TÜBİTAK

Bilim ve Teknik

Aylık Popüler Bilim Dergisi Haziran 2021 Yıl 54 Sayı 643 - 7 TL

GELECEĞİN MESLEKLERİ

Gelecekteki çalışma hayatında bizi neler bekliyor?



Manyetik Kutupların Geleceği

Her Dozda Farklı COVID-19 Aşısı mı?

Bilimin Doğasını Anlamak

POSTER
Dünya ve Manyetizma

ISSN 13003360

"Benim mânevi mirasım ilim ve akıldır"
Mustafa Kemal Atatürk

Bilim ve Teknik
Aylık Popüler Bilim Dergisi
Yıl 54 Sayı 643
Haziran 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

Yayın Danışma Kurulu
Prof. Dr. Emine Adadan
Prof. Dr. Elif Damla Arısan
Doç. Dr. Rukiye Dilli
Doç. Dr. Nuray Karapınar
Prof. Dr. Faruk Soydugan

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
Sadi Atılgan

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 24.05.2021

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

Her ayın 1'inde çıkar.



Bilgisayar ve internet teknolojileri ve bunlara dayalı olarak gelişen çeşitli otomasyon, yapay zekâ ve iletişim teknolojileri kişisel ve toplumsal hayatların her alanında son derece etkili bir hâle gelirken çok çeşitli alanlarda işlerin yapılış şekli, hızı, verimi ve etkinliği üzerinde de büyük değişimlere neden oldu. Hayatın her alanında yaşanan bu büyük değişimlerin çok yakın bir gelecekte işler ve meslekler konusunda da şu anda çoğumuzun pek de farkında olmadığı büyük ve hızlı bir dönüşümü beraberinde getireceği, geleceğin mesleklerinin geleneksel meslek algımızdan çok farklı bir doğaya sahip olacağı öngörülüyor. Dolayısıyla toplumdaki bireylerin ve kurumların bu dönüşümün farkında olması ve daha da önemlisi bu dönüşüme hazırlıklı olması gerekiyor. Peki, geleceğin çalışma hayatına nasıl hazır olacağız ve özellikle hangi yetilere sahip olmamız gerekecek? İlay Çelik Sezer bu ayki yazısında geleceğin meslekleri konusunu ülkemiz özelinde hazırlanan "İşimizin Geleceği: Dijital Çağda Türkiye'nin Yetenek Dönüşümü" raporuyla birlikte ele alarak çok önemli bulguları bizlerle paylaşıyor. Tüm bu bulgulardan, özellikle kariyer yoluna yeni başlayanlar açısından, neler anlamalıyız sorusunu da detaylı bir şekilde cevaplandırıyor. Umuyoruz ki bu yazımız hem gençler hem de onları en iyi şekilde yönlendirmeye çalışan aileler ve eğitimciler için yol gösterici ve ufuk açıcı olur.

Özlem Ak bu ayki yazılarında farklı COVID-19 aşılarının birlikte uygulanması potansiyelinden ve yeni keşfedilen iklim dostu bir arkeabakteri'den bahsediyor. Fatih Mercan, bilimin doğasını öğrenmenin ve anlamanın önemini açıklıyor. Tuncay Baydemir ise geliştirilen yeni yöntemler ile temiz su elde etmek için tuzlu suların nasıl daha etkili kullanılabileceğini özetliyor. Mahir Ocak "Manyetik Kutupların Geleceği" başlıklı yazısında yakın gelecekte eğer bir manyetik tersinme olursa insanları bu durumun nasıl etkileyeceği konusunu ele alıyor. Ayrıca, bu ayki posterimizde Dünya'nın manyetik alanı ve manyetizma konusuna yer veriyoruz. "Yalıtaşları ve İznik Gölü'nün Eski Plajları" ve "Dünya Dışı Ortamda Probiyotiklerin Kullanılması" başlıklı yazılarımızı da zevkle okuyacağınıza eminiz.

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

Nesiller büyüten dergimizin bu sayısını da keyifle okumanızı diliyor, sonraki sayılarımızı sabırsızlıkla bekleyeceğinizi umuyoruz. Sınavlara girecek tüm gençlerimize başarılar diliyoruz.

Sağlıcakla ve bilimle kalın... Unutmayın #bilimokuyanbilir!

Saygılarımızla,
Özlem Kılıç Ekici

İçindekiler

44

Bilimin Doğasını Anlamak

Fatih Mercan

Bilim hayatımızın her yerinde. Ama nedir bu bilim dediğimiz şey? Amaçları nelerdir? Bilimsel bilgiye güvenebilir miyiz? Bilimsel alanlarla bilimsel olmayanları ayırt edebilir miyiz? Peki ya toplumla ilişkisi ve kurumsal yapısı nasıldır? Bilimin doğasını öğrenmek neden önemlidir?

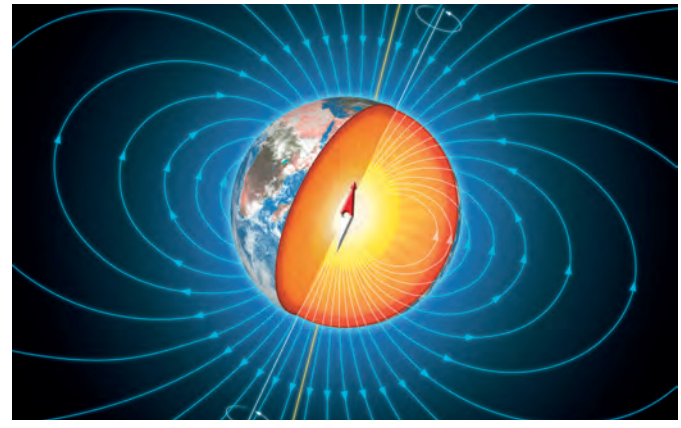


54

Manyetik Kutupların Geleceği

Mahir E. Ocak

Kuzey manyetik kutbunun hareketlerindeki ivmelenme, pek çok bilim insanını acaba -geçmişte defalarca kez olduğu gibi- manyetik kutuplar bir kez daha yer değiştirecek mi diye düşündürtüyor? Yakın gelecekte bir manyetik tersinme olabilir mi? Eğer olursa insanları nasıl bir değişim bekliyor?



66

Yalıtaşları ve İznik Gölü'nün Eski Plajları

Ahmet Evren Erginal

Tropikal ve subtropikal kıyıların kum ve çakıldan oluşan plajları gelgit içi kuşakta çimentolanarak yalıtaşlarına dönüşür. Bu kayaçların bir tatlı su ortamı olan İznik Gölü kıyılarında son derece yaygın görülmesi İznik Gölü'nü bu açıdan dünyada bilinen en karakteristik örnek konumuna taşıyor.



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

6
Haberler

14
Her Dozda Farklı COVID-19 Aşısı mı?
Özlem Ak

Bazı uzmanlar COVID-19 aşılarının denemelerde test edildikleri şekilde, yani aynı aşının belirli tarihlerde iki doz olarak uygulanması gerektiğini düşünürken bazılarıysa ikinci dozda birinci dozda kullanılandan farklı bir aşı tercih edilmesini öneriyor.



16
Bilim Çizgi
Schrödinger'in Kedisi
Sinancan Kara

18
"İşimizin Geleceği: Dijital Çağda Türkiye'nin Yetenek Dönüşümü" Raporu Işığında İşlerin Geleceği ve Geleceğin İşleri
İlay Çelik Sezer

Uzmanlar geleceğin mesleklerinin geleneksel meslek algımızdan çok farklı bir doğaya sahip olacağını öngörüyor. Görünen o ki gelecekte sadece mesleklerin içerikleri, sınırları ve icra edilme biçimleri değişmekle kalmayacak iş yaşantıları ile iş kavramı da kapsamlı ve kökten bir dönüşüme uğrayacak.

38
İklim Dostu Bir Arkeabakteri: Brockarchaeota
Özlem Ak

40
Tekno-Yaşam
Gürkan Caner Birer

52
Merak Ettikleriniz
Mesut Erol

64
Dünya'daki Tuzlu Sular Yeni Temiz Su Kaynakları Olabilir
Tuncay Baydemir

72
Dünya Dışı Ortamda Probiyotiklerin Kullanılması
Özge Kahraman Ilıkkan

Astronotların bağırsak sağlığını korumak ve bağışıklıklarını güçlendirmek için takviye olarak verilmesi düşünülen probiyotik bakteriler buzdolabının olmadığı Uluslararası Uzay İstasyonu'nda nasıl muhafaza ediliyor? Probiyotik bakteriler ağırlıksız ortama nasıl tepki veriyor?

77
Ayın Sorusu
(*Matematik*)
Azer Kerimov

78
Bilim Tarihinden Notlar: Antik Yunan'da Teknoloji ve İskenderiye Mekanik Okulu
Hüseyin Gazi Topdemir

82
Doğa - Fauna
Yok Olma Tehlikesindeki Pinalar
Bülent Gözcelioğlu

84
Gökyüzü
Faruk Soydugan

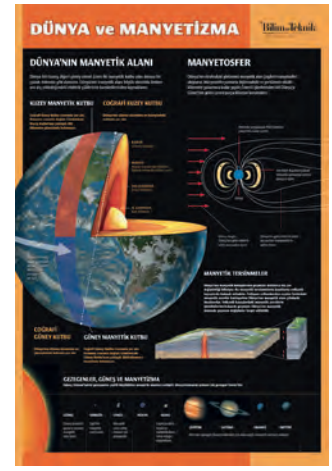
88
Düşünme Kulesi
Ferhat Çalapkulu

90
Satranç
Kıvanç Çefle

94
Zekâ Oyunları
Emrehan Halıcı

96
Yayın Dünyası
İlay Çelik Sezer

EK – POSTER
Dünya ve Manyetizma
Mahir E. Ocak,
Hüseyin Diker



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

TÜBİTAK

Bilim ve Teknik
tubitakbiltek
tubitakbilimteknik
TÜBİTAK Bilim ve Teknik

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

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

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

"Beni bilimle büyüttüğünüz için teşekkür ederim"

Merhaba,

Sizinle çok küçük yaşta tanıştım. Amcam bana *Meraklı Minik* almıştı. Daha sonra *Bilim Çocuk* okudum, şimdi de *Bilim ve Teknik* okuyorum. *Bilim ve Teknik* olmasaydı bilimi bu kadar seveceğimi düşünmüyorum. Sadece 12 yaşında olmama rağmen derginizi çok büyük bir zevkle okuyor ve gerçekten de anlıyorum. Her yeni sayıda bilgiye ne kadar aç olduğumu anlıyorum. Hayatımda bilimin var olmasının tek sebebi sizsiniz.

Buradan bana *Meraklı Minik*'i alan amcama, *Bilim Çocuk*'u öneren arkadaşıma, *Bilim ve Teknik* alan abime ve teknolojiye meraklı olmamı sağlayan matematik öğretmenime teşekkür ediyorum. Bilimle kalın, sağlıkla kalın.

Elif Gülbahar Işıklı,
Erzincan

"*Bilim ve Teknik*'le Yeniliklere Her Daim Yelken Açmak"

Merhaba,

Size ailemiz diyoruz çünkü kısa zamanda aile gibi hissettik. Derginin her sayısında yazdıklarınız kalbimize küçük dokunuşlar yapmakta. Üç aydır öğrenciler ve velileri ile her ay dergiyi inceliyor ve çıkarımlar yapıyoruz. Sizlerle her daim inanılmaz yeniliklere yelken açtık ve ilerlemeye devam ediyoruz. Öğrencilerimiz inanılmaz bir heyecan ve mutluluk içindeler; onlardaki düşünce, duygu ve davranışlarının olumlu yönde değiştiğini hisseden ebeveynlerinin bana olumlu geri bildirimleri de bende büyük bir coşku oluşturuyor. Geleceğin bilim insanlarını yetiştirmek için sizlerden hiç kopmak istemiyoruz.

Sizleri çok seviyoruz. Çok teşekkür ediyoruz. Bizler için çok kıymetlisiniz.

Selahaddin Eyyubi Acaroğlu,
Din Kültürü ve Ahlak Bilgisi Öğretmeni, Profesyonel Eğitim Koçu

"*Bilim ve Teknik*'te yazılar yazmak en büyük hedeflerim arasında""

Merhaba,

Bilim kelimesini ilk kez bir kitapçıda *Bilim Çocuk* ile karşılaştığımda duymuştum, okuma yazma bilmeden aldırmıştım o dergiyi. İlkokula başladığım yıldan bu bugüne kadar *Bilim Çocuk* ve ardından *Bilim ve Teknik* dergilerinin tüm sayılarını takip ettim. Özellikle bilim ile alakalı okuduğum bu yazılar eğitim hayatımda her zaman en büyük destekçim oldu. Bilimi çok sevdim ve ondan asla kopmamaya ant içtim. Çok farklı projeler yaptım ve hepsini ileride gerçekleştirmek üzere kaydettim. Tabii ki *Bilim ve Teknik* ve TÜBİTAK sayesinde...

Gelecekte projelerimle tanınmak, insanlara yardımcı olmak ve hatta benim için çocukluğumdan beri en büyük hediye olan *Bilim ve Teknik*'te yazılar yazmak en büyük hedeflerim arasında. Sırf bu bilim sevgisini çocuklara aşılamak için ziyarete gittiğim evlerdeki çocuklara *Meraklı Minik* veya *Bilim Çocuk* hediye ediyorum ki onlar da benim gibi bilim aşığı olsunlar.

Bilim ve Teknik'i ilk çıkaranlara ve şimdiki tüm *Bilim ve Teknik* ekibine teşekkürü borç bilirim, umarım ilerde ben de o ekibe dâhil olurum.

Sevgi ve saygılarımla.

Çağrı Yılmaz

"Çocukluğumun ilginç bilgilerinin kaynağı"

Merhaba,

Meraklı bir çocukluğum vardı, sürekli kitap ve dergi karıştırır, hatta 7-8 yaşlarındayken bazen evdeki ilaçları birbirine katar, yeni bir ilaç bulduğumu düşünürdüm. Abim de istikrarlı bir *Bilim ve Teknik* takipçisiydi 1990'lı yıllarda. Ben de dergiden öğrendiklerimi Kürtçeye çevirip anneme anlatmaya çalışıyordum sürekli. Bazen sokakta oynarken de arkadaşlarıma dergiden kopardığım yaprakları gösteriyordum. Tabi bazen bu şekilde dergilere zarar veriyorum diye abim kızardı bana.

Bilim ve Teknik çocukluğumun ilginç bilgilerinin kaynağıydı âdeta. Şimdi kızım 3 yaşına girer girmez onun için *Meraklı Minik*, kendim için de *Bilim ve Teknik* aboneliği başlattım.

Bir daha *Bilim ve Teknik*'ten kopmamak üzere...
Tekrar merhaba *Bilim ve Teknik*!

Ayetullah TEMEL
Derik Tepebağ İlkokulu Müdür Yardımcısı

"Kesinlikle herkesin, her yaştan insanın okuması lazım"

Merhaba,

Beş ya da altıncı sınıfta da *Bilim Çocuk* dergisine aboneliğim vardı, içinden çıkan her oyunu ve etkinliği yapardım, dosyalardım. Sonraları dergiye tekrar abone olmadım ama şimdi "Nasıl unutabildin bu kadar eğlenerek okuduğun bu dergiyi?" diye kendime soruyorum. Şu an *Bilim ve Teknik* dergisine aboneyim ve yeni sayısı bir an önce gelsin diye bekliyorum. Yeni şeyler öğrenmek, dünyadaki bütün gelişmeleri takip etmek, sürekli bildiklerime farklı bilgiler eklemek beni çok mutlu ediyor ve tam da yapmam gereken buymuş gibi hissediyorum. Zamanımı *Bilim ve Teknik* okuyarak ve öğrenerek geçirdiğim her dakika doğru yaşıyormuşum gibi hissediyorum.

Meslek seçiminde de hep kararsız olmuşumdur ama *Bilim ve Teknik* sayesinde farklı bilim insanlarını ve çalışmalarını öğreniyorum. Hangi mesleği seçeceğim konusunda yön gösterici olduğunuz için çok teşekkürler.

Zeynep Nisa Abak,
10. Sınıf Öğrencisi

Gelecekte Yaz Mevsimi Altı Ay Sürebilir!

Mahir E. Ocak

Bilimsel çalışmalar, küresel ısınmayı engellemek için çaba gösterilmemesi durumunda 2100'e gelindiğinde Kuzey Yarım Küre'de senenin altı ayında yaz mevsimi yaşanacağını gösteriyor.



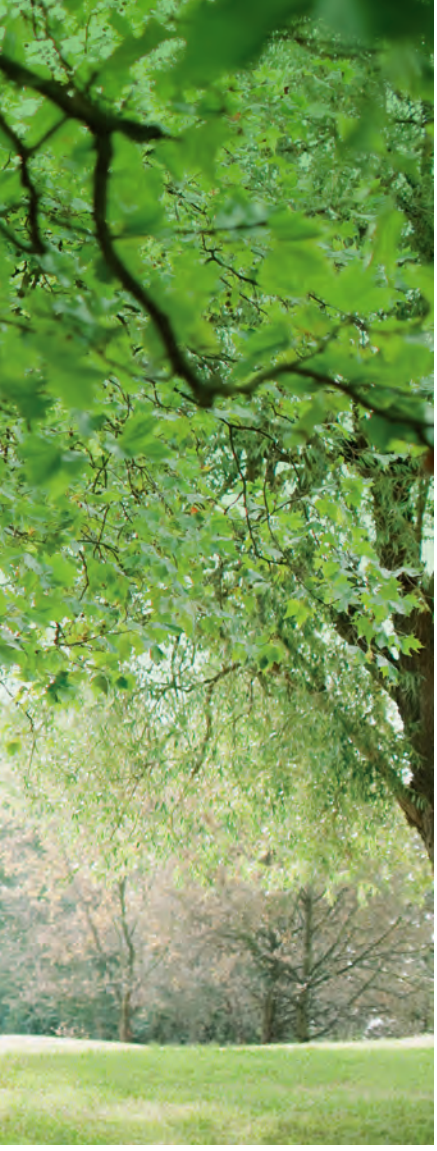
Mevsimler değişiyor mu?, Yazlar giderek uzuyor mu?

1950'lerde mevsim değişimleri düzenli ve tahmin edilebilir şekilde gerçekleşirdi. Ancak küresel ısınma nedeniyle durum yavaş yavaş değişiyor. Yeryüzü giderek ısınırken yazlar daha uzun ve sıcak, kışlar daha kısa ve ılıman hâle geliyor.

Bir grup araştırmacı 1952-2011 dönemindeki günlük hava durumu verilerini analiz ederek Kuzey Yarım Küre'de mevsimlerin uzunluğunda yaşanan değişimleri tespit etmişler. Çalışma sırasında hava sıcaklıklarının en yüksek olduğu %25'lik kısım yaz sıcakları, sıcaklıkların yaz sıcaklarının en düşük seviyesine çıktığı tarih de yaz mevsiminin başlangıcı olarak alınmış. Benzer biçimde hava sıcaklıklarının en düşük olduğu %25'lik kısım kış soğukları, hava sıcaklıklarının kış soğuklarının en yüksek seviyesine düştüğü tarih de kış mevsimin başlangıcı olarak alınmış. Elde edilen sonuçlar ilkbahar, yaz, sonbahar ve kış mevsimlerinin 1950'lerde sırasıyla 124, 78, 87 ve 76 gün; 2010'lara gelindiğindeyse sırasıyla 115, 95, 82 ve 73 gün sürdüğünü gösteriyor. Başka bir deyişle aradan geçen 60 yılda yaz mevsimi 17 gün uzarken kış, ilkbahar ve sonbahar mevsimleri sırasıyla 3, 9 ve 5 gün kısalmış.

Araştırmacılar, çeşitli iklim modelleri kullanarak gelecekte yaşanması muhtemel değişimler ile ilgili tahminler de yapmışlar. Sonuçlar, küresel ısınmayı engellemek için çaba gösterilmemesi durumunda 2100'e gelindiğinde Kuzey Yarım Küre'de senenin altı ayında yaz mevsimi yaşanacağını, kışların uzunluğununsa iki ayın altına düşeceğini gösteriyor.

Mevsim değişimlerinin çevre ve sağlık açısından önemli sonuçları olduğu biliniyor. Örneğin kuşların göç düzenleri değişiyor, bitkiler farklı zamanlarda çiçek açmaya başlıyor, yalancı baharlar ve geç gelen kar fırtınaları filizlenen



ekinlere zarar veriyor. İklim değişiklikleri sebebiyle insanlar gelecekte daha çok alerjik polene maruz kalabilir. Ayrıca artan sıcaklıklarla beraber hastalık taşıyıcı sivrisinekler giderek daha kuzeye yayılabilir.

Dr. Jiamin Wang ve arkadaşları tarafından yapılan araştırmanın sonuçlarına *Geophysical Research Letters*'ta yayımlanan makaleden ulaşabilirsiniz. ■

Göz Hareketi Desenleri ile Erken Otizm Teşhisi Konabilecek

Tuncay Baydemir

Sonuçları *JAMA Pediatrics* dergisinde yayımlanan çalışmaya göre, geliştirilen dijital uygulama ile kısa video izlendiği esnada gerçekleştirilen göz hareketi analizi sayesinde yürüme çağındaki çocuklarda otizm teşhisi %90 doğrulukla konabiliyor. Göz takibi ve makine öğrenmesi algoritmalarını birleştiren uygulamanın, otizm teşhisine yardımcı olacak ucuz ve yeni bir araç olması bekleniyor.

Araştırma ekibinin geliştirdiği uygulama ile mobil telefon ya da tablette özel olarak tasarlanmış filmleri izleyen çocukların göz hareketi desenleri değerlendiriliyor. Burada çocukların video izlerken kişilere mi yoksa nesnelere mi daha fazla odaklandığı önem taşıyor.

Otizmli çocukların çevredeki nesnelere daha dikkatli bir şekilde baktıklarını, insanlara ise o kadar dikkat etmediklerini belirten araştırmacılar geliştirdikleri uygulama ile temel olarak bu bakış desenlerini değerlendirdiklerini ifade ediyorlar.

Duke Üniversitesinden Zhuoqing Chang ve arkadaşları uygulamanın son sürümünde küçük bir çocuğun insanlardan çok nesnelere bakma tercihini değerlendirmeyi sağlayan özel filmler tasarladılar. Örneğin, uygulamada yer alan bir filmde neşeli bir kadının topaç oynarken ki görüntüleri mevcut. Kadın görüntüsü genel olarak ekranın sol tarafını kaplarken, dönen topaç görüntüsü ise ekranın sağ tarafında baskın. Otizmli olmayan çocukların video boyunca tüm ekranı bakışlarıyla taradıkları ve kadın görüntüsüne daha sık odaklandıkları görülürken, otizm teşhisi konmuş çocukların ise oyuncak görüntüsünün bulunduğu ekranın diğer tarafına yoğunlaştıkları gözlendi. Buna benzer çeşitli filmlerle de analizler gerçekleştiren araştırmacılar otizmli çocukların göz hareketlerini ve bakış desenlerindeki farklılıkları detaylı olarak inceleme fırsatı yakaladılar.

Bilgisayarla görme analizine dayalı hesaplama yöntemleri kullanan uygulama otizm spektrum bozukluğu olan küçük çocukların göz hareket modellerindeki biyoişaretçileri güvenilir bir şekilde ölçmeyi başardı. 16-38 aylık 993 çocuk üzerinde gerçekleştirilen çalışmalar neticesinde kırk



çocuğa otizm spektrum bozukluğu teşhisi kondu. Sonuçlar, ölçeklenebilir otizm tarama araçları geliştirme, aktarılabilir ve makine öğrenimine uygun veri kümeleri sağlama potansiyeli taşıyor. Doğrulama çalışmalarının devam ettiğini belirten araştırmacılar, ayrıca 6 aylık bebeklerde uygulama tabanlı olarak otizm ve nörogelişimsel bozuklukların ön işaretçilerini tespit edebilmeyi amaçlıyorlar.

Otizmli kişilerdeki bakış kalıplarını değerlendirmek amacıyla göz hareketlerini izleme yöntemi daha önce kullanılmış olsa da o zaman bakış desenlerini analiz etmek için teknoloji ve ekipmanlar yeterli değildi. Chang ve arkadaşları geliştirdikleri bu teknolojinin otizm taramasına, erken teşhisine ve tedavisine önemli katkılar sağlamasını bekliyor. Diğer yandan, normal bir klinikte veya ev ortamında kullanılabilecek bir uygulama için daha atılması gereken adımlar var. Ancak yapılan çalışmanın olumlu sonuçları önümüzdeki yıllarda bunun mümkün olabileceğini gösteriyor. ■

Dişleri Yeniden Çıkarmanın Bir Yolu Bulundu

Özlem Ak

Takma dişler kaybedilen dişlerin yenilenmesini tetikleyen bir antikorun keşfi sayesinde bir gün tamamen ortadan kalkabilir. Sözü edilen antikor, USAG-1 adlı bir genin aktivitesini engelleyerek, belirli büyüme faktörlerinin kullanılabilirliğini artırıp nihayetinde insanların yeni dişlere sahip olmasına yardımcı olmak için kullanılabilecek.

Çalışmalarını *Science Advances* dergisinde yayınlayan Kyoto ve Fukui üniversitelerinden bilim insanları, genetiği değiştirilen ve doğuştan dişleri olmayan hamile farelere USAG-1 geninin çalışmasını engelleyen antikoru enjekte ettiklerinde dünyaya gelen yavruların arasında normal diş gelişimi olduğunu gözlemlediler. Dahası, antikorun tek bir uygulaması, normal farelerde tamamen yeni bir dişin gelişmesine neden oldu.

USAG-1 geninin aktivitesi her ikisi de diş gelişimiyle ilgili olan BMP ve Wnt olarak bilinen iki sinyal molekülünü engellediği için bilim insanları araştırmalarında USAG-1 genini kısıtlamayı amaçladılar. Bununla birlikte, BMP ve Wnt molekülleri çeşitli diğer organların büyümesini de kontrol ettikleri için bunlara müdahale etmek bir dizi ciddi yan etkiye neden olabilir.



Ekip deneyleri sırasında, USAG-1'in hem BMP hem de Wnt ile etkileşime girme yeteneğini değiştiren bir dizi farklı monoklonal antikoru test etti ancak bunlardan birkaçı yavrular arasında ciddi doğum kusurları oluşturdu. Sonunda, genin BMP ile bağlanmasını engelleyen ancak Wnt üzerinde hiçbir etkisi olmayan belirli bir antikoru tespit ettiler. Bunu yaparken, herhangi bir istenmeyen etki yaratmadan diş gelişimini uyarabildiler.

Bu teknik henüz insanlar üzerinde denenmeye hazır olmasa da araştırmacılar antikoru gelincikler üzerinde de test ettiler. Gelincikler insanlar gibi difiyodont yani biri süt biri yetişkin olmak üzere iki takım dişe sahipler.

Sonuçlar, tedavinin gelincikler için de etkili olduğunu ve tek bir antikor dozunun bile diş gelişimini tetiklediğini gösterdi. Bu durum, tekniğin insanlar için de işe yarayabileceğini gösterse de bunun test edilebilmesi için birtakım güvenlik endişelerinin üstesinden gelinmesi gerekiyor. ■

Ahtapotlar Uyurken Renk Değiştiriyor

Özlem Ak



Brezilya, Natal'daki Rio Grande do Norte Federal Üniversitesinden Sidarta Ribeiro ve meslektaşları, ahtapotların aktif ve pasif olmak üzere iki farklı uyku aşamasından geçtiğini keşfettiler. Araştırmacılar, yaygın olarak bilinen dört ahtapotu (*Octopus vulgaris*) gece ve gündüz vakitlerinde, laboratuvar ortamında 180 saatten fazla kameraya kaydettiler. Ribeiro, hayvanların günün yarısından fazlasını uyuyarak geçirdiğini, sessiz uykudayken uzun süre aynı pozisyonda kaldıklarını (çok sessiz, çok soluk göz bebekleri kapalı) ve çok sessiz bir ortamda düzenli olarak nefes aldıklarını belirtti. Pasif uyku olarak da adlandırılan bu periyot, her 30 ila 40 dakikada bir, bir ila iki dakika süren kısa bir aktif uyku periyodu ile noktalanmış. Bu aşamada, ahtapotların derisinde papilla olarak bilinen ince yumruların çıkıntıları da dâhil olmak üzere vücut renklerinde ve dokularında değişiklikler meydana gelmiş. Araştırmacıların aktif uyku olduğunu düşündükleri aralıkta ise ahtapotların gözleri ve kolları hareket etmiş.

Ekip, ahtapotların söz konusu zaman aralığında gerçekten uyuyup uyumadıklarını, onlara bazı yengeç videoları izleterek test ettiler, ayrıca onları görsel veya titreşimli uyaranlara maruz bıraktılar ve tepki vermediklerini gördüler.

Kuşlarda ve sürüngenlerde de benzer bir uyku düzeni olduğunu belirten araştırmacılar, ahtapotlardaki aktif uyku durumunun memelilerdeki en çok rüya görülen REM uykusuna benzetilebileceğini öne sürmekle birlikte ahtapotların ve memelilerin çok farklı beyin mimarisine sahip olduklarının da altını çiziyorlar. ■

Amonyakla Çalışan Çevre Dostu Gemiler

Mahir E. Ocak

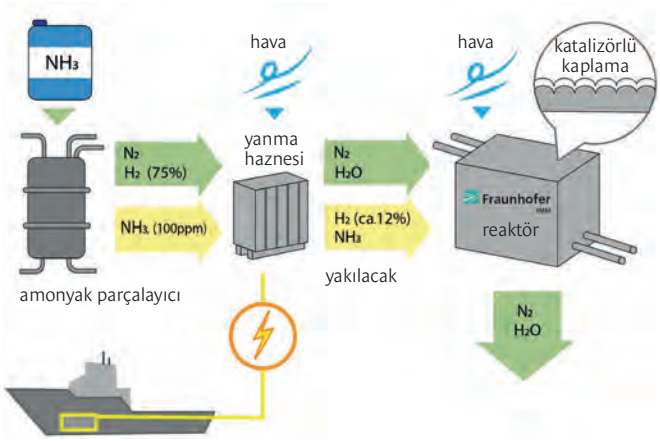
Günümüzün çevre sorunlarından küresel ısınmanın ana nedeni, insan etkinlikleri sebebiyle atmosferdeki karbondioksit miktarının giderek artması. İnsan etkinlikleri nedeniyle atmosfere salınan karbondioksitin yaklaşık %2,6'sının kaynağı ise



Amonyakla çalışması planlanan ilk gemi

deniz taşımacılığıdır. Deniz araçlarında çevre dostu yakıtlar kullanılarak atmosfere salınan karbondioksit miktarı azaltılabilir.

Çevre dostu yakıtlar üzerine çalışmalar yapan araştırmacıların odaklandığı konulardan biri hidrojen gazından (H_2) enerji elde etmek. Her ne kadar hidrojen gazı yakarak yüksek miktarda enerji elde etmek mümkün olsa da hidrojen gazıyla çalışan sistemler tasarlamak ve üretmek zor. Bu durumun bir nedeni,



Amonyaktan enerji elde etme süreci. Amonyak parçalanarak azot ve hidrojen gazları üretiliyor. Ortaya çıkan ürünler yakılarak elektrik üretiliyor. Arta kalan amonyak ve yan ürünler bir katalitik dönüştürücüden geçirilerek çevreye zararlı kimyasal maddelerin atmosfere salınması engelleniyor. Yan ürün olarak sadece azot ve su ortaya çıkıyor.

yoğunluğu çok düşük olduğu için hidrojen gazını depolamanın zor olması. Bir diğer neden de parlayıcı ve patlayıcı bir gaz olan sistemleri güvenli hâle getirmenin zorluğu. Bu sorunları aşmanın yollarından biri, hidrojen gazını depolamak yerine anlık olarak üretip tüketmek.

Hidrojen gazı elde etmek için kullanılabilecek maddelerden biri de amonyak (NH_3). Hidrojen gazı yerine amonyak depolamanın çeşitli avantajları var. Birincisi hidrojen gazından enerji kaynağı olarak yararlanabilmek için ya sıcaklığını -253 °C'a kadar düşürüp sıvılaştırmak ya da üzerindeki basıncı atmosfer basıncının 700 katına çıkarmak gerekiyor. Amonyak ise ya sıcaklığı -33 °C'a düşürülerek atmosfer basıncı altında ya da üzerindeki basınç atmosfer basıncının 9 katına çıkarılarak 20 °C'ta depolanabiliyor. Ayrıca amonyağı bir yerden başka bir yere nakletmek hidrojen gazına kıyasla çok daha kolay.

Fraunhofer Mikromühendislik ve Mikrosistemler Enstitüsünden bir grup araştırmacı, Avrupa genelindeki 13 ayrı grupla iş birliği içinde dünyanın amonyakla çalışan ilk gemisini üretmek için çalışmalar yapıyor. Amonyağı kullanarak elektrik üretmek için önce amonyak bileşenlerine ayrıştırılıp hidrojen gazı (H_2) ve azot gazı (N_2) elde ediliyor. Daha sonra hidrojen gazı oksijenle (O_2) yakılarak suya dönüştürülüyor ve bu sırada açığa çıkan enerji elektrik üretiminde kullanılıyor. Araştırmacılar çevreye zararlı azot oksitlerin atmosfere salınmasını engellemek için katalitik dönüştürücü kullanıyorlar. Tüm süreç optimum verimle gerçekleştiği takdirde yan ürün olarak sadece su ve azot gazı ortaya çıkıyor.

Araştırmacılar geliştirdikleri sistemin önce ufak sonra daha büyük bir prototipini üretmeyi, 2023'ün sonlarına doğru da bir gemiyi amonyakla çalışır hâle getirmeyi planlıyorlar. ■

Yapay Zekâ Yardımıyla Kuasarlar Keşfedildi

Mahir E. Ocak

Bir grup gökbilimci makine öğrenmesi yöntemlerinden yararlanarak kütle çekimsel mercekleme nedeniyle dört ayrı noktada görüntülenen kuasarlar keşfetti. Kuasarlar, aşırı derecede parlak gök ada çekirdekleridir.

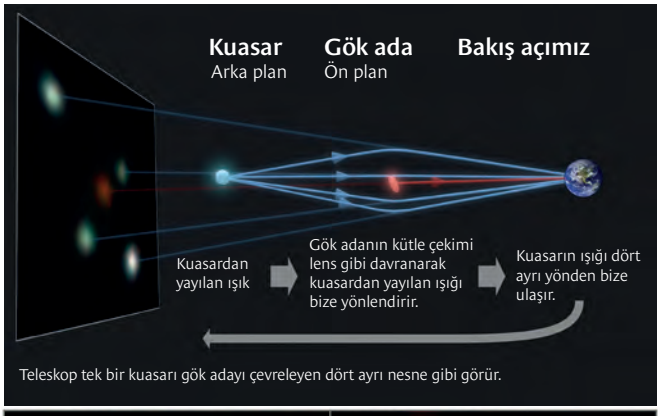
Uzak gökcisimlerini gözlemleyen teleskoplar bazen bir gökcismini aynı anda birden fazla konumdaymış gibi görüntüler. Bu durumun nedeni kütle çekimsel merceklemedir.

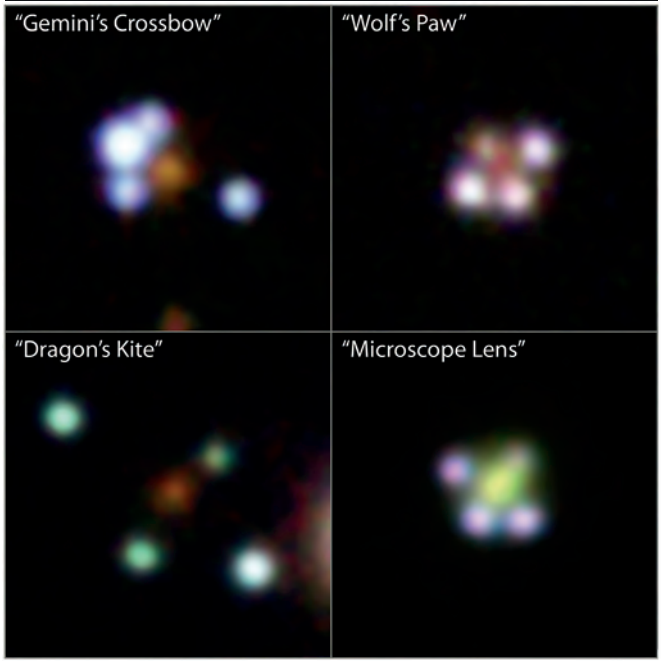
Teleskoplar tarafından gözlemlenen bir gök cisminden yayılan ışığın devasa kütleli bir cismin (örneğin bir gök adanın) kütle çekimi etkisiyle yön değiştirmesi, gök cisminin olduğundan daha büyük görünmesine neden olur. Merceklerin cisimleri olduğundan daha büyük göstermesine benzediği için kütle çekimsel mercekleme olarak adlandırılan bu olgu, bazen de birden fazla görüntü oluşmasına yol açar (bkz. yan sayfadaki çizim). Böyle bir durumda bir gök cismi iki nadiren de dört ayrı noktada görülebilir.

Geçtiğimiz 40 yılda aynı anda dört ayrı konumda görüntülenen yaklaşık 50 kuasar tespit edilmişti.

Dr. Daniel Stern ve arkadaşları kısaca kuad olarak da adlandırılan bu kuasarlardan 12 tane daha keşfettiler.

Araştırmacılar kuasarları keşfederken çok sayıda yer ve uzay teleskobunun topladığı verileri kullandılar ve yapay zekâdan yardım aldılar. İlk olarak NASA'ya ait, görece düşük çözünürlüklü, kısaca WISE olarak adlandırılan kızılötesi teleskobun topladığı verileri inceleyerek olası kuasarları tespit ettiler. Sonra Avrupa Uzay Ajansına (ESA) ait, yüksek çözünürlüklü Gaia teleskobunu kullanarak bu kuasar görüntülerinin hangilerinin kuad olabileceğini belirlediler. Daha sonra bu kuad adaylarının gerçekten de kuad mı olduğu, yoksa sadece birbirine yakın konumlardaki farklı gök cisimleri mi olduğu hakkında fikir edinmek için makine öğrenmesi tekniklerinden yararlandılar. Son olarak vardıkları sonuçların doğruluğundan emin olmak için çeşitli teleskoplarla uzayın aynı bölgesini yeniden gözlemlediler.





Keşfedilen kuadların dördü

Keşfedilen kuadların evrenin genişleme hızını ölçmek ve karanlık maddenin doğası gibi çeşitli konularla ilgili araştırmalarda yararlı olacağı belirtiliyor. Konu ile ilgili detaylı bilgiye *Astrophysical Journal*'de yayımlanan makaleden ulaşabilirsiniz. ■

Kalp Atışları Bilincin Açık Olup Olmadığını Gösterebilir

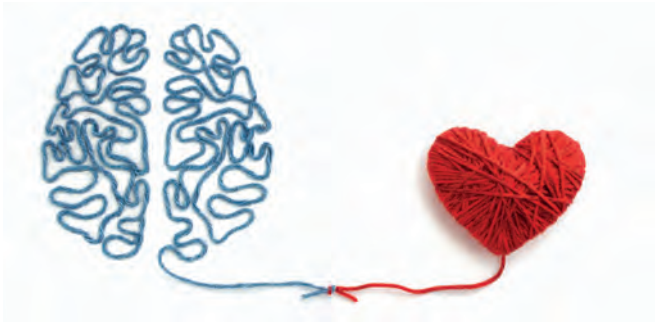
Tuncay Baydemir

İnsanın bilincinin açık olduğunu, fiziksel veya zihinsel olarak belirli bir görevi yerine getirmesini istemeden anlamak mümkün olabilir mi? Bu sorunun cevabının evet olması bilinç bozukluğu olan hastaların tanısında uzmanlara çok yardımcı olabilir.

Liege Üniversitesi (Belçika) ve Ecole Normale Supérieure-PSL (Fransa) üniversitelerinden araştırmacılar tarafından ortaklaşa yürütülen yeni bir çalışma, beyindeki elektriksel aktivitenin incelenmesi yöntemi olan elektroensefalografi (EEG) ile ölçülen beyin-kalp etkileşimlerinin bilinç bozukluğu olan hastaları teşhis etmek için kullanılabileceğini gösterdi.

Sağlıklı bireylerde beynin kalp atışlarına olan tepkisinin algısal, bedensel ve öz bilinçle ilgili olduğu bilim insanlarınca biliniyor. Geçtiğimiz yıllarda bilinç bozukluğu olan hastaların teşhisi için önemli birkaç gelişme kaydedilse de iletişim kuramayan hastalardaki öz bilinci ölçmek büyük bir zorluk olmaya devam ediyor. Ancak *Journal of Neuroscience*'ta yayımlanan bu yeni çalışma ile araştırmacılar, bilinç bozukluğu olan hastalardan klinik olarak anlamlı bilgiler elde etmeyi başardıklarını bildirdi.

Araştırmalar bilinç bozukluğu olan ve iki farklı tanı grubuna ayrılan 68 hasta üzerinde



gerçekleştirildi. Ciddi beyin hasarından muzdarip bu hastalar davranışsal farkındalık belirtileri göstermeyebildikleri için beyin metabolizması bilinç durumunu gösteren bir belirteç olarak kullanıldı. Yüksek teknolojili nörogörüntüleme cihazlarıyla yapılan taramalarla bilinç bozukluğunun teşhisi gerçekleştirildi.

Hastaların dinlenme hâlindeki, yani belirli bir görev ve uyarılma olmadığı durumdaki beyin aktivitelerini kaydeden araştırmacılar kalp atışından hemen sonraki EEG bölümlerini ve rastgele zaman dilimlerindeki EEG bölümlerini belirlediler. Daha sonra makine öğrenmesi algoritmaları kullanarak incelenen hastaları iki farklı tanı grubuna ayırmayı başardılar.

Kalp atışlarına bağlı olmayan EEG bölümlerinin hastanın bilinçli olup olmadığı hakkında fikir verme ihtimalinin bulunduğunu söyleyen araştırmacılar, kalp atışları ile ilişkilendirilen EEG bölümlerinin ise bu konuda daha doğru bilgi sunduğunu belirtiyorlar. Kalp atışıyla uyarılan tepkiler, davranışsal değerlendirmeye dayalı tanıdan çok, beyin metabolizmasına dayalı tanıya daha uygun. Sonuçlar, davranışsal araçlar kullanılarak başarılı bir şekilde değerlendirilemeyen öz bilinç hâlini ölçmek için kalp atışıyla uyarılan tepkilere başvurulabileceğini göstermesi açısından büyük önem taşıyor. ■

Sentetik Gıda Boyalarına Alternatif Yeni Bir Mavi Pigment

İlay Çelik Sezer

Araştırmacılar kırmızı lahanada yeni bir mavi renk pigmenti keşfetti. Mavi renk pigmentleri bitkiler ve kayaçlar gibi doğal kaynaklarda nadiren bulunabiliyor. Bu yüzden tatlılardan içeceklere, ilaç tabletlerinden kozmetik ve giyime hemen her alanda çoğu zaman mavi renkler sentetik boyalar kullanılarak oluşturuluyor. Bu sentetik boyalarsa genellikle petrokimya ürünleri olduğu için çevresel etkileri ve gıda katkı maddesi olarak güvenlikleri açısından endişe kaynağı oluyor. Bilim insanları yıllardır sentetik mavi pigmentlere doğal alternatifler bulma yarışındaydı. Kısa bir süre önce University of California, Davis'den Pamela Denish ve ekibi kırmızı lahanada, Parlak Mavi FCF ya da E133 adlarıyla bilinen yapay gıda boyasına benzer bir pigment keşfetti.



Bir tür antosiyanin molekülü olan bu doğal mavi pigment, kırmızı lahanada ancak küçük miktarlarda bulunuyor. Ancak araştırmacılar kırmızı lahanada baskın olarak bulunan kırmızı renkli antosiyaninleri özel olarak tasarladıkları bir enzimle işlemden geçirip maviye döndürerek daha büyük miktarlarda mavi renkli pigment elde etmeyi başardı. Araştırmacılar yeni mavi pigmenti dondurma, donat ve şeker kaplaması gibi farklı yiyeceklerde denedi. Bu ürünler mavi renklerini normal ortam koşullarında 30 gün boyunca muhafaza etti.

Araştırmacılardan Kumi Yoshida doğal kaynaklı bu boyanın gıdalarda kullanılır hâle gelmeden önce güvenlik testlerinden geçirilmesi gerektiğini, öte

yandan sağlık üzerinde olumsuz etkiler gösterme ihtimalinin de düşük olduğunu, zira kırmızı lahananın diyetlerimizde uzun bir geçmişe sahip olduğunu belirtiyor. ■

En Beyaz ve En Serin Boya Üretildi

Mahir E. Ocak

Purdue Üniversitesinde çalışan bir grup mühendis, bugüne kadar üretilmiş en beyaz boyayı elde etti. Yeni boya sadece güneş ışığını çok yüksek oranda yansıtmıyor, aynı zamanda kendi sıcaklığını ortam sıcaklığının altında tutmayı da başarıyor. Çalışmanın sonuçları *ACS Applied Materials & Interfaces*'te yayımlandı.

Atmosferdeki gazların hiçbiri dalga boyu 8-13 mikrometre aralığında olan ışığı soğurmaz. Bu yüzden bir malzemeden yayılan 8-13 mikrometre dalga boylu ışık, etraftaki başka bir malzeme tarafından soğurulmaması durumunda, atmosferin içinden geçerek uzaya kaçar. Eğer bir malzeme bu dalga boyu aralığında yüksek miktarda ışıma yapıyorsa, sahip olduğu ısının bir kısmını doğrudan uzaya göndererek sıcaklığını ortam sıcaklığının altına düşürebilir. Bu olgu "pasif ışınımsal soğuma" olarak adlandırılır.

Pasif ışınımsal soğuma yapan "sıradan" malzemeler, sadece gece vakti sıcaklıklarını ortam sıcaklığının altına düşürmeyi başarabilir. Çünkü gündüz vakti üzerlerine düşen güneş ışığı ısınmalarına neden olur. Bir malzemenin pasif ışınımsal soğuma yoluyla gündüz vakti sıcaklığını ortam sıcaklığının altına düşürebilmesi için üzerine düşen güneş ışığındaki 200-2500 nanometre dalga boylu ışınların %95'inden fazlasını yansıtması gerekir.

Süper serin malzemeler olarak adlandırılan, gündüz vakti sıcaklığını ortam sıcaklığının altına düşürmeyi başarabilen malzemelerle ilgili yıllardır araştırmalar yapılıyor. Bu malzemelerin uygulama alanlarından biri de sıcak iklimlerdeki binaları enerji harcamaksızın serin tutabilecek boyalar. Purdue Üniversitesinden Prof. Dr. Xiulin Ruan ve öğrencileri geçmişte de süper serin boyalar



geliştirmişlerdi. Araştırmacıların geliştirdiği en son beyaz boya ise hem en beyaz hem de en serin boya unvanını ele geçirdi.

Sıradan bir beyaz boya, üzerine düşen güneş ışığının %80-90 kadarını yansıtır. Araştırmacıların geliştirdiği süper serin boya ise üzerine düşen güneş ışığının %98,1'ini yansıtmayı başarıyor. Araştırma ekibinin üyelerinden Dr. Xiangyu Li, geliştirdikleri boyanın güneş ışığını bu kadar yüksek oranda yansıtmasının iki nedeni olduğunu söylüyor. Birincisi, boyanın içinde yüksek miktarda baryum sülfat ($BaSO_4$) bulunması. Fotoğraf kâğıtlarını ve kozmetik ürünlerini de beyazlatmak için kullanılan bu malzeme, güneş ışığını yüksek oranda yansıtıyor. İkinci nedense boyaya katılan baryum sülfat parçacıklarının çok çeşitli boyutlarda olması. Bir parçacığın, üzerine düşen ışınları ne kadar saçacağı boyutlarına bağlı olarak değişir. Çok çeşitli boyutlarda parçacıklar olması da boyanın yansıtıcılığını artırıyor.

Araştırmacılar geliştirdikleri boyayı test ettiklerinde, boyanın kendi sıcaklığını gece vakti yaklaşık 10 °C, gündüz vakti de yaklaşık 5 °C ortam sıcaklığının altında tutmayı başardığını gözlemlemişler. Yeni boyanın üretiminde kullanılan tekniklerin ticari boyaların üretiminde kullanılanlarla uyumlu olduğu da belirtiliyor. ■

Her Dozda Farklı COVID-19 Aşısı mı?

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

Oxford-AstraZeneca aşısına bağlı çok nadir görülen kan pıhtılaşması riskiyle ilgili endişelerin ortaya çıkmasından sonra uzmanlar bu konu üzerine düşünülmesi gerektiği görüşünde. Aslında bu husus ülkeden ülkeye de değişiklik gösteriyor. Örneğin Almanya ve Fransa, ilk dozlarında AstraZeneca aşısı olan kişileri ikinci aşıları için mRNA aşılarından birini tercih etmeye yönlendiriyor. Milyonlarca insanın Oxford-AstraZeneca'nın ilk dozunu aldığı Kanada ise nasıl ilerleyeceğine henüz karar vermedi. Minnesota Üniversitesi Tıp Fakültesinden immünolog David Masopust, aşıların çoğunun aynı proteini hedeflediğine dikkat çekiyor ve bu nedenle de ikinci dozda aşı değiştirmenin en azından teoride işe yaraması gerektiğini düşünüyor.

Bununla birlikte, aşı kombinasyonlarının gücünü test etmek için denemeler devam ediyor. Bu karma aşı dozlarının güvenli ve etkili olduğu kanıtlanırsa ülkeler üretim gecikmeleri, öngörülemeyen eksiklikler veya güvenlik endişeleri nedeniyle bir çeşit aşının tedariki azalsa bile aşılamayı sürdürebilecekler.

London School of Hygiene & Tropical Medicine'da immünoloji profesörü olan Helen Fletcher, şu anda İngiltere'de bu uygulamaya "karıştır ve eşleştir" denildiğini belirtiyor. Fletcher'e göre iki farklı aşıyı uygulamanın basit bir nedeni olmakla birlikte, aynı zamanda bilimsel bir nedeni, hatta daha heyecan verici olarak nitelendirilebilecek bir önemi de var. Aşıların karıştırılması daha geniş bir bağışıklık tepkisine yol açabilir ve virüsün bağışıklık sistemimizden kaçma girişimlerini engelleyebilir.

Heterolog aşılama olarak bilinen iki tür aşı kullanma fikri yeni bir kavram değil. Fletcher, bir aşı eksikliğinin veya yan etkilerle ilgili endişelerin sağlık görevlilerini bir karma aşılama ve eşleştirme stratejisi benimsemeye sevk edebileceğini söylüyor.

Şu anda kullanımda olan COVID-19 aşıları virüse karşı farklı yollarla koruma sağlıyor. Çoğu, koronavirüsün hücrelerimize giriş sağlamak için kullandığı diken proteini hedef alıyor. Mart ayında yayınlanan bir çalışmada, Çin'deki Ulusal Gıda ve İlaç Kontrol Enstitülerinden araştırmacılar, farelerde dört farklı COVID-19 aşısının kombinasyonunu test ettiler ve bazılarının bağışıklık tepkisini artırdığını, daha yüksek antikor seviyeleri ve daha iyi T hücresi tepkisi oluşturduğunu tespit ettiler.

Bu karıştırma stratejisine öncülük eden Massachusetts Üniversitesi Tıp Fakültesinde aşı araştırmaları yapan Dr. Shan Lu, iki dozda ayrı aşı uygulamasında etkinliğin artırılmasını sağlayan mekanizmayı kısmen açıklayabilseler de tam olarak anlayamadıklarını belirtiyor. Aşılardaki farklılıklar, muhtemelen bağışıklık sisteminin farklı kısımlarını aktif hâle geçiriyor ve böylece bağışıklık tepkisini artırıyor. Diğer yandan, bu strateji bağışıklığın daha uzun süre devam etmesini de sağlayabilir. Bu sonuçların insanlarda da elde edilip edilemeyeceği ise henüz netlik kazanmadı.



Oxford Üniversitesindeki aşı araştırmacıları Com-Cov adını verdikleri aşı denemelerinde, birinci ve ikinci aşılama dozları için onaylanmış COVID-19 aşılarının farklı kombinasyonlarının kullanılmasını araştırıyor. Bu denemenin amacı, ikinci dozda ilk dozdan farklı aşı uygulanmasına insanların bağışıklık sisteminin ne kadar iyi tepki verdiğini görmek. Çalışmada katılımcılara ilk dozda Pfizer veya Oxford-AstraZeneca'nın aşıları yapılıyor. İkinci dozları için ya aynı aşıyı ya da Moderna veya Novavax aşılarını uyguluyorlar. Sonuçlar ise önümüzdeki günlerde görülecek.

Yeni koronavirüs varyantlarındaki artışla birlikte bazı uzmanlar, virüsün, mevcut aşıların çoğunun hedefi olan diken proteini değiştirerek nihayetinde vücudun antikor yanıtından kurtulabileceğinden korkuyor. Neyse ki bağışıklık sisteminin başka bir savunma hattı var: T hücreleri. Aşılamadan sonra bağışıklık sisteminiz, diken proteinin belirli kısımlarına bağlanabilen antikorlar üretiyor. Virüs kişiyi enfekte ettiğinde bu antikorlar sadece diken proteinlere bağlanıyor. Masopust, T hücrelerinin ise virüsün içindeki protein parçalarını ve daha fazlasını da tanıyabildiğini belirtiyor. Dolayısıyla diken ve başka bir protein içeren bir aşı, daha etkili olabilir ve virüsün bağışıklık sisteminden kaçma olasılığını azaltabilir. T hücreleri enfeksiyonu engellemez ancak virüsün temizlenmesine yardımcı olabilirler. T hücrelerinin tanıdığı proteinlerin çoğu, diken protein kadar hızlı mutasyona uğramaz.

Minnesota Üniversitesi Tıp Fakültesi İmmünoloji Merkezi direktörü Marc Jenkins, T hücresi tepkisini artırmak için başka bir aşı hedefi eklemenin "ilginç bir fikir" olduğunu söylüyor. Bu konuda, örneğin virüsün içinde bulunan nükleoproteinin iyi bir aday olabileceğini düşünüyor. Hem nükleoproteine hem de diken proteine karşı bağışıklık tepkisi oluşursa T hücrelerinin ve antikorların miktarının artabileceğini ve bu artışın virüsü yok etmek söz konusu olduğunda daha fazla avantaj sağlayacağını belirtiyor.

Kolombiya Üniversitesinden immünolog Donna Farber enjekte edilebilir bir aşı ile buruna uygulanan bir aşıyı uygulamanın da başka bir yararlı strateji olabileceğini düşünüyor. İkinci dozu burundan uygulamak, bağışıklık tepkisini akciğerlerde oluşturarak oradaki T hücrelerinin şiddetli akciğer hastalığına karşı koruyucu etki göstermesini sağlayabilir. Bu nedenle, enfekte olurlarsa pnömoni gibi akciğer hastalıkları geliştirmeye daha yatkın olan yaşlılara bu tür bir karma aşı önermenin değerli bir strateji olabileceğini söylüyor.

Aşı kombinasyonunun bağışıklığı artırabileceğine dair kanıtlara rağmen, fikir COVID-19 için henüz tam olarak yerleşmiş değil. Oysa heterolog aşılama stratejileri, HIV aşılarının uygulanmasında hâlihazırda yaygın olarak kullanılıyor. ■

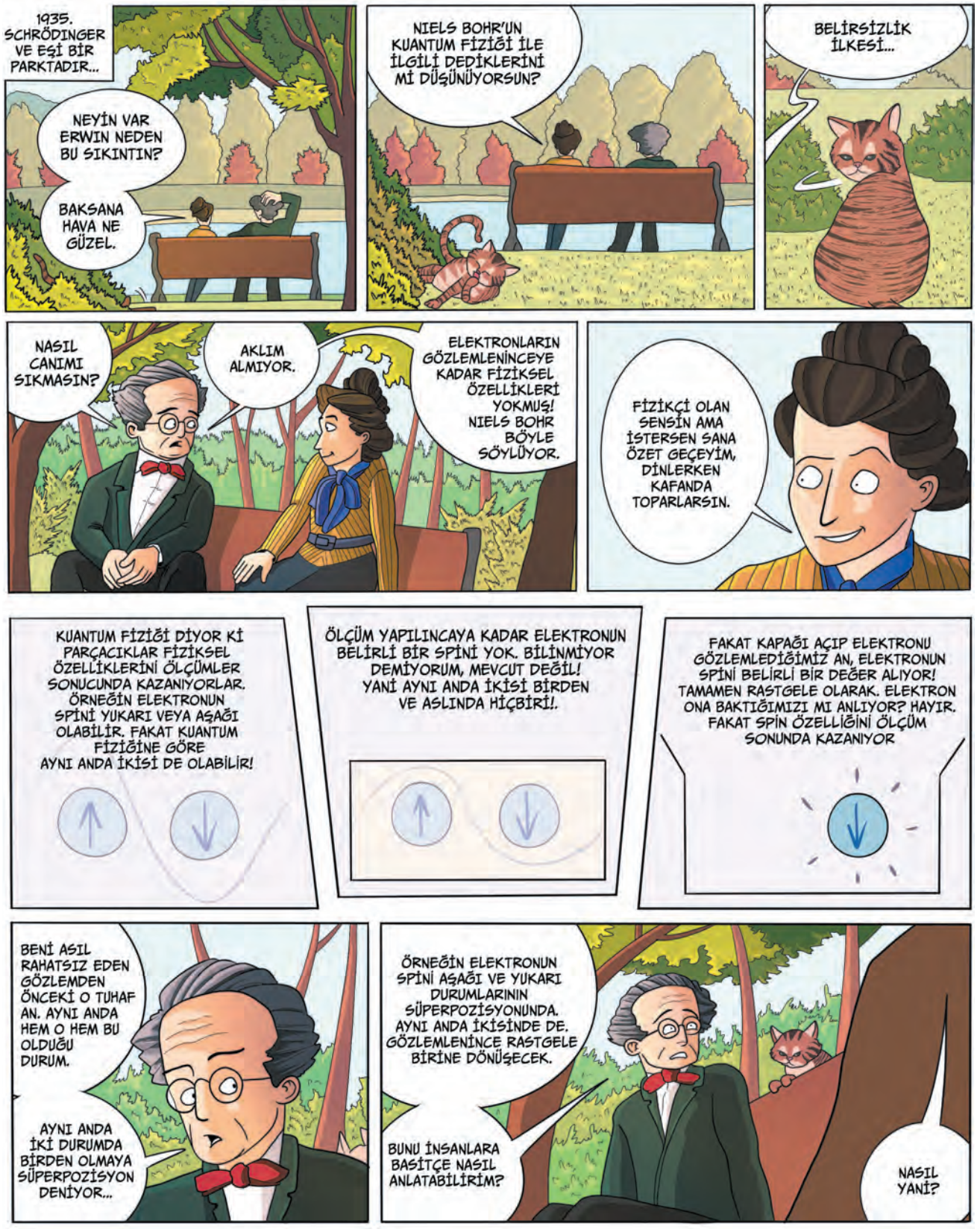
Kaynak

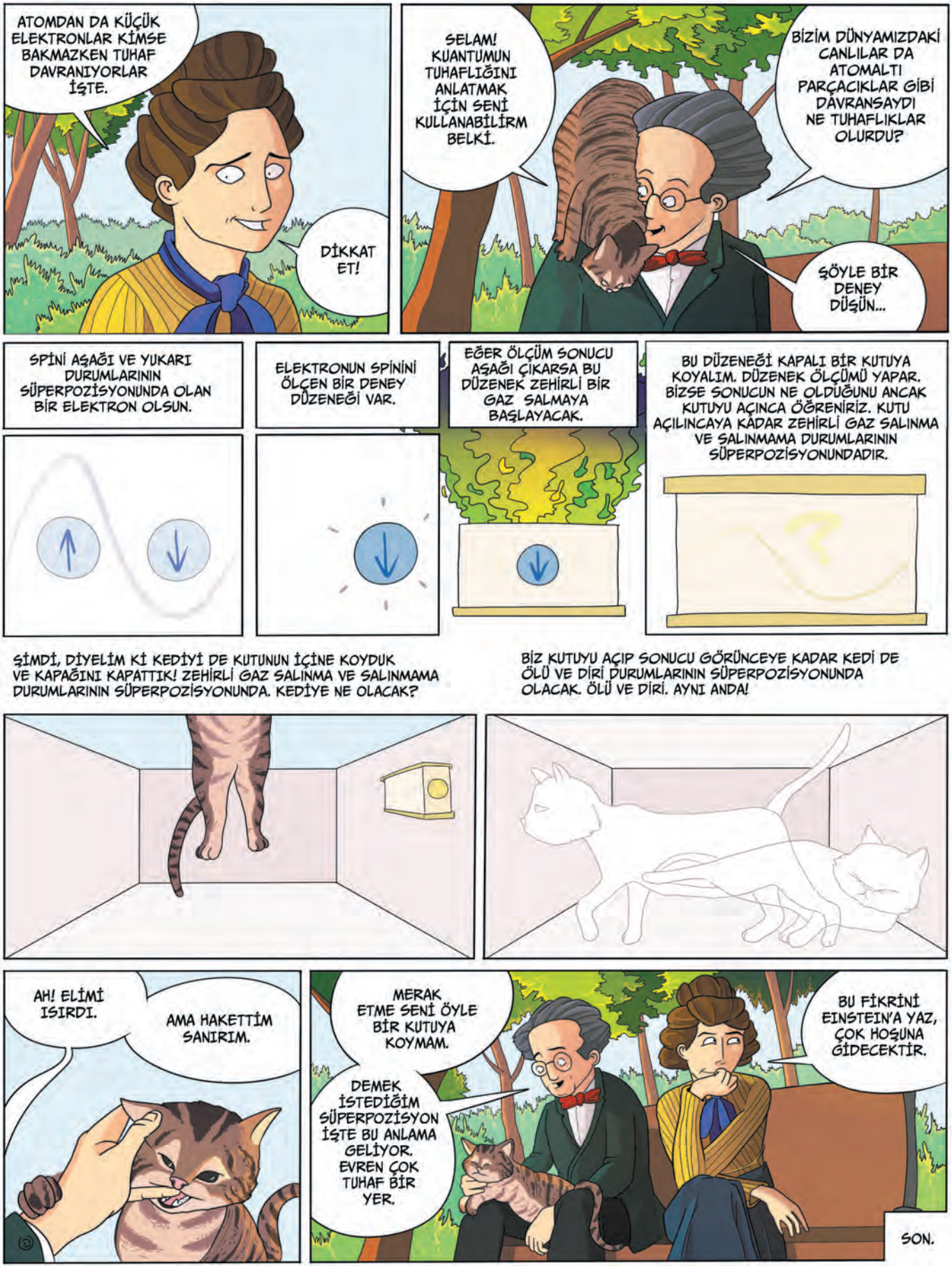
He, Q. ve ark. "Heterologous prime-boost: breaking the protective immune response bottleneck of COVID-19 vaccine candidates", *Emerging Microbes and Infections*, Cilt 10, s. 629-637, 2021.

Bilim Çizgi

Schrödinger'in Kedisi

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




ATOMDAN DA KÜÇÜK ELEKTRONLAR KİMSE BAKMAZKEN TUHAF DAVRANIYORLAR İŞTE.
DİKKAT ET!
SELAM! KUANTUMUN TUHAFLIĞINI ANLATMAK İÇİN SENİ KULLANABİLİRİM BELKİ.
BİZİM DÜNYAMIZDAKİ CANLILAR DA ATOMALTI PARÇACIKLAR GİBİ DAVRANSAYDI NE TUHAFLIKLAR OLURDU?
ŞÖYLE BİR DENEY DÜŞÜN...
SPİNİ AŞAĞI VE YUKARI DURUMLARININ SÜPERPOZİSYONUNDA OLAN BİR ELEKTRON OLSUN.
ELEKTRONUN SPİNİNİ ÖLÇEN BİR DENEY DÜZENEĞİ VAR.
EĞER ÖLÇÜM SONUCU AŞAĞI ÇIKARSA BU DÜZENEK ZEHİRLİ BİR GAZ SALMAYA BAŞLAYACAK.
BU DÜZENEĞİ KAPALI BİR KUTUYA KOYALIM. DÜZENEK ÖLÇÜMÜ YAPAR. BİZSE SONUCUN NE OLDUĞUNU ANCAK KUTUYU AÇINCA ÖĞRENİRİZ. KUTU AÇILINCAYA KADAR ZEHİRLİ GAZ SALINMA VE SALINMAMA DURUMLARININ SÜPERPOZİSYONUNDADIR.
?
ŞİMDİ, DİYELİM Kİ KEDİYİ DE KUTUNUN İÇİNE KOYDUK VE KAPAĞINI KAPATTIK! ZEHİRLİ GAZ SALINMA VE SALINMAMA DURUMLARININ SÜPERPOZİSYONUNDA. KEDİYE NE OLACAK?
BİZ KUTUYU AÇIP SONUCU GÖRÜNCEYE KADAR KEDİ DE ÖLÜ VE DİRİ DURUMLARININ SÜPERPOZİSYONUNDA OLACAK. ÖLÜ VE DİRİ. AYNI ANDA!
AH! ELİMİ ISIRDI.
AMA HAKETTİM SANIRIM.
MERAK ETME SENİ ÖYLE BİR KUTUYA KOYMAM.
DEMEK İSTEDİĞİM SÜPERPOZİSYON İŞTE BU ANLAMA GELİYOR. EVREN ÇOK TUHAF BİR YER.
BU FİKRİNİ EINSTEIN'A YAZ, ÇOK HOŞUNA GİDECEKTİR.
SON.

“İşimizin Geleceği: Dijital Çağda Türkiye’nin Yetenek Dönüşümü” Raporu Işığında

İşlerin Geleceği ve Geleceğin İşleri



İlay Çelik Sezer [*TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi*

Bilgisayar ve internet teknolojileri ve bunlara dayalı olarak gelişen çeşitli otomasyon teknolojileri son 20-30 yıl içinde tüm dünyada insanların hayatını, insanlık tarihinde belki de hiçbir değişimin dönüştürmediği bir biçimde ve ölçüde dönüşüme uğrattı. İnternet iletişimi kişisel ve toplumsal hayatların her alanında son derece etkili bir hâle gelirken çok çeşitli alanlarda işlerin yapılış şekli, hızı ve etkinliği üzerinde de büyük değişimlere neden oldu. Hayatın her alanında yaşanan bu büyük değişimlerin çok yakın bir gelecekte işler ve meslekler konusunda da şu anda çoğumuzun pek de farkında olmadığı büyük ve hızlı bir dönüşümü beraberinde getireceği, bu konuda çalışan araştırmacıların ve uzmanların ortak öngörüsü. Üstelik COVID-19 pandemisinin öngörülen bu dönüşümde hızlandırıcı bir rol oynadığı da görüldü. Böylesi bir



dönüşümün insan hayatının her alanını etkileyeceği ve yine insan hayatının her alanına bağlı olacağı da aşikâr. Dolayısıyla hem toplumların hem de devletler başta olmak üzere kurumların insanlığı bekleyen bu dönüşümün farkında olması ve daha da önemlisi bu dönüşüme hazırlıklı olması gerekiyor. Bu yüzden de bu konu ulusal ve uluslararası düzeylerde çeşitli platformlarda giderek daha çok gündeme geliyor. Konuyla ilgili araştırmalar yapılıyor, kitaplar yazılıyor, çalıştaylar ve konferanslar düzenleniyor ve raporlar hazırlanıyor. Biz de bu önemli konuyu ülkemiz özelinde ele alan, McKinsey&Company Türkiye'nin hazırladığı çok değerli bir kaynak olan "İşimizin Geleceği: Dijital Çağda Türkiye'nin Yetenek Dönüşümü" raporuyla ortaya konan önemli bulguları sizlerle paylaşmak istedik.



The Future of Professions (Mesleklerin Geleceği) adlı kitaplarında Richard Susskind ve Daniel Susskind, işlerde ve mesleklerde beklenen bu dönüşüme ilişkin temel bir soru tanımlıyor: Uzmanlıklar toplum içinde ne şekilde paylaşılıyor? Baba-oğul Susskind'ler, artık geçmişte kalan "basılı malzemelere dayalı endüstriyel toplum"da, uzmanlığın paylaşılmasında meslekların merkezi bir rol oynadığına dikkat çekerken günümüzün "teknoloji temelli internet toplumu"nda ise kendi kendilerine çalışan ya da uzman olmayan kullanıcıların çalıştıracağı giderek daha becerikli hâle gelen makinelerin, tarihsel olarak mesleklerin tekelinde bulunan pek çok görevi üstleneceğini öngörüyorlar. Toplum içinde uzmanlığı üretme ve yayma biçimlerinde "kademeli bir dönüşüm" olacağını ve bunun da nihayet geleneksel meslekleri tedavülden kaldıracağı öngörüsünde bulunuyorlar.

Gerçekten de bu konuda farklı uzmanların yaptığı tüm öngörülerin işaret ettiği en önemli nokta geleceğin mesleklerinin geleneksel meslek algımızdan çok farklı bir doğaya sahip olacağı. Görünen o ki sadece mesleklerin içerikleri, sınırları ve icra edilme biçimleri değişmekle kalmayacak iş yaşantıları ile iş kavramı da kapsamlı ve kökten bir dönüşüme uğrayacak.

"İşimizin Geleceği: Dijital Çağda Türkiye'nin Yetenek Dönüşümü" Raporu

McKinsey & Company Türkiye, McKinsey Global Enstitüsü (MGI) işbirliğiyle 2020 başında otomasyon, yapay zekâ ve dijital teknolojilerle gelen verimlilik artışının Türkiye'deki etkisinin farklı sektörler ve meslekler açısından incelendiği "İşimizin Geleceği: Dijital Çağda Türkiye'nin Yetenek Dönüşümü" adlı bir rapor yayımladı. Raporda bireyleri ve kurumları yeni dünyaya hazırlamaya yönelik çalışmalara öncülük etmesi amacıyla, Türkiye'deki iş gücünün ve yetkinliklerin dönüştürülmesine ilişkin ortaya çıkabilecek fırsatlar ve üstesinden gelinmesi gereken zorluklar verilerle destekli bir şekilde ortaya konuyor. 2030 yılına kadar otomasyon ve verimlilik artışının ülkeye sağlayacağı faydalara ışık tutması beklentisiyle yayımlanan rapor, COVID-19 pandemisi başlamadan kısa bir süre önce hazırlanıp yayımlandığı için pandeminin ekonomideki ve iş hayatındaki etkilerini içermiyor. Ancak dijital teknolojilerin ve otomasyonun meslekler ve işler üzerindeki etkilerini inceleyen pandemi sonrası pek çok araştırma ve raporda, pandemiden kaynaklı değişimlerin, yazımızın başında sözünü etti-

ğimiz ve McKinsey&Company Türkiye raporunda ülkemiz özelinde irdelenen dönüşümü hızlandırıcı yönde etki gösterdiği vurgulandığı için bu rapordaki verilerin ve öngörülerin yine de faydalı ve ufuk açıcı olacağını düşünüyoruz.

Raporun temel bulgusunu baştan özetlemek gerekirse, Türkiye'de yürütülen işlerde 2030'a kadarki dönem içinde, sektörden sektöre önemli farklılıklar görülmek kaydıyla ciddi bir otomasyon ve buna bağlı bir verimlilik artışı potansiyeli bulunuyor. Bu potansiyelin gerçekleşmesi önemli sayıda işin ortadan kalkması ya da nitelik değiştirmesi ve yine önemli sayıda yeni işin ortaya çıkması anlamına geliyor. Bu ise önemli sayıda çalışanın yetkinliklerini geliştirmesini, meslek değişimine varabilecek ölçülerde yeni yetkinlikler kazanmasını ve yetişmekte olan iş gücünün bu yeni durumun talep edeceği yetkinliklerle donanmasını gerektirecek. Raporda toplamda bir ilerleme ve büyüme getirecek olan bu yetenek dönüşümü için ortak bir odak noktası oluşturulması ve toplu bir hareket başlatılması gerektiği; şirketler, birlikler, kamu kurumları, eğitim kurumları ve bireyler başta olmak üzere tüm paydaşların gerekli inisiyatifleri almalarının bu dönüşümün başarısı için büyük önem taşıdığı vurgulanıyor.

Rapora göre, dünya genelinde mevcut teknolojiler işlerin %50'sinin otomasyonla yapılmasına imkân sağlayacak nitelikte. Türkiye'de mevcut teknolojilerle her 10 meslekten 6'sı %30 oranında otomatize edilebilir durumda. Rapordaki analizler, 2030 yılına kadar Türkiye genelinde ortalama %20-25'lik bir otomasyon seviyesine ulaşılacağı temel alınarak gerçekleştirilmiş.

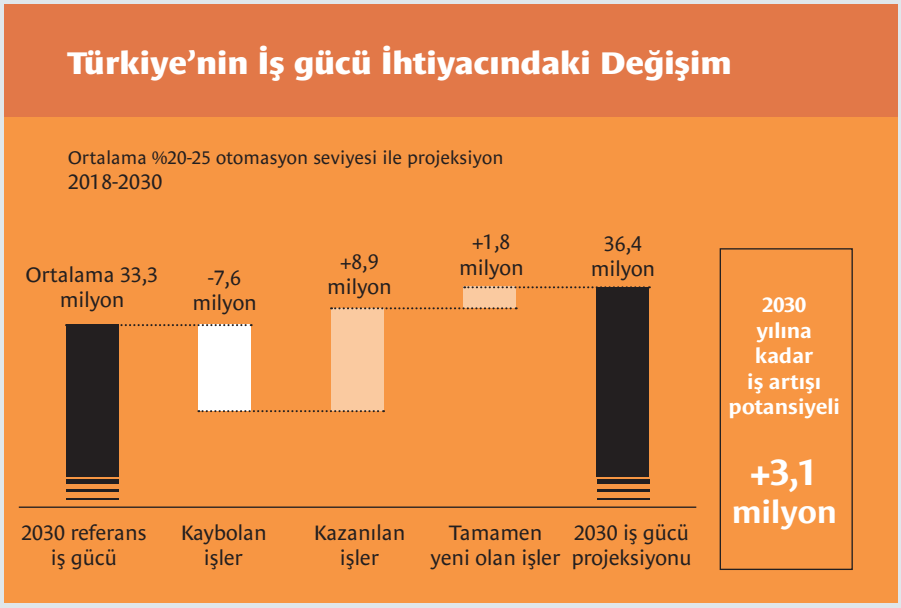
Otomasyon, Yapay Zekâ ve Dijital Teknolojiler İş Artışı Sağlayabilir

Otomasyon, yapay zekâ ve dijital teknolojilerin sağlayacağı ekonomik fayda ve sosyal değişimlerin birçok sektörde işleri dönüştürerek daha çok sayıda yeni iş ortaya çıkarması bekleniyor. Otomasyon ve dijitalleşmenin etkisiyle 2030 yılına kadar 7,6 milyon işin ortadan kalkma ihtimali bulunuyor. Dijitalleşmenin getireceği verimlilik ve ekonomik büyüme üzerindeki etkiler ve sosyal değişimler ile birlikte 2030 yılına kadar 8,9 milyon yeni iş oluşabileceği öngörülüyor. Buna ek olarak, başta teknolojiyle ilgili alanlar olmak üzere şu anda mevcut olmayan mesleklerde tamamı yeni 1,8 milyon iş oluşturulabileceği görülüyor. Örneğin dijital hizmet tasarımcıları, sürdürülebilir enerji uzmanları, siber güvenlik uzmanları ve yapay zekâ destekli sağlık bakım teknisyenleri gibi yeni rollerin oluşması bekleniyor. Bu değişimi gerçekleştirebilmek için Türkiye'de iş gücünde bulunan 21,1 milyon kişinin mevcut mesleğine devam ederken teknolojiden yararlanarak yetkinliklerini geliştirmesi gerekecek (Şekil 1). Bu kişilere ek olarak, hâlihazırda yaptıkları iş başka bir işe dönüşeceği için yeni yetkinlikler kazanması (tahminen 5,6 milyon çalışan) ya da meslek değiştirmesi (tahminen 2 milyon çalışan) gereken toplam 7,6 milyon çalışan üzerinde otomasyon ve dijitalleşmenin etkisinin daha fazla olması bekleniyor. Ayrıca iş gücüne katılacak 7,7 milyon çalışanın gerekli güncel yetkinliklerle donanımlı olması gerekiyor. Türkiye'de bu dö-

İş gücünde Değişen Yetkinlik İhtiyaçlarına Bağlı Olarak Beklenen Değişimler

		2030'a kadar iş gücü
Mevcut mesleğinde yeni yetkinlikler	Mevcut mesleğinde devam ederken teknolojiden yararlanma ve yeni yetkinlikler geliştirme	**21,1** milyon
Mevcut mesleğinde farklı roller	Mevcut mesleğinde farklı yetkinlikler farklı roller geliştirerek rolünü değiştirme	**5,6** milyon
Yeni meslek edinme	Farklı mesleklerde / sektörlerde çalışmak için yetkinliklerini büyük ölçüde geliştirme	**2,0** milyon
İş gücüne donanımlı katılım	İş gücüne katıldığında gerekli güncel yetkinlikler ile donanımlı olma	**7,7** milyon

Şekil 1



Şekil 2

nüşüm hesaba katılmadan 2030 yılında yaklaşık 33,3 milyonluk bir iş gücü ihtiyacı olması öngörülüyor. Bu dönüşümlere bağlı olarak 2030 yılına kadar 3,1 milyon net iş artışı potansiyeli mevcut ve toplam 36,4 milyonluk bir iş gücü ihtiyacı oluşması bekleniyor (Şekil 2).

Sektör bazında bakıldığında ise iş artışlarının daha çok hizmet sektörlerinde (perakende satış ve servis, sağlık/bakım hizmetleri ile yeme-içme ve konaklama) olacağı görülüyor. Meslek gruplarında da benzer bir sonuç ortaya çıkıyor. Müşteri ile etkileşim gerektiren ve bakım hizmeti verenlerin sayısında artış olacak. İş gücü ihtiyacının daha fazla artması beklenen hizmet sektörlerinden perakende satış ve servis sektöründe %30'luk bir artış bekleniyor. Sağlık/bakım hizmetlerinin %40, yeme-içme ve konaklama sektörünün ise yaklaşık %20 büyümesi öngörülüyor.

İş Gücünün Sosyal ve Teknolojik Yetkinliklerini Geliştirmesi Gerekecek

Gelecekteki yetkinlikler beş kategori altında inceleniyor: fiziksel yetkinlikler, temel yetkinlikler, ileri seviye bilişsel yetkinlikler, sosyal yetkinlikler ve teknolojik yetkinlikler.

Türkiye'deki çoğu sektörde en çok teknolojik yetkinlikler ve sosyal yetkinliklere olan ihtiyacın artması bekleniyor. Öte yandan veri girişi ve ekipman işletme/kullanma gibi yetkinliklerde otomasyon kullanımı daha kolay olduğu için temel yetkinlikler ve fiziksel yetkinliklerin çoğu sektörde azalacağı tahmin ediliyor.

2030 yılında, öngörülen yetenek dönüşümü gerçekleştiği takdirde, en büyük yetkinlik değişiminin %63 oranı ile teknolojik yetkinliklerde gerçekleşmesi bekleniyor. Sosyal yetkinliklerde %22 oranında, ileri seviye bilişsel yetkinliklerde %7'lik bir artış beklenirken, temel yetkinliklerin ve fiziksel yetkinliklerin, sırasıyla %10 ve %8 oranında daha az kullanılması öngörülüyor.

Otomasyon İşleri Dönüştürüyor

Raporda otomasyon bir süreçte insan müdahalesine olan ihtiyacı azaltmak veya bu ihtiyacı tamamen ortadan kaldırmak için makine veya robotlar gibi otomatik ekipmanların kullanılması şeklinde tanımlanıyor. Rapora göre otomasyon hâlihazırda dünya çapında çeşitli iş aktivitelerinin yerini almaya başlamış durumda. McKinsey Global Enstitüsü (MGI), otomasyonun küresel potansiyelini anlamak için, mevcut teknoloji düzeyi kapsamında hangi mesleki aktivitelerin otomasyonunun sağlanabileceğini de hesapladı. Ortaya çıkan sonuçlar, mevcut çalışma saatlerinin %50'sinin otomasyonunun mümkün olduğunu gösteriyor. Bu da kabaca 1,2 milyar çalışana ve 14,6 trilyon ABD Doları maaş ödemesine karşılık geliyor. Yine de bu durum mesleklerin %50'sinin ortadan kaybolacağı anlamına gelmiyor. Zira küresel olarak mesleklerin sadece %5'inden azının tamamen otomasyonu sağlanabilir durumda.

Mesleklerin Ne Kadarı Hangi Oranda Otomatize Edilebilir Durumda?

Meslek örnekleri

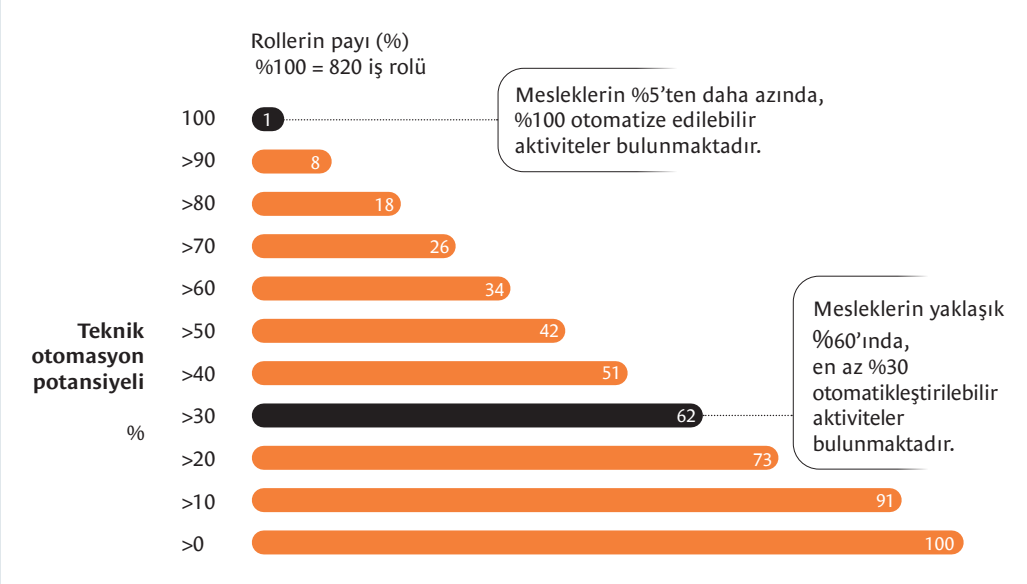
Dikiş makinesi operatörleri, toprak tesviye makineleri ve tarımsal ürün ayırıcılar

Stok memurları, seyahat acenteleri, saat tamircileri

Kimya teknisyenleri, asistan hemşireler, web geliştiriciler

Moda tasarımcılar, üst düzey yöneticiler, istatistikçiler

Psikiyatristler, kanun koyucular



Şekil 3

Aslında otomasyon ile asıl değişecek olan işlerin kompozisyonu. Şekil 3 dünya çapında işlerin ne kadarının hangi düzeyde otomatize edilebileceğini gösteriyor. Rapora göre otomasyonun iki yönü var: verimlilik artışını güçlendirerek mevcut yaşam standartlarının sürdürülmesini sağlayabilir ve bazı işleri dönüştürebilir. Bu tarz değişimler, tarih boyunca yaşanagelmiş. Örneğin, son 25 yıl içinde ABD'de ortaya çıkan yeni mesleklerin üçte biri, 25 yıl önce mevcut bile değildi. Ayrıca, McKinsey'in Fransa ekonomisine ilişkin yaptığı bir çalışma, 1996 ile 2011 yılları arasında, internetin yok ettiği her bir iş için 2,4 iş ortaya çıkardığını göstermiş. Buradaki en önemli mesaj insanların yeni teknolojileri tasarlama, geliştirme ve ölçeklendirme konusunda hayati bir rol üstlenmeye devam edeceği ve otomasyonun bunun yerini alamayacağı.



Rapora göre dünya genelinde mevcut teknolojiler işlerin %50'sinin otomasyon ile yapılmasına olanak sağlayacak nitelikte. Türkiye'de ise mesleklerin sadece %2'sinin tamamen otomasyonu mümkün ancak mevcut teknolojilerle mesleklerin %60'ında yapılan işin üçte birinden fazlası otomatize edilebilir. Otomasyona karşı direnci daha düşük olan meslek aktiviteleri öngörülebilir fiziksel aktiviteler ile veri toplama veya işleme aktiviteleri. İnsanlarla iletişimin, insan yönetiminin ve uzmanlığın gerekli olduğu aktiviteler ise otomasyona karşı daha dirençli.

Ülkemizin Otomasyon Potansiyeli

Ülke geneline ait ayrıntılı meslek ve maaş verileri ile eğitim, enerji, altyapı, teknoloji ve makroekonomiyle ilgili Türkiye'ye özgü göstergeleri de içeren zengin bir veri kümesinin kullanıldığı raporda, otomasyonun gerçekleşmesi sonucu kaybolacak meslekler ve işleri tespit edebilmek için 800 meslek ve 2000 iş aktivitesi 18 yetkinlik bazında analiz edildi, her bir aktivitenin otomasyona tabi olan zamanı kaybolacak iş zamanı olarak belirlendi (Şekil 4). Örneğin bir müşteri hizmetleri sorumlusu, günlük yaşamında 20'den fazla aktivite gerçekleştiriyor. Bu aktivitelerden ürün stok kontrolünü sağlama ve aktivite/satış raporlama gibi süreçlerin otomasyonunun sağlanabileceği; öte yandan müşteri ve ziyaretçileri karşılama, ürün ve hizmetlerle ilgili kişiselleştirilmiş öneri sağlama gibi süreçlerin ise daha az otomasyon potansiyeline sahip olduğu tespit edildi. Benzer şekilde, bir üretim çalışanının üretim planı yapmak, ürün paketlemek gibi süreçleri otomasyon ile sağlanabilirken, ürünlerin kalite kontrollerini sistem üzerinden takip etmek ve üretim ekibini yönetmek gibi aktivitelerin daha az otomasyon potansiyeline sahip olduğu belirlendi.

Raporun bulguları, mevcut teknolojiler kullanılarak Türkiye'deki tüm işlerin çalışma saati olarak %50'sinin otomasyonunun sağla-

Her Bir Meslek İçin Otomasyon Potansiyeli Aktivite Detayında Belirlendi

Örnek
McKinsey Global Enstitüsü iş gücü yetkinlikleri modeline göre

Yetenek seviyesi
- Teknolojiden etkilenmez
- Teknolojiden kısmi etkilenir
- Teknoloji ile tümüyle otomatize edilir

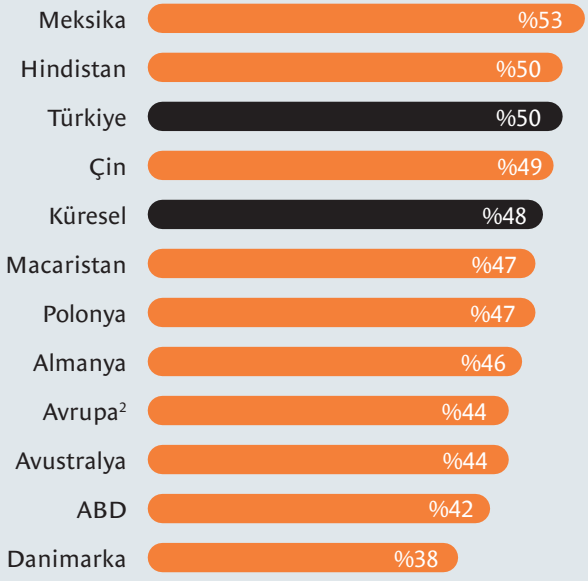
Meslekler	Aktiviteler	Yetkinlik gereksinimi	Mevcut teknoloji ile yapılabilirliği
Müşteri hizmetleri sorumlusu	**Ürün ve hizmetlerle ilgili soruları cevaplama**	Duyusal algı	Duyusal algı
		Bilinen kalıpları / kategorileri tanıma	Bilinen kalıpları / kategorileri tanıma
			Yeni kalıplar / kategoriler üretme
			Mantıksal çıkarım / problem çözme
			Optimize etme ve planlama
			Kreatif beceriler
			Bilgi çıkarma
			Birden fazla kişiyle koordinasyon
			Çıktı yorumlama ve sunma
		Doğal dil işleme	Doğal dil üretme
		Sosyal yetkinlikler	Doğal dili anlama
			Sosyal ve duygusal algılama
			Sosyal ve duygusal mantık yürütme
			Sosyal ve duygusal çıktı
		Fiziksel yetkinlikler	Küçük motor becerileri / el becerisi, ustalık
			Büyük motor becerileri
			Yön güdüm
			Hareketlilik
	Müşteri ve ziyaretçilerini karşılama		
	Ürün ve servislerin kontrolünü sağlama		
	İş aktiviteleri ve satış/ hizmetlerini raporlama		
	Müşterinin ihtiyacını anlama		
	Pazarlama stratejisi geliştirme		

Şekil 4



nabileceği yönünde. Bu oran, 2030 yılında 16,6 milyon insanın çalışmasına denk bir miktar. Yine de otomasyon potansiyelinin bulunması otomasyonun gerçekleşeceği anlamına gelmiyor. Çünkü otomasyonun benimsenmesi, teknolojinin bir ekonomi içindeki sektörlere ne kadar hızla yayıldığına ve şirketlerin iş akışlarını yeniden organize etmede ne kadar etkin olduğuna da bağlı. Dolayısıyla bu bölümdeki analizler, ilerleyen bölümlerde konu edilecek fiili benimseme düzeyini değil teknik potansiyeli açıklıyor. Bu bakımdan Türkiye'nin %50'lik otomasyon potansiyeli küresel ortalamadan ve gelişmiş ülkelerden daha yüksek (Şekil 5). Bunun sebebi Türkiye'de öngörülebilir iş aktivitelerinin yüksek olduğu üretim, tarım ve ticaret sektörlerinde yoğunluğun fazla olması.

Mevcut Teknolojiye Göre Otomasyon Potansiyeli[1]



1. Otomasyon potansiyeli, mevcut teknolojiler adapte edilerek otomasyonu sağlanabilecek iş aktivitelerine göre tanımlandı.
2. Avusturya, Belçika, İsviçre, Çek, Almanya, Danimarka, Estonya, İspanya, Finlandiya, Fransa, İngiltere, Yunanistan, Macaristan, İtalya, Norveç, Polonya, Portekiz, İsveç
Not: Rakamlar yuvarlandığı için, rakamların toplamı aynı olmayabilir.

Kaynak ONET, MGI Automation Model Mayıs 2019, McKinsey Global Enstitüsü analizi

Şekil 5

Türkiye'de Mesleklerde Harcanan Sürelerin Oranları



1. İnsanları yönetme ve geliştirme;
2. Uzmanlık kullanma, karar alma, planlama ve kreatif işler;
3. Paydaşlarla arayüz görevi görme.
4. Öngörülemeyen ortamlarda fiziksel aktiviteleri yerine getirme ve makineleri kullanma.
5. Öngörülebilir ortamlarda fiziksel aktiviteleri yerine getirme ve makineleri kullanma.
Not: Rakamlar yuvarlandığı için, rakamların toplamı aynı olmayabilir.

Şekil 6



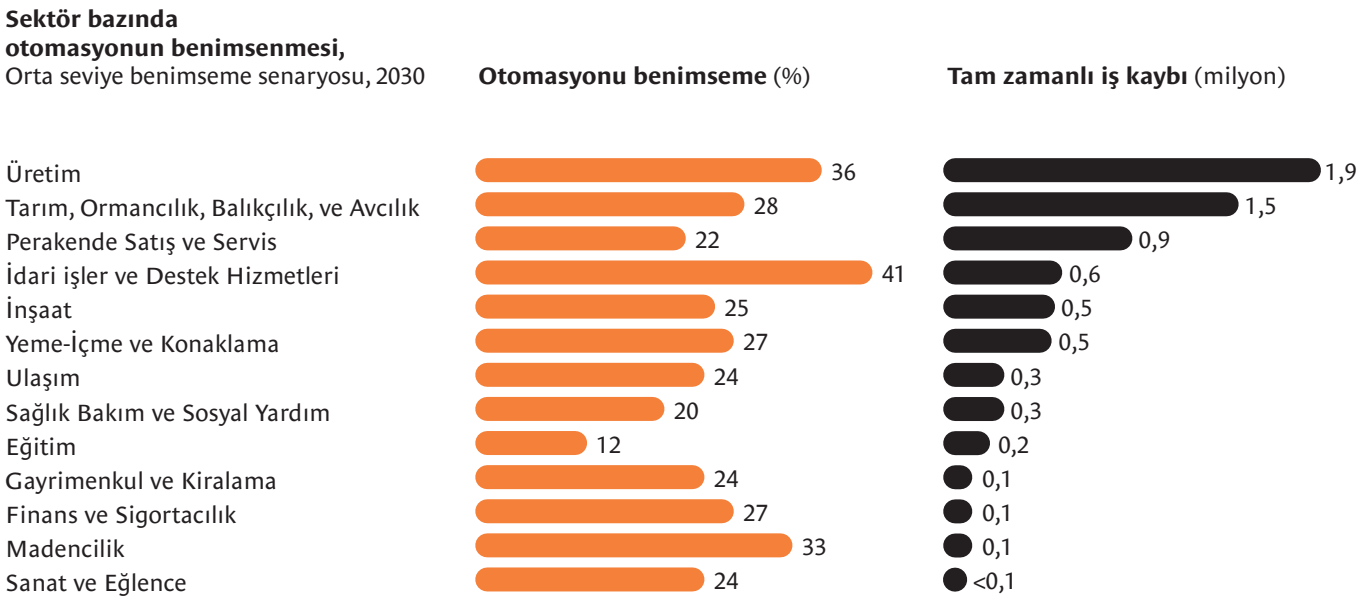
Mesleklere tek tek daha yakından bakıldığında, otomasyona en yatkın faaliyetlerin öngörülebilir fiziksel faaliyetler ile veri toplama ve işleme faaliyetleri olduğu görülüyor. Bu kategoriler, Türkiye'deki iş saatlerinin yaklaşık yarısını oluşturuyor ve hepsinin de %65'ten daha yüksek bir otomasyon potansiyeli bulunuyor. Öte yandan, insan etkileşimi ve insan yönetimi gerektiren faaliyetler otomasyona daha az yatkın ve %25'ten daha düşük bir otomasyon potansiyeline sahip (Şekil 6).

Raporda otomasyonun hızını ve kapsamını etkileyen önemli etkenler değerlendirilerek otomasyonun benimsenmesine ilişkin üç senaryo belirlendi: geç (veya yavaş) benimseme, erken (veya hızlı) benimseme, geç ve erken senaryoların ortalaması olarak da orta seviye benimseme senaryosu. Bu raporda değerlendirilen temel senaryo, orta seviye benimseme senaryosu.

Sektörlere bakıldığında hem otomasyonun benimsenmesi hem de potansiyel iş kaybı açısından üretimin otomasyona en yatkın sektör olduğu görülüyor. Bunun temel sebebi, bu sektördeki işlerin çok fazla öngörülebilir fiziksel faaliyet ile veri toplama ve işleme aktiviteleri içeren bir yapıya sahip olması. Çok fazla tekrar eden faaliyetlerin olduğu madencilik ile yeme-içme ve konaklama sektörleri ise ikinci ve üçüncü en yüksek benimseme oranlarına sahip. İş gücünün daha az ve benimseme oranlarının daha düşük olduğu eğitim, sağlık-bakım ve sosyal yardım gibi sektörler ise listenin daha alt sıralarında. Bunun nedeni de yine bu işlerin uzmanlık gerektirmesi (Şekil 7).

Şekil 8 ise meslek kategorilerindeki tahmini otomasyon benimseme oranlarını ve buna bağlı tahmini iş kayıplarını gösteriyor.

Sektörlerde Otomasyonu Benimseme Öngörüleri ve Buna Bağlı Tahmini İş Kayıpları



Not: Rakamlar yuvarlandığı için, rakamların toplamı aynı olmayabilir.
Kaynak ONET, MGI Automation Model Mayıs 2019, McKinsey Global Enstitüsü analizi

Şekil 7



Potansiyel İş Gücü Talebinin Kaynakları

Daha önce de değinildiği gibi otomasyon, yapay zekâ ve dijital teknolojiler Türkiye'de bazı işlerin kaybolmasına yol açsa da verimlilik kazanımları, yatırım artışı ve hizmet ekonomisinin büyümesi ile birlikte yeni işlerin oluşması ve 2030 yılına kadar 3,1 milyon iş artışı potansiyeli bulunuyor. Otomasyon ve dijitalleşmenin bazı işleri ortadan kaldırma potansiyeli olsa da yeni işler oluşturması ve diğer ekonomik güçleri olumlu şekilde etkilemesi bekleniyor. Örneğin yeni teknolojiler verimliliği

Meslek Kategorilerinde Otomasyonu Benimseme Öngörüleri ve Buna Bağlı Tahmini İş Kayıpları

Orta seviyede benimseme senaryosu
2030

Meslek türü	**Otomasyonu benimseme** (%)	**Tam zamanlı iş kaybı** (milyon)
Öngörülebilir ortam meslekleri (Örn: makine operatörü)	38	3,3
Büro destek	34	1,1
Öngörülemeyen ortam meslekleri (Örn: tarım işçileri)	14	1,0
Müşteri etkileşimi	19	0,7
İnşaatçılar	20	0,5
Profesyoneller	11	0,2
Takım liderleri ve üst düzey yöneticiler	13	0,2
Bakım hizmeti verenler	12	0,2
Eğitim görevlileri	7	0,1
Teknoloji profesyonelleri	13	<0,1
Kreatif çalışanlar	11	<0,1

Not: Rakamlar yuvarlandığı için, rakamların toplamı aynı olmayabilir.
Kaynak ONET, MGI Automation Model Mayıs 2019, McKinsey Global Enstitüsü analizi

Şekil 8

Potansiyel İşgücü Talebinin Kaynaklarını Belirlemek İçin İncelenen Eğilimler

20 küresel eğilim		Türkiye'de iş gücü ihtiyacına en fazla etki eden etkenler
Sosyo-ekonomik/ çevresel eğilimler	• Gelirlerde artış • Yaşlanan nüfus • Gençliğin iş gücüne katılması • Ticaret akışlarının artması • Küresel ağların oluşması / yeni pazarlara açılma • Altyapı gelişimi ve kentleşme • İklim değişikliği • Enerji geçişleri ve verimliliği	• Verimlilik ve ticaretin gelişmesiyle artan gelir • Yaşlanan nüfus ile artan sağlık hizmetleri • Yeni konut, ticari bina, turizm tesisleri vb. inşaatı • Altyapı yatırımları • Teknolojinin gelişmesi ve kullanılması • Yeni hizmetlere olan ihtiyacın artması • Enerji geçişleri
Tüketici tercih ve davranışları ile ilgili eğilimler	• Artan eğlence/ yeme-içme/ seyahat ilgisi • Sağlıklı yaşam • Kişisel hizmetler ve deneyim • Eğitim kalitesi/ hayat boyu öğrenme • Düşük nitelikli hizmetlere ihtiyaç • Esnek çalışma	
Teknolojik gelişmeler ile ilgili eğilimler	• Yeni teknolojilerin gelişmesi ve kullanımı • Robotik ve yapay zekâ • Şirketlerin dijital dönüşümü • Yeni dijital işler • Teknoloji yatırımları • Artan hareketlilik	

Şekil 9

artırarak ekonomiyi güçlendirebilir ve bu sayede iş gücüne olan talebin artmasını sağlayabilir. Daha fazla ekonomik büyüme ise altyapı gibi alanlara ek yatırımları tetikleyebilir ve özellikle gelişmiş ekonomilerde yeni işlerin oluşumunu teşvik edebilir. Üstelik daha fazla ekonomik büyüme, tüketimde ve daha birçok yeni hizmete yönelik talepte artış yaşanmasını da sağlayabilir.

Raporda 20 küresel eğilimin Türkiye'deki iş gücüne olası etkileri incelenip bunlar içerisinden en fazla etkiyi oluşturacak yedi etken belirlendi (Şekil 9). Her bir etkenin doğrudan ve dolaylı olarak ortaya çıkaracağı işler modellenerek kişi başı iş saati olarak hesaplandı ve bu modelle potansiyel iş gücü talebi hesaplandı. Bu potansiyelin yakalanması ise işletmelerin, politika yapıcıların ve çalışanların tercihlerine ve yaptığı yatırımlara bağlı. Rapor kapsamında geliştirilen senaryolarda bu yedi faktör dışında, iş gücünün belirlenmesinde önemli rol oynayabilecek iş gücü talebi kaynakları dikkate alınmadı. Kısmen teknolojinin de katkısıyla gelecekte var olabilecek yeni sektör ve meslekler, iş gücünün belirli bir oranı olarak hesaplandı. Yapılan araştırmalar, her yıl iş gücünün ortalama %0,5'inin tamamen yeni işlerde, yani daha önce var olmayan işlerde istihdam edildiğini gösteriyor. Bu veriden de yararlanılarak henüz ortaya çıkmamış yeni meslekler ve işler tahmin edilmeye çalışıldı. Otomasyon, yapay zekâ ve dijital teknolojilerin sonucunda 2030 yılına kadar belirlenen yedi etkenden kaynaklanacak 8,9-10,7 milyon yeni iş ortaya çıkabileceği tahmin ediliyor. Bu rakam ortadan kalkacağı tahmin edilen iş sayısı olan 7,6 milyondan çok daha yüksek.

COVID-19 Değişimi Daha da Hızlandıracak

COVID-19'un işler, iş gücü ve iş yerleri üzerindeki etkilerinin bu muazzam küresel sağlık krizi sona erdikten sonra da devam edeceği düşünülüyor. McKinsey Küresel Enstitüsü (MGI) geçtiğimiz Şubat ayında pandeminin hızlandırdığı çeşitli eğilimlerin işleri uzun vadede nasıl şekillendireceği üzerine yeni bir rapor yayımladı. MGI bu çalışmada 2030'a kadar bu bağlamda gerçekleşecek değişimleri farklı ekonomi ve iş pazarı modellerine sahip sekiz ülke örneği üzerinde inceledi.

"COVID-19 Sonrası İşlerin Geleceği" raporunda pandeminin işlerdeki fiziksel boyutun öneminin anlaşılmasına katkı yaptığı vurgulanıyor ve işler, çalışanın diğer çalışanlara ve müşterilere olan fiziksel yakınlığına, kişiler arası etkileşim yoğunluğuna ve yapılan işin belirli bir yerde ve iç mekânda yapılma özelliğine göre on başlıkta gruplanıyor. Raporun bulgularına göre daha çok fiziksel yakınlık gerektiren iş alanları pandemi sonrasında daha fazla değişim geçirecek ve bu da başka iş alanlarında zincirleme etkilere neden olacak.

Rapora göre COVID-19, daha sonra devam etmesi olası üç tür tüketici ve işletme eğilimini hızlandırdı: uzaktan çalışma ve sanal etkileşimler, e-ticaret ve dijital para transferleri ile otomasyon ve yapay zekânın kullanımı. MGI'nın araştırmaları COVID-19'un mevcut işler üzerinde sebep olduğu sarsıcı değişimlerin, özellikle de düşük maaşlı, az eğitimli ve en zayıf durumdaki çalışanlar için pandemi öncesi araştırmalarda tahmin edilen değişimlerden çok daha büyük olacağına işaret ediyor. İncelenen sekiz ülkede 100 milyondan fazla çalışanın iş değiştirmek zorunda kalabileceği öngörülüyor. Bu da pandemi öncesi toplamda tahmin edilen sayının %12, gelişmiş ekonomiler için tahmin edilen sayıların ise %25'e varan oranda fazlasına karşılık geliyor. Bununla birlikte, yetkinlik gereksinimleri söz konusu olduğunda bu çalışanlar daha da büyük eksiklikler hissedecek.

Dolayısıyla "COVID-19 Sonrası İşlerin Geleceği" raporundaki öngörüler, pandemi öncesinde tüm dünyada otomasyon, yapay zekâ ve dijital teknolojilerin işler üzerinde oluşturacağı öngörülen değişimlerin, pandemiyle birlikte yavaşlamak ya da duraklamak şöyle dursun daha da hızlanacağını düşündürüyor.



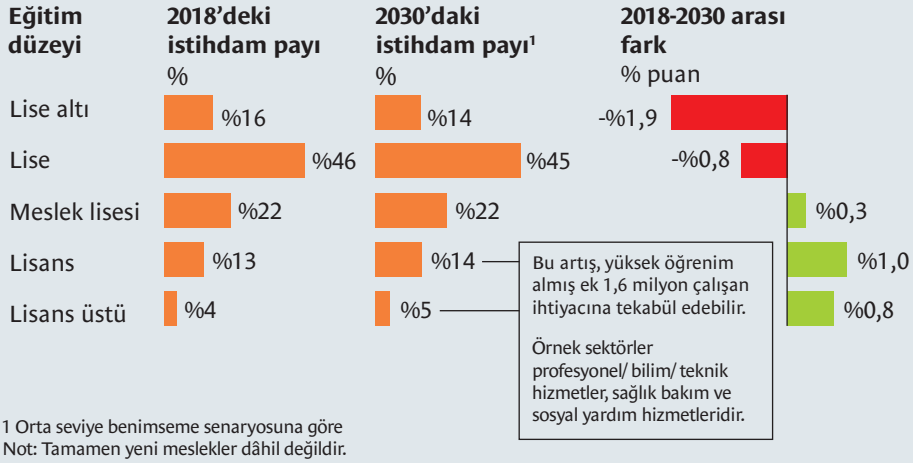
Yetkinliklerde Gerçekleşmesi Gereken Değişimler

Otomasyon ve dijitalleşme tüm iş gücü üzerinde bir değişime neden olacak. Çalışanların bir bölümünün yeni roller veya meslekler edinmesi gerekecek. Değişimin etkisi bu çalışanlar üzerinde daha çok olacak.

Mesleklerde ve özellikle de iş aktivitelerinde meydana gelen değişiklikler, işleri yapmak için tipik olarak gereken eğitim düzeyinde de kendini gösterecek (Şekil 10). Türkiye'de herhangi bir lise eğitimi olmadan yapılabilecek mesleklerin oranının,



Gerektirdiği Eğitim Düzeyine Göre İşlerin Oranı



1 Orta seviye benimseme senaryosuna göre
Not: Tamamen yeni meslekler dâhil değildir.

Kaynak: ONET skill classification, MGI Automation Model Mart 2019, Jobs Lost Jobs Gained Aralık 2017; McKinsey Global Enstitüsü analizi

Şekil 10

2030 yılına kadar %2 oranında düşmesi, buna karşılık en az bir üniversite-lisans eğitimi gerektiren meslekle-rin oranının %1 oranında artması bekleniyor. Nitelikli iş gücü yetiştirmek için özellikle meslek liselerine olan ihtiyacın devam edeceği tahmin ediliyor.

Yetkinliklerde gerçekleşmesi gerekecek değişimlerle ilgili öngörüler yapılırken McKinsey Küresel Enstitüsü (MGI) tarafından geliştirilen bir yetkinlik modeli kullanıldı. Bu modelde yetkinlikler 5 kategori altında 25 alt yetkinlik olarak tanımlanıyor. Modeldeki 5 yetkinlik kategorisi şunlar: Temel yetkinlikler, fiziksel yetkinlikler, ileri bilişsel yetkinlikler, sosyal yetkinlikler ve teknolojik yetkinlikler (Şekil 11).

MGI Yetkinlik Modelindeki 5 Ana ve 25 Alt Yetkinlik Kategorisi

Temel yetkinlikler	Temel veri girişi ve veri işleme Temel sözel, sayısal ve iletişim
İleri seviye bilişsel yetkinlikler	İleri düzey okur- yazarlık ve yazma Karmaşık bilgi işleme ve yorumlama Kreatif beceriler Eleştirel düşünme ve karar alma Proje yönetimi Sayısal ve istatistiksel yetkinlikler
Fiziksel yetkinlikler	Zanaat ve teknik beceriler Küçük motor becerileri Genel ekipman işletme ve kullanma-sürme Genel ekipman tamiri ve mekanik yetkinlikler Büyük motor becerileri ve kuvvet Denetleme ve takip
Sosyal yetkinlikler	Adapte olabilme ve sürekli öğrenme İleri düzey iletişim ve müzakere yetkinlikleri Girişimcilik ve inisiyatif alma Çevreyle uyum yetkinlikleri ve empati Liderlik ve başkalarını yönetme Başkalarına öğretme ve eğitim verme
Teknolojik yetkinlikler	İleri seviye analiz ve matematiksel yetkinlikler İleri düzey bilgi teknolojileri yetkinlikleri ve programlama Temel dijital yetkinlikler Bilimsel araştırma ve geliştirme Teknoloji tasarımı, mühendislik ve bakım

Şekil 11

Orta Seviyede Otomasyon Benimsenmesi ile Yetkinlik İhtiyaçlarında Gerçekleşecek Değişim

	Temel yetkinlikler • Temel sözel, sayısal ve iletişim	**Fiziksel yetkinlikler** • Motor ve kuvvet yetkinlikleri • Genel ekipman tamiri ve mekanik yenilikler	**İleri seviye bilişsel yetkinlikler** • Kreatif beceriler • Karmaşık bilgi yorumlama • Proje yönetimi • Eleştirel düşünme/ karar alma	**Sosyal yetkinlikler** • Girişimcilik • Çevreye uyum becerileri/ empati • İleri seviye iletişim • Adapte olabilme/ sürekli öğrenme	**Teknolojik yetkinlikler** • Temel dijital yetkinlikler • Bilimsel araştırma • Teknoloji tasarımı, mühendislik • İleri düzey veri analizi
2023 referans iş gücü (Milyon)	5,2	15,5	5,8	4,5	2,4
2030 iş gücü projeksiyonu(Milyon)	4,7	14,3	6,2	5,5	3,9
Değişim (%)	%-10	%-8	%7	%22	%63

Ortalama %20-25 otomasyon seviyesi ile projeksiyon, 1,8 milyon tamamen yeni olan işler dâhil edilmemiştir.

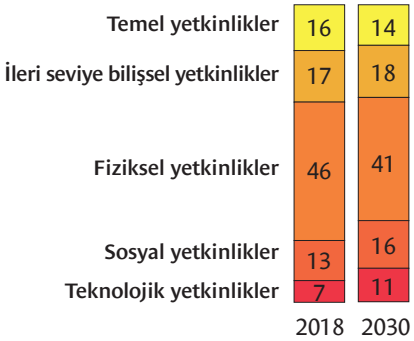
Şekil 12

Otomasyon ve dijitalleşme ile birlikte 5 temel yetkinlik grubunun her birinin farklı şekilde etkilenmesi bekleniyor. Toplam iş gücü payının en çok olduğu fiziksel yetkinliklerde %8'lik bir azalma beklenirken temel yetkinliklerde de benzer şekilde %10'luk bir düşüş öngörülüyor (Şekil 12). İleri düzey bilişsel yetkinliklerin ise %7 artması bekleniyor. İş gücü payındaki en büyük artış %63'lük bir oranla, 2030 yılına kadar çalışılan saat bakımından neredeyse ikiye katlanması beklenen teknolojik yetkinliklerde görülüyor. Sosyal yetkinliklerde ise %22 oranında bir artış bekleniyor.

Toplamda harcanan saat bakımından fiziksel yetkinlikler %41 ile en yüksek payı almaya devam etmekle birlikte, sosyal ve teknolojik yetkinliklerde önemli bir artış gerçekleşeceği öngörülüyor (Şekil 13).

Ayrıntılı yetkinlik listesine bakıldığında (Şekil 14), temel dijital yetkinliklerde çalışılan saatin toplam içindeki payının yaklaşık 1,5 kat artabileceği görülüyor. Bütün kategoriler içindeki en büyük artışın da teknolojik yetkinliklerde gerçekleşmesi bekleniyor. Bu durum, Türkiye'deki çalışanların günlük teknoloji uygulamaları ve bilgisayar okuryazarlığı gibi temel dijital yetkinlikleri öğrenmesinin ne kadar önemli olduğunu gösteriyor. Girişimcilik ve çevreyle uyum yetkinlikleri başta olmak üzere, sosyal yetkinliklerin de eşit oranda artabileceği öngörülüyor. Çalışılan saat bakımından büyük artı-

Yetkinlik Kategorisi Bazında Çalışılan Saatlerdeki Değişiklik, 2018-30

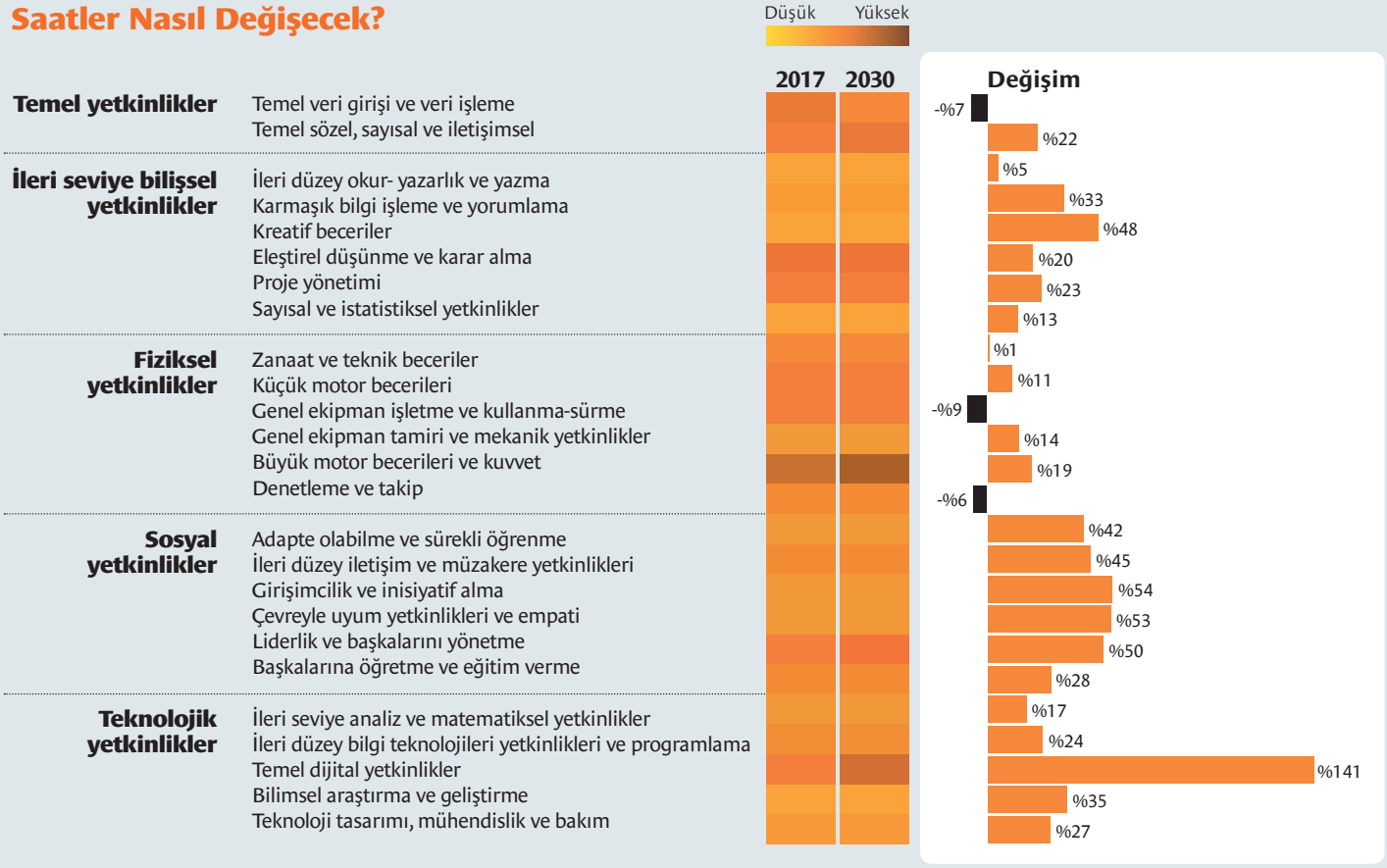


Not: Eğilim çizgisi senaryosu ve orta seviye, otomasyon senaryosunda 2018 yılındaki yetkinlik başına çalışılan saatler ile 2030 yılındaki modellenen çalışılan saat arasındaki farka dayanmaktadır. Rakamlar yuvarlandığı için rakamların toplamı aynı olmayabilir.

Kaynak: McKinsey Global Enstitüsü Workforce skills model; McKinsey Global Enstitüsü analizi

Şekil 13

Hangi Yetkinlikler İçin Çalışılan Saatler Nasıl Değişecek?



NOT: Eğilim çizgisi senaryosu ve orta seviye otomasyon senaryosunda 2018 yılındaki yetkinlik başına çalışılan saatler ile 2030 yılındaki modellenen çalışılan saat arasındaki farka dayanmaktadır. Rakamlar yuvarlandığı için, rakamların toplamı aynı olmayabilir.

Kaynak: McKinsey Global Enstitüsü Workforce skills model; McKinsey Global Enstitüsü analizi

Şekil 14

şın beklendiği bir diğer yetkinlik ise kreatif beceriler. En büyük düşüşün özellikle veri girişi ve veri işleme olmak üzere temel yetkinliklerde ve özellikle ekipman kullanımı olmak üzere fiziksel yetkinliklerde olması bekleniyor. Bu sonuç şaşırtıcı değil, zira öngörülebilir fiziksel faaliyetlerin ve veri toplama-işleme faaliyetlerinin otomasyona en yatkın faaliyetler olduğu yazımızın önceki bölümlerinde de vurgulanmıştı. Şekil 14 yetkinliklerdeki değişimleri ayrıntılı olarak gösteriyor.



İhtiyaç duyulacak yetkinliklere meslek kategorileri açısından bakıldığında ise, Türkiye'de neredeyse tüm kategorilerde sosyal ve teknolojik yetkinliklerde artış gerekeceği görülüyor. Daha ileri düzey bilişsel yetkinlik gereksinimine ilişkin en büyük artış ise bakım hizmetleri ile müşteri etkileşimi olan roller ve yönetici rollerinde gerçekleşecek. Sağlık çalışanlarının temel yetkinliklerindeki görece daha yüksek artışın daha çok çalışan sayısında beklenen artıştan kaynaklandığı; çoğu meslek kategorisi için ise temel ve fiziksel yetkinliklerde düşüşler olacağı görülüyor (Şekil 15).

Raporun yetkinlik gereksinimleri ile ilgili analizleri sonucunda Türkiye'deki iş gücünün yetkinliklerinin büyük ölçüde geliştirilmesi gerekebileceği sonucuna varılıyor.

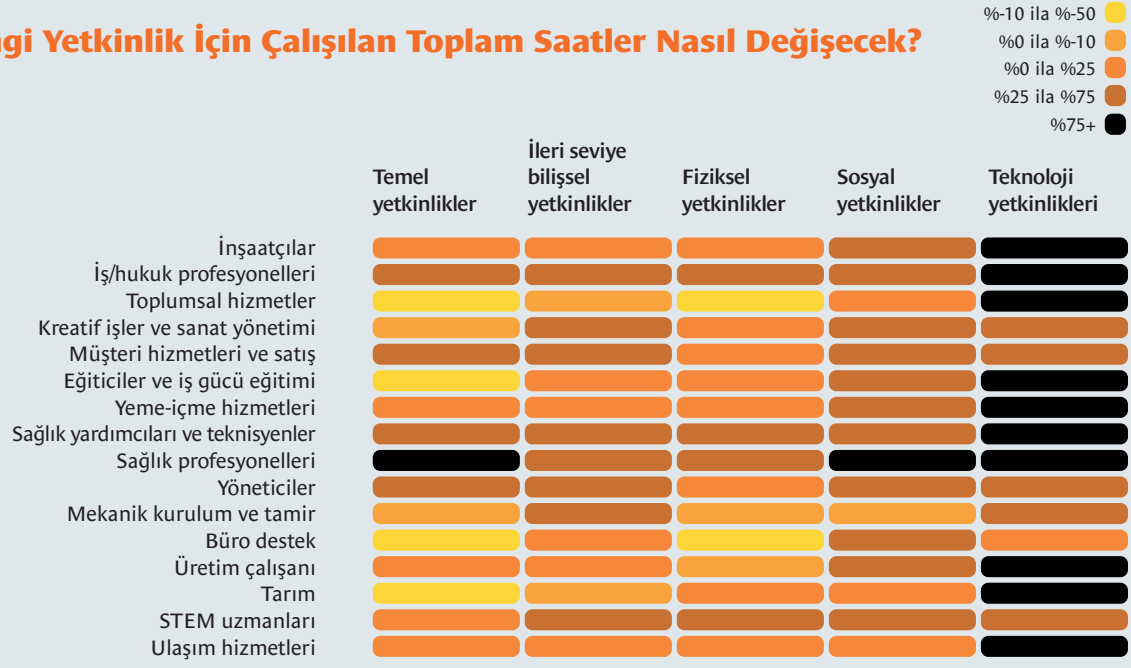
Mevcut yetkinliklerin geliştirilmesi ve yeni yetkinlikler kazandırma çalışmaları iş gücünde sürdürülebilir bir değişim elde etmek açısından önem taşıyor.

Kapsamlı Yetkinlik Dönüşümü İçin Paydaşlar Harekete Geçmeli

Raporda varılan en önemli sonuçlardan biri otomasyon, yapay zekâ ve dijital teknolojilerin geniş etkilerinin Türkiye açısından bir-



Hangi Yetkinlik İçin Çalışılan Toplam Saatler Nasıl Değişecek?



Not: Eğilim çizgisi senaryosu ve orta seviye otomasyon senaryosunda 2018 yılındaki yetkinlik başına çalışılan saatler ile 2030 yılındaki modellenen çalışılan saat arasındaki farka dayanmaktadır. Rakamlar yuvarlandığı için, rakamların toplamı aynı olmayabilir.

Kaynak: MGI yetkinlik modeli: McKinsey Global Enstitüsü analizi

Şekil 15



çok fırsat sunduğu kadar çeşitli zorlukları da beraberinde getirdiği. Bu zorlukların belirlenmesi ve üstesinden gelinmesi için gerekli adımların atılmasının, sürdürülebilir bir verimlilik artışı sağlamak ve rekabetçi bir iş gücü ortamı tesis edebilmek için büyük önem taşıdığı düşünülüyor.

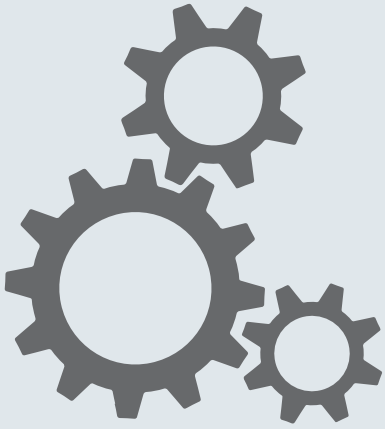
Paydaşlar, otomasyon, yapay zekâ ve dijital teknolojilerin getirdiği faydaları yakalayabilmek için değişimlerin hızı ile yeni yetkinlik kazandırma faaliyetlerini dengelemeye çalışıyor. Otomasyon ve dijitalleşme çok hızlı bir ivme ile gerçekleşirse, otomasyonun ve dijitalleşmenin ortaya çıkaracağı yeni işler doldurulamaz. Bu durum, gelir eşitsizliğinin artmasına ve çalışanlarda geride kalmışlık hissi oluşmasına yol açabilir. Öte yandan, otomasyon ve dijitalleşme çok yavaş bir şekilde gerçekleşirse de Türkiye'nin rekabetçiliği ve ekonomik büyümesi bundan olumsuz etkilenebilir. Otomasyonun ve dijitalleşmenin benimsenmesi sürecinde bir dengenin yakalanması bu nedenle son derece önemli görülüyor.

Rapor sonunda şirketler, birlikler, kamu kurumları, eğitim kurumları ve bireyler başta olmak üzere tüm paydaşların otomasyon, yapay zekâ ve dijital teknolojilerin getirdiği faydalardan yararlanmak ve zorlukların üstesinden gelmek için harekete geçmesi gerektiği vurgulanarak bu paydaşların her birinin neler yapabileceği konusunda öneriler sunuluyor.

Bireylere Yönelik Öneriler

Raporda bireylerin kariyerleri boyunca yetkinliklerini sürekli güncelleyerek kendi öğrenim yolculuklarını sahiplenmesi, liderlerin ise kendileri ve organizasyonları için yetkinlik geliştirme ihtiyaçlarını anlaması ve değişimin öncüsü olması gerektiği vurgulanıyor. Bireylerin sosyal yetkinlikler (zorlukları yenme gücü ve değişime ayak uydurma vb.), teknolojik yetkinlikler (programlama, veri analizi vb.) ve bilişsel yetkinlikler (eleştirel düşünme, problem çözme, kreatif beceri vb.) de dâhil olmak üzere geleceğin önemli yetkinliklerine ve niteliklerine odaklanması gerektiği üzerinde duruluyor. Ayrıca bireylerin "kendisini yenilikçi bir şirket" olarak gördüğü bir yaklaşımı benimsemesi, kariyerlerine girişimci bir bakış açısıyla yaklaşması ve kendilerini yaşam boyu değişebilecek esnek kariyer yollarına hazırlaması gerektiği vurgulanıyor.





Geleceğin Çalışma Hayatına Hazır Olalım

"İşimizin Geleceği: Dijital Çağda Türkiye'nin Yetenek Dönüşümü" raporu Türkiye'nin çok değil sadece on yıl sonraki çalışma hayatına ilişkin kuşkusuz ilginç öngörüler sunuyor. Hem vatandaşların hem de kurumların öngörülen değişimin hem sağlayacağı fayda-ların hem de içerdiği zorlukların şimdiden farkında olması çok önemli. Raporda ülkemiz özelinde ele alınan ancak tüm dünyada gerçekleşmekte olan bir dönüşümün parçası olan bu değişimin belki de en çok ilgilendirdiği kesimlerden biri henüz kariyer yolculuğuna başlamamış üniversite adayları. Umuyoruz ki yazımız hem onlar hem de onları en iyi şekilde yönlendirmeye çalışan eğitimciler için yol gösterici ve ufuk açıcı olur. ■

Rapordan Çıkarabileceğimiz Bazı Pratik Sonuçlar

"İşimizin Geleceği: Dijital Çağda Türkiye'nin Yetenek Dönüşümü" Raporu yakın gelecekte Türkiye'deki çalışma hayatında bizi bekleyen dönüşüm konusunda çarpıcı bulgular ortaya koyuyor. Peki tüm bu bulgulardan özellikle kariyer yoluna yeni başlayanlar açısından neler anlamalıyız?

• Bireylerin iki temel yetkinlik alanında donanımlı olması gerekecek: teknolojik ve sosyal yetkinlikler.

• Teknolojik yetkinlikler temel bilgisayar becerilerinden daha ileri düzey yazılım ve yapay zekâ teknolojilerine ilişkin becerilere uzanan bir çeşitlilik gösteriyor. Bu ise, hem bilgisayar, bilişim ve yazılım alanlarında yetişmiş daha fazla iş gücüne ihtiyaç duyulacağı hem de başka alanlarda yetişecek iş gücünün daha iyi bilgisayar, bilişim ve mümkünse yazılım becerileri ile donanımlı olması gerekeceği anlamına geliyor. Yani kariyerine yeni başlayacak olan gençlerin daha sağlam bir teknoloji altyapısı geliştirebilmek için okuyacakları yükseköğretim kurumlarında kendilerine sunulan ders programlarıyla yetinmeyip başka yollarla da kendilerini bu konuda geliştirmeleri gerekiyor.

• Sosyal yetkinlikler başka insanlarla birlikte yürütülmesi gereken tüm süreçlerde gerekecek çeşitli yetkinlikleri kapsıyor. Otomatizasyon ile gerçekleştirilemeyecek daha karmaşık problem çözme süreçleri, doğal olarak birden fazla uzmanlık ve dolayısıyla çok sayıda insanın eşgüdümlü olarak çalışmasını gerektirecek. Üstelik otomatizasyonla gerçekleştirilebilecek süreçler zaten otomatizasyon sistemlerine devredilmiş olacağından doğrudan insanlardan oluşan ekiplerin çözmesi gereken problemler ortalamada daha karmaşık ve zor olacak. Buna yenilikçi çalışma ve organizasyon modellerinin gündeme gelmesi de eklenince birtakım sosyal beceriler kritik bir önem kazanacak. Bu yüzden hangi alanda uzmanlaşırsa uzmanlaşsın yakın gelecekte çalışanların;

- ▶ Daha iyi uyum sağlama,
- ▶ Sürekli öğrenme ve kendini geliştirme,
- ▶ Girişimcilik,
- ▶ İnisiyatif alabilme,
- ▶ Empati kurabilme,
- ▶ Başkalarını yönetebilme,
- ▶ Başkalarına bir şeyler öğretebilme

becerileriyle donanımlı olması gerekecek. Bunlar ise büyük ölçüde üniversite müfredatlarındaki derslerden çok kişilerin kendi inisiyatifleriyle katılacakları ders dışı eğitim ve etkinlikler yoluyla kazanılabilecek beceriler. Örneğin öğrencilerin üniversitedeki bölümlerini okurken bu tür becerilere yönelik kurslara katılmaları, kitaplar okumaları, çevrim içi dersler ya da eğitimler almaları; bunların yanı sıra olabildiğince çok yönlü olmaları, hobiler geliştirmeleri, öğrenci topluluklarında aktif görevler almaları, sivil toplumda deneyimler kazanmaları bu tür becerilere katkı sağlayabilecek uğraşlardan bazıları.

Kaynaklar

"İşimizin Geleceği: Dijital Çağda Türkiye'nin Yetenek Dönüşümü" Raporu, McKinsey&Company Türkiye, Ocak 2020.

"The Future of Work After COVID-19"Report, McKinsey Global Institute, Şubat 2021.

"The Future of Jobs Report 2020", Dünya Ekonomik Forumu, Ekim 2020.

Susskind R., Susskind D., "The Future of Professions", Oxford University Press, 2015.

İklim Dostu Bir Arkeabakteri

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

Amerika Birleşik Devletleri ve Çin'den bir grup bilim insanı, dünyanın dört bir yanındaki kaplıcalarda, jeotermal sistemlerde ve hidrotermal bacalarda yaşayan daha önce keşfedilmemiş bir mikroorganizma grubu tespit etti. Mikroorganizmalar bir sera gazı olan metanı üretmeden çürüyen bitkilerin parçalanmasına yardımcı olarak küresel karbon döngüsünde önemli bir rol oynuyor gibi görünüyor.



Austin'deki Texas Üniversitesinde çevre mikrobiyoloğu olan Valerie De Anda, mikroorganizmaların dünyadaki en çeşitli yaşam biçimi olduğunu ve bunların sadece %1'inin bilindiğini söylüyor. De Anda ayrıca dünyadaki temel kimyasal döngüleri yürüten ve henüz bilinmeyen birçok organizma olduğunu da belirtiyor. Bunlar arasında gizemli bir grup olan Arkeabakteriler'in, uzun yıllar boyunca yalnızca kaplıcalar gibi dünyadaki olağan dışı ortamlarda bulunduğu düşünülüyordu. Ancak sonradan Arkeabakteriler'in kara parçaları, okyanuslar ve atmosfer arasındaki karbon ve nitrojen döngüsünde büyük rol oynadığı anlaşıldı. De Anda, örneğin Arkeabakteriler'in bir filumu (şube) olan Thaumarchaeota'nın okyanuslarda en fazla miktarda bulunan mikroorganizma olduğunu söylüyor. Prokaryot olarak sınıflandırılan Arkeabakteriler farklı metabolizma özellikleriyle öbakterilerden ayrılan filogenetik bir gruptur.

Kısa bir süre önce De Anda ve meslektaşları, Arkeabakteri'nin yeni bir filumunu keşfettiler. Bu yeni organizmaların ilk kanıtı, Çin'deki yedi kaplıcanın yanı sıra Kaliforniya Körfezi'ndeki Guaymas Havzası'ndaki derin deniz hidrotermal bacalarından gelen çökeltilerdeydi. Ekip, bu çökeltilerin içinde, 15 farklı Arkeabakteri'nin genomlarına ait DNA parçaları buldu. Araştırmacılar daha sonra elde ettikleri genom bilgilerini, halka açık veri tabanlarında yer alan daha önce tanımlanmış binlerce mikroorganizma genomunun bilgileriyle karşılaştırdılar. Sonunda tespit ettikleri genom sekanslarının bilinen tüm Arkeabakteri genom sekanslarından farklı olduğunu gördüler. Araştırmacılar bu yeni keşfettikleri gruba Nisan ayında hayatını kaybeden mikrobiyolog Thomas Brock'un anısına Brockarchaeota adını verdiler.

Görünüşe göre, Brockarchaeota aslında dünyanın her yerinde yaşıyordu ama şimdiye kadar gözden kaçmıştı, tanımlanmamıştı ve bir ismi yoktu. De Anda ve ekibi yeni genomları bir araya getirdikten ve daha sonra halka açık veri tabanlarında onları aradıktan sonra, Güney Afrika'dan Endonezya ve Ruanda'ya kadar kaplıcalarda, jeotermal ve hidrotermal bacalarda daha önce bilinmeyen bu organizmaların parçalarının bulunduğunu tespit ettiler.

Şimdiye kadar, Brockarchaeota bir laboratuvarda başarılı bir şekilde büyütülemedi veya mikroskop altında görüntülenemedi. Bunun yerine, Çin'deki sıcak su kaynaklarından ve Kaliforniya Körfezi'ndeki hidrotermal tortulardan alınan örneklerden toplanan genetik materyal parçalarından titizlikle yeniden yapılandırılarak tanımlandı. Araştırmacılar yeni tanımlanan organizmaların genomlarını bir araya getirmek için yüksek verimli DNA dizilemesi ve yenilikçi hesaplama yaklaşımları kullandı.

Bilim insanları ayrıca Brockarchaeota'nın besinleri nasıl tükettiklerini, nasıl enerji ve atık ürettiklerini öneren genleri de belirlediler. De Anda, herkese açık genetik veri tabanlarına baktıklarında, Brockarchaeota'ya ait genetik materyallerin dünyanın her yerinden toplandığını ancak sistemde "kültürlenmemiş mikroorganizmalar" diye tanımlandıklarını söylüyor. Şimdiye kadar bilim insanları, metillenmiş bileşikleri yani çürüyen bitkileri, fitoplanktonları ve diğer organik maddeleri parçalayan tek Arkeabakteri grubunun metabolik faaliyetleri sırasında metan üretenler olduğunu düşünüyorlardı.

Hâlbuki De Anda Brockarchaeota'da metan üreten genleri tespit edemediklerini ve bu grubun daha önce Arkeabakteri'de var olduğunu bilmedikleri yeni bir metabolizma kullandığını belirtiyor. Dolayısıyla bu Arkeabakteriler'in karbonu, örneğin deniz tabanında bulunan çökeltilerdeki organik maddeleri metan üretmeden geri dönüştürebilecekleri anlamına geliyor. Araştırmacılar ne kadar yaygın oldukları göz önüne alındığında, bu organizmaların dünyanın karbon döngüsünde yıllardır gizli ama önemli bir rol oynuyor olabileceğini söylüyor. Ayrıca, organik maddeyi parçalamaya ek olarak, bu yeni tanımlanan mikroorganizmaların sıra dışı metabolik yollara sahip olduğunu vurgulayarak bunların anlaşılmasının bir gün biyoteknolojiden tarıma ve biyoyakıt geliştirmeye kadar çeşitli uygulamalarda faydalı olabileceğini öngörüyorlar. ■



Kaynaklar

De Anda, V. ve ark. "Brockarchaeota, a novel archaeal phylum with unique and versatile carbon cycling pathways", *Nature Communications*, Cilt 12, sayı 2404, 2021.



Tekno-Yaşam

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

Karma Gerçeklik

Sanal gerçeklik (Virtual Reality -VR) ve artırılmış gerçekliğin (Augmented Reality -AR) birlikte kullanılmasına Karma Gerçeklik (Mixed Reality -MR) deniyor. Karma gerçeklikte özel gözlükler veya akıllı cihazlar yardımıyla kameralardan alınan görüntüyle sanal nesneler bir arada kullanılıyor. Kimi zaman kamera görüntüsü hologram gibi sanal bir ortama aktarılıyor, kimi zaman da sanal nesneler kameradan alınan görüntüye yerleştiriliyor. Bu sayede uzaktan çalışma, birlikte tasarım ve geliştirme yapma gibi süreçler daha verimli yürütülebiliyor. Ancak bu teknolojinin pratik kullanılabilmesi için mevcut yazılım ve donanımlar henüz yetersiz. Bilişim teknolojilerinde akıllı telefonlardan sonraki dalganın karma gerçeklik olacağı düşünülüyor. Bu nedenle birçok büyük bilişim firması bu alanda çalışmalar yapıyor. Teknoloji düzeyini gösteren bu çalışmalara ait örnek uygulamalar ilgi çekici olsa da pratikte kullanılabilecek düzeyde olgunlaşmış ürünler henüz yaygın değil.

Geçtiğimiz günlerde Microsoft, Mesh adındaki yeni karma gerçeklik uygulama platformunu tanıttı. Yazılımcılar Mesh'i kullanarak karma gerçeklik uygulamaları geliştirebilecek. ABD ordusu da yakın bir zaman önce Microsoft'un HoloLens tabanlı karma gerçeklik gözlüklerinin askerî kullanım için özelleştirilmiş sürümlerinden 120.000 adet temin edilmesi maksadıyla 22 milyar dolarlık bir anlaşma imzaladığını açıkladı. Geliştirilecek gözlükler termal görüş ve



Uydu Gözleme

Eskiden gece gökyüzüne baktığımızda Ay, parlak yıldızlar ve Güneş Sistemi'ndeki gezegenler dikkatimizi çekerdi. Ancak son zamanlarda işler biraz değişti. Dünya'nın yörüngesine o kadar çok uydu gönderildi ki artık gece gökyüzünde çok sayıda yapay uydu görmeye başladık.

Özellikle SpaceX tarafından gönderilen ve tüm dünyaya internet hizmeti vermek amacıyla tasarlanan Starlink uydularından bugüne kadar 1000 tanesi yörüngeye yerleştirildi. Toplamdaysa 40.000'in üzerinde Starlink uydusunun yörüngeye yerleştirilmesi planlanıyor. Elbette bu durum özellikle gökyüzü gözlemi yapanları endişelendiriyor çünkü bu uydular ciddi bir görüntü kirliliği oluşturuyor.



Siz de göğe baktığınızda gördüğünüz cismin ne olduğunu merak ediyorsanız ya da hangi uyduyu ne zaman görebileceğinizi öğrenmek istiyorsanız http://bit.ly/uydu-gor adresini ziyaret edebilirsiniz.

gece görüşü gibi özelliklerin yanı sıra sensörlerden toplanan verilerin derlenerek anlaşılır şekilde sunulmasını da sağlıyor. Ayrıca gözlükler eğitim amaçlı askerî karma gerçeklik uygulamalarında da kullanılabilecek. Facebook ise yeni tanıttığı bileklikle karma gerçeklik uygulamalarında etkileşimi artırmayı amaçlıyor. Hareket etmek için sinir sisteminin yaydığı elektromanyetik enerjiyi ölçerek çalışan bileklik sayesinde, parmağınızı sağa sola hareket ettirerek karma gerçeklik uygulamasındaki sanal bir nesneyi kontrol edebilir, elinizin altında klavye olmadan klavye varmışçasına yazı yazabilirsiniz. Henüz kendini ispatlamış olmasa da bu tür ürünler karma gerçekliğin heyecan verici potansiyelini bizlere gösteriyor. Birçok firma geleceği bu alanda görüyor. Hatta Facebook mevcut mühendislerinin beşte birinin bu alanda çalıştığını ifade ediyor. Apple da kendi karma gerçeklik gözlüğünü geliştirmek için çalışmalar yürütüyor.

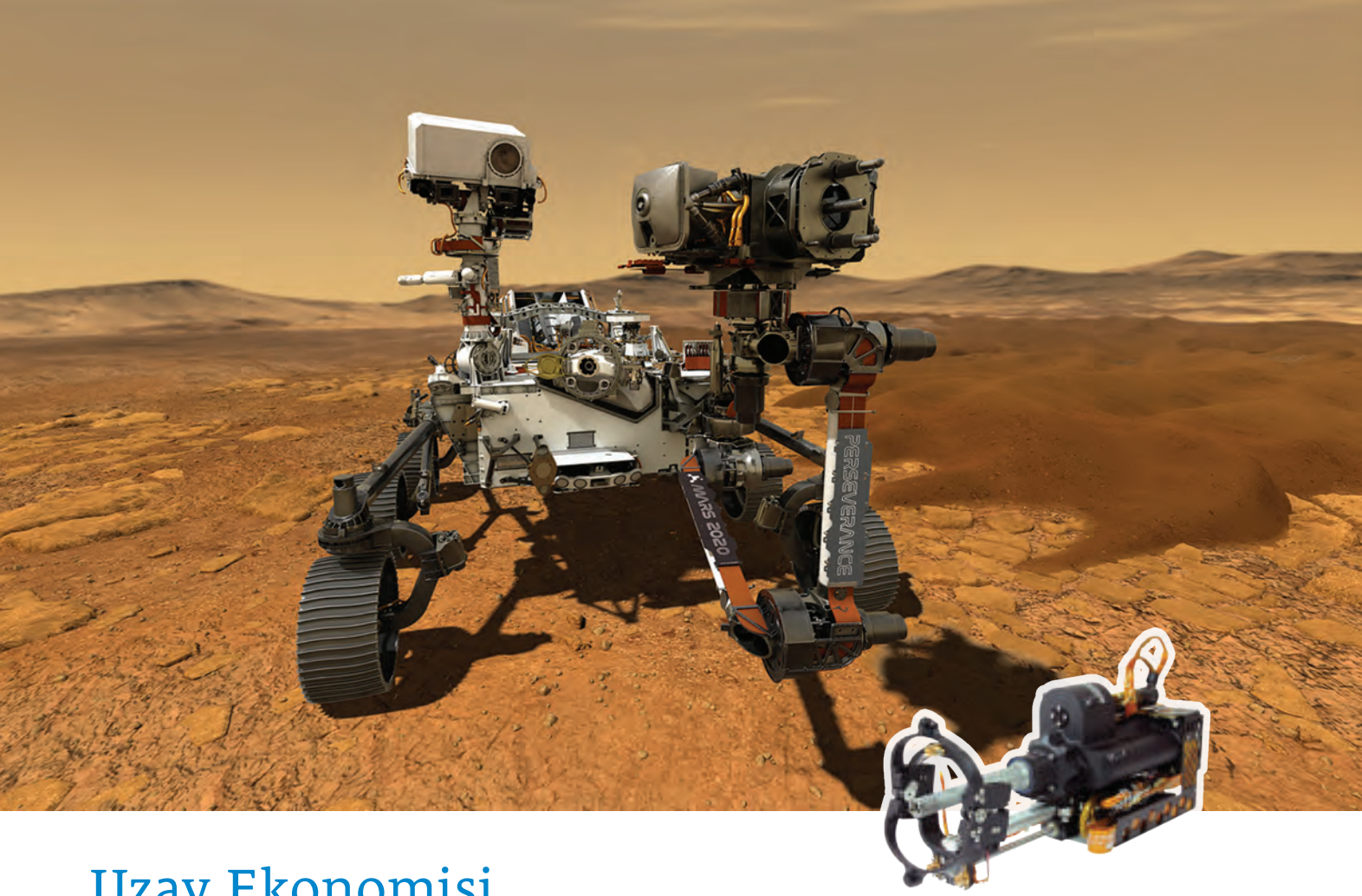


Önümüzdeki yıllarda telefonlar yerini gözlüklere bırakırsa şaşırmayın. Karma gerçekliği tanıtan bir videoyu izlemek için https://youtu.be/Jd2GK0qDtRg adresini ziyaret edebilir ya da aşağıdaki kare kodu akıllı cihazınıza okutabilirsiniz.

_

http://bit.ly/karma-g

http://bit.ly/karma-f



Uzay Ekonomisi

Amerika Birleşik Devletleri (ABD) Ulusal Havacılık ve Uzay Dairesi'nin (NASA) geçtiğimiz günlerde Mars'a gönderdiği uzay aracı Perseverance en az bir Mars yılı boyunca (687 dünya günü) Mars'ta kalacak ve bilimsel araştırmalar yapacak. Bu çerçevede Perseverance'ın dört temel görevi olacak:

- Mikrobiyal yaşamı destekleyebilecek çevre şartlarının oluşturduğu kayaç parçaları bulmak,
- Geçmiş yaşama dair kalıntıları içerebilecek kayaç parçaları bulmak,
- 30 taş parçasından örnekler almak,
- Karbondioksitten oksijen üretmek.

Bu proje için NASA'nın ayırdığı bütçeyse 2,4 milyar dolar. Bu rakam uzay aracının mütevazı hedefleri için biraz yüksek görünse de aslında bu gibi projelerin dolaylı ekonomik getirileri dikkate alındığında makul bir miktar. 1960'lardan bu yana sürdürülen Mars programları birçok icadın keşfedilmesini sağladı. Kalp ameliyatlarında kullanılan materyaller, metan gazı detektörleri, az bakımlı rüzgâr tribünleri bunlardan birkaçı. Perseverance özelinde baktığımızda da benzer bir durum göze çarpıyor. Araçta kullanılan özel matkap uçları dünyada yapılan araştırmalarda da kayaçlardan örnek almak için kullanılacak. Tempo Automation firmasının geliştirdiği devre simülasyon sistemi, devre üretim tesislerinde büyük kolaylık sağlayacak. Photon Systems şirketinin Mars'ta kullanılmak için geliştirdiği lazer ışıkla bakterilerin tanımlanmasını sağlayan spektroskopi aracı, ilaç sektöründen gıda işlemeye kadar birçok alanda talep görüyor. Uzay için geliştirilen ürünlerin satışından yalnızca 2019'da bile 366 milyar dolar elde edildi. Bu gelirin %95'i ise dünyamızda kullanılan ürünlerden geldi. Bir başka deyişle uzay için teknoloji geliştirirken bile aslında dünya için çalışıyoruz.

–
spinoff.nasa.gov

Yerli Akıllı Çöp Toplama Sistemi



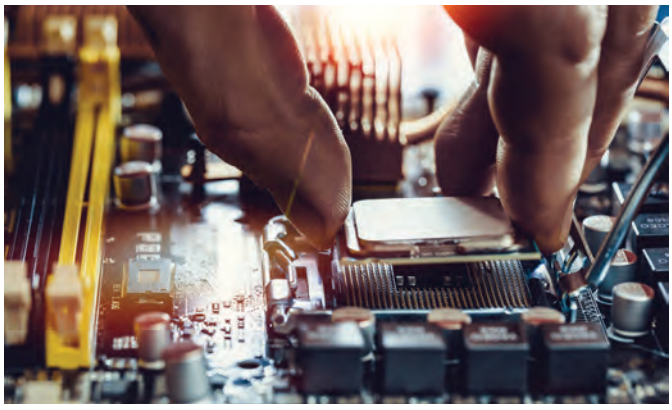
Evsel katı atıkların (çöp) etkin geri dönüşümü için ilk basamak atıkların kaynağında türüne göre ayrıştırılmasıdır. Sonrasında bu atıkların birbirine karıştırılmadan geri dönüşüm tesisine kadar ulaştırılması gerekiyor. Bu şekilde çok daha verimli bir geri dönüşüm sistemi kurulmuş oluyor. Bu tür bir sistemin hayata geçirilmesi için hem insanların bilinçlendirilmesi hem de gerekli altyapının kurulması şart. Ülkemizde geri dönüşüm kültürünün yaygınlaşması için Türk girişimciler bir proje geliştirdi. Yozgat'ta bulunan Bozok Teknopark bünyesindeki AZE Çevre Teknolojisi adlı firmanın üç yıllık bir Ar-Ge çalışması sonucunda geliştirdiği ve "Akıllı Toplama Sistemi" adını verdiği projeyle, evsel ambalaj atıklarının ikincil ham maddeye dönüştürülmesi hedefleniyor. Belediyeler tarafından vatandaşlara dağıtılan ve üzerinde kişiye özel barkod bulunan torbalara koyulan geri dönüştürülebilir atıklar, akıllı çöp kutularına atıldığında sistem tarafından takip ediliyor. Güneş panelleri ve kablosuz iletişim teknolojisiyle dışarıdan bir enerjiye ihtiyaç duymayan kutular, temassız çalışıyor ve uzaktan izlenebiliyor. Çöpler tartılıp ayrıştırıldıktan sonra çöpü atan kişinin sistemde tanımlı hesabına bir puan yükleniyor. Kişiler biriken puanlarını çeşitli hizmetlerini karşılamak ya da ihtiyaç sahiplerine yardımda bulunmak için kullanabiliyor. Örneğin, bu puanlarla su faturanızı ödeyebilirr, toplu taşımayı ücretsiz kullanabilir ya da sokak hayvanlarına sizin adınıza mama verilmesini sağlayabilirsiniz. Projeyle hem insanlarda geri dönüşüm bilincinin oluşturulması hem de ekonomik değer üretilmesi hedefleniyor. Şu an Yozgat'ın Boğazlıyan ve Sarıkaya ilçelerinde kullanılmaya başlanan sistemin farklı şehirlerde de yaygınlaştırılması hedefleniyor. Gelecek nesillere temiz bir çevre bırakmak için bu tür projelerin sayısının artması son derece önemli.

–

www.azecevre.com

Atma, Tamir Et!

Günümüzde teknolojik aletler kullan-at fikriyle imal edilir oldu. Öyle ki aldığımız bir ürün bozulup da garanti kapsamında üretici firmadan tamir edilmesini talep ettiğimizde firma çoğu zaman ürünü tamir etmek yerine yenisini veriyor. Bu durum hem israfa neden oluyor hem de çevreyi kirletiyor. Avrupa Birliği bu sorunun üstesinden gelmek için yeni bir yasa çıkardı. Buna göre buzdolabı, çamaşır makinesi ve televizyon gibi ev eşyaları üreten firmalar imal ettikleri ürünler için 10 yıl boyunca tamir hizmeti ve yedek parça sağlamak zorunda. Ayrıca ürünlerle birlikte tamir kitapçıkları da dağıtılacak ve bozulan ürünler geleneksel tamir aletleriyle sökülüp takılabilecek şekilde geliştirilecek. Bu sayede ürünler tamir edilmese bile geri dönüşüm için kolayca parçalara ayrılabilecek. Ortalama bir Avrupalı yılda 16 kg elektronik atık üretiyor. İsveç bu konuda bir adım daha atarak, bozulan elektronik eşyaları tamir etmek için gerekli yedek parça ve tamirat işlemi için vergi indirimine gitti. Elektronik atıkların azaltılması için bu tür yasaların ve teşviklerin önümüzdeki yıllarda artacağını tahmin ediyoruz.



–

http://bit.ly/tamirat

Bilimin Doğasını Anlamak

Doç. Dr. Fatih Mercan | *Boğaziçi Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü*



Bilim hayatımızın her yerinde. Ama nedir bu bilim dediğimiz şey? Amaçları nelerdir? Bilim nasıl çalışır? Bilimsel bilgiye güvenebilir miyiz? Bilimsel alanlarla bilimsel olmayanları ayırt edebilir miyiz? Peki ya toplumla ilişkisi ve kurumsal yapısı nasıldır? Bilimin doğasını öğrenmek neden önemlidir?
Bilimin tanımını yapmak o kadar kolay değil. Felsefeciler uzun zamandır bu sorunla, yani bilim ile bilim olmayan alanları birbirinden ayırma problemi ile uğraşıyor ancak bir çözüm bulabilmiş değiller. Bilim öyle zengin ve dinamik, bilimsel alanlar da öyle çeşitli ki sadece bu alanlara özgü olan ve diğer alanlarda olmayan bir özellikler kümesi bulunamıyor. Veri toplama ve çıkarım yapma gibi bazı özellikler tüm bilimlerde ortak olmasına rağmen bu özellikler yalnızca bilime özgü değil, dolayısıyla bilim olan alanlarla olmayanları ayırmak için tek başlarına yeterli olmuyorlar.

Gürol Irzık ve Robert Nola, bilimin kesin bir tanımını yapmak yerine aile benzerliği yaklaşımı kavramını öne sürüyor. Ludwig Wittgenstein'dan uyarladıkları bu kavram şöyle işliyor: Nasıl ki bir ailenin üyeleri birbirine tıpatıp benzemez ama yeterince benzer özellikleri taşırsa bilimin alt alanları da birbiriyle tamamen aynı değil ama bazı temel özellikleri paylaşırlar. Dolayısıyla yeterince özelliği paylaşarak birbirine benzeyen alanlar bilim niteliği kazanıyor. "Bilim alanlarının ortak özellikleri nelerdir?" sorusu aklımıza gelebilir ama bu soru bizi fazla ilerletmiyor. Bunun yerine bilim alanlarının hangi şekillerde birbirine benzediğini ve benzemediğini araştırmamız gerekiyor.



Bilimsel Etkinlikler ve Pratikler



Bilimsel etkinlik denince aklımıza ilk gelen gözlem ve deney yapmak olabilir. Gözlem ve deneyin tüm bilimlerde ortak etkinlikler olduğunu düşünebilirsiniz. Ama deney yapmak, yani bağımsız değişkenleri değiştirip bağımlı değişkenlerdeki sonucu belirlemek her bilimde mümkün değil. Örneğin astronomi ve kozmolojide deney yapmak mümkün değil ama gözlem yapılabiliyor. Bir de tahmin yapmayı ele alalım. Birçok bilim dalı için daha önce hiç yapılmamış tahminleri öne sürmek çok önemli bir etkinlik. Ama deprem bilimi gibi bazı bilim dallarında, depremlerin olabileceği yerleri tahmin etmek mümkünken, zamanlarını tahmin etmek en azından şimdilik mümkün değil. Öte yandan parçacık fiziğinde gözlem, deney ve tahmin yapmak mümkün.

Bununla birlikte, gözlem pratikleri alandan alana değişebiliyor. Yıldızları ve gezegenleri gözlemek için gereken becerilerle, fosilleri gözlemek için gereken beceriler aynı değil. Deneysel bilim alanlarında, ölçüm araçlarını kalibre etme, deneyleri planlama ve gerçekleştirme gibi materyal kullanma pratikleri de alandan alana değişen becerileri gerektiriyor. Alandaki sorulara ve problemlere getirilen kavramsal çözümlerin ne kadar matematiğe dayandığı da bir alandan diğerine değişiyor. Örneğin, fizikteki kuramların matematiksel olması beklenirken, biyolojideki kuramlarda bu şart aranmayabiliyor.

Amaçlar

Tahminler yapma ve açıklamalar üretme bilimin en temel amaçları arasında. Bu amaçların ahlakla değil, biliş ile ilgili olduğuna dikkat edelim. Ayrıca bilimin tutarlılık, nesnellik, sadelik, yeni araştırma alanları açmaya yatkınlık, geniş kapsamlılık, yüksek oranda doğrulanma, gerçeğe benzerlik, uygulanabilirlik ve deneysel yeterlilik gibi diğer amaçları da var.

Her bilim alanı bu amaçların tümünü içermek zorunda değil. Bu amaçlar arasındaki farklılıklar genellikle kuramların felsefi anla-



şılmalarındaki farklılıklardan kaynaklanıyor. Örneğin Karl Popper gibi bilimsel gerçekçiler, gözlenebilen ve gözlenemeyen gerçekliğin temelindeki yapı hakkında doğru bilgilere ulaşabileceğimizi, en azından doğruya yaklaşabileceğimizi söylüyor. Thomas Kuhn gibi felsefeciler ise gözlenebilir varlıklar hakkında doğruya ulaşmamızın mümkün olduğunu ama kuramlardaki gözlenemeyen varlıklarla gerçekliğin tam olarak örtüşmesinin asla mümkün olmadığını söylüyor. Ernst Von Glasersfeld gibi felsefeciler, bilimsel kuramların gerçeklik hakkındaki doğru bilgiye yaklaşmaktan ziyade yaşamımıza uygulanabilir, yaşamımızı kolaylaştıran bilgiler olduğunu söylüyor. Bas Van Fraassen gibi felsefeciler ise bilimin bize evrende gerçekten neler olup bittiğinin tıpatıp bir hikâyesini vermeyi değil, sadece gözlem ve deneyle elde ettiğimiz verileri açıklamaya yeten modeller üretmeyi amaçladığını söylüyor. Pierre Duhem gibi felsefeciler de bilimsel kuramların evrende olup bitenleri açıklamayı değil, bunun yerine bunları kanunlarla özetlemeyi ve mantıksal olarak sınıflandırmayı amaçladığını söylüyor.

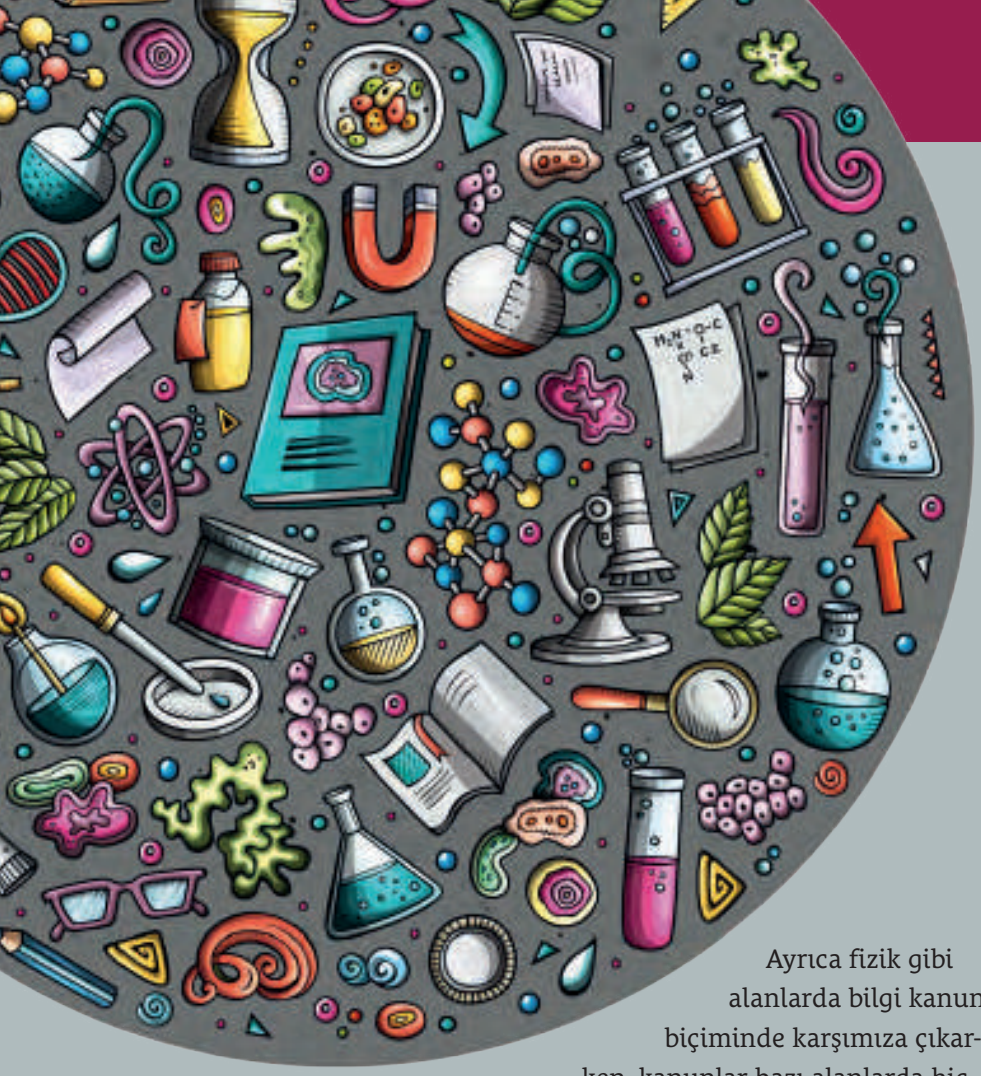
Bu amaçların bazılarının ortak olduğunu, bazılarının ise birbiriyle çeliştiğini fark etmiş olabilirsiniz. Bazı bilim alanları bilimsel gerçekçilikle yorumlanmaya çok uygunken, bazıları diğer yorumlara daha uygun olabilir.

Bilimsel Yöntemler ve Yöntemle İlgili Kurallar

Bilim, amaçlarına gelişigüzel yollarla değil, çeşitli yöntemleri ve yöntemle ilgili kuralları uygulayarak ulaşır. Okulda bilimsel yöntemi değişmeyen adımlardan oluşan bir işlem sırası olarak öğrenmiş olabilirsiniz. Bu yöntemin adı "varsayımsal tümdengelim". Kuramlardan üretilen tahminlerin gözlem ve deney verileriyle karşılaştırılmasına dayanıyor. Birçok bilim alanında varsayımsal tümdengelim yöntemi kullanılıyor, ama tek bilimsel yöntem bu değil. Örneğin, kanıta dayalı klinik tıp bilimlerinde varsayımsal tümdengelim pek kullanılmıyor. Bunun yerine örneklemin rastgele seçildiği, hangi grubun tedavi ve hangisinin kontrol grubu olduğunun ne hastalar ne de araştırmacılar tarafından bilindiği, rastgele çift kör deneysel yöntem sıklıkla kullanılıyor. Deprem bilimi gibi alanlarda ise sadece gözlem sonuçlarının istatistiksel olarak modellendiği yöntemler kullanılıyor. Bu yöntemlerde akıl yürütme biçimi olarak bazen tümevarım, bazen tümdengelim, bazense ikisi birden kullanılıyor.

Yöntemle ilgili kurallar esasında bilim insanlarına bilim yaparken yöntemle ilgili dikkat etmeleri gereken noktaları anlatıyor. Örneğin, hipotezleriniz, kuramlarınız ve modelleriniz yüksek derecede sınanabilir olmalı. Kuramlarınızda duruma göre değişen değişiklikler yapmaktan kaçının. İki kuram arasında seçim yapmak zorunda kalırsanız ve geri kalan her şey aynıysa açıklama gücü daha fazla olan kuramı; hâlihazırda bilinen gözlemleri açıklamakla yetinen kuramı değil, yeni gözlemleri tahmin eden ve tahminleri doğru çıkan kuramı; daha karmaşık olan kuramı değil daha sade olan kuramı seçin. Mantıksal olarak tutarlı olmayan kuramları reddedin. Bir kuramı ancak kendisinden önce gelen kuramın açıkladığı her şeyi açıklayabiliyorsa kabul edin. Nedensel hipotezleri sınıyorsanız kontrollü deneylere başvurun. İnsanlarla deney yapıyorsanız daima katılımcıların ve araştırmacıların körleştirilmesi işlemlerini uygulayın.





Bilimsel Bilgi

Bilimin nihai hedefi bilimsel bilgi ya da kanıta dayalı akılcı inançtır. Bilimsel bilgi hipotezler, kuramlar, kanunlar, modeller ya da sınıflamalar biçiminde olabilir. Fizik atom altı parçacıkları, kimya elementleri, botanik bitkileri sınıflar. Ama bu sınıflama sistemleri arasında farklılıklar vardır. Örneğin biyolojideki sınıflamalar organ gibi yapıların işlevlerine bağlıdır, kimyadakiler ise atomların işlevine bağlı değil atom numarası ve atom ağırlığı gibi özelliklerine bağlıdır.

Ayrıca fizik gibi alanlarda bilgi kanun biçiminde karşımıza çıkarken, kanunlar bazı alanlarda hiç var olmayabilir.

Bilimsel bilgi hiçbir zaman kesin olarak ispatlanmış değildir, zaman içinde değişebilir. Bu nedenle bilimde kesin doğrudan değil, geçerlilikten bahsederiz. Bilimsel bilgi belli sınırlar dâhilinde, belli şartlar altında geçerlidir, aynı zamanda son derece kararlıdır ve geçerliliğini uzun süre devam ettirir. Bilimsel bilginin güvenirliği ve hataları yakalayıp düzeltmesi, büyük ölçüde kullandığı eleştirel süreçlerden, yöntemlerden ve yöntemle ilgili kurallardan kaynaklanır. Çünkü eleştirel süreç bilimsel iddiaları didik didik inceler.

Toplumsal ve Kurumsal Yapı

Bilimin yalnızca bilmekle ilgili olmadığını aynı zamanda toplumla ve bilimin kurumsal yapısıyla da ilgili olduğunu düşünüyorsanız kesinlikle haklısınız. Sibel Erduran ve Zoubeida Dagher, Gürol Irzık ve Robert Nola'nın bilimin doğasının aile benzerliği modelini genişleterek bilimin toplumsal ve kurumsal yönünü açıkladılar. Buna göre bilim insanları yalnız başlarına değil, bir



bilimsel topluluğun parçası olarak, toplumsal gruplar hâlinde, kurumsal yapılarda çalışır. Bu toplulukta konferanslara katılmak, bulgularını sunmak ve yayınlamak, araştırma projesi önerileri yazmak, araştırmaları için maddi destek aramak, diğer bilim insanlarının proje ve yayınlarını değerlendirmek için hakemlik yapmak gibi çeşitli mesleki faaliyetler gerçekleştirirler.



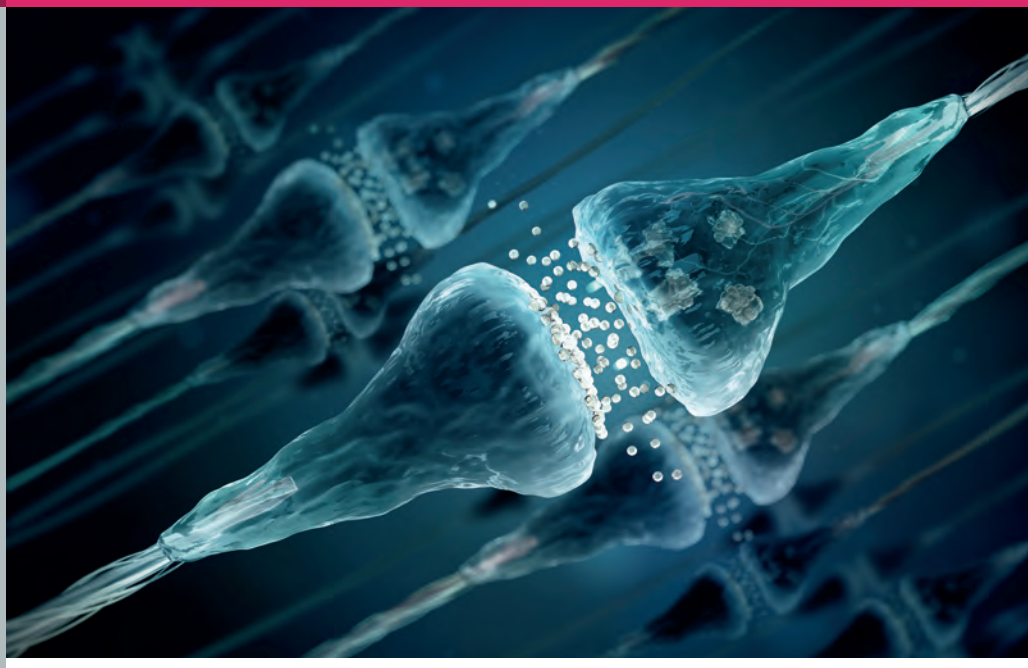
Bilimsel topluluğun toplumsal ahlaki değerleri vardır. Örneğin, evrensellik ilkesine göre bir bilim insanının çalışmaları sadece akılcı ölçütlere göre değerlendirilir; ırkı, cinsiyeti ya da dini göz önünde bulundurulmaz. Bilimsel çalışmalar örgütlenmiş bir şüphecilikle değerlendirilir, yeni iddialar güçlü kanıtlarla desteklenmedikçe kolay kolay kabul edilmez. Bilim insanları kişisel çıkarlarının, ideolojilerinin ya da önyargılarının bilimsel çalışmalarının sonuçlarını etkilemesine izin vermez. Bilimsel bilgi tüm insanlığın kıymeti olarak kabul edilir, bilim insanları arasında fikirlerin ve bilginin açık biçimde tartışılması desteklenir. Ayrıca dürüstlük, dikkatli olmak, fikri mülkiyete saygı, yetkinlik, topluma ve çevreye karşı sorumluluk, yasalara uymak, insan ve hayvan haklarına karşı duyarlı olmak da bilimsel topluluğun ahlaki değerleri arasındadır.

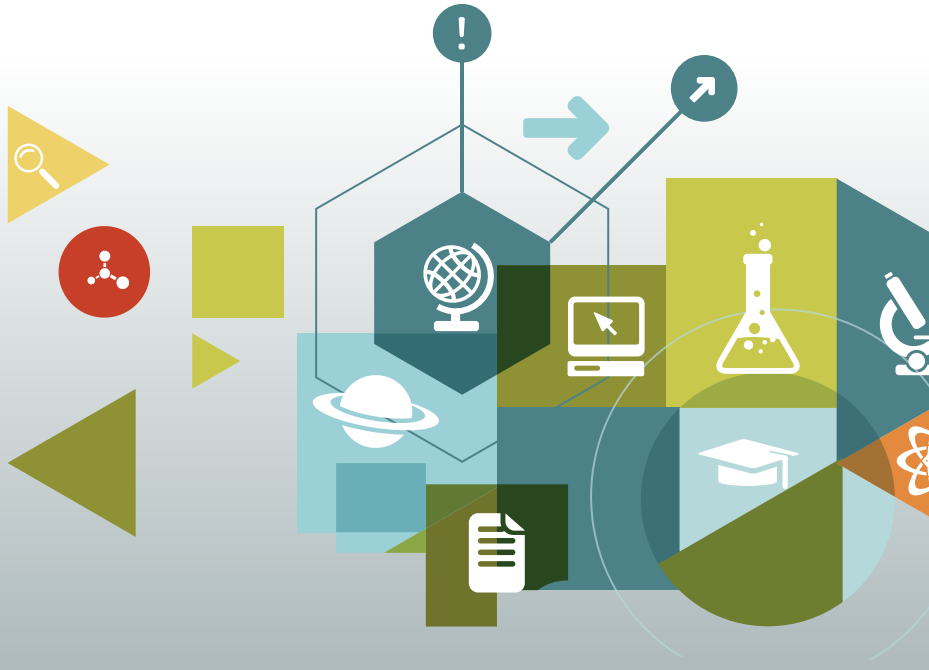
Bilimin Doğası ile İlgili Sonuçlar

Bilim tecrübeye yani gözleme ve mümkünse deneye dayalıdır. Bilimsel kuramlar gözlem ve deney sonuçlarıyla sınanabilir. Bu sonuçlar bilimsel kuramlara kanıt sağlar, bir başka deyişle bilim kanıt temellidir. Bilim özel bir eleştirel araştırma biçimidir. Öne sürülen kuramlar ve hipotezler, çeşitli yöntemler ve yöntemsel kurallar kullanılarak yapılan gözlem ve deneylerle dikkatle incelenir. Bu dikkatli incelemeler sonucunda kuramlar gözden geçirilebilir ya da tamamen terk edilebilir. Bir başka deyişle, bilimin hataları yakalayıp yanlışları ayıklayarak kendi kendini düzelten bir mekanizması vardır. Bilimsel topluluk tarafından tutarlı olduğu düşünülen, uzun süredir geçerli kabul edilen kuramlara aykırı bir bilgi iddiası geldiğinde, bilimsel topluluk şüpheci yaklaşır. Eleştirel süreçten geçip kanıtla desteklenmedikçe yeni bilgi iddiaları kabul edilmez.

Bazen bireysel olarak bilim insanları kendi işlerinde taraflı olabilir, toplumsal ya da ekonomik çıkarlarını düşünebilir. Bazen bu yanlılıklar ve çıkarlar bilimsel sonuçların çarpıtılmasına neden olabilir. Ama genellikle bilimsel topluluğun üyeleri arasındaki açık ve özgür tartışmalar sonucunda bu hatalar yakalanır ve düzeltilir. Bu tartışmalar gözlem ve deney verilerine, yöntemlere ve yöntemsel kurallara dayandırılır. Böylece bilimin eleştirel işlevi güvenceye alınır. Bilimsel bilgi kurama dayansa da güvenilirdir çünkü bahsettiğimiz eleştirel inceleme sonucunda elde edilir. İşte bu nedenle bilimsel bilgi nesneldir; yani kişiden, toplumdan ve kültürden bağımsız olarak aynı sonuçları ve-

rir. Bilimsel gözlem ve deneylerin tekrar edilebilir olması koşulu bilimsel bilginin nesnel olmasını sağlar. Kuramlar ve kanunlar gözlem ve deney verilerinin ötesine uzanır. Kuram ve kanunların kurgulanması hayal gücü ve yaratıcılık gerektirir. Çünkü kuram ve kanunları oluşturmak için mekanik yöntemler ya da yöntemsel kurallar yoktur.



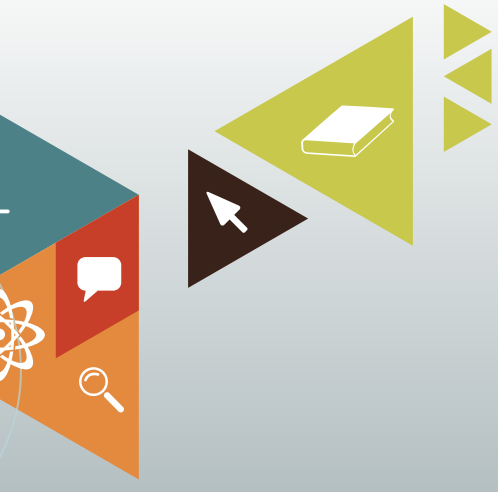


Bilimin Doğasını Öğrenmek Neden Önemli?

Aşılar otizme yol açıyor mu? Kalp sağlığı için yağlı yiyeceklerden mi, yoksa karbonhidratlardan mı kaçınmalıyız? Küresel ısınma iklim değişikliğine neden oluyor mu? Buna benzer sorulara ilişkin bazı bilimsel konularda farklı görüşlerin olduğunu duyuyoruz. Nasıl oluyor da bilim insanları aynı soruya bazen tamamen zıt cevaplar verebiliyorlar? Kime inanacağız, kimin dediğinin bilimsel olduğunu nasıl değerlendireceğiz? Bu gibi soruların yanıtları için bilimin nasıl çalıştığını yani doğasını anlamamız gerekiyor. Böylece bilimsel okuryazarlığımız artar ve bilgiyi tartmayı öğreniriz. Böylece günlük yaşamımızdaki kararlarımızda telkinlere göre değil, bilgiyi tartarak karar verebiliriz.

Aşıların otizme yol açtığını söyleyen yalnızca bir makale yayınlanmış ve bu makale çok az sayıda katılımcıyla pek güvenilir olmayan yöntemlerle hazırlanmış. Ama çok sayıda katılımcıyla ve güvenilir yöntemlerle yapılan birçok araştırma aşı ile otizm arasında bir bağlantı olmadığını gösteriyor. Bilimin eleştirel süreci, bu örnekteki gibi yanlış bir bilgiyi yakalıyor ve düzeltiyor. Diğer yandan, kalp sağlığı için beslenme önerileri yeni araştırmaların değerlendirilmesine göre güncelleniyor ama insan bedeninin çok karmaşık olduğu ve birbiriyle etkileşen çok sayıda değişkenin bulunduğu, do-





layısıyla rakip açıklamalardan birini seçmenin zor olabileceği de söyleniyor.

Bilimsel araştırmaların çok büyük çoğunluğu küresel ısınmanın iklim değişikliğine neden olduğunu gösteriyor ama az sayıda araştırma bu sonuca varamayacağımızı iddia ediyor. Bu az sayıda araştırmanın maddi desteğinin enerji şirketleri olduğunu öğrenirsek söz konusu araştırmaların güvenilirliğini sorgulamamız gerektiğinin de farkında oluruz. Peki, bilimsel topluluğun küresel ısınma konusundaki fikri değişir mi, bu bir hataysa eleştirel süreç hatayı yakalamaz mı?

Bilimsel bilgileri bilimsel yöntemleri kullanarak öğrenirsek bu bilgileri hem daha iyi öğreniriz hem de öğrendiklerimiz daha kalıcı olabilir. Coğrafya dersinde dünyanın katmanlarını öğrenirken, bu katmanların gerçekten var olduğunu nereden biliyoruz, bilim insanları bu sonuca nasıl varmışlar, Coğrafya ve fen derslerinde bunları öğrenmek için hangi yöntemleri kullanmışlar sorularına cevap aramak ansiklopedik bilgi sahibi olmanın ötesine geçmemizi sağlayabilir. Kimya dersinde bir tepkimeyi laboratuvarda gerçekleştirip aslında tepkimenin göremediğimiz atomlar arası elektron geçişleri ile ilişkili olduğunu nereden bildiğimiz sorusu üzerine düşünürsek tepkimeleri derinlemesine anlayabiliriz. Kısaca kanıtları sorgulamamız ve sunulan kanıtları bilim insanlarının yaptığı gibi eleştirel olarak değerlendirmemiz bilimsel tavır geliştirmemiz açısından da ilerlememizi sağlayabilir.

Sonuç olarak bilimin doğasını anlamak, yaşamımızda büyük rol oynayan bilimi daha derinlemesine kavramamızı, medyada ortaya atılan her yeni iddiaya inanmadan önce bilimsel olarak söz konusu bilginin değerlendirilmesinin önemini fark etmemizi ve kendi hayatımızda verdiğimiz kararlarda da bilimsel yöntemleri kullanmamızı sağlayabilir. ■

Kaynaklar

Irzik, G., & Nola, R. "A family resemblance approach to the nature of science". *Science & Education*, 20, 591–607, 2011.

Irzik, G., & Nola, R. "New Directionsfor Nature of Science Research". In M. Matthews (Ed.), *International Handbook of Researchin History, Philosophyand Science Teaching* (pp. 999–1021). Dordrecht, The Netherlands: Springer, 2014.

Driver, R., Leach, J., Millar, R., & Scott, P. *Young People's Images of Science*. Buckingham, UK: Open University Press, 1996.

Erduran, S., & Dagher, Z. *Reconceptualizing The Nature of Science for Science Education: Scientific Knowledge, Practicesand Other Family Categories*. Dordrecht: Springer, 2014.

McComas, W. F. "The Principal Elements of The Nature of Science: Dispelling The Myths". In W. F. McComas (Ed.), *The Nature Of Science in Science Education: Rationalesand Strategies* (pp. 53–70). Dordrecht: Kluwer, 1998.

Merak Ettikleriniz

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

Balıklar Neden Sürü Hâlinde Yüzer?

Birçok balık türü yaşamlarının bir kısmında farklı türleri de içeren geniş, koordinasyonsuz topluluklarda ya da yüksek koordinasyon ve senkronlu hareket becerisi gerektiren sürülerde yer alır. Fosil kayıtları balıkların bu hayatta kalma stratejisini en az 50 milyon yıldır sürdürdüklerini gösteriyor.

Yüzlerce, hatta bazı gruplarda binlerce balığın sürü hâlinde yüzmesi besin kaynaklarını taramada ve olası avcı tehlikelerine karşı tetikte bulunmada avantaj sağlar. Bir çift göz yerine binlercesi eş güdümlü çalıştığında yiyecek bulmak ve yaklaşan yırtıcıyı tespit etmek oldukça kolaylaşır. Yani, birlikten kuvvet doğar. Sürüdeki balıkların senkronlu hareketleriyle oluşan karmaşık, üst üste binen ses ve basınç dalgaları, avcılarının iç kulakları ile yanal çizgi duyu organlarında algı karmaşasına yol açar. Ayrıca, sürüye yaklaşan avcılar karşılaştıkları görsel karmaşada hedeflerini net biçimde belirlemekte zorlanır ve avdan elleri boş dönme ihtimalleri artar.

Güncel araştırmalar, balıklardaki sürü dinamiğine yalnızca hayatta kalma stratejisi olarak bakmaktansa psikolojik ve fiziksel etkilerinin de incelenmesi gerektiğini vurguluyor. Böylelikle, çevrelerinde avcı bulunmadığı zamanlarda da sürü hâlinde yüzmenin balıklara sağladığı avantajların daha iyi anlaşılacağı düşünülüyor.

2016 yılında yayımlanan bir araştırma, sürü içerisinde yaşayan balıkların yalnız yaşayanlara kıyasla daha az stresli olduklarını ortaya koydu. Bu sayede metabolik hızları yavaşlayan sürü balıkları sakladıkları enerjiyi daha yüksek büyüme oranları ve üreme için harcayabiliyor.

Kuşlar gibi balıklar da grup hâlinde hareket etmenin akışkanlar içerisinde sağladığı direnç azaltma etkisini kullanıyor. Kuşlar V şeklini alarak uçtuklarında, lider kuş sayesinde daha az hava direnciyle karşılaşırlar. Robotik sazan balıklarıyla binlerce modelleme denemesi yapan bilim insanları, balıklarda kuş benzeri liderlik bulunmamasına rağmen, önlerindeki balığa göre kuyruk hareketlerini belirleyen balıkların enerji tasarrufu sağladığını fark ettiler. Robotik modelleme verilerini gerçek sürülerle karşılaştıran araştırmacılar balıkların önlerindeki sürü üyesine yakın mesafede yüzerken kuyruk hareketlerini senkron dışı tuttuklarını, uzak mesafede yüzerken ise senkron tuttuklarını gördüler. Bu sayede öndeki bireyin oluşturduğu küçük su girdaplarını kullanan balıkların dayanıklılık düzeylerini altı kata kadar artırabildikleri tespit edilmiş.

Biri sürü hâlinde yaşamaya meyilli, diğeri daha asosyal iki dikenli balık türünü melezleyerek sürü davranışının genetik kökenlerini anlamaya çalışan araştırmacılar, iki genom bölgesinin sürü davranışını etkilediğini gördüler. Bu bölgelerden biri aynı zamanda balıkların sudaki titreşimleri algıladıkları yanal çizgi organlarının üretiminden de sorumlu. Dolayısıyla balıkların sürü hâlinde yaşamasının doğrudan hareket mekanizmaları ile alakalı olduğu düşünülüyor.

Kaynaklar

Larsson, M. (2012). Why do fish school? *Current Zoology*, 58(1), 116–128.

nature.com/articles/s41467-020-19086-0

sciencealert.com/this-absolutely-stunning-fossil-shows-an-entire-school-of-fish-from-50-million-years-ago

scientificamerican.com/article/why-fish-dont-need-to-be-schooled-in-swimming



Yaralar İyileşirken Neden Renk Değiştirir?

Cildimizde meydana gelen yara, bere, morarma, ezik ve çürükler iyileşme sürecinde renkten renge bürünür. Bunun sebebi vücudumuzun olay yerini sağlıklı hâle döndürmeye çalışırken gerçekleşen bir dizi biyokimyasal süreç basamaklarıdır.

Vücudumuz yeterince sert bir darbe aldığında, cildimizin hemen altında yer alan kılcal damarlar zarar görür. Bu ince damarlardan sızmaya başlayan kan, çevre dokulara akarak yaraya ilk rengi olan kırmızımsı tonunu verir. Başlangıç rengini, kanımıza rengini veren demirli hemoglobin molekülünün de kırmızı olması belirler. Hemoglobin vücuda alınan oksijen moleküllerinin dokulara taşınmasından sorumludur. İyileşme süreci boyunca görülecek renk geçişleri, hemoglobinin parçalanmasıyla açığa çıkan bileşiklerdir.

Yara oluşumunu takip eden ilk iki gün içerisinde fagosit adı verilen akyuvar hücreleri hemoglobini, demir içeren "hem" adındaki moleküllere ve globin proteinlerine parçalar. Bu işlem sonucunda bere mavimsi mor renge dönüşür. Globinler, kendilerini oluşturan amino asitlere yıkılarak akyuvarlarca bölgeden taşınır.

Bu sırada, demir atomlarının depolanıp sonra tekrar değerlendirilmesi için hem molekülleri hemosiderine dönüştürülür. Hemosiderin kahverengidir, ancak bu renk iyileşme sürecinin sonraki basamaklarında belirginleşir.

İyileşmenin yaklaşık birinci haftasında hem moleküllerinin kalan kısmı bir enzim tarafından biliverdin adlı yeşil bileşiğe dönüştürülür. Sonraki aşamada ise farklı bir enzim biliverdini sarı renkli bilirubine dönüştürür.

Sarı renkli bilirubin işlenmek ve idrarla vücuttan atılmak üzere karaciğere taşınır. Yeşil biliverdin ve sarı bilirubin bileşenleri uzaklaştırıldıkça, berede dağıtımı henüz tamamlanmamış kahverengi hemosiderinin rengi daha da belirginleşir. Son olarak hemosiderin de bölgeden tamamen taşındığında cilt eski hâline döner.

Bazı yaralanmalarda bu işlemler sırasında açığa çıkan bileşikler yerçekiminin etkisiyle çöker ve renk belirmeleri bir miktar aşağıda gözlenebilir.

Kaynaklar

health.howstuffworks.com/skin-care/problems/beauty/bruise.htm

sciencefocus.ust.hk/bruises

Manyetik Kutupların Geleceği

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

Kuzey manyetik kutbu, konumu 1830 yılında ilk kez tespit edildiğinde Kanada sınırları içerisinde yer alıyordu. Aradan geçen zamanda giderek artan bir hızla doğuya doğru yol aldı. Önce Kuzey Buz Denizi'ne girdi, sonra tarih değiştirme çizgisini geçip doğu yarım küreye geçti. Günümüzde de her yıl yaklaşık 55 kilometre hızla Sibirya'ya doğru yol almaya devam ediyor. Kuzey manyetik kutbunun hareketlerindeki ivmelenme, pek çok bilim insanını acaba -geçmişte defalarca kez olduğu gibi- manyetik kutuplar bir kez daha yer değiştirecek mi diye düşündürtüyor? Yakın gelecekte bir manyetik tersinme olabilir mi? Eğer olursa insanları nasıl bir değişim bekliyor?





Dünya'nın Manyetik Kutupları

Manyetik alanın kaynağı elektrik yüklerinin hareketidir. Dünya'nın manyetik alanı da demir bakımından zengin sıvı dış çekirdekteki elektrik yüklerinin hareketinden kaynaklanır.

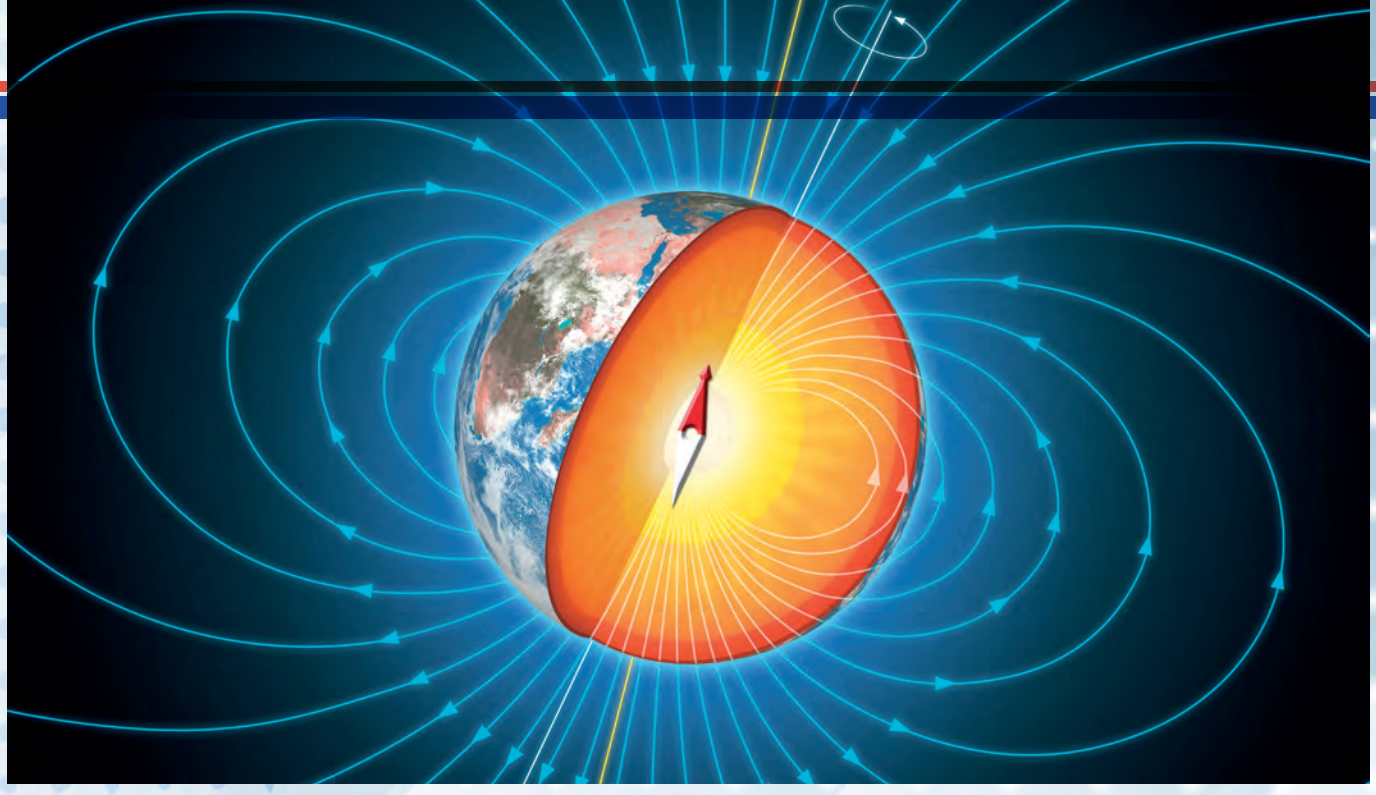
Sıvı dış çekirdek Dünya'nın kendi etrafındaki dönüşü ve yerküredeki ısı konveksiyonu sebebiyle durmaksızın hareket eder. Mantoya yakın olan kısımlarda yatay yöndeki hareket hızı yılda onlarca kilometreye çıkar. Dış çekirdeği oluşturan sıvının hareketinin durması ancak hareketi sağlayan enerji kaynağının tükenmesiyle mümkündür. Konveksiyon hareketi kısmen sıvı dış çekirdeğin yavaş yavaş katı iç çekirdek üzerinde katılaşmasıyla ortaya çıkan ısıdan kaynaklanır. Milyarlarca yıldır süregiden bu soğuma gelecekte de uzun süre devam edecek.

Sıvı dış çekirdekte Dünya'nın manyetik alanının kaynağı olduğu söylenebilecek tek bir elektrik akımından bahsedilemez. Dünya'nın dönme eksenine paralel eksenler etrafında dolanan çok sayıda elektrik akımı vardır.

Dünya'nın manyetik alanının oluşumunu açıklamak için öne sürülmüş, yaygın olarak kabul gören bir düşünce jeodinamo hipotezi diye adlandırılır. Bu hipoteze göre, zaten var olan ufak bir manyetik alan, konveksiyon hareketi yapan elektrik yüklerine bir kuvvetin etki etmesine sebep olur. Bu durum da var olan elektrik akımlarının ve dolayısıyla manyetik alanın güçlenmesiyle sonuçlanır.

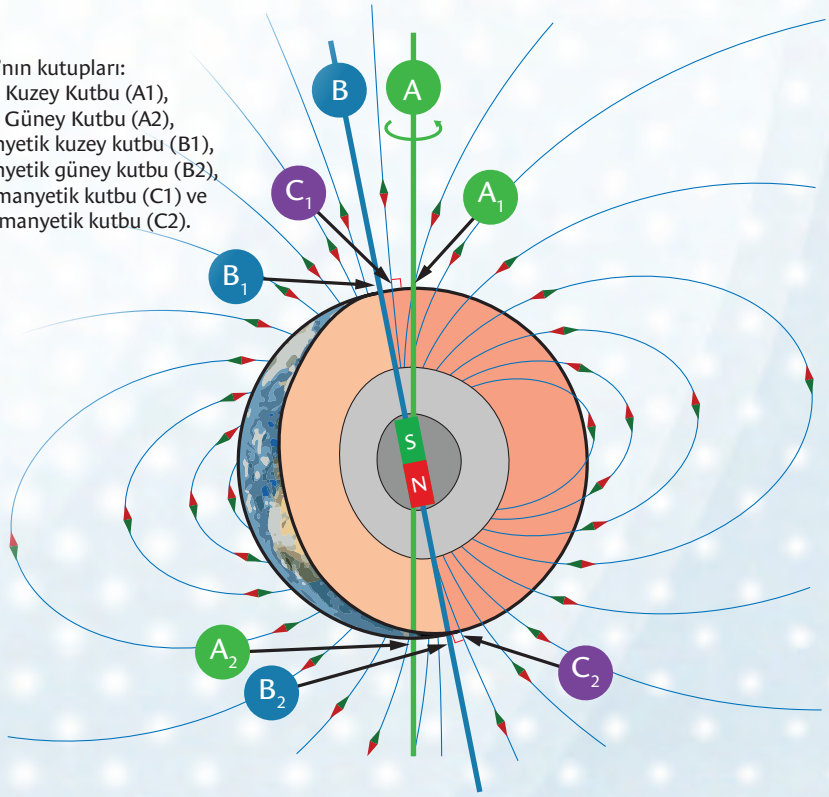
Doğada manyetik monopol (tek kutup) yoktur. Örneğin çevresinde manyetik alan oluşturan bir mıknatısın genellikle N ile gösterilen bir kuzey kutbu ve genellikle S ile gösterilen bir güney kutbu vardır. Ancak bir mıknatısı ikiye böldüğünüzde ortaya çıkan parçaların biri kuzey, diğeri güney kutbu olmaz. Her iki parça da dipoldür, yani çift kutupludur, ikisinin de bir kuzey ve bir güney kutbu vardır. Benzer bir biçimde Dünya'nın da biri coğrafi Kuzey Kutbu, diğeri de coğrafi Güney Kutbu civarında olmak üzere iki manyetik kutbu olduğu söylenebilir. Ancak bu kutupları tanımlamanın ve tespit etmenin farklı yolları vardır ve farklı isimlerle adlandırılırlar.

Dünya'nın manyetik kutuplarını tanımlamanın bir yolu manyetik alan çizgilerine bakmaktır. Çubuk biçimli bir mıknatısın manyetik alan çizgilerine bakıldığında bir kutuptan çıkıp yay çizerek diğer kutba girdikleri görülür. Çubuk biçimli bir mıknatısın "manyetik kutup noktaları" manyetik alan çizgilerinin mıknatıstan dik olarak çıktığı noktalar olarak tanımlanabilir. Benzer biçimde, Dünya'nın manyetik alan çizgileri de çubuk biçimli



bir mıknatısınkilere benzetilebilir ve Dünya'nın manyetik kutupları da manyetik alan çizgilerinin yeryüzüne dik olduğu noktalar olarak tanımlanabilir. Bu kutup noktalarını bulmanın basit bir yolu pusula kullanmaktır. Bir pusulayı elinize alıp baktığınızda yapacağınız ilk gözlem, pusulanın mıknatıslı iğnesinin kuzey kutbunun coğrafi kuzey yönünü, güney kutbununsa coğrafi güney yönünü gösterdiği olur. Bu gözlemden çıkaracağınız ilk sonuçsa Kuzey Kutbu yönünde bir manyetik güney kutbu, Güney Kutbu yönündeyse bir manyetik kuzey kutbu bulunduğu olacaktır. Çünkü benzer manyetik kutuplar birbirini iter, zıt manyetik kutuplarsa birbirini çeker. Eğer pusulanın gösterdiği yönü takip ederseniz eninde sonunda pusulanın iğnesinin düşey doğrultuda sabitlendiği bir noktaya varırsınız. Bu durumun nedeni bulunduğunuz noktadaki manyetik alan çizgilerinin yüzeye dik olmasıdır. Böylece bir manyetik kutup noktasının yerini tespit etmiş olursunuz. Kuzey Kutbu civarındaki manyetik kutup noktasını 1830'larda ilk olarak tespit eden James Clark Ross'da bu yöntemi kullanmıştı. Manyetik alan çizgilerinin yüzeye dik olduğu noktalar olarak tanımlanan bu manyetik kutuplar kuzey manyetik kutbu ve güney manyetik kutbu olarak adlandırılırlar. Coğrafi Kuzey Kutbu yakınında yer alan kuzey manyetik kutbu günümüzde bir manyetik güney kutbu, coğrafi Güney Kutbu yakınında yer alan güney manyetik kutbu ise günümüzde bir manyetik kuzey kutbudur. Kuzey ve güney manyetik kutuplar birbirinden bağımsızdır. Çevresinde manyetik alan oluşturan yekpare bir manyetik sistemin iki kutbu değillerdir. Yerküre üzerinde birbirlerine zıt konumlarda yer almazlar.

Dünya'nın manyetik kutuplarını tanımlamanın bir başka yolu da yeryüzünde gözlemlenen manyetik alanın kaynağının yerkürenin merkezi yakınlarında yer alan bir dipol tarafından üretildiğini varsaymaktır. Bu varsayım tabii ki doğru değildir. Ancak yeryüzünün çeşitli noktalarında gözlemlenen manyetik alanların yönlerinin ve büyüklüklerinin mümkün olan en az hata payıyla tahmin edilmesine imkân veren bir hayali dipolün konumu ve yönelimi hesaplar yapılarak bulunabilir. Bu hayali dipolün üzerinde yer aldığı doğru her iki yönde uzatıldığında yeryüzünü biri Kuzey Kutbu, diğeri Güney Kutbu civarında olmak üzere iki noktada keser. Hayali doğrunun yeryüzünü kestiği bu noktalara jeomanyetik kutup noktaları denir. Eğer Dünya'nın manyetik alanı gerçekten de mükemmel bir dipol tarafından üretiliyor olsaydı jeomanyetik kutup noktaları, kuzey ve güney manyetik kutup noktalarıyla çakışırdı. Bugün itibarıyla jeomanyetik kutup noktalarının üzerinde yer aldığı doğru Dünya'nın merkezinin yaklaşık 500 kilometre uzağından geçiyor.



Dünya'nın kutupları: coğrafi Kuzey Kutbu (A1), coğrafi Güney Kutbu (A2), jeomanyetik kuzey kutbu (B1), jeomanyetik güney kutbu (B2), kuzey manyetik kutbu (C1) ve güney manyetik kutbu (C2).

Manyetik Tersinmeler

Dünya'nın manyetik alanının büyüklüğü ilk olarak 26 Mayıs 1832 tarihinde Carl Friedrich Gauss tarafından ölçülmüştü. Gauss, iki çubuk mıknatısın kullanıldığı basit bir deney düzeneğiyle Almanya'nın Göttingen şehrindeki manyetik alanın "yatay yöndeki" büyüklüğünü 17 mikrotesla olarak ölçmüştü. Dünya'nın manyetik alanının büyüklüğü zamanla değiştiği için Gauss'un ölçümünün ne kadar hassas olduğu tam olarak bilinmiyor. Ancak geriye dönük tahminler Gauss'un ölçümündeki hata payının %1'den az olduğuna işaret ediyor. Bugün itibarıyla yeryüzündeki manyetik alanın büyüklüğü 25 ile 65 mikrotesla arasında değişiyor. Dünya'nın dış çekirdeğinde ise manyetik alanın büyüklüğü 2500 mikroteslaya kadar çıkıyor.

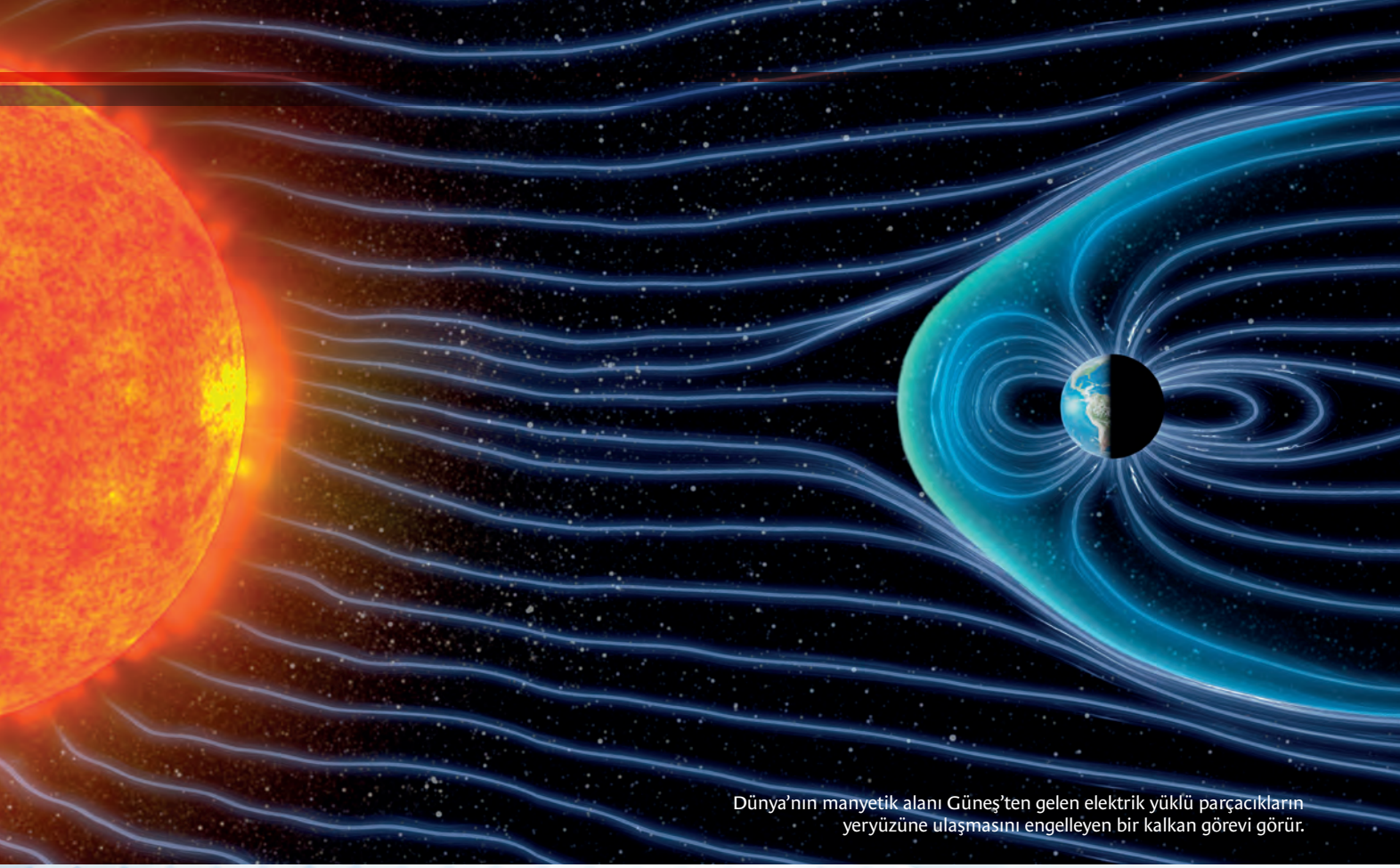
Bugün itibarıyla Dünya'nın manyetik güney kutbu, Kuzey Kutbu civarında, Dünya'nın manyetik kuzey kutbu ise Güney Kutbu civarındadır. Ancak bu geçmişte her zaman böyle değildi. Bilimsel veriler Dünya'nın manyetik kutuplarının defalarca yer değiştirdiğini gösteriyor.

Geçmişte Dünya'nın manyetik alanında meydana gelen değişimleri tespit etmeye çalışan araştırmacılar yanardağlardan püsküren lavların oluşturduğu kayaçlara ve deniz tabanlarındaki tortul tabakalara bakarlar. Lavlarda ve minerallerde mikrometre boyutlarında manyetik zerreler bulunur. Lavlar soğuyarak katılaşırken ya da mineraller çökelirken, bu manyetik zerreler Dünya'nın manyetik alanı yönünde hizalanırlar. Dolayısıyla, farklı zamanlarda oluşmuş kayaçlar ve tortul tabakalar incelenerek geçmişte Dünya'nın manyetik alanında meydana gelen değişimler tespit edilebilir.

Bilimsel çalışmalar Dünya'nın manyetik kutuplarının geçmişte defalarca yer değiştirdiğini gösterse de meydana gelen değişimlerde belirli bir düzen olduğu söylenemez. Ortalama olarak her 300.000 yılda bir manyetik tersinmeler meydana geliyor. Ancak iki tersinme arasındaki zaman on binlerce yılla milyonlarca yıl arasında değişebiliyor. Örneğin Brunhes-Matuyama tersinmesi olarak adlandırılan son manyetik tersinme günümüzden yaklaşık 780.000 yıl önce gerçekleşmişti.

Manyetik tersinmelerin nasıl gerçekleştiği tam olarak bilinmiyor. Bir hipoteze göre manyetik kutuplar birkaç yüzyıl ile birkaç bin sene arasında değişen bir zaman ölçeğinde yavaş yavaş göç ederek yer değiştiriyorlar. Bir başka hipoteze göreyse Dünya'nın manyetik alanının kaynağı olan jeodinamo kendiliğinden ya da kuyrukluyıldız çarpması gibi bir dış etken nedeniyle aniden duruyor. Tekrar çalışmaya başladığında ise ortaya çıkan manyetik kutuplar bir öncekilerin tersi olabiliyor.

Manyetik kutuplar bazı dönemlerde kutuplardan uzaklaşıp Ekvator'a doğru yol almaya başlıyor ancak bir tersinme yaşamaksızın bir süre sonra başlangıçtaki konumları civarına geri dönüyorlar. Kayaçlarda ve tor-



Dünya'nın manyetik alanı Güneş'ten gelen elektrik yüklü parçacıkların yeryüzüne ulaşmasını engelleyen bir kalkan görevi görür.

tul tabakalarda bu manyetik "gezinmelere" dair de pek çok kayıt bulunuyor. Bilimsel çalışmalar, Laschamp gezinmesi olarak adlandırılan son manyetik gezinmenin günümüzden yaklaşık 41.000 yıl önce gerçekleştiğini gösteriyor. Bu manyetik gezinme dönemlerinde sıvı dış çekirdekteki manyetik alan yön değiştirir ancak katı iç çekirdekteki manyetik alan yön değiştirmez.

Manyetik Kutupların Geleceği

Manyetik tersinmeler doğal bir süreç. Geçmişte defalarca kez olduğu gibi gelecekte de manyetik tersinmeler olacaktır. Ancak sistemin karmaşıklığı ve geçmiş manyetik tersinmelerde belirli bir düzen olmaması sebebiyle ne zaman yeni bir manyetik tersinme yaşanacağını tahmin etmek çok zor.

Dünya'nın manyetik alanında gözlemlenen çeşitli durumlar pek çok bilim insanına yakın gelecekte bir manyetik tersinmenin yaşanabileceğini düşündürtüyor.

Öncelikle kuzey manyetik kutbu giderek artan bir hızla yer değiştiriyor. İlk kez tespit edildiğinde Kanada sınırları içerisinde kalan Nunavut bölgesinde yer alıyordu ve aradan geçen yaklaşık 200 yıl boyunca da hareketleri sürekli takip edildi. Başlangıçta her yıl 10-15 kilometre hızla yer değiştiriyordu ve batı yarım kürede yer alıyordu. Ancak 1990'lardan sonra giderek daha hızlı hareket etmeye başladı. 2018'de tarih değiştirme çizgisini aşıp doğu yarım küreye geçti. Günümüzde her yıl 50-60 kilometre hızla Sibirya'ya doğru yol alıyor.

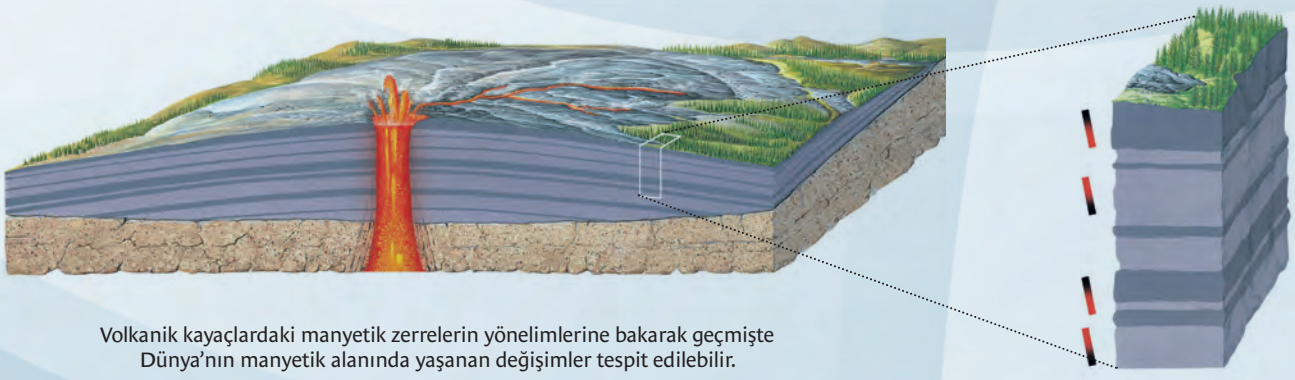
Manyetik kutupların hızla hareket etmesi genel olarak tersinme dönemleriyle ilişkilendiriliyor. Ancak bugün gözlemlenen hareket hızlarının gerçekten de büyük olduğu söylenebilir mi? Günümüzdeki yıllık 50-60 kilometrelik hareket hızı, Dünya'nın manyetik alanının yerküre üzerinde 0,1 derecelik yön değiştirmesine karşılık geliyor. Ancak kayaçlardaki ve tortul tabakalardaki manyetik alan kayıtlarında manyetik alanın yönündeki değişimlerin yıllık 1 dereceye kadar çıktığı dönemler olduğu görülüyor. Ayrıca Christopher Davies ve Catherine Constable tarafından 2020'de Nature Communications'ta yayımlanan

bir makaleye göre manyetik alanın büyüklüğünün azaldığı zamanlarda Dünya'nın manyetik alanının yılda 10 derece yön değiştirmesi de mümkün.

Philip Livermore ve arkadaşları geçtiğimiz yıl Nature Geoscience'ta yayımladıkları bir makalede kuzey manyetik kutbunun hareketleri için bir açıklama öne sürdüler. Dünya'nın manyetik kutuplarının tek bir sistemin parçaları olarak düşünülemeyeceğini daha önce not etmiştik. Araştırmacıların kuramsal modellemelerle yaptıkları tahminlere göre kuzey manyetik kutbunun konumu iki ana bileşen tarafından belirleniyor. Dış çekirdekte biri Kanada'nın, diğeri de Sibirya'nın altında kalan iki büyük manyetik güney kutbu bulunuyor. Kuzey Kutbu civarında gözlemlenen manyetik alan büyük ölçüde bu iki manyetik kutuptan kaynaklanıyor. Araştırmacıların hesaplarına göre kuzey manyetik kutbunun konumu ilk kez tespit edildiğinde Kanada'nın altındaki manyetik kutup daha güçlü, Sibirya'nın altındaki manyetik kutupsa daha zayıftı. Aradan geçen zamanda Kanada'nın altındaki kutup zayıflamaya, Sibirya'nın altındaki kutupsa güçlenmeye başladı. Araştırmacıların tahminlerine göre gelecek on yıl içinde kuzey manyetik kutbu Sibirya'ya doğru 390-660 kilometre daha yol aldıktan sonra giderek yavaşlayacak ve durağanlaşacak. Yine yapılan hesaplara göre kuzey manyetik kutbu son 400 yıldır Kanada sınırları içerisinde buluyordu. Ancak son 7000 yıla bakıldığında Kuzey Kutbu civarında kaotik bir biçimde dolandığı görülüyor. Hatta daha önceleri de bir dönem Sibirya civarında bulunuyordu. Kuzey manyetik kutbunun Sibirya civarında durağanlaştıktan sonra yeniden hareketlenip Kanada'ya dönmesi de mümkün.

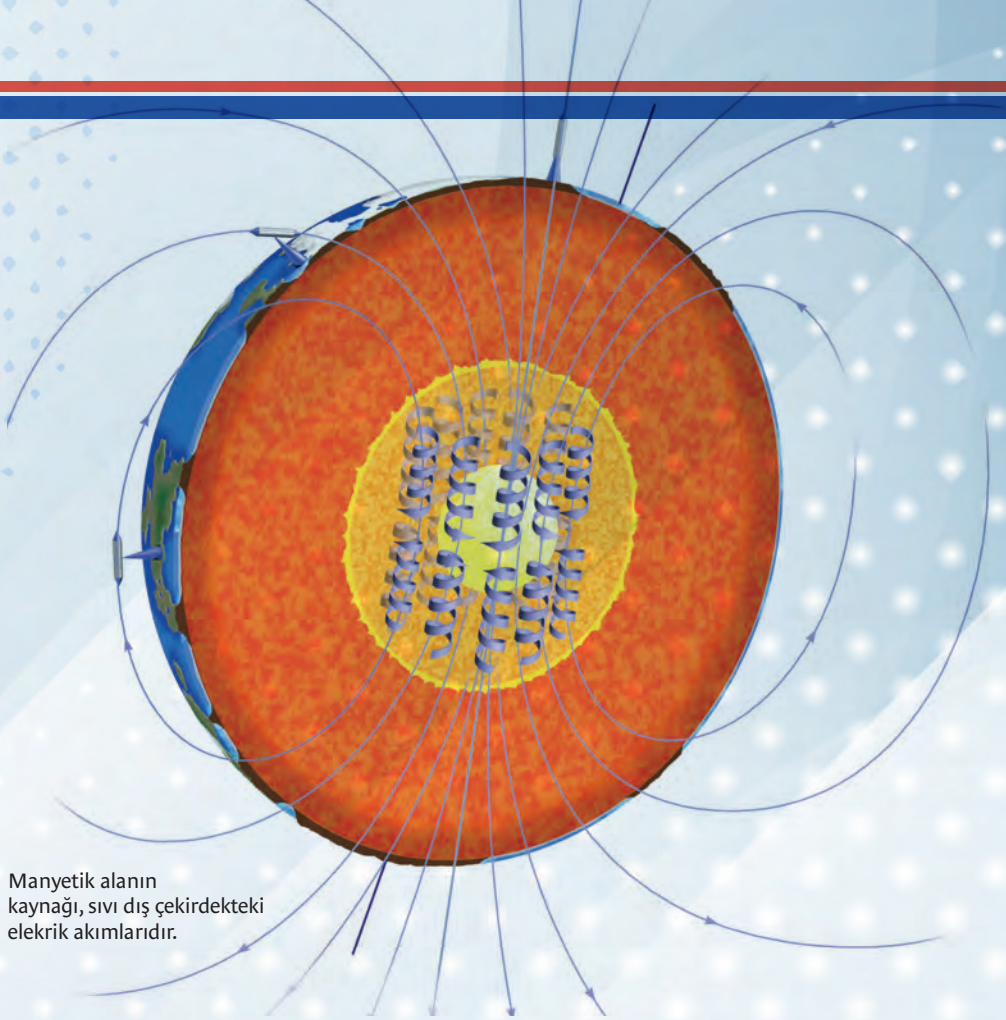
Yakın gelecekte yeni bir manyetik tersinme olabileceğini düşündürten bir diğer olgu da Güney Atlantik okyanusu üzerindeki çok büyük bir alanda manyetik alanın aşırı derecede zayıf olması. Üstelik bu bölge son 250 yıldır giderek büyüyor ve bölgedeki manyetik alan giderek zayıflıyor. Bu zayıflık gerçekten de bir manyetik tersinmenin habercisi olabilir mi? Bu konu hakkında bir fikir edinmek isteyen Yael Annemiek Engbers ve Andrew Biggin bölgedeki Saint Helena Adası'nda bilimsel çalışmalar yapmışlar. Napolyon'un 1821'de ölmeden önce, ömrünün son günlerinde sürgün hayatı yaşadığı bu adada günümüzden 8-11,5 milyon yıl önce aktif olan iki sönmüş yanardağ yer alıyor. Araştırmacılar adadaki volkanik kayaçları incelediklerinde bölgedeki manyetik alanın genel olarak Dünya'nın geri kalanına kıyasla çok daha karasız olduğu, görece kısa zaman ölçeklerinde büyük değişimler gösterdiği sonucuna varmışlar. Başka bir deyişle, bugün Güney Atlantik'te görülen sıra dışı manyetik alan yakın zamanlarda ortaya çıkmış nadiren görülen bir olay değil. Bu bölge zaten genel olarak kararsız olduğu için bugünkü zayıf manyetik alanı bir manyetik tersinmenin habercisi olarak yorumlamak doğru değil.

Araştırmacılara göre Güney Atlantik'teki manyetik alanın aşırı zayıf olmasının bazı nedenleri şunlar olabilir: Manto'nun Afrika'nın altında kalan bölgesinde sismik dalgaların aşırı derecede yavaş ilerlediği



Volkanik kayaçlardaki manyetik zerrelerin yönelimlerine bakarak geçmişte Dünya'nın manyetik alanında yaşanan değişimler tespit edilebilir.

bir bölge var. Bu durum büyük olasılıkla Manto'nun alt katmanlarının Afrika'nın altında kalan kısmının diğer kısımlara kıyasla çok daha sıcak olmasından kaynaklanıyor. Bu sıcaklık da söz konusu bölgede Manto'nun alt katmanları ile dış çekirdeğin iç katmanlarının farklı bir biçimde etkileşmesine sebep oluyor. Bir diğer neden ise Dünya'nın iç çekirdeğiyle ilgili olabilir. İç çekirdek milyarlarca yıldır büyümeye devam ediyor. Ancak büyüme her bölgede aynı hızla gerçekleşmiyor. Bu durum dış çekirdekteki akımları etkiliyor olabilir.



Manyetik alanın kaynağı, sıvı dış çekirdekteki elekrik akımlarıdır.

Olası Bir Manyetik Tersinmenin Sonuçları

Yakın bir gelecekte olmasa bile manyetik kutuplar eninde sonunda bir gün yine yer değiştirecek. Peki böyle bir durumda dünyayı nasıl bir gelecek bekliyor?

Olası bir manyetik tersinme canlılar için bir tehdit midir? Geçmişte yaşanmış bazı kitlesel yok oluşların manyetik tersinme dönemlerinde yaşandığına dair bazı iddialar olsa da yaygın kanı manyetik tersinmelerin canlıların yaşamı açısından büyük bir tehdit olmadığı.

Pek çok canlının Dünya'nın manyetik alanını algıladığı biliniyor. Örneğin bazı deniz kaplumbağası türleri yumurtalarını bırakacakları sahillere ulaşmak için manyetik alandan yararlanıyorlar. Manyetik tersinme sırasında yaşanacak değişimler bu canlıların denizlerde yönlerini bulmasını engelleyebilir ve böylece üreyip çoğalmalarını zorlaştırabilir. Ancak manyetik tersinmeler genellikle binlerce yıl içinde yavaş yavaş gerçekleşiyorlar. Dolayısıyla manyetik alanı algılayan canlılar da bu değişimlere yavaş yavaş uyum sağlayabilirler. Söz konusu olan insanlar olduğunda da büyük bir tehlikeden bahsedilemez. İnsanlar milyonlarca yıldır yeryüzünde yaşıyorlar. Bu süre içinde onlarca kez manyetik tersinme yaşandı. Herhangi birinin insanlar üzerinde olumsuz bir etkisi olduğuna dair bir bulgu yok.

Dünya'nın manyetik alanı Güneş'ten gelen elektrik yüklü parçacıkları saptırarak yeryüzüne ulaşmalarını engelleyen bir kalkan görevi görür. Manyetik alanın zayıflaması bu parçacıkların Dünya'ya daha çok yaklaşmalarına sebep olabilir. Ancak yine de atmosferin içinden geçip yeryüzüne ulaşmaları çok zor. Güneş'ten yayılan elektrik yüklü parçacıkların atmosfere en çok girmeyi başardığı bölgeler, manyetik alan çizgilerine paralel olarak geldikleri kutup bölgeleridir. Manyetik alanın zayıflaması elektrik yüklü parçacıkların kutup bölgelerinde sebep olduğu Aurora'ların orta enlemlere doğru kaymasına neden olabilir.

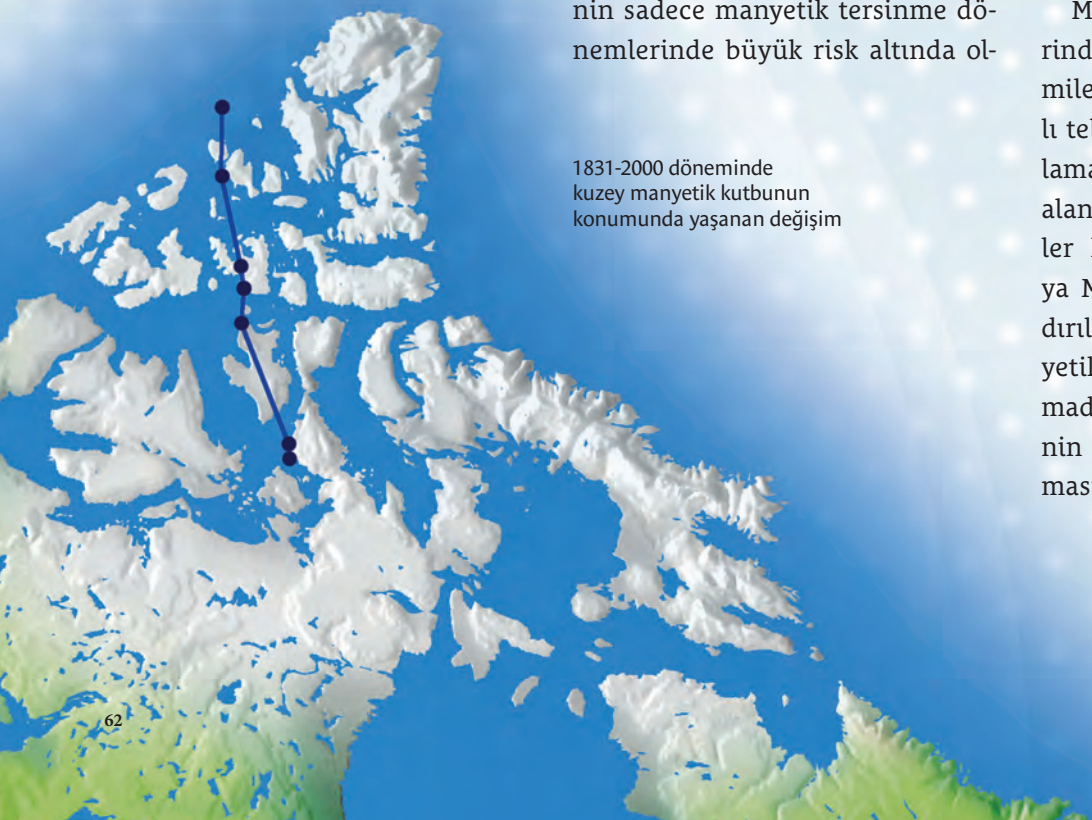
Olası bir manyetik tersinme tek tek insanların yaşamını tehdit etmese de toplum açısından büyük sorunlara yol açabilir. Örneğin Güneş'ten yayılan elektrik yüklü parçacıkların

miktarında yaşanan sıra dışı artışların yerküreyi çevreleyen manyetik alanda sebep olduğu geçici değişimler sonucu ortaya çıkan jeomanyetik fırtınalar uydulara ve GPS sistemlerine zarar verebiliyor. Dünya'nın manyetik alanının zayıflaması daha çok jeomanyetik fırtınanın gerçekleşmesine sebep olabilir.

Bugün pek çok uydu operatörü idare ettikleri uydular Güney Atlantik'in üzerinden geçerken uyduyu korumak amacıyla uydunun mümkün olan tüm sistemlerini kapatmayı tercih ediyor. Çünkü uzaydan gelen elektrik yüklü parçacıklar bazen kısa devrelere ve uyduların bozulmasına sebep olabiliyor. Benzer biçimde Uluslararası Uzay İstasyonu'nundaki bazı deney aletleri ortalama olarak ayda bir kez Güney Atlantik'in üzerinden geçerken arıza veriyor. Olası bir manyetik tersinme sırasında manyetik alanın zayıflaması benzer sorunların sadece Güney Atlantik üzerinde değil dünya genelinde yaşanmasına sebep olabilir.

2012 yılında ortalama olarak 150 yılda bir görülecek büyüklükte bir güneş fırtınası gerçekleşti. Taçküre kütle atımı olarak adlandırılan bu olay sırasında, Güneş'in taçküresinden yüksek miktarda plazma çıkışı oldu. Neyse ki olay sırasında plazma çıkışının olduğu bölge Dünya'ya değil diğer tarafa bakıyordu. Eğer kütle atımı 10-15 gün önce ya da sonra meydana gelseydi (Güneş'in kendi etrafındaki bir dönüşü yaklaşık 25 gün sürer), sebep olacağı jeomanyetik fırtınanın Dünya genelinde elektronik aletlere vereceği zararın maliyeti on milyarlarca doları bulacaktı. Dolayısıyla uyduların ve GPS sistemlerinin sadece manyetik tersinme dönemlerinde büyük risk altında olduğu söylenemez. Ancak manyetik tersinme dönemlerinde riskin çok daha artacağı da aşikâr.





1831-2000 döneminde kuzey manyetik kutbunun konumunda yaşanan değişim

Modern navigasyon sistemlerinde (örneğin uçaklardaki ve gemilerdeki navigasyonlarda ve akıllı telefonlardaki navigasyon uygulamalarında) Dünya'nın manyetik alanından yararlanılır. Bu sistemler konum belirlemek için Dünya Manyetik Modeli olarak adlandırılan bir modeli kullanılır. Manyetik kutupların konumu sabit olmadığı için navigasyon sistemlerinin daha doğru bir biçimde çalışması için bu modelin zaman za-



man güncellenmesi gerekir. Eskiden Dünya Manyetik Modeli periyodik olarak her beş yılda bir güncellenirdi. Ancak kuzey manyetik kutbunun hareketindeki ivmelenme sebebiyle navigasyon sistemlerindeki hata payı aşırı artınca son güncelleme beş senenin dolması beklenmeden planlanandan bir yıl önce yapıldı. Eğer kuzey manyetik kutbu giderek daha hızlı hareket etmeye devam ederse bu güncellemelerin gelecekte çok daha sık yapılması gerekebilir. Olası bir manyetik tersinme sırasında, manyetik kutupların coğrafi kutuplardan uzaklaşması durumundaysa pusulalar tamamen yararsız hâle gelecektir.

Kuzey manyetik kutbunun giderek daha hızlı bir biçimde yer değiştirmesi, acaba yakın gelecekte yeni bir manyetik tersinme olabilir mi sorusunu akıllara getiriyor. Sistemin karmaşıklığı nedeniyle bir sonraki manyetik tersinmenin ne zaman gerçekleşeceğini tahmin etmek çok zor. Olası bir tersinmenin canlıların yaşamını ne ölçüde etkileyeceği ise tartışmalı. Ancak tersinme sürecinde yerküreyi çevreleyen manyetik alanın zayıflamasının bugün sahip olduğumuz elektronik altyapı ve dolayısıyla toplum üzerinde çok önemli etkileri olabilir. ■

Kaynaklar

Davies, C. J. ve Constable, C. G., "Rapid geomagnetic changes inferred from Earth observations and numerical simulations", *Nature Communications*, Cilt 11, Makale No: 3371, 2020.

Livermore, P. W., ve ark., "Recent north magnetic pole acceleration towards Siberia caused by flux lobe elongation", *Nature Geoscience*, Cilt 13, s. 387, 2020.

Witze, A., "Earth's magnetic field is acting up", *Nature*, Cilt 565, s. 143, 2019.

"Earth's Magnetic Field", https://web.ua.es/docivis/magnet/earths_magnetic_field2.html, 2020.

Engbers, Y. A. ve Biggin, A., "Are the Earth's magnetic poles about to swap places?", *EarthSky*, https://earthsky.org/earth/earths-magnetic-poles-reversal-soon-study, 2020.

Davies, C., "Earth's magnetic field may change faster than we thought", *The Conversation*, https://theconversation.com/earths-magnetic-field-may-change-faster-than-we-thought-new-research-142752, 2020.

Johnson-Groh, M. veMerzdorf, J., "NASA Researchers Trach Slowly Splitting 'Dent' in Earth's Magnetic Field", NASA, https://www.nasa.gov/feature/nasa-researchers-track-slowly-splitting-dent-in-earth-s-magnetic-field, 2020.

NASA, "MagneticPoleReversalsHappensAllThe (Geologic) Time", https://www.nasa.gov/topics/earth/features/2012-poleReversal.html, 2017.

Gramling, C., "A magneticfieldreversal 42,000 yearsagomayhavecontributedtomassextinctions", *Science News*, https://www.sciencenews.org/article/earth-magnetic-field-reversal-mass-extinctions-environment-crisis, 2021.

Malin, S. R. C. ve Barraclough, D. R., "150th anniversary of Gauss' firstabsolutemagneticmeasurement", *Nature*, Cilt 277, s. 285, 1982.

Dünya'daki Tuzlu Sular
Yeni Temiz Su Kaynakları Olabilir

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

Temiz su kaynaklarındaki azalma küresel ölçekte kaygı verici boyutlara ulaşıyor. 2025 yılına kadar dünya nüfusunun üçte ikilik kısmının tatlı su kıtlığı yaşayabileceği öngörülüyor. Bunun altındaki en önemli etmen dünyanın çeşitli bölgelerindeki uzun süren kuraklıklar olarak görülüyor. Ancak bölgesel ve yerel tatlı su kaynaklarının endüstriyel faaliyetler ve konutlardaki kullanıma bağlı olarak sürekli bir şekilde kirletilmesi de krizin büyümesini hızlandırıyor.

Deniz suyunun tuzdan arındırılması küresel ölçekteki su kıtlığı ve temiz suya ulaşabilme sorununu çözme anlamında kritik bir öneme sahip. Okyanuslar, denizler ve yer altı su kaynaklarındaki tuzlu sular küresel suyun %97,5'lik kısmını oluşturuyor. Bu nedenle iyi ve etkili bir tuzdan arındırma işleminin küresel tatlı su talebini karşılamak adına umut verici olduğu düşünülüyor.

Ters ozmoz gibi membran kullanımına dayalı desalinasyon (tuzdan arındırma) süreçleri büyük ilgi görmesine rağmen bu işlem yüksek enerji kullanılmasını gerektiriyor ve enerji sıkıntısı çekilen bölgelerde uygulama yapmak pek mümkün olmuyor. Fabrikalarda ve büyük tesislerde enerji geri kazanım sistemleri ile 1 m^3 suyun tuzdan arındırılması için harcanan enerji 2 kWh gibi enerji verimli sayılabilecek boyutlara getirilebilse de küçük ölçekte uygulanan süreçlerde aynı işlem için 17 kWh gibi yüksek enerji sarfiyatı gerekiyor.

2012 yılında *Scientific American* dergisi tarafından dünyayı değiştirebilecek ilk on fikirden birisi olarak gösterilen "Yönlü Çözücü Ekstraksiyonu", tamamen atık ısı veya güneş enerjisi tüketimine dayanan düşük çalışma sıcaklıkları gerektirdiğinden oldukça uygulanabilir bir suyu tuzdan arındırma ve içme suyu elde etme yöntemi olarak karşımıza çıkıyor.

Yöntem sıcaklık artışına bağlı olarak suyun yönlü çözücü madde içerisindeki çözünürlüğünün artması ve aynı zamanda yönlü çözücünün tuz iyonlarını çözmemesi prensibine bağlı olarak çalışıyor. Yönlü çözücü ekstraksiyonu membran bazlı olmayan bir teknoloji ve üretim sistemlerindeki atık ısının kullanılması gibi düşük enerjilerle suyu tuzdan arındırma işlemini gerçekleştirebiliyor. Bunun için kullanılan yönlü çözücü, suda çözünmüyor ancak suyu çözebiliyor ve tuz iyonlarının geçmesine de izin vermiyor.

Şimdiye kadar bilinen en yüksek verime sahip yönlü çözücü madde dekanoik asit ($CH_3(CH_2)_8COOH$). Ancak düşük verimlilik ve temiz su elde edilme oranı ile nispeten yüksek

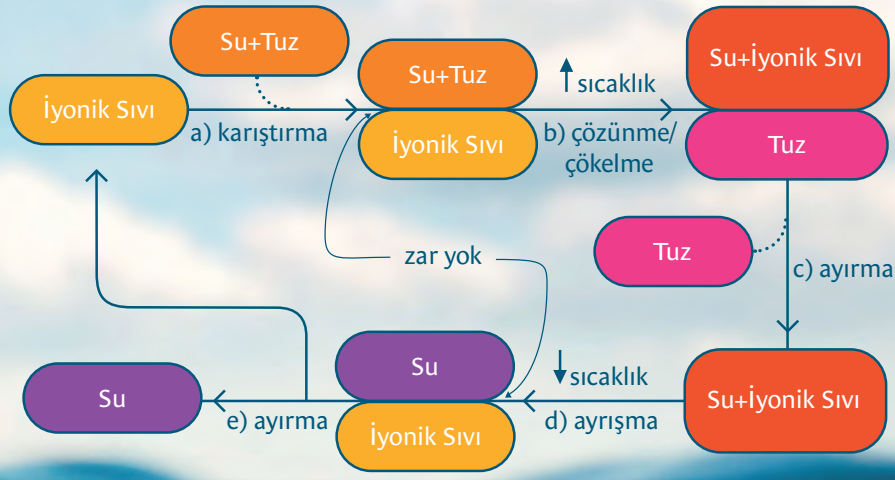
İyonik sıvı kullanarak tuzlu sudan tatlı su elde etme işlemi

a) Tuzlu su iyonik sıvı ile karıştırılıyor.

b) Sıcaklığın artırılmasıyla birlikte su iyonik sıvıda çözünüyor ve tuzdan ayrışıyor.

c,d) Tuzun ortamdan uzaklaştırılması ile birlikte sıcaklık düşürülüyor ve suyun iyonik sıvıdaki çözünürlüğünün azalması ile iyonik sıvı ve suyun ayrışması sağlanıyor.

e) Tatlı su ortamdan alınıyor ve iyonik sıvı uygun süreçlerle geri dönüştürülüp tekrar kullanıma hazır hâle getiriliyor.



enerji sarfiyatı araştırmacıları daha iyi ve verimli alternatifler aramaya teşvik ediyor.

Notre Dame Üniversitesinden profesör Tangfei Luo ve meslektaşları *Nature Communications* dergisinde yayımlanan çalışmaları ile keşfettikleri yeni iyonik sıvı sayesinde yönlü çözücü ekstraksiyonu işlemini şimdiye kadar gerçekleştirilenlerden on kat daha verimli hâle getirdiklerini bildirdiler. Böylece hem maliyeti yüksek membranlara ihtiyaç duymadan hem de daha düşük enerji harcayarak suyu tuzdan arındırmayı başardılar.

Kullanılan düz zincir asitlerin yerine işlevselliği artırılmış halka yapısındaki kimyasal bileşiklerin yönlü çözücü ekstraksiyon yönteminin etkinliğini artıracağını öngören araştırmacılar, önce moleküler dinamik üzerine bilgisayar simülasyonları kullanarak daha sonrasında ise deneysel yöntemlerle çeşitli iyonik sıvıların tuzun sudan uzaklaştırılması işlemindeki performanslarını araştırdılar. Çalışma sonunda dekanoik asit kullanımına kıyasla tatlı su elde etme verimliliğini on katına çıkarmayı başardılar.

İyonik sıvılar tasarım esnekliğine ve düşük uçucu özelliğe sahip olmalarından dolayı suyun tuzdan arındırılması için ideal adaylar olarak değerlendiriliyor. Oda sıcaklığı ile 100 ^{0}C arasında sıvı hâlde bulunan organik iyonlardan oluşan bu sıvılar organik bileşiklerin ayrıştırılması, geçiş metallerinin tutulması, karbondioksitin yakalanması ve sulu ortamlardan tuzun uzaklaştırılması gibi çok çeşitli uygulamalarda kullanılabiliyor.

Çalışma sonucunda imidazolyum bazlı bir iyonik sıvı olan [emim][Tf_2N]'i kullanarak tuzlu sudan, hatta doymuş tuzlu su kaynaklarından etkili bir şekilde içme suyu elde eden araştırmacılar yüksek performanslı yönlü çözücülerin geliştirilmesinin ve tuzlu sulardan içme suyu elde edilebilmesinin kapılarını sonuna kadar açmış görünüyor. Araştırmanın olumlu sonuçları temiz suya tüm insanların eşit bir şekilde ulaşması yolundaki son derece önemli gelişmeler olarak kabul ediliyor. Bununla birlikte, uygun iyonik sıvıların maliyetlerinin düşürülmesi ve daha büyük miktarlarda temiz su üretiminin sağlanması için çalışmaların sürdürülmesi gerekiyor. ■

Kaynaklar:
Guo, J. ve ark. "Ionic liquid enables highly efficient low temperature desalination by directional solvent extraction", *Nature Communications*, 12:437, 2021.

https://phys.org/news/2021-02-material-shown-efficiently-desalinate.html

Yalıtaşları ve İznik Gölü'nün Eski Plajları

Prof. Dr. Ahmet Evren Erginal [*Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Eğitim Fakültesi Coğrafya Eğitimi Anabilim Dalı*

Kuzey Amerika'daki Michigan Gölü ve Yeni Zelanda'daki Taupo krater gölü kıyılarında olduğu gibi, göl kıyılarındaki eski plaj kayaçlarının (yalıtaşı) eşsiz bir örneği de ülkemizde İznik Gölü kıyılarında bulunuyor. Bu kayaçların bir tatlı su ortamı olan İznik Gölü kıyılarında son derece yaygın görülmesi İznik Gölü'nü bu açıdan dünyada bilinen en karakteristik örnek konumuna taşıyor.



Tropikal ve subtropikal kıyıların kum ve çakıldan oluşan plajları gelgit içi kuşakta çimentolanarak plaj kayaçlarına (yalıtaşı) dönüşür. Genellikle denize doğru 10 dereceden az eğimle uzanan tabakaların bir kısmı yüzeyde, bir kısmı plaj kumları altında, bir kısmı ise deniz seviyesinin altında bulunur. İstisnai durumlarda tamamı su altında da olabilen bu kayaçlar 1800'lü yılların başlarında Sir Francis Beaufort'un Datça Yarımadası ve Gazipaşa (Antalya) kıyılarındaki ilk gözlemlerinin ardından çok sayıda araştırmaya konu oldu.

Çakıltaşı ve kumtaşı bileşimindeki bu eski plaj kayaçları binlerce yıl öncesine ait plajların günümüze ulaşan kalıntılarını oluşturuyor. Kum ve çakılların sıkıca birbirine bağlanarak betonlaşması ise eski kurak iklimleri anlamamızı sağlıyor. Dolayısıyla bu yapılar deniz seviyesi değişimlerinin anlaşılmasına katkıda bulunuyorlar. Çünkü yalıtaşlarını oluşturan sedimanların tanelerini birbirine kenetleyen kalsiyum karbonat çökelimi (kalsit ve/veya aragonit) sıcaklığın arttığı kurak evrelerde buharlaşan deniz suyundan dibe çöküyor ve gelgit arası kuşaktaki plajı âdeta çimentoluyor.

Çimentolanmayı sağlayan bağlayıcı karbonatların kökeni konusunda farklı görüşler bulunuyor. En çok kabul gören görüş, deniz suyunun buharlaşmasıyla $CaCO_3$'ün doğrudan taneciklerin arasındaki boşluklara çökelmesi. Ancak hem akarsular ve yer altı suları aracılığıyla kıyıya taşınan karbonatlar hem de biyolojik aktivitelerin açığa çıkardığı kireç plajda çimentolanmaya yol açabilir. Diğer bir deyişle, deniz suyu ve meteorik suların karışması bu doğal çimentonun kaynağını meydana getiriyor.

Kayacın içindeki kavkılar da gelgit arası kuşakta ve kumlu deniz tabanında yaşayan deniz canlıları-



nın (yumuşakçalar gibi) kalıntıları olarak radyokarbon tarihlendirmesi için kullanılabiliyor. Aynı şekilde birbirine çimentolanan kuvars taneleri de optik uyarmalı lüminesans (OSL) yöntemiyle tarihlendiriliyor. Radyokarbon yumuşakçaların öldüğü yaşı, OSL ise kuvars tanelerinin güneş ışığına maruz kaldığı en son dönemi belirliyor. Bu tarihlendirme teknikleri ile plaj kumlarının sert şekilde taşlaştığı kurak dönemlerin ne zaman yaşandığı anlaşılıyor.

Dünya kıyılarında bu genç kayaçların büyük bir kısmı günümüzden 1000-5000 yıl önce özellikle 35° kuzey ve 35° güney enlemleri arasında oluştu. Yalıtaşlarının en geniş yayılım gösterdiği ortamlardan biri de Türkiye kıyıları. Merhum fiziki coğrafya profesörleri Oğuz Erol ve Muzaffer Bener'in öncü çalışmaları sonrasında Türk bilim insanları bu plaj kayaçlarına daha fazla ilgi göstermeye başladı. Finike'den Suriye sınırına kadar Akdeniz kıyılarındaki yalıtaşlarını çalışan Attila Çiner ve arkadaşları, son 5000 yılda kıyılardaki tektonik hareketlerin etkisiyle bu kayaçların deniz seviyesinin 3 metre kadar altında kaldığını belirledi. Ahmet Ertek ve ekibinin Güney Marmara Takımadaları'nda küçük bir ada olan Hasır Adası'nda yaptıkları çalışmalar sonucu keşfettikleri ve tamamı 2 metre su altında kalan yalıtaşı ise tsunami kökenli bir istifle aynı kıyı şeridinde bulunuyor.



İznik Gölü'nün güney kıyısında MS 715 depremi ile oluşan yüzey kırığı. Yüzey kırığı boyunca yalıtaşı tabakalarının göle doğru değil, ters yönde eğimlendiği görülüyor.

Tropikal ve subtropikal iklim bölgeleri ile özellikle Akdeniz kıyılarında araştırmacılara sayısız kesit sunan bu beton plajlar sürpriz şekilde Kuzeybatı ve Batı İrlanda ile Kuzeybatı İskoçya'da da keşfedilince oluşumlarına olan ilgi ve onlara dair bilgi karışıklığı arttı. Dünya yalıtaşları literatürüne bir örneği de Trakya'nın Karadeniz kıyılarından Kıyıköy limanı yakınında bulduğumuz yalıtaşı ile ekip arkadaşlarımla biz eklemiştik. Ancak Birleşik Krallık ve Karadeniz kıyılarında belirlenen bu örnekler aşağıda detaylarını vereceğimiz yalıtaşları kadar ilginç olmasa gerek. Çünkü eski göl plajlarının çimentolanmış örnekleri bu kayaçların istisnai durumlarda göl kıyılarında da oluşabildiğini gösterdi. Michigan Gölü'nün (ABD) güneydoğu kesiminde ve Taupo Gölü (Yeni Zelanda) kıyılarındaki tespitler bunlardan en iyi bilinenleri. Ancak İznik Gölü kıyılarının neredeyse her yerinde gördüğümüz plaj kayaçları dünyada tatlı su ortamında oluşan en önemli örneklerden birisi durumunda.

İznik Gölü'nde son 10 bin yılda yaşanan göl seviyesi değişimlerinin kayıtlarını tutan bu kayaçların iç yapılarına ve oluşum yaşlarına ilişkin araştırmalar TÜBİTAK tarafından desteklenen bir araştırma projesi kapsamında çalışıldı. OSL yöntemiyle tarihlendirilen örneklerde kayaçların içindeki kuvars minerallerinin en son güneş ışığına maruz kalma zamanından hareketle yaşları belirlendi. Buna göre günümüzden 7900-5400 yıl önce, 4900-2400 yıl önce ve 2100-700 yıl önce yaşanan önemli kuraklık-



İznik Gölü kıyılarında 5000 yıl önce oluşan yalıtaşının taramalı elektron mikroskobu ile elde edilen görüntüsü.



İznik Gölü kıyılarında 1200 yıl kadar önce oluşan yalıtaşının taramalı elektron mikroskobuyla elde edilen görüntüsü. Bu görsel MS 715 depremi sonrasında göl seviyesinin hâlâ alçak olduğunu ve kurak koşullar altında taneleri birbirine aragonitlerin bağladığını belgeliyor.

lar göl suyu düzeyinin her seferinde 1,5-2 metre kadar düşmesine yol açmış. Bu su alçalmaları gölün özellikle doğu kıyısındaki İznik'te 4500 yıl kadar geriye giden beşerî hayatı da derinden etkilemiş olmalı. Kuraklığın delili olan mikro yapıları taramalı elektron mikroskobu görüntüleri açıkça ortaya koyuyor.

Bununla birlikte, gölün güney kıyısında Kuzey Anadolu Fayı'nın orta kolunun 1300 kadar yıl önce neden olduğu büyük bir depremin yüzey kırığı yakın bir zamanda bu yalıtaşları üzerinde tespit edildi. MS 715 yılında olduğunu düşündüğümüz söz konusu deprem bu plaj kayaçları üzerinde 100 metre uzunluğunda bir kırık oluşturmuş. Bu kırığın korunması, ayrıca doğa turizmi ve eğitimlerinde ilgililere ve öğrencilere gösterilmesi deprem tarihimizin anlaşılmasına somut bir katkı sağlayacaktır.

İznik Gölü kıyılarındaki bu eski plajların bir diğer önemi yüksek jeosit potansiyeli taşımalarından kaynaklanıyor. Jeositler gezegenimizin oluşumundan günümüze geçirdiği sürecin kayıtlarını tutan mineraller, kayaçlar, fosiller, jeolojik yapılar ve yer şekilleridir. Görsel önemi ve nadir bulunma özelliği ile öne çıkan jeositlere Türkiye'de çok sayıda örnek bulunuyor. Bazıları jeolojik miras değeri taşıyan bu jeositlerin doğal yollarla veya insan etkisiyle ortadan kalkması ise bir anlamda yerin oluşum tarihinden bir yaprağın eksilmesi anlamına geliyor. Gölün

güney kıyılarında hemen her yerde kesintisiz tabakalarını gördüğümüz bu kayaçlar, batı kıyısında kilometrelerce uzanıyor ve yürüyüş ve bisiklet yollarının yanı sıra kamp alanı olarak da kullanılan bir çamlık alan ile sonlanıyor. Doğu kıyılarında tabakaların daha kesintili, kırılmış ve dalga etkisiyle parçalanmış olduğu görülüyor. Kuzey kıyısında ise sazlık ve bataklık alanlar nedeniyle yalıtaşı tabakalarını gözlemek son derece güç.

İznik Gölü kıyılarının tamamında kıyıyı erozyona karşı da koruyan yalıtaşlarının jeosit potansiyelinin detaylıca değerlendirilmesi faydalı olacaktır. Jeolojik mirasımız olan bu eski plaj kayaçları bir alternatif turizm değeri olarak da göz önünde bulundurulmalıdır. Kıyılara bilgilendirme tabelaları yerleştirilerek söz konusu jeolojik değerlerin ziyaretçilerin ilgisine sunulması göle duyulan ilgiye farklı bir boyut kazandırabilir. ■



Kaynaklar

Bener, M., "Antalya-Gazipaşa Kıyı Kesiminde Yalıtaşı Oluşumu", *İstanbul Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Yayını*, Yayın No: 75, İstanbul, 1974.

Çiner, A., Desruelles, S., Fouache, E., Koşun, E., Dalongeville, R. "Türkiye'nin Akdeniz sahillerindeki yalıtaşlarının Holosen deniz düzeyi oynamaları ve tektonizma açısından önemi". *Türkiye Jeoloji Bülteni*, 52, 257–296, 2009.

Erginal, A.E., Ekinci, Y.L., Demirci, A., Bozcu, M., Ozturk, M.Z., Avcioglu, M., Oztura, M.Z., "First record of beachrock on Black Seacoast of Turkey: Implicationsfor Late Holocenesea-levelfluctuations", *Sedimentary Geology*, 294: 294-302, 2013.

Erginal, A.E., Kiyak, N.G., Ozturk, M.Z., Avcioglu, M., Bozcu, M., Yigitbas, E., "Cementation characteristic sandage of beachrocks in a fresh-water environment, Lake Iznik, NW Turkey", *Sedimentary Geology*, 243-244: 148-154.22, 2012.

Erginal, A.E., *İznik Gölü'nün Fosil Plajları (Yalıtaşları)*. Çantay Yayınevi, XIII+92 sayfa, İstanbul, ISBN: 978-605-9574-04-4, 2017.

Ertek, T.A., Kılıç, E., Erginal, A.E., Ekinci, Y.L., Demirci, A., "Preliminary assessment of submerged beachrock and upliftednear-shoredeposit, Hasır Island, Marmara Archipelago, Turkey", *Journal of Coastal Research*, 31(2): 428-433, 2015.

Kazancı, N., Şaroğlu, F., Suludere, Y., "Geological heritage and frame worklist of thegeosites in Turkey", *Maden Tetkik ve Arama Dergisi* 151, 259-268, 2015.

Vousdoukas, M.I., Velegrakis, A.F., Plomaritis. T.A., "Beachrock occurrence, characteristics, formation mechanism and impacts", *Earth-Science Reviews*, 85, 23–46, 2007.

Dünya Dışı Ortamda

Probiyotiklerin Kullanılması

Dr. Özge Kahraman Ilıkkan [*Başkent Üniversitesi, Kahramankazan MYO, Gıda Kalite Kontrol ve Analizi Programı*

Uluslararası Uzay İstasyonu'nda (ISS) uzun süre kalan astronotların kas ve kemik sistemlerinin etkilendiğini artık hepimiz biliyoruz. Peki, astronotların bağışıklık sistemi ve bağırsak sağlığı nasıl etkileniyor? Astronotların bağırsak sağlığını korumak ve bağışıklıklarını güçlendirmek için takviye olarak verilmesi düşünülen probiyotik bakteriler buzdolabının olmadığı ISS'de nasıl muhafaza ediliyor? Probiyotik bakteriler ağırlıksız ortama nasıl tepki veriyor?

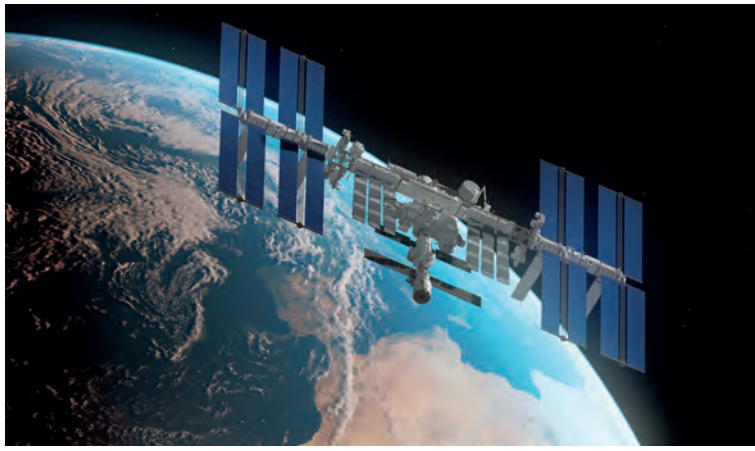


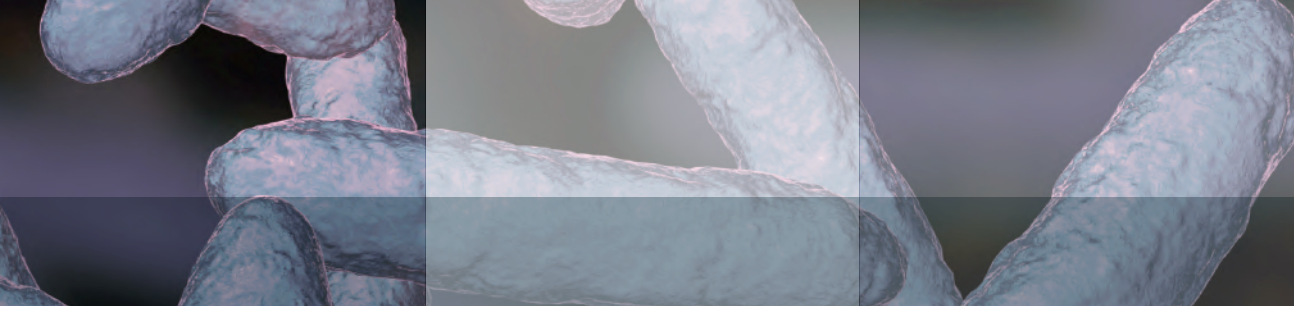
Bağırsağımızda yararlı ve zararlı bakteriler bir arada bulunur ve bunlar arasında bir denge vardır. Buradaki yararlı bakteriler vücudumuzdaki metabolik faaliyetlere katkı sağlar. Özellikle stres ve çeşitli hastalıklar bağırsağımızdaki bakteri dengesini bozabilir ya da bakteri dengesi bozulduğunda çeşitli hastalıklar ortaya çıkabilir. Dolayısıyla, bu dengeyi korumak için "probiyotik" denilen bakterileri içeren gıdalara (yoğurt, kefir, peynir vb.) ya da probiyotik bakteri takviyelerine ihtiyaç duyabiliriz. Yunanca kökenli olan ve "yaşam için" anlamına gelen probiyotik sözcüğü, besinlerle beraber veya destek şeklinde yeterli miktarda alındığında tüketenin sağlığına faydası olan canlı mikroorganizmaları tanımlamak için kullanılır. Bu bakterilerin sağlımıza katkıları bağışıklık sistemini düzenlemeleri, bağırsak yüzeyine tutunup hastalık yapan mikroorganizmalarla rekabet ederek bağırsakta zararlı mikroorganizmaların çoğalmasını engellemeleri ve çeşitli antimikrobiyal maddeler üretebilmeleri şeklinde özetlenebilir.

Probiyotik olarak bilinen mikroorganizmalar çoğunlukla Lactobacillus, Bifidobacterium ve Streptococcus grubundandır. Bu bakterilerden *Lactobacillus casei* strain Shirota'nın bağışıklık sistemi hücreleri arasındaki doğal öldürücü hücrelerin ("natural killer cells") aktivitesini artırdığı gözlenmiştir. Dolayısıyla probiyotik bakteriler sindirim sistemi sağlığının korunmasında ve bağışıklık sisteminin güçlenmesinde önemli rol oynar.

ISS'de Astronotların Bağırsak Sağlığı Nasıl Korunuyor?

Astronotların uzay görevleri öncesinde mikroplarla karşılaşıp hasta olmalarını önlemek için mümkün olduğunca az seyahat etmeleri ve az sayıda insan ile temasta bulunmalarına dikkat edilir. Ayrıca, ISS'ye taşınan malzemeler de mikroplardan arındırılarak istasyon ortamına bakteri taşınması mümkün olduğunca engellenir. ISS içerisinde bulunan yüksek etkili filtreler ortamın bakterilerden ve diğer mikroorganizmalardan arındırılmasına yardımcı olur. Uçuştan üç hafta önce alınmaya başlanan önlemler astronotların bağırsak sistemindeki bakteri sayısında neredeyse %50'ye varan bir azalmaya neden olur. İki hafta kadar uzayda kalan astronotlarda ise, bakteri sayısı daha da azalırken fırsatçı patojen (sağlıklı bireyleri hasta yapmayan ancak bağışıklık sistemi düştüğünde hastalığa yol açma olasılıkları bulunan mikroorganizmalar) olarak nitelendirilen *Candida albicans* gibi mikroorganizmaların sayısında artış olur. Aslında, kısa süreli uçuşlarda bile bağırsak, ağız ve burun mikro floralarının değiştiği görülür. Yani, uzay





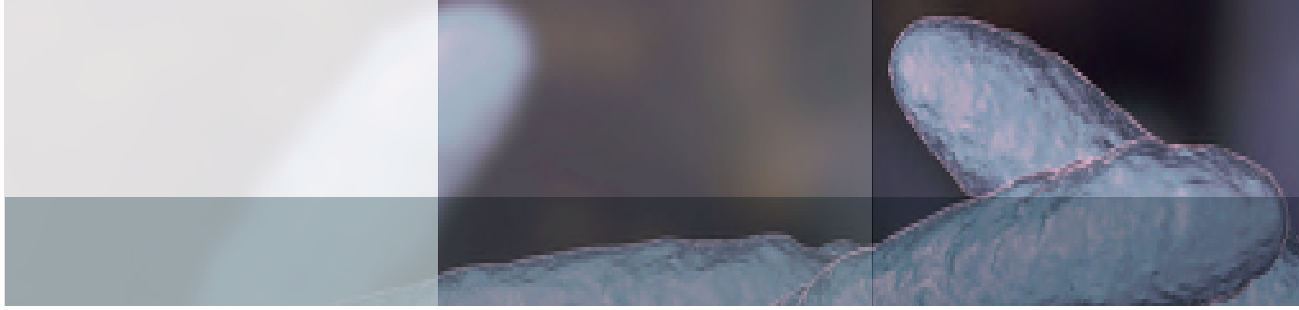
uçuşları sırasında hatta hazırlık aşamalarında bile Bifidobacterium ve Lactobacillus gibi faydalı bakteriler azalırken, hastalığa yol açma ihtimali olan *E. coli*, Enterobacter ve Clostridium gibi bakterilerin sayısı artabilir. Bu nedenle probiyotik takviyelerinin ISS'de çalışan astronotlar için faydalı olacağı düşünülür. Ancak, bazı nedenlerden dolayı probiyotik gıdalar ISS'de uzun süre muhafaza edilemez.

Probiyotik Bakteriler ISS'de Nasıl Muhafaza Ediliyor ve Bu Bakteriler Ağırlıksız Ortama Ne Tepki Veriyorlar?

ISS'de buzdolabı bulunmuyor, sadece deneylerde kullanılan biyolojik örnekleri saklamak için derin dondurucular mevcut. Oraya gönderilen meyve gibi taze tüketilmesi gereken gıdalar kısa bir süre içinde bitiriliyor. Dolayısıyla, probiyotik ürünlerin oraya gönderilmesi ve oda sıcaklığında (23°C) saklanması bozulma riskinden dolayı sağlıklı değil. Bu nedenle, probiyotik içecek üreten ticari bir firma, uzun uzay görevlerinde probiyotik kullanımının bağırsak ve bağışıklık sistemi sağlığına etkisini, probiyotiklerin istasyon koşullarında saklanıp saklanamayacağını (uzaydaki raf ömrünü) ve bu probiyotik bakterilerin ağırlıksız ortamdan etkilenip etkilenmediğini araştırmak için Japon Uzay Araştırma Ajansı (JAXA) ve ISS çalışanlarıyla iş birliği içinde bir proje gerçekleştirdi. Araştırma ekibi tarafından, *Lactobacillus casei* strain Shirota (LcS) probiyotik bakterisi dondurulup kurutularak kapsül hâline getirildi ve paketlendi (sağda). Paketlerin istasyona yolculuğu sırasındaki sıcaklık ve radyasyon değişimlerini takip etmek amacıyla içlerine birer radyasyon ve sıcaklık ölçer konuldu. Kontrol grubu olarak kullanılacak kapsüllerden bir kısmı Japonya'da, bir kısmı da Amerika Birleşik Devletleri'nde tutularak istasyondan geri dönen örneklerle karşılaştırıldı. Araştırma kapsülleri ise, Nisan 2016'da Space X/Dragon Kargo Uzay Aracı (CRS- 8) ile soğuk zincire bile ihtiyaç duyulmadan, ISS'ye gönderildi ve bir ay sonra hiçbir hasara uğramadan geri getirildi. Ekip, istasyondan geri gelen örneklerde ve kontrol grubu örnekleri üzerinde bakteri sayımı, genetik analizler ve şeker fermantasyonu gibi bazı testler uyguladı. Sonuçlar incelendiğinde, bakteri sayısının hem istasyonda kalan örneklerde hem de kontrol gruplarında %50 oranında düştüğü gözlemlendi. Yine de ekip kalan miktarın astronotların bağışıklık sistemini güçlendirmeye yetecek seviyede olduğunu belirtiyor. Bununla birlikte, bakterilerin genetik profilinde ve şeker kullanım faaliyetlerinde ise hiçbir fark gözlenmemiş. İstasyondan geri gelen örneklerin radyasyon ölçüm sonuçlarına bakıldığında, kontrol gruplarına göre 130 kat fazla radyasyona maruz kaldıkları tespit edilmesine rağmen, analiz sonuçları bakterilerin istasyona gidiş yolundaki ve istasyondaki koşullardan etkilenmediğini ortaya koyuyor.



Astronotlar için hazırlanan probiyotik kapsülleri (40 adet) içeren paket. Bu paketin içine bir nem tutucu, bir sıcaklık ölçer ve bir radyasyon ölçer aparat yerleştirilmiş.



Bu kapsül paketleri şu an düzenli olarak ISS'ye gönderiliyor. Astronotların günlük alması gereken probiyotik miktarı bu analiz sonuçlarına göre belirlenmiş ve yeterli seviyede olduğu düşünülüyor. Astronotlar, dünyaya dönmeden dört hafta önce bu kapsüllerden günde beş tane almaya başlıyorlar (yaklaşık 40 milyar probiyotik bakteri). Uzay görevine gitmeden önce, görev sırasında ve dönüş sonrasında tükürük, dışkı ve kan örnekleri alınıp testler yapılarak bağışıklık sistemindeki değişiklikler ve bağırsak mikro florasının sağlığı kontrol ediliyor.

ISS'de yapılan bu çalışmalardan çıkan sonuçlar aslında sadece uzay ile sınırlı değil, yeryüzünde ekstrem yani uç koşullarda (yüksek irtifa, derin denizler vb.) çalışan insanların bağışıklık sisteminin nasıl destekleneceği konusunda da bir bakış açısı sağlıyor. JAXA'da uzay biyomedikal araştırmaları ekibinin lideri olan Satoshi Furukawa yapılan tüm bu çalışmaların gençlerin uzay tıbbı konusuna yönelmeleri için bir ilham kaynağı olmasını umduğunu belirtiyor. ■



Kaynaklar

Saei, A. A. ve Barzegari, A. "The microbiome: the forgotten organ of the astronaut's body–probiotics beyond terrestrial limits". *Future Microbiology*, 7(9), 1037-1046, 2012.

Sakai, T., Moteki, Y., Takahashi, T., Shida, K., Kiwaki, M., Shimakawa, Y. ve Ohshima, H. "Probiotics into outer space: feasibility assessments of encapsulated freeze-dried probiotics during 1 month's storage on the International Space Station". *Scientific Reports*, 8(1), 10687, 2018.

Crucian, B. E., Choukèr, A., Simpson, R. J., Mehta, S., Marshall, G., Smith, S. M. ve Frippiat, J. P. "Immune system dysregulation during spaceflight: potential countermeasures for deep space exploration missions". *Frontiers in Immunology,* 9, 1437, 2018.

https://www.nasa.gov/mission_pages/station/research/experiments/explorer/Investigation.html?#id=2047 Erişim tarihi: Aralık 2019.

Ayın Sorusu

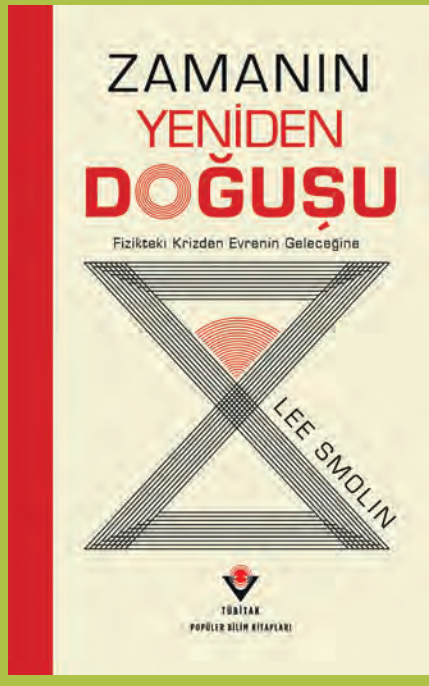
Prof. Dr. Azer Kerimov [*bteknik@tubitak.gov.tr*

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:

Zamanın Yeniden Doğuşu



Çözümü ile birlikte gönderilmeyen cevaplar değerlendirmeye alınmayacaktır.

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

Yalancı Cüce Oranı

(Matematik)

Cücelerin yaşadığı çiftliği ziyaret eden Keloğlan bazı cücelerin dürüst olup onlara sorulan tüm sorulara doğru cevap verdiğini, bazı cücelerin ise yalancı olup onlara sorulan tüm sorulara yanlış cevap verdiğini biliyor. Fakat başlangıçta Keloğlan hangi cücenin dürüst, hangi cücenin yalancı olduğunu bilmiyor. Keloğlan yalancı cüceleri belirlemek için her bir cüceye başka bir cücenin dürüst olup olmadığını soruyor. Bu süreçte her bir cüceye tam olarak bir kez soru soruluyor ve her bir cüce için o cücenin dürüst olup olmadığı sorusu başka bir cüceye de tam olarak bir kez soruluyor. Tüm sorular cevaplandıktan sonra Keloğlan kendilerinin yalancı oldukları söylenilen tüm cüceleri ceza olarak odun toplamak için ormana yolluyor (bu süreç sonucunda dürüst olan bir cüce de yanlışlıkla ormana yollanmış olabilir).

Çiftlikteki en yaşlı cüce hangi cücenin dürüst, hangi cücenin yalancı olduğunu biliyor. Bu cüce çiftlikteki yalancı cücelerin (ormana yollanan ya da yollanmayan) toplam sayısı ile ceza olarak ormana yollanan cüce sayısının aynı olduğunu fark ediyor. En yaşlı cüce yalancı oldukları söylenilen cücelerin ormana yollanmasından sonra çiftlikteki yalancı cüce oranının 3/5 olduğunu hesaplıyor. Bu verilere dayanarak, yalancı oldukları söylenilen cüceler ormana yollanmadan önce çiftlikteki yalancı cüce oranının kaç olduğunu belirleyiniz.

BİLİM TARİHİNDEN NOTLAR

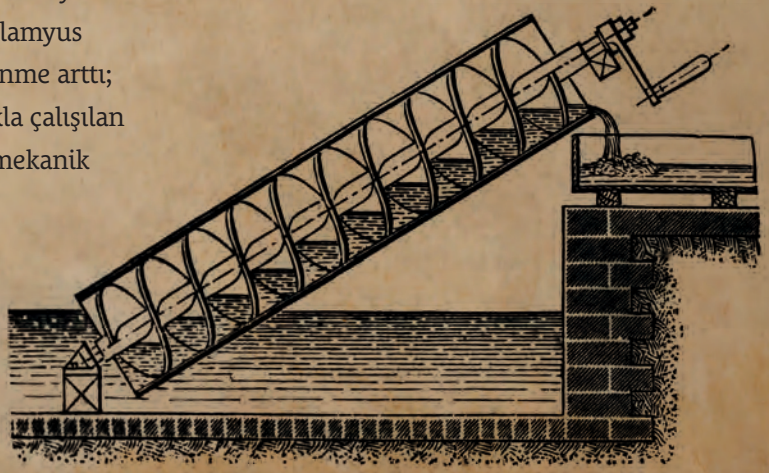
Prof. Dr. Hüseyin Gazi Topdemir
[*Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Edebiyat Fakültesi, Felsefe Bölümü, Bilim Tarihi Anabilim Dalı*

Antik Yunan'da Teknoloji

İnsanlar en başından beri doğa karşısında bir şekilde hayatlarını devam ettirebilmek için düşünme yetilerine dayanarak çeşitli savunma mekanizmaları geliştirmiş, yaşayarak sahip oldukları bilgileri her geçen gün daha etkin kullanmayı bilmişlerdir. İlk olarak ateşi kullanmaya başlayarak soğuğu ve karanlığı yenmeyi başaran insan, yalnızca ateş ile kendini güçlü kılmakla yetinmemiş, her geçen gün yeni güç kaynakları bulmaya ve kullanmaya başlamış, ilk yaptığı taştan aletlerden günümüzün son derece gelişmiş araçlarına kadar uzanan zorlu bir süreç yaşamış ve nihayetinde Francis Bacon'ın (1561-1626) dediği gibi, doğanın işleyicisi ve hâkimi olmayı başarmıştır. Kendisi açısından bu hâkimiyetini bir tür tamlık, yetkinlik ve yeterlik olarak görmeye başlayan insan, düşüncesinin gücüyle doğal olayları kendi yararına olacak şekilde güce dönüştürmeyi becermiş, doğa karşısında bilimsel (teorik) ve teknolojik (pratik) kazanımlarıyla gücüne güç katmıştır. Hava, su ve nihayet su buharına dayalı makineler yapmış; Antik Yunan dünyasında MÖ 3. yüzyıldan başlayarak hava, su ve ateş hakkında edindiği deneyime dayalı bilgilerini araç gereç yapma biçiminde uygulamaya dökmeyi başarmıştır. Böylece önceleri salt pratik bilgilerle yol alan insan, bu aşamadan itibaren teorik bilgilerini uygulamaya dönüştürmeye başladığı bir düşünce okulu da kurmuştur: İskenderiye Mekanik Okulu.

İskenderiye Mekanik Okulu

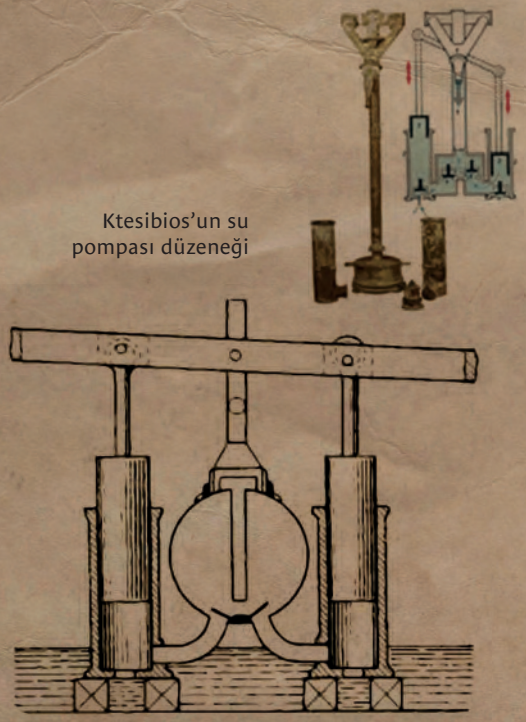
Makedonyalı Philip eski uygarlıkların mirasıyla beslenen Antik Yunan kent devletlerini bir araya topladıktan sonra "Büyük" unvanıyla tarihe mal olan oğlu İskender, büyük bir imparatorluk kurdu ve Helen düşünce geleneğinin geniş bir coğrafyaya yayılmasını sağladı. Helen düşüncesinin bütün boyutlarıyla hayat bulduğu kent ise günümüzde Mısır'da bulunan İskenderiye oldu. Bilimsel araştırmaları desteklemek için kurulan müze ve kütüphanenin imkânlarından yararlanmak için kente gelen ve daha önceki sayılarda tanıttığımız Apollonios (MÖ 220-190), Arşimet (MÖ 287-212), Eratosthenes (MÖ 276-194) gibi matematik, astronomi ve fizik alanlarında seçkin çalışmalara imza atmış bilim insanlarıyla kent tarihsel olarak benzersiz bir bilimsel faaliyete ev sahipliği yaptı. MS 150'lerden itibaren ise bütün zamanların en büyük astronomlarından biri olan Batlamyus ile bilimsel çalışmalarda çeşitlenme arttı; optik, akustik ve mekanik sıklıkla çalışılan alanlar arasına girdi. Özellikle mekanik Helenistik bilim insanları tarafından teorik olarak bilimsel analizlere konu edilmeye başlandı. Arşimet'in kaldıraç, kama, vida ve makara gibi basit makinelerin mekanik prensiplerini ortaya koyması diğer bilim insanlarına mekanik alanında teorik ve matematiksel olarak çalışma imkânı sağladı. Oluşan bu mekanik geleneğin pratik olanaklarını İskenderiyeli Ktesibios (MÖ 285-222), Bizanslı Filon (MÖ 280-220) ve İskenderiyeli Heron (MS 10-70) teknik araç gereç yapım çalışmalarında kullandılar. Ağırlık, denge, hava, boşluk, ateş ve su buharı hakkındaki bilgileri uygulamaya dönüştürerek teknoloji tarihine "olağanüstü araçlar" olarak geçen otomatlar yapan bu teknisyenlerden Heron'un buhar üretme cihazını Ocak 2021 sayımızda tanıtmıştık.



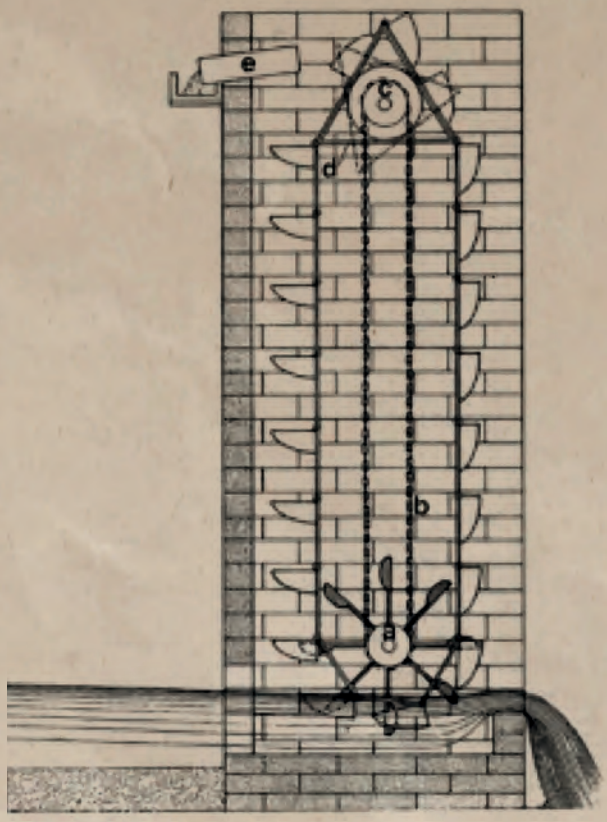
Arşimet burgacı

Ktesibios

Hava, su ve buhar gücüne dayalı makineler yapan okulun mensuplarından ilki olan Ktesibios, ilgisini hava ve su basıncı üzerinde yoğunlaştırmış ve bu iki doğal güç kaynağıyla çalışan makineler yapmıştı. Özellikle ince bir borunun içindeki havanın sıkıştırılıp, dibindeki küçük delikten çıkmaya zorlandığında tiz bir ses çıkardığını ve sıkıştırmanın şiddetine bağlı olarak sesin şiddetinin de arttığını fark eden Ktesibios, araştırmaları sonucunda hava basıncından nasıl yararlanabileceğini, başka bir deyişle hava basıncını nasıl güce dönüştüreceğini fark etti ve su pompasının pistonlarının böyle bir hava sıkıştırılmasıyla çalıştırılabileceği sonucuna vardı. Alçaktaki suyun yukarı taşınması için kullanılan bu düzenek, emme basma tulumbanın ilk örneği olması bakımından kayda değer bir gelişme olarak teknoloji tarihinde yerini almıştır. Bununla birlikte, suyu kullanarak kapalı bir düzenekteki havayı sıkıştırma yoluyla ses elde etme tekniğine dayalı hidroliz adlı müzik aletini geliştiren de Ktesibios'tur.



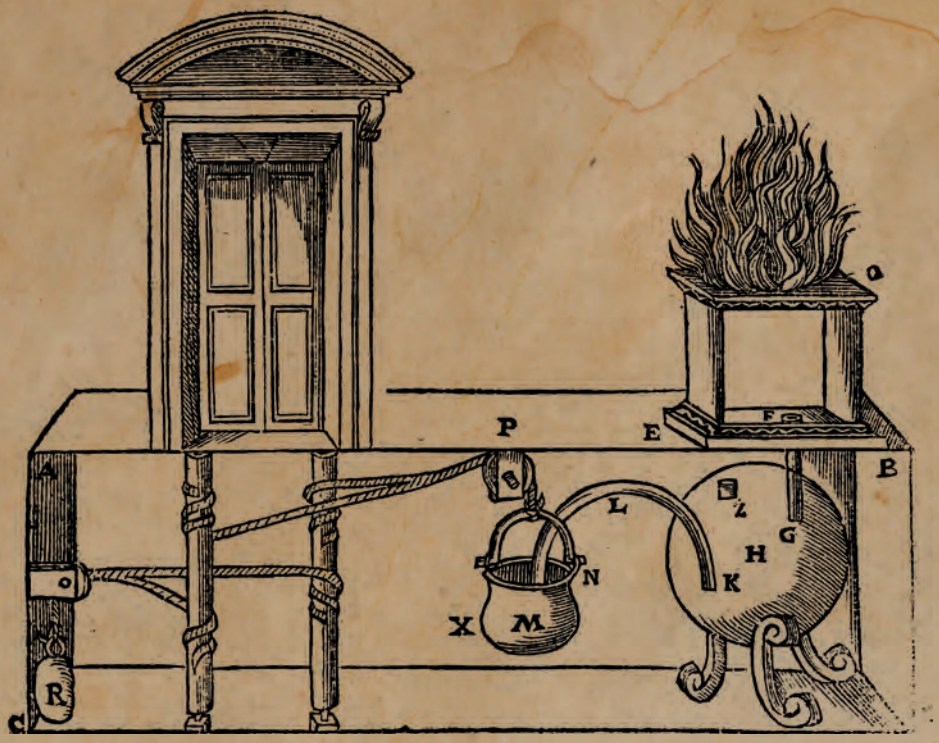
Ktesibios'un su pompası düzeneği



Filon'un su çarkı

Filon

Hava konusunda, yani bilimsel veya teknik söylenişiyle "pnömatik" üzerinde araştırmalarda bulunan ve uzun yıllar İskenderiye'de çalışmalarını sürdüren Bizanslı Filon, doğada boşluk var mıdır ve eğer varsa ne miktarda vardır sorularına deneysel cevaplar aradı. Aristo'nun doğada boşluğun varlığını kabul etmeyen görüşlerini ele alan Philon, termoskop adı verilen bir araç yardımıyla yaptığı deneyler sonucunda, her yerin hava ile dolu olduğunu, havanın atomlardan oluştuğunu, atomların arasındaki boşluğun soğuma ve ısınmaya bağlı olarak arttığını ve azaldığını gösterdi. Her yerin hava ile dolu olmasından hareketle, hava boşaltılmadığı sürece bir kabın içerisine başka bir maddenin (örneğin suyun) girmesinin mümkün olmadığını belirten Philon'un bu tespiti ilk sifon örneğinin yapılmasına önayak oldu.



Heron'un tapınak kapsısını otomatik olarak açıp kapama düzeneği

Heron

Hava, boşluk ve su üzerinde yürütülen çalışmalara buharı da ekleyen Heron ise hem okulun en yetkin teknisyeni hem de otomat yapımını Antik Yunan'da en üst düzeye taşıyan kimsedir. Buhar türbini denilen düzenekle başlangıçta buhar gücünü sadece insanları eğlendirmek için kullanan Heron, su buharının yardımıyla bir tapınağın kapısının otomatik olarak açılıp kapanmasını sağlayarak buhar gücünün işlevselliğinin de ön plana çıkmasına yol açtı. Nesnelerin buhar gücüne dayalı olarak hareket etmesini sağlaması bakımından sonraki yüzyıllarda icat edilen buharla çalışan makinelere öncülük eden Heron, bu konuyu ilk çağlarda en detaylı şekilde araştıran kimsedir.

İskenderiye Mekanik Okulunun çalışmaları çok sonra İslam dünyasında tekrar gündeme gelmiş, önce Benû Mûsâ kardeşlerin (MS 9. yüzyıl), ardından da el-Cezerî'nin (1136-1206) çalışmalarıyla ileri düzeye taşınmıştır. Otomat yapımı, yani olağanüstü mekanik araç yapım teknolojisi, James Watt (1736-1819) buhar makinesini geliştirinceye kadar, en yetkin hâlini Osmanlı devletinde yetişmiş seçkin bilim insanlarından biri olan Takîyüddîn'in çalışmalarıyla kazanmıştır. Genellikle astronomi konusundaki yetkinliği ile bilinen Takıyüddin'in buhar gücüyle çalışan düzenekleri aslında buhar makinesinin geliştirilmesine giden sürecin son aşamalarıdır.

Gelecek sayıda Roma döneminde bilim ve Batı'nın Karanlık Çağ'a gidişini ele alacağız. ■

Doğa
Fauna

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

Yok Olma Tehlikesindeki
PİNALAR



Türlerin neslinin tükenmesi ya da tehlike altında olması günümüzde canlılar dünyasının en önemli sorunlarından. Özellikle de bazı insan faaliyetleri neticesinde türlerin neslinin tükenmesi çok daha hızlı gerçekleşiyor. Türlerin hızla yok oluşuna doğal yaşam alanlarının kaybı, iklim değişikliği, genetik çeşitlilikte azalma, hastalıklar, parazitler ve insan faaliyetleri gibi etkenler neden oluyor. Özellikle yeni ortaya çıkan hastalıklara karşı bazı türlerin tüm popülasyonları çaresiz kalabiliyor. Buna en iyi örneklerden biri ülkemiz denizlerinde de yaşayan ve pina (*Pinna nobilis*) olarak bilinen kabuklu bir deniz yumuşakçasının başına gelenlerdir.

Pina, uzunca ve bombeli yapıda büyük bir çift kabuğa sahip bir deniz yumuşakçasıdır. Pina midyeleri Akdeniz, Ege ve Marmara'da derinliği 60 metreye kadar olan sularda, dik bir şekilde durup vücutlarının yarısı deniz tabanına gömülü olarak yaşarlar. Kabuk boyları ortalama 45 cm kadardır. 100-120 cm'ye ulaşan bireyler de vardır. Bu yumuşakçalar 45 yıl kadar yaşayabilirler. Su ekosisteminin derin kısmı olan bentik zonda önemli bir ekolojik rol oynarlar. Deniz suyunu süzüp suda asılı partikülleri gidererek suyun şeffaflığını artırmaya ve deniz suyunun temizlenmesine yardımcı olurlar.



Özellikle 2016 yılından beri pinaların Akdeniz popülasyonunda aniden toplu ölümler görülmeye başlandı. Yapılan araştırmalar sonucunda bu duruma *Haplosporidium pinnae* adlı bir parazitin ve farklı bakterileri içeren bir dizi patojenin neden olduğu ortaya kondu. Akdeniz ve Ege'de bulunan tüm pinaların öldüğü tahmin ediliyor. Uzmanlar sadece Marmara'da yaşayan popülasyonların bir kısmının hastalıktan şimdilik etkilenmediğini ancak son zamanlarda yapılan gözlemlerde Marmara'nın güneyinde de toplu ölümlerin başladığını belirtiyorlar. Ölümlerin Marmara'nın kuzeyine doğru devam etmesi durumunda ülkemiz sularındaki tüm pina popülasyonu ortadan kalkabilir.

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



Yaz Aylarında Gökyüzü Sahnesi

Geceleri gök küreyi gözleme alışkanlıkları olanlar, bu sahnedeki desen ve dekor değişimine aşinadırlar. Dünya'nın Güneş etrafındaki dolanma hareketinin sonucu olarak, gökyüzünde geceleri gördüğümüz takımyıldızlarının önemli bölümü değişiyor. Sadece Kutup Yıldızı civarındaki takımyıldızları ve onların alanlarına düşen yıldızlar hemen hemen her mevsim gözlenebilirler. Şehirlerde yaşayan insan sayısının son 50 yıldır hızla artması, şehirlerin gittikçe büyümesine ve buna paralel olarak yapay aydınlatma ile donatılmış büyük alanların oluşmasına neden oluyor. Bu durum, şehirlerden gökyüzünün doğal sahnesini izlememizi ve onun değişimini takip etmemizi zorlaştırıyor. Buna rağmen, yapay ışıklardan kurtulup farklı mevsimlerde gök küreyi doğal ışıklarıyla gözleyenlerin veya buna ihtiyaç duyanların sayısı az değil. Bu yazıda, gök küredeki sahnenin yaz dekoruna ve ışıklarına değinmeye çalışacağız.

Yaz aylarında gözlem süresi kışa göre daha az olmasına karşın, ülkemizde hava şartlarının iyi olması ve çok fazla konumda açık gece sayısının fazla olması nedeniyle, amatör ve profesyonel gözlemcilerin en yoğun gözlem yaptığı zamanlar yaz aylarıdır. Yazın herhangi bir araç kullanmaksızın çıplak gözle gece gökyüzüne baktığımızda gözümüze çarpan cisimler parlak yıldızların eşlik ettiği takımyıldızlar, gökadamızın çok sayıda derin uzay cismi içeren ve kuzeyden güneye uzanan bir bölümü ile tarihe bağlı olarak gezegenler ve Ay'dır.


Akrep Takımyıldızı ve Antares

Kutup Yıldızı, her mevsim kuzeye en yakın doğrultuda ve ufuktan enlem derecemiz kadar yüksekte görülebilir. Çok parlak olmadığından genellikle Büyük Ayı Takımyıldızı'nın öne çıkan parçası olarak Büyük Kepçe'nin ucundaki iki yıldızın (Dabne ve Merak) doğrultusu takip edilerek bulunur. Kutup Yıldızı'nın aynı zamanda Küçük Ayı Takımyıldızı'nın en parlak yıldızı olduğu unutulmamalıdır. Ejderha Takımyıldızı, Kutup Yıldızı etrafında batmayan bir yıldız bölgesi olsa da gökyüzündeki yüksek geçişini yaz aylarında yapar. Üç parlak yıldızı ile Kedi Gözü Bulutsusu ve NGC 5866 Gökadası bu alanda öne çıkan cisimlerdir.

Büyük Kepçe'nin sapının eğrisini takip ederseniz Avcı Takımyıldızı'ndaki turuncu, soğuk ancak gökyüzünün en parlak yıldızlarından olan Arcturus'a ulaşırsınız. Büyük Ayı Takımyıldızı'na yakın bölgede yaz üçgenini oluşturan üç parlak yıldızı (Vega, Altair ve Deneb) görmek zor değildir. En parlağı Çalgı Takımyıldızı'ndaki Vega olmak üzere üçgenin diğer iki köşesinde Kartal Takımyıldızı'nın en parlağı Altair ve Kuğu Takımyıldızı'nın kuyruğunda parlayan Deneb gökyüzünde kolayca bulunabilir. Kuğu Takımyıldızı'ndaki Albireo (Beta Cygni), gözlemcilerin dikkatini çeken bir çift yıldızdır. 10x50 ölçeğindeki bir dürbün ile çiftin bileşen yıldızları ayrı ayrı görülebilir. Çoğu gözlemciye göre bu çiftin renkleri benzersizdir, yıldızların altın ve safir mavisine yakın renklerde göründüğü söylenir. Kuğu'nun bölgesinde M29 ve M39 açık yıldız kümeleri, Havai Fişek Gökadası ve Pelikan, Hilal ve Peçe bulutsuları gözlemcilerin uğrak yerleridir.

Kuğu'nun hemen yakınında Çalgı Takımyıldızı yer alır. Bu takımyıldızın en parlak yıldızı Vega, gökyüzünde parlayan bir beyaz kandil gibi görünmesinin yanında, astrofizikte parlaklık ve renginin referans alındığı özel öneme sahip bir yıldızdır. Bir dürbün ile bakıldığında Vega ile aynı görüş alanına giren bir ilginç yıldız da Epsilon Lyrae'dır. Bu yıldız, amatör gözlemciler tarafından "çift-çift yıldız" olarak bilinir çünkü iki ayrı çift yıldızdan oluşan dörtlü bir sistemdir. 10 cm çaplı bir teleskopla bu iki çiftin yıldızları ayrı ayrı gözlenebilir. Çalgı Takımyıldızı alanında en çok ziyaret edilen iki derin uzay nesnesi küresel küme M56 ve Yüzük Bulutsusu 'dur (M57).



Herkül Takımyıldızındaki M13 küresel yıldız kümesi



Yay Takımyıldızı'ndaki Lagoon (Deniz Kulağı) Bulutsusu

Yaz üçgeninin yakınında gökyüzünde çok büyük alan kaplayan takımyıldızlardan biri olan Herkül yer alıyor. Bu gezinti alanı, gökyüzü turistlerinin uğrak yerlerinden olan M13 küresel kümesine de ev sahipliği yapıyor. Kuzey Yarımküre'nin en belirgin küresel kümelerinden olan M13, çok karanlık ve Aysız bir gecede çıplak gözle dahi fark edilebiliyor. Eğer bir dürbün veya teleskop kullanılırsa çok sayıda akraba yıldızın yer aldığı birbirine sıkıca bağlı bu yıldız topluluğu detaylıca incelenebilir. M13'ün hemen yakınındaki M92 küresel kümesi de bu alanda gözlenebilecek cisimlerdendir. Herkül ile kafa kafaya duran ve yine



Yaz üçgeni bölgesinde gökadamız

gökyüzünde büyük bir alan kaplayan bu takımyıldız Yılancı veya Ophiuchus olarak bilinir. Yılan Taşıyıcısı olarak da bilinen bu takımyıldız parselinde, Kepler'in Süpernovası (SN 1604), İkiz Jet Bulutsusu ve büyük karanlık bulutsu Barnard 68 yer alır. Yılancı'nın hemen yanında çoğunluğu sönük yıldızlardan oluşan Yılan Takımyıldızı yer alır ki bu alandaki meşhur Kartal Bulutsusu (M16) amatör gözlemcilerin ilgi odağıdır.

Yılancı'dan güneye doğru hareket ettiğinizde Akrep ve Yay takımyıldızları sizleri karşılar. Kalbinde kırmızı süper dev yıldız Antares'i barındıran Akrep, güney ufkunun üzerinde dikkat çeker. Bu alandaki M7 açık kümesi, çıplak gözle parlak bir nokta olarak görünmesine karşın, bir dürbün ile dolunaydan iki kat büyük alana yayılmış olarak gözlenir. Akrep'in doğusunda gökadamızın merkez doğrultuna yakın bölgede bulunan ve çok sayıda derin uzay cismi içeren Yay Takımyıldızı yer alır. Omega Bulutsusu (M17), Üç Boğumlu Bulutsu (M20), M22 ve M28 küresel yıldız kümeleri, bu bölgede gözlenebilecek bazı cisimlerdendir. Akrep ve Yay takımyıldızlarının bulunduğu alan, açık ve karanlık bir gökyüzünde çıplak gözle muhteşem görünmesine karşın, bir dürbün veya küçük çaplı bir teleskopla çok sayıda derin uzay nesnesini gözleyeceğiz sahnelere ev sahipliği yapıyor.

Yaz aylarındaki gözlemlerde, astrofotoğrafçılar için bazı gök cisimleri ön plana çıkar ve sıklıkla film karelerinde yer alırlar. Kartal Bulutsusu (M16), M13 küresel kümesi, Kuzey Amerika ve Pelikan Bulutsuları, Halter Bulutsusu (M27), Omega Bulutsusu (M17), Girdap Gökadası (M51), Yüzük Bulutsusu (M57), Vahşi Ördek Kümesi (M11), Hilal Bulutsusu ve Peçe Bulutsusu bunlardan bazılarıdır.

Bu yazıda, yaz aylarında gökyüzünde dolaşırken karşımıza çıkacak bazı alan ve cisimlere değinmeye çalıştık. Gökyüzü devasa bir sahne ve çok sayıda nesne bulunduruyor. Bu sahneye bakarken görebileceklerimiz olanaklarımızla (göz dışında, dürbün ve farklı çeşit ve boyutlarda teleskoplar) sınırlı olsa da sizleri, çıplak gözle olsa bile, bu serginin tadına varmaya davet ediyoruz. Bugüne kadar bu davete icabet edenlerin önemli bölümü pişman olmadılar ve dahası tekrarlamak için imkânlarını ve açık geceleri kovalıyorlar. Sizler de gökbilim tutkusu virüsünü almaya ne dersiniz!

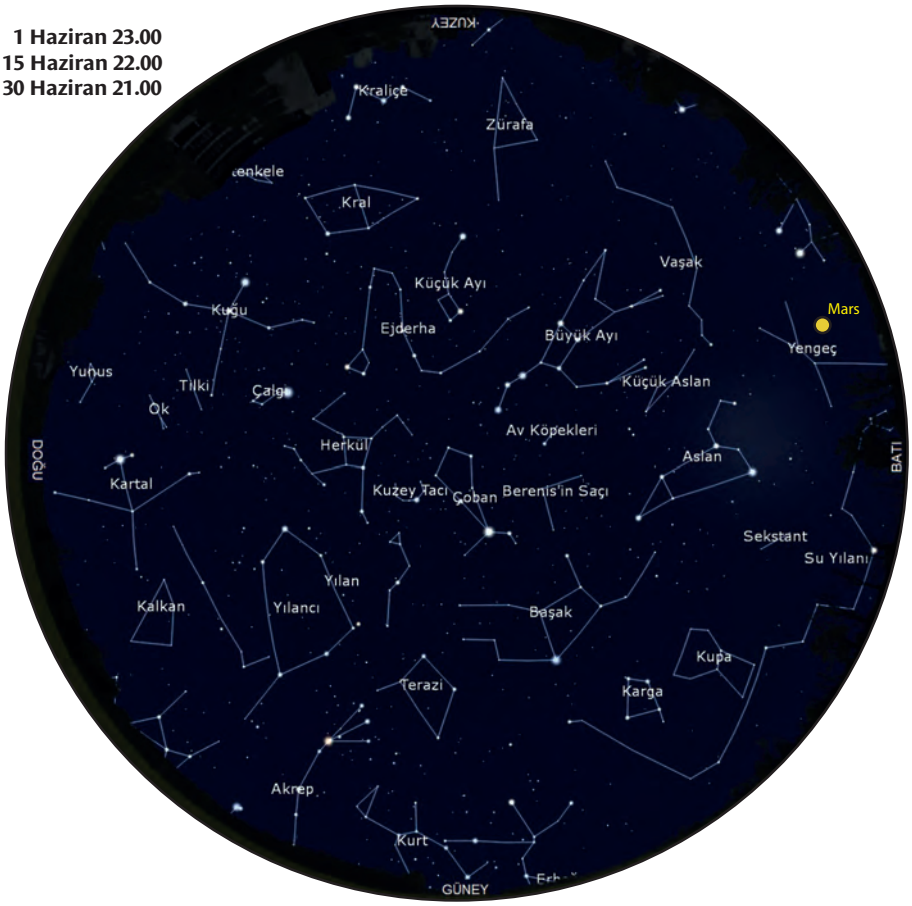
Kaynaklar

https://www.constellation-guide.com/seasonal-constellations/summer-constellations/

https://www.galactic-hunter.com/post/summer-the-15-best-astrophotography-targets

https://astronomy.com/~/media/Files/PDF/Magazine%20articles/Summertime-Observing.pdf

1 Haziran 23.00
15 Haziran 22.00
30 Haziran 21.00



Ayın Önemli Gök Olayları

01 Haziran Ay, Jüpiter ve Satürn gece yarısından sonra doğuda birbirlerine yakın görünümde

08 Haziran Ay Dünya'ya en uzak konumunda (406.200 km)

12 Haziran Ay ve Venüs gün batımından sonra batıda birbirlerine yakın görünümde

13 Haziran Ay ve Mars gün batımından sonra batıda birbirlerine yakın görünümde

21 Haziran Yaz gün dönümü (en uzun gündüz, en kısa gece)

23 Haziran Ay Dünya'ya en yakın konumunda (360.000 km)

28 Haziran Ay, Jüpiter ve Satürn gece yarısından sonra birbirlerine yakın görünümde



14 Haziran günbatımı sonrası batı ufku

Gezegenler

Merkür: Parlaklığı iyice azalmış olan gezegen akşam gökyüzünün batısında olacak ve günler ilerledikçe gökyüzünde Güneş'e yaklaşmaya başlayacak. Ayın ortasından itibaren Güneş'in batısında yer alacak ve ufuktan fazla yükselmeyecek. Parlaklığı hafifçe artmış olsa da ayın son haftası gün doğumundan hemen önce doğu ufkunda temiz bir gökyüzü ve gerekirse bir el dürbünü yardımıyla gözlenebilir.

Venüs: Gün batımından sonra batı ufkunun en parlak gezegeni olarak ay boyunca çok parlak bir şekilde gökyüzünde kalacak. Ay sonuna doğru Mars'a yaklaşmaya başlayacak ve bir saati aşan sürelerle gözlenebilir olacak.

Mars: Gün batımında batı ufkuna yaklaşan gezegen gece yarısından bir saat öncesine kadar gözlenebilir. 13 Haziran akşamı Ay ile güzel bir yakınlaşma gösterecek. Ayın ortasından itibaren Yengeç (Cancer) Takımyıldızı bölgesine girecek ve gözlem süresi kısalmaya devam edecek. Ayın son haftası gezegen gün batımından iki saat sonrasına kadar gözlenebilir olacak.

Jüpiter: Gecenin ikinci yarısının en parlak gezegeni olan Jüpiter gece yarısından bir saat sonra doğudan yükseliyor ve gün doğumuna kadar gökyüzünde kalıyor. Parlaklığını iyice artıran ve Kova (Aquarius) Takımyıldızı bölgesinde bulunan gezegene batısında Satürn ve doğusunda ancak bir teleskopla görülebilecek Neptün eşlik ediyor.

Satürn: Ayın ilk günlerinden itibaren gece yarısında doğacak ve gün doğumuna kadar gökyüzünde kalacak fakat ufuktan fazla yükselmeyecek. Günler ilerledikçe gökyüzünde Güneş'ten uzaklaşacak, gözlem süresi yavaş yavaş uzarken parlaklığı da hafifçe artacak. 28 Haziran'da gün doğumundan önce Ay ve Jüpiter ile yakın görünecek olan gezegen artık gece yarısından önce doğacak.

Düşünme Kulesi

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

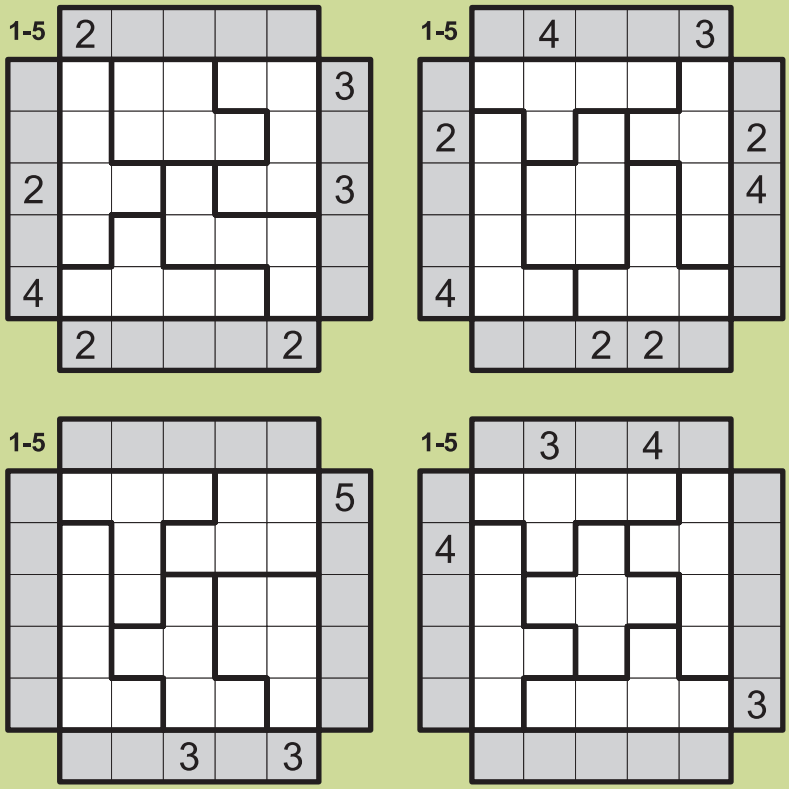
Ayın Oyunu:
Bölgesel Apartmanlar

Bölgesel Apartmanlar Oyun Kuralları

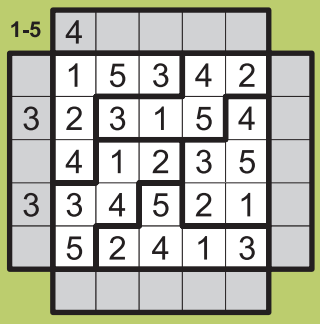
Her bir satır, sütun ve bölgede verilen aralıktaki rakamlar tam olarak bir kez yer alacak şekilde diyagramı doldurun.

Her bir rakam, kat sayısı o rakam kadar olan bir apartmanı temsil etmektedir.

Diyagramın dışındaki sayılar, o yönden bakıldığında daha yüksek apartmanlarca gizlenmeyip görülebilen apartman sayısını vermektedir.

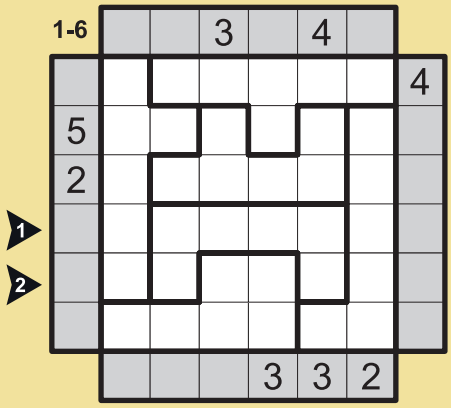


Bölgesel Apartmanlar- Örnek Çözüm



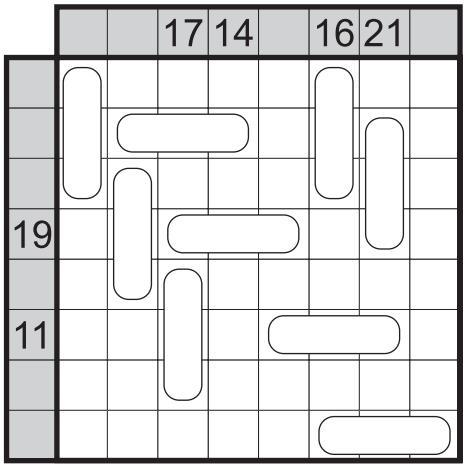
Ödüllü soru

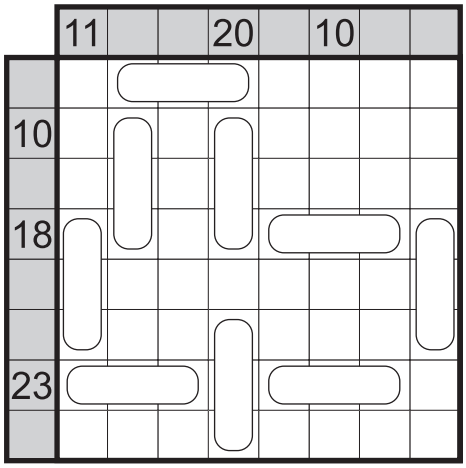
▼ Bölgesel Apartmanlar sorusunu çözüp ok doğrultusundaki içeriği yazarak ad, soyad ve adres bilgileri ile birlikte dusunme.kulesi@tubitak.gov.tr adresine gönderenler arasından çekilişle belirlenecek 10 kişiye TÜBİTAK Popüler Bilim Kitapları tarafından yayımlanmış *Atomaltı Parçacıklar* başlıklı kitap hediye edilecek. Çekiliş sonuçları dergimizin facebook ve twitter hesaplarından önümüzdeki ayın ilk haftasında duyurulacak. Geçen ayın ödüllü Kendoku sorusunu doğru yanıtlayan ve kitap ödülü kazanan okurlarımızın listesi facebook ve twitter hesaplarımız üzerinden duyuruldu.
www.bilimteknik.tubitak.gov.tr



Ok doğrultusundaki içeriği yazın.
Örnek çözümün ilk satırı 15342 şeklinde yazılmalıdır.

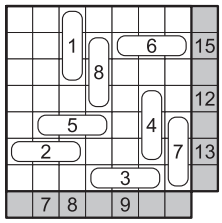
Kapsül: 1'den 9'a (örnek 1'den 8'e) rakamların tümünü diyagramdaki kapsüllere yerleştirin. Diyagramın dışındaki sayılar, o satır veya sütunda görülen kapsüllerin toplamını vermektedir.





Kapsül

Örnek Çözüm



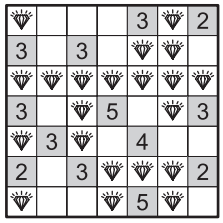
Hazine Avı: Rakamlar çevrelerindeki komşu hücrelerde kaç elmas olduğunu gösteriyor. Diyagramdaki tüm elmasların yerini bulun.

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

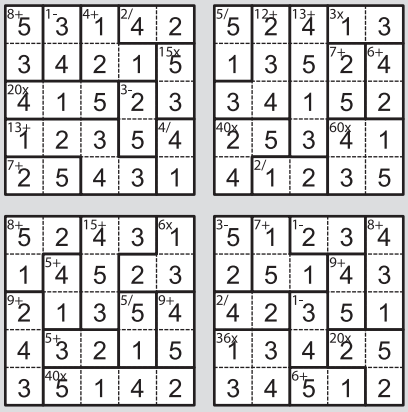
1	2		2			1	
		2				1	1
2			2	1			1
			2		1		
2	2	2				4	
	1						4
		1		2			
1		1			3		2

Hazine Avı

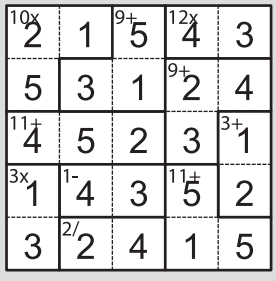
Örnek Çözüm



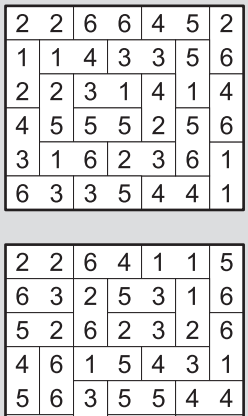
Geçen Sayının Çözümleri



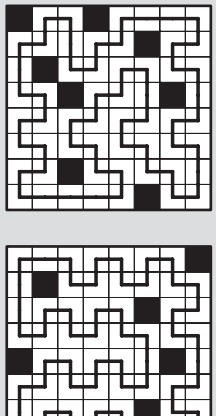
Kendoku



Ödüllü Soru: Kendoku



Domino Avı



Patika

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



Ödüllü Problemler

Sevgili okurlarımız, biliyorsunuz size zaman zaman ödül kazanmış problemlerden örnekler sunuyoruz. Bu yazımızda da öyle yapacağız. Satranç problemi yarışmaları hakkında daha önce bilgi verdiğimiz yazılarımızı kaçırmış olabilecek okurlarımız için bunları hatırlatmakta yarar var:

Kurgu yarışmalarını başlıca iki gruba ayırabiliriz. Birincisi, bir dergide yıl boyunca çıkan bütün problemler, rutin olarak derginin "informal" yarışmasına da katılmış olurlar. Buradaki "informal" kelimesinin "gayri resmi" anlamına geldiği düşünülebilir ama burada daha çok "olağan" gibi bir anlama geldiğini belirtelim. Problem kuran herkes, bu dergilere problem yollayabilir. Ama bu durum o problemin mutlaka yayınlanacağı anlamına gelmez. Problem dergilerinin her bir problem türüne ayrılmış özel bölümleri vardır. Örneğin doğrudan mat problemlerinin, yardımlı mat (helpmate), ters mat (selfmate) problemlerinin ve etütlerin kendi bölümleri vardır ve her bir bölüm kendi editörü tarafından yönetilir. Bir dergiye yollanan problemler ancak bu editörlerin kontrolünden sonra yayınlanabilir. Bu noktada, editörlerin önlerine gelen bir problemi hangi kriterlere göre değerlendirdiği sorusu aklınıza takılabilir. Bu kriterlerden en önemlisi problemin "doğru" (İngilizlerin tercih ettiği kelimeyle "sound") olup olmadığıdır. Editör problemi alternatif anahtar hamleler, dualler açısından titizlikle kontrol eder. Neyse ki problem çözen bilgisayar programları sayesinde "doğruluk" kontrolü artık daha kolay. Alternatif bir anahtar hamle kesin ret nedenidir ve böyle bir durumda problem kurgucusuna bunu düzeltmesi için geri yollanır.

Editör problemin aynısının ya da çok benzerinin geçmişte kurulup kurulmadığını, yani "selefi ya da öncülü" olup olmadığını da kontrol eder. Nadir olmayarak, özellikle minyatür (yedi ya da daha az taşla kurulan) problemler, iki farklı kompozitör tarafından birbirlerinden habersiz olarak farklı zamanlarda (bazen onlarca yıl arayla) kurulmuş olabilir. Editör, bunun farkına varırsa o problem de yayınlanamaz. Problem veri tabanları bu konuda editörlerin önemli bir yardımcısıdır.

Elbette, editör "kalite" açısından da bir eleme yapar. Çok basit ve niteliksiz problemler de editör tarafından reddedilebilir.

Editör kontrolünden geçen problem derginin ilgili bölümünde yayınlanır ve böylece "informal" yarışmaya da katılmış olur. Yıl sonunda, ödül kazanan problemlerin belirlenmesi ise bir "hakem" tarafından yapılır. Hakem, o problem türünü iyi bilen ve otorite kabul edilen kişiler arasından seçilir. "Eserleri" özellikle orijinalite, ekonomi ve estetik açılardan değerlendirir. Çoğu kez aylar, bazen de bir yılı aşan bir değerlendirme süreci sonunda dereceye



giren problemler dergide ilan edilir. Bunlar, en üstten en düşüğe doğru, "Ödül" (Prize), "Şeref Mansiyonu" (Honourable Mention) ya da "Övgü" (Commendation) kazanan problemler olarak sıralanır.

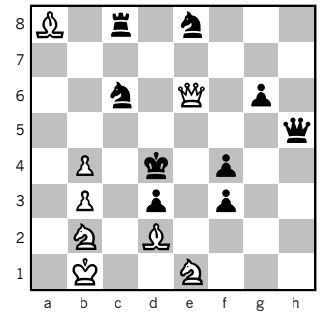
"İnformal" olanlar dışında da birçok yarışma vardır. Ünlü bir kurgucunun anısına ya da ulusal bir gün nedeniyle düzenlenen veya bazı ulusal satranç federasyonları tarafından organize edilen yarışmalar bunlar arasında sayılabilir. Zaman zaman "tematik" turnuvalar da yapılır, bunlar o yarışma için belirlenmiş bir temayı içeren problemlerin katılabildiği yarışmalardır.

Şimdi örneklerimize geçelim.

2019 yılında düzenlenen Gençler Satranç Kompozisyonu Yarışması'na yalnızca 23 yaş altındaki gençler katılabiliyordu. Dolayısıyla bu yarışmanın özellikle genç okurlarımızın ilgisini çekeceğini düşünüyoruz. İki hamlelik problemler kategorisinde hakem ünlü İngiliz kurgucu David Shire idi. Yarışma iki farklı "tema" içermekteydi: Birinci tema, "kendine engel" (self block) fikriydi. İkincisi de taşlardan bir ya da daha fazlasının renginin değiştirilmesiyle farklı bir problemin elde edildiği iki hamlelik bir problem yaratmaktı. Özellikle bu ikinci temanın son derece olağan dışı ve güç olduğunu belirtelim. Yarışmayı 2004 doğumlu Sırp İliya Serafimovic kazandı.
Şimdi onun ikiz problemine bakalım (Diyagram 1):

Diyagram 1

İliya Serafimoviç
Gençler Satranç Kompozisyonu
Yarışması, 2019
Birincilik



a)Beyaz oynar, iki hamlede mat eder.

Çözüm:
1. Aa4! (tehdit: 2. Fc3 mat)

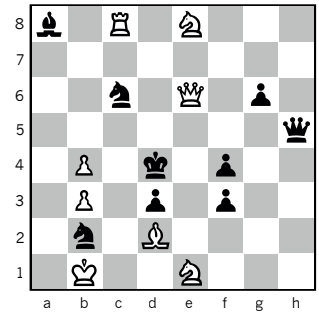
a) 1…Ac6~ 2. Ve4 mat;
b) 1…Ae5! 2. Vd5 mat;
c) 1…Ve5 2. Vc4 mat;
d) 1…Vc5 2….Axf3 mat.

İrdeleme: Siyahın c6'daki atının yaptığı herhangi bir hamle a8'deki beyaz filin e4'ü denetlemesine imkân veriyor. Buna "genel hata" deniyor. Beyaz, "a" varyantında bu genel hatadan yararlanarak 2. Ve4 ile mat ediyor. Siyah, "b" varyantında genel hatayı telafi eden 1…Ae5 hamlesini yapıyor, buna "düzeltme" deniyor. Ama at bu kez de h5'teki siyah vezire engel olunca 2. Vd5 ile mat mümkün oluyor.

Güzel bir ayrıntı 1. Ad1? denemesi. Bu da problemi çözüyormuş gibi görünüyor ama 1…Axb4! var.

Şimdi gelelim bu problemin ikizine (Diyagram 2):

Diyagram 2



b) Beyaz oynar, iki hamlede mat eder.

Bu diyagramda a8'deki filin, c8'deki kalenin, e8'deki atın ve b2'deki atın renk değiştirdiğini görüyoruz.

Çözüm:
1. Af6! (tehdit 2. Ve4 mat)

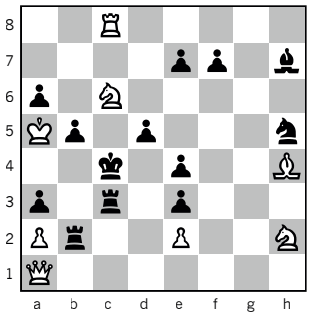
a) 1…Ac6~ 2. Fc3 mat;
b) 1…Ae5! 2. Va6 mat;
c) 1…Vd5 2. Vxd5 mat;
d) 1…Vf5 2. Axf3 mat;
e) 1…Ve5 2. Axf3 mat.

Burada da, ilk ikizde olduğu gibi "a" ve "b"

varyantlarında siyahın düzeltme hamlelerine tanık oluyoruz. Diyagramlar arasındaki radikal değişikliğe rağmen tematik bir bütünlük sağlanmış olması gerçekten dikkate değer.

Sonraki iki örneğimiz internette www.superproblem.ru adresi üzerinden yayınlanan *"Superproblem"* dergisinin 2020 informal turnuvasından (Diyagram 3):

Diyagram 3
Aleksandr Şpakovski
Superproblem, 2020
İkincilik Ödülü



Beyaz oynar, üç hamlede mat eder.

Çözüm:

1.Ag4!
a) 1... ~ 2.Age5 (a)+ Şc5 3.Fxe7(b) mat;
b) 1...Şc5 2.Fxe7(b)+ Şc4 3.Age5 (a) mat;
c) 1...Af6 2.Axe7+ Şd4 3.Fxf6 mat;
d) 1...f6 2.Ad8+! Şd4 3.Ae6 mat;
e) 1...Kc~? 2.Ab4+! Şd4 3.Ac2 mat;
f) 1...Kc1! 2.Vxc1+ Kc2 3.Vxc2 mat.

İlk başta dağınık içerikli bir problem gibi gözüküyor. Ama dikkatlice bakıldığında varyantların ikişerli gruplar arasında kendi aralarında tematik bir bütünlük oluşturduğunu görüyoruz.

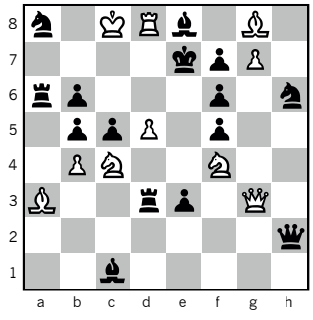
Örneğin, "a" ve "b" varyantlarında beyazın ikinci ve üçüncü hamleleri kendi aralarında yer değiştirmiş. "c" ve "d" varyantlarında siyahın aynı kare (f6) üzerine oynayarak yaptığı savunma hamleleri var. "e" varyantında c3'teki kalenin yapabileceği herhangi bir hamle (biri hariç) c2 karesinin denetimini bırakıyor, beyaz da bundan yararlanarak mat ediyor (3. Ac2 mat). Siyah, "f" varyantında bu genel hatayı içermeyen bir düzeltme hamlesi (1... Kc1!) yapsa da bu farklı bir zayıflığa yol açıyor ve beyaz 3. Vc2 ile mat ediyor.

Sonraki örneğimiz Ukrayna'da yayınlanan



Problemist Ukraine dergisinin 2020 informal turnuvasından (Diyagram 4):

Diyagram 4
P. Novitzki, E. Trahtman
Problemist Ukraine, 2020
Birincilik Ödülü



Beyaz oynar, üç hamlede mat eder.

Günümüzde "ortak yapım" problemlere sık rastlanıyor. İki, bazen de üç, hatta dört kurgucu yeteneklerini birleştirip burada olduğu gibi bir başyapıtla ortaya çıkıyorlar.

Çözüm:
1. bxc5 (tehdit: 2. d6+ Kxd6 3. cxd6 mat)
a) 1...bxc5 2. Fxc5+ Kd6 3. Fxd6 mat;
b) 1...Fd7+ 2. Kxd7+ 3. Şe8 3. Ad6 mat;
c) 1...Vd2 2. Ag6+ fxg6 3. Vd6 mat;
d)1...Fxa3 2. Vxe3+ Kxe3 3. d6 mat;
e)1...Kxd5 2. Axd5 Şe6 3. Kd6 mat.

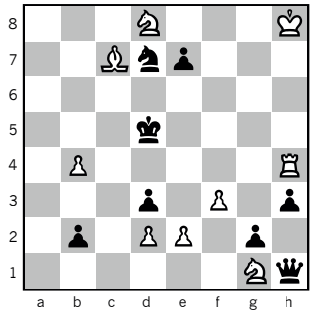
Beyazın, tehdit varyantı da dâhil, her seferinde aynı kareye farklı bir taşı oynayarak mat ettiği bir problem. Mutlaka yüksek kurgusal yetenek istiyor. Okurlarımızın problemin mekanizmasını incelemesini kuvvetle öneririz. Siyahın farklı savunmaları nasıl oluyor da beyazı farklı devam yollarına zorluyor? Özellikle bu sorunun cevabı aranmalı. Problemlerin ancak böyle tam olarak tadına varılabilir...



Ayın Soruları

Ayın soruları tabii ki ödül kazanmış problemler. İlki yine *Problemist Ukraine* dergisinin 2020 informal turnuvasından (Diyagram 5):

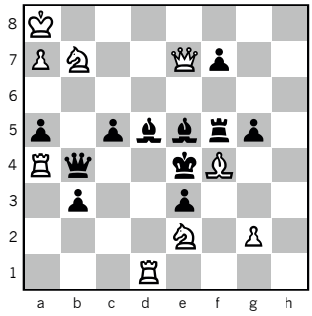
Diyagram 5
İgor Yarmanov
Problemist Ukraine, 2020
Dördüncülük Ödülü



Beyaz oynar, sekiz hamlede mat eder.

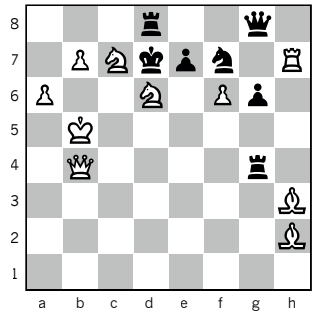
Diğer iki örneğimiz ise iki hamlelik problemleriyle ünlü İtalyan Alberto Mari'nin (1882-1953) birincilik ödülü kazanmış iki problemi.

Diyagram 6
Alberto Mari
Good Companion, 1924
Birincilik Ödülü



Beyaz oynar, iki hamlede mat eder.

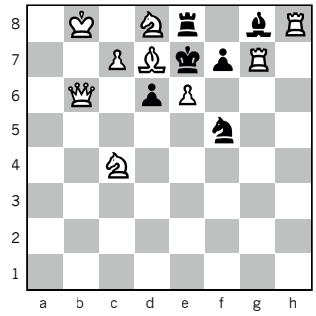
Diyagram 7
Alberto Mari
Bristol Times and Mirror, 1930
Birincilik Ödülü



Beyaz oynar, iki hamlede mat eder.

Geçen Ay Sorulan Problemlerin Çözümleri

Diyagram 8
Samuel Leites
Shakmaty v SSSR, 1946
Birincilik Ödülü



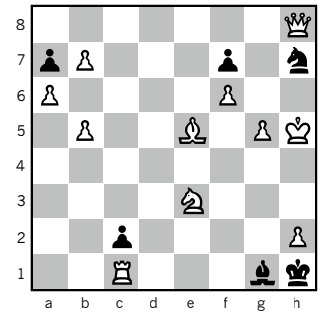
Beyaz oynar, iki hamlede mat eder.

Çözüm:

1. e6xf7! *Zugzwang*
a)1...Şe7-f6 2. f7xe8=A mat;
b) 1...Şe7-f8 2. f7xg8=V mat;
c) 1...Şe7xd7 2. f8=A mat;
d) 1...Ke8xd8+ 2. c7xd8=V mat;
e) 1...Ke8-f8 2. f7xg8=A mat;
f) 1...Fg8-h7 2. f8=V mat;
g) 1...d6-d5 2. f7xe8=V mat;
h) 1...Fg8xf7 2. Kg7xf7 mat;
i) 1...A~ 2. Vb6xd6 mat.

Terfi konusunun en üst düzeyde ele alındığı çok zengin bir problem. Bütün varyantları ayrı ayrı incelemekte yarar var.

Diyagram 9
Erich Zepler
British Chess Magazine, 1941



Beyaz oynar, üç hamlede mat eder.

Çözüm:

1. b8=A! *Zugzwang*
a) 1...Axf6+ 2. Fxf6 Şxh2 3. Şg4 mat;
b) 1...Axg5 2. Vg7/8 A~ 3. Vg2 mat.
c) 1...Af8 2. Ad7! A~ 3. Va8 mat.

Beyaz, *zugzwang* durumunu korumak zorunda; boş hamle yapabileceği tek taşı b7'deki piyon. Piyonun sekizinci yataya geldikten sonra terfi edeceği taşın seçimi çok kritik. Örneğin 1. b8=F/V? Axf6+! 2. Fxf6 pat; ya da 1. b8=K? Af8! Ve beyaz üçüncü hamlede mat edemez. O nedenle beyazın durumuna zarar vermeyen tek terfi 1. b8=A!. Problemin bütün güzelliği işte bu deneme hamlelerinde gizli.

Zekâ Oyunları

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

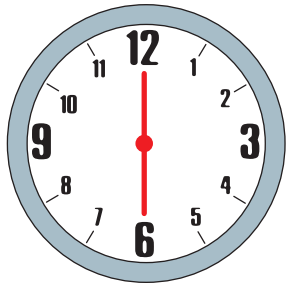
Göz Aldanması

Bu resimde ne görüyorsunuz?



Kelebekler.

Akrep Yelkovan

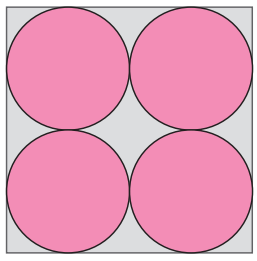


Akrep ve yelkovanı aynı uzunlukta ve aynı renkte olan bir duvar saatiniz var. Bir saatlik bir süre içinde saate bakıp da saatin kaç olduğunu anlayamayacağınız anların sayısı kaçtır?

Karede 5 Daire

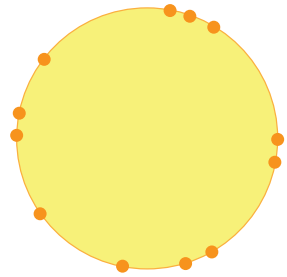
Bir adet birim kare içine beş eşit daire sığdırmak istiyorsunuz.
Bu dairelerin çapı en fazla kaç olabilir?

Soru dört eşit daire için sorulsaydı cevap 0,5 birim olurdu.



12 Nokta

Çember üzerindeki 12 noktayı uygun biçimde birbirleriyle bağlayarak bir eşkenar üçgen, bir kare ve bir düzgün beşgen oluşturunuz.



▶ Noktaların tümü birer kez kullanılacak.
▶ Noktalar şekillerin köşelerini oluşturacak.

Zaman Bilgisi

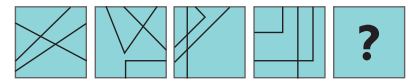
29 Mayıs 2021 Saat 15.09 zaman bilgisi "29/05/21-15.09" biçiminde yazıldığında her rakamın tam olarak ikişer kez kullanıldığı görülür.

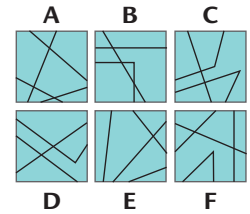
Herhangi bir yüzyılda aynı özelliğe sahip ilk ve son tarihler hangileridir?

Not: Saat bilgileri 24 saatlik sisteme göre 00.00-23.59 aralığında olmalıdır.

Soru İşareti

Soru işaretinin yerine hangi şekil gelecek?





Ağaçlar

Bahçedeki ağaç sayısı ile ilgili dört tahmin yapılmıştır: 29, 31, 36 ve 40. Bu tahminlerin hiçbiri doğru çıkmamıştır. Tahminlerdeki hatalar 1, 4, 5 ve 6 olduğuna göre bahçedeki ağaç sayısını bulunuz.

Dört Çubuk Beş Kare



M harfine benzeyen dört çubuğu bir araya getirerek beş eşit kare alanı oluşturunuz.

▶ Çubuklar üst üste konamaz.

Oyun Puanları

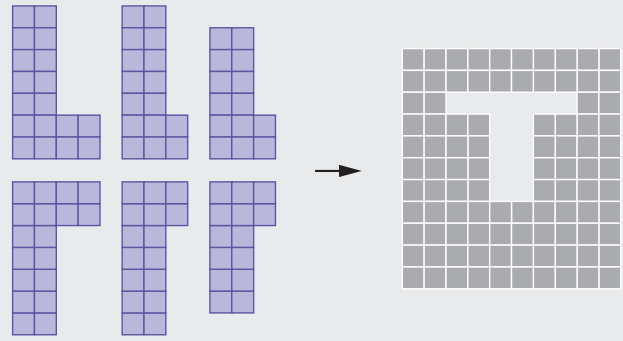
Arda, Berk ve Can'ın bir bilgisayar oyununda aldıkları puanlarla ilgili şu bilgiler bilinmektedir.

► Puanlar pozitif tam sayılardır.
► Arda'nın puanı diğer ikisinin toplamının üçte birinden büyük, ortalamasından küçüktür.
► Üçünün toplam puanı 25'ten küçüktür.
► Can'ın aldığı puan Berk'in puanının karesidir.

Her birinin aldığı puanları bulunuz.

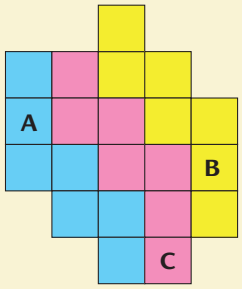
Altı "L"

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



Geçen Sayının Çözümleri

Soru İşareti



Ardışık Sayılar

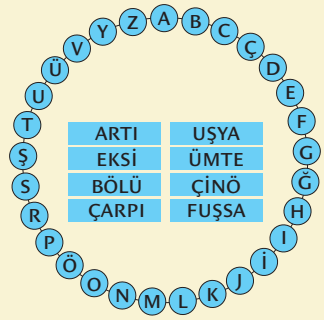
15
15=7+8
15=4+5+6
15=1+2+3+4+5

Soru İşareti -1

Lİ gelecek.
birLİ, ikiLİ, üçLÜ, dörtlLÜ beşLİ, altıLI, yediLİ,…

Kodlama

FUŞSA olarak kodlanır.
Sesli harfler kendinden 2 önceki sesli harfle, sessiz harfler kendinden 2 sonraki sessiz harfle değiştiriliyor.



Eşyalar



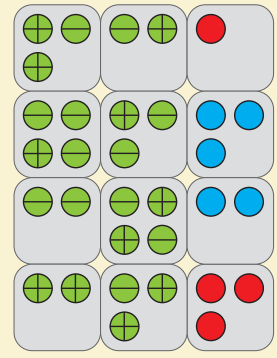
Yazı-Tura

10 dakika sürmesi beklenir.
Art arda 6 yazı gelme olasılığı 1/64'tür. Her tura geldiğinde işlem yeniden başladığı için 32x1+16x2+8x3+4x4+2x5+1x6=120 işlem olması beklenir.
120x5=600 saniye=10 dakika

Soru İşareti -2

B
İlk iki sütundaki "+" ve "-" bulunan topların farkı alınıyor. Sonuç artı çıkarsa o kadar sayıda kırmızı top, eksi çıkarsa o kadar sayıda mavi top kullanılıyor.

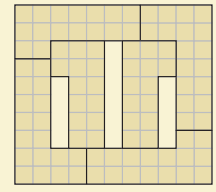
Sayı gösterimleri aşağıdaki biçimde yapılıyor:
1 2
3 4



Kardeşler

Toplam 7 kardeşler.
4 Kız, 3 Erkek.
Kız ve erkek kardeşler yaş sıralarına göre şöyle sıralanabilir:
K, SUNA, K, K
E, CAN, E

Altı "L"



Yayın Dünyası

İlay Çelik Sezer [*TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi*



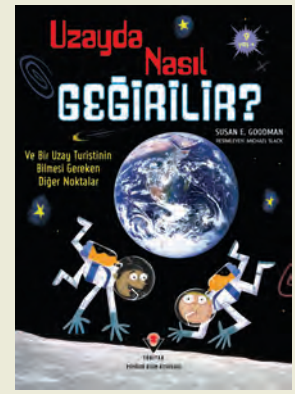
Üç ve Dört Boyutlu Düzgün ve Yarı Düzgün Geometrik Şekiller

Metin Arık, Mustafa Sancak, Tekin Dereli

TÜBİTAK Popüler Bilim Kitapları,
Yetişkin Kitaplığı, 2021

Üç boyutlu düzgün ve yarı düzgün geometrik şekiller binlerce yıl öncesinden Platon ve Arşimet şekilleri olarak bilinir. Geçen zaman içinde bu şekiller üzerinde yapılan bilimsel çalışmaları ve yazarların ortaya çıkardığı yeni bulguları bu kitapta göreceksiniz.

Kitapta ayrıca şekiller tek tek incelenmiş ve birlikte kullanımlarının özellikleri de renkli görsel malzemelerle anlatılmıştır.

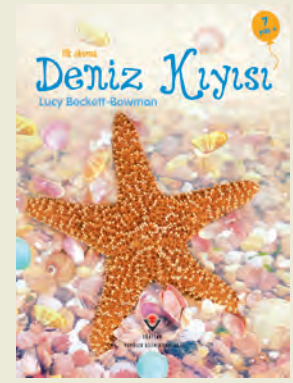


Uzayda Nasıl Geğirilir?

Susan E. Goodman,
Michael Slack
Çeviri: Ahmet Coşkun

TÜBİTAK Popüler Bilim Kitapları,
9yaş +, 2021 (2. Basım)

Uzayda portakal suyunu gerçekten de Çinlilerin kullandığı yemek çubuklarıyla içebilir misiniz? Uzay tuvaletine düşmekten nasıl kurtulursunuz? Gözleriniz kapalıyken neler görebilirsiniz? Ve en önemlisi uzayda nasıl geğirirsiniz? Astronotlar uzayda geğirebilmeyi nasıl öğrendiler?



İlk Okuma - Deniz Kıyısı

Lucy Beckett-Bowman
Çeviri: İlay Çelik

TÜBİTAK Popüler Bilim Kitapları,
7yaş +, 2020 (4. Basım)

Hangi balık suyun dışında soluk alıp verebilir? Neden bazı yengeçler başka hayvanların kabuklarının içinde yaşamak zorundadır?

Bu soruların cevaplarını ve deniz canlıları hakkında daha pek çok bilgiyi bu kitapta bulacaksınız.