayrıştırmak için kullanılan bir başka yöntemdeyse yoğunluk farklarından



yararlanılıyor. Bu yöntemde, önce atıklar suyun içine bırakılıyor, sonra da suda yüzüp yüzmediklerine bakılarak farklı türler birbirlerinden ayrıştırılıyor. Bu yöntemin verimli olabilmesi için ayrıştırılmaya çalışılan malzemeler arasında en azından 0,2 g/cm³ yoğunluk farkı olması gerekiyor.

Bir başka yöntem ise “triboelektrik ayıklama” olarak adlandırılıyor. Bu yöntemde önce sürtünme yoluyla atıklar elektrikleştiriliyor. Daha sonra artı ve eksi yüklü elektrotlar tarafından çekilmelerine veya itilmelerine bakılarak birbirlerinden ayrıştırılıyor. Bu yöntemle PET ve PVC türü plastikler de dâhil olmak üzere çok çeşitli türde plastikleri ayıklamak mümkün. Yöntemin önemli bir dezavantajı ise atıkların kuru olmasının gerekmesi.

Farklı yöntemleri bir arada kullanarak atık plastikleri daha verimli bir biçimde ayıklamak tabii ki mümkün. Ancak atık plastik tesisleri genellikle tüm yöntemleri değil bir ya da birkaçını kullanıyor. Bu durum geri dönüştürülebilecek pek çok atığın ayıklanamayıp çöplüklere gitmesine sebep oluyor.



Londra'daki Brunel Üniversitesi'nde çalışan bir grup araştırmacı tarafından plastikleri daha iyi ayıklamak için önerilmiş bir yöntem, üretimleri sırasında plastikleri fosforlu malzemelerle etiketlemek. Böylece morötesi ışık dedektörleri kullanarak farklı türde plastikleri ayırt etmek mümkün olabilir. 2017 yılında bu yöntemi test eden Norveç menşeli bir firma karışık atıklar arasından fosforlu plastiklerin %98'ini %95 doğrulukla ayıkladıklarını açıkladı. Bu yöntemle ilgili önemli bir sorun üretilen plastiklerin hangi kriterlere göre etiketleneceği. İlk olarak polimer zincirindeki tekrar eden birimlere (monomerlere) göre etiketlemenin uygun olacağı düşünülebilir. Ancak aynı monomerden üretilen plastikler bazen birbirinden çok farklı özelliklere sahip olabiliyor. Çünkü plastiklerin özellikleri üretim süreçlerine ve kullanılan katkı maddelerine de bağlıdır. Aynı monomerleri içeriyor olsalar bile bir türdeki plastiği geri dönüştürüp başka türde bir plastiğin üretiminde kullanmak her zaman iyi sonuç vermeyebilir.

En Çok Plastik Taşıyan 20 Nehir, 2015

Dünya genelinde en çok plastik taşıyan nehirler, bu nehirlerin geçtiği ülkeler ve bir yıl içinde okyanuslara taşıdıkları plastik miktarları.



Plastiklerin geri dönüştürülmesi süreci genellikle şu şekilde ilerler: Önce atık plastikler mekanik olarak parçalanıp topraklar hâline getirilir. Daha sonra bu topraklar eritilip kalıplara dökülür. Malzemenin soğuyup katılaşmasıyla üretim tamamlanır.

En başarılı biçimde geri dönüştürülen plastiklerin başında içecek şişeleri gelir. Bu durumun ana nedeni tüm üreticilerin içecek şişelerinin üretiminde aynı malzemeyi, PET tü-

rü plastikleri, kullanmasıdır. Böylece hem atıkların ayıklanması hem de geri dönüştürülmesi kolaylaşır.

Geri dönüşüm süreciyle ilgili önemli bir sorun mekanik parçalanmaların malzemenin kalitesini düşürmesidir. Her geri dönüşümden sonra polimer zincirleri biraz daha kısalır. Ayrıca plastiğin yapısına arzu edilmeyen malzemeler karışır, saflığı düşer. Bu yüzden bir plastiğin kaç kez geri dönüştürülebileceğinin bir sınırı vardır. Günümüzde bu sınırın nasıl yukarı taşınabileceği üzerine araştırmalar yapılıyor.

Polimerlerin geri dönüştürülmesi için kimyaya dayalı çeşitli yöntemler de söz konusu. Örneğin geri dönüşüm sürecinde önce polimer zincirleri kimyasal olarak parçalanabilir. Daha sonra ortaya çıkan monomerler yeniden polimerleştirilerek yüksek kalitede plastiklerin üretiminde kullanılabilir.





Bu yöntem özellikle tekstil ürünlerindeki plastiklerin geri dönüştürülmesinde yararlı olabilir. Çünkü kumaşlardaki plastikler, genellikle mekanik süreçlerle ayrıştırılmayan başka malzemelerle bir arada kullanılır.

Mikroplastikler ise geri dönüştürülmesi en zor olan plastiklerdir. Çünkü bu ufak plastik parçalarını makro büyüklükteki atıklar arasından ayıklamak çok zordur. Konu üzerine çeşitli çalışmalar olsa da yakın bir gelecekte mikroplastiklerin verimli bir biçimde geri dönüştürülmeye başlanması pek olası gözüküyor.



Biyolojik Çözümler

2016 yılında Japon araştırmacılar Sakai'deki bir PET geri dönüşüm tesisinde çok önemli bir keşfe imza attılar. Tesisin civarından alınan çamurlu topraklarda daha önceleri bilinmeyen bir tür bakteri yaşıyordu. İlginç olan şey, *Ideonella sakaiensis* adı verilen bu bakterilerin PET türü plastiklerle beslenmesiydi. Bilimsel çalışmalar bakterilerin PETaz ve MHETaz adı verilen iki enzimi kullanarak plastikleri parçaladığını gösterdi. Üstelik ortaya çıkan son ürünler de çevreye zarsızdı.

Bakteriler tarafından parçalandığı bilinen tek plastik türü PET değil. Yakın zamanlarda bir grup Alman araştırmacı poliüretan içeren plastikleri parçalayan bir bakteri türü keşfetti. Nylon sentezinin yan ürünleriyle beslenen mikroorganizmaların var olduğuysa 1970'lerden beri biliniyor.

Plastikleri parçalayan bakteriler, plastik kirliliği sorununa biyolojik bir çözüm sunabilir. Günümüzde pek çok araştırmacı bu konu üzerine kafa yoruyor. Örneğin bir grup araştırmacı laboratuvar ortamında PETaz enziminin yapısına müdahale ederek süreci %20 oranında hızlandırmayı başardı. Aynı araştırma grubu yakın zamanlarda *Ideonella sakaiensis* türü bakterilerin PET'leri parçalamak için kullandığı iki enzimi kimyasal olarak birbirine bağlayarak bir süperenzim elde etti. Deneyler, süperenzimin PET'leri, doğal iki enzime kıyasla, üç kat daha hızlı parçaladığını gösterdi.

Söz konusu olan geri dönüşüm olduğunda PET'ler, özellikle de PET şişeler, zaten en başarılı biçimde geri dönüştürülen plastik türlerinden. Ancak verimli bir biçimde geri dönüştürülebilen PET şişelerin tüm PET'ler içindeki oranı sadece %30. PET'lerle beslenen bakteriler sayesinde bu oran çok daha yukarılara çekilebilir. Örneğin halı ve giysilerde kullanılan PET iplikçiklerin verimli bir biçimde geri dönüştürülmesinde bakteriler çok yararlı olabilir.

Gelecekte sadece PET'leri ve poliüretanlı plastikleri değil diğer plastik türlerini parçalayan bakteriler de keşfedilebilir. Hatta bu tür bakteriler tasarlanıp laboratuvar ortamında üretilebilir. Biyolojik yöntemler plastiklerin geri dönüşümünde giderek büyüyen bir rol oynamaya aday.

Plastik Kirliliğinin Geleceği

Plastik kirliliği giderek büyüme eğiliminde. Özellikle tek kullanımlık plastiklerin üretimindeki artış ve kullanat kültürü durumun daha da kötüleşmesine neden oluyor. Sorunun büyümesine neden olan bir diğer etken de atık plastiklerin ticaretinin yapılması! Plastik üretimini ucuza getirmeye çalışan bazı ülkeler, atık plastikleri ithal edip geri dönüştürme yoluna gidiyorlar. Ancak bu ülkelerin büyük çoğunluğunun atık yönetiminde çok da başarılı olmaması kirliliğin daha da artmasına neden oluyor.

Tahminlere göre, yıllık plastik üretimindeki ve atık miktarındaki artış bu şekilde büyümeye devam ederse 2050 yılına gelindiğinde kötü idare edilen plastik atık miktarı iki katına çıkacak. Okyanuslardaki plastik miktarının 2025 yılına gelindiğinde 2010'dakinin on katına çıkacağı tahmin ediliyor.

Günümüzde bazı ülkeler, yasaklar ya da vergiler yoluyla plastik tüketimini azaltmaya çalışıyor. Avrupa Birliği, tek kullanımlık plastikler ile ilgili bir yönerge çıkardı. 1992 yılında yürürlüğe giren ve bugüne kadar 186 ülkenin imza attığı, zararlı atıkların sınırlar arası hareketleriyle ilgili Basel Sözleşmesi'ne plastik atık ticareti ile ilgili maddeler eklendi. Bilim insanları ve çevre örgütleri soruna çözüm bulmak için çalışmaya devam ediyorlar. Ancak tüm bu çabalara rağmen



sorunun küresel ölçekte çözülmesini sağlayabilecek, gerçeklere dayalı, pratik ve ölçülü önlemler bulunabilmiş değil.

Plastik kirliliği sorunu için öne sürülen bazı çözümler, atıkların daha iyi idare edilmesine odaklanıyor ve atık toplama, işleme ve geri dönüştürme sistemlerine büyük yatırımlar yapılmasını gerektiriyor. Bazı çözümlerse var olan plastikleri tekrar tekrar kullanılarak ya da alternatif malzemelere yönelerek birincil plastik üretimini azaltmayı hedefliyor.

Winnie W. Y. Lau ve arkadaşları, bilgisayar benzetimleri yaparak plastik kirliliğinin geleceği hakkında tahminler yaptılar. Araştırmacıların *Science*'te yayımladıkları sonuçlara göre, bugün çeşitli ülkeler ve kuruluşlar tarafından verilen tüm taahhütler yerine getirilse bile 2040 yılına gelindiğinde, her şeyin olduğu gibi devam etmesi durumuna kıyasla, karalara ve denizlere karışan plastik kirliliği sadece %6 oranında azalacak. An-

cak büyük çapta sistemsel değişiklikler yaparak, güncel bilgi ve teknolojilerle bu oranı %78'e kadar çıkarmak mümkün olabilir. Uygulanabilecek sistemsel değişiklikler arasında şunlar var: kullanımdaki plastik miktarını azaltmak, plastikler yerine başka malzemeler kullanmak, öne sürülen geri dönüşüm yöntemlerini ve teknolojilerini kullanmaya başlamak, atık toplama kapasitesini artırmak, atıkları ayıklama ve geri dönüştürme kapasitesini artırmak, kimyasal dönüşüm kapasitesini artırmak, toplanan atıklardan çevreye sızıntı olmasını engellemek ve ticareti yapılan atık plastik miktarını azaltmak.

Öncelikle sistemsel değişiklikler yapılarak her yıl çevreye saçılan atık plastik miktarının azaltılmasının plastik kirliliği sorununun çözüleceği anlamına gelmediğinin altını çizmek gerek. Doğada kendiliğinden parçalanma süreleri çok uzun olduğu için, plastikler birikmeye ve çevreyi kirletmeye devam edecek. Hatta bugün okyanuslara karışan plastik miktarı sıfı-

ra inse bile, gelecek otuz yıl boyunca okyanuslardaki plastik çöplükleri büyümeye devam edecek. Benzer bir durum açık çöp toplama alanları için de geçerli. En iyi ihtimalle bile 2040'a kadar açık çöplüklerde 250 milyon ton plastik atık birikeceği ve bunların çevreyi tehdit etmeye devam edeceği tahmin ediliyor. Bugün atık plastiklerden kurtulmanın en yaygın yöntemlerinden biri yakıp yok etmek. Ancak plastikleri yakmanın kirliliği önlemek için bir yöntem olduğu söylenemez. Yakma sonucunda pek çok zararlı organik bileşik, sera gazı ve mikroplastik atmosfere karışıyor. Tahminlere göre 2040'a kadar en azından 1,2 trilyon ton plastik daha yakılarak yok edilecek.

Öte yandan, %78'lik azalmaya ulaşmak için gerekli sistemsel değişiklikleri yapabilmek için de pek çok zorluğun aşılması gerekiyor. Örneğin bugün, özellikle düşük ve orta gelirli ülkelerde, milyonlarca eve belediyeler tarafından çöp toplama hizmeti verilmiyor. Bu bölgelerde, geri dönüştürülen ya da yakılarak yok edilen plastikler, atık toplama işini kendine meslek edinmiş, bu işten para kazanan in-

sanlar tarafından toplanıyor. Bu gönüllüler, bugün dünya genelinde geri dönüştürülen plastiklerin yaklaşık %60'ını topluyorlar. Atık plastik toplama kapasitesini artırmak amacıyla gönüllü atık toplama işini daha kârlı hâle getirmenin yollarını aramak gerekebilir. Ayrıca sadece atık toplama, ayıklama ve güvenli depolama alanlarına yatırım yapılması yeterli değil; bu yatırımların, tüm dünya genelinde koordineli bir biçimde idare edilmesi de gerekli. Plastik kirliliğini azaltmak ve neredeyse sıfıra indirmek için iş dünyasının, çevre örgütlerinin, idari yönetimlerin ve tabii ki bireylerin bu amaca uygun davranışlar sergilemesine ihtiyaç var.

Sonuç

Plastik kirliliği giderek büyüyen bir çevre sorunu. Şu anki bilgilerimizle ve var olan teknolojilerle yakın gelecekte çözülmesi pek mümkün gözüküyor. Plastiklerin çevreye ve canlılara verdiği zararı azaltmak için daha verimli biçimde geri dönüşümü mümkün kılan teknolojilere, atık plastiklerin zararsız mad-

delere dönüşümünü sağlayan kimyasal ve biyolojik çözümlere ihtiyaç var. Plastiklerin yerine başka malzemeler kullanmak ya da belirli işlerde plastiklerin kullanımını yasaklamak, plastik kirliliğini azaltmanın en basit yöntemleri olabilir. Ancak bu tarz önlemler alırken plastiklerin sahip olduğu üstün özellikleri de unutmamak gerekiyor. Plastikler ucuz, hafif, dayanıklı ve çok çeşitli amaçlar için kullanılabilirler. Gıda güvenliğini sağlamakta, gıdaların bozulmasını önlemekte önemli işlevleri var. Plastiklerin yerine başka malzemeler kullanmak ya da plastiklerin kullanımını yasaklamak faydadan çok zarar da getirebilir. Bu yüzden yapılması gerekenlerin en başında insanların plastik atıklar konusunda daha duyarlı olması gerekiyor. Belki gelecekte plastikleri geri dönüştürmenin ya da çevreye zararsız hâle getirmenin kusursuz yöntemleri keşfedilebilir. Ancak bu yöntemlerin keşfedilmesinden daha da önemli olan şey, ne ölçüde kullanılacakları. Atıklar bilinçsizce etrafa saçılmaya devam edildikçe plastikler de çevreyi kirletmeye devam edecektir. ■

Kaynaklar

- Ritchie, H. ve Roser, M., "Plastic Pollution", *Our World in Data*, <https://ourworldindata.org/plastic-pollution>, 2018.
- Jambeck, J. R., ve ark., "Plastic waste inputs from land into the ocean", *Science*, Cilt 347, s. 768, 2015.
- Demming, A., "Plastic that doesn't cost Earth", *Physics World*, <https://physicsworld.com/a/plastic-that-doesnt-cost-the-earth/>, 2020.
- Knott, B. C., ve ark., "Characterization and engineering of a two-enzyme system for plastics depolymerization", *Proceedings of the National Academy of Sciences (USA)*, Cilt 117, s. 25476, 2020.
- Geyer R., ve ark., "Production use, and fate of all plastics ever made", *Science Advances*, Cilt 3, Makele No: e1700782, 2017.
- Lebreton, L., ve ark., "Evidence that the Great Pacific Garbage Patch is rapidly accumulating plastic", *Scientific Reports*, Cilt 8, Makale No: 4666, 2018.
- Lau, W. W. Y., ve ark., "Evaluating scenarios toward zero plastic pollution", *Science*, Cilt 369, s. 1455, 2020.
- Eriksen, M., ve ark., "Plastic Pollution in the World's Oceans", *PLOS ONE*, <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0111913>, 2014.
- Le Guern, C., "When The Mermaids Cry: The Great Plastic Tide", <https://plastic-pollution.org/>, 2020.



3 Boyutlu Yazıcıdan Hayvan Protezi

Çeşitli nedenlerle yaralanarak uzuvlarını kaybeden hayvanlara uygun protez üretmek hayli zor bir iş. Hayvanların cinsi, boyu, ağırlığı, vücut şekilleri birbirinden çok farklı olduğu için protezler her bir hayvan için özel olarak hazırlanmalı. Bu süreç de haftalar alabiliyor. 3 boyutlu yazıcılar ise hafif, dayanıklı ve her bir hayvana özel protezler üretme imkânı sunuyor. Son dönemde bu alanda çalışan girişimlerin sayısı artmaya başladı. Bionic Pets gibi firmaların amacı bu sürecin ucuz ve kolay bir şekilde yürütülebilmesini sağlamak. Zamanla ülkemizde de bu alanda farklı girişimlerin olacağını umut ediyoruz. Ancak protez üretmek için sıradan 3 boyutlu yazıcılar yetersiz kalıyor. Ayrıca üretilen protez hayvan için uygun değilse ona daha fazla acı verebiliyor hatta daha ağır sakatlıklara da neden olabiliyor. Bu nedenle profesyonellerin desteği olmadan bu alanda çalışılmasını tavsiye etmiyoruz.



<http://bit.ly/3b-protez>

Dijital Teknisyen

Matematikçi Clive Humby'nin 2006'da söylediği "yeni petrol veridir" cümlesi çağımızı tanımlayan ikonik bir söz olarak hafızalarda yer etti. Günümüzde ortalama herkes saniyede 1,7 MB veri üretiyor. Ancak bu verinin büyük çoğunluğu kirli, eksik ve sınıflandırılmamış olduğu için bilgisayarlarca işlenmeye uygun değil. Yapay zekâ sistemlerinin çalışması için sağlıklı ve büyük veriye erişim çok önemli. Ancak her konuda böyle veriye ulaşmak mümkün olmuyor. Bu yüzden makine öğrenmesi için az sayıda veri olduğunda "az atışlı öğrenme" (few-shot learning) tekniğinden faydalanılabiliyor. Az atışlı öğrenmede makinelerin tıpkı insanlar gibi birkaç örnekten yola çıkarak benzer nesneleri veya kavramları anlaması hedefleniyor.

Techsee adındaki firma bu yöntemi kullanarak geliştirdiği artırılmış gerçeklik uygulamasıyla bir teknolojik eşyanın arızasını tespit edip teknik personele rehberlik edebiliyor. Bunu yapmak için az atışlı öğrenmeyi kullanan sistemin birkaç bozuk ürünü görmesi yeterli oluyor. Dijital teknisyen,



Tespit: Sedan Spor Model
Konu: Hasar derecesi 3



hem profesyonel destek personelinin yönlendirmek hem de evde kullanılan elektronik eşyaların basit arızalarını tamir etmek isteyen kullanıcılara yardımcı olmak için kullanılabilir.

<https://bit.ly/dijitek>

Keşif Motoru

Arama motorları sizi aradığınız bir sözcükle ilgili bir web sitesine ulaştırmayı hedefliyor. Ancak son yıllarda keşif motoru kavramı da öne çıkmaya başladı. Keşif motoru, sizi aradığınız sözcüklerle ilgili sitelere yönlendirmek yerine, o konuyla ilgili bilgiyi size doğrudan sunmayı hedefliyor. Keşif motorlarında internetteki web sitelerinde sunulan bilgileri önceden analiz edip ilgilendiğiniz konuda bir web site-

sine gitmenize gerek kalmadan bilgi vermek amaçlanıyor. En büyük arama motoru Google, önümüzdeki 20 yıl içinde bir keşif motoruna dönüşmeyi hedefliyor. Bu çerçevede aramayla ilgili bilgiyi sonuç sayfasında sunan bilgi kutucukları kullanılmaya başlandı bile. Google arama sonuçlarının %97,6'sında çeşitli bilgi kutuları sunuyor. Bu nedenle de her geçen gün daha az insan sonuç sayfasındaki web sitelerine tıklıyor. İnternetteki devasa bilgi denizinde aradığınızı bulmanın ne kadar zor olduğu dikkate alındığında keşif motorları kullanıcılar için iyi haber. Öte yandan bu durum web sitesi sahiplerinin pek de hoşuna gitmiyor çünkü kullanıcı siteye uğramadan içeriklere ulaşabiliyor.

<http://bit.ly/kesf-et>



Dünyanın En Güçlü Rüzgâr Türbini

Son yıllarda tüm ülkeler yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelmiş durumda. Özellikle güneş ve rüzgâr enerjisinden faydalanan sistemler her geçen gün yaygınlaşıyor. Son 10 yılda rüzgâr enerjisine yapılan yatırım üç kat artış göstermiş. GE firması da bu kapsamda Haliade-X adını verdiği dünyanın en büyük rüzgâr türbinini üretti. 260 metre yüksekliğe, 220 metre rotor uzunluğuna sahip olan türbin tek dönüşle bir evin 2 günlük enerji ihtiyacını karşılayabiliyor. Bir türbin hâlihazırda Avrupa'daki 16.000 evin enerji ihtiyacını karşılıyor. %60-64'lük kapasite faktörüyle endüstri standartlarının çok üstünde bir verimlilikle çalışan Haliade-X yılda 74 GWh enerji üretebiliyor. Bu sayede 11.000 aracın bir yılda ürettiği CO₂



miktarına denk miktarda CO₂ salımını engelliyor. Büyük rüzgâr türbinleri farklı hava koşullarında küçüklere göre daha iyi performans gösteriyor. Haliade-X'in tanıtım videosunu izlemek için <https://youtu.be/ybh7NwZv7c8> adresini ziyaret edebilir ya da aşağıdaki kare kodu akıllı cihazınızdaki barkod okuyucuya okutabilirsiniz.

<http://invent.ge/3oFjCcX>



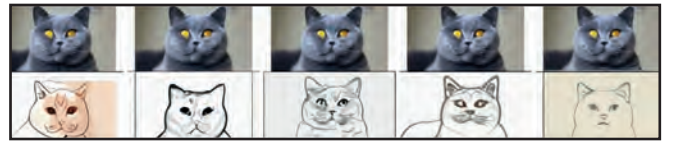
DALL-E Dijital Ressam

Daha önce GPT-3 adındaki yazar yapay zekâ programını üreten OpenAI, şimdi de tarifinize uygun resim yapabilen DALL-E adındaki yapay zekâ yazılımını geliştirdi. Görüntü işleme ve doğal dil işleme tekniklerini kullanan DALL-E adını Salvador Dali adındaki ünlü ressam ve WALL-E adındaki animasyon robottan almış. DALL-E gerçekçi resimler veya sanatsal çizimler üretebiliyor. Aşağıda DALL-E'nin verilen metinlere göre çizdiği resimlerden örnekler sunuyoruz. Bu örnekleri inceleyerek DALL-E'nin resim yeteneğinin ne derecede olduğuna siz karar verin.

DALL-E şimdilik biraz hatalı çalışsa da zaman içinde daha iyi sonuçlar ortaya çıkaracağı açık. Kim bilir belki de gelecekte DALL-E gibi bir programa senaryoyu verdiğiniz anda sizin için 2 saatlik bir film üretililecek.



Avokado şeklinde bir sandalye çiz.



Aynı kedinin üste fotoğrafı altta karakalem çizimi olsun.



Beşgen yeşil saat çiz.

openai.com/blog/dall-e

Dünya Daha Hızlı Dönüyor

Tarih boyunca insanlar bir günü Dünya'nın kendi etrafında dönüşünü tamamladığı 24 saat olarak kabul etti. Ancak atom saatlerinin icat edilmesiyle birlikte zamanı çok daha hassas bir şekilde ölçmek mümkün oldu. Yapılan ölçümlerde Dünya'nın kendi etrafındaki dönüş hızında çeşitli dalgalanmalar olduğu fark edildi. Bu nedenle zamanı doğru ölçmek için 1972 yılından bu yana bazı yıllar "artık saniye" uygulaması yapılıyor. Yani yılın son günü son saniyesine bir saniye daha ekleniyor. Böylece atomik saatle güneş saati arasındaki fark kapatılmış oluyor. Dünyanın dönüş hızındaki dalgalanma çok önceden hesaplanamadığı için o yıla saniye eklenip eklenmeyeceği ancak yıl bitimine altı ay kala netleşiyor.

Öte yandan nedeni tam olarak bilinmese de son yıllarda Dünya'nın kendi etrafındaki dönüş hızının arttığı tespit edildi. Hâl böyle olunca 2016'dan bu yana artık saniye uygulaması yapılmıyor. 19 Temmuz 2020 günü normalden 1,4602 milisaniye daha kısa sürerek kaydedilmiş en kısa gün olarak tarihe geçti. Günümüzde kullanılan birçok yazılım sistemi için milisaniyelik farklar ciddi sorunlar doğurabileceğinden bilgisayar bilimciler atom saati kullanımına geçilmesi taraftarı.



<http://bit.ly/dunya-hizi>

Flash İçin Yolun Sonu

Bir zamanlar internetteki pek çok sıra dışı içeriğin, oyunun hatta videonun kullanıcılara ulaşmasını sağlayan teknoloji olan Adobe Flash artık kullanım dışı. Hayatına 1996'da Macromedia Flash olarak başlayan program, bir tarayıcı eklentisi olarak interneti çok daha etkileşimli bir ortama dönüştürdü. 2005'te Adobe tarafından satın alınan ürün Youtube da dâhil olmak üzere birçok medya uygulamasının altyapısını oluşturuyordu. 2007'de Apple'ın iPhone'da Flash kullanmama kararından sonra popüla-

ritesini yitirmeye başlayan Flash, 2017'de resmen geliştirmeye kapandı. Geçtiğimiz günlerde tümüyle kullanım dışı bırakıldığı duyurulan Flash, neredeyse hiçbir web sitesi tarafından kullanılmıyor.



<http://bit.ly/flash-ordu>

İnsansız Hava Araçları Sivrisineklerden Kaynaklanan Hastalıklara Çözüm Olabilecek

Dr. Tuncay Baydemir [TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi

Vektör kaynaklı hastalıklar sivrisinek, kene ve pire gibi kanla beslenen böcekler tarafından insanlara ve hayvanlara bulaştırılabilen hastalıklardır. Dünya Sağlık Örgütü verilerine göre bu tür hastalıklar bulaşıcı hastalıkların %17'lik kısmını oluşturuyor ve her yıl bir milyondan fazla insanın ölümüne yol açıyor. Özellikle sivrisinekler ise sıtma, lenfatik filariasis, dang humması, sarı humma ve Zika gibi vektör kaynaklı hastalıkların yayılmasında başrolü oynuyorlar.

Böcek ilaçlarının canlılar ve ekosistemler üzerine olumsuz etkilerinin farkına varan pek çok ülke ya bu ilaçların kullanımını sınırlandırdı ya da ilaçları tamamen kullanımdan kaldırdı. Bu nedenle alternatif sivrisinek ve böcek kontrol yöntemleri üzerine araştırmalar yapılmaya başlandı. Son yıllarda çevreye zararlı kimyasallar salmadan zararlı böcek sayısını azaltmak ve kontrol altına almak için bazı kontrol yöntemleri kullanılabilir seviyeye getirildi. Bu yöntemlerden birisi de erkek sivrisineklerin kısırlaştırılması ve doğaya bırakılması ile uygulanan böcek doğum kontrol tekniğidir. Vektör kaynaklı hastalıkların görülme sıklığını azaltmak için çok miktarda kısırlaştırılmış böceğin hastalıktan etkilenen bölgelere sürekli olarak salınması gerekiyor. Bu

nedenle işlemin çok geniş bölgelerde daha uygun maliyetli bir şekilde gerçekleştirilmesi büyük önem kazanıyor.

Montpellier Üniversitesinden Jeremy Bouyer önderliğinde Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü, Uluslararası Atom Enerjisi Ajansı Zararlı Böcek Kontrol Laboratuvarı, WeRobotics ve Biofabrica Moscamed Brasil'den araştırmacılar *Science Robotics* dergisinde yayımladıkları makale ile insansız hava aracı (İHA) kullanılarak vektör hastalıklara yol açan sivrisinek popülasyonlarını azaltmak için yenilikçi bir sistem geliştirdiklerini açıkladılar.

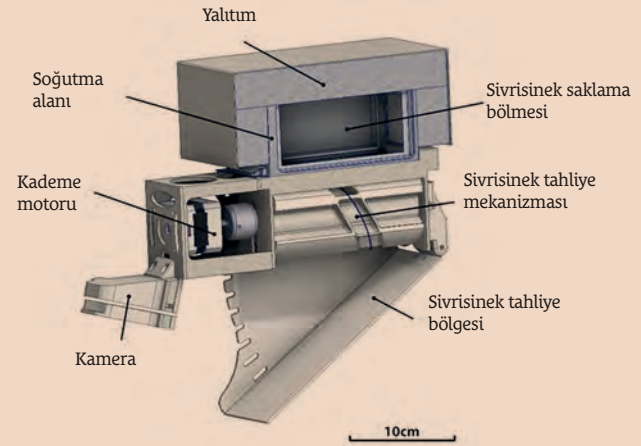




Bouyer ve arkadaşları tarafından gerçekleştirilen çalışmanın ana hedefi toplu olarak üretilen, sınıflandırılan ve düşük radyasyonla kısırlaştırılan erkek sivrisineklerin hayatta kalma ve yayılmalarını belirlenen bir bölge üzerinde incelemektir. Geliştirdikleri İHA tabanlı salım sistemi sayesinde 8-12°C aralığında soğutulmuş metal bölme içerisinde taşınan 50.000 kadar kısırlaştırılmış erkek sivrisinek havaya sistematik bir şekilde bırakılabiliyor. Tamamen otomatik olan sistemle İHA'nın konum ve hızına bağlı olarak dakikada bırakılacak sivrisinek sayısı kontrol edilebiliyor ve tüm bu işlemler oldukça düşük maliyetlerle gerçekleştirilebiliyor. Ayrıca ileri mühendislik tasarımı düzenek sivrisineklerin kırılğan bacakları ve hassas kanatlarına zarar vermeden salım işlemini gerçekleştirebiliyor.

Araştırmacılar vektör kaynaklı hastalıkları yayabilen *Aedes aegypti* sivrisinek türü üzerinde Brezilya'da gerçekleştirdikleri uygulamalar sonucunda salınan kısır erkek sivrisineklerin kendi türlerinin yabancı erkeklerle rekabet edebildiğini, ortaya çıkan yumurtaların olgunlaşmadığını ve böylece bölgesel sivrisinek popülasyonunun azaldığını gösterdiler. Yöntem sivrisinek türleri başta olmak üzere diğer böcekler üzerinde de uygulanabilir ve vektör kaynaklı hastalıkların azaltılmasına yardımcı olabilir.

Şimdilik araştırmada kullanılan İHA yaklaşık 12 kg ağırlığına sahip. Geliştirilmesi planlanan yeni prototipinse 900 gr ağırlıkta ve 30.000 sivrisineği taşıyabilecek kapasitede olması düşünülüyor. Geniş alanlardaki uygulama maliyetlerini önemli ölçüde azaltması beklenen sistemin ulaşılması zor alanlara da kolaylıkla erişebilir olması önemli avantajları arasında gösteriliyor. İleride haznelere yerleştirilen sivrisineklerin radyasyona maruz bırakılması işleminin de İHA içerisinde gerçekleştirilmesi düşünülüyor. Ayrıca bu yöntem vektör kaynaklı hastalıklara sebep olan tüm böcekler üzerinde kullanıma potansiyeli de taşıyor. ■



Sivrisinek salım sisteminin yandan kesit görüntüsü



İHA'ya takılı sivrisinek salım sistemi

Kaynak

Bouyer, J. Ve ark., "Field performance of sterile male mosquitoes released from an uncrewed aerial vehicle", *Science Robotics*, 5, eaba6251, 2020.

Nobel Kimya Ödülü 2020

Yaşamın Kodunu Yeniden Yazmaya Yarayan Bir Araç: Genetik Makas



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

Emmanuelle Charpentier ve Jennifer Doudna gen teknolojisinin en güçlü araçlarından birini, yani CRISPR/Cas9 genetik makasını keşfetmelerinden ötürü 2020 Nobel Kimya Ödülü'ne layık görüldüler. Araştırmacılar bu aracı hayvanların, bitkilerin ve mikroorganizmaların DNA'sında aşırı derecede yüksek bir

hassasiyetle değişiklikler yapmak için kullanabiliyor. Bu teknoloji moleküler yaşam bilimlerinde bir dönüşüme yol açtı, bitki ıslahına yönelik yeni imkânlar ortaya koydu; yenilikçi kanser tedavilerine katkı sağlamaya devam ediyor ve kalıtsal hastalıkları tedavi etme hayallerini gerçeğe dönüştürme potansiyeli taşıyor.



Emmanuelle Charpentier

1968'de Fransa'nın Juvisy-sur-Orge kentinde doğan Emmanuelle Charpentier, Paris'teki Pierre ve Marie Curie Üniversitesinde (bugün Sorbonne Üniversitesi Temel Bilimler Fakültesi) biyokimya, mikrobiyoloji ve genetik okudu. Doktora derecesini Paris'teki Pasteur Enstitüsünden aldı. 2015'ten itibaren Almanya'nın başkenti Berlin'deki Max Planck Enfeksiyon Biyolojisi Enstitüsünde yöneticilik yapan Charpentier 2018'de yine Berlin'de hâlen yöneticiliğini yürüttüğü Max Planck Patojen Bilimleri Birimini kurdu.



Jennifer Doudna

1964'te Washington DC'de (ABD) doğdu. Biyokimya alanındaki lisans derecesini 1985'te Kaliforniya, Claremont'taki Pomona College'dan; Biyolojik Kimya ve Moleküler Farmakoloji dalındaki doktorasını ise 1989'da Harvard Tıp Okulundan (ABD) aldı. University of California, Berkeley'de profesör ve Howard Huges Tıp Enstitüsünde araştırmacı olarak görev yapıyor.



Bilimin en çekici yönlerinden biri önceden kestirilemez oluşudur. Bir fikrin ya da sorunun sizi nerelere götürebileceğini asla önceden bilemezsiniz. Meraklı bir zihin bazen bir çıkmaz sokağa sapar, bazen çıkış yolunu bulmanın yıllar süreceği zorluklarla dolu bir labirente girer, bazen de muazzam olasılıklar barındıran bir ufka bakan ilk kişinin kendisi olduğunu bir anda fark eder.

İşte CRISPR-Cas9 adı verilen gen değiştirme aracının keşfi de umulmadık bir anda gerçekleşti. Emmanuelle Charpentier ve Jennifer Doudna, *Streptococcus* cinsi bir bakterinin bağışıklık sistemini incelemeye başladı. Bu çalışmalarıyla yeni bir antibiyotik türü geliştirebileceklerini düşünüyorlardı. Ancak onun yerine genetik materyalde hassas kesimler yaparak yaşamın kodunu kolayca değiştirme imkânı sunan moleküler bir araç keşfettiler.

Herkesi Etkileyen Güçlü Bir Araç

Keşfedilmesinden sadece sekiz yıl sonra bu genetik makas yaşam bilimlerini yeniden şekillendirdi. Biyokimyacılar ve hücre biyologları şimdi farklı genlerin işlevlerini ve hastalıkların gelişmesindeki olası rollerini kolayca inceleyebiliyor. Bitki ıslahı alanında araştırmacılar bitkilere, ısınan iklim koşullarında kuraklığa dayanabilme

gibi spesifik özellikler kazandırabiliyor. Tıp alanında bu gen değiştirme aracı yeni kanser tedavilerine ve ilk kez kalıtsal hastalıkları tedavi etmeye yönelik denemelerin yapıldığı araştırmalara katkı sağlıyor.

CRISPR-Cas9'un nasıl kullanılabileceğine ilişkin, aralarında etiğe uygun olmayan uygulamaların da olduğu neredeyse sonsuz sayıda örnek verilebilir. Tüm güçlü teknolojilerde olduğu gibi genetik makasın kullanımı konusunda da düzenlemeler yapılması gerekiyor. Fakat bu konuya daha sonra döneceğiz.

Şimdi bu hikâyenin en başına gidelim. Ne Emmanuelle Charpentier ne de Jennifer Doudna 2011'de Porto Riko'da bir kafedeki ilk buluşmalarının hayatlarının akışını değiştirecek bir karşılaşma olduğunun farkındaydı. Önce ikili arasındaki işbirliğini öneren taraf olan Charpentier'den söz edeceğiz.

Araştırmacılar genetik makası kullanarak hemen hemen bütün canlı varlıkların genomunda değişiklik yapabiliyor.



Charpentier Patojen Bakterilere Kendini Kaptırmıştı

Bazıları Charpentier’yi azimli, dikkatli ve titiz biri olarak niteliyor. Bazıları da onun hep beklenmedik şeylerin peşinde koşan biri olduğunu söylüyor. Kendisine sorulduğunda ise Louis Pasteur’e gönderme yapıyor: “Şans yalnızca hazır olan zihinlere güler”. Yeni keşifler yapma dürtüsü ile özgür ve bağımsız olma tutkusu Charpentier’ye bu yolda rehberlik etti. Charpentier Paris’teki Pasteur Enstitüsündeki doktora çalışmaları da dâhil olmak üzere kariyeri boyunca beş farklı ülkede, yedi farklı şehirde yaşadı ve on farklı araştırma kuruluşunda çalıştı.

Bulunduğu ortam ve yaklaşımları zaman içinde değişse de araştırmalarının çoğunluğu ortak bir paydaya sahipti: patojen bakteriler. Neden bu kadar saldırganlar? Antibiyotiklere karşı nasıl direnç kazanıyorlar? Ve onları durdurmak için yeni tedaviler bulmak mümkün mü?

Emmanuelle Charpentier 2002’de Viyana Üniversitesinde kendi araştırma grubunu kurduğunda insanlığa en çok zarar veren bakterilerden birine, *Streptococcus pyogenes*’e odaklandı. Bu bakteri her yıl milyonlarca insana bulaşıp genellikle tonsilit (bademcik iltihabı) ve impetigo (bir çeşit deri enfeksiyonu) gibi kolayca tedavi edilebilen enfeksiyonlara neden olur. Fakat aynı bakteri hayati tehlike oluşturan sepsise ve vücuttaki yumuşak dokuların parçalanmasına da neden olabilir. Hatta bu ikinci etkisinden dolayı “et yiyici” lakabını da taşır.

Charpentier *S. pyogenes*’i daha iyi anlayabilmek için bu bakterinin genlerinin nasıl düzenlendiğini derinlemesine araştırmaya başladı. Bu karar genetik makasın keşfine giden yoldaki ilk basamaktı -fakat bu yolda daha fazla ilerlemeden önce biraz da Jennifer Doudna’yı anlatacağız.

Polisiye Hikâyeleri Andıran Bir Bilim Öyküsü

Hawaii’de büyüyen bir çocuk olan Jennifer Doudna’da hep bir şeyleri bilme isteği vardı. Bir gün babası yatağına James Watson’ın *The Double Helix (İkili Sarmal)* kitabını bıraktı. James Watson ve Francis Crick’in DNA’nın yapısını nasıl çözdüğünü konu alan ve âdeta polisiye tarzda yazılmış bu kitap Doudna’nın okuldaki ders kitaplarında okuduğu hiçbir şeye benzemiyordu. Bilimsel araştırmanın işleyişi onu büyülemişti ve bilimin sadece birtakım gerçeklerden ibaret olmadığını anladı. Ancak bilimsel gizemleri çözmeye başladığında dikkatini DNA’ya değil onun moleküler kardeşi olan RNA’ya yöneltti.

Şimdi Doudna’nın ana hikâyeye dâhil olduğu 2006 yılına gidiyoruz. O tarihlerde Doudna University of California, Berkeley’de bir araştırma grubuna liderlik ediyordu ve RNA’yla ilgili çalışmalarda yirmi yıllık deneyime sahipti. Çığır açıcı projeler bulma konusunda güçlü sezgilere sahip başarılı bir araştırmacı olarak bilinen Doudna yakın zamanda heyecan verici yeni bir alana el atmıştı: RNA girişimi. RNA girişimi birtakım RNA molekülleri vasıtasıyla genlerin anlatımının (gendeki kalıtsal bilgiye dayanılarak protein üretilmesi sürecinin) engellendiği bir gen etkinliği düzenleme mekanizmasıdır. Araştırmacılar uzun yıllar boyunca RNA’nın temel işlevini anladıklarını düşünüyorlardı fakat sonra bir anda hücrelerdeki gen etkinliğini düzenleyen bir sürü küçük RNA molekülü bulunduğunu keşfettiler.

Jennifer Doudna’nın 2006’da RNA girişimine merak salması, o sıralarda başka bir bölümde çalışan bir arkadaşının onu telefonla aramasına vesile oldu.

Bakteriler Kadim Bir Başıklık Sistemine Sahip

Doudna'nın mikrobiyolog olan bir çalışma arkadaşı ona yeni bir keşiften söz etti: Araştırmacılar birbirinden çok farklı bakterilerin ve arkelerin (bakteri olmayan prokaryot mikroorganizmalar) genetik materyallerini karşılaştırdıklarında hepsinde şaşırtıcı biçimde iyi korunmuş olan tekrarlı DNA dizilerine rastlamışlardı. Aynı kod defalarca tekrar ediyor ancak bu tekrarların arasında farklı özgün diziler bulunuyordu (Şekil 1). Bu, bir kitapta yer alan özgün cümlelerin arasında aynı kelimenin sürekli tekrarlanmasına benzetilebilir.

Bu tekrarlanan dizi sıraları, "düzenli aralıklarla bölünmüş kısa palindromik tekrar kümeleri" (CRISPR: clustered regularly interspaced short palindromic repeats) şeklinde tanımlandı. İlginç olan bir nokta CRISPR'lerdeki özgün, tekrarsız dizilerin çeşitli virüslerin genetik koduyla uyum göstermesiydi, bu yüzden de mevcut görüş bunun bakterileri ve arkeleri virüslerden koruyan kadim başıklık sisteminin bir parçası olduğu yönündeydi. Bir virüs enfeksiyonunu atlatabilen bir bakterinin virüsün genetik kodunun bir kısmını bir çeşit başıklık hafızası oluşturmak üzere genomuna eklediği düşünülüyordu.

Doudna'nın arkadaşı, tüm bu mekanizmanın nasıl çalıştığını henüz kimsenin bilmediğini ancak bir bakterinin bir virüsü etkisiz hâle getirmek için kullandığı mekanizmanın Doudna'nın ilgi alanı olan RNA girişimine benzetildiğini de söyledi.

RNA girişimi (RNAi) çift zincirli RNA moleküllerinin müdahil olduğu bir gen etkinliği düzenleme mekanizması. Şekildekine benzer çift zincirli RNA molekülleri belirli genlerin etkinliğinin bloke edilmesinde görev alabilir.

Doudna Karmaşık Bir Düzenegİ Çözümlüyor

Bu haber hem dikkate değer hem de heyecan vericiydi. Eğer bakterilerin kadim bir başıklık sistemine sahip olduğu doğruysa bu çok önemli bir bulguydu. Jennifer Doudna'nın güçlü merak duygusu devreye girdi ve CRISPR sistemi hakkında derin araştırmalara başladı.

Araştırmaya başlayınca bu konuda çalışan başka bilim insanlarının CRISPR dizilerinden ayrı bir de CRISPR-associated (CRISPR-ilintili, kısaca "Cas") adını verdikleri özel genler keşfettiklerini fark etti. Doudna'nın ilginç bulduğu şey bu genlerin, DNA molekülünün (sarmallar biçiminde paketlenmiş hâlden) çözülmesinden ve kesilmesinden sorumlu olan ve hâlihazırda bilinen proteinleri kodlayan genlere çok benzemesiydi. O hâlde Cas proteinleri de aynı işleve sahip miydi? Virüslerin DNA'sını kesebilirler miydi?

Doudna grubunu işe koştı ve birkaç yıl sonra birkaç farklı Cas proteininin işlevini ortaya çıkarmayı başardılar. Bu süreçte başka



üniversitelerdeki birkaç araştırma grubu da yeni keşfedilen CRISPR/Cas sistemi üzerinde çalışıyordu. Bu araştırmalarda elde edilen bulgular bakterilerin bağışıklık sisteminin çok farklı biçimlerde işlediğini gösterdi. Doudna'nın üzerinde çalıştığı CRISPR/Cas sistemi 1. sınıfa dâhildir; bu sistem bir virüsü etkisiz hâle getirmek için çok sayıda farklı Cas proteinine ihtiyaç duyan karmaşık bir düzendir. 2. sınıfa giren sistemler ise daha az proteine ihtiyaç duyduklarından daha basit sistemlerdir.

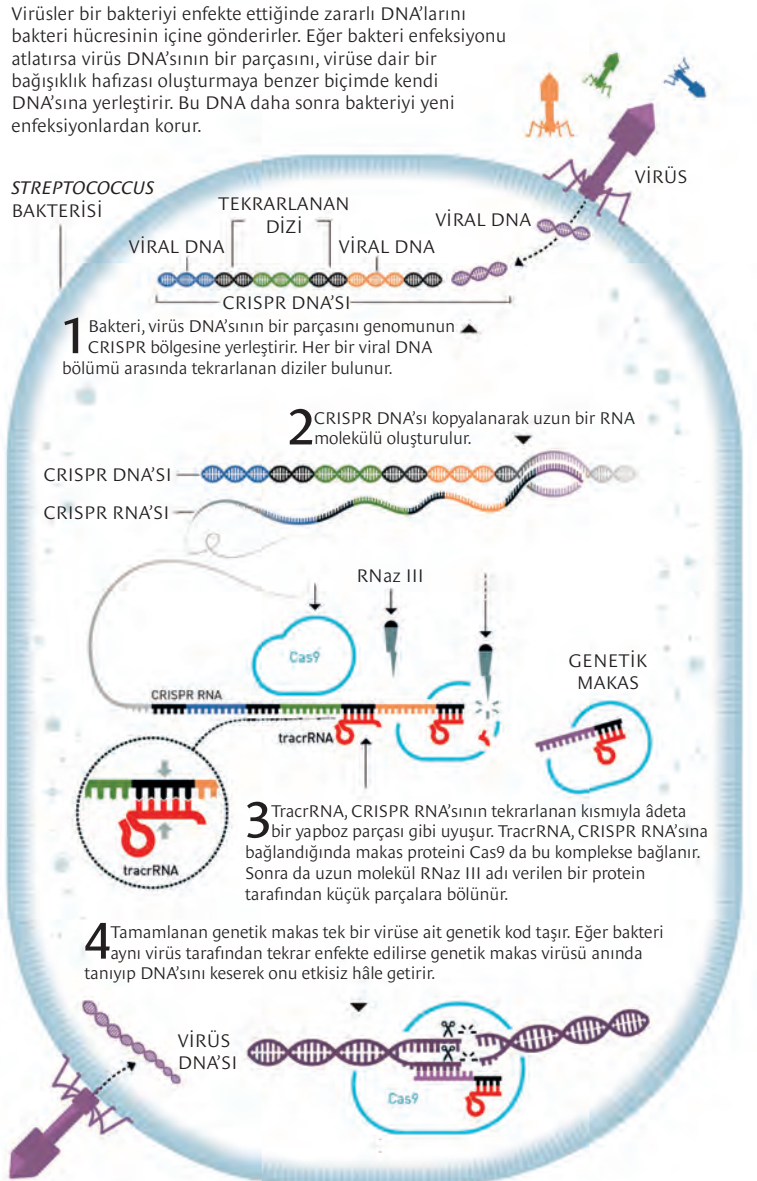
Bu çalışmalar devam ederken dünyanın başka bir yerinde Emmanuelle Charpentier de benzer bir sistemle karşılaştı. Şimdi ona geri dönelim.

CRISPR Sistemi Bulmacasının Bilinmeyen Yeni Bir Parçası

Kendisinden bahsetmeye ara verdiğimiz noktada Viyana'da yaşayan Charpentier, 2009'da İsveç'in kuzeyinde bulunan Umeå Üniversitesinde iyi araştırma olanaklarına sahip bir pozisyona geçti. Onu dünyanın en ücra yerlerinden birine taşındığı konusunda uyarılar olsa da uzun ve karanlık kış mevsimi ona çalışmak için çokça sessizlik ve huzur sağladı. Ki buna ihtiyacı da vardı. Genleri düzenleyen küçük RNA molekülleriyle ilgileniyordu ve Berlin'den araştırmacılarla birlikte çalışarak *S. pyogenes*'te bulunan küçük RNA'ları belirlemişti. Sonuçlar üzerinde hayli düşünmesi gerekiyordu. Zira bu bakteride çok miktarda bulunan küçük RNA molekülleri henüz bilinmeyen bir türdü ve bu RNA'nın genetik kodu bakterinin genomundaki tuhaf CRISPR dizisine çok yakındı.

Bu ikisi arasındaki benzerlikler Charpentier'yi bunların birbiriyle bağlantılı olduğunu düşünmeye sevk etti. Bunların genetik kodlarının dikkatlice analizi bilinmeyen küçük RNA molekülünün bir kısmının CRISPR'nin tekrarlanan kısmıyla uyuştuğunu ortaya koydu. Bu, birbirine tam oturan iki yapboz parçası bulmak gibiydi (Şekil 1).

Şekil 1 *Streptococcus*'un Doğal Bağışıklık Sistemi Virüslere Karşı: CRISPR/Cas9



Charpentier daha önce CRISPR ile hiç çalışmamıştı fakat lideri olduğu araştırma grubuyla birlikte *S. pyogenes*'teki CRISPR sistemini ayrıntılarıyla tanımlamak üzere bir çeşit kapsamlı mikrobiyolojik dedektiflik işine girişti. 2. sınıfa dâhil olan bu sistemin virüs DNA'sını kesmek için Cas9 adlı tek bir Cas proteinine ihtiyaç duyduğu önceden biliniyordu. Charpentier trans-activating crispr RNA (tracrRNA) adı verilen bilinmeyen RNA molekülünün aynı zamanda belirleyici bir işlevi de olduğunu gösterdi, bu molekül genomdaki CRISPR dizisinden elde edilen uzun RNA molekülünün olgunlaşarak etkin biçimine dönüşmesi için gerekiyordu (Şekil 1).

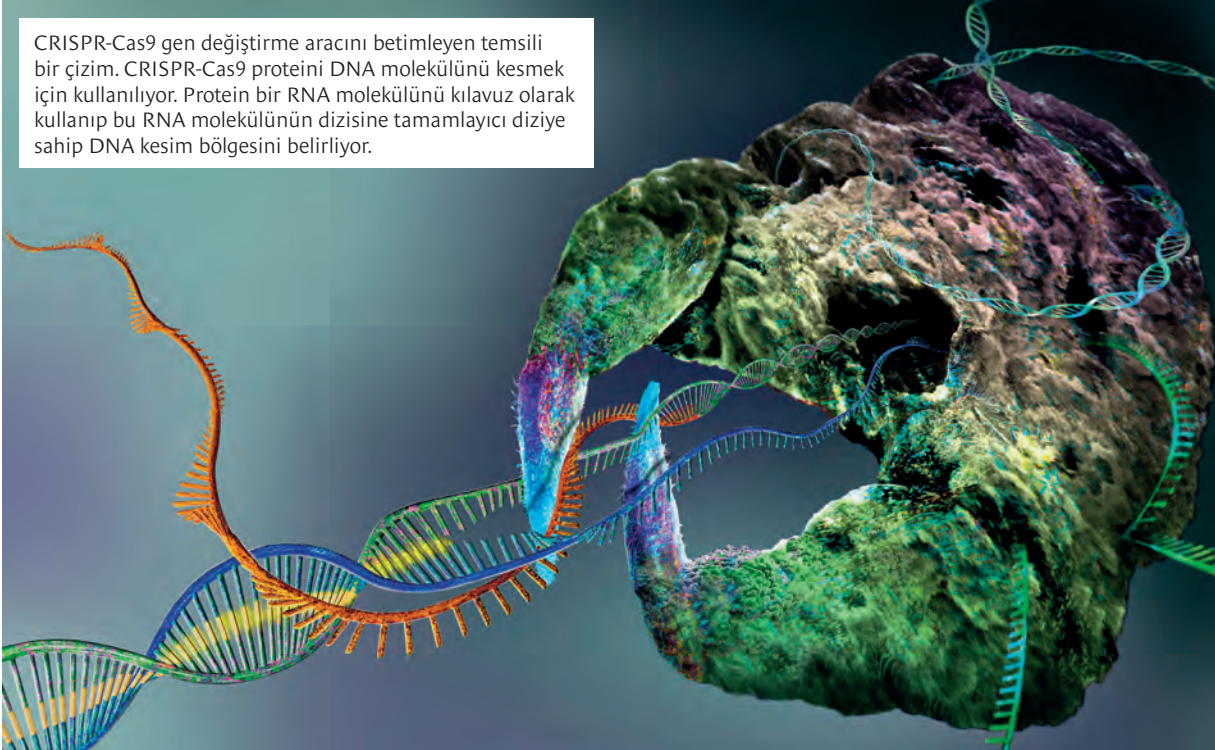
Yoğun ve hedefli bir deneysel sürecin ardından Emmanuelle Charpentier tracrRNA'nın keşfini 2011 Mart'ında yayımladı. Çok heyecan verici bir şeyin arifesinde olduğunun farkındaydı. Mikrobiyolojide

uzun yılların tecrübesine sahipti ve CRISPR-Cas9 sistemi üzerinde devam edeceği araştırmalarında bir biyokimyacı ile birlikte çalışmak istiyordu. Jennifer Doudna bu iş için düşündüğü adaydı. Bu yüzden o ilkbaharda Porto Riko'da davetli konuşmacı olarak katılacağı konferansa giderken bu yetenekli araştırmacı ile tanışmayı kafasına koymuştu.

Porto Rico'daki Bir Kafede Buluşma Yaşamlarının Akışını Değiştiriyor

İkili konferansın ikinci gününde tesadüfen bir kafede karşılaştı. Doudna'nın bir iş arkadaşı onları birbirlerine takdim etti. Ertesi gün Charpentier Doudna'ya şehrin eski mahallelerini birlikte gezmeyi teklif etti. Parke

CRISPR-Cas9 gen değiştirme aracını betimleyen temsili bir çizim. CRISPR-Cas9 proteini DNA molekülünü kesmek için kullanılıyor. Protein bir RNA molekülünün kılavuz olarak kullanıp bu RNA molekülünün dizisine tamamlayıcı diziye sahip DNA kesim bölgesini belirliyor.



taşlı sokaklarda yürürken araştırmaları hakkında konuşmaya başladılar. Charpentier, Doudna'nın bir iş birliğiyle ilgilenip ilgilenmeyeceğini merak ediyordu -acaba Cas9'un *S. pyogenes*'in basit 2. sınıf sistemindeki işleviyle ilgili araştırmalara katılmak isteyecek miydi?

Birlikte epey beyin fırtınası ve çok sayıda başarısız deney yaptıktan sonra iki araştırmacı nihayet tracrRNA'yı testlerine dâhil ettiler. Daha önce tracrRNA'nın sadece CRISPR-RNA kesilerek etkin biçimine dönüştüğünde gerekli olduğunu düşünüyorlardı (Şekil 1) ancak Cas9 tracrRNA'ya erişim sağladığı anda herkesin olmasını hayal ettiği şey bir anda gerçekleşti: DNA molekülü kesilerek ikiye bölündü.

Bu gerçekten sıra dışı bir olaydı. Streptokokların virüslerden korunma şekli basit, etkili, hatta muhteşemdi. Genetik makasın tarihçesi burada son bulabilirdi; Charpentier ve Doudna insanlığa çok çile çektiren bir bakterideki temel bir mekanizmayı aydınlatmıştı. Bu tek başına bile muhteşem bir keşifti. Ancak Pasteur'ün dediği gibi, "Şans yalnızca hazır olan zihinlere güler"di.

Çığır Açan Bir Deney

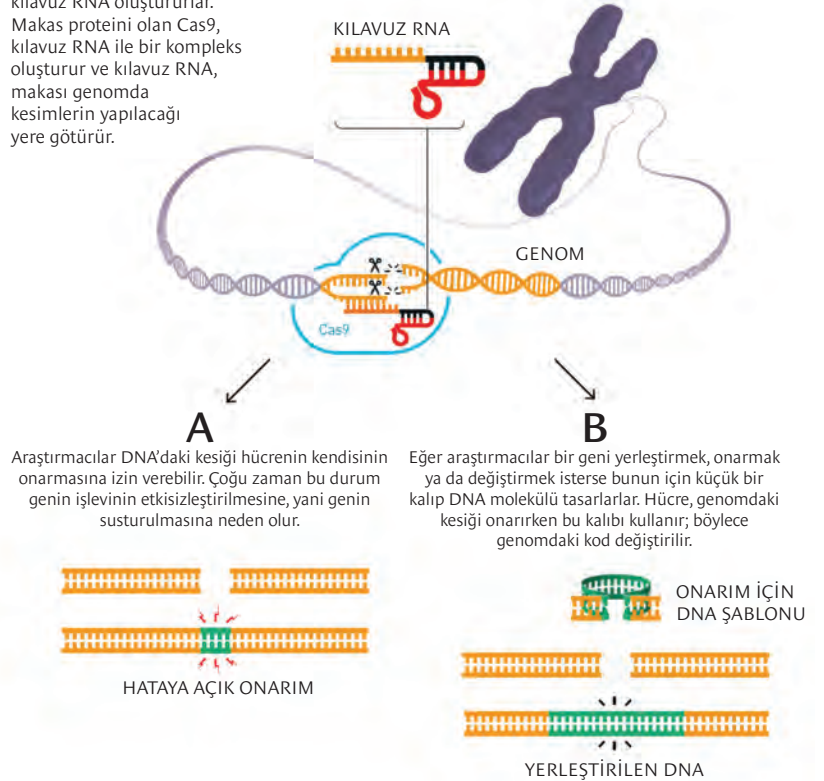
İkili genetik makası basitleştirmeye karar verdi. TracrRNA ve CRISPR-RNA hakkındaki yeni bilgilerini kullanarak bu ikisini kılavuz RNA adını verdikleri tek bir molekülde birleştirmenin bir yolunu buldular. Sonra da genetik makasın bu basitleştirilmiş versiyonuyla çığır açıcı

bir deneye giriştiler: bu genetik aracı DNA'yı kendi belirleyecekleri bir konumdan kesmelerini sağlayacak biçimde kontrol edip edemeyeceklerini araştırmaya koyuldular.

Bu noktada artık iki araştırmacı da büyük bir buluşa yakın olduklarının farkındaydı. Doudna'nın laboratuvarındaki derin dondurucuda bulunan bir geni alıp genin kesileceği beş farklı konum seçtiler. Sonra da makasın CRISPR kısmının kodunu, DNA'da kesimlerin yapılacağı konumların koduyla uyuşacak biçimde değiştirdiler (Şekil 2). Sonuç inanılmazdı. DNA molekülü tam da istedikleri konumlardan kesilmişti.

Şekil 2 CRISPR/Cas9 Genetik Makası

Araştırmacılar bir genomu genetik makası kullanarak değiştirecekleri zaman yapay yollarla, DNA kodunda kesimlerin yapılacağı kısımların koduna uyumlu bir kılavuz RNA oluştururlar. Makas proteinini olan Cas9, kılavuz RNA ile bir kompleks oluşturur ve kılavuz RNA, makası genomda kesimlerin yapılacağı yere götürür.



Genetik Makas Yaşam Bilimlerini Dönüştürüyor

Emmanuelle Charpentier ve Jennifer Doudna CRISPR/Cas9 makasını keşfettiklerini 2012’de yayımladıktan kısa bir süre sonra birkaç araştırma grubu bu aracın fareden ve insandan alınan hücrelerde genom değişikliği yapmak için kullanılabildiğini gösterdi ve bu haber bilim gündemine bomba gibi düştü. Daha önce bir hücredeki, bitkideki ya da başka bir organizmadaki genleri değiştirmek çok zaman alan bir işti, bazen de imkânsızdı. Oysa genetik makası kullanarak araştırmacılar -prensipte- istedikleri genomda kesikler oluşturabiliyor. Sonrasında ise hücrenin doğal DNA onarım sistemlerini kullanarak yaşamın kodunu yeniden yazmak zor olmuyor (Şekil 2).

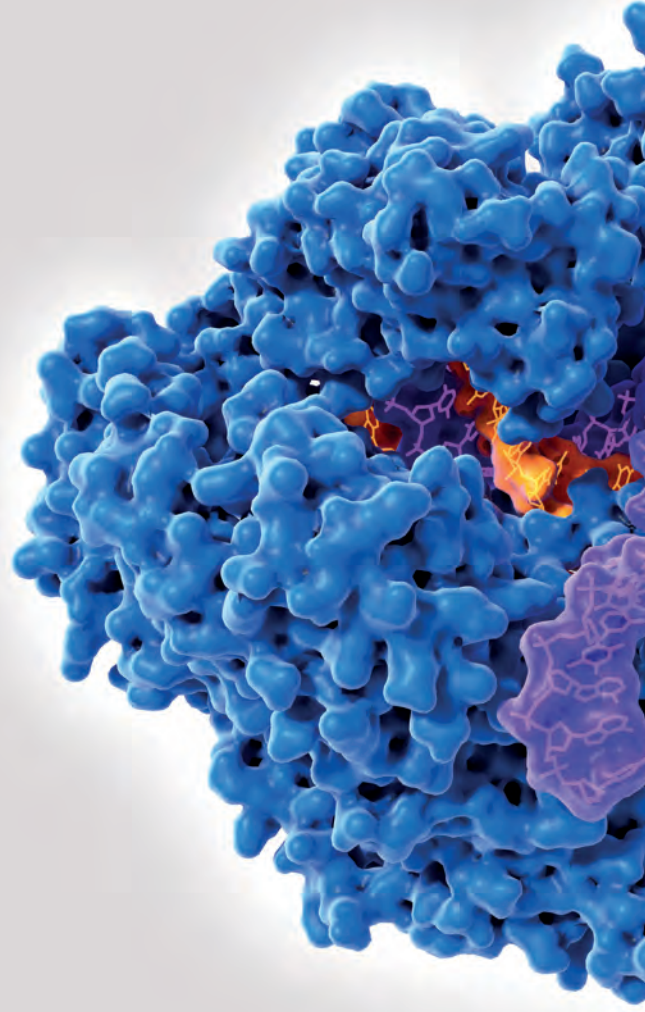
Kullanım kolaylığından dolayı günümüzde bu aracın temel araştırmalarda kullanımı hayli yaygın. Genetik makas farklı genlerin, örneğin bir hastalık sürecinde nasıl işlediğini ve etkileştiğini anlamak amacıyla hücrelerin ve laboratuvar hayvanlarının DNA’sını değiştirmekte de kullanılıyor.

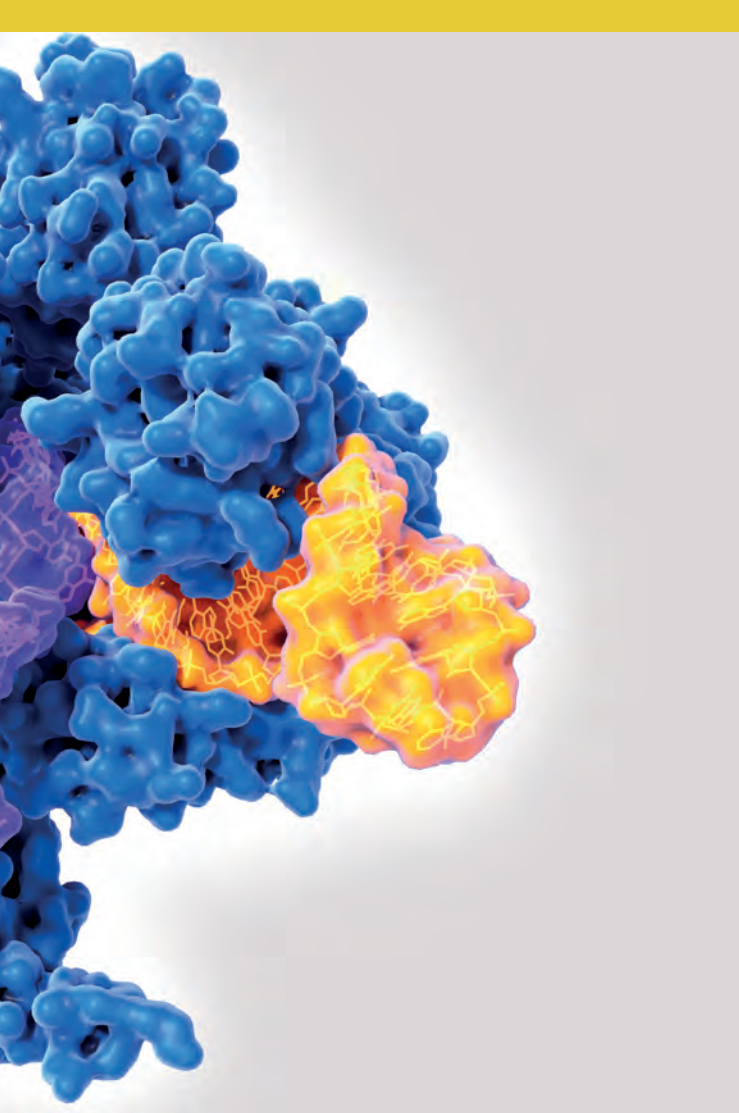
Genetik makas bitki ıslahında da standart bir araç hâline geldi. Araştırmacılar bitki genomlarında değişiklik yapmak için daha önce sıklıkla antibiyotik direnci genlerinin de eklenmesini gerektiren yöntemler kullanıyordu. Bu şekilde geliştirilen tarım ürünleri hasat edilince de antibiyotik direncinin çevredeki mikroorganizmalara yayılma riski bulunuyordu. Genetik makas sayesinde araştırmacılar bu eski yöntemleri kullanmak zorunda kalmadan genom üzerinde çok hassas değişiklikler yapabiliyor. Çok sayıdaki örnekten birinde, pirincin topraktan ağır metalleri absorbe

etmesine neden olan genler üzerinde değişiklik yapılarak daha düşük düzeylerde kadmiyum ve arsenik içeren pirinç elde edildi. Araştırmacılar ayrıca daha sıcak bir iklimde kuraklığa karşı daha fazla dayanıklılık gösterecek ve öteki türlü ancak pestisit kullanımıyla baş edilebilecek böceklerle ve tarım zararlılarına direnç gösterecek tarım ürünleri de geliştirdi.

Kalıtsal Hastalıklar Tedavi Edilebilir

Genetik makas tıp alanında kansere yönelik yeni immünoterapilerin geliştirilmesine katkı sağlıyor. Genetik makası kullanarak bir rüyayı gerçekleştirmeye, kalıtsal hastalıkları tedavi etmeye yönelik denemeler de yolda. Araştırmacılar





Genetik Makasın Potansiyel Gücü Hukuksal Düzenleme Gerektiliyor

Tüm faydaları bir yana, genetik makasın kötüye kullanılma ihtimali de var. Örneğin bu teknoloji genetik olarak değiştirilmiş embriyolar oluşturmakta kullanılabilir. Ancak uzun yıllardır, insan genomunda kalıtsal olarak aktarılabilecek değişiklikler yapılmasına yönelik yasaklamalar da dâhil olmak üzere, genetik mühendisliğin uygulamalarını kontrol eden yasalar ve düzenlemeler bulunuyor. Ayrıca insanların ve hayvanların müdâhil olduğu deneylerin her zaman gerçekleştirilmeden önce etik kurulların incelemesinden ve onayından geçmesi gerekiyor.

Kesin olan birşey var ki bu genetik makas hepimizi etkileyecek. Genetik makasın kullanımı yeni etik meseleleri gündeme getirecek ancak bu yeni güçlü aracın insanlığın bugün karşı karşıya olduğu pek çok sorunun çözümüne katkı sağlaması da gayet mümkün.

Emmanuelle Charpentier ve Jennifer Doudna yaşam bilimlerinde yeni bir çağ başlatan kimyasal bir araç geliştirdi. İkili daha önce hayal bile edemeyeceğimiz imkânlar barındıran bir ufka bakmamızı sağladı. Bu ufuklarda gezinirken yeni ve beklenmedik keşifler yapacağımıza kuşku yok. ■

şimdiden CRISPR/Cas9'un orak hücre anemisi ve beta talasemi gibi kan hastalıklarının ve kalıtsal göz hastalıklarının tedavisinde kullanımıyla ilgili klinik denemeler yapıyor.

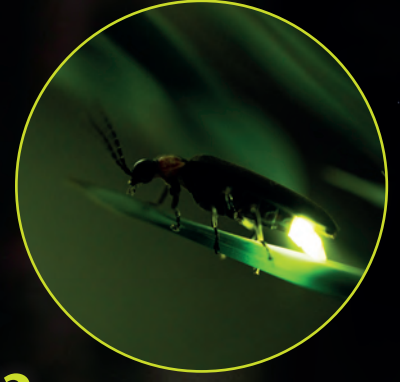
Araştırmacılar ayrıca beyin ve kaslar gibi büyük organlardaki genleri onarmak için de yöntemler geliştiriyor. Hayvanlar üzerinde yapılan deneylerde özel olarak tasarlanmış virüslerin genetik makası istenen hücrelere dağıtabildiği ve kas distrofisi, spinal kas atrofisi ve Huntington hastalığı gibi dejeneratif hastalıklar için oluşturulan modelleri (hastalığı ya da semptomların bir kısmını taşıyan model organizma) tedavi edebildiği gösterildi. Ancak teknolojinin insanlar üzerinde denenmeye başlamadan önce daha da geliştirilmesi gerekiyor.

Kaynak

Popular information. NobelPrize.org. Nobel Media AB 2020. 13 Kasım 2020.
<https://www.nobelprize.org/uploads/2020/10/popular-chemistryprize2020.pdf>

Merak Ettikleriniz

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



Ateş Böcekleri Neden Farklı Renklerde Işık Saçar?

İki bini aşkın türü bulunan ateş böcekleri iletişim ve eş bulma amacıyla biyolojik yollarla ışık üretiyor (biyoluminesans) ve bu sırada çevreye yeşil, sarı ve kırmızının tonlarında ışık saçıyorlar. Ateş böcekleri ile diğer bazı canlı türlerinde tamamen aynı kimyasallar tepkimeye girmesine rağmen farklı renklerde ışık saçılması bilim insanlarının uzun zamandır akıllarını kurcalıyordu.

Işığın üretilmesi ve farklı renk tonlarına bürünmesi lüsiferaz adlı enzimin farklı biçimleriyle mümkün oluyor. Lüsiferaz güdümünde gerçekleşen tepkime zincirinde lüsiferin, magnezyum iyonları, adenosin trifosfat (ATP) ve oksijen molekülleri de yer alıyor. Tepkimede açığa çıkan ara ürünlerden oksilüsiferin adlı bileşikte bulunan uyarılmış hâldeki elektronların başlangıç durumuna dönerken enerji kaybetmesi ışık üretimiyle sonuçlanıyor.

Bilim insanlarının bu konuda yürüttüğü ilk araştırmalar, biyoluminesans renklerindeki çeşitliliğin lüsiferaz proteinindeki bir katlanmadan dolayı ortaya çıkan oyukun büyüklüğünden kaynaklandığını gösterdi. Büyük oyuklarda gerçekleşen tepkimelerde yaşanan enerji kaybı ölçümleri, küçük oyuklardakine kıyasla daha fazla idi. Diğer bir deyişle, büyük oyuklarda üretilen ışık düşük enerjili kırmızıya yakın tonlarda iken, küçük oyuklarda görece daha yüksek enerjili sarı ve yeşile doğru kayıyordu. Ancak sürecin kimyasal basamakları henüz tam olarak aydınlatılamamıştı.

Devam eden süreçte Japon genji-botaru türü ateş böceği (Luciola cruciata) üzerinde yapılan deneyler ışık rengi farklılığına yeni bir yaklaşım sundu. Lüsiferaz proteininin

deki oyukun boyutuna ek olarak, oyuktaki kısmi elektrik yük dağılımları (polarite) da incelendi. Araştırmacılar, ortamdaki elektriksel etkileşimi değiştiren etmenler üzerine odaklandı ve lüsiferaz proteini oyukundaki kalıntılar ile su molekülü sayısındaki değişimin bu noktada etkili olduğunu kanıtladı. Proteinleri meydana getiren amino asitler reaksiyonla birleşirken ana zincir dışında kalan birimlerine amino asit kalıntısı adı verilir. Kalıntılarla su molekülleri arasındaki hidrojen bağı ağının yol açtığı bu elektriksel kutuplaşmaların lüsiferinle girilen tepkimeyi etkilediği ve farklı dalga boylarında ışık üretildiği böylece gösterildi. Ayrıca, amino asit kalıntılarında meydana gelen mutasyonların da hidrojen bağı ağını değiştirmesi de ek bir faktör olarak tespit edildi.

Renk farklılığını anlamaya çalışan en güncel araştırmalar, yukarıda bahsi geçen değişkenlere ek olarak ortamdaki asitlik, ağır metal miktarı ve sıcaklık artışının da etkin olduğunu gösteriyor. Deney ortamındaki bu ek değişkenler, lüsiferaz proteininin içerisinde lüsiferin bileşiğinin kimyasal değişikliğe uğratıldığı aktif reaksiyon bölgesini daha açık hâle getiriyor. Bu yüzden bölgeye gelen su molekülü sayısı artarak üretilen ışığın renginin yeşilden kırmızıya kaymasına yol açıyor.

Kaynaklar

phys.org/news/2010-01-scientists-fireflies-emit.html
riken.jp/en/news_pubs/research_news/rr/4442
revistaspequisa.fapesp.br/en/green-yellow-or-red

Böbrek Taşları Nasıl Oluşur?

Vücuttan dışarı atılırken katlanması zor acılar çektiren böbrek taşlarının görülme sıklığı her geçen yıl artıyor. 17 santimetre çapa ve bir kilogramı aşan kütleye kadar büyüeyebilen böbrek taşlarını insan popülasyonun yaklaşık yüzde onluk kısmı yaşamlarında en az bir kez tecrübe ediyor. Tüm böbrek taşı türlerinin oluşum sebeplerinde liste başında yeterince sıvı tüketmemek yer alıyor. Hatta bilim insanları, küresel ısınma yüzünden insan vücudunun daha sık suya gereksinim duyması nedeniyle görülme oranlarında artış yaşanacağından endişeleniyor.

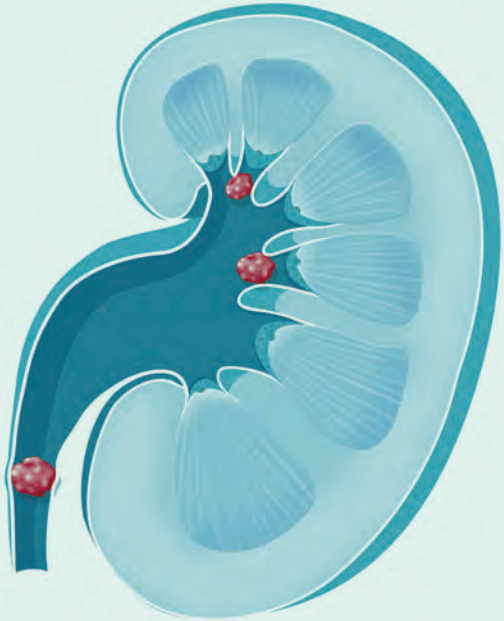
Üç binden fazla bileşene sahip idrarımızda kalsiyum, potasyum, sodyum, oksalat, ürik asit ve fosfat gibi mineral ve bileşikler de yer alır. Bu bileşenler, derişimleri arttığında veya idrarın asitliği önemli ölçüde değişime uğradığında bir araya gelerek kristalleşir. Boşaltım sistemi ortamındaki şartlar değişmediği müddetçe kristaller büyümeye ve birleşmeye devam ederek taşla dönüşür. Böbrek taşları böbrek içerisinde, idrarı mesaneye taşıyan üreter borucuklarında, idrar kesesinde ya da idrarı vücut dışına atan üretrada oluşabilir.

En sık teşhis edilen böbrek taşları kalsiyumlu yapıdadır. Örneğin kalsiyum oksalat taşları tüm belirlenenler arasında yüzde seksenlik bir orana sahiptir. Ispanak, çikolata, çay ve patates gibi besinlerde bol miktarda bulunan oksalatın sık tüketilmesi kalsiyum oksalat taşlarının oluşmasını tetikler. Daha düşük yaygınlıkta rastlanan kalsiyum fosfat taşları ise vücutta paratiroid hormonun aşırı miktarda üretilmesi, renal tübüler asidoz hastalığı veya idrar yolu enfeksiyonları sonucunda görülebilir.

Uzun süre yüksek proteinli beslenme ve gut hastalığıyla ilişkilendirilen ürik asit taşları, vücuttaki ürik asit miktarının artışıyla oluşur. Ürik asit taşlarına erkeklerde daha çok rastlanır.

Magnezyum amonyum fosfat adlı bileşiğin birikimi ile strüvit taşları oluşur. Bu taşlar bakteriyel enfeksiyon sonucunda idrar pH'ının yükselmesi ile ortaya çıkar ve çok hızlı büyüyerek böbrek hasarına yol açabilir. En az rastlanan böbrek taşları ise, sistinüri adlı genetik hastalık sonucu, sistin amino asidinin idrarda birikmesiyle meydana gelen sistin taşlarıdır.

Araştırmacılar böbrek taşı üretimine meyilli bünyelerde bol su tüketiminin, kristalleşme potansiyeli bulunan bileşenlerin seyreltilerek uzaklaştırılmasında yardımcı olduğunu bildiriyor. Ayrıca -şaşırtıcı gelse de- kalsiyum taşı oluşumunu azalttığı için kalsiyumlu besinlerin belirli bir doza kadar tüketilmesi de tavsiye ediliyor. Zira, besinlerdeki kalsiyum, bağırsaklarda oksalat bileşenine bağlanarak böbreklere ulaşmasını engelliyor.



Kaynaklar

health.harvard.edu/blog/what-causes-kidney-stones-and-what-to-do-2019051716656
livescience.com/42784-kidney-stones-causes-treatments.html

Arşimet'in Kayıp Kitabı

Prof. Dr. Ali Sinan Sertöz [*Bilkent Üniversitesi Fen Fakültesi Matematik Bölümü*

Her şey Miletli İsidoros'la 530 yılında başladı. Arşimet'in papirüslere yazıp arkadaşlarına gönderdiği çalışmalarını derleyip kitap hâline getirmek istiyordu ancak ortaya çıkaracağı kitabın başına gelenlerin pişmiş tavuğun başına gelmeyeceğini nereden bilebilirdi?

O dönemde papirüsler artık yavaş yavaş kullanımdan düşmeye, yerlerini Bergama'da icat edilen parşömeden yapılmış kitaplara bırakmaya başlamıştı. İsidoros da bu değişime ayak uydurmuş, Arşimet'in çalışmalarını derleyip parşömeden bir kitap hâline getirmişti.

İsidoros kitabı Antik Yunan alfabesini kullanarak, büyük harflerle ve kelimeler arasında boşluk bırakmadan yazmıştı. Ancak zamanla kelimeler arasında boşluk bırakmanın okumayı kolaylaştırdığı görüldü. Bu arada İstanbul'da (o zamanki adıyla "Konstantin'in şehrinde") katipler küçük harfleri de icat ettiler.

Küçük harflerle ve kelimeler arasında boşluk bırakılarak yazılmış kitaplar, büyük harflerle ve hatta kelimeler arasında boşluk bırakılmadan yazılmış eski kitaplardan daha az yer kaplıyor, daha kolay yazılıyor ve daha kolay okunuyordu.

İsidoros'un yaptığı derlemenin de zamanın gereklerine göre yeniden yazılma zamanı gelmişti. Adını bize bırakmamış İstanbullu bir kâtip İsidoros'un Arşimet derlemesini yeni yazım kurallarına göre kopyaladı ve eski kopyayı muhtemelen artık miadını doldurdu diye çöpe attı. İşte ne olduysa bundan sonra oldu.



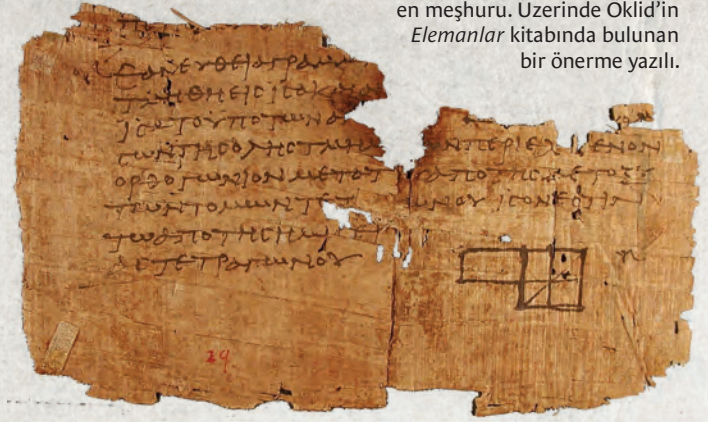
Papirüs Ruloları ve Parşömen Kütükleri

Günümüzde devletler kendi geliştirdikleri stratejik teknolojileri diğer ülkelere pazarlamıyorlar ya da kullanımını çok sıkı şartlara bağlayarak satıyorlar. Bu davranış biçimi çağımıza özgü bir strateji değil. İki bin yıl önce Mısırlılar başkaları, özellikle de Bergamalılar, Mısır papirüslerini kullanarak Mısırlılarınkinden daha büyük kütüphaneler kurmasınlar diye papirüs ihracatını yasaklamıştılar.

Ancak Bergamalılar papirüs yokluğunda krizi fırsata çevirip hayvan derisinden parşömen yapmayı başardılar. Parşömen papirüsten daha dayanıklıydı, üstelik iki tarafta da yazılabiliyordu.

İlerleyen yüzyıllarda Akdeniz kıyılarındaki uygarlıklar parşömenleri üst üste koyup yeni bir kitap formatı icat ettiler. Ağaç kütüğüne benzediği için Latince ağaç gövdesi anlamına gelen “caudex” kelimesinden türetilerek bu yeni formata codex (kodeks) dendi. Kodeks formatı bugün bildiğimiz basılı kitap formatıdır.

Oxyrhynchus kazılarında bulunan papirüs parçalarının belki de en meşhuru. Üzerinde Öklid’in *Elemanlar* kitabında bulunan bir önerme yazılı.



Kodekslerin kullanışlılığı ve papirüs rulolarına kıyasla çok daha az yer tutmaları nedeniyle zamanla tüm kitaplar kodeks formatına çevrildi ve papirüsler kullanımdan kalktı. Artık papirüs rulo kitaplar kalmadığı için de kitap kelimesi yalnızca parşömen kodeks kitapları karşılamak için kullanılır hâle geldi. İlerde elektronik kitap yerine de kısaca kitap diyeceğimiz gibi...

Çöpe atılan bu papirüslerin bir kısmı, geçen yüzyılın başında Kahire’nin 160 km güneyindeki Oxyrhynchus şehrinde paramparça hâlde bulundu. Bunları okuma ve birleştirme çalışmaları hâlâ devam ediyor.



İtalyan ressam Domenici Fetti tarafından 1620’de yapılmış bir Arşimet portresi (Wikipedia)



Miletli İsidoros, Viyana Sanat Tarihi Müzesi (Vikipedi)



Matematiğin en prestijli ödülü olan Fields madalyasının bir yüzünde temsili bir Arşimet portresi vardır.



Filistin yakınlarındaki Mor Saba Manastırı

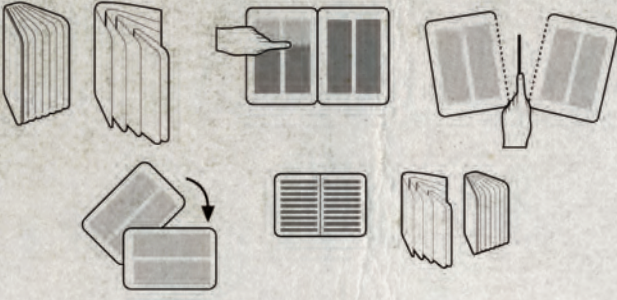
Macera Başlıyor

Bıraktığımız noktada İsidoros'un kitabı İstanbul'da adını vermeyen bir kâtip tarafından günün gereklerine uygun olarak çoğaltılıp kütüphanedeki yerini almıştı. Bu durum bizleri rahatlatmış, yeni bir teknoloji gelişinceye kadar bu kültür mirasının gelecek kuşaklar için korunacağını düşündürmüştü. Ama işler beklenilen gibi gitmedi ve Haçlı Seferleri başladı.

İstanbul'a gelen Haçlı Orduları kralın kendilerine söz verdiği parayı alamayınca şehri yağmalayarak masrafları

nı karşılama yolunu seçti. Kütüphanelerdeki el yazmaları da bu yağmadan nasibini aldı. Bu sırada bir Haçlı askeri, bin bir zahmetle derlenen Arşimet kitabını heybesine atarak Kudüs'e doğru yola koyuldu.

Haçlılar Filistin'e ulaştıklarında Arşimet kitabını taşıyan asker muhtemelen paraya sıkışarak kitabı satmaya karar verdi. Kitabı Mor Saba Manastırı rahipleri aldı. Fakat kitabın manastır raflarındaki huzurlu hayatı uzun sürmedi. Bir kitap için kısa sayılacak bir süre sonra, tam olarak kitabın satın alınmasından 25 yıl sonra, 1229'da manastırda dua yazacak parşömen kalmayınca rahipler eski ve "lüzumsuz" kitaplar arasından kurban aramaya başladı.



Palimpsest hazırlamak için önce kitabın sayfaları sökülüp yazıları temizlenir. Sonra ortadan ikiye ayrılıp yan yatırılarak yeni kitabın sayfaları oluşturulur.

Palimpsest Nedir?

Yazısı kazınarak ya da silinerek yeniden kullanıma hazırlanmış elyazması sayfa anlamına gelen “palimpsest” sözcüğü bizim kitabımızın baş döndürecek macerasının dönüm noktalarından sadece birini karşılıyor.

Mor Saba Manastırı’ndaki rahipler Arşimet kitabıyla birlikte birkaç kitabı daha alıp önce yazılarını limon suyuyla sildiler. Sonra kalan izleri de sivri uçlu bir bıçakla kazıdılar. Böylece üzerine yazı yazılacak temiz parşömen sayfaları elde ettiler. Dahası yeni metni yazarken alttaki silinmiş yazıların bıraktığı oluklara kendi kalemli takılıp yeni yazıyı etkilemesin diye sayfayı yan çevirip ikiye kestiler. Yeni metni işte bu sayfalara yazdılar.

Böylece soldan sağa okunan metne dik bir biçimde yukarıdan aşağı akan ama silindiği için pek görünmeyen bir yazıyı da taşıyan bir dua kitabı elde edilmiş oldu. Bu tür kitaplara palimpsest denir.

Dua Kitabından Sayfa Kopartılır mı?

Roman Polanski’nin 1974’de çektiği Çin Mahallesi (China Town) filmindeki başkarakteri canlandıran Jack Nicholson, belediye arşivinden bir kaydı ödünç almak isteyince onu “Burası kütüphane değil!” diyerek terslerler. O da gü-rültülü bir öksürükle ilgilendiği sayfayı yırtarken çıkan sesi kamufle eder ve istediğini alır.

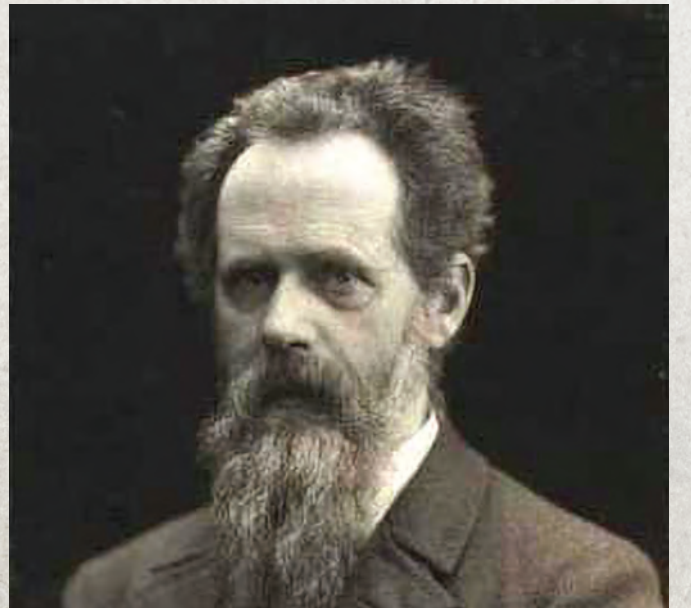
Sanatın hayatı taklit ettiği hep söylenir ama bu kez hayatla sanat arasında tam 128 yıl var.

Manastırda dua kitabı olarak kullanılan palimpsestin alt metninin teknik bir eser olduğundan şüphelenen Alman araştırmacı Constantine Tischendorf, 1846 yılında Avrupa’daki uzmanlara inceletmek üzere bu kitaptan bir sayfayı koparıp aldı. Sayfayı koparıırken Jack Nicholson gibi şiddetli bir öksürüğe mi başvurdu yoksa kimsecikler görmeden çalıp kaçtı mı bilmiyoruz. O sayfa şimdi Cambridge Üniversitesi Kütüphanesinde saklanıyor.

Tekrar İstanbul

Bu arada manastırdaki dua kitabı bir sayfası kopuk olarak yeniden İstanbul’a döndü. Kitabı kataloglayan kişiler bunun bir palimpsest olduğunu fark etti. Haberler yayıldı ve o dönemin bilim tarihi konusunda dünya çapında kabul görmüş uzmanı, Danimarkalı Johan Heiberg bu kitabı incelemek üzere geçen yüzyılın başında İstanbul’a geldi.

Palimpsest eski olmasına rağmen itina ile kullanılmış olduğu için ana metnin altındaki yazılar o zaman okunabilir durumdaydı. Heiberg sayfaların fotoğraflarını çekerek çıplak gözle alttaki yazıyı okumayı başardı.



Tarihçi Johan Ludvig Heiberg

Heiberg okuduğu Antik Yunanca metni Latince çevirisiyle birlikte yayınladı. Bu kitabın İngilizce çevirisini ise konunun en tanınan yazarlarından Thomas Heath yaptı.

Bu arada kitap Birinci Dünya Savaşı'nın sonunda hâlâ İstanbul'daydı. Daha sonra başına geleceklere geçmeden önce Heiberg palimpsestte neler buldu, biraz o konu üzerinde duralım. Kitabın macerasına sonra devam ederiz.

Arşimet'ten Eratosthenes'e Selam

"Şana daha önce bir ara kendi bulduğum teoremleri göndermiş ama yalnızca teoremlerin ifadelerini yazıp kanıtlarını yazmamış, seni bu kanıtları kendin bulmaya davet etmişim. İfadelerini gönderdiğim teoremlerin kanıtları aşağıdadır.

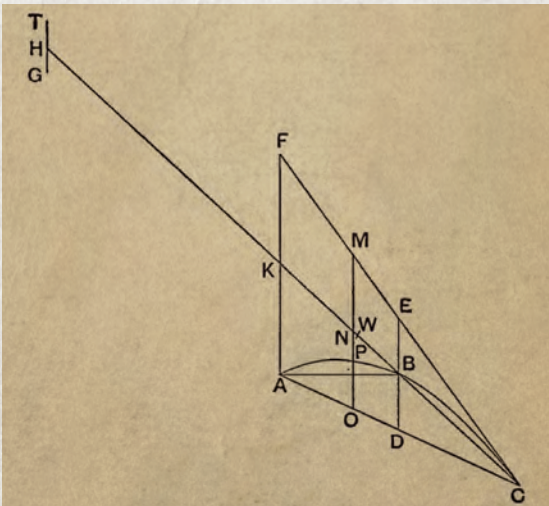
1. Eğer tabanı bir paralelkenar olan bir dik prizmanın içine bir silindir yerleştirilir ve ..."

Arşimet çalışmalarını Akdeniz havzasındaki arkadaşlarına mektup yazarak yaymıştı. Yukarıdaki mektupta da daha önce bulduğu teoremleri nasıl keşfettiğini ve kanıtladığını arkadaşı Eratosthenes'e anlatıyor. Bu mektuptaki kanıt ve yöntemlere diğer yazılarında atıfta bulunduğu için böyle bir mektubun varlığı biliniyordu ama elde edilmiş hiçbir kopyası yoktu.

Arşimet mektubuna şöyle devam ediyor:

"Önerme-1: ABC parabol parçası AC doğrusuyla kesilmiş olsun, AC'nin orta noktası D olsun. DBE doğrusu parabolün eksenine paralel olsun. AB ve BC birleştirilsin. O zaman ABC parçası ABC üçgeninin 4/3'ü olur."

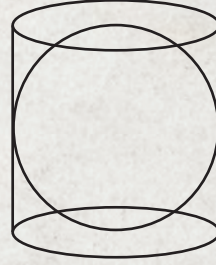
Bunun için, kanıtta kullanılacak çizimlerle beraber, Arşimet şu şekli de veriyor:



İkinci önermenin (b) şıkkı size daha ilginç gelecektir:

"Önerme-2-b: Tabanı bir kürenin büyük çemberine eşit ve yüksekliği o kürenin çapına eşit olan bir silindir kürenin 1,5 katıdır."

Arşimet bu sonuçtan o kadar gurur duymuştu ki mezar taşına silindir içine oturtulmuş bir küre çizilmesini istemişti. Arşimet icat ettiği savaş aletleriyle kendisine tek başına kök söktürmüş olsa da iki yıl süren kuşatma sonunda Sicilya'yı ele geçiren Roma generali Marcellus, ona derin bir saygı duyuyordu. Hatta bir Roma askeri tarafından yanlışlıkla öldürülen Arşimet'e itibarına yaraşır bir cenaze töreni düzenledi ve mezar taşını da Arşimet'in isteği doğrultusunda hazırlattı.



Arşimet'in mezar taşında muhtemelen böyle bir şekil vardı. Bu mezar taşı tarih içinde bir ara gün yüzüne çıktıysa da sonra kayboldu.



Sicilya Kalesinde Arşimet'in dokunduğu surlara dokunurken



İki bin yıl öncesinin muhteşem Sicilya şehrinden geriye yalnız bunlar kalmış. Arşimet bu taşlarda kaç kez dalgın dalgın yürümüştür acaba?

Temsili bir Eratostenes portresi,
1635 Bernardo Strozzi (Wikipedia)



Arşimet daha sonra Metotlar adıyla anacağı bu mektubunun altıncı önermesinde de bir yarım kürenin ağırlık merkezinin nerede olacağını hesaplar. Ben bu önermenin ifadesini bile yazmadan sizi hem bu ifadeyi bulmaya hem de kanıtlamaya davet ediyorum.

Bu arada unutmadan, yukarıdaki mektubu alan Eratosthenes'in o dönemde İskenderiye Kütüphanesi müdürü olduğunu ve Dünya'nın çevresini hesaplayan ilk matematikçi olduğunu da hatırlatayım.

İstanbul'dan Paris'e

Heiberg palimpsesti okuduktan bir süre sonra Birinci Dünya savaşı sona erdi. Özellikle Osmanlı İmparatorluğu'nun bu zor günlerindeki karışıklıktan

yararlandığını düşündüğümüz bir görevli bu kitabı kütüphaneden çalıp bir Fransız seyyah ve iş insanı olan Marie Louis Sirieix'ye sattı. Bu satış ortaya çıktığındaysa satışın yasal olduğunu belgeleyemeyen Sirieix çareyi kitabı Paris'teki evinin bodrumuna saklamakta buldu. Zavallı kitap burada yıllarca rutubet ve küflerle boğuştu.

Sirieix öldükten yıllar sonra kızı Anne Guersan babasının koleksiyonundaki kitapları satmak istedi. Bodrumda bulunan palimpsesti gösterdiği sözde "uzmanlar" kitabın içinde hiç resim olmadığı için para etmeyeceğini, bazı sayfalara eski stilde resimler çizdirirse daha kolay alıcı bulunabileceğini söylediler.

Silinme, kazınma, kesilme, üste yazılmış metinler, rutubet ve küf yetmiyormuş gibi bazı sayfalara da Orta Çağ'da yapılmış izlenimi veren varaklı resimler çizildi.

Ve New York

Kitaba yine de ciddi bir müşteri çıkmayınca Guersan çareyi Christies Müzayede Salonu ile temasa geçmekte buldu. Kitabın yasal sahibinin kim olduğu konusunda Avrupa'da sorun yaşayacağını düşündüğü için satışın New York'ta gerçekleştirilmesini istedi.

Christies uzmanları kitaba 800.000 ile 1.200.000 dolar arasında bir değer biçtiler.

Bu durumda "körün istediği bir göz, Allah verdi iki göz" atasözünü hatırlamamak mümkün mü?

Satışın yapılacağı duyulur duyulmaz Yunan hükümeti kitabın kendi kültürel varlıklarından olduğunu öne sürerek satışa çıkarılmadan kendilerine iade edilmesi talebiyle New York'ta dava açtı. Mahkeme itiraz süresinin geçtiğini ileri sürerek davayı reddetti ve satışa izin verdi.

Bay B Sahneye Çıkıyor

Satışın yasal olarak yapılacağı belli olunca Yunan hükümeti açık artırmaya katılmak üzere bir kurul görevlendirdi.

Ancak kitapla ilgilenen biri daha vardı.

Londra'da yaşayan ve nadir kitaplar konusunda uzman olan Simon Finch'e bu kitabı kendisi adına alması için zengin bir iş insanı başvurdu. Finch tabii ki açık artırmada fiyatı yükseltebileceği son limitin ne kadar olduğunu sordu. Zengin iş adamı ise kısaca "Kitabı almanızı istiyorum" dedi. Tek şartı adının gizli tutulmasıydı. Daha sonra kendisinden hep Bay B diye söz edilecekti.

Açık Artırma

Sonsuzluk kavramı düşünen her insanın merakını çekmiştir. Nedir sonsuz olan? Kaç çeşit sonsuz vardır? Örneğin açık artırmada Simon Finch'e Bay B tarafın-

dan tanınan üst limit sonsuzdu. Ama Simon Finch kitaba ilk seferde sonsuz bir fiyat biçip bunu da tek taksitte ödeyemezdi. Onun sonsuz kasası, müzayede sırasında kim kaç dolar teklif ederse ondan bir fazlasını ileri sürme yetkisiyle tanımlanmıştı.

Açık artırma sırasında kitapla ilgilenen gerçekten sadece iki parti vardı. Öyle ya; kirli paslı, çürümeye yüz tutmuş kara yüzlü bir kitaba kim başlangıç fiyatı olarak 800.000 dolar verirdi ki? Yunan hükümeti temsilcileri bu fiyata çıktılar. Onlar ne zaman fiyatı artırmak için ellerindeki tabelayı kaldırsalar, Simon Finch de hemen elindeki tabelayı kaldırıp fiyatı artırıyordu. Sonsuz yükseltme yetkisi vardı ne de olsa.

Bu sırada Bay B de kimseye söylemeden gizlice gelmiş ve açık artırmanın olduğu salonda arka sıralara oturmuş müzayedeyi izliyordu.

Yunan temsilcileri en son 1.900.000 dolar için ellerindeki tabelayı kaldırdıklarında Simon Finch derhal elindeki tabelayı kaldırıp fiyatı 2.000.000 dolara yükseltti. Yunan temsilcileri Atina'yla görüştüler ve artık artırmaya devam edemeyeceklerini salondaki görevliye işaret ettiler.

Christies görevlisi Francis Wahlgren tokmağını vurup "Sattım!" dediğinde kitabın fiyatı Bay B için Christies komisyonu dâhil 2.200.000 dolardı.

Tarih 29 Ekim 1998 ve saat tam 14.00 idi.

Şimdi de Baltimore, Maryland

Bay B yeni satın aldığı kitabın Walters Müzesi tarafından sergilenmesi ve mümkünse onarılıp okunması için görüşmeler yapmak üzere Baltimore'a gitti. Yetkililerle yaptığı bir iş yemeği görüşmesi sırasında onların ciddiyetine ve profesyonelliğine güven duyarak kitabı onlara teslim edeceğini söyledi.

Kitabı ne zaman kendilerine getirebileceği sorulduğunda Bay B, “Ben zaten sizin ofisinizdeki masanın üzerine bırakmıştım” dedi. İki milyon dolarlık bir kitap, bir kese kâğıdı içinde bir ofis masasında duruyordu.

Walters Müzesinin eski kitaplardan sorumlu görevlisi William Noel, ofisinden çıkarken kapısını kilitleyip kilitlediğini düşündü bir an.

Pişmiş Tavuk Derken

Kitabın başına bundan sonra gelenleri tarif etmek için başka bir deyim yok! Önce kitabın sırtındaki tutkalın sökülmesi için bir yıla yakın süre üzerinde çalışıldı. Sonra sayfaları tek tek ayrılıp her biri değişik ışınlama teknikleri altında incelendi ve alta yazan metne ulaşılmaya başlandı.

Çalışmalar on yıl sürdü ve kitabın satışının onuncu yıl dönümünde, 29 Ekim 2008’de bir basın açıklamasıyla çalışmaların tamamlandığı bildirildi.

Hikâyenin ayrıntılarını, projenin yürütücülüğünü yapan William Noel ile metindeki el yazılarının okunmasında çalışan eski diller ve özellikle Arşimet uzmanı Reviel Netz’in birlikte kaleme aldıkları *The Archimedes Codex* kitabından okuyabilirsiniz.

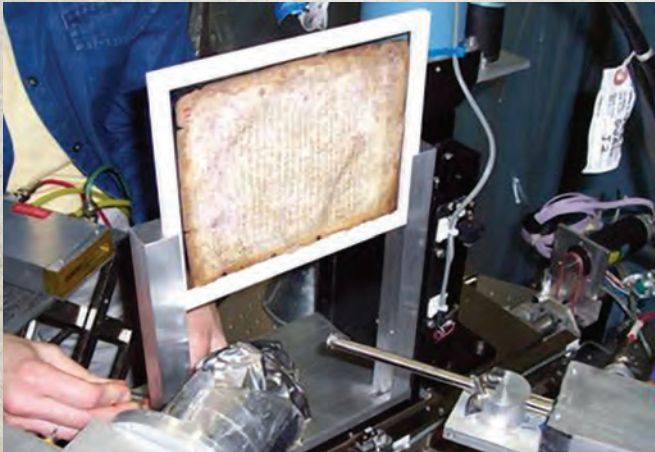
Ben yazımı palimpsestte bulunan ve Arşimet’e atfedilen bir tangram oyununu anlatarak bitireceğim.



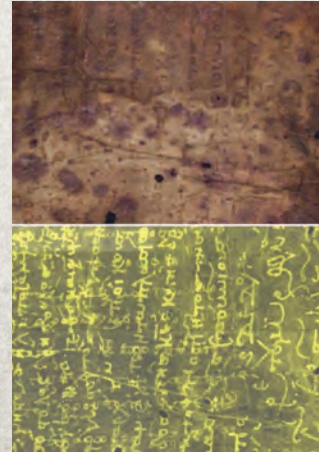
Walters Sanat Müzesi, Baltimore, Maryland, ABD



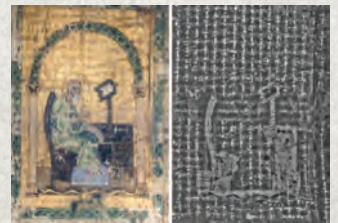
Palimpsestin sırt tutkalları temizlendikten sonraki hâlini tespit etmek için yukarıdaki gibi fotoğraflar çekilmişti. Ancak daha sonra uzmanlar bu fotoğrafları görünce çığlık atmışlar. Çünkü o günün heyecanıyla kitaba çıplak elle dokunmuşlarsa da bu çeşit nadir kitaplara kesinlikle el değdirilmez.



Sadece bu kitabı okumak için geliştirilmiş bir teknik ile bir sayfadaki sırlar açığa çıkarılmaya çalışılıyor.



Bir sayfanın çıplak gözle (üstte) ve özel ışık altında (altta) görünümü



Resimli olursa fiyatı artar düşüncesiyle yapılmış bir sahte resim ve altındaki yazının özel tekniklerle ortaya çıkarılmış hâli

Karın Ağrısı

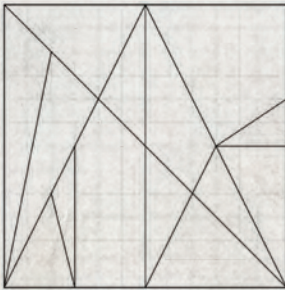
Antik Yunanca “stomachion” kelimesinin ne anlama geldiği konusunda değişik görüşler var. Bana en cazip gelen açıklama, İngilizceye de geçmiş haliyle, “stomach” yani “karın” kelimesine bağlı olarak “stomachion” kelimesinin mecazi olarak “karın ağrısı” anlamında kullanıldığıdır.

Arşimet’in “stomachion” adını verdiği bu tangram bilmesinin varlığı biliniyordu ama herhangi bir kaydı yoktu. Burada ele aldığımız kayıtlar ise Arşimet palimpsestinin son sayfalarında bulundu.

Oyunun tam olarak nasıl oynanacağı bilinmese de Arşimet’in başka yerlerde yazdıklarına bakılarak, tangramdaki parçaların hepsini kullanarak kaç değişik şekilde kare oluşturulabileceğinin istendiği düşünülüyor.

Bu sayının 536 olduğu hesaplanmış. Yansımalar ve döndürmelerden oluşan simetrilerle birlikte bu sayı 17.152. Yani tam bir karın ağrısı.

Arşimet zamanında kombinatorik (genellikle sonlu soyut nesneleri konu alan bir matematik dalı) hesap henüz yoktu. Acaba Arşimet onu da mı icat etmişti?

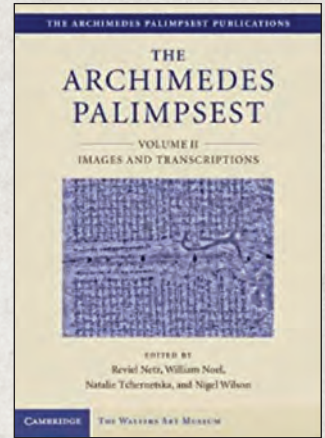
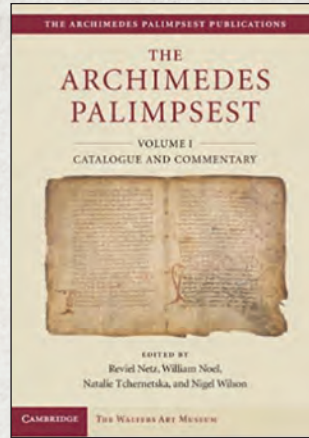


Mutlu Son

Walters Müzesi, Arşimet palimpsestinin tüm sayfalarının görüntülerini internette herkese açık olarak paylaştı. Ama bunlar her bir sayfadaki silinmiş Arşimet kitabı yazılarını karanlık bir zemin üzerinde gösteren resimler. Gördüklerinizin Yunanca hangi harfler olduklarını çıkarmak, kelimeleri ve cümleleri oluşturmak size kalmış. Üstelik bu

çeşit teknik el yazmalarında kullanılan standart kısaltmalar vardır ki hiçbir sözlükte yer almazlar. Yani harfleri sökseniz bile bir sözlük yardımıyla dahi metinde neler yazdığını, bilim tarihi eğitiminiz yoksa, anlamınız mümkün değil.

Yine de umutsuzluğa kapılmayın. Metinde neler yazdığı açıklamalarıyla beraber iki ciltlik bir kitap olarak basıldı. Kitabın meraklısı ancak araştırma kütüphaneleri olacağı için de fiyatı epey yüksek tutuldu. Kitabın fiyatını belirleyenler, uzun süredir Bay B ile çalıştıklarından olsa gerek, kendileri de para konusundaki izanlarını kaybetmişler besbelli.



Unutmadan

Evden çıkarken hep bir şey unuttuğumuz duygusuna kapılırsınız ya, ben de yazıyı bitirirken bir şeyi eksik anlattım duygusundan kurtulamadım. Neyse ki şimdi hatırladım: *Der Spiegel* dergisi editörlerinden Matthias Shutz, 22 Haziran 2007 tarihindeki yazısında Bay B’nin Amazon’un kurucusu ve genel müdürü Jeff Bezos olduğunu açıklamıştı. ■

Kaynaklar

- Arşimet’in Palimpsesti Projesi sayfası: <http://www.archimedespalimpsest.org/>
R. Netz, W. Noel, *The Archimedes Codex*, Da Capo Press, 2007.
T. Heath, *Methods of Archimedes, recently discovered by Heiberg*, Cambridge University Press, 1912.
M. Schutz, *The Story of the Archimedes Manuscript*, Spiegel International, 2007, <http://bit.ly/3nGM Yak>

Makine Öğrenme Algoritmasıyla Erken Kansere Teşhisine Yönelik Kan Testi İçin Bir İlk Adım

İlay Çelik Sezer [TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi

Sino-US adlı Ar-Ge şirketi tarafından geliştirilen Pan-Seer adlı test mide, gırtlak, bağırsak, akciğer ve karaciğer kanserlerini görüntüleme temelli testler ya da biyopsiler gibi geleneksel teşhis yöntemlerinden dört yıl kadar önce belirleyebiliyor.

Araştırmanın liderlerinden University of California, San Diego'da profesör Kun Zhang'a göre yaptıkları araştırma alanında bir ilk çünkü insanlar çeşitli şikayetlerle hastaneye başvurmadan dört yıl önce bile kanlarında kansere yakalandıklarını gösteren işaretler olduğunu gösteriyor.

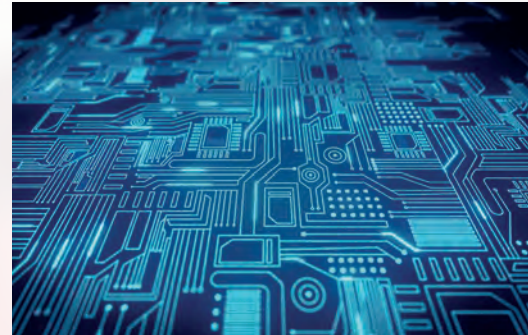
Kanser teşhisi için kan testleri geliştirmeye yönelik daha önceki çoğu girişimde, araştırmacılar çoğunlukla kanser teşhisi konmuş insanlardan alınan kan örneklerini inceleyip genetik mutasyonlara, DNA metilasyonuna (DNA molekülünde bir çeşit kimyasal değişim) ya da

spesifik kan proteinlerine dayanarak kanseri isabetli biçimde belirleyip belirleyemeyeceklerini sınıyordu. Zhang ve çalışma arkadaşları ise insanlardan, herhangi bir kanser belirtisi göstermeden önce örnek toplamaya başladı. Araştırmacılar 2007 yılında Çin'in Taizhou kentinde yıllık sağlık kontrolüne gelen 123.000 sağlıklı bireyden kan örnekleri alarak işe başladı. Bu iş için 1,6 milyondan fazla örneğin saklanması imkân tanıyacak özel bir depo oluşturulması gerekti. Katılımcıların yaklaşık 1000 kadarına takip eden 10 yıl içinde kanser teşhisi kondu.

Bu araştırma kapsamında üretilen Pan-Seer testi, DNA'daki metilasyon örüntülerinden yola çıkılarak geliştirildi. Metilasyon DNA molekülünün çeşitli kısımlarına metil gruplarının eklendiği kimyasal bir değişikliği ifade ediyor. Metilasyon DNA'nın genetik etkinliğinde değişikliklere sebep olabiliyor. Daha

önce yapılan araştırmalarda anormal metilasyon durumlarının pankreas ve kolon kanseri de dâhil olmak üzere çeşitli kanserler için gösterge olabildiği gösterilmişti.

Pan-Seer testi, kan örneklerinden DNA izole edilerek DNA molekülünde, daha önce kanser varlığına işaret etme ihtimali en yüksek olduğu gösterilen 500 konumdaki metilasyon düzeylerinin incelenmesine dayanıyor. Bir makine öğrenme algoritması, bulguları kullanarak bir bireyin kanser olma olasılığını gösteren bir puan oluşturuyor.



Kanserin erken teşhisi müdahalelerin daha etkili olabilmesi ve hastalığın kontrol altına alınabilmesi açısından büyük önem taşıyor. İdeal durum ise kanserlerin, belirtiler ortaya çıkmadan teşhis edilebilmesi. Sonuçları *Nature Communications*'ta yayımlanan yeni bir araştırmada bilim insanlarını bunu başarmaya biraz daha yaklaştıran önemli bir gelişme kaydedildi. Uluslararası bir araştırma ekibi, bir bireyde beş yaygın kanser türünden birinin bulunup bulunmadığını, hastalığın mevcut yöntemlerle teşhis edilebilmesinden bir ila dört yıl önce belirleyebilen bir kan testi geliştirdi.



Araştırmacılar, örnekler toplandığı sırada kanser belirtisi göstermeyip ancak bir ila dört yıl kadar sonra kanser teşhisi konan bireylerden alınan örneklerin %91'inde, makine öğrenme algoritmasının kanseri tespit edebildiğini gördü -bu da yaklaşık %90'lık bir doğruluk oranı anlamına geliyor. Algoritma kansersiz örnekleri de %95 doğrulukla, yani sadece %5'lik bir yalancı pozitif oranıyla tanımayı başardı. Bunlara ek olarak, algoritma, örnekler toplandığında hâlihazırda kanser teşhisi bulunan 113 kişilik başka bir grubun %88'inde kanseri tespit etmeyi başardı.

Çalışmada yer almayan, Washington Üniversitesi Tıp Okulundan moleküler patolog Colin Pritchard, bu yeni araştırmanın kan plazması temelli kanser tarama testleri arayışı için yeni yaklaşımlar getirdiğini belirtiyor ancak test klinik uygulama için değerlendirilecekse bulguların önce bağımsız bir ekip tarafından

başka bir örneklem grubunda doğrulanmasının önem taşıdığının da altını çiziyor. Yine çalışmada yer almayan, University College London'dan jinekolojik kanser profesörü Usha Menon ise Zhang ve ekibinin çalışmasını ileride ticari bir kanser tarama ürününe temel oluşturabilecek sağlam bir adım olarak görüyor. Menon bu tür bir testin muhtemelen öncelikle yüksek riskli gruplarda uygulanmasının hedefleneceğini, bunun için de spesifik kanser türlerini belirlemeyi ve yalancı pozitifleri elemeyi sağlayacak ikinci bir test dizisine ihtiyaç duyulacağını düşünüyor. Zhang da bu tür bir özelliğin daha fazla çalışmayla geliştirilebileceğini düşünüyor ve daha fazla araştırma gerektiği konusunda hemfikir.

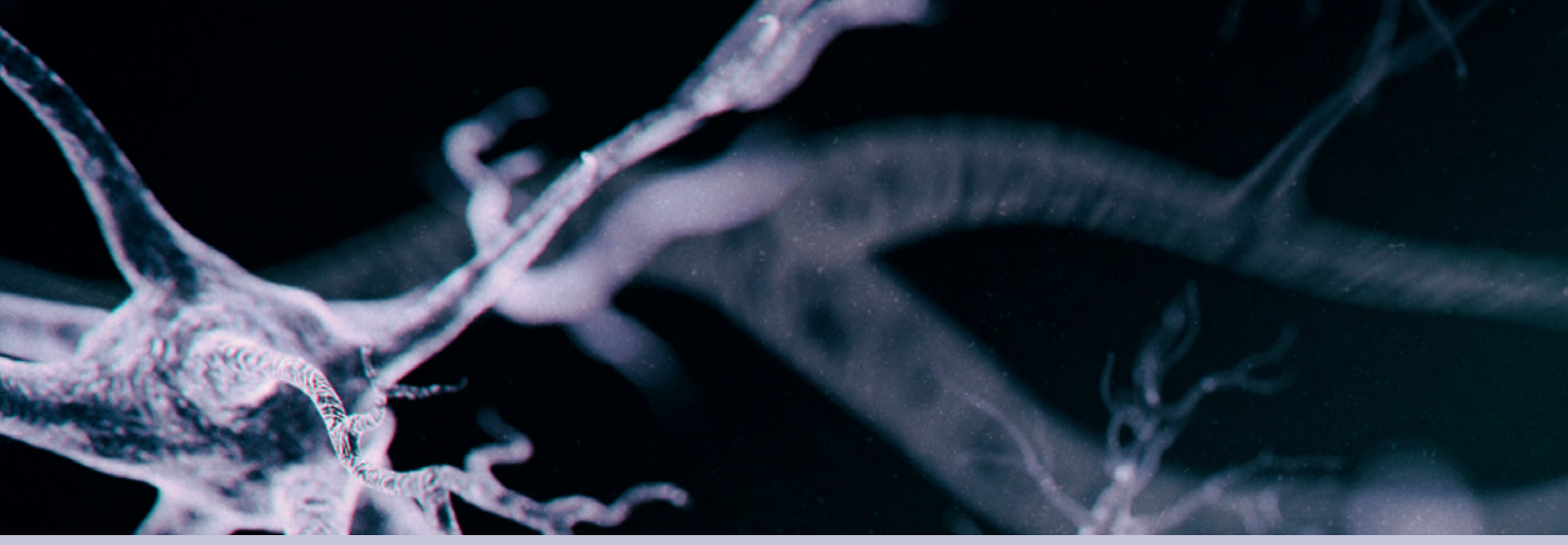
Bununla birlikte, ideal bir testin Zhang ve ekibinin çalışmasında olduğu gibi en yaygın kanserlerin yanı sıra en ölümcül olanları da hedeflemesi gerekiyor. Zhang erken teşhisin

tedavide büyük fark yarattığı çeşitli kanser türleri olduğunu belirtiyor. Örneğin pankreas kanseri, Zhang ve ekibinin üzerinde çalıştığı bir sonraki hedef.

Öte yandan Pritchard, kansere yönelik kan testleri uygulamaya geçse bile muhtemelen tüm kanserlerin belirti göstermeden önce tespit edilmesinin mümkün olmayabileceği konusunda bizleri uyarıyor. Çünkü çok hızlı gelişen bazı kanserler, bireyler örneğin yılda bir taramadan geçse bile tespit edilemeyebilir, ayrıca bazı kötü huylu kanserler de kan plazmasında ölçülebilir düzeyde işaretçiler oluşturmayabilir. ■

Kaynaklar

<https://www.scientificamerican.com/article/experimental-blood-test-detects-cancer-up-to-four-years-before-symptoms-appear/>
https://ucsdnews.ucsd.edu/pressrelease/earlycancerdiagnosis_July_2020



Refleks Epilepsi

Elnârâ Ahmetzâde [TÛBİTAK





Yorucu bir günün ardından sıcak bir duş gibisi yoktur, değil mi? Sıcak suyun eklem ve kas ağrılarınızı yavaş yavaş rahatlatmasını beklersiniz -ama o da ne? Bir anda içinizi yoğun bir korku duygusu kaplamaya başlar. Su aktıkça o korku giderek büyür. Çevrenizdeki tüm hareketler ve sesler sizi ürkütür. Hatta hareket ya da ses olması ihtimali bile dehşete kapılmanıza yol açar. Üst üste gelen ürkme, korku ve dehşet dalgaları arasında çaresizce gidip gelirsiniz. Birkaç dakika sonra o cendereden kurtulduğunuzu, hiçbir şeyin sizi ürkütmediğini ve korku duygunuzun azaldığını hissedersiniz. Nöbet bitmiş, her şey normale dönmüştür. Bir sonraki nöbete kadar artık özgürsünüzdür...

Refleks epilepsi türlerinden banyo epilepsisi olan bir birey geçirdiği nöbetleri işte böyle tarif ediyor. Peki refleks epilepsi nedir? Çeşitleri nelerdir? Nöbeti başlatan uyaranlar hangileridir? Nasıl tedavi edilir?



Tarihte Epilepsi

Epilepsi, tarih boyunca birçok bilim insanının dikkatini çeken ve çeşitli araştırmalara konu olan özel bir hastalıktır. Epilepsiye dair en eski verilerin günümüzde British Museum'da bulunan Babil tabletlerinde yer aldığı biliniyor. MÖ 2000'lere ait olduğu tahmin edilen, 40 parçadan oluşan ve tıp ders kitabı niteliği taşıyan çivi yazılı bu tabletlerin 26 numaralı parçasında epilepsi hastalığı açıklanıyor. Bu dönemde kısıtlı sağlık bilgisi nedeniyle hastalığın beyin temelli olduğu anlaşılamadığından çeşitli metafizik varlıklar yüzünden oluştuğu düşünülüyordu. Hastalık yalnızca Babilliler değil Asurlular, Mısırlılar ve Antik Yunanlar tarafından da metafizik temellere dayanıyordu.

MÖ 400'lere gelindiğinde Hipokrat, Kutsal Hastalık Üzerine adlı kitabında epilepsinin aslında fizyolojik bir rahatsızlık olduğunu ve tıp dışındaki uygulamalarla tedavi edilemeyeceğini açıkladı. Böylece epilepsinin beyinle ilişkili olduğu ilk kez dile getirildi. Bu kitap, epilepsi konusunda önemli bir dönüm noktası olarak kabul edilse de epilepsinin etraflıca anlaşılması ve etkili modern ilaçların geliştirilmesi 1900'lü yılları buldu.

Epileptik nöbetlerde refleks kavramının ortaya çıkması da hemen hemen bu döneme denk gelir. Tarihsel süreçte nöbetlerin bazı etkenler tarafından tetiklendiğine dair görüşler açıklanmış olsa da epilepside uyarıların etkisi ilk kez 1850'de Marshall Hall tarafından tanımlandı. 1885 yılındaysa Willi-

am Gowers epilepsi nöbetlerine ani yüksek ses, ani ışık ve ani kas kasmalarının yol açabileceğini belirtti.

Refleks Epilepsi

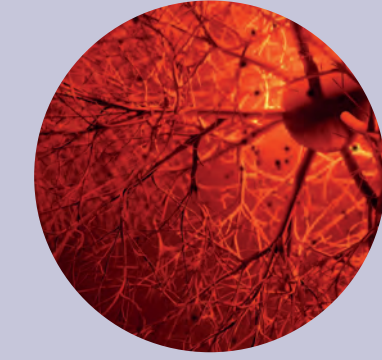
Refleks epilepsi resmî olarak ilk defa 1989 yılında ILAE (International League Against Epilepsy - Epilepsiye Karşı Uluslararası Birlik) tarafından tüm epileptik nöbetlerin duyuşsal uyarılarla tetiklendiği sendrom olarak tanımlandı. Epilepsi hastaları içinde refleks epilepsiye sahip olanların oranının %4-7 civarında olduğu biliniyor.

Refleks epilepsilerde de nöbet türleri diğer epilepsilerde olduğu gibi çeşitlilik gösteriyor. Epilepsi nöbetleri temel olarak parsiyel



(beynin yalnızca sınırlı bir bölgesinde başlayan) ve jeneralize (beyinde yaygın olarak başlayan) nöbetler olmak üzere iki başlıkta inceleniyor ancak bu başlıklar altında yer alan kırktan fazla nöbet çeşidinin olduğu biliniyor.

Refleks epilepside en çok toniklonik nöbet çeşidinin görüldüğü tespit edilmiş durumda. Epilepsi nöbeti denince ilk akla gelen tür olan ve grand mal da denilen bu nöbette bilinç kaybına kasılmalar eşlik ediyor ve nefes darlığı ya da soluk almanın geçici olarak durması gibi belirtiler bulunuyor. Refleks epilepside rastlanan diğer nöbet türleri ise absans, yani kısa süreli bilinç kaybı veya dalmanın gözlenildiği nöbetler ve miyoklonik, yani kaslardaki sıçrama veya tikler biçiminde gerçekleşen nöbetler. Ayrıca



korku, dejavu, uyuşukluk, gerçeklik algısını yitirme gibi hislerin yaşandığı nöbetlere de rastlanabiliyor.

Epilepsi nöbetlerinin bazılarında görülen “aura” adı verilen nöbet öncesi semptomlar, refleks epilepsi nöbetlerinde de ortaya çıkabiliyor. Ani korku hissi, uyuşma, görme veya duymada değişiklikler, farklı tatlar ya da kokular alma gibi semptomlar biçiminde beliren aura, genellikle nöbetin geleceğini hastaya önceden hissettirebiliyor.

Refleks Epilepsi Nöbetlerini Başlatan Uyarılar

Günümüzde görsel etkenlerden işitsel etkenlere, yemek yemeden okumaya, sıcak sudan kelimelere, hatta harflere kadar çeşitlenen uyaranların nöbetleri başlatabildiği biliniyor.

Uyarılar içerisinde en öne çıkanlar görsel uyaranlar. Fotosensitif (ışığa duyarlı) epilepsi kapsamında değerlendirilebilen bu türde, yanıp sönen ışıklar, özellikle mavi ve kırmızı floresan ışıkları veya art arda izlenen çarpıcı görüntüler gibi görsel uyaranlar epilepsi nöbetini tetikleyici nitelik taşıyabiliyor. Örneğin ünlü bir Japon animenin bir bölümü 600’den fazla çocuğun epilepsi nöbeti geçirmesine neden olmuş ve durumun tespit edilmesinin ardından dünya genelinde yayından kaldırılmıştır. Birçok video oyununun da nöbet tetikleyici yapıda olduğu farklı dönemlerde yapılan araştırmalarda ortaya çıkarılmıştır. Ayrıca bazı LED ekranların da yaydıkları titreşim nedeniyle nöbetlere neden olabildiği tespit edilmiştir.

Refleks epilepsi nöbetine neden olabilen işitsel etkenlerse ani, yüksek, çınlayan ve tekrarlayan sesler olarak tanımlanabilir. İşitsel etkenlerle tetiklenen epilepsi nöbetleri arasında yer alan ilginç bir tür müzikojenik epilepsi. Müzikojenik nöbetler, müzik tipine, müziğin duygusal çağrışımlarına, müzik aletine ya da besteciye göre or-



Her yıl Şubat ayında Uluslararası Dünya Epilepsi Günü kapsamında toplumda farkındalık oluşturmak amacıyla dünya genelinde çok çeşitli etkinlikler ve sempozyumlar düzenleniyor.



taya çıkabiliyor. Örneğin bir hasta yalnızca caz dinlediğinde nöbet geçirirken bir diğerinde nöbetler piyano sesiyle tetiklenebiliyor.

Araştırmalar yapıldıkça birbirinden ilginç yeni uyaranlar da keşfediliyor. Örneğin İtalya ve Hollanda'da gerçekleştirilen araştırmalarda bazı bireylerin belirli bir arkadaşlarının telefonlarını yanıtladıklarında, yalnızca onun sesiyle tetiklenen bir epilepsi nöbeti geçirdikleri tespit edilmiş. Hastaların bazıları baş dönmesi, konuşmanın duraksaması, sözcüklerin birbirine karışması, anlamsız sözcükler kullanma, konuşulanları anlamama, gerçek dışılık duygusu gibi belirtiler yaşarken bazıları tonik-klonik nöbetler geçirmiş.

Diğer bir ilginç uyaranınsa yazımızın başında sözünü ettiğimiz sıcak su olduğu biliniyor. Anlattığımız vakayla benzerlik taşımakla birlikte, ondan farklı olarak genelde 40 °C üzerindeki suyun kafa derisine direkt teması sonrasında ortaya çıktığı düşünülen sıcak su epilepsisi çoğunlukla Hindistan'da görülüyor. Ayrıca sıcak

su epilepsisi vakalarına ülkemizde de epey rastlanıyor.

Refleks epilepside seyrek olarak koku ve yemek gibi tetikleyicilerle de karşılaşılabilir. Yemekle ilgili epilepsi nöbetlerinde tetikleyici özel bir yemek olabileceği gibi yalnızca yemek yeme işlemi bile başlı başına nöbeti tetikleyebilir.

Tedavi

Refleks epilepsinin tedavisinde nöbet türüne bağlı olarak genellikle diğer epilepsi türlerinde kullanılan ilaçlardan yararlanılıyor ve bireylerin nöbet tetikleyen uyaranlardan kaçınması öneriliyor. Ayrıca hemen hemen tüm epilepsi türlerinde tetikleyici özellik taşıyan açlık, uykusuzluk, sigara ve alkol gibi zararlı maddelerden de uzak durmaları tavsiye ediliyor.

Gerçekleştirilecek araştırmalar ve gelişen teknolojik olanaklarla birlikte diğer epilepsi türleri için olduğu gibi refleks epilepsiler için de kesin bir çözüm bulunabileceği düşünülüyor. ■

Kaynaklar

Baysal, L., Bebek, N. ve Baykan, Fotosensitivite ve Refleks Epilepsiler. *Epilepsi*, 20 (Ek1), 23-31, 2014.

Bureau, M., Hirsch, E. ve Vigeveno, F., Epilepsy and Videogames. *Epilepsia* 45 (Suppl. 1.), 24-26, 2004.

<https://www.epilepsy.ca/history-of-epilepsy.html>

<https://www.epilepsy.com/learn/types-epilepsy-syndromes/reflex-epilepsies>

Kabay, S. C., Karaman, H. Ö., Çeliktaş, E. ve Erdinç, O., Refleks Epilepsiler: Gözden Geçirme. *Epilepsi* 15(3), 207-212, 2008.

Michelucci, R., Gardella, E., Haan, G., Bisulli, F., Zaniboni, A., Cantalupo, G., Tassinari, C. A., Tinuper, P., Nobile, C., Nichelli, P. ve Trenité, D., Telephone-induced Seizures: A New Type of Reflex Epilepsy. *Epilepsia*, 45(3), 280-283, 2004.

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK2596/>

Ünalı, H. K., Kurt, S., Mumcuoğlu, İ., Uzun, Z. A. ve Çevik, B., Müzikojenik Epilepsi: Olgu Sunumu. *Epilepsi*, 15(3), 104-107, 2009.

Ayın Sorusu

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

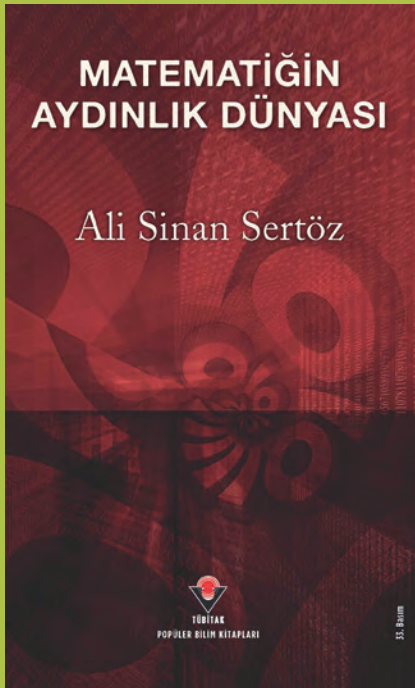
Bilkent Üniversitesi Fen Fakültesi

Matematik Bölümü

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

Bu ay:

Matematiğin Aydınlik Dünyası



Çözümü ile birlikte gönderilmeyen cevaplar değerlendirilmeye alınmayacaktır.

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

Çiftlikteki Yarışmalar



(Matematik)

21 cücenin yaşadığı çiftliğe yerleşen Keloğlan cüceler arasında bir yarışmalar dizisi düzenlemeye karar veriyor. Cüceler Keloğlan'dan N sayıda farklı yarışma düzenlemesini istiyorlar. Yarışma kurallara göre, yarışmalardan önce Keloğlan'ın $p_1 > p_2 > \dots > p_{20} > p_{21}$ pozitif tam sayılarını belirlemesi gerekiyor. Bundan sonra N sayıda yarışmanın her birinde cüceler yarışma sonucuna göre en iyiden en kötüye doğru sıralanıyor ve her bir yarışmada birinci olan cüce p_1 , ikinci olan cüce $p_2, \dots$, sonuncu olan cüce p_{21} puan alıyor. N sayıda yarışmanın tamamı yapıldıktan sonra her bir cücenin aldığı bütün puanlar toplanıyor ve toplamda en çok puan alan cüce yarışmalar dizisinin mutlak kazananı oluyor.

Keloğlan yarışmalar dizisinin heyecanını kaybetmemesi için ilk N-1 yarışmanın sonuçları nasıl olursa olsun en son yarışma yapılmadan önce yarışmalar dizisinin mutlak kazananının belirlenmemesini istiyor ve $p_1, p_2, p_3, \dots, p_{20}, p_{21}$ sayılarını buna göre ayarlamaya çalışıyor. Keloğlan'ın $p_1, p_2, p_3, \dots, p_{20}, p_{21}$ sayılarını buna uygun şekilde ayarlayabilmesi için N sayısının alabileceği en büyük değer kaçtır?



Ülkemizde Geliştirilen

Yerli ve Millî Teknolojiler

İlk Millî Gözetim Radar Sistemi

Dr. Özlem Kılıç Ekici [TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi

Türkiye'nin havacılık sektöründe kullanmak amacıyla geliştirdiği ilk havaalanı radar sistemi olan Millî Gözetim Radarı, Devlet Hava Meydanları İşletmesi Genel Müdürlüğü ve TÜBİTAK Bilişim ve Bilgi Gü-

venliği İleri Teknolojiler Araştırma Merkezi iş birliği ile yerli ve millî olarak geliştirildi (<https://bilgem.tubitak.gov.tr/tr/urunler/mgr-milligozetim-radarı>). Kuş sürüsü ya da *drone* gibi havadaki canlıların ve

nesnelerin belirlenip takip edilmesi amacıyla 2010 yılında başlatılan KUŞRAD projesi kapsamında geliştirilen Millî Gözetim Radarı, havaalanı radar sistemi olarak görev yapacak ve hava trafik kontrol hizmetlerinde kullanılacak. Geliştirilen havaalanı radar sistemi hava trafik kontrol hizmetlerine sürekli bilgi aktaracak ve böylece tüm yer ve uçuş hareketleri izlenebilecek. Bu sayede hava trafiğinin güvenli, düzenli ve hızlı bir şekilde gerçekleşmesi sağlanacak.

Millî radar sistemi hem birincil hem de ikincil gözetim radarına sahip. Geliştirilen bu sistem, hızı 216-1080 kilometre/saat arasında olan tüm hedefleri takip edebiliyor ve aynı anda 1000 kadar hedefi izleyebiliyor. Ayrıca yağış alan bir bölgeyi ve o bölgedeki yağış yoğunluğunu da belirleyebiliyor.

Son kontrol süreçleri tamamlanan Millî Gözetim Radarı'nın önümüzdeki birkaç ay içinde Gaziantep Havalimanı'nda hizmet vermeye başlaması planlanıyor.

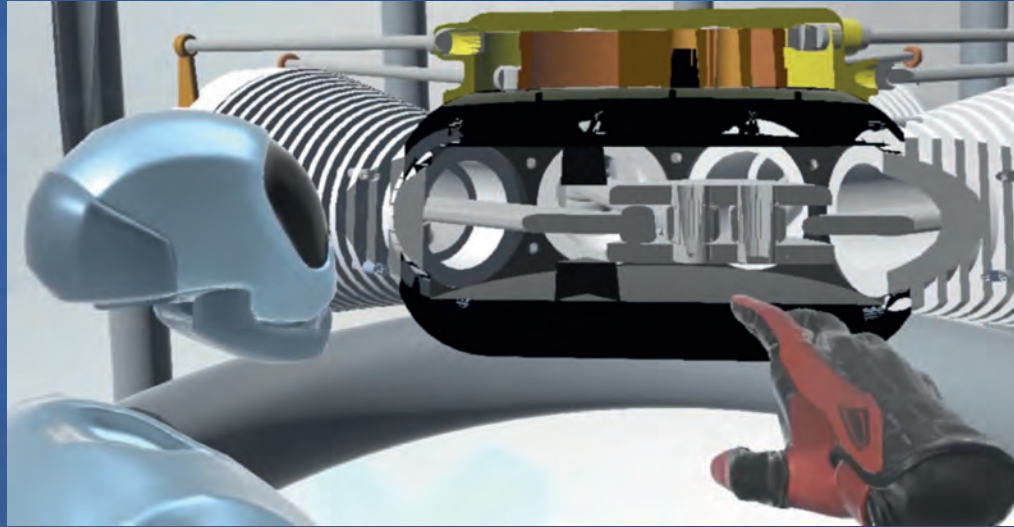


RoT Studio

Sanal Gerçeklik Yazılımı

TÜBİTAK 1511- Bilgisayar Destekli Tasarım ve Benzetim (Simülasyon) Sistemlerinin Geliştirilmesi Çağrısı başlığı altında desteklenen bir proje kapsamında bir sanal gerçeklik ürünü geliştirildi. Bu ürün, üretim aşamasında fiziksel prototipe geçmeden önce üç boyutlu tasarımların sanal gerçeklikte görüntülenmesini ve değerlendirilmesini sağlayan bir uygulama yazılımı (<https://infotron.com.tr/arge-inovasyon/rot-realization-of-things/>).

Tamamı yerli ve milli kaynaklarla, ODTÜ Teknokent'te geliştirilen bu ürüne RoT Studio (Realization Of Things - Nesnelerin Gerçekliği Stüdyosu) adı verildi. Bu ürün sayesinde başta otomotiv ve savunma sanayisi



olmak üzere, endüstriyel üretimdeki planlama, tasarım, üretim, servis, bakım, test, kalite kontrol ve eğitim gibi her aşamada sanal ortamlardan yararlanılabilecek.

Tasarım gözlüğü sayesinde, dijital ortamda oluşturulan bir sahnede üç boyutlu ürün modelinin gereksinimlere uygun tasarlanıp tasarlanmadığı sanal prototip üzerinde kontrol edilebilecek. Sanal ortamda tasarımı gözden geçirirken üründeki sorunların işaretlenip ekran görüntüsünün alınabileceği serbest fırça, sesli not alma, sesli görüşme, ölçü ve kesit alma gibi araçlar da bulunuyor.

Bu sanal gerçeklik uygulaması yazılımı sayesinde coğrafi olarak farklı yerlerde fakat aynı işletmenin çatısı altında çalışanlar, gerçek ortamda bir araya gelmeden aynı sahne ve aynı veri üzerinde eş zamanlı ürün doğrulama, tasarımı gözden geçirme, kalite kontrolü, geometrik analiz ve ürün eğitimi yapabilecekler. Böylece geliştirilen bir endüstriyel ürün hakkında karar verme süreçlerinin hızlandırılması ve bu süreçte fiziksel prototip ihtiyacının da azaltılması amaçlanıyor. ■



BİLİM TARİHİNDEN NOTLAR

Prof. Dr. Hüseyin Gazi Topdemir

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



Gökbilim kuramları gökyüzünde olup bitenleri geometri aracılığıyla açıklamayı amaçlar. Evrenin geometri aracılığıyla modelini yapabilmek aslında uygarlaşma yolunda önemli bir adımdır. Çünkü ancak bu sayede yörüngesinde dolanan bir gök cisminin, belirli bir anda nerede bulunacağını hesaplamak ilk defa mümkün olmuştur.

Geçen sayımızda, gökyüzü gözlemlerinin sonucunda astronom ve matematikçi Knidoslu Evdoksus'un (MÖ 400-347) merkezinde Yer'in bulunduğu ortak merkezli küreler kuramını geliştirdiğinden, kurama daha sonraki yıllarda ilginin arttığından ve kuramın Kallippos (MÖ 300-370) ile Aristo (MÖ 384-322) tarafından geliştirildiğinden söz etmiştik. Kuram aslında gökyüzünde görünenleri açıklamak için iyi bir geometrik model gibi görünmesine karşın, belirli zorlukları da beraberinde getiriyordu. Bu zorluklardan biri daha sonraki dönemlerde astronomları gök cisimlerinin hareketini açıklamak üzere giderek artan sayıda küreye muhtaç bırakmasıydı (örneğin Mars'ın yıllık hareketleri için bir küre, mevsimlerinin oluşumunu göstermek için bir küre, kendi etrafındaki dönüş hareketini açıklamak için bir küre vb.). Bu nedenle Kallippos küre sayısını 34'e, Aristo ise 56'ya çıkarmıştı. Bu şekilde giderek anlaşılması zorlaşan kuramı en sonunda (MS 150'lerde) Batlamyus yalınlaştırdı. Ancak bu dönemde geliştirilen tek kuram bu değildi. Merkezinde Yer'in bulunduğu ortak merkezli küreler kuramının açıklamasını yetersiz bulan Sisamlı Aristarkus (MÖ yaklaşık 310-230) yeni bir model sundu. Onun modelinde Güneş merkezdeydi ve Yer de dâhil bütün gök cisimleri Güneş'in etrafında belirli yörüngelerde dolanıyordu.



Knidoslu Evdoksus
(MÖ 400-347)

Güneş Merkezli Gökbilim Kuramı

Aristarkus'un modeli Güneş'i merkeze almakla aslında sağduyuya aykırı bir kabule dayandığından oldukça cesur bir teori olarak kabul edilmeyi hak ediyor. Çünkü o zamanın bilgi düzeyine göre, Güneş'in durağan, Yer'in ise hareketli olduğunu söylemek mümkün değildi. Sağduyuya dayalı bakış açısına göre, her gün Güneş doğuyor ve batıyordu. Bu yüzden Aristarkus'un modeli ciddi bir soyutlama becerisini gerektiriyordu. Daha da önemlisi genel kabule aykırı bir düşünceyi savunmakla halk nezdinde ve bilim toplulukları arasında kabul görmeme riski taşıyordu. Bununla birlikte, gezegenlerin kürelere çakılı olarak değil, Güneş'in çevresinde daireler çizerek dolandıklarını savunduğu için, küre karmaşasına son vermekle esasında çok önemli bir ilerlemeyi barındırıyordu.

Aristarkus'un bir diğer başarısı da gezegenler ile Yer arasındaki mesafeyi geometri aracılığıyla belirlemesiydi. *Güneş'in ve Ay'ın Uzaklıkları ve Büyüklükleri* adlı kitabında bu konuyu ele almıştı.

Aristarkus
(MÖ 310-230)



Aristarkus'un yöntemi

Aristarkus'un Hesaplama Yöntemi

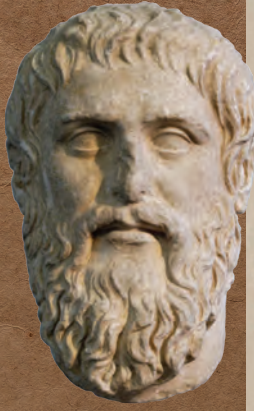
Aristarkus'un yöntemi, Ay'ın tam yarı yarıya aydınlandığı esnada Yer'den Ay'a ve Güneş'e doğru çizdiği hayali çizgiler arasındaki açıyı ölçmeye dayanıyordu. Yaptığı hesaplamalar sonucunda bu açıyı 87° olarak bulmuştu. Güneş'in ve Ay'ın boyutlarını belirlemek için kullandığı Ay tutulması gözlemi sonucunda da Ay'ın görünen çapının 2° olduğunu hesaplamıştı. Hesaplamalarının sonucunu şöyle ifade etti:

- Güneş'in Yer'den uzaklığı, Ay'ın uzaklığının 18 katından fazla, 20 katından azdır.
- Güneş'in çapının Yer'in çapına oranı, Ay'ın çapının Yer'in çapına oranıyla aynıdır.
- Güneş'in çapının, Yer'in çapına oranı, 19'un 3'e oranından daha büyük fakat 43'ün 6'ya oranından daha küçüktür.

Aristarkus'un ulaştığı sonuçlar büyük ölçüde hatalıdır. Hatası kullandığı yöntemde değil, esas aldığı açı değerlerindendir. Daha sonra aynı yöntemle ancak daha doğruya yakın açı değerleriyle Hipparkos daha az hatalı sonuçlara ulaştı. Demek ki sorun yöntemde değil, esas alınan sayısal değerlerle ilgiliydi. Bununla birlikte, asıl başarı Aristarkus'un, Kopernik'ten yüzlerce yıl öncesinde Güneş merkezli gökbilim kuramı modelini geliştirmiş olmasıydı.

Geometri Neden Önemlidir?

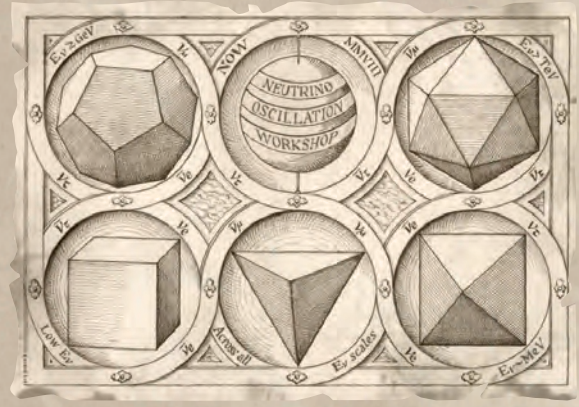
Platon'un (MÖ 427-347) kurduğu ünlü Akademi'nin kapısına "Geometri bilmeyen giremez" diye bir ibare koydurduğundan söz edilir. Peki neden? Çünkü ona göre hakikatin bilgisine ancak geometri aracılığıyla ulaşılır. Hakikat ezeli ve ebedi olan idealardır. Duyularımız yoluyla algıladığımız, görünen dünyadaki her şey ise ideaların bozuk ve kusurlu taklitleridir. Taklide değil de asıl olana ulaşmak için geometri tek yoldur. Geometri görünenin ardındaki asıl gerçekliği soyutlama yaparak kavramanın imkânını ve ufkunu sunar. Platon'un geometri tutkusu yüzyıllar boyunca bütün uygarlıklarca da benimsenmiş ve genç zihinlerin sağlam düşünce örgüsüne kavuşması için en uygun eğitim aracı olarak kabul edilmiştir.



Platon (MÖ 427-347)

Matematiği bu denli yücelten Platon olsa da ondan önce doğa bilgini Thales (MÖ 624-548) Mısır ve Mezopotamya uygarlıklarında büyük gelişme kaydeden geometri bilgisini Antik Yunan uygarlığına aktaran kişidir. Geometri konusunda yeterince bilgi sahibi olduktan sonra kendisi de pek çok önerme geliştirdi, örneğin, "Çap, daireyi iki eşit parçaya ayıran çizgidir." Geometrinin iyi bir akıl yürütmeye imkân sağladığına ve çıkarım yapma becerisini geliştirdiğine ilişkin en iyi kavrayışı sergileyenin de yine Thales olduğu kabul edilir. İyi bir gözlemci olan Thales, yüksekliğini pratik olarak ölçmeyeceği büyük nesnelerin boylarını geometrik bağlantı yoluyla kolayca hesaplayabilmişti. Nasıl mı? Kendi gölgesinin boyuna eşit olduğu esnada, diğer nesnelerin de gölgelerinin boylarına eşit olduğunu çıkarsayarak.

Geometrinin gelişimi Mısır ve Mezopotamya uygarlıklarından sonra Antik Yunanlılar tarafından sürdürüldü. Thales ve Platon'dan sonra asıl görkemli gelişmenin mimarı MÖ 300 yıllarında yaşadığı tahmin edilen Öklid oldu. Platon'un kurduğu Akademi'de eğitim aldıktan sonra *Elemanlar* kitabını yazdı.



Platon'un geometri tutkusuyla bulduğu Platonik çok yüzlü cisimler

Elemanlar kitabının geometri tarihi açısından iki önemli yönü vardır: 1) Kendisine kadar gelen bütün geometri bilgilerini açık, anlaşılır ve sistemli bir biçimde aktarır. 2) Geometri problemlerinin çözülmesinde özel bir öneme sahip olan ve aksiyomatik adı verilen yöntem ilk kez bu kitapta kullanılmıştır.

Elemanlar 13 kitaptan oluşur ve çevremizin geometrik özelliklerine ilişkin anlayışımız büyük ölçüde bu kitaba dayanır. 19. yüzyılda bu kitapta açıklanan geometri ilkelerinin bütün evren için geçerli olup olmadığı sorgulandı ve Öklid'in kabullerinin yalnızca aksiyomları ile belirlediği uzay için geçerli olduğu düşünülmekle farklı ilkelere dayanan geometriler geliştirildi.

Görüldüğü üzere, geometri doğa biliminin kendi amaçlarını gerçekleştirmek üzere özgürce kullandığı araçlardan biridir. Geometri, Thales tarafından form (biçim) bilimi olarak Antik Yunan düşünce dünyasına tanıtılmış, Pisagor tarafından geliştirilmiş ve nihayet Öklid tarafından tamamlanmıştır. Sonunda, uzayın kendi özellikleri olarak kabul edilen birkaç aksiyomdan mantık ilkeleri aracılığıyla önermeler dizisi çıkarsamaya izin veren bir disiplin böylece kurulmuştur.

Gelecek sayıda yine temeli Antik Çağ'da atılmış Yer-Güneş merkezli gökbilim kuramı üzerinde duracak, Batlamyus astronomisi ve ışık konusundaki araştırmaları ele alacağız. ■

bilim genç



Dijital Popüler Bilim Dergisi



bilimgenc.tubitak.gov.tr



bilimgenc



tubitakbilimgenc



tubitakbilimgenc

Doğa Fauna

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

Küçük Ama Ölümcül Bir Deniz Omurgasız

MAVİ HALKALI AHTAPOT

Ahtapotlar, deniz omurgasızları içinde en zeki canlılardır. Sahip oldukları sekiz kolun her birini çok farklı yönde uzatma, kısaltma, bükme, sarmal hâle getirme vb. gibi ayrı ayrı hareket ettirmek; mürekkep benzeri bir sıvı fışkırtmak ve renk değiştirmek gibi ilgi çekici yetenekleri vardır. Çok sığ yerlerden, ışığın giremediği, karanlık ve çok derin yerlere kadar çeşitli koşullarda yaşayabilirler. Ülkemiz ve dünya denizlerinde çok farklı türleri bulunur.

En ilginç türlerden biri mavi halkalı ahtapottur (*Hapalochlaena maculosa*). En belirgin özellikleri vücutlarının üzerinde bulunan mavi renkli halka şeklindeki yapılardır. Boyları 12-20 cm, ağırlıkları ise 26 gr kadardır.

Mavi halkalı ahtapotlar en zehirli hayvanlar sıralamasında ilk 10'da yer alır. Zehirleri bir insanı öldürecek kadar kuvvetlidir. Ancak yüzen insanları bulup zehirlemeye çalışmazlar. Sadece kazara üzerlerine basıldığında ya da yanlışlıkla dokunulduğunda kendilerini korumak amacıyla zehirlerini salabilirler.

Mavi halkalı ahtapotlar ülkemizde yaşamaz. Bu tür ahtapotlar Hint-Pasifik biyocoğrafi bölgesinde bulunur. Avustralya'nın güneyi başta olmak üzere Avustralya kıyıları ve Japon Denizi başlıca yaşam alanlarıdır.



Gökyüzü

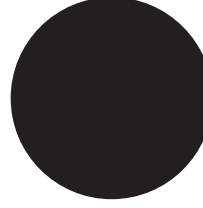
Prof. Dr. Faruk Soyduğan

[fsoyduğan@comu.edu.tr

04 Şubat
Sondördün



11 Şubat
Yeniay



19 Şubat
İlkdördün



27 Şubat
Dolunay



Kış Üçgeni ve Altıgeni



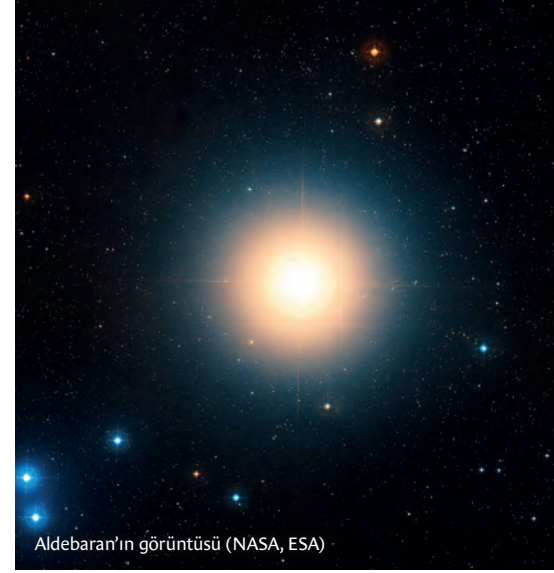
Kış üçgeni ve altıgeni yıldızları

Gökyüzünü çıplak gözle izlemek ve gözlem yapmak binlerce yıldır insanlığa heyecan veriyor. Bu muhteşem sergiyi izlemek bir süre sonra içinde yer alan nesneleri tanımak arzusunu da beraberinde getiriyor. Çıplak gözle yapılan gözlemleri daha ileri seviyeye taşımak için gök kubbedeki nesneleri tanımanın yanında “Farklı zamanlarda gökyüzünde hangi cisimleri hangi konumda gözleyebiliriz?” sorusuna da cevap vermek gerekiyor. Aysız bir gecede ve karanlık bir ortamda, gökyüzünde 2000’den fazla yıldız ve zamana göre değişmekle birlikte birkaç gezegen görmek mümkün olabiliyor. Şehir ışıklarının güçlü ve yanlış aydınlatmanın hâkim olduğu ortamlarda ise gözlenebilecek yıldız sayısı 100’ün altına düşebiliyor. İster az görelim ister çok, yıldızları tanımak için gökyüzü uzun yıllar önce parsellenmiş ve takımyıldızları oluşturulmuş. Günümüzde şehir ışıkları yakınında bu takımyıldızları bulmak ve tanımak artık çok kolay görünmüyor. Bu nedenle en parlak olan yıldızları hedef alarak oluşturulan hayali geometrik şekiller yardımıyla onları bulmak kolaylaşıyor. Bu tür benzetimlerde

yer alan yıldızlar, fiziksel olarak birbirine bağlı değildir ve gökadamız içinde çok farklı uzaklıklardadırlar. Buna karşın, bu gökyüzü parselleri gökbilim severler için gökyüzünü ve parlak yıldızları kolaylıkla bulmak için önemli kolaylık sağlıyor.

Kış aylarında gökyüzündeki parlak yıldızlardan bazıları kullanılarak birkaç geometrik şekil oluşturuluyor. Bunlardan biri kış üçgeni olarak tanımlanıyor. Sırasıyla Büyük Köpek, Avcı ve Küçük Köpek takımyıldızlarının parlak yıldızları olan Sirius, Betelgeuse ve Procyon bu eşkenar görünümü lü üçgenin köşelerini oluşturuyor. Kuzey Yarımküre’de kış boyunca rahatlıkla gözlenebilen bu üçgenin yıldızları, sonbaharda sabahın erken saatlerinde doğu ufunda, ilkbaharda ise akşamın erken saatlerinde batıda gözlenebiliyor. “Güney Yarımküre’de kış üçgeni ne zaman ve nasıl görünür?” sorusunu okuyuculara bırakalım.

Kış üçgenindeki Sirius yani Akyıldız, gökyüzündeki en parlak yıldızdır ve görsel parlaklığı -1,47 kadirdir. Bir çift yıldız sistemi olan Sirius, A0 tayf türünde bir yıldız ile ölmüş bir yıldız çekirdeği olan bir beyaz cüceden oluşur ve Dünya’ya uzaklığı 8,6 ışık yılıdır. Son birkaç aydır çok fazla haberi yapılan, süpernova patlaması gösterecek aday bir kırmızı süper dev yıldız olan Betelgeuse’nin görsel parlaklığıysa 0 ile 1,6 kadir arasında değişiyor. Son aylarda parlaklığındaki azalmanın süpernova habercisi olabileceği üzerinde tartışmalar yapılsa da bu parlaklık azalmasının nedeninin atmosferinden atılan madde olduğu anlaşıldı. Yaklaşık 8 milyon yıl yaşında olan bu yıldızın bize olan uzaklığı 548 ışık yılı civarında olarak biliniyor. Kış üçgeninin diğer parlak yıldızı Procyon da bir çift yıldızdır ve F5 anakol veya alt-dev yıldızı ile bir beyaz cüceden oluşur. Procyon’nun Dünya’ya uzaklığı yaklaşık 11 ışık yılı olup görsel parlaklığı 0,34 kadirdir. (9



ve 11 yaşlarındaki çocuklara, bu üçgenin iki yıldızı olan Sirius ve Procyon’u doğum günü yıldızları olarak gösterebilirsiniz.) Kış üçgeni, gökadamızın kışın görünen parçasını bulmanın yanında derin uzay nesneleri olan Koni Bulutsusu, Kalp Şekilli Açık Küme (M50), M48, M47 ve M46 gibi çok sayıda gök cismini gözlemek için rehber olarak kullanılabilir.



Kış altıgeni (veya kış çemberi) ise Rigel, Aldebaran, Capella, Polluks, Procyon ve Sirius’un köşelerinde yer aldığı altıgen benzeri bir şekil veya gösterim olarak kullanılıyor. Çoğunlukla Kuzey Yarımküre’de gözlenen bu yıldızlar, kış aylarında (özellikle Aralık – Mart ayları arasında) gökyüzünde çıplak gözle kolaylıkla bulunabilirler. Daha kolay önce kış üçgenini belirleyip daha sonra ortada kalan Betelgeuse’i dışarıda bırakıp altıgen yapıyı gökyüzünde tamamlamaktır. Altıgenin yıldızları, altı takımyıldızının üyeleridir. Rigel yıldızından başlayarak altıgenin etrafında saat yönünün tersinde göz gezdirirsek, Avcı, Boğa, Arabacı, İkizler, Büyük Köpek ve Küçük Köpek takımyıldızlarıyla karşıla-

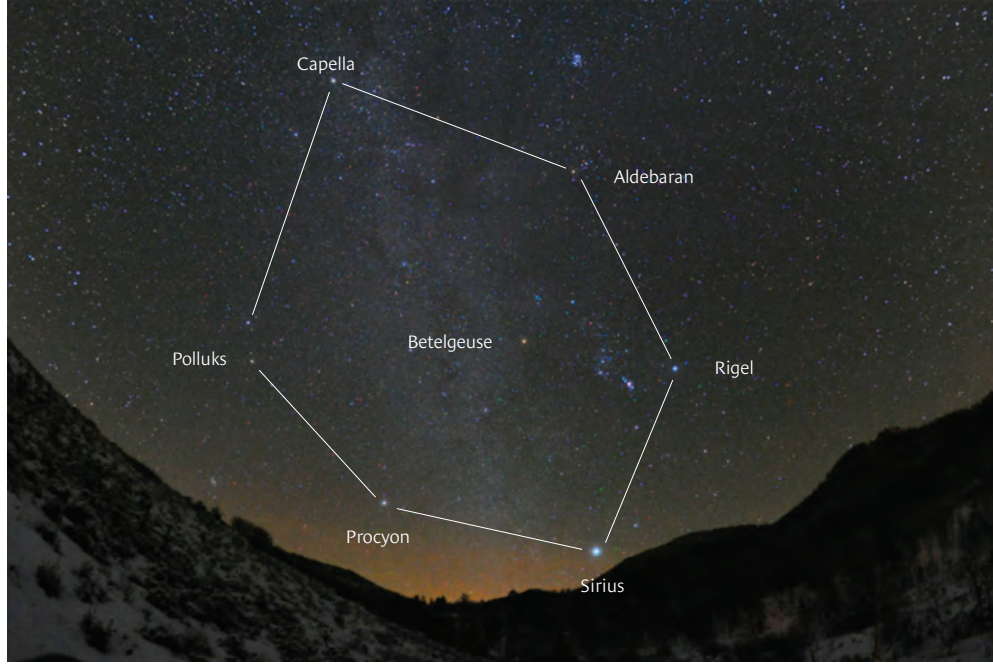
şırız. Kış altıgeninin yıldızlarından Sirius ve Procyon aynı zamanda kış üçgeninin de üyesi olduğundan yukarıda onlara değindik. Şimdi altıgenin diğer yıldızlarına daha yakından bakalım.

Altıgendeki Capella, gökyüzündeki altıncı en parlak yıldız olup görsel parlaklığı 0,08 kadir ve bize uzaklığı 43 ışık yılıdır. Capella, gökyüzünde tek görünen ancak iki çift yıldızdan oluşan dörtlü bir yıldız sistemidir. Çiftlerden biri iki parlak dev yıldızdan oluşurken, diğer çiftin üyeleri ise iki sönük kırmızı cüce yıldızlardır.

Boğa'nın gözü olarak adlandırılan Aldebaran, yaklaşık 65 ışık yılı uzaklıkta bir kırmızı dev yıldızdır. Aldebaran da bir çift yıldız üyesidir ve sistemdeki diğer yıldız soğuk, küçük bir kırmızı yıldızdır. Bu devin parlaklığı değişmekte olup ortalama parlaklığı 0,8 kadirdir. Yaklaşık 6,4 milyar yıl yaşında olduğu tahmin edilen Aldebaran'ın yüzey sıcaklığı 3900 K, yarıçapı ise Güneş'in 44 katıdır.

Rigel, Avcı Takımyıldızı'nda görsel parlaklığı 0,18 kadir olan bir yıldızdır. Dünya'dan uzaklığı yaklaşık 860 ışık yılı olan Rigel'in kütlesi Güneş'in kütlesinin 21 katıdır. Dörtlü bir yıldız sisteminin üyesi olan bir mavi-beyaz süper dev yıldız olan Rigel, denizcilerin yıldızı olarak biliniyor. Sistemin diğer üç üyesi birbirine daha yakın mavi-beyaz anakol yıldızlarıdır. Rigel aynı zamanda değişen bir yıldızdır, yani parlaklığı, zonklama veya pulsasyon nedeniyle değişim gösterir.

Altıgendeki diğer yıldız Polluks, İkizler Takımyıldızı'nın en parlak yıldızdır. Görsel parlaklığı 1,14 kadir olan bu yıldız bir sarı-turuncu devdir. Polluks'un bize



uzaklığı yaklaşık 34 ışık yılıdır ve Güneş Sistemimize en yakın dev yıldızdır. İkizi olan Castor'dan 18 ışık yılı uzaktadır. Polluks, 724 milyon yıl yaşında olup uzağa Güneş'ten 33 kat fazla enerji yayar. 2006 yılında Polluks'un etrafında Jüpiter benzeri bir gezegenin bulunduğu keşfedildi.

Kış altıgeni, gökyüzünde büyük bir alan kaplıyor ve Orion Bulutsusu da dâhil olmak üzere çok sayıda derin uzay cismi bu alanda yer alıyor. Altıgenin veya çemberin merkezine yakın bölgede süper dev Betelgeuse bulunuyor. Atbaşı, Yengeç, De Mairan, Rozet ve Koni bulutsuları bu çerçevede yer alıyor. Bu bölgede, küçük çaplı teleskoplarla, M35, M36, M37, M38 ve M41 açık kümeleri de gözlemlenebilir.

Son yıllarda şehirlerde yaşayan nüfusun büyük ivmeyle artması, ışık kirliliği altında gökyüzünü seyretmeye çalışan insan sayısının da artışı beraberinde getirdi. Bunun sonucunda, insanların önem-

li bir bölümünün gördüğü yıldız sayısı azalıyor; dolayısıyla bazı takımyıldızları hiç görülüyor, bazıları ise çok daha az sayıda yıldızıyla gözlemlenebiliyor. Bu durumda, yukarıda anlatılan gökyüzünün en parlak birkaç yıldız kullanılarak oluşturulan gökyüzü alanları bize rehberlik ediyor. Yaz üçgeni, kış üçgeni ve altıgeni gibi az sayıda bu tür parsellenmiş bölge (belki de modern dönemin takımyıldızları!), gözlem yaparken gökyüzünü tanıma kolaylık sağlıyor. Sizler de bu kış günlerinde önce çıplak gözle kış üçgeni ve altıgenindeki yıldızları, sonrasında bir dürbün ve/veya teleskop kullanarak bu bölgelerdeki derin alan nesnelerinden bazılarını gözleyebilirsiniz. Bol yıldızlı açık geceler dileyişle...

Kaynaklar

<https://nineplanets.org/the-winter-triangle/>

<https://nineplanets.org/the-winter-hexagon/>

<https://earthsky.org/favorite-star-patterns/winter-circle-highlights-brightest-winter-stars>

<https://www.constellation-guide.com/winter-hexagon/>

Ayın Önemli Gök Olayları

03 Şubat Ay Dünya'ya en yakın konumunda (370.100 km)

18 Şubat Ay Dünya'ya en uzak konumunda (404.500 km)

18 Şubat Ay ve Mars birbirlerine yakın görünümde

26 Şubat Merkür, Jüpiter ve Satürn gün doğumundan önce doğuda birbirlerine yakın görünümde



01 Şubat 23.00
15 Şubat 22.00
28 Şubat 21.00



Gezegener

Merkür: Geçtiğimiz ay sonuna doğru gözlenebilir olan gezegen, bu ayın ortasına doğru gökyüzünde tekrar Güneş'e yaklaşmaya başlayacağından gözlenemeyecek. Ayın ortasından itibaren sabah gökyüzüne geçecek olan gezegen ufuktan fazla yükselemeyeceği için gözlenebilmesi için temiz bir gökyüzü ve yüksek bir gözlem yeri gerekiyor.

Venüs: Gökyüzündeki konumu bu ay boyunca Güneş'e yakın olacağından görülmesi mümkün olmayacak.

Mars: Gezegen gün batımında güneyde ve gözlem için oldukça uygun yükseklikte. Geçtiğimiz ay parlaklığı hafifçe azalmış olan gezegen gece yarısından bir saat sonrasına kadar gözlenebilir. 18 Şubat'ta Ay ile yakın görünecek ve günler ilerledikçe gözlem süresi kısıllanacak. Gezegen, ayın son günlerinde gece yarısından yarım saat sonra batmış olacak.

Jüpiter: Geçtiğimiz ay Güneş'in batısına geçen gezegen günler ilerledikçe ayrılığını artırıyor fakat ufuktan fazla yükselemediği için Güneş doğmadan hemen önce doğuda görülmesi zor olacak.

Ayın son birkaç günü Merkür'e yakınlıkla karşılaşacak olan gezegeni kısa süreyle de olsa gün doğumundan önce doğu ufku görebilmek için temiz bir gökyüzü ve yüksek bir gözlem yeri gerekli.

Satürn: Gökyüzünde Güneş'in batısına geçen gezegenin gözlenebilmesi için ayın son haftasını beklemek gerekiyor. Bölgeyi Merkür ve Jüpiter ile paylaşan gezegeni kısa sürelerle görebilmek için ay sonuna doğru gün doğumundan hemen önce temiz bir doğu ufku bulmak gerekiyor.

Düşünme Kulesi

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

Ayın Oyunu: Sıkışık Toplamlar

Sıkışık Toplamlar Oyun Kuralları

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

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

	4	10	6	6	5	
3						
7						
4						
9						
8						
0						

	6	8	5	7	1	
10						
4						
2						

	10	3		7		
4						
6						
9						
2						
8						

	8	8	5		9	
5						
1						
9						

Sıkışık Toplamlar - Örnek Çözüm

	4	6	5	7		
	1		4	2	3	
4	3	2	1		4	
3	2	1		3		4
9		3	2	4		1
3	4		3		1	2
4		4		1	2	3

Ödüllü soru

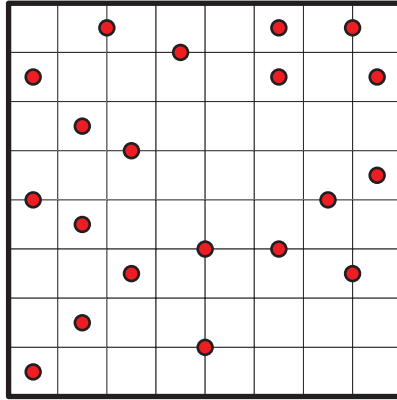
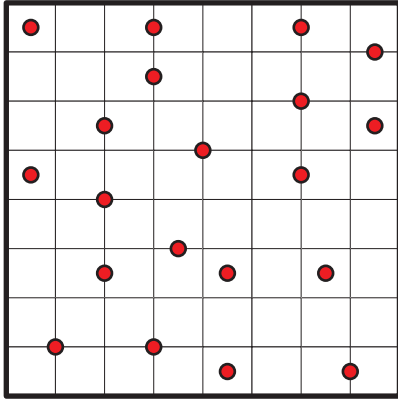
▼ Sıkışık Toplamlar sorusunu çözüp ok doğrultusundaki içeriği yazarak ad, soyad ve adres bilgileri ile birlikte dusunme.kulesi@tubitak.gov.tr adresine gönderenler arasından çekilişle belirlenecek 10 kişiye TÜBİTAK Popüler Bilim Kitapları tarafından yayımlanmış *Bir Avcı Tayyaresi Yapmaya Karar Verdim* başlıklı kitap hediye edilecek. Çekiliş sonuçları dergimizin facebook ve twitter hesaplarından önümüzdeki ayın ilk haftasında duyurulacak. Geçen ayın ödüllü Çarpmaca sorusunu doğru yanıtlayan ve kitap ödülü kazanan okurlarımızın listesi facebook ve twitter hesaplarımız üzerinden duyuruldu.

www.bilimteknik.tubitak.gov.tr

	3	3			9	
3						
1						
5						
1						
2						
8						

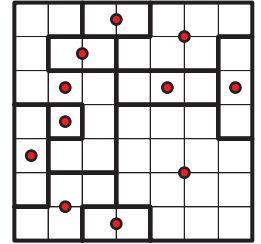
Ok doğrultusundaki içeriği yazın.
Örnek çözümün ilk satırı 1X423X şeklinde yazılmalıdır.

Simetri: Diyagramın tamamını simetrik bölgelere ayırın. Verilen noktalar bölgelerin simetri merkezlerini göstermektedir. Bir hücre yalnızca bir şekil tarafından kapsanabilir.

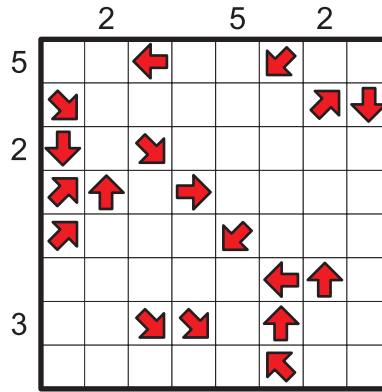
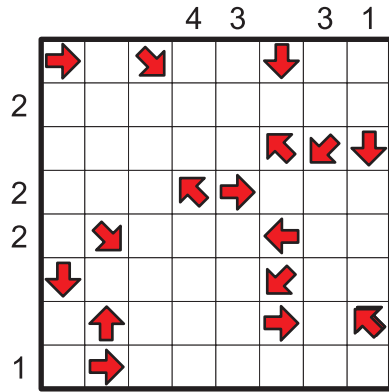


Simetri

Örnek Çözüm

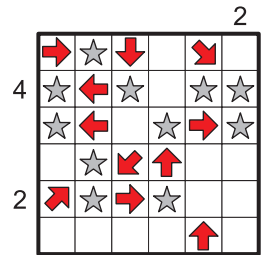


Oklar ve Yıldızlar: Tablodaki boş hücelere yıldızlar yerleştirin. Her bir ok sadece bir yıldız göstermeli ve her bir yıldız sadece bir ok tarafından gösterilmelidir. Tablonun dışındaki sayılar ilgili satır veya sütunda yer alan yıldızların sayısını belirtmektedir.



Oklar ve Yıldızlar

Örnek Çözüm

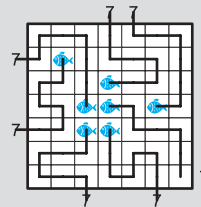


Geçen Sayının Çözümleri

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

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

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

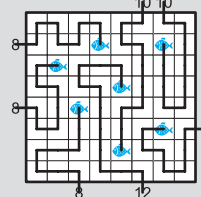


2	5	6	4	1	3
4	1	3	2	5	6
1	4	2	3	6	5
3	6	5	1	4	2
6	3	1	5	2	4
5	2	4	6	3	1

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

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

Ödüllü Soru:
Çarpmaca



Balıkçılar

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

At Hamlesiz Sudoku

Çarpmaca

Satranç

Kıvanç Çefle [btsatranc@tubitak.gov.tr]

Bir Etütçü Olarak Vasili Smislov

Çok güçlü satranç oyuncuları, hatta büyük ustaların da arada bir etüt kurdukları olmuştur. Bunlar arasında Emanuel Lasker, Jose Raul Capablanca, Wilhelm Steinitz gibi kompozitörlük dünyasına şöyle bir uğrayıp geçenler vardır. Bunun ötesinde, etüt kurmayı kendine uğraş edinen ve bu yönleriyle de satranç tarihine adını yazdıranlar da bulunur. Bunlardan, dünya şampiyonu adaylığına kadar yükselmiş Jan Timman'a ve Pal Benko'ya daha önce sayfalarımızda yer vermiştik. Bu kez bir şampiyonun, Rus Vasili Smislov'un (1921-2010) etütlerinden birkaçını inceleyeceğiz. Ama önce bu büyük oyuncunun satranç kariyerine kısaca bakalım.

Smislov satrancı altı yaşında öğrendi. Bu oyuna o kadar ilgi duyuyordu ki babasının kütüphanesindeki satranç kitaplarını kısa zamanda okudu. Özellikle Mihail Çigorin'den çok etkilenmişti. Gençliğinde hayran

olduğu Çigorin'in romantik tarzının Smislov'un olgunluk yıllarında benimsediği sakın ve duru stil ile ilgisinin olmaması ilginçtir.

Smislov 17 yaşında Sovyetler Birliği Gençler Şampiyonası'nı kazandı. 19 yaşında, 1940'da katıldığı ilk Sovyetler Birliği Şampiyonası'nda üçüncü olarak dikkatleri üzerine çekti. Şampiyona sona erdiğinde geride bıraktığı oyuncular arasında geleceğin bir başka dünya şampiyonu olan Mihail Botvinnik de vardı. İkinci Dünya Savaşı sonrasında katıldığı turnuvaların hiçbirisinde birinci olamasa da 1948 yılında düzenlenen Dünya Şampiyonluğu turnuvasına davet edildi. Turnuva 1946 yılında ölen önceki şampiyon Aleksandr Alehin'in yerini alacak yeni şampiyonu belirlemek amacıyla düzenlenmişti. Turnuvayı Botvinnik kazanarak şampiyonluk tacını giydi, ikinci olan Smislov ise oyun gücünden

şüphe edenlere diyecek söz bırakmadı. 1953 yılında efsanevi Zürich Turnuvası'nı kazanınca Botvinnik ile şampiyonluk maçı yapma hakkını elde etti. Ancak bir yıl sonra yapılan 24 oyunluk şampiyonluk maçı 12-12 beraberlikle bitti ve zamanın FIDE kurallarına göre Botvinnik unvanını korudu. Smislov amacına 1957 yılında erişti, 1956 yılında kazandığı Adaylar Turnuvası'nın ardından yeniden Botvinnik ile karşılaştı ve onu 12½-9½ skorla yenmeyi başardı. Artık şampiyondu! Bir yıl sonraki rövanş maçında Botvinnik'e yenilse de kendi ifadesiyle "rüyalarını gerçekleştirmiş ve satranç tarihine yedinci dünya şampiyonu olarak geçmeyi başarmıştı".

Smislov kısa süren şampiyonluğunu takip eden yıllarda yeni bir şampiyonluk maçında oynamayı başaramasa da uzun yıllar boyunca en iyiler arasında yer almayı sürdürdü.



1983 yılında, 62 yaşında oynadığı Adaylar Turnuvası'nda dönemin yükselen yıldızı ve onun yarı yaşındaki Zoltan Ribli'ye karşı kazandığı şık oyun hatırlardadır. İlerleyen yaşına rağmen aktif satrancın içinde kalan Smislov 2010 yılında Moskova'da öldü.

Sağlam bir oyun tarzı olan Smislov pozisyonel satranca daha yakındı. "Mutlak doğru" hamleleri oynama peşindeydi. "Ben kırk doğru hamle yapacağım ve siz de aynısını yapabilirsiniz oyun beraberlikle biter" diyordu. Ama Smislov'un karşısında kırk doğru hamleyi bulmak hiç de kolay değildi! Onun oyunlarında spekülâtif ve heyecan verici fedalar pek görülmez. Bu bakımdan oyun anlayışı "psikolojiye değil, doğru hamlelere inanırım" diyen Fischer ile paralellik gösterir. Şaşmaz bir doğrulukla, âdeta makine gibi oynadığı oyun sonlarındaki teknik becerisi özellikle dikkat çekicidir. Belki de görünüşteki "renksiz" oyun tarzı nedeniyle hiçbir zaman

(örneğin Mihail Tal gibi) bir "yıldız" olmamıştır, hatta genç nesillerin onun oyunlarını incelemeyi biraz ihmal ettiği söylenebilir. Hakkında yazılan kitapların azlığı da bu durumda rol oynamış olabilir. Oysa ki 14. Dünya şampiyonu Vladimir Kramnik çocuklara Smislov'un oyunlarını incelemelerini tavsiye etmiştir!

Herhalde Smislov'un yeteneğini en iyi takdir edenlerden biri de Botvinnik'ti. Onun hakkında şunları yazmıştır:

"Smislov'un satrançtaki esas gücü sezgisidir. Yeteneği evrensel ve sıra dışıdır. Açılışı hünerle oynayabilir, sıkı bir savunma yapabilir, soğukkanlılıkla şiddetli bir saldırı ya da manevra düzenleyebilir. Oyun sonuna gelince, söze gerek yok, bu onun başyapıtıdır. Bazen öyle kararlar veriyordu ki derinliği insanı hayrete düşürüyordu."

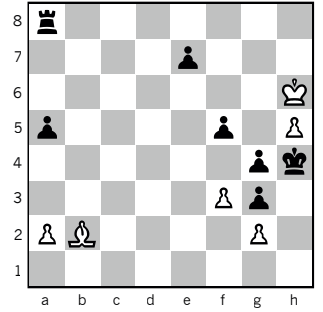
Smislov'un satranç haricindeki ilginç bir özelliği çok iyi bir bariton olmasıydı. Hatta, söylendiğine göre, 1950 yılında Bolşoy Tiyatrosu'nun seçmelerinde başarısız olunca satranca yönelmeye karar vermişti. Bazen turnuvalarda aynı zamanda bir konser piyanisti olan GM Mark Taymanov'la resitaller veriyordu. Müziğe derin bir tutkusu vardı. Bir söyleşide müziğin üzerindeki etkisinden söz etmiş ve satrancı da her şeyden önce bir sanat olarak düşündüğünü belirtmişti. Smyslov'un etütlerine gelecek olursak, bu alana genç yaşından itibaren ilgi duyduğunu görüyoruz. Etütleri de oyunları gibi durudur,

yorucu varyantlar pek görülmez ve inceliklerle doludur. Doğal pozisyonlara dayanan yapıtları özellikle turnuva hazırlığı için önerilir!

Henüz 17 yaşında kurduğu bir etüt (Diyagram 1), ünlü *Sahmaty v SSSR* dergisinde yayınlanmış ve dördüncülük kazanmıştır:

Diyagram 1

Sahmaty v SSSR, 1938
Dördüncülük Ödülü



Beyaz oynar ve berabere kalır.

Beyazın geçer piyonu var ve terfi karesi de b2'deki filin koruması altında. Ancak siyah da 1...Ka6+ ve arkasından beyazın tek kozu olan h5 piyonunu almakla tehdit ediyor. Materyal üstünlüğü ile sonraki oyun sonunu zorlanmadan kazanacaktır. Bakalım beyaz bu sıkıntılı durumdan nasıl kurtulacak?

1. Ff6+

Bu beklenmedik fil fedası ile siyah kaleye bir tuzak kuruluyor.

1...exf6 2. f4 Kh8+ 3. Şg7!

2. Şg6? Kxh5 4. Şg7 Kg5+ 5. Şh8 [5. Şh7 a4 6. a3 (6. Şh8 a3 7. Şh7 Şh5) 6... Şh5 7. Şh8 Şg6!] 5...Şh5 6. Şh7 Kg6 7. a3 Kh6+ 8. Şg7 a4 ve kazanır.

3...Kxh5 4. a4 Kg5+ 5. Şh8!

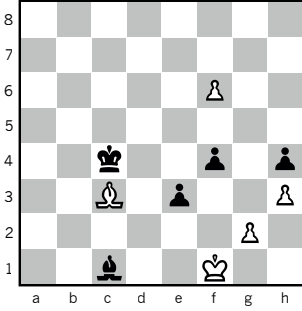
5. Şh7? Şh5

5...Kg6 6. Şh7 Şh5 7. Şh8 Kh6+ 8. Şg7 Kg6+ 9. Şh8 Şh6

Ve oyun pat olur.

Diyagram 2

Pravda, 1976



Beyaz oynar ve kazanır.

1.f7 Fa3 2. Fg7 f3! 3. gxf3

3. f8=V? Fxf8 4. Fxf8 e2+ 5.Şf2 fxg2 ve beraberlik.

3...Şd3 4. f8=F!

4. f8=V? e2+ 5. Şf2 Fc5+ 6. Vxc5 e1=V+ 7. Şxe1 pat.

4...e2+ 5. Şf2 e1=V+! 6. Şxe1 Şe3! 7. f4!

7. Fxa3 Şxf3 ve sonra h3 piyonunu da alır.

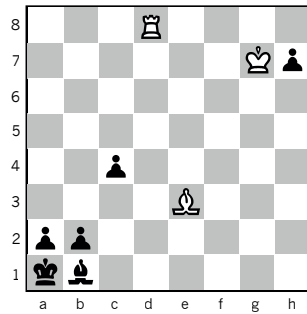
7...Şxf4 8. Şf2 Fc1 9. Fh6+!

Ve kazanır. Doğal görünen bu son 9. Fh6!+ hamlesi son derece incelikli.

Beyazın açık bir maddi avantajı olsa da c1'de duran fili bir an önce almalı. Filin tahtada kalmasına izin verirse siyah şah f5-g6-h5 manevrası ile beyazın geçer piyonunu bloke eder ve beyaz bir kare üzerinde olduğundan filler tarafından oradan kovulamaz. Daha sonra tek yapması gereken filiyle bekleme hamleleri oynamaktır. Gerçekten de yedi taşlı "Syzygy endgame tablebase" kazandıran tek hamlenin 9. Fh6+! olduğunu doğruluyor! (www.syzygy-tables.info).

Diyagram 3

Moi Etyudy, 2005



Siyahın zayıf noktası b2 piyonu. Ama beyaz hemen buraya saldırırsa bir şey elde edemez:

1. Fd4 Fc2! 2. Kb8 Fb3 3. Kf8 Şb1 4. Kf1+ Fd1! 5. Kxd1+ Şc2.

O hâlde beyaz farklı bir yol denemeli:

1. Kd1! c3

1...h5 2. Fd4 h4 3. Kd2 ve kazanır.

2. Fh6!

2. Fd4? c2 3. Kc1 h5 4. Şf6 h4 5. Şe5 h3 6. Şd5 (fil kendi şahına engel olarak ona zaman kaybettiriyor) 6...h2 7. Şc4 h1=V 8. Kxh1 c1=V+ 8. Kxc1 pat! Ya da 2. Ff4? h5! ve beraberlik.

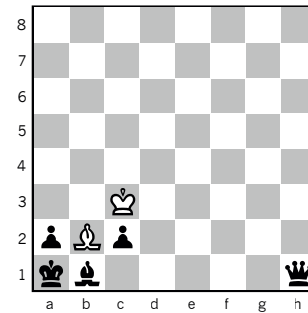
2...c2 3. Kc1! bxc1=V 4. Fxc1 h5

Şimdi c3 karesine giden yol açık!

5. Şf6 h4 6. Şe5 h3 7. Şd4 h2 8. Şc3 h1=V 9. Fb2 mat!

Bu mat pozisyonu bir diyagramı hak ediyor:

Diyagram 4



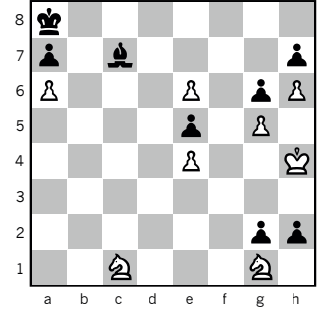
Ayın Soruları

Çözümünü size bıraktığımız sorulardan ikisi Smislov'un etütleri. Bunları çözmek, en azından çözmeye çalışmak taktik yeteneğinizi geliştirecektir.

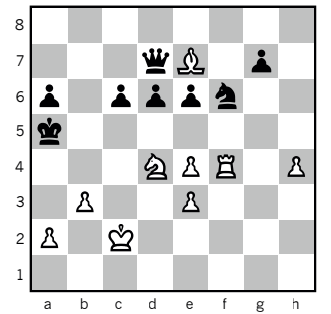
Diyagram 5

64 Shakhmatnoye Obezrenye, 1998

Özel ödül



Beyaz oynar ve kazanır.



Diyagram 6

64, 1938

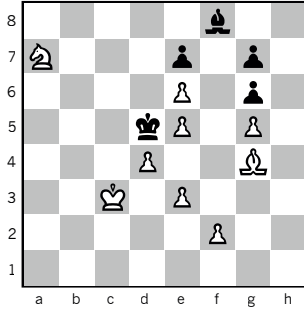
Beyaz oynar ve kazanır.

Dünyanın en eski satranç dergilerinden *British Chess Magazine*'in 2018-2019 resmi olmayan turnuvasının

sonucu yakınlarda belli oldu. Hakemin üçüncülüğe layık gördüğü dokuz hamlelik problemi de sizinle paylaşıyoruz (Diyagram 7).

Diyagram 7

Paul Michelet



BCM, 2018/2019

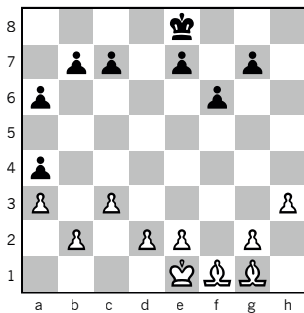
Üçüncülük Ödülü

Beyaz oynar, dokuz hamlede mat eder.

İpucu: Eğer e6 karesi beyazın kontrolü altında olsaydı 1. Ff3 ile hemen mat edebilirdi. O hâlde yapmanız gereken, siyah şahın kaçmasına izin vermeden atı d8'e getirmek. Kolay gelsin...

Geçen Ay Sorulan Problemin Çözümü

Diyagram 8



Joseph Haas

Problème, 1971

Kurallara uygun olarak oynanmış bir oyunda diyagramdaki pozisyon ortaya çıkabilir mi? Ocak ayındaki yazımızda size sorduğumuz soru buydu.

Çözüm:

Tahtada 10 beyaz, 8 siyah taş var. Siyahın d7 piyonu üç taş alarak a4'e gelmiş. Beyazın c1 fili ve siyahın f8 fili hiç hamle yapmadan yuvalarında alınmışlar.

Beyaz piyonların ve f1'deki filin oluşturduğu zincirin iki kapalı alan, başka bir deyişle "kafes" oluşturduğuna dikkat edelim. a1 ve h1 kaleleri oyun boyunca bu kafeslerin içinde hapis kalmış ve burada alınmışlar. Dolayısıyla siyahın şimdi a4'te duran piyonunun aldığı taşlar arasında bu kaleler olamaz.

Beyazın g1'de duran fili orijinal c1 fili olamaz, demek ki bir piyonun b8'de file terfi etmesiyle ortaya çıkmış olmalı (d8, f8 ya da h8'de terfi etmiş olsaydı buralardan çıkıp g1'e gelemezdi). Beyazın file terfi eden piyonu f2 piyonudur, çünkü tahtada olmayan tek beyaz piyon bu. Yani f2 piyonu hepsi de siyah kareler üzerinde duran altı taş olarak



Vasili Smislov (sağda) 1971 yılında Amsterdam'da düzenlenen bir satranç turnuvasında

b8'e ulaşmış ve fil çıkmış (f2 e3 d4 c5 b6 a7 b8). Bu aldığı taşlardan biri vezir, ikisi kale ve ikisi at. Etti beş, altıncı taş neydi?

Altıncı taş siyahın c8 fili olamaz çünkü c8 fili hep beyaz kareler üzerinde hareket ediyor. h7 piyonunun kendisi de olamaz, çünkü h7 piyonunun f2 e3 d4 c5 b6 a7 b8 hattına ulaşması imkânsız. Ama imkânlı bir şey var: h7 piyonu önce g3'te, sonra da h2'de bir taş aldıktan sonra terfi etmiş, terfi eden taş da f2 piyonuna yem olmuş olabilir.

Şimdi bir hesap yapalım: Yukarıda siyahın d7 piyonunun üç taş aldığını belirtmiştik. h7 piyonunun da terfi edebilmek için iki taş alması gerektiğini yukarıda belirtmiştik. Etti

beş! Yani diyagramdaki pozisyonun oluşabilmesi için d7 ve h7 piyonları beş taş almış olmalı.

Tahtada eksik olan altı beyaz taş var. Şimdi diyebilirsiniz ki "Tamam, siyahın d7 ve h7 piyonu bu altı taştan beşini almış olabilir." Ama hayır! Hayır, çünkü, beyazın a1 kalesinin kafesten çıkıp piyonlara yem olması mümkün değil. c1 fili ise yuvasında alınmıştı. Bunları hesaptan düşünce geriye siyah piyonların alabileceği dört taş kalıyor. Dolayısıyla d7 ve h7 piyonlarının hikâyesini açıklayacak beş taş sayısına ulaşamadık.

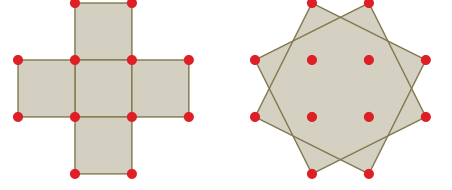
Sonuç: Kurallara uygun olarak oynanmış bir oyunda diyagramdaki pozisyon oluşamaz. Bu, kural dışı bir pozisyondu!

Zekâ Oyunları

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

Göz Aldanması

Her iki şekilde de kırmızı daireler arasındaki uzaklıklar eşit. Buna rağmen sağdaki şekildeki uzaklıklar daha büyükmüş gibi görünüyor.



Dört Atlet

A, B, C, D olarak adlandırılan dört atlet düz bir pist üzerinde antrenman yapmaktadır. A ve B güneyden kuzeye doğru, C ve D ise kuzeyden güneye doğru sabit hızlarla koşmaktadır.

-A, saat 10:00'da B'ye yetişir.

10:18'de C ile, 10:30'da D ile

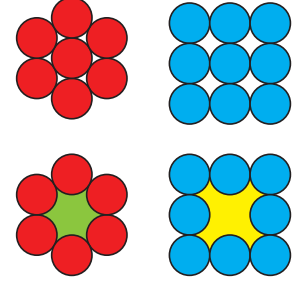
karşılışır.

-D, saat 10:36'da B ile karşılaşır ve 10:42'de C'ye yetişir.

B ve C'nin saat kaçta karşılaşacaklarını bulunuz.

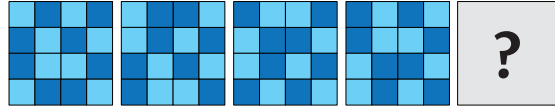
Daire Bölgeleri

Yarıçapı 1 birim olan daireler üstte görüldüğü gibi dizilmiş ve daha sonra ortadaki daireler kaldırılmıştır. Yeşil ve sarı bölgelerin çevreleri dikkate alındığında hangisi daha büyüktür?



Soru İşareti

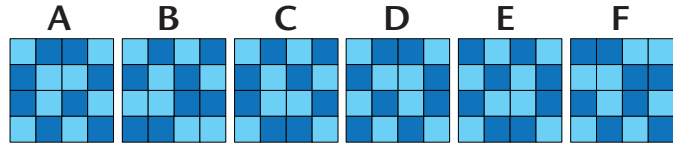
Soru işaretinin yerine aşağıdakilerden hangisi gelecek?



Yaşlar

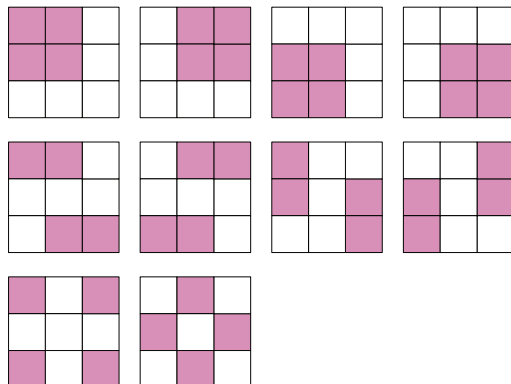
Bir gruptaki çocuklar 6, 7, 8 ve 9 yaşındadır. Bu çocukların 9'u dışında hepsi 9 yaşında, 8'i dışında hepsi 8 yaşında, 7'si dışında hepsi 7 yaşında, 6'sı dışında hepsi 6 yaşındadır.

Bu gruptaki çocukların yaşlarının toplamı nedir?



Sihirli Toplam

3x3 karelik tabloya 1'den 9'a kadar olan sayıları öyle yerleştiriniz ki aşağıda gösterilen tüm dörtlü kare gruplarındaki sayıların toplamı aynı olsun.



Tam Kare

1'den 9'a kadar olan 9 sayı arasından rastgele 3'ü seçiliyor. Seçilen sayıların çarpımının tam kare olma olasılığını hesaplayınız.

25'E BÖLÜNEN SAYI

Her rakamı farklı olan ve 25'e tam olarak bölünebilen en büyük sayı kaçtır?

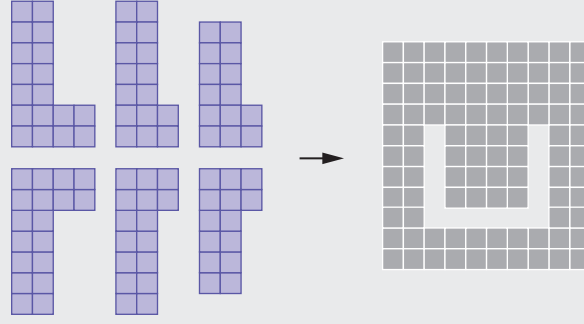
İlginç Tablo

Bu tablonun iki özelliği var. Birincisi her sütunda ve her satırda her bir rakamın sadece bir kez kullanılması. İkinci özelliği de siz bulunuz.

1	4	2	8	5	7
2	8	5	7	1	4
4	2	8	5	7	1
5	7	1	4	2	8
7	1	4	2	8	5
8	5	7	1	4	2

Altı "L"

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



Geçen Sayının Çözümleri

Göz Aldanması

Koşan bir at.



2021 Soruları

CEVAP 1

$$\begin{aligned}1 \times 2 + 3 + 4 \times 567 \times 8 / 9 &= 2021 \\1 \times 2 + 3 / 4 \times 5 \times 67 \times 8 + 9 &= 2021 \\-1 + 2 \times 3 + 4 \times 567 \times 8 / 9 &= 2021 \\-1 \times 2 + 345 \times 6 - 7 \times 8 + 9 &= 2021\end{aligned}$$

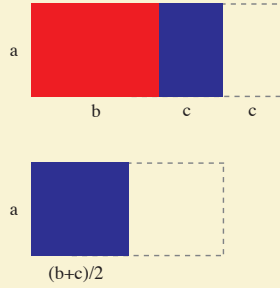
CEVAP 2

$$\begin{aligned}-98 - 7 \times 6 + 5 \times 432 + 1 &= 2021 \\-9 + 87 + 6 \times 54 \times 3 \times 2 - 1 &= 2021 \\-9 + 87 / 6 \times 5 \times 4 / 3 \times 21 &= 2021\end{aligned}$$

Okul Numarası

En az 50 olabilir.
Alfabetik değer=48
E (6), L (15), I (15), İ (12)
6+15+15+12=48

Katlanılan Karton



$$\begin{aligned}b &= 2c \\ \text{Dikdörtgenin alanı} &= a(b+2c) \\ &= a(4c) \\ \text{Karenin alanı} &= a(b+c)/2 \\ &= a(3c)/2 \\ \text{Karenin alanı A ise,} \\ \text{dikdörtgenin alanı} &= 8A/3 \text{ bulunur.}\end{aligned}$$

İki Sayı

$$\begin{aligned}841 \\ 841/1 &= 841 \\ 842/2 &= 421 \\ 843/3 &= 281 \\ 844/4 &= 211 \\ 845/5 &= 169 \\ 846/6 &= 141 \\ 847/7 &= 121 \\ 848/8 &= 106\end{aligned}$$

Yazı

TÜRKİYE

ALTI'nın 3. harfi, ÜÇ'ün 1. harfi,
DÖRT'ün 3. harfi, İKİ'nin 2. harfi,
BİR'in 2. harfi, YEDİ'nin 1. harfi,
BEŞ'in 2. harfi.

İşlem

Maksimum sonuç=96540
A=8, B=1, C=7, D=3, E=2, F=9654

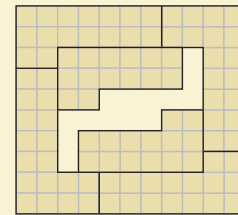
Soru İşareti

Si
Dizi haftanın günlerinin
son ikişer harfinden oluşuyor.
"CUMARTESİ"nin
son iki harfi.

Dörtgenler

47 dörtgen var.

Altı "L"



Yayın Dünyası

İlay Çelik Sezer [TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi



Türkiye'nin Deniz Canlıları - Akdeniz

Bülent Gözcüoğlu

TÜBİTAK Popüler Bilim Kitapları, Başvuru Kitaplığı, 2020

“Bilinen canlı türlerini doğal ortamlarında fotoğraflamak insanı yeterince iyi hissettirir. Ancak daha önce ülkemiz denizlerinde fotoğraflanmamış, hatta yaşadığı bile bilinmeyen türleri fotoğraflamak ve bunları belgeleyerek bilim dünyasına sunmak heyecanınızı en üst seviyeye çıkartır.

Örnek vermek gerekirse bu kitaplarda yer alan bazı türlerin (*Niphates toxifera*, *Haliclona sarai*, *Haliclona flavescens* vb.) ülkemizdeki ilk bilimsel kaydını verdik. Bazılarının da doğal ortamındaki ilk fotoğraflarını çektik. Bilinmeyen türleri tutkuyla aramanın bende bir bağımlılık oluşturduğunu söyleyebilirim.”

Şekilli Fizik Sözlüğü

Corinne Stockley, Chris Oxlade ve Jane Wertheim

Çeviri: Sadi Turgut

TÜBİTAK Popüler Bilim Kitapları, 12 yaş +, 2020 (4. Basım)

Maddenin doğası ve özellikleri, enerji ve enerjinin farklı biçimleri, madde ile enerjinin etkileşimi... Fiziğin karmaşık görünen temel terim ve kavramları yalın bir dille anlatılıyor.



Karlı Bir Gün

Anna Milbourne ve Elena Tempurin

Çeviri: Şeyma Bayrak Salantur

TÜBİTAK Popüler Bilim Kitapları, 3 yaş +, 2019 (7. Basım)

Neden kar yağdığını hiç merak etmiş miydiniz? Bu güzel resimli kitapla karlı bir günün büyüsünü yaşayacaksınız.