TÜBİTAK

Bilim ve Teknik

Aylık Popüler Bilim Dergisi Mart 2021 Yıl 54 Sayı 640 - 7 TL

Yüz Tanıma Teknolojisi

Toplum 5.0

Millî Uzay Programı

Kablosuz Haberleşme

Artırılmış, Sanal ve Karma Gerçeklik

ÖZEL EK
Kitapçık
İstiklal Marşı

ISSN 1300338001

"Benim mânevi mirasım ilim ve akıldır"
Mustafa Kemal Atatürk

Bilim ve Teknik
Aylık Popüler Bilim Dergisi
Yıl 54 Sayı 640
Mart 2021

İmtiyaz Sahibi
TÜBİTAK Adına Başkan
Prof. Dr. Hasan Mandal

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

Yayın Yönetmeni - Editör
Dr. Özlem Kılıç Ekici
bteknik@tubitak.gov.tr

Yayın Danışma Kurulu
Prof. Dr. Emine Adadan
Prof. Dr. Elif Damla Arısan
Doç. Dr. Rukiye Dilli
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 19.02.2021

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.



Bilimsel bilgi ve teknoloji üretmenin bir ülke için ne kadar değerli olduğunu toplumun her kesimine anlatmak amacıyla her yıl 8-14 Mart arası "Bilim ve Teknoloji Haftası" olarak kutlanıyor. Ayrıca, 14 Mart Dünya Matematik Günü'nü, 14 Mart Tıp Bayramı'nı ve 8 Mart Dünya Kadınlar Günü'nü de unutmuyor, matematikçilerimizin, sağlık emekçilerimizin ve tüm kadınlarımızın bu anlamlı günlerini en içten dileklerimizle kutluyoruz.

Bu ay Çanakkale Zaferi'nin 106. yılını ve İstiklal Marşımızın kabul edilişinin 100. yıl dönümünü kutluyoruz. 2021 yılı "İstiklal Marşı Yılı" olarak ilan edildi. Biz de bu anlamlı yıla çok özel bir kitapçıkla katkı sağlıyoruz. "İstiklal Marşı'nın Öyküsü" kitapçığını yürekleri vatan ve bayrak sevgisiyle atan tüm okurlarımıza armağan ediyoruz. Bu toprakları vatan yapan tüm şehitlerimizi ve Millî Mücadelemizin bütün kahramanlarını rahmet, minnet ve saygıyla anıyoruz.

"Bilim ve Teknoloji Haftası"nın anlam ve önemini vurgulamak amacıyla bu sayımızın içeriğinde daha çok teknoloji ağırlıklı yazılara yer verdik. Bunlardan bir tanesi kişi tanıma ve doğrulama, özellikle de yüz tanıma amacıyla geliştirilen ve yaygın olarak kullanılmaya başlanan biyometrik sistemlerle ilgili. Tuncay Baydemir "Yüz Tanıma Teknolojisi ve Etik Değerlendirmeler" başlıklı yazısında bu teknolojiyi etik unsurları da irdeleyerek detaylı bir şekilde ele alıyor. Son yıllarda, dijital dönüşümle birlikte yapay zekâ, artırılmış gerçeklik, nesnelerin interneti ve büyük veri gibi teknolojik unsurlar yaygınlaşarak gündelik hayatlarımızı farklılaştırmaya başladı. Fahrettin Öztürk ve Elvan Ateş yazılarında insan odaklı bir yaklaşımla geliştirilen Toplum 5.0 dijital dönüşüm anlayışından bahsediyor. Burak Şişman da artırılmış, sanal ve karma gerçeklik kavramlarına ve uygulamalarına değiniyor.

Özlem Ak, özellikle kablosuz haberleşme konusunda üstün çalışmaları nedeniyle mühendislik alanında TÜBİTAK Teşvik Ödülü alan Prof. Dr. Sinem Çöleri ile yaptığı söyleşi sonrası hazırladığı yazıda, bu başarının altında yatan hayat öyküsüne ve bilimsel çalışmalara yer veriyor. Yazarımız önümüzdeki sayıda COVID-19 ile ilgili son gelişmeleri takip ettiği yazı dizisine kaldığı yerden devam edecek. İlay Çelik Sezer bu ayki yazısında küresel ısınma konusuna vurgu yapıyor. Mahir Ocak ise fiziği derinden etkileyen kadın matematikçi Emmy Noether'in çalışmalarını anlatıyor. Bilim Çizgi köşemizde de ülkemizdeki astronomi çalışmalarına önemli katkılar sağlayan ünlü bilim insanımız Prof. Dr. Nüzhet Gökdoğan'ı ele alıyoruz. "Türkiye'nin Uzay Çalışmalarındaki Yol Haritası Açıklandı" ve "Ülkemizde Geliştirilen Yerli ve Milli Teknolojiler: MİLGEM, İlk Cep Uydusu, Sürücüsüz Elektrikli Otobüs, Sonda Roketi, Radyasyon Ölçer ve Isıl Pil Teknolojisi" 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.

Sağlıcakla ve bilimle kalın... Unutmayın #bilimokuyanbilir!

Saygılarımızla,
Özlem Kılıç Ekici

İçindekiler

14

Türkiye'nin Uzay Çalışmalarındaki Yol Haritası Açıklandı

Özlem Kılıç Ekici

Milli Uzay Programı'nın hedefleri ve amaçları arasında ülkemizdeki uzay teknolojileri alanının ve uzay çalışmaları için gerekli altyapının geliştirilmesi ve Türkiye'nin bu alandaki dışa bağımlılığının azaltılması yer alıyor.

30

İnsanlık Yararına Teknolojik Dönüşüm: Toplum: 5.0

Fahrettin Öztürk, Elvan Ateş

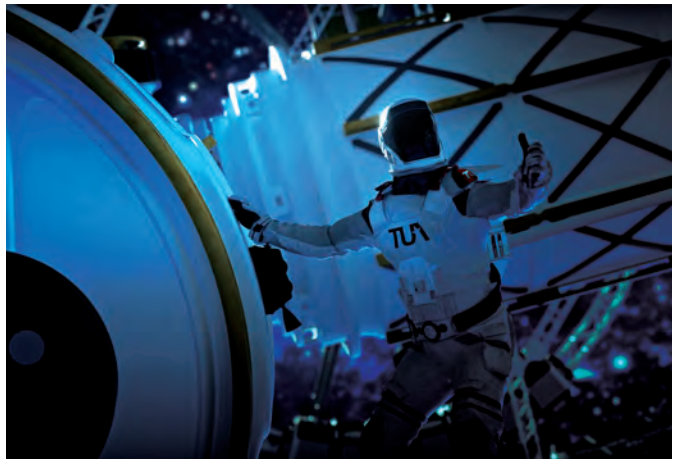
Toplum 5.0 yapay zekânın kullanımı ile insanlığa bilgi işleme ve yorumlamada önemli avantajlar sunacak, robotik ile üretimde tam otomasyonu sağlayabilecek. Toplum 5.0'ın etki alanının ne kadar geniş olacağı ve toplumların bu değişime hazır olup olmadığı detaylı bir inceleme gerektiriyor.

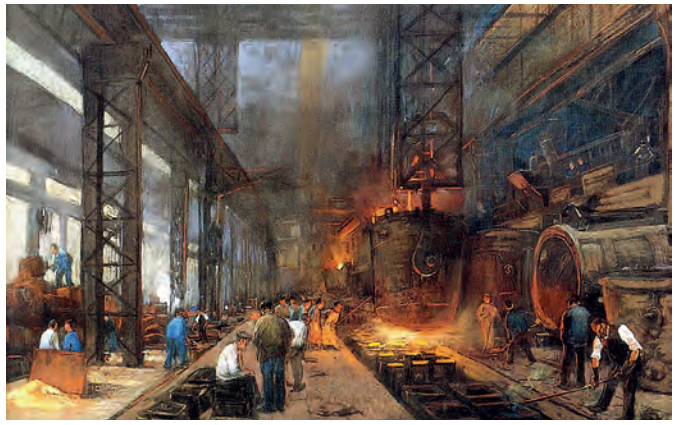
44

Yüz Tanıma Teknolojisi ve Etik Değerlendirmeler

Tuncay Baydemir

Yüz tanıma teknolojisinin etik boyutuna yönelik her geçen gün yeni adımlar atılıyor. Tüm paydaşlar tarafından kabul görecek kurallarla birlikte yüz tanıma teknolojisinin doğru şekilde geliştirilmesi, doğru amaçlarla kullanılması ve bu sayede topluma daha fazla katkıda bulunması bekleniyor.







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

6
Haberler

17
Türkiye'nin İlk Uzay ve Havacılık Temalı Merkezi
Ayşenur Okatan

18
Küresel Isınmada 2 °C Hedefine Ulaşmak
İlay Çelik Sezer

20
Kablosuz Haberleşme Ödül Getirdi: Mühendislik Bilimleri Alanında TÜBİTAK Teşvik Ödüllerinden Biri Prof. Dr. Sinem Çöleri'ye
Özlem Ak

"Telekomünikasyon alanında kablosuz sensör ağları, makineler arası kablosuz haberleşme ve araç haberleşmesi konularındaki uluslararası düzeyde üstün nitelikli çalışmaları" nedeniyle mühendislik alanında TÜBİTAK Teşvik Ödülü alan Prof. Dr. Sinem Çöleri ile hayatı ve başarılı çalışmaları üzerine bir röportaj gerçekleştirdik.

28
Bilim Çizgi
Nüzhet Gökdoğan
Sinancan Kara

40
Tekno-Yaşam
Gürkan Caner Birer

56
Merak Ettikleriniz
Mesut Erol

58
Bilim Kurgudan Gerçeğe: Artırılmış Gerçeklik, Sanal Gerçeklik ve Karma Gerçeklik
Burak Şişman

Son yıllarda popülerliği giderek artan ve gelişimleri süren artırılmış gerçeklik, sanal gerçeklik ve karma gerçeklik teknolojilerinin hayal ürünü olmaktan çıkıp somut çevremize entegre edilerek belki de gündelik hayatımızın bir parçası olması hiç de uzak görünmüyor.

66
Emmy Noether – Fiziği Derinden Etkileyen Matematikçi
Mahir E. Ocak

Yirminci yüzyılın en büyük matematikçilerinden biri olan Emmy Noether, kadınların akademik hayatta kendine bir yer edinmesinin hatta eğitim almasının bile çok zor olduğu bir dönemde yaşamıştı. Ancak kısa ömründe sadece matematiğe önemli katkılar yapmakla kalmadı, fiziğin gelişimine de yön verdi.

74
Ülkemizde Geliştirilen Yerli ve Milli Teknolojiler:
Millî Gemi Projesi, İlk Cep Uydusu "Grizu-263A", Sürücüsüz Elektrikli Otobüs "Atak Electric", İlk Yerli Sonda Roketi, Atom Altı Parçacıkları Sayan Radyasyon Ölçer, Isıl Pil Teknolojisi
Özlem Kılıç Ekici

78
Bilim Tarihinden Notlar:
Yer-Güneş Merkezli Gökbilim Kuramı
Hüseyin Gazi Topdemir

82
Doğa - Fauna
Çekiç Başlı Köpekbalığı
Bülent Gözcelioğlu

84
Gökyüzü
Faruk Soydugan

88
Düşünme Kulesi
Ferhat Çalapkulu

90
Satranç
Kıvanç Çefle

93
Ayın Sorusu
(*Matematik*)
Azer Kerimov

94
Zekâ Oyunları
Emrehan Halıcı

96
Yayın Dünyası
İlay Çelik Sezer

ÖZEL EK KİTAPÇIK – İstiklal Marşı'nın Öyküsü
Özlem Kılıç Ekici,
Sinancan Kara,
Nurulhude Baykal,
Hüseyin Diker

İstiklal Marşı'nın kabulünün 100. yıl dönümü olan 2021 "İstiklal Marşı Yılı" olarak kutlanacak. TÜBİTAK *Bilim ve Teknik* dergisi de bu anlamlı yıla çok özel bir kitapçıkla katkı sağlıyor. Bu kitapçıkta İstiklal Marşı'nın çizgi öyküsüne ve şiirin yazılışından kabulüne, bestelenmesinden kıta kıta anlamına kadar çok önemli bilgilere yer veriliyor.



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.

"Geleneksel hâle gelen *Bilim ve Teknik*"

Merhaba,

Sizinle 2020 yılının başında kaybettiğimiz eniştem Yaşar Açıkmeşe sayesinde çok küçük yaşlarda tanıştım. Kendisinin sizin TÜBİTAK dergilerinizle dolu kocaman kitaplığı benim ziyaretlerimde hep ilgi odağım olurdu. Özellikle bilimsel posterleriniz. Benim de doğum tarihim olan 1990 yılındaki bütün sayılarınızı tek bir cilt altında toplatmış ve sizle olan serüvenine başlamıştı. Her yeni bilgiyi severek bizlerle paylaşan bilgi kütüphanesi dediğimiz bir adamdı. Onun size ve bilime olan ilgisi bizlerin de sizlerle buluşmasına önayak oldu. Geleneksel hâle gelen *Bilim ve Teknik* dergisinin her sayısını sevgili ablam ve yeğenlerim almaya devam ediyorlar. Her yeni sayınızla bilgi hazinelerimiz gelişiyor.

Emeklerinize olan saygım sonsuz... Her ay yeni sayılarınızda görüşmek dileğiyle.

Esma Özcan

"Çok faydalı bilgiler kattı"

Merhaba,

Bilim ve Teknik dergisini severek okuyorum. Her ay bir sonraki sayının gelmesini iple çekiyorum. Aslında benim dergi serüvenim *Bilim Çocuk* dergisi ile başladı. Üçüncü sınıftayken ilk kez rafta gördüğüm günden beri büyük bir ilgiyle okuyorum. *Bilim Çocuk* bana çok faydalı bilgiler kattı. Öğrendiğim bilgilerden hâlâ günlük hayatta faydalanıyorum. Şu an 12. sınıftayım ve *Bilim ve Teknik* dergisini okuyorum. Lise derslerimde öğrendiğim bazı bilgileri dergide görünce çok seviniyorum.

Bilim ve Teknik ailesine ve dergiyi okuyan güzel kalpli insanlara sevgilerimle.

Serra Baysal,
Halil Kale Fen Lisesi

“Severek okuduğum ve çok sevdiğim *Bilim ve Teknik* dergisi”

Merhaba,

Bilim ve Teknik dergisini *Bilim Çocuk* dergisiyle birlikte elime alıp okumamı sağlayan Selahaddin Eyyubi Acaroğlu hocam sayesinde bir önceki sayıda olan bölümleri de okuyup bilgilerimi tazelemiş oldum. COVID-19 salgını başladıktan sonra *Bilim Çocuk* dergimi okurken annemin elinde duran *Bilim ve Teknik*'i gördüm. Annem okuduktan sonra kapak resmini inceleyip sayfaları karıştırmaya başladım. Bir bölümünü okuduktan sonra çok beğendim ve keyifle bitirdim.

Bir sonraki sayısını sabırsızlıkla bekliyorum.

Rümeysa Özgül

“Her sayfasını zevkle okuyorum”

Merhaba,

Kendime rol model aldığım bir doktorun takip ettiğini öğrenmemle benim de *Bilim ve Teknik* ailesine katılmam bir oldu diyebilirim. İyi ki de katılmışım. Her ayın başını iple çekiyorum. Derginin her sayfasını zevkle okuyor, yeni gelişmeleri takip etmeye bayılıyorum. Bu güzel çalışmalarınız ve bana kattığınız her şey için teşekkür ederim.

Halime Kübra Şahin,
Pamukkale Üniversitesi, Tıp Fakültesi, 4. Sınıf Öğrencisi

“Bilgileri okudukça heyecanlandım”

Merhaba,

Ben ailenizle daha yeni tanıştım. Bu benim ilk *Bilim ve Teknik* dergim ve iyi ki almışım diyorum. Bilgileri okudukça heyecanlandım, heyecanlandıkça okuma hevesim arttı. Abone olduğum için artık dergi her ay gelecek. Ve ben her zaman daha da mutlu olacağım. Derginin içindeki COVID-19, plastikler, gemiler ve diğer bütün yazıları tam anlamıyla çok sevdim. Özellikle gemilerle ilgili kısmı çok beğendim.

Sana, seni hazırlayanlara, TÜBİTAK'a çok teşekkür ederim. Sınav zamanlarımda seni okumam kafamı dağıttı. Gelecek sayıyı heyecanla bekleyeceğim.

Nazlı Gülen,
AKA Koleji, 5-B Sınıfı Öğrencisi

“Bilimle bir araya getirdiğiniz için...”

Merhaba,

Önceleri *Bilim Çocuk* dergisini alıp kardeşimle beraber okurdum. Liseye geçince *Bilim ve Teknik* okumaya başladım. Şu an öğrendiğim bütün bilimsel bilgilerimin ve merakımın temelini oluşturdu diyebilirim. Ayrıca bana bilimsel makale yazmamda öncülük etti ve daha çok araştırmamı sağladı. Şu an üniversiteye geçtim ve hâlâ alıp okuyorum. Bilimsel yazılarınızdan esinlenerek araştırmalar yapıp kendim yazıyorum ve bu beni inanılmaz geliştiriyor. İleride akademisyen olmak istiyorum ve derginizin bu yolda bana katkıları asla yadsınamaz.

Beni bilimle bir araya getirdiğiniz için sizlere çok minnettarım. *Bilim ve Teknik*'le daha nice yıllara!

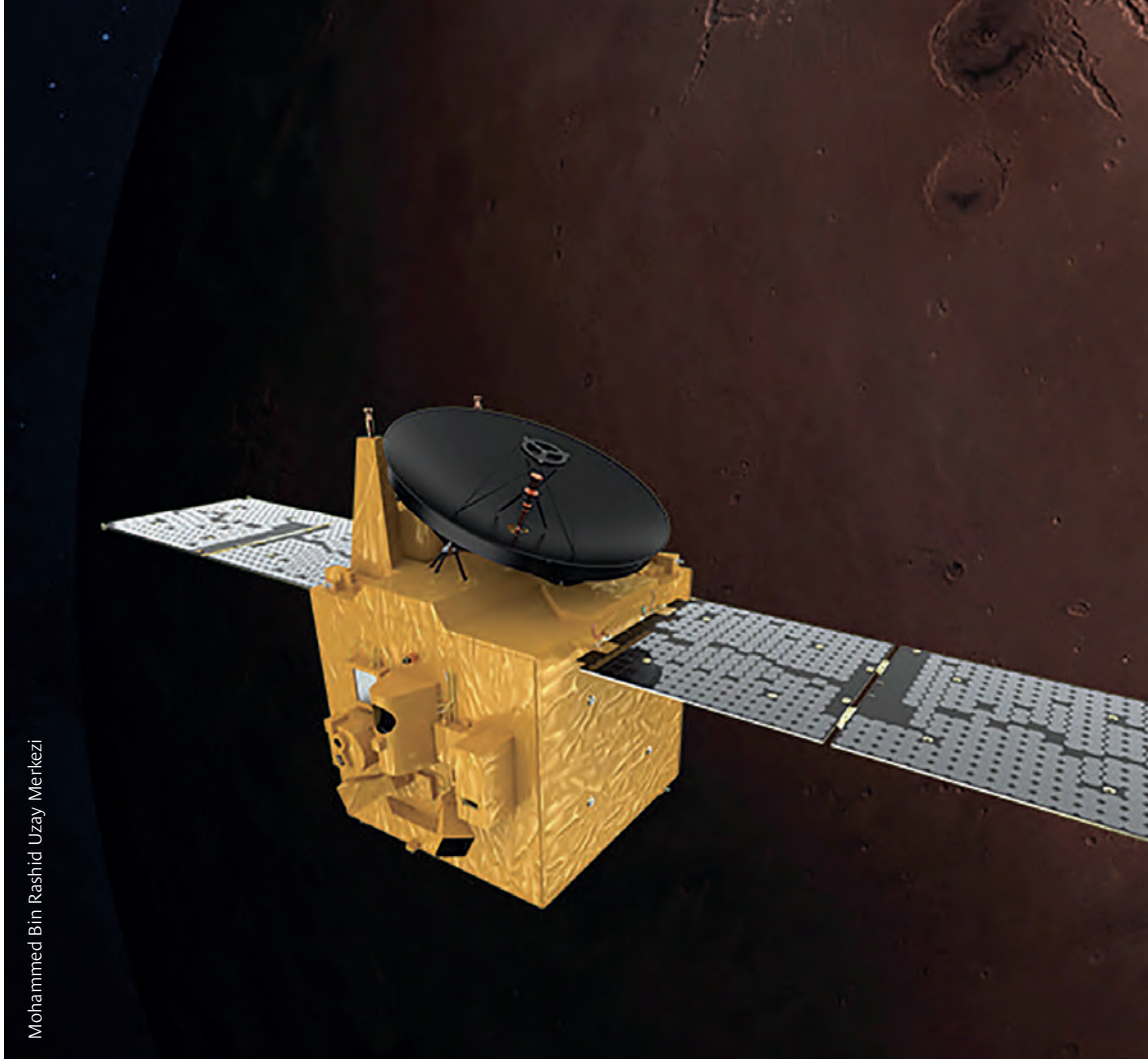
Doğa Kan,
Erciyes Üniversitesi, Eczacılık Fakültesi, 1. Sınıf Öğrencisi

TÜBİTAK

Haberler

Üç Uzay Aracı Mars'a Ulaştı

Mahir E. Ocak


Mohammed Bin Rashid Uzay Merkezi

Geçtiğimiz temmuz ayında Birleşik Arap Emirlikleri, Çin ve ABD tarafından uzaya fırlatılan üç uzay aracı Mars'a ulaştı.

Dünya ve Mars, Güneş etrafındaki yörünge hareketleri sırasında her iki yılda bir birbirlerine yaklaşır. Mars'a uzay aracı göndermek için en uygun zamanlar bu yakınlaşma dönemleridir. Geçtiğimiz temmuz ayındaki son yakınlaşma sırasında da üç uzay aracı Mars'a gönderilmişti. Yolculukları sorunsuz geçen uzay araçlarının üçü de hedefe ulaştı.

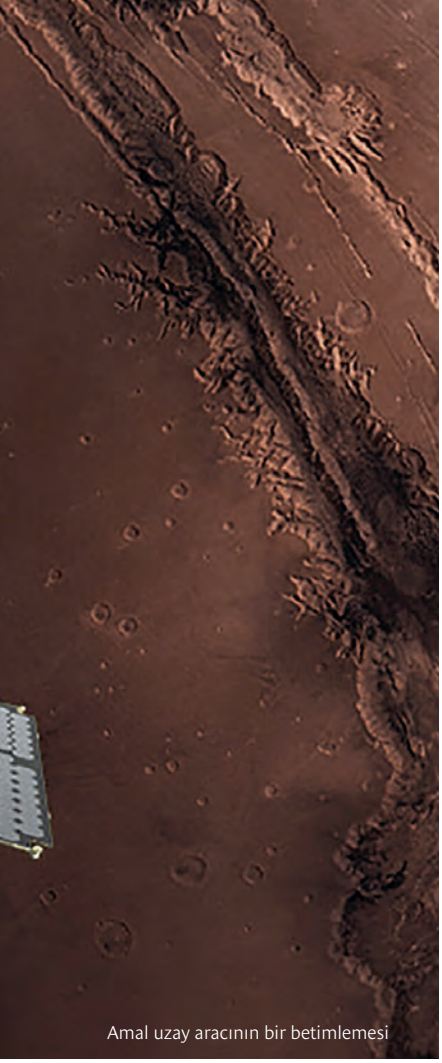
Mars'a ulaşan ilk uzay aracı, Birleşik Arap Emirlikleri tarafından gönderilen Amal oldu. 9 Şubat'ta Kızıl Gezegen'e varan Amal yaklaşık 22.000 kilometre irtifadaki bir yörüngeye oturtuldu. Tüm Arap dünyasının ilk gezegenler arası bilimsel çalışması olan bu proje kapsamında Mars'taki atmosfer olayları incelenecek.


Perseverance'ın NASA'daki testler sırasında çekilmiş bir fotoğrafı

Çin tarafından uzaya gönderilen Tianwen-1 aracıysa Amal'dan sadece bir gün sonra hedefe ulaştı. Tianwen-1'de bir uydunun yanı sıra gezici bir yüzey aracı da var. Mayıs ayına kadar yüzey aracının da uydu ile beraber gezegenin etrafında dolanması planlanıyor. Bu tarihten sonraysa yüzey aracı uydudan ayrılıp Utopia Planitia adlı düzlüğe inecek. Eğer her şey planlandığı gibi gider ve tüm görevler başarılı olursa, Çin tek bir seferde Mars'a hem uydu hem de yüzey aracı göndermeyi başarmış ilk ülke olacak. NASA tarafından uzaya


Andy Wong

Kızıl Gezegen'in zeminine inecek Çin'e ait aracı taşıyacak cihaz bir test sırasında görülüyor.



Amal uzay aracının bir betimlemesi

fırlatılan Perseverance adlı araç da 18 Şubat'ta Mars'a ulaştı. Perseverance, Kızıl Gezegen'in etrafındaki yörüngeye girmeden doğrudan Jezero Krateri adlı, bugün kurumuş eski bir nehir deltasına indi. Mars'ın bir zamanlar sulak, yaşama elverişli bir gezegen olduğu düşünülüyor. Hem Tianwen-1 hem de Perseverance, uzak geçmişte Mars'ta yaşamış olabilecek mikroskobik canlıların izlerini sürecek. Ayrıca Perseverance, Mars topraklarından örnekler de toplayacak. Bu örneklerin 2026'da Kızıl Gezegen'e gönderilecek başka bir uzay aracı tarafından alınıp Dünya'ya getirilmesi planlanıyor. ■

Kelebek Kanatlarının Gizemi

Özlem Ak

Vücutlarına göre epey büyük ve geniş kanatları göz önüne alındığında, kelebeklerin uçuşu bugüne kadar araştırmacılar için bir merak konusuydu. Lund Üniversitesinden bilim insanları kelebekler üzerinde çalışarak hem kanat şeklinin hem de kanatlarının esnekliğinin faydalarını ortaya çıkardı. Bir rüzgâr tünelindeki kelebeklerin aerodinamiğini inceleyen araştırmacılar, kelebeklerin oldukça etkili bir kanat çırpma tekniği kullandığını ve bu tekniğin avcılardan kaçarken hızlı bir şekilde havalanmalarına yardımcı olduğunu tespit etti.

Bir rüzgâr tünelinde kelebeklerin havalandığı sırada kanat çırpmalarının incelendiği araştırmada, kanatların yukarı doğru hareketinde iki kanat arasında hava dolu bir cep oluştuğu görüldü. Kanatlar daha sonra çarpıştığında, havanın dışarı çıktığı ve kelebekleri ileri doğru iten bir geri püskürtmenin meydana geldiği gözlemlendi. Aşağı doğru kanat vuruşun ise kelebeklerin havada kalmasını ve yere düşmesini önlediği tespit edildi.

Kanatların çarpışması yaklaşık 50 yıl önce de araştırmacılar tarafından tanımlanmıştı. Ancak şimdiye kadarki ortak düşünce, kelebek kanatlarının aerodinamik olarak verimsiz olduğu yönündeydi. Oysa Christoffer Johansson ile birlikte kelebeklerin aerodinamiğini inceleyen Per Henningsson kelebeklerin kanatlarını çırptığında kanatların kapanmasının, kanat vuruşunu çok daha etkili hâle getirdiğini, bunun hayal ettiklerinden çok daha gelişmiş ve büyüleyici bir mekanizma olduğunu, kelebeklerin yırtıcılardan kaçmak için çabucak havalanmaları gerektiğinde bu teknikten yararlandıklarını belirtiyor ve kelebek kanatlarının şeklinin ve esnekliğinin, küçük drone'ların uçuş teknolojisine ilham verebileceğini düşünüyor.

Bir rüzgâr tünelindeki kelebekleri incelemeye ek olarak, araştırmacılar gerçek kanatları taklit eden mekanik kanatlar da tasarladılar ve mekanik kanatların şeklinin ve esnekliğinin, birleşme ve katlanmadaki verimliliği artırdığını gördüler. Hassas ölçümler sonucunda da esnek kanatların yarattığı itkinin, kanatların sert olmasına göre %22 daha güçlü, enerji veriminin ise %28 daha iyi olduğunu buldular. ■



Kitin ile Mars Toprağı Güçlü Bir Yapı Malzemesine Dönüşüyor

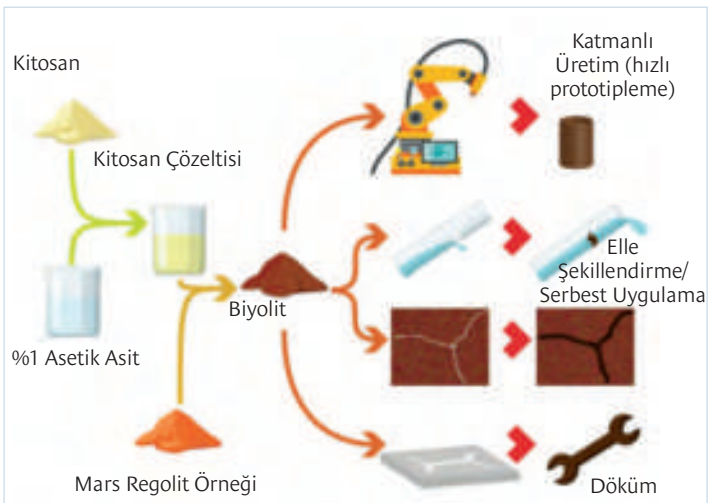
Tuncay Baydemir

Gelecekte, başta Ay ve Mars yüzeyine gerçekleştirilmesi planlanan uzun süreli mürettebatlı uzay seyahatleri için aşılması gereken çeşitli teknik zorluklar bulunuyor. Örneğin, Mars yüzeyine insanların ihtiyacı olan her şeyi göndermek mümkün gözükmüyor. Bu nedenle araştırmacılar orada bulunan malzemelerle bina inşası ve basit araç gereçler üretilmesi gibi konulara pratik çözümler getirmeye çalışıyorlar.

Önümüzdeki on yıllık süre içerisinde Mars yüzeyine yapılması planlanan mürettebatlı görevler kritik öneme sahip teknolojilerin de geliştirilmesini gerektiriyor. Bu noktada uzun süreli mürettebatlı görevler süresince çeşitli aletler ve barınaklar inşa etmek için güvenilir yapı malzemelerine ihtiyaç duyulması kaçınılmaz. Yerindeki kaynakların etkin kullanımının bilimsel kazanımları artıracağı ve maliyetleri azaltmaya yardımcı olacağı düşünülüyor.

Singapur Teknoloji ve Tasarım Üniversitesinden Javier G. Fernandez ve ekibi yaptıkları çalışmalar sonucunda mantarların hücre duvarlarında, kabukluların ve böceklerin kabuklarında ve balık pullarında bulunan ve organik bir polimer olan kitin maddesinin Mars'taki yerleşimciler tarafından bir yapı malzemesi olarak kullanılabileceğini buldular. Geliştirilen kitin bazlı üretim teknolojisi sayesinde özel alet ve ekipmanlara ihtiyaç duymadan ve oldukça düşük enerji sarfiyatı ile dayanıklı malzeme üretimi gerçekleştirmeyi başardılar. Bunun için öncelikle kitin bazik ortamda kitosan maddesine dönüştürüldü. Daha sonra elde edilen madde yapay Mars toprağı ile bir araya getirilerek çeşitli aletler ve yaşam alanları oluşturmak için kullanıldı.

Selülozdan sonra doğada en bol bulunan ikinci yenilenebilir biyopolimer olan kitin yapay ekosistemlerde kurtarıcı rol oynayabilir. Eklembacaklılardan ve yumuşakçalardan elde edilen kitin kararlı yapıda, yani kolayca tepkimeye girmeyen bir malzeme. Kitinin yapısındaki asetil gruplarının yüksek oranda azaltılmasıyla kitosan elde ediliyor. Kitosan, kitine kıyasla daha iyi çözünürlüğe ve tepkinirliğe sahip. Araştırmacılar çalışmada karideslerden elde edilen kitinin sodyum hidroksit bazı ile işlenmesi sonucunda %75-85 deasetilasyon derecesine sahip kitosan elde ettiler. Asetik asitte çözünen kitosan Mars regoliti simülasyonunu, yani toz, toprak ve kaya parçalarından oluşan örneklerini, bir araya getirmek için bağlayıcı olarak kullanıldı. Oldukça düşük oranlarda kullanılan kitosan ile elde edilen malzeme kullanılarak döküm ve hızlı prototipleme teknikleriyle istenilen son ürünler üretildi. Malzeme ayrıca çatlak bir borunun yamanmasında da kullanıldı. Elde edilen sonuçlar kimyasal olarak son derece basit işlemler ve minimum enerji sarfiyatı ile Mars yüzeyindeki kaynakları kullanarak mukavemeti oldukça yüksek son ürünler elde edilebileceğini gösteriyor.



Fernandez, J. G. Ve ark., "Martian biolith: A bioinspired regolith composite for closed-loop extraterrestrial manufacturing", *PLOS ONE*, 1-11, 2020.



Mars yaşam alanı modeli

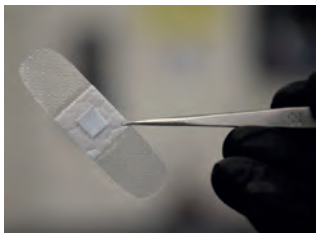
Fernandez, J. G. Ve ark., "Martian biolith: A bioinspired regolith composite for closed-loop extraterrestrial manufacturing", *PLOS ONE*, 1-11, 2020.

Dünya dışı ortamlarda kaynakların az olması insan faaliyetlerini destekleyen kapalı bir ekolojik döngünün inşasını zorlaştırıyor. Bu ortamlardaki kaynakları mümkün olduğunca etkili şekilde kullanabilmek uzun süreli araştırma ve yerleşim planlamaları için büyük önem arz ediyor. Araştırmacıların geliştirdiği kompozit yapı malzemesi, gelecekte gezegenler arası bir tür olmamızda kilit rol oynayacak gibi görünüyor. ■

Akıllı Bandajlar Enfeksiyonları Teşhis Edecek

Özlem Ak

Rhode Island Üniversitesinden Daniel Roxbury ve eski yüksek lisans öğrencisi Mohammad Moein Safaee, nanosensörleri bir bandajın liflerine yerleştirerek bir yaradaki enfeksiyonu tespit etmeyi ve izlemeyi başardı. Bandaj içindeki tek duvarlı karbon nanotüpler, hidrojen peroksit konsantrasyonlarını tespit ederek



https://today.uri.edu/news/smart-bandage-detects-could-prevent-infections/

yaradaki enfeksiyonu belirleyebiliyor.
Bu teknoloji kullanılarak yaranın durumu akıllı bandajdaki karbon nanotüplerden gelen sinyali kablosuz olarak (optik olarak) algılayan minyatür bir giyilebilir cihaz tarafından izlenecek. Daha sonra akıllı telefona iletilen sinyal hastayı ya da sağlık hizmeti veren bir kurumu ya da kişiyi uyarabilecek.
Yalnızca teşhis amaçlı kullanılmak üzere tasarlanan bu cihaz bir enfeksiyonu erken bir aşamada belirleyebilecek. Böylece daha az antibiyotik kullanılacak ve uzuv ampütasyonu gibi ciddi uygulamalar önlenebilecek. Akıllı bandajın özellikle kronik yaraların sıklıkla görüldüğü diyabetlilerde kullanımının yararlı olacağı düşünülüyor. Nanosensörleri tekstilin liflerinin içine tek tek ve hassas bir şekilde yerleştirmek için bir mikrofabrikasyon süreci tasarlayan bilim insanları, ürettikleri malzemelerin yapısını incelemek için son teknoloji mikroskoplar kullandılar. Projenin bir sonraki aşamasında yaralarda bulunan canlı hücrelerin yer aldığı bir petri kabında bandajların düzgün çalışıp çalışmadığı kontrol edilecek. Kullanılacak bu hücreler, patojenik bakterilerin varlığında hidrojen peroksit üreten fibroblastlar ve makrofajlar (beyaz kan hücreleri) olarak biliniyor. Her şey yolunda giderse araştırmacılar ürettikleri bandajı farelerde test edecekler. Deneylerde küçük bandaj örnekleri kullanılması planlanıyor ancak geliştirilen teknolojiyi daha büyük boyuttaki bandajlara da uygulamak mümkün. ■

Mikroplastik Lifleri Toprağı Kuraklık Kadar Etkiliyor

İlay Çelik Sezer

Freie Universität Berlin'de yapılan bir araştırmada mikroplastik liflerinin toprak ekosistemleri üzerinde kuraklık kadar zararlı olabileceği yönünde bulgular elde edildi. Mikroplastiklerin su-toprak etkileşimlerini etkileyebileceği şüphesiyle yola çıkan Yudi Lozano ve ekibi mikroplastiklerin çayırlık topraklarındaki etkilerini incelemeye başladı. Araştırmacılar temelde kum ve milden oluşan kuru killi toprak örneklerini 1,28 milimetre uzunluğundaki polyester mikrolifleriyle karıştırdı. Elde ettikleri karışıma yedi farklı türde çayırlık bitkisi diktiler. Bitkilerin bir kısmı düzenli olarak sulanırken diğer kısmı kuraklık benzeri şartlarda büyütüldü.

Araştırmacılar mikroplastiklerin bitkilerin büyümesinden çok toprak ekosistemi üzerindeki etkilerine odaklandı. Dolayısıyla toprağın respirasyon (topraktan karbondioksit salımı), pH ve topaklaşabilme gibi özellikleri ile toprağın besinleri ne kadar tutabildiği ve besin döngülerini ne kadar sağlayabildiği gibi değişkenler üzerinde duruldu. Araştırmacılar ayrıca toprağın ekosistemlerde oynadığı çeşitli rollerin hesaba



katıldığı "ekosistem çok işlevliliği" adı verilen genel bir indeksi de kullandı.

Araştırmada şeklen ince bitki köklerine benzeyen mikroplastik liflerinin toprak topaklaşmasını %18, besinlerin tutulmasını %70 ve bitki artıklarının parçalanmasını %6 oranında artırdığı görüldü. Ancak iyi sulama koşullarında mikroplastik liflerinin varlığı toprak enzimlerinin işlevselliğini ve respirasyonu azalttı. Sonuçta ekosistem çok işlevliliği bazı durumlarda %34'e varan oranlarda düşüş gösterdi. Kuraklık koşullarında ise mikroliflerin etkisi o kadar belirgin değildi.

Genel olarak değerlendirildiğinde, mikroplastiklerin iyi sulanan toprakların ekosistem çok işlevliliği üzerindeki bozucu etkisi, kirlenmemiş topraklarda kuraklığın sebep olduğu etkiyle karşılaştırılabilecek büyüklükteydi. Mikroplastik kirlilik düzeyi yükseldikçe bu etkinin daha da artabileceğini düşünen araştırmacılar, makalelerinde asıl endişelenilmesi gerekenin bugünkü değil gelecekteki kirlilik düzeyi olduğunu vurguluyor. ■

Şeffaf Ahşapla Enerji Tasarrufu

Özlem Ak

Şeffaf ahşap geleneksel camlara göre çok daha iyi bir yalıtkan olduğu için bizi daha iyi yalıtımlı pencerelere bir adım daha yaklaştırdı. Ayrıca şeffaf ahşap camdan daha hafif ve daha dayanıklı olmasıyla da avantajlı.

Ahşabı şeffaf hâle getirmek için uygulanan standart işlemde, odunun lignin adı verilen yapısal bir bileşenini çıkarmak için, ahşap bazı ağartıcılarda ve diş macunlarında kullanılan kimyasal bir bileşik olan sodyum klorite batırılıyor. Ancak Maryland Üniversitesinden Liangbing Hu ve meslektaşları *Science Advances* dergisinde yayımlanan çalışmalarında lignini tamamen ortadan kaldırmak yerine yapısını değiştiren bir yöntem bulduklarını paylaştılar. Bu yöntem, hem standart lignin giderme işleminden daha hızlı hem de daha az malzeme kullanımı gerektiriyor; ayrıca ahşabın daha sağlam kalmasını da sağlıyor.

Araştırmacılar genellikle dezenfektan olarak kullanılan hidrojen peroksitle ahşabın yüzeyini fırçaladıktan sonra malzemeyi doğal güneş ışığını simüle etmek için tasarlanmış bir UV lambasının altında bıraktılar. Böylece ligninin yalnızca moleküllerine renk veren kısımlarının çıkarılması ve ahşabın şeffaf hâle gelmesi sağlandı. Kalıntıları gidermek için ahşap etanolde bekletildi. Sonra ise ahşabın gözenekleri berrak epoksi ile dolduruldu. Bu işlem aynı zamanda önceden bilinen yöntemle üretilen ligninsiz şeffaf ahşap yapmanın da bir parçası.



Bu işlemler sonucunda elde edilen son ürün, ışığın %90'ından fazlasının içinden geçmesine izin veren ve lignini tamamen çıkarılmış şeffaf ahşaba kıyasla 50 kat daha güçlü olan bir ahşap malzeme oldu. ■

Yalan Söyleyen Kişi Karşısındakinin Vücut Dilini Taklit Ediyor Olabilir

İlay Çelik Sezer

Hollanda, Rotterdam'da bulunan Erasmus Üniversitesinde yapılan bir araştırmaya göre, insanlar yalan söylerken farkında olmadan karşılarındaki kişinin vücut dilini taklit ediyor olabilirler. Araştırmanın lideri Sophie van der Zee, yalan söyleyenlerin genellikle davranışlarını kasıtlı olarak doğru söyleyenlerin davranacağını düşündükleri şekilde değiştirdiğini belirtiyor. Ancak van der Zee'ye göre insanlar yeni araştırmada keşfedilen taklit davranışını farkında olmadan sergiliyor ve dolayısıyla bu davranışı yönlendirmeleri mümkün değil, bu yüzden de bu davranış yalan tespiti için ilginç bir ipucu olabilir.

Van der Zee ve ekibi yaklaşık 50 üniversite öğrencisinden, çözümünün kolay olduğunu söyledikleri ahşap bir bulmacayı 5 dakika içinde çözmelerini istedi. Aslında bulmaca verilen sürede çözülemeyecek kadar zordu. Van der Zee bulmacanın çözümlerini odada öğrencilerin bulabileceği yerlerde görünecek şekilde "sakladı". Bu da öğrencileri hile yapmaya teşvik etti. Van der Zee daha sonra çözümleri odada yanlışlıkla bıraktığını ve bundan dolayı işiyle ilgili ortaya çıkabilecek olumsuz sonuçlardan korktuğunu söyleyerek öğrencilerden bu durumu kimseye söylememesini rica etti.

Daha sonra Van der Zee ve ekibi her bir öğrencinin, başka bir öğrenciye bulmaca deneyimini anlatırkenki videolarını kaydetti. Tabi bu videolarda eğer öğrenci van der Zee'nin ricasını yerine getirdiyse öğrencinin bulmacayı nasıl çözdüğüne ilişkin yalan söylerkenki görüntüleri vardı.

Araştırmacılar kablosuz bir ivmeölçer kullanarak hem bulmaca hakkında konuşan hem de dinleyen öğrencilerin baş, göğüs ve bilek hareketlerini kaydetti.





Sonuçta bir katılımcı doğruyu söylerken vücut hareketlerinin soru soran kişininkilerden farklılık gösterdiğini tespit ettiler. Ancak katılımcı öğrenci yalan söylerken birbiriyle konuşan iki kişinin hareketleri benzeme eğilimi gösteriyordu.

Van der Zee bunun sebebinin yalan söylemenin büyük bir konsantrasyon gerektirmesi, dolayısıyla yalan söyleyen kişinin farkında olmadan kendi vücut dilini oluşturmak yerine kolaya kaçarak dinleyen kişinin vücut dilini taklit etmesi olabileceğini söylüyor. Bilişsel açıdan bir çeşit aşırı yüklenmeyle bu şekildeki baş etme yolu çıplak gözle fark edilemese de ivmeölçerlerle tespit edilebildi.

Norveç'teki Oslo Üniversitesinden Tim Brennen'e göre çalışma çok etkileyici bir temel araştırma örneği oluşturuyor ve sonuçlarının daha derinlikli araştırmalarla doğrulanması durumunda gelecekte mahkemelerde kullanılma potansiyeli taşıyor.

Ancak ivmeölçer sonuçlarıyla hangi konuşmacının (yalan söyleyenin mi yoksa dinleyicinin mi) vücut dilini diğerininkine uydurduğu tespit edilemiyor. Bu da çalışmanın, araştırmacıların kendilerince de belirtilen bir eksikliği. Sonuçlardan doğrudan uygulamaya yönelik çıkarımlar yapmak için henüz erken olsa da araştırmanın gelecekteki olası uygulamalar açısından potansiyeli büyük. ■

Yağmur Ormanları 2050'de Karbondioksit Kaynağı Olabilir

İlay Çelik Sezer

Amerika Birleşik Devletleri'ndeki North Arizona Üniversitesinden Katharyn Duffy ve ekibi tarafından yapılan bir araştırmada, sıcaklık artışının 20-30 yıl içinde yağmur ormanları da dâhil olmak üzere dünyadaki karasal ekosistemleri nihai karbon tutucular olmaktan çıkarıp nihai



karbon salıcılar hâline getireceği öngörüldü. Net etkileri itibarıyla karbonu atmosferden uzaklaştıran unsurlara nihai karbon tutucular, atmosfere karbon salanlara ise nihai karbon salıcılar deniyor.

Bir ekosistemin karbon tutucu olarak işlev görmesi sıcaklığa bağlı. Çünkü canlı organizmaların metabolizması optimum sıcaklık aralıklarına ihtiyaç duyuyor. Bu aralıkların dışına çıkıldığında ise bir şeyler ters gitmeye başlıyor. Örneğin, sıcaklık artışı bitkilerde fotosentez hızında düşüşe neden olabiliyor. Bitkilerin aynı zamanda solunum yaparak karbondioksit saldığı da hesaba katıldığında ekosistemlerin nihai karbon tutucudan nihai salıcıya dönüşme potansiyeli var.

Duffy ve ekibi bitkiler için bir sıcaklığa bağımlılık eğrisi oluşturdu. Bu eğri tüm dünyada karalarda yaşayan bitki örtüsünün sıcaklık değişimlerine gösterdiği tepkilerin öngörülmesini sağlayan bir model işlevi gördü. Araştırmacılar modeli ekosistemlerin karbon alışverişinin izlenmesini sağlayan küresel bir meteorolojik sensörler ağı olan FLUXNET verilerine dayanarak oluşturdu. Araştırmanın



sonuçlarına göre, karasal ekosistemlerin karbon kaynağına dönüşeceği kırılma noktasına 20 ila 30 yıl içinde ulaşılabilir.

Duffy dünyadaki tüm bitkilerin bizim atmosfere saldığımız karbonun %30'unu soğurduğunu ve bunun gerçekleşmemesi durumunda iklim değişiminin hızının kontrolden çıkabileceğini belirtiyor. Duffy bitkiler daha az karbon soğurdukça atmosferdeki karbonun artacağı, bunun da daha fazla ısınmaya ve dolayısıyla bitkilerin daha da az karbon soğurmasına neden olacağı bir çeşit kısır döngüye girilebileceğini düşünüyor. ■

Hamilelik Diyabeti, Sonradan Ortaya Çıkan Kalp Sorunları ile İlintili

İlay Çelik Sezer

Kapsamlı ve uzun vadeli bir araştırmanın sonucunda, hamilelikten dolayı diyabet geliştiren kadınların hamilelik sonunda kan şekeri düzeyleri normale dönse bile, hamilelik süresince diyabet hastası olmalarının hayatlarının sonraki dönemlerindeki kalp sağlığı sorunlarıyla bağlantılı olduğu düşünülüyor. Bu da hamileliklerinde diyabet yaşamış kadınların kalp sağlığını takip eden doktorların daha dikkatli davranması gerektiği anlamına geliyor.

Circulation dergisinde yayımlanan araştırmada kullanılan veriler, Amerika Birleşik Devletleri'nde genç yetişkinlerin kalp sağlığını takip etmek amacıyla tasarlanan CARDIA Study adlı proje kapsamında toplandı. 1985'te başlayan projede dört şehirden 18-30 yaş aralığında eşit sayıda beyaz ve siyahi kişiye ait veriler alındı. Katılımcıların 25 yıl boyunca izlenmesinin ardından araştırmacılar koroner damar kalsifikasyonu (CAC) olarak bilinen, gelecekte kalp hastalığına işaret eden bir çeşit damar sertleşmesine odaklandı.

CARDIA projesi süresince binden fazla katılımcı doğum yaptı. Bu kadınların 139'u genellikle hamilelik sırasında geçici olarak görülen hamilelik diyabeti geçirdi. Hamilelik diyabeti geçiren kadınların da yaklaşık dörtte birinde (yani 34 kadında) sonraki dönemde, hamilelik sonunda kan şekeri düzeyleri normale dönmüş bile olsa CAC görüldü. Hamilelik diyabeti geçirmeyen kadınlarda ise CAC görülme oranı (994 kişinin 149'unda, yani yaklaşık %15'inde) daha düşüktü.

Sonuçlar hamilelik diyabeti ile CAC arasında bir neden sonuç ilişkisi göstermekten çok bu ikisinin birbiriyle ilintili olduğuna işaret ediyor. Ancak araştırmacılar hamilelik diyabeti sırasında kan damarlarında oluşan birtakım değişimlerin sonradan kalp sağlığı üzerinde etkili olmasının da mümkün olabileceğini belirtiyor. Her ne kadar doğrudan bir neden sonuç ilişkisi gösterilmese de araştırmanın sonuçları kan şekerini kontrol altında tutmanın önemini vurgular nitelikte. ■





Türkiye'nin Uzay Çalışmalarındaki Yol Haritası Açıklandı

Dr. Özlem Kılıç Ekici [*TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi*

Ülkemizin uzay bilimleri programı ile genel havacılık ve uzay araştırmalarından sorumlu olan kuruluşu Türkiye Uzay Ajansı (TUA) 13 Aralık 2018 tarihinde faaliyetlerine başlamıştı. Bu doğrultuda "Milli Uzay Programı", gelecek on yıl için belirlenen hedefler ve Türkiye'nin uzaydaki yol haritası da 9 Şubat 2021'de tüm kamuoyuna "Gökyüzüne Bak Ay'ı Gör" mottosuyla tanıtıldı. Milli Uzay Programı'nın amaçları arasında ülkemizdeki uzay teknolojileri alanının ve uzay çalışmaları için gerekli altyapının geliştirilmesi ve Türkiye'nin bu alandaki dışa bağımlılığının azaltılması yer alıyor.

Türkiye'nin uzay çalışmaları için hazırlanan Milli Uzay Programı kapsamında açıklanan hedefler ise şu şekilde:

♦ **Ay Görevi:** İlk olarak 2023 yılında, tamamen millî imkânlarla geliştirilmiş hibrit bir roketin uluslararası iş birliğiyle Ay'a gönderilmesi ve Ay'ın yüzeyine sert iniş yapması (düşürülmesi) planlanıyor. 2028 yılında gerçekleştirilmesi hedeflenen ikinci aşamada ise bilimsel cihazlarla donatılmış bir roketin tamamen millî imkânlarla fırlatılması ve Ay'ın zeminine indirilmesi yani yumuşak iniş hedefleniyor. Ay programının, yüksek radyasyona dayanaklı teçhizat teknolojisinden haberleşmeye, otonomiden yapay zekâya kadar birçok alandaki çalışmalara zemin oluşturacağı; ayrıca yerli ve millî olarak geliştirilen alt sistemlerin ticarileşmesinin de önünü açacağı vurgulanıyor.

♦ **Yerli Uydu Geliştirme Programı:** Yerli uydu üretiminin tek bir çatı altında toplanmasıyla



TUA logosu, bilinmeze, evrenin derinliklerine uzanan kesintisiz ve kararlı bir hareketi simgeliyor. Tasarlanan harfler birbirine eklemlenirken ortaya çıkan resmin içindeki "yıldız" imgesi gökyüzündeki al bayrağımızı temsil ediyor.

uluslararası kulvarda rekabet edebilecek düzeyde bir marka oluşturulması hedefleniyor.

♦ **Bölgesel Zamanlama ve Konumlama Sistemi:** Türkiye'ye ait bir zamanlama ve konumlama sisteminin geliştirilmesi planlanıyor.

♦ **Uzaya Erişim ve Uzay Limanı:** Uzaya gönderilecek cihazların fırlatılacağı bir uzay limanı kurulması hedefleniyor.

♦ **Uzay Meteorolojisi:** Uzay meteorolojisi alanına giren konularda çalışmalar yapan bir birim oluşturulması ve uluslararası kuruluşlarla ortaklaşa çalışmalar yürütülmesi planlanıyor.

♦ **Uzay Nesnelerinin Takibi:** Türkiye'nin astronomik gözlemler ve uzay nesnelerinin yerden takibi konularında daha yetkin bir ülke hâline getirilmesi hedefleniyor. Bilim insanları radyo teleskoplarıyla, uzaydan gelen radyo dalgaları üzerinde çalışabilecek. Aktif uydular ve uzay çöpleri yerden ve uzaydan izlenebilecek. Bu amaçla Antalya'daki TÜBİTAK Ulusal Gözlemevi (TUG) ile Erzurum'daki Doğu Anadolu Gözlemevi'nin (DAG) entegre edilmesi planlanıyor.

♦ **Uzay Sanayisi:** Uzay teknolojilerinin geliştirilmesine katkı yapabilecek araştırma enstitülerinin, üniversitelerin ve özel kuruluşların teşvik edilmesi planlanıyor.

♦ **Uzay Teknolojisi Geliştirme Bölgesi:** Orta Doğu Teknik Üniversitesi ile iş birliği içinde yerli ve yabancı yatırımcılara ev sahipliği yapacak bir Uzay Teknolojisi Geliştirme Bölgesi kurulması planlanıyor.

♦ **Uzay Farkındalığı ve İnsan Kaynaklarının Geliştirilmesi:** Çocukların ve gençlerin uzay çalışmaları ile ilgili mesleklere yönelmesini sağlayacak adımlar atılması, üniversitelerdeki programların bu amaca uygun biçimde şekillendirilmesi, yüksek lisans ve doktora burslarının verilmesi, ulusal ve uluslararası yaz okullarının, kursların ve çalıştayların organize edilmesi planlanıyor.

♦ **Türk Astronotlar:** En azından bir Türk vatandaşının bilimsel çalışmalar yapmak üzere uzaya gönderilmesi hedefleniyor. Ayrıca, astronot veya kozmonot kelimeleri yerine Türkçe bir karşılık bulunması ve ileride Türk uzay yolcuları için Türkçe bir isim kullanılması yönünde Türk halkına ve özellikle dil bilimcilere de bir çağrı yapıldı.

MİLLİ UZAY PROGRAMI



Milli Uzay Programı'nın stratejik hedeflerinin hayata geçirilmesi amacıyla kamu, üniversite ve özel sektör paydaşları arasında yürütülen çalışmaları somutlaştıracak dört farklı protokol ve sözleşme imzalandı:

♦ Türkiye Uzay Ajansı koordinasyonunda uydu üretiminin tek çatı altında toplanması amacıyla TUSAŞ, TÜRKSAT ve TÜBİTAK UZAY arasında "Milli Uydu Üretim Şirketi Kurulmasına İlişkin Protokol".

♦ Türkiye Uzay Ajansı ile İstanbul Teknik Üniversitesi arasında "Havacılık ve Uzay Teknolojileri Alanlarında Bilimsel ve Teknolojik İş Birliği Protokolü".

♦ Türkiye Uzay Ajansı, Sabancı Üniversitesi ve TÜBİTAK Uzay arasında "Artırılmış X-Işını Zamanlama ve Polarimetri Uydusu Geniş Alan İzleme Uygulama Yazılımı Proje Sözleşmesi".

♦ Türkiye Uzay Ajansı, Ortadoğu Teknik Üniversitesi ve ODTÜ Teknokent arasında kurulacak "Uzay Teknoloji Geliştirme Bölgesinde Ortak Ar-Ge ve Teknoloji Geliştirme Çalışmaları Yapılması ve İşbirliği Protokolü".

Başta gençler olmak üzere tüm kesimlerin uzay alanındaki farkındalığının artırılmasını hedefleyen Milli Uzay Programı, mevcut yeteneklerin ve başarıların millî teknolojiler ile daha ileriye taşınmasını, uzay teknolojilerinin ülke kalkınmasında bir araç olarak kullanılmasını amaçlıyor. ■

Kaynaklar

https://cdn.tua.gov.tr/60227c3d5f551.pdf
https://www.tua.gov.tr/tr

Türkiye'nin İlk Uzay ve Havacılık Temalı Merkezi

Ayşenur Okatan [*TÜBİTAK*



Bursa Büyükşehir Belediyesi ve Bursa Ticaret ve Sanayi Odası iş birliğinde TÜBİTAK'ın desteğiyle Bursa'da Avrupa'nın en büyük merkezlerinden biri olan Gökmen Uzay ve Havacılık Eğitim Merkezi (GUHEM) açıldı.

Zeplin şeklinde inşa edilen Gökmen Uzay ve Havacılık Eğitim Merkezi, Türkiye'nin ilk uzay ve havacılık temalı bilim merkezi oldu. GUHEM, Bursa Bilim ve Teknoloji Merkezi'nin bir parçası.

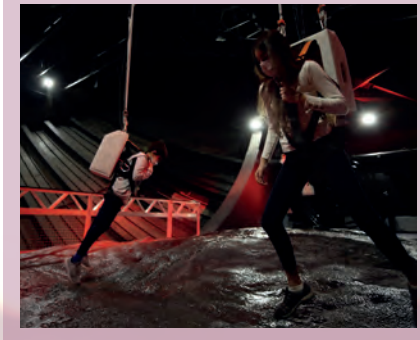
Yaklaşık 13.000 metre karelik alana kurulan merkezin ilk katında havacılıkla ilgili etkileşimli eğitim düzenekleri, uçak simülatörleri ve Airbus A320 uçağının gerçek boyutlu bir modeli yer alıyor. Uzay katı olarak bilinen ikinci katında ise atmosfer olayları, Güneş sistemi, diğer gezegenlerde hayat olasılığı, Uluslararası Uzay İstasyonu'nda yaşam ve uzaya ilişkin bilgilerin sunulduğu düzenekler bulunuyor.

Ziyaretçiler Gökmen Uzay ve Havacılık Eğitim Merkezi'nde Ay'a dokunmanın ve Ay'da yürümenin nasıl bir his olduğunu deneyimleyebiliyor. Örneğin ağırlığınızı yaklaşık altıda bir oranına düşüren Ay Simülatörü ile Ay'da yürüyormuş gibi hissedebilirsiniz.

Merkezde bulunan birçok düzenek sayesinde ziyaretçilere uzay ve uzay araçlarıyla ilgili eğitimler verilirken gerçek fırlatma deneyimi de yaşatılıyor. "Uçuş Rüyası ve Uzayın Keşfi", "Model Uçak Uçurun", "Pervaneler Nasıl Çalışır?", "Piston Motoru ve Jet Motoru", "Bir Uzay Gezgini Programla", "Mars'taki Robotlar", "Roket Modelleri", "Merkür Programı Fırlatma Deneyimi" ve "Vostok1 Kumanda Modülü" bunlardan bazıları.

Merkezde havacılık simülatörlerinin yanı sıra kimya, biyoloji gibi temel bilimler ve mekatronik gibi yenilikçi alanlara ait eğitim laboratuvarları da yer alıyor. Ziyaretçiler, kimya ve biyoloji laboratuvarlarında astronotların uzayda gerçekleştirdikleri deneylerin benzerlerini yapabiliyor. Yenilikçi eğitim laboratuvarlarında ise robotik ve elektronik eğitimi alabiliyorlar. Örneğin Uçan Uzay Laboratuvarı'nda, canlıların uzay koşullarına nasıl uyum sağladığını ve kütle çekiminin canlıların büyümesine nasıl etki ettiğini gözlemleyebilirsiniz.

Uzay ve havacılıkla ilgili birçok deneyimi yaşayabileceğiniz Gökmen Uzay ve Havacılık Eğitim Merkezi'nin yakın zamanda COVID-19 tedbirleri kapsamında randevulu olarak ziyarete açılması planlanıyor. ■







Küresel Isınmada 2°C Hedefine Ulaşmak

İlay Çelik Sezer [*TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi*

Paris İklim Anlaşması, küresel iklim değişikliği ile mücadele konusunda küresel ölçekte, devlet inisiyatifleri düzeyinde ve uluslararası bağlayıcılığa sahip kararlar alınmasını sağlamak amacıyla 2015 yılında 169 devletin katılımıyla imzalanmış, 2016 yılında da yürürlüğe girmişti. Anlaşmada içinde bulunduğumuz yüzyılın sonunda endüstrileşme öncesi düzeye göre gerçekleşecek küresel ısınmayı 2 °C'nin hayli altında, hatta tercihen 1,5 °C ile sınırlı tutma amacı üzerinde uzlaşılmıştı.

Ancak aradan geçen yaklaşık dört senelik zaman zarfında, küresel sera gazı salımlarının gidişatını değerlendirerek bu hedeflerin gerçekleştirilmesinin giderek nasıl zorlaştığını gösteren, bazılarını dergimizde sizlerle de paylaştığımız çok sayıda araştırma yapıldı. Bunlardan 2017 tarihli bir araştırmada istatistiksel araçlar kullanılarak Paris Anlaşması'ndaki küresel sıcaklık hedeflerine ulaşılabilmesinin ne kadar olası olduğu değerlendirilmiş, mevcut eğilimlerin devam etmesi durumunda bu yüzyıl içinde sıcaklık artışının 2 °C'nin altında tutulabilmesinin %5 gibi düşük bir olasılık olduğu ortaya konmuştu. İşte o araştırmayı yapan ekip şimdi de 2 °C hedefinin gerçekleştirilebilmesi için anlaşma kapsamında vaat edilen sera gazı salımı azaltımlarının %80 oranında artırılması gerektiğini gösteren yeni bir araştırmanın sonuçlarını yayımladı.

Araştırmacılar bu defa şu soruya odaklandı: Aşırı yüksek sıcaklıklar, kuraklık, aşırı hava olayları ve deniz seviyesi yükselmesi gibi iklimle ilişkili risk-

ler açısından bir eşik sayılan 2 °C hedefinin yakalanabilmesi için sera gazlarının salımının gerçekte ne kadar azaltılması gerekiyor?

Amerika Birleşik Devletleri'ndeki (ABD) Washington Üniversitesinde yapılan araştırmada Paris Anlaşması'nda üzerinde uzlaşılan salım azaltım miktarlarının en az %80 kadar artırılması gerektiği ortaya kondu. Bu, salımların ortalama olarak her yıl %1 yerine %1,8 oranında azaltılması gerektiği anlamına geliyor. En prestijli akademik dergilerden biri olan *Nature*'a bağlı açık erişimli bir dergi olan *Communications Earth & Environment*'ta yayımlanan araştırmanın lideri Adrian Raftery, son yıllarda salım azaltma hedeflerinin daha sıkı olması gerektiğini pek çok araştırmacının dile getirdiğini ancak kendi araştırmalarında ekibiyle birlikte bunun bir adım ötesine geçerek daha hassas bir şekilde hedeflerin ne kadar daha sıkı olması gerektiğinin ölçüldüğünü belirtiyor.

Araştırmada önce insan kaynaklı sera gazlarının salımında belirleyici olan üç ana unsur istatistiksel bir yaklaşımla modellendi: ulusal nüfus, kişi başına düşen gayri safi yurt içi hasıla ve ekonomik etkinlikteki her bir dolar başına salınan sera gazı miktarı olarak bilinen karbon yoğunluğu. Daha sonra yine istatistiksel bir model yardımıyla verilere ve şimdiye kadarki öngörülere dayanılarak gelecekteki olası sonuçlara ilişkin tahminler yapıldı.

1960'dan 2015'e uzanan daha geniş bir zaman aralığı ele alındığı için elde beş yıllık fazladan veri olmasına ve daha güncel yöntemler kullanılmasına rağmen sonuçlar, 2017'de yayımlanan araştırmadaki sonuçlarla uyuşuyordu: Paris Anlaşması'nda uzlaşılan salım azaltımlarıyla 2 °C hedefinin yakalanabilme ihtimali sadece %5'ti.

Araştırmacılar, iklim politikalarının nüfus artışını ve ekonomik büyümeyi yavaşlatmayı hedeflemeyeceği varsayılacak olursa 2 °C hedefinin yakalanabilmesi için "karbon yoğunluğu"nda ne gibi değişiklikler yapılması gerektiği sorusuna odaklandı. Elde ettikleri sonuçlara göre, genel hedeflerin sera gazı salımlarını her yıl %1,8 oranında azaltacak biçimde yükseltilmesi ve Paris Anlaşması'nın miadını dolduracağı 2030 sonrasında da bu yolda devam edilmesi, küresel ısınmanın 2 °C'nin altında tutulma ihtimalini %50'ye çıkaracak.

Araştırmada bu genel planın farklı ülkelerin Paris Anlaşması kapsamındaki taahhütleri açısından ne anlama geleceği de değerlendirildi. Paris Anlaşması kapsamında her bir ülke kendi salım azaltma taahhüdünü belirlemişti. 2 °C hedefinin tutturulabilmesi için küresel olarak yıllık salım azaltım hızında ortalama %80'lik bir artış gerçekleşmesi gerekiyor. Bir ülke vaat ettiği salım azaltım tedbirlerinin çoğunu gerçekleştirmiş durumda ise şimdi yapması gereken fazladan azaltım daha az olacak.

Her bir ülkenin Paris Anlaşması'nda kararlaştırılan iş bölümü payının aynı kalacağı varsayıldığında ABD'nin salım azaltım hedefini %38 artırması, Çin'in daha sıkı ve epey başarılı sayılabilecek mevcut azaltım planında %7'lik bir azaltım artışı sağlaması ve şimdiden kayda değer bir ilerleme sağlamış olan Birleşik Krallık'ın %17'lik bir azaltım artışına gitmesi gerekecek. Öte yandan azaltım taahhütlerinde bulunduğu hâlde salımları artan Güney Kore ve Brezilya gibi ülkelerin kaybedilen zamanı telafi edebilmek için azaltım hedeflerinde çok daha büyük artırımlara gitmesi gerekecek.

Araştırmacılar ayrıca ülkelerin salım azaltımı konusundaki ilerlemelerini, çoğu iklim planında olduğu gibi 5 ya da 10 yıllık periyotlarla değil, yıllık olarak gözden geçirmelerinin hesap verebilirliklerini artırdığını öne sürüyor.

Raftery Paris Anlaşması'nın 2 °C hedefinin tutturulabilmesi için yapılması gerekeni nicel olarak ortaya koyması açısından yaptıkları araştırmayı değerli buluyor ve şöyle diyor: "Her şey felaket durumda ve sosyal yaşamımızda köklü değişiklikler yapmamız gerekiyor dediğimizde bir ümitsizlik hissi doğuyor ancak salımları her yıl %1,8 oranında azaltmalıyız dediğimizde başka bir düşünme şekli devreye giriyor".

Kaynaklar

https://unfccc.int/process-and-meetings/the-paris-agreement/the-paris-agreement

Science Daily Web Sitesi, "Limiting warming to 2 degrees Celsius requires emissions reductions 80% above Paris Agreement targets", https://bit.ly/3pqjYn9



Kablosuz Haberleşme Ödül Getirdi:
Mühendislik Bilimleri Alanında TÜBİTAK Teşvik Ödüllerinden Biri

Prof. Dr. Sinem Çöleri'ye

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

8 Mart Dünya Kadınlar Günü...
8-14 Mart Bilim ve Teknoloji Haftası...
İşte bu önemli tarihler nedeniyle bu ayki söyleşimizin konuğu teknoloji alanında başarılı çalışmaların sahibi bir bilim kadını. Koç Üniversitesi Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümü öğretim üyesi Prof. Dr. Sinem Çöleri "Telekomünikasyon alanında kablosuz sensör ağları, makineler arası kablosuz haberleşme ve araç haberleşmesi konularındaki uluslararası düzeyde üstün nitelikli çalışmaları" nedeniyle mühendislik alanında 2020 yılı TÜBİTAK Teşvik Ödülü'ne layık görüldü. Kendisiyle araştırmalarından kız çocuklarını mühendislik eğitimine yönlendirmeye, dijital dönüşüm uygulamalarından gençlere önerilerine kadar pek çok konuda gerçekleştirdiğimiz söyleşinin önemli ve ilgi çekici noktalarını derledik.





1995 yılında Ankara Anadolu Lisesinden mezun olan Prof. Dr. Sinem Çöleri daha sonra Bilkent Üniversitesi Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümüne devam etmiş. 2000 yılında lisans derecesini alır almaz yüksek lisans ve doktora çalışmaları için Amerika Birleşik Devletleri'ne gitmiş. California Üniversitesi, Berkeley'de Elektrik Mühendisliği ve Bilgisayar Bilimleri Bölümünde 2002 yılında yüksek lisansını, 2005 yılında da doktorasını tamamlamış. Ardından altı ay kadar doktora sonrası araştırmacı olarak yine aynı üniversitede çalışmalarına devam etmiş. Sonrasında Pirelli ve Telecom Italia'nın kablosuz sensör ağları laboratuvarında 3 yıl araştırmacı mühendis olarak çalışmış. 2009 Eylül ayından itibaren de Koç Üniversitesinde araştırmalarını sürdürüyor.

Şu anda direktörlüğünü yaptığı Kablosuz Ağlar Laboratuvarındaki ekibinde, genellikle elektrik-elektronik ve bilgisayar mühendisliği lisans öğrencileri ve bu bölümlerde yüksek lisans ve doktora yapan öğrenciler yer alıyor. Ford Otosan işbirliği ile devam ettikleri araştırmalarında, arabaların birbirleriyle çeşitli teknolojilerle haberleşebildiğini ve uzaktan yönetilebildiklerini göstermişler. Prof. Dr. Sinem Çöleri ve ekibi aynı zamanda TÜBİTAK ve Avrupa Birliği destekli projelerine de devam ediyor.

Prof. Dr. Sinem Çöleri araştırma konularını genel olarak telekomünikasyon alanında kablosuz haberleşme ağları, makineler arası iletişim ve araçlar arası iletişim olarak sıralıyor. Doktoraya başladığında kablosuz sensör ağlarının çok popüler bir konu olduğunu, küçük sensör düğümlerinin üretilmeye başlandığını ve bu sensör düğümlerinden bilgiyi alıp işleyen mikroişlemcilerle veriyi uzak bir yere kablosuz göndermeyi mümkün kılmak üzere yazılımların geliştirildiğini belirtiyor. Kendisi de ilk defa bu kablosuz sensör düğümlerinin

yer aldığı kablosuz sensör ağlarının trafik uygulamalarını çalışmış. Bunun için yollara döşenen manyetik sensörlerden veri toplayarak manyetik alan değişimiyle arabaların tespit edilip edilemeyeceğini incelemiş ve bu yöntemin başarılı olduğunu görmüş. Endüktif halkalar denilen ve asfaltı yararak yollara yerleştirilen o zamanki teknolojiyle karşılaştırıldığında Sinem Hocamızın önerdiği küçük sensörlerle arabayı tespit edebilen ve hiç kablo gerektirmeyen teknolojinin maliyeti çok daha düşükmüş. Ancak bu çözüm de beraberinde bir sorun getirmiş: Bu küçük sensörler arabaları tespit edebiliyormuş ancak akıllı bir haberleşme algoritması kullanılmadığı takdirde enerjisi yalnızca 9 gün kadar dayanabiliyormuş. Bunun için Sinem Hocamız enerjiyi verimli kullanan bir haberleşme algoritması tasarlamış. Patentini de aldıkları bu fikir bir süre sonra Sensys Networks isimli bir şirket tarafından ticarileştirilerek geliştirdikleri teknolojinin dünya çapında kurulumları yapılmış.

FORMULA 1 Arabalarında Türk Bilim İnsanı İmzası

Daha sonra Pirelli'de akıllı lastik projesinde çalışan Prof. Dr. Sinem Çöleri lastiğin içine sensörler yerleştirerek hâlihazırda arabadaki sensörlerle algılanan tehlike durumlarının çok daha kısa sürede ve doğru bir şekilde algılanmasını sağlamayı amaçlamış. Ancak lastikteki bu sensörlere pil yerleştiremediklerinden lastik titreşimlerinden enerji elde eden bir sistem tasarlamış. Lastikte çok fazla titreşim olsa da elde edilen enerji yeterli değilmiş ve bu nedenle yine enerjiyi verimli kullanan bir donanım ve haberleşme algoritması tasarlamak gerekmiş. Bu sistemin de patenti alınmış ve Pirelli'de bir ürün hâline getirilerek Formula 1 arabalarında kullanılmaya başlanmış.
Prof. Dr. Sinem Çöleri Türkiye'ye döndüğünde bu akıllı

Kablosuz Ağlarda Enerji Korunumu ve Sürdürülebilirliği

Prof. Dr. Sinem Çöleri kablosuz ağlarla gönderilen veri miktarının, bağlanan cihaz sayısının ve baz istasyonlarının artmasının tüketilen enerjinin ve hava kirliliğinin de artmasına neden olduğunu söyleyerek hem cihazlarda hem de ağ alt yapısında enerji korunumu üzerine birçok çalışma yapıldığını ve bu çalışmaların bir kısmının da güneş, rüzgâr gibi yenilenebilir enerji kaynaklarına yoğunlaştığını belirtiyor. Bu yolda geliştirilen teknolojilerin haberleşme algoritması tasarımına entegre edilmesi için hocamızınkiler de dâhil birçok çalışma hâlihazırda devam ediyor. Bu çalışmalar sonucunda nesnelerin interneti cihazlarının hiçbir güç kaynağına ihtiyaç duymadan uzun yıllar kendi kendine çalışması sağlanabilecek, küçük kablosuz baz istasyonlarının yaygınlaşması mümkün olabilecek, akıllı yönetim algoritmaları ile (örneğin, trafiğin az olduğu zamanlarda) enerji tasarrufu sağlayan yazılımlar kullanılarak donanımların güç tüketimi azaltılabilecek.



lastik fikrini arabadaki diğer sensörler için de uygulamayı düşünmüş. Arabadaki diğer sensörlerin kablosuz haberleşmesinin gerçekleşmesi ve enerji için araba bataryasına bağlı kalınmaması fikri kendisine Avrupa'nın prestijli projelerinden Marie Curie Reintegration Grant'ı getirmiş. Şu anda araştırmalarına Ford Otosan iş birliğiyle devam eden hocamız laboratuvarında bulunan üç araba üzerinde deneyler yapıyor. Geliştirdiği fikrin uygulanabilirliğini bu deneyler sonucunda gösterdiklerini ve bunun *IEEE Spectrum* dergisinde öne çıkarıldığını belirtiyor.

Bu konulara ek olarak Prof. Dr. Çöleri araçlar arası iletişim konusunda da çalışmalarını sürdürüyor. Şu anda çok popüler olan ve pek çok otomobil şirketinin üzerinde çalıştığı otonom araçların gelecekte konvoylar hâlinde ayrı şeritlerde seyretmesi bekleniyor. Otonom araçların aralarındaki mesafeyi en aza düşürmek ve daha düzenli bir şekilde ilerleyebilmek için birbirleriyle haberleşmesi gerekiyor. Bu noktada başvurulan teknolojilerin genellikle radyo frekansı temelli olduğunu söyleyen hocamız bu teknolojinin -örneğin kötü niyetli birinin haberleşmeyi çok kolay sabote etme ihtimali gibi- dezavantajlarından söz ediyor. Kendilerinin buna alternatif olarak arabanın farlarından bilgi gönderme fikrini gündeme getirdiklerini belirtiyor. Bilgi arabanın farlarından ve sadece görüş hattında gönderileceği için kötü niyetli kimselerin sabotaj ihtimali düşüyor. Arabalar üzerinde yaptıkları birçok ölçüm de bu yöntemin uygulanabilir olduğunu göstermiş. Haberleşme kanalı modelleri oluşturdukları bu yöntemde sadece kısa mesafede haberleşme mümkün olduğu için, kendi teknolojilerinin nasıl radyo frekansları haberleşme teknolojisi ile beraber kullanılabileceğini, aynı zamanda da daha güvenilir bir iletişim sağlayabileceklerine dair algoritmalar tasarlıyorlar.

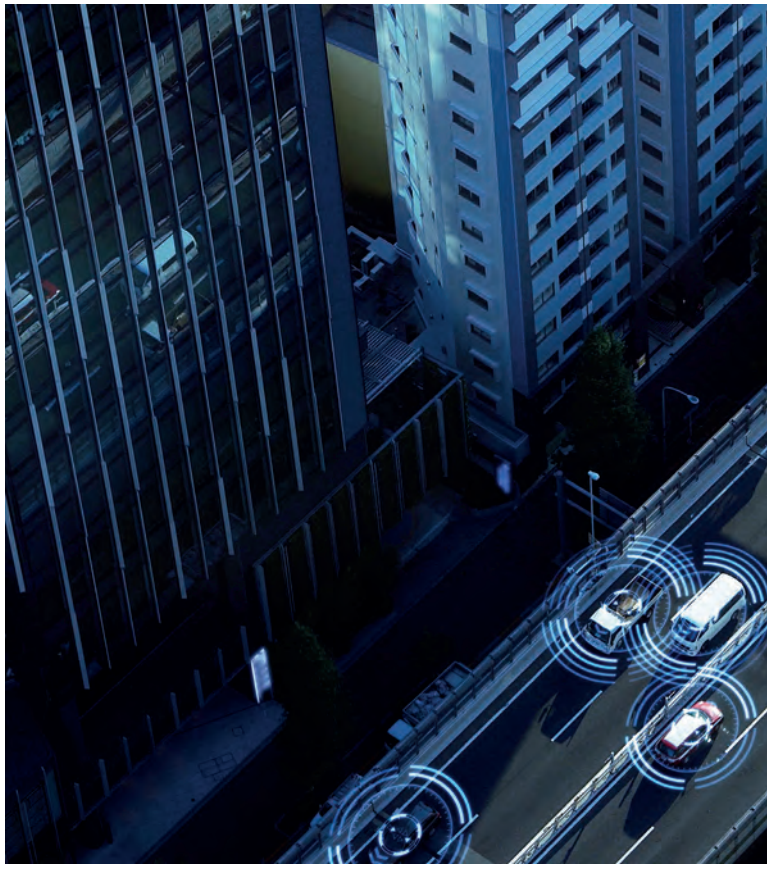


Kablosuz Ağlarda Veri Güvenirliliği ve Anonim Veri Paylaşımı

Nesnelerin internetinin yaygınlaşmasıyla artık bütün cihazların veri üretmeye başladığını ve bu verilerin güvenirliliğinin çok büyük önem taşıdığını belirten Prof. Dr. Sinem Çöleri bundan sonraki adımın bu verileri anlamlandırmak ve hatta bunları kullanarak kontrol sistemleri meydana getirmek olduğunun altını çiziyor. Bu nedenle veri güvenirliliğini sağlamak için yenilikçi teknolojiler geliştiriliyor. Günümüzde bunun için kullanılan makine öğrenme algoritmaları bütün verileri cihazlardan toplayıp bunları merkezi bir sistemde eğitip model parametrelerini belirleme temeline dayanıyor. Sinem hocamız ve ekibi, bu yönteme alternatif olarak cihazlardan ham veriler yerine, her bir cihazda lokal olarak hesaplanan model parametrelerin toplanmasına dayanan birleştirme temelli öğrenme (federated learning) üzerine çalışıyor. Bu şekilde makine öğrenme algoritmalarının ham veriler gönderilmeden çalışması veri güvenilirliğini sağlıyor.

Nesnelerin İnternetinin Ulaştırma Uygulamaları

Nesnelerin internetinin ulaştırma uygulamaları ise hocamızın bir diğer çalışma alanı. Nesnelerin interneti insan müdahalesi olmadan veri toplayabilen, kablosuz bir ağ üzerinden bu verileri birbirlerine aktarabilen internete bağlı nesnelerden oluşan bir sistemi ifade ediyor. Sözü edilen nesnelerin, otonom (sürücüsüz) arabalar, giyilebilir sağlık monitörleri, akıllı ev güvenlik sistemleri, akıllı fabrika ekipmanları, kablosuz envanter izleyicileri gibi örnekleri var. Nesnelerin internetinin ulaştırma uygulama alanlarında beklenilen yenilikleri



sorduğumuzda, Sinem Hocamızdan nesnelerin interneti ile bağlantılı araçların çevrelerinden bilgi almalarını sağlayan sensörlerle donatıldığını, bu bilgileri birbirleriyle ve trafik sinyalleri ve karayolu tabelaları gibi çeşitli karayolu alt yapısıyla paylaşma yeteneğine sahip olduklarını; otomobillerin haberleşmesi sayesinde konum, yön, hız ve yol durumlarının paylaşılmasını sağlayarak daha önce insan dikkatinden kaçabilecek çarpışmaları önleyebildiğini öğreniyoruz. Ayrıca bu bilgi paylaşımı araçların daha düzenli bir şekilde ilerlemesini sağlayarak trafik sıkışıklıklarının azaltmasını da sağlayacak. Buna ek olarak otonom araçlar LIDAR (Light Detection and Ranging) veya 3D lazer tarama, radar ve kamera dâhil olmak üzere çeşitli sensörleri kullanarak çevrelerini algılayabilecek ve bu bilgiler ışığında araç kontrol edilecek. Bu da yine insan hatası riskini azaltarak daha güvenli bir sürüş imkânı sunacak. Dahası birçok otonom araçtan toplanan çok sayıda sensör bilgisinin makine öğrenme algoritmalarıyla işlenmesi sayesinde ileride birçok uygulama geliştirilebilir.



Peki, bir cihazdan toplanan veriler makine öğrenme algoritmalarıyla nasıl işlenir? Prof. Dr. Çöleri 2025'e kadar dünya çapında nesnelerin interneti ile bağlantılı yaklaşık 42 milyar cihaz olmasının beklendiğini, bu cihazların her gün yaklaşık 1 milyar gigabayt veri ürettiklerini ve üretilen bu yüksek miktardaki verilerde bulunan gizli örüntüleri belirlemek için makine öğrenme algoritmalarının kullanıldığını vurguluyor. Bu algoritmalar gelecekteki eğilimleri ve anormallikleri tespit etmek, ona göre davranmak ve daha akıllı algoritmalar tasarlamak için de kullanılabilecek. Bu da manuel süreçlerin daha hızlı ve akıllı otomatik sistemlerle değiştirilmesine olanak sağlayacak. Hocamız akıllı şehir uygulamalarında çok sayıda aracın verisine dayalı makine öğrenme algoritmalarının daha yüksek doğrulukta tespit sağladığını ve sensörler yardımıyla tüm yollarda araç trafiğinin takip edilebileceğini, ortalama hız ve araç sayısı gibi bilgilerin toplanabileceğini, gene sensörler yardımıyla park yerlerinin izlenebileceğini, sürücülere otomatik park yeri önerisi yapılabileceğini vurguluyor. Diğer taraftan, sağlık sektöründe, giyilebilir cihazlarla sağlık kontrolü yapılabilmesi ve hayati önem taşıyan değerlerin dışına çıkıldığında kullanıcının uyarılması da makine öğrenme algoritmalarının diğer uygulamalarından.

Sektör Bazında Dijital Dönüşüm

Dünyada olduğu gibi ülkemizde de dijital dönüşüm gittikçe yaygınlaşıyor. Özellikle de zorlu geçen bu pandemi günlerinde... Prof. Dr. Sinem Çöleri dijital dönüşümün tüm sektörleri etkilemesine rağmen bu dönüşümün getirdiği değişikliklerin, farklı sektörlerde farklı hızlarda gerçekleştiğini söylüyor. Özellikle de bilgi temelli ürün ve hizmetlerle ilgilenen sektörler dijital dönüşümü çok kolay uygularken diğerlerinin dijital entegrasyon fırsatlarını belirlemesi için özel çaba sarf etmesi gerektiğini vurguluyor. Prof. Dr. Sinem Çöleri'ye göre, bu dönüşümden en çok etkilenen sektör perakende satış. Hepimizin bildiği üzere, artık perakende sektöründe vitrinler ve mağaza promosyonları gibi geleneksel müşteri etkileşiminin yerini web sitesi ve mobil uygulamalar almaya başladı. Sinem Hocamız dijital dönüşümden etkilenen bir diğer sektörün de finans sektörü olduğunu söylüyor. Müşteriler bir zamanlar bankacılık ve yatırım işlemlerini çalışma saatlerinde bankalarda yaparken artık bilgisayarlarla ya da mobil cihazlarla çevrim içi yapabiliyor. En çok etkilenen bir diğer alan da ulaştırma. Artık arabalar kendi kendine park etme, tehlike algılama gibi destekli sürüş özelliklerinden kendi kendine sürüş özelliklerine kadar çok sayıda dijital uygulama içeriyor. Ama ulaştırmada dijital dönüşüm sadece ürün bazında değil yeni iş modellerinin geliştirilmesine de olanak sağlıyor. Buna örnek olarak araç paylaşım hizmetleri, kullanıma dayalı araba sigortalama gibi GPS tabanlı hizmetler bulunuyor.

Ülkemizde Dijital Dönüşüm

Devlet kurumları, eğitim kurumları ve özel şirketler başta olmak üzere dijital dönüşüm pek çok sektörün işleyişinde yer almaya başladı. Prof. Dr. Çöleri bu geçişin sağlıklı bir şekilde gerçekleşmesi için topyekün çalışmak gerektiğini, örneğin eğitim kurumlarının bu konuda insan yetiştirmesinin, şirketlerin dijital dönüşümü bünyelerindeki tüm bölümlere entegre etmesinin son derece önemli olduğunu hatırlatıyor. Devletin de bu geçiş için gerekli desteği veren mekanizmaları oluşturması gerekiyor. Dijital dönüşümü özellikle son bir yıldır aslında istemeden de olsa eğitime uyguladık ve bu şekilde eğitime devam edebiliyoruz. Ancak Sinem Hocamız bunun yüz yüze eğitimin yerine geçebilecek bir alternatif olabileceğini düşünmüyor. Çünkü öğrencilerin sınıf ortamında arkadaşlarıyla paylaşımlarının ve öğretmenleriyle göz göze iletişimlerinin onlara motivasyon sağladığını düşünüyor. Diğer yandan, uzak mesafelerdeki toplantılara katılmak için oraya gidip bir günümüzü harcamak yerine iki saatlik bir toplantıyı uzaktan yapabilmenin dijital dönüşüm için önemli bir alternatif olduğunu söylüyor. Yine de Hocamız insan ilişkilerinin önemini unutmamak gerektiğinin altını çiziyor.

Yerli ve Millî Ürünlerde Dijital Dönüşüm

Ülkemizde yerli ve millî ürün geliştirme yönünde yapılan çalışmalara örnek olarak Prof. Dr. Sinem Çöleri haberleşme alanında ilk yerli ve milli 4,5G baz istasyonlarının üretilerek operatörler tarafından kullanılmasını veriyor. Şu anda bu alt yapıyı 5G ve ötesine taşımak için çalışmaların devam ettiğini de kendisinden öğreniyoruz. Buna ek olarak, yerli otomobil üretimi için 2017'de çalışmaların başladığını, 2022'de ise arabaların piyasaya sürülmesinin beklendiğini belirtiyor. İlk aşamada bu otomobilin yerlilik oranının %51 olması daha sonraysa bu oranının giderek artırılması hedefleniyor. Sinem Hocamız aynı zamanda TUSAŞ tarafından yürütülen Milli Muharip Uçağı Projesi ile de Türk Hava Kuvvetlerinin uçak ihtiyacının yerli tasarımlarla karşılamasının planlandığını ve ilk uçuşun 2023'te olmasının öngörüldüğünü söylüyor.



Prof. Dr. Sinem Çöleri ve ekibi



Gençler!

Söyleşilerimizin vazgeçilmez bölümü, hocalarımızın gençlere seslenişi. Genç bir bilim insanı olarak mühendislik alanında kariyerini sürdüren Prof. Dr. Sinem Çöleri, gençlerin ilk olarak yapmaları gereken en önemli şeyin ilgi alanlarını belirlemek olduğunu söylüyor. İlgilendikleri alanı belirlemelerinin, kişiliklerine uygun meslek seçimlerine yardımcı olarak ileride severek çalışmalarını ve mesleklerine sımsıkı sarılmalarını sağlayacağına inanıyor ve kendinden örnek vererek sözlerine devam ediyor: "Ben her gün işe severek geliyorum. Hiçbir zaman bugün de gitmeyeyim diye düşünmüyorum. Bu motivasyonu kazanabilecekleri, tutkuyla bağlanabilecekleri bir meslek seçmeleri lazım". Bu süreçte pek çok zorlukla karşılaşılabileceğini, bu nedenle de sabırlı olmak, disiplinli olmak ve çok çalışmak gerektiğini hatırlatıyor. Özellikle bilim ve teknolojinin içinde olan kişilerin kendilerini sürekli geliştirmek zorunda olduklarına vurgu yapıyor; işte bu yüzden devamlı okumanın, iletişim hâlinde olmanın, dünyada neler yaşandığını bilmenin ve öğrenilenleri kendi branşlarındaki problemleri çözmek için kullanabilmenin önemini belirtiyor. Örneğin, haberleşme ağı konusunda çalışan biri olarak, direkt aşı çalışmalarına bir katkısı olmasa da kendisinin COVID-19 pandemisinde ne tür çalışmalar yaparak topluma fayda sağlayabileceğini düşündüğünü, haberleşme teknolojileri kullanılarak örneğin insanların sosyal mesafeyi koruyup korumadıklarını sensörlerle algılamanın mümkün olup olmadığını anlamak adına çalışmalar yaptığını belirtiyor ve ekliyor: "Gençlere bütün çalışmalarını disiplinle, tutkuyla ve özveriyle yapmalarını öneririm."

Kızlar da Mühendis Olur!

Prof. Dr. Sinem Çöleri kız çocuklarının mühendislik alanına yönelmeleri konusunda desteklenmesi ve ailelerin "kız çocuğu mühendis olmaz" algısından kurtulması gerektiğine; kız öğrencilerin karşısına rol modeller çıktıkça, bunu başarabilen kişileri gördükçe daha çok motive olacaklarına inanıyor.

Sevgili kız öğrenciler, Sinem Hocamız özellikle vurguluyor: "Bir kadın hem çok başarılı bir mühendis olarak kariyerini hem sosyal hayatını hem de aile hayatını sürdürebilir!".

Bilim ve Teknik İçin Ne Dedi?

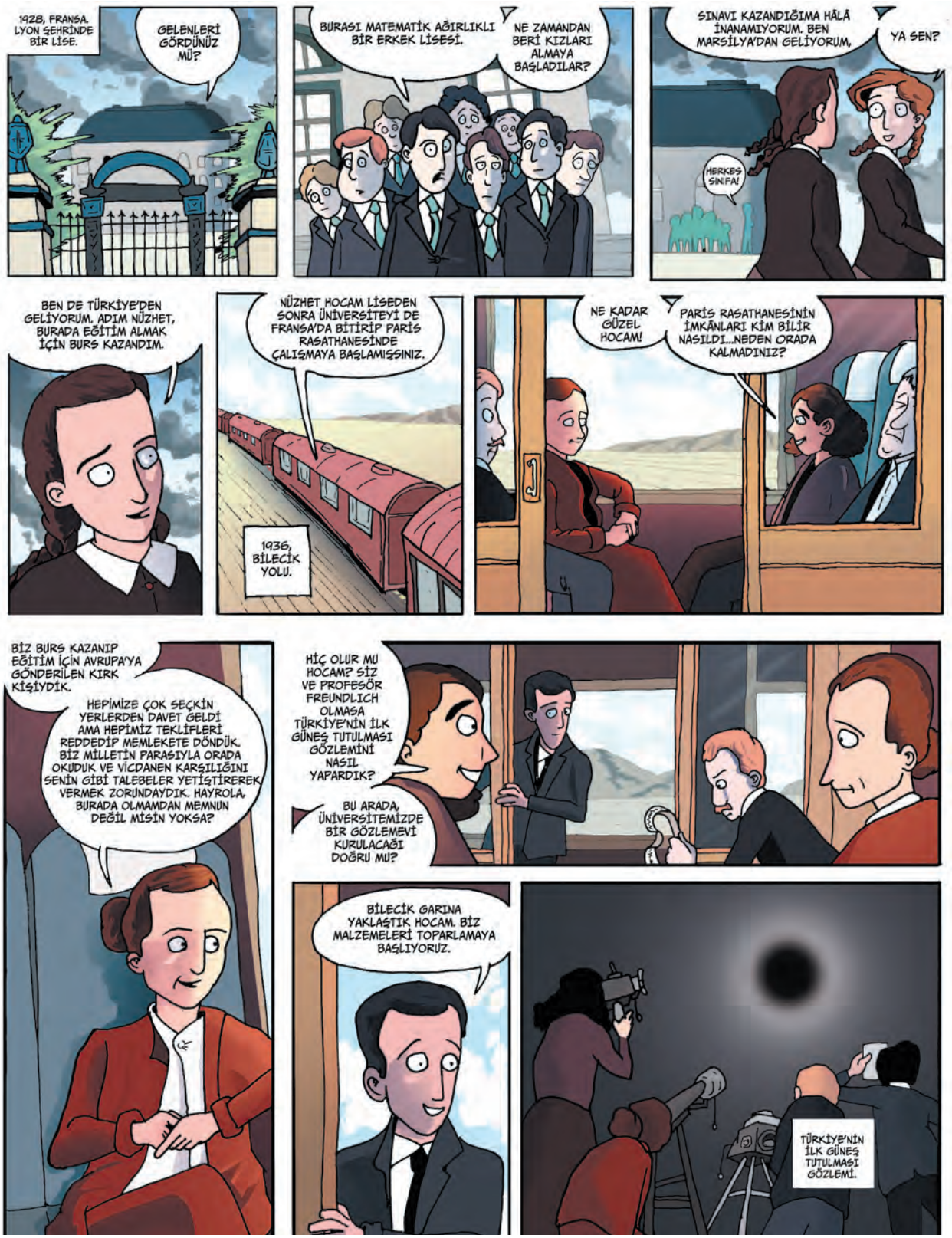
"Benim her zaman matematiğe çok ilgim vardı. Daha lise yıllarında mutlaka sayısal bir alan seçmeye karar vermiştim. *Bilim ve Teknik* dergisini de okuyordum. Dergiden bilim ve teknoloji alanındaki yenilikleri öğrenmek insanı motive ediyor. Başarılı olmuş kişilerin hikayelerini okumak, ben de yapabilirim motivasyonunu sağlıyor. Bu açıdan derginin gençlere çok önemli katkısı olduğunu düşünüyorum."

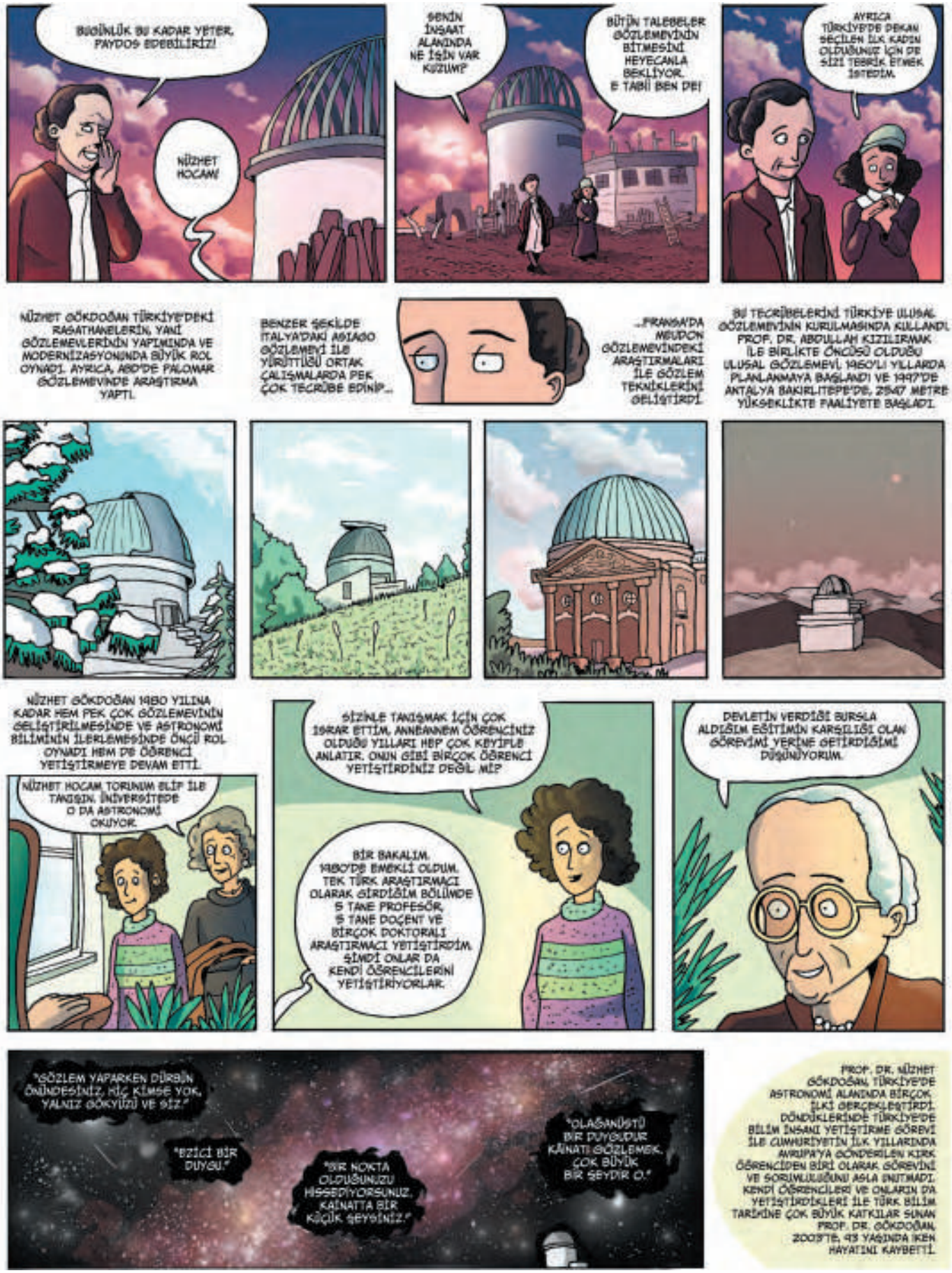
Bilim ve Teknik dergisi ekibi olarak Prof. Dr. Sinem Çöleri'yi aldığı ödülden dolayı kutluyor, nicelerini diliyor ve bize vakit ayırdığı için çok teşekkür ediyoruz. ■

Bilim Çizgi

Müzhet Gökdoğan

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




BUGÜNLÜK BU KADAR YETER. PAYDOS EDEBİLİRİZ!
NÜZHET HOCAM!
SENİN İNŞAAT ALANINDA NE İŞİN VAR KIZIM?
BÜTÜN TALEBELER GÖZLEMEVİNİN BİTMESİNİ HEYECANLA BEKLİYOR. E TABİİ BEN DE!
AYRICA TÜRKİYE'DE DEKAN SEÇİLEN İLK KADIN OLDUĞUNUZ İÇİN DE SİZİ TEBRİK ETMEK İSTEDİM.
NÜZHET GÖKDOĞAN TÜRKİYE'DEKİ RASATHANELERİN, YANİ GÖZLEMEVLERİNİN YAPIMINDA VE MODERNİZASYONUNDA BÜYÜK ROL OYNADI. AYRICA, ABD'DE PALOMAR GÖZLEMEVİNDE ARAŞTIRMA YAPTI.
BENZER ŞEKİLDE İTALYA'DAKİ ASIAGO GÖZLEMEVİ İLE YÜRÜTTÜĞÜ ORTAK ÇALIŞMALARDA PEK ÇOK TECRÜBE EDİNİP...
...FRANSA'DA MEUDON GÖZLEMEVİNDEKİ ARAŞTIRMALARI İLE GÖZLEM TEKNİKLERİNİ GELİŞTİRDİ.
BU TECRÜBELERİNİ TÜRKİYE ULUSAL GÖZLEMEVİNİN KURULMASINDA KULLANDI. PROF. DR. ABDULLAH KIZILIRMAK İLE BİRLİKTE ÖNCÜSÜ OLDUĞU ULUSAL GÖZLEMEVİ, 1960'LI YILLARDA PLANLANMAYA BAŞLANDI VE 1997'DE ANTALYA BAKIRLITEPE'DE, 2547 METRE YÜKSEKLİKTE FAALİYETE BAŞLADI.
NÜZHET GÖKDOĞAN 1980 YILINA KADAR HEM PEK ÇOK GÖZLEMEVİNİN GELİŞTİRİLMESİNDE VE ASTRONOMİ BİLİMİNİN İLERLEMESİNDE ÖNCÜ ROL OYNADI HEM DE ÖĞRENCİ YETİŞTİRMEYE DEVAM ETTİ.
NÜZHET HOCAM TORUNUM ELİF İLE TANIŞIN. İNİVERSİTEDE O DA ASTRONOMİ OKUYOR.
SİZİNLE TANIŞMAK İÇİN ÇOK ISRAR ETTİM, ANNEANNEM ÖĞRENCİNİZ OLDUĞU YILLARI HEP ÇOK KEYİFLE ANLATIR. ONUN GİBİ BİRÇOK ÖĞRENCİ YETİŞTİRDİNİZ DEĞİL Mİ?
BİR BAKALIM. 1980'DE EMEKLİ OLDUM. TEK TÜRK ARAŞTIRMACI OLARAK GİRDİĞİM BÖLÜMDE 5 TANE PROFESÖR, 5 TANE DOÇENT VE BİRÇOK DOKTORALI ARAŞTIRMACI YETİŞTİRDİM. ŞİMDİ ONLAR DA KENDİ ÖĞRENCİLERİNİ YETİŞTİRİYORLAR.
DEVLETİN VERDİĞİ BURSLA ALDIĞIM EĞİTİMİN KARŞILIĞI OLAN GÖREVİMİ YERİNE GETİRDİĞİMİ DÜŞÜNÜYORUM.
"GÖZLEM YAPARKEN DÜRBÜN ÖNÜNDESİNİZ, HİÇ KİMSE YOK, YALNIZ GÖKYÜZÜ VE SİZ."
"BİZİCİ BİR DUYGU."
"BİR NOKTA OLDUĞUNUZU HİSSEDİYORSUNUZ. KAİNATTA BİR KÜÇÜK ŞEYSİNİZ."
"OLAĞANÜSTÜ BİR DUYGUDUR KAİNATI GÖZLEMEK. ÇOK BÜYÜK BİR ŞEYDİR O."
PROF. DR. NÜZHET GÖKDOĞAN, TÜRKİYE'DE ASTRONOMİ ALANINDA BİRÇOK İLKİ GERÇEKLEŞTİRDİ. DÖNDÜKLERİNDE TÜRKİYE'DE BİLİM İNSANI YETİŞTİRME GÖREVİ İLE CUMHURİYETİN İLK YILLARINDA AVRUPA'YA GÖNDERİLEN KIRK ÖĞRENCİDEN BİRİ OLARAK GÖREVİNİ VE SORUMLULUĞUNU ASLA UNUTMADI. KENDİ ÖĞRENCİLERİ VE ONLARIN DA YETİŞTİRDİKLERİ İLE TÜRK BİLİM TARİHİNE ÇOK BÜYÜK KATKILAR SUNAN PROF. DR. GÖKDOĞAN, 2003'TE, 93 YAŞINDA İKEN HAYATINI KAYBETTİ.

İnsanlık Yararına Teknolojik Dönüşüm: Toplum: 5.0

Prof. Dr. Fahrettin ÖZTÜRK [*Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi, Makina Mühendisliği Bölümü, Türk Havacılık ve Uzay Sanayii A.Ş. (TUSAŞ)*

Elvan ATEŞ [*Türk Havacılık ve Uzay Sanayii A.Ş. (TUSAŞ)*

İnsanlık tarihi, teknolojinin yadsınamaz gelişimi ile değişiyor. Son yıllarda, dijital dönüşümle birlikte yapay zekâ, nesnelerin interneti ve büyük veri gibi teknolojik unsurlar yaygınlaşarak gündelik hayatlarımızı farklılaştırdı. Toplumlar, geçmiş tecrübelerden elde edilen bilgiler ışığında, gerçekleştirilen yenilikçi teknolojik gelişmelerle öncekinden daha hızlı ve büyük ölçekte bir değişime uğruyor. Japonya tarafından insan odaklı bir yaklaşımla geliştirilen dijital dönüşüm felsefesi, son yılların baş döndürücü teknolojik gelişmelerini içeren Toplum 5.0 anlayışını ortaya çıkardı. Toplum 5.0'ın etki alanının ne kadar geniş olacağı ve toplumların bu değişime hazır olup olmadığı detaylı bir inceleme gerektiriyor. Bu yazıda, toplumların geçmişte bıraktığı teknolojilerden ve elde edilmek istenen teknoloji seviyesinden söz edilecek, Türkiye'nin toplum sınıflandırmasındaki durumu ve Toplum 5.0 fikrinin başta bilişim olmak üzere tüm sektörlere etkisi hakkında bilgiler verilecek, yaşanan gelişmeler ekseninde sektördeki nitelikli insan kaynağının yeni toplumdaki sosyal ve endüstriyel rolü ele alınacaktır.



Gereksinimin Doğurduğu Toplumsal Düzeyler

Toplumsal dönüşüm planı olarak da bilinen Toplum 5.0 ile ilgili çalışmalar, önceki yıllarda gerçekleştirilmiş olsa da açık bir şekilde ilk defa 2017 yılında resmiyete geçti. Toplum 5.0 kavramını gündeme getiren Japonya Başbakanlık Ofisi, avcı toplumu, tarım toplumu, endüstri toplumu, bilgi toplumu ve süper akıllı toplum olmak üzere toplumsal düzeyleri beş tarihsel gelişim evresine ayırıyor. Bu gelişim evrelerinin sonuncusu ise Endüstri 4.0 ile uyumlu ve insanı merkezine alan bir toplumsal dönüşüm elde etme misyonuyla öne çıkan Toplum 5.0. Endüstriyel toplumu değiştiren yapay zekâ, robotik, büyük veri ve nesnelerin interneti gibi teknolojilerin toplumu güncelleyeceği ve Toplum 5.0 düzeyine ulaştıracağı düşünülüyor. Bu noktada dikkat edilmesi gereken en önemli unsur, tarihte yaşanmış bu tür teknolojik dönüşümlerin toplumların yapısını derinden etkilemesi ve geri dönüşü olmayan değişimleri ortaya çıkarmasıdır. Endüstriyi ve toplumu kökünden değiştiren teknolojik gelişmeler kendi kültürünü ve hatta kendi alfabesini ortaya koyuyor. Bu sebeple, Toplum 5.0 ilkesinin ana fikri endüstriyel, teknolojik ve sosyal değişimlerin insanlığın ortak yararı için tasarlanabilmesidir.

Geçmişten günümüze toplumun gelişim düzeyleri



Toplum 1.0 düzeyindeki insanlar, yaşamlarını sürdürürken bazı bitkilerin ehlileştirilmesi, sulama kanallarının inşa edilmesi ve tarım tekniklerinin gelişmesini sağladı. Sürecin devamında yerleşik hayata geçiş yapan avcı toplumu, toplayıcı yaşantısını terk ederek tarım toplumu (Toplum 2.0) hâline geldi.

Endüstri toplumu (Toplum 3.0) sürecinin ilk olarak 1760'larda İngiltere'de ortaya çıkardığı değişim, bugün dahi etkisini görebileceğimiz şekilde hayatlarımıza dokunuyor. İki döneme ayrılan Sanayi Devrimi'nin ilk dönemi Birinci Sanayi Devrimi. Bu dönemde yüksek verim artışına rağmen makineler iş gücüne ihtiyaç duyuyordu; sanayide demir, çelik ve kömür gibi madenlerin işlenmesi geleneksel yöntemlerle yapılıyordu.

Elektrik enerjisinin verimli kullanılmasını, fabrikalardaki ürün sayısının kısa sürede maksimum sayıya ulaşmasını ve gerekli insan gücünün minimuma düşürülmesini hedefleyen seri üretim hatlarının kurulması ise İkinci Sanayi Devrimi diye adlandırılıyor. Bütün yenilikler yeni iş alanlarının türemesi, insanların çalışma ve yaşam şekillerinin değişmesi, toplumdaki sosyolojik ve kültürel dengelerin derinden etkilenmesiyle sanayi toplumunun (Toplum 3.0) ortaya çıkmasını sağladı. Bu dönemde artan fabrika sayıları ile makine kullanımını sağlayacak insan gücüne tekrar ihtiyaç duyuldu. Duyulan ihtiyaç yeni bir endüstriyel gelişim düzeyinin habercisi oldu. Bu sayede geliştirilen otomasyon ve bil-

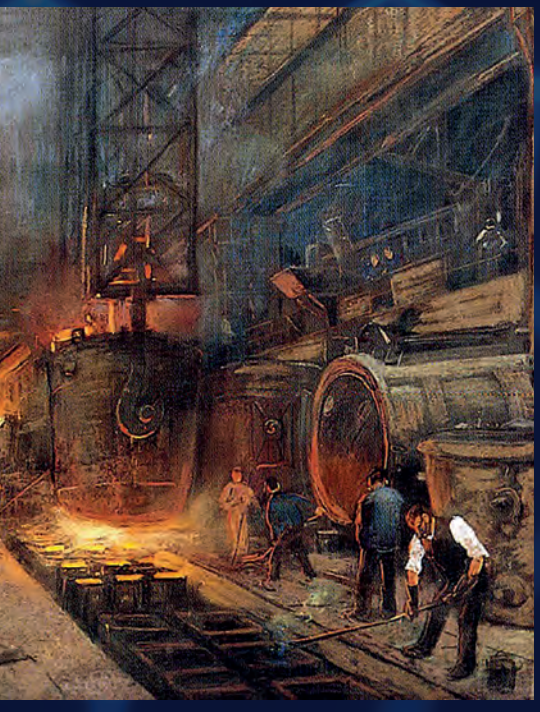


gisayar destekli üretim sistemleri, programlanabilir mantıksal devreler (PLC) yardımıyla üretim yapan makineleri uzaktan kontrol edebilir hâle geldi.

90'lı yıllarda, bilişim teknolojileri ışığı altında yaşanan gelişmeler, insanları internet adı verilen bir iletişim ağı ile tanıştırdı. İnternet, haberleşmede diğer kitle iletişim araçlarından farklı olarak kullanıcılarına interaktif bir deneyim sundu. Endüstri toplumunu etkileyen bu yenilikçi teknoloji, beraberinde bilişim dünyası aracılığı ile bilginin dağıtımını kolaylaştırdı. İnternet üzerinden birbiriyle hızlı etkileşimde bulunabilen nesneler, iş performans veriminin artmasına büyük katkıda bulundu. Ek olarak, internet üzerinden hizmet sağlayan web siteleri dünyanın önemli teknoloji şirketlerine dönüştü, örneğin iki yüksek lisans öğrencisi tarafından kurulan "Google" isimli internet arama motoru bugün dünyanın en değerli şirketleri arasında yer alıyor. Artık dünya genelinde herhangi bir bilginin en güncel sürümüne erişim garantisini kütüphaneler yerine internet arama motorları sağlıyor.

Toplumsal düzeylerin basamaklarında ilerledikçe insanlar büyük oranda yarar elde etmesine rağmen bazı ara geçişlerde zararlarla da karşılaşabilirler. Örneğin, endüstri toplumundan bilgi toplumuna geçişte birçok sanayi şirketi dönüşüme uyum sağlayamadığından yok oldu. Bunun en güzel örneği ise bir zamanların en güçlü teknoloji şirketlerinden biri olan KODAK firmasının çöküşü. Çağın en güçlü fotoğraf makinelerini üreterek dünya çapında ün kazanan KODAK, dijital teknoloji çağının gereksinimlerini karşılayamadığından kendi sonunu hazırladı. KODAK ve benzeri mekanik üretici bazı firmalar, dijital dönüşüm aşamasında eksik kaldılar ve yenilenemeden yok oldular.

Özetle bu yenilikler bir sonraki düzey olan Bilgi Toplumu (Toplum 4.0) modelini oluşturuyor. Robotların üretim sektörünü hiçbir insan ihtiyacı olmadan devralabilmesi, yapay zekânın gelişimi, üretim basamaklarının fabrikalardan evlere taşınması ve bilgi yığını şeklinde depolanmış verilerin hızla ayıklanabilmesi bu toplum modelinin hedefleri arasındadır.



İkinci Sanayi Devrimi'nde mekanik döküm ile üretim



Yazılım destekli robot teknolojisi yardımı ile üretim

Toplum 5.0 Güncellemesi Gerekli mi?

Günümüzde Japonya, dünyanın en hızlı yaşlanan toplumlarından biri olması sebebiyle, çözülmeyi bekleyen önemli politik, toplumsal ve nüfus problemleriyle yüzleşiyor. Yavaşlayan doğum oranı problemine ek olarak hızla artan yaşlı nüfus sayısı, iş gücünde azalma ve sosyal güvenlik harcamalarında önemli miktarda artışa sebep oluyor. Tahmini olarak Japon toplumunun yüzde 40'ı 2030 yılına gelindiğinde 60 yaşın üzerinde olacak. 2015 yılı verilerine göre 77 milyondan fazla Japon, sektöre iş gücü olarak katkı sağlıyor fakat bu oranın 2050 yılına gelindiğinde %30 küçülerek 53 milyon civarında olacağı tahmin ediliyor. Bunlara ek olarak Japonya altyapısının büyük bölümü (otoyollar, köprüler, demir yolları vb.) yaklaşık 60 yıl önceki hızlı gelişme döneminde inşa edildiğinden bu altyapıyı yenilemek üzere yapılacak masraflar da önümüzdeki 50 yıl için 1,7 trilyon doları bulacak gibi görünüyor. Japonya, yakın gelecekte gelişmiş ve gelişmekte olan birçok ülkenin benzer sosyal problemlerle karşı karşıya kalacağını iddia ediyor.

Bu gibi olgulardan hareketle ortaya çıkan Toplum 5.0 anlayışı, benzer problemlere sahip gelişmiş ülkeler için dijital teknolojileri insanlık yararına kullanarak çözümler üretmeyi ve refah düzeyi yüksek insan odaklı bir toplum oluşturmayı hedefliyor. Almanya'nın Hannover şehrinde düzenlenen CeBIT 2017 fuarında Japon başbakanı Abe, "Teknoloji toplumlar için tehdit değil, bir yardımcı olarak görülmeli" sözleriyle Toplum 5.0 kavramını çarpıcı bir şekilde duyurdu. Toplum 5.0 anlayışı, Japonya tarafından Ocak 2016'da kabul edildikten sonra, 5. Bilim ve Teknoloji fuarında, "tüm ihtiyaçları her bir birey için ayrı ayrı düzenleyen ve bu ihtiyaçları gerekli ürün ve hizmetlerle gerekli miktarlarda doğru insanlara doğru zamanda sağlayan bir toplum modeli" şeklinde açıklandı ve "yaş, cinsiyet, coğrafya, dil ve kültür farklılıklarına bakılmaksızın her bir bireyin yüksek kalitede hizmete ulaşabildiği ve refah bir yaşam sürdürebildiği süper akıllı bir toplum" ifadesiyle detaylandırıldı.

Toplum 5.0, Endüstri 4.0'a benzer şekilde nesnelerin interneti, yapay zekâ, büyük veri ve robotik gibi dijital teknolojileri içeriyor. Ancak Endüstri 4.0'dan farklı olarak odağına yalnızca sanayi üretimini değil; sağlık ve bakım hizmetleri, ulaşım ve güvenlik hizmetleri, tarım, finans, enerji ve gıda üretimi gibi toplumu yakından ilgilendiren konuları da alıyor. Japonya, Ekonomik Kalkınma ve İş Birliği Örgütü (OECD) ülkeleri arasında ikinci en büyük bilişim teknolojileri sektörünün sahibi konumunda olmasının yanı sıra Ar-Ge yatırımlarının büyük bölümünü bilgi ve iletişim teknolojileri ve elektronik ürünler pazarına yapıyor. Ayrıca, dünya genelinde mobil internetin yaygınlaştırılmasında Japon telekomünikasyon endüstrisinin katkısı yadsınamaz boyutta. Öyle ki Japonya mobil internet kapsama oranı en yüksek ülkelerden biri. Gelişmiş teknolojik imkânlarına ek olarak doğa bilimleri, mühendislik, tıbbi bilimler ve sosyal bilimler gibi farklı alanların iş birliği ile toplumun ihtiyaçlarına yönelik çözümler geliştirmeyi de hedefliyor.

Diğer yandan Birleşmiş Milletler tarafından oluşturulan sürdürülebilir kalkınma hedefleri, Toplum 5.0'a doğrudan önemli katkılar sağlıyor. Sürdürülebilir kalkınma hedefleri, daha iyi bir gelecek inşa etmek adına dünya genelinde açlıkla ve fakirlikle mücadele, sağlıklı yaşam, kaliteli eğitim, temiz içme suyu sağlamak, eşitsizliklerin giderilmesi gibi 17 önemli ana başlık altında 169 hedeften oluşuyor. Kimilerine göre iddialı bulunan bu hedefleri gerçekleştirmek adına Birleşmiş Milletler, öncelikli olarak toplumu ilgilendiren bölgesel sorunları ele alan ve sonrasında büyük çapta ülkelerin sorunlarına yönelmeyi hedefleyen bir yaklaşımı benimsiyor. Şu an Toplum 5.0'ı gerçekleştirmek için sürdürülebilir kalkınma hedefleri model alınacak ve bunları uygulamak üzere Japonya'da 29 şehir geleceğin şehri olarak belirlenecek.

Beşinci bilim ve teknoloji dönüşüm modeli planlamasında, bazı ülkeler süper akıllı topluma herkesten önce erişerek dünya lideri ülke olmak gibi iddialı bir hedef

ortaya koyuyor. Toplum 5.0 seviyesindeki bir topluluğun, bilgi toplumunu geride bırakarak şu anki problemlerden kurtulmuş ve bireylerinin tamamının yalnızca bilgiye değil gelişmiş yeteneklere de sahip olabileceği, bu topluluktaki her bir bireyin kendi özgün yaşam tarzını yansıtabileceği ve bu sayede topluma katkı verir hâle geleceği tasvir ediliyor. Bu plan çerçevesinde, bahsedilen hedeflerin Japonya gibi gelişmiş ülkeler için dahi ulaşılması güç olduğunu söylemek yanlış olmaz. Fakat Japonya'ya ait yayınlanmış önceki planlara bakıldığında da planlama ve hedef belirleme tarzının bu şekilde olduğu görülüyor. Toplum 5.0 ve sürdürülebilir kalkınma hedeflerinin neredeyse iç içe geçtiği düşünüldüğünde, gelişmekte olan ve az gelişmiş ülkeler için yerelden başlayarak hedeflerin bölge dinamiklerine uygun revize edilmesi Toplum 5.0'ı gerçekçi bir ideal hâline getirecektir.

Süper Akıllı Toplumda Hangi Teknolojiler Var?

Bir teknoloji ancak yenilikçi bir yaklaşımla kendisinden önceki diğer teknolojileri gerisinde bırakabilir. Bu yenilikler genellikle toplumun bakış açısını değiştiren fikirlerdir. Toplum 5.0'ı oluşturan en önemli teknoloji basamağı ise nesnelerin internetidir (IoT: internet of things). Nesnelerin internete bağlı olması anlamına gelen bu teknoloji ile, gerçek dünyadaki nesnelerden (otomobiller, trafik ışıkları, konteynerler, ev aletleri vb.) gelen yazılım verileri, gerçek zamanlı olarak internete yani siber dünyaya aktarılabiliyor. Örneğin, bu teknolojiye sahip otomobiller yoldaki trafik ışıklarıyla veri alışverişi yaparak daha doğru yol durumu bilgisine sahip olabilecek. Bu sayede trafikteki beklemeler planlanabilir hâle gelecek ve insan hatasından kaynaklanan kazaların önüne geçilebilecek.

Toplum 5.0'ı gerçekleştirmede yerelden küresele doğru çözümler aramanın öneminden bahsetmiştik. Yeni teknolojilerin öncelikli olarak özellikle büyük şehirlerde uygulanması akıllı şehirleri ortaya çıkaracak. Akıllı şehirlerin tasarımına nesnelerin interneti teknolojisi ile başlanacağı tahmin ediliyor. Şehirlerin yönetimlerine ait bütün nesnelerden akan veri gerçek zamanlı olarak işlenebilecek; hatta ulaşım, haberleşme, içme suyu ve doğalgaz altyapılarının kontrol edilmesi için mühendislerin alanda bulunmasına gerek duyulmaksızın yazılımlar gerekli işlemleri uygulanabilir hâle getirecek.

Teknolojinin en önemli kullanım alanlarından biri olan akıllı ev teknolojileri ise gelecekte evlerdeki tüm eşyaları internet yardımı ile sesli komutlarla çalıştırabilecek ve birbirleri ile iletişim kurmalarını sağlayacak. Örneğin, buzdolabında stok miktarı azalan ürünler için onayınızla internetten sipariş verilebilecek, iklimlendirme sistemleri rahatınız için evi siz gelmeden ideal sıcaklığına ulaştırabilecek.

Bu teknolojinin en büyük gereksiniminin ise internete bağlı nesnelerin, bilgisayar korsanları tarafından gerçekleştirilen siber saldırılara karşı dayanıklılığının artırılması



Akıllı ev teknoloji yazılımı ile uzaktan kontrol mekanizması

olduğu düşünülüyor. Bu gereksinim son yıllarda nesnelerin internetini kullanan cihazlara yönelik saldırılarda önemli bir artış meydana gelmesi ile gündeme oturdu. Bu nesneler sahip olduğumuz bilgisayar veya akıllı telefonlar kadar gelişmiş yazılıma sahip olamadıkları için, güvenli statüsünde değiller. Bazı nesnelerde satın alma yetkisi ve kredi kartı bilgilerinin bulunması diğer bir risk grubunu oluşturuyor. Bu yüzden Toplum 5.0 anlayışı, nesnelerin interneti teknolojisi için güvenli bir altyapının sağlanmasını hedefliyor.

Toplum 5.0 sürecine katkı sağlayacak bir diğer unsur ise büyük veri teknolojisi. Dünyanın bütün noktalarından sensör ve yazılımlar aracılığı ile toplanan büyük boyutlu verilerin oluşturduğu havuza büyük veri deniliyor. Büyük verilerin işlenmesi ve bu verilerden anlamlı sonuçlar çıkarılmasının isimleri ise "desen keşfi" ve "veri madenciliği". Özellikle sanayi bazında düşünüldüğünde dünyada en çok veri üretilen alan üretim sektörü. Verilerin yapay zekâ ve veri madenciliği yöntemleriyle anlamlandırılması ile üretim operasyonları daha verimli hâle getirilebilecek.

Toplum 5.0 anlayışının temelinde ise yapay zekâ teknolojisi yer alıyor. Bilgisayar sistemlerinin gelişmeye başladığı 1960'lı yıllarda ortaya çıkan yapay zekâ teknolojisi derin öğrenme ve makine öğrenmesindeki tekniklerin geliştirilmesi, büyük veri kümelerinin işlenmesinde kolaylık sağlayan teknolojilerin gelişmesi ile günümüzde popülerliğini artırmaya devam ediyor. Yapay zekâ karmaşık verileri algılama, büyük sistemlerin davranışlarını tahmin etme ve fiziksel dünyada son derece yüksek hassasiyet gerektiren işleri yürütme konularında büyük katkı sağlayacak. Bu teknolojinin gelişmesiyle, insansız hava araçları ile internet üzerinden verilen siparişler kolayca alınabilecek, tarım makineleri otonom görev kabiliyetine sahip olabilecek ve hasat verimi artırılarak daha kaliteli ürünler elde edilecek, güvenlik sistemlerinde yeniliklere gidilerek en gelişmiş seviyeye ulaşılacak, havalimanları ve terminallerde çok sayıda dili akıcı şekilde konuşabilen robotlar bulunacak, bu sayede insanlar yabancı dil sorunu yaşamadan dilediklerince seyahat edebilecek.

Örneğin günümüzde otomobil kullanmak aracı kullanan kişinin yetenekleri, algısı, tecrübesi gibi birçok parametreye bağlı. Oysaki yapay zekâ destekli otonom sürüş sistemleri, çok sayıda sürücüden daha profesyonel sürüş yeteneklerine sahip. Dahası bu yetkinlik başka otonom araçlara da aktarılabiliyor. Yüksek standartlardaki yeteneklere dünyanın herhangi bir noktasından ulaşma imkânı su-



nan yapay zekâ, Toplum 5.0 uygulamaları kapsamında, bireylerin kendi yeteneklerini yapay zekânın yetkinlikleriyle güncelleyerek katma değeri yüksek çıktılara imza atılmasını sağlayacak.

Yapay zekâ teknolojisinin sağlık sektörüne olası etkisi





Yapay zekâ teknolojisinin otomobil sektörüne olası etkisi

Bütün bu teknolojilerin yardımı ile sağlık sektöründe de gelişmeler yaşanacak. Günümüz teknolojisindeki sağlık takibi, bireyler yalnızca hasta olduğunda ya da yaşlandığında devreye giriyor. Hasta geçmişi hekimler tarafından yeterince iyi analiz edilemediği için kaliteli yaşlanma oranı çok düşük ve yaşlı bakım hizmetleri için insan gücü ihtiyacında da artış söz konusu. Yeni toplum düzeninde, her bir birey doğduğunda, kendisine ve ailesine ait sağlık verilerinin, siber saldırılara karşı güçlendirilmiş dijital veri sistemlerine kaydedilmesi planlanıyor.

Hastalık ortaya çıkmadan bireyin sağlık bilgileri (nabız, vücut sıcaklığı, stres seviyesi vb.) giyilebilir teknoloji yardımı ile doktorlarla paylaşılacak ve sağlık durumu kontrol edilebilecek. Bu sayede bireyler daha konforlu bir hayat yaşayacak.

Gelişmiş ülkeler için tasvir edilen Toplum 5.0 fikrinin, gerçekleşebilmesi için Japonların belirlediği beş engelin yıkılması gerekiyor. Bu engellerin yönetim duvarı, hukuk sistemi duvarı, teknoloji seviyesi duvarı, insan kaynakları duvarı ve toplumsal kabul duvarı olduğu belirtildi. Yönetim duvarı, Toplum 5.0 stratejilerinin doğru ve net belirlenmesi ve yeniliklerin devlet destekleri sayesinde artırılması ile; hukuk sistemi duvarı, bilgisayar ve insanın etkileşime geçtiği noktalarda gri alanların daha net belirlenmesi ve yeni dünyanın kurallarının iyi anlaşılması ile; teknoloji seviyesi duvarı, Toplum 5.0'ın temel teknolojilerinin yeniden yapılandırılması, özellikle yapay zekâ ve robotik teknolojisindeki hata paylarının kabul edilebilir seviyelere indirilmesi ile; insan kaynakları duvarı, yeni ekonomik sistem ve topluma entegre olan vatandaşların dinamik katılımı ile; toplumsal kabul duvarı, toplumun yenilikçi teknolojilerle olan ilişkisinin artması ile aşılabilecek. Belirtilen engellerin aşılmasıyla da Toplum 5.0 Japonya için inşa edilebilir hâle gelecek.

Toplum 5.0 ve Türkiye

Türkiye teknoloji trendlerini takip ederek dünyanın en önemli ekonomik güçleri arasında yer almayı ve önümüzdeki beş yıl içinde ekonomik açıdan en gelişmiş 10 ülke arasında yer almayı hedefliyor. Her ne kadar Türkiye dünyanın önde gelen üretim merkezlerinden biri olsa da nitelikli yetişmiş insan kaynağını, Toplum 5.0'da belirtilen modele uygun, kültür düzeyi yüksek bir topluma entegre etmeye devam etmesi gerekecektir.

Süper akıllı toplumun oluşturulabilmesi için en önemli adımın, üniversitelerde araştırma gruplarının kurulması ve bölgesel çalışmaların düzenli olarak yürütülebilmesi olduğu düşünülüyor. Özellikle bölge dinamiklerini iyi bilen araştırmacılarla

yerel sorunların teknoloji yardımıyla nasıl çözüme kavuşturulabileceğinin iyi analiz edilmesi gerektiği düşünülüyor. Bu noktada bilim merkezlerinde disiplinler arası çalışmaların yapılmasına, yerel paydaşların, sanayi ve üniversitelerin bir araya gelmesine devam edilmelidir.

Ülke genelindeki sorunları çözmenin en önemli adımı yereldeki sorunları iyi anlamak ve bölgeye özgü çözüm önerileri getirebilmek.

Toplum 5.0'a erişimin ikinci önemli yolu ise yapay zekâ, büyük veri, robotik ve nesnelerin interneti olmak üzere birçok yeni teknoloji üzerine Ar-Ge çalışmaları yapmak. Dolayısıyla bu teknolojileri çalışacak nitelikli, farklı düşünme kabiliyetine sahip yaratıcı bireylerin rahatça üretim yapabilecekleri bir ortamın oluşturulması hedeflenenler arasında gösteriliyor. Bu nedenle ülkemiz özgün çözümlerle Toplum 5.0'ın getirdiği yeni teknolojiler özelinde gelişmeli, girişimcilik, Ar-Ge ve yenilikçilik değerlerine hız vermeli.

Gelecek 10-15 yıl içerisinde Toplum 5.0 kapsamında bahsedilen teknolojilerin yaygınlaşacağı düşünülürse, ülkemizdeki her bir sektörün ve toplumun tüm paydaşlarının teknolojiyi yakalayarak rekabetçi bir pozisyon almasını sağlamak önemli bir kriter hâline geliyor. Bu sebeple ülkemiz, genç nüfusunu, teknolojiyi kullanan değil geleceğin teknolojilerini tasarlayan ve üreten olacak şekilde eğitmeye, ayrıca teknolojiye yatırım yapmaya hız kesmeden devam edecektir.

Dönüşüm İçin Nasıl Bir Yol İzlenmeli?

Toplum 5.0 idealinde sözü edilen konular üzerine yapılacak sistemli çalışmaları içeren en az 10 yıllık bir yol haritası belirlenmesi öneriliyor. Yol haritası belirlenirken ülkenin sosyal ve ekonomik durumu da göz önünde bulundurulmalıdır.

Toplum 5.0 stratejisinde olduğu gibi, Türkiye'nin sürdürülebilir kalkınma hedeflerini gerçekleştirmeye çalışırken karşılaştığı kendine özgü problemlerden kurtulmak ve ülke kalkınmasını sağlamak için bölgeye özgü çözümlerle ilerlemesi, bunun için de yerelde kazanılan tecrübelerin hızla paylaşılarak dinamikleri birbirine benzeyen coğrafyalar arasında iş birliği oluşturması öneriliyor. Uygulamaya yönelik hedeflerin belirlendiği ve mevcut imkânlarla yapılabileceklerin değerlendirildiği bir yol haritası, hem teknolojik gelişme için çalışanları motive edecek hem de gerçekçi adımların kısa zamanda atılmasını sağlayacak.

Değişimlerden en fazla etkilenecek alanlardan birisinin de eğitim olması bekleniyor. Eğitimin tüm



basamaklarında örnek teknoloji projeleri ile öğrencilere üretkenlik ve yenilikçilik anlayışının kazandırılması öneriliyor.

Üniversiteler ve sivil toplum kuruluşları tarafından halkın değişim ve dönüşüm süreci için bilinçlendirilmesi de son derece önemli. Bu noktada toplum kavramının önemi artırılmalı, toplumu oluşturan temel değerler ve kurumlar güçlendirilmeli. Önemini yitirecek mesleklere yönelik alternatif mesleki çözümlerin geliştirilmesi, geleceğe yönelik meslekleri belirlenerek insanların yeni iş alanlarında istihdamına yönelik çalışmaların başlatılması öneriliyor.



Yol haritasının planlı bir program dâhilinde ve gerçekçi bir yaklaşımla ele alınması son derece önemli.

Ekonomik olarak dijital para konusunda hazırlıklar yapılmalı, gerekli teknolojik altyapılara ve veri madenciliği konusunda çalışmalara hız verilmeli. Gelişmekte olan ülkelerin ve bazı gelişmiş ülkelerin (ör: Singapur) dijitalleşmeyi toplumun yararına nasıl sunabildiği de dikkatlice incelenmeli. Dijital dönüşümün gerçekleşmesine yönelik altyapı ve ekosistem çok hızlı olarak hayata geçirilmeli, aksi takdirde gerekli teknolojik ekosistem ve kültür hazır olmadığından bu konuda da dışa bağımlılık yaşanması söz konusu olabilir.

Bununla birlikte, yaşanan değişimlerin geçmiş sanayi devrimlerinden gelen tecrübeyle yeniden değerlendirilmesi önerilmektedir. İnsanlığın tarihsel gelişim seyri içinde, yaşanan teknolojik gelişmeler ile her defasında kendine yeni bir yetkinlik kazandırarak ve belirli kısıtları aşarak bir sonraki toplumsal düzeye geçtiği gözlemleniyor.

Toplum 5.0 yapay zekânın kullanımı ile insanlığa bilgi işleme ve yorumlamada önemli avantajlar sağlayacak, robotik ile üretimde tam otomasyonu sağlayabilecek. İnsanlar artık kendilerine daha fazla zaman ayırabilecek, üretkenliğini artırabilecek, değer yaratan işlerde aktif olacak, değer yaratmayan işler yapay zekâ ve robotlar tarafından karşılanarak insanlar için işlenmiş veri hazır olacak.

Bu noktada yerel ve uluslararası politika süreçlerinin yardımıyla Toplum 5.0'a hazır, Toplum 6.0'ı da inşa edebilecek insan kaynağının yetiştirilmesi önerilmektedir. ■

Kaynaklar

Rekimoto, J, "Internet of abilities: Human augmentation, and beyond (keynote)", Proceedings of the 2017 IEEE Symposium on 3D User Interfaces (3DUI), s. 1-1, 2017.
Öztürk, F, "Ülkemizde 4. Sanayi Devrimi ve Havacılık Uygulamaları", TÜBİTAK *Bilim ve Teknik Dergisi*, Ocak 2018.
Baykal, N., "Endüstri 4.0'dan Toplum 5.0'a Japonya'da Değişimin Mimarı Tateo Arimoto ile Söyleşi", TÜBİTAK *Bilim ve Teknik Dergisi*, Kasım 2018.
https://apacinnosummit.hkstp.org/media/2495/sameshima-hitachi-www_for_website.pdf
https://www8.cao.go.jp/cstp/english/index.html
https://www.keidanren.or.jp/en/policy/2016/029.html
http://www.keidanren.or.jp/en/policy/2018/095_proposal.pdf
https://www.hitachi.com/rev/archive/2017/r2017_06/pdf/p08-13_TRENDS.pdf
https://www.japan.go.jp/abenomics/society_5.0.pdf
https://www.hitachi.com/rev/archive/2018/r2018_04/02a01/index.html
https://www.kas.de/documents/288143/4843367/panorama_digital_asia_v3a_Carraz_Harayama.pdf/b57f6b67-f317-cfc5-010c-4ee501c3a398
https://www.kas.de/documents/252038/253252/7_dokument_dok_pdf_52119_2.pdf/3b6a8cd9-b41a-3f5d-e6a6-220aa3572843?version=1.0&t=1539647626138



Tekno-Yaşam

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

2 Boyutlu Kamera

Her şeyin 3 boyutlusunun iyi kabul edildiği bir dünyada bazen iki boyutlu ürünler tercih edilebiliyor. Metalenz tarafından geliştirilen kamera tek bir meta-yüzeyden oluşuyor. Böylece çok az alan kaplıyor. Elbette kamera gerçek anlamda iki boyutlu değil ama tek bir yüzeye basılan mikron düzeyinde çok ince bir materyal olarak üretiliyor. Üstelik üretiminde nadir bulunan sıra dışı materyaller ya da yüksek maliyetli özel üretim teknolojileri kullanılmıyor. Diğer yandan, Metalenz'in ürettiği kameralar henüz şimdiki telefonların ana kameralarıyla yarışacak düzeyde görüntü kalitesi sunamıyor. Bu nedenle hâlihazırda yüz okuma gibi amaçlarla kullanılan ikincil kameraların yerini alması hedefleniyor. Bu tür kameralara göre hem daha az yer kaplıyor hem de daha az enerji harcıyor. Metalenz tarafından üretilen 2 boyutlu kameraları kullanan cihazlar önümüzdeki yıldan itibaren satışa sunulacak.

https://tcrn.ch/3aB0HKq

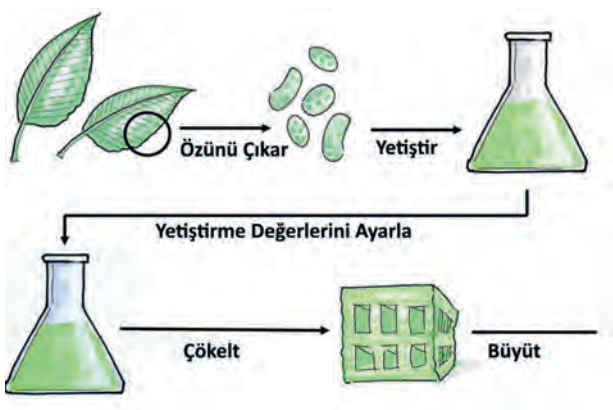
Dağıtık Sosyal Medya

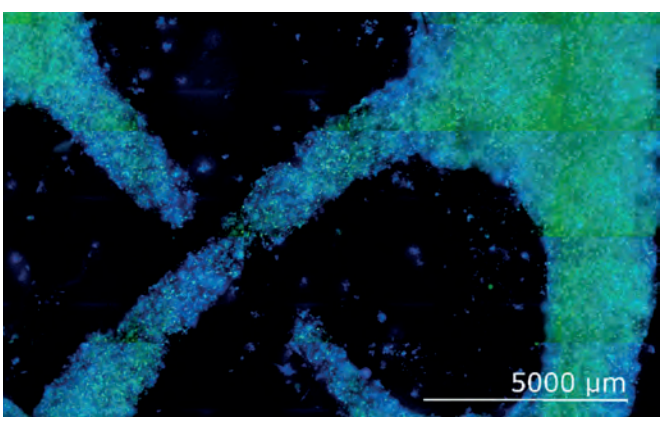
Son günlerde sosyal medya firmalarının etkisi, gücü ve kontrolü çokça tartışılmaya başlandı. Tıpkı farklı hizmet sağlayıcıları kullanan kişilerin birbirine e-posta iletisi gönderebilmesi gibi, herkesin kullanabileceği açık veri alışveriş protokollerinin geliştirilmesini isteyenlerin sayısı her geçen gün artıyor. Bu tasarı gerçekleşirse insanlar çeşitli sosyal medya uygulamalarını kullanarak iletişime geçebilecek. Bluesky adındaki bir girişim böyle bir açık protokol geliştirmeyi hedefliyor. Önümüzdeki yıllarda bu konunun çokça tartışılacağını ve bunun sonucunda tek bir merkezden kontrol edilmeyen açık veri iletişim protokollerinin yaygınlaşacağını tahmin ediyoruz.

http://bit.ly/dagitik

Kendi Mobilyanızı Yetiştirmeye Ne Dersiniz?

Bazı küçük çocuklar masa ve sandalye gibi eşyaların ağaçta ya da tarlada yetiştiğini söylerler. Bizi gülümseten bu ifade ileride gerçek olabilir. Massachusetts Institute of Technology'den Luis Fernando Velásquez-García liderliğindeki bir grup araştırmacı, laboratuvar ortamında masa şeklinde ahşap ve fiber dokular yetiştirecek bir proje geliştirdi. Zinnia bitkisinden alınan hücrelerin özel bir sıvıda büyütülmesine dayanan proje, bitki hücrelerinin hormonlarla kontrol edilerek âdeta üç boyutlu yazıcı gibi belli şekilleri ortaya çıkarmasını sağlıyor. Çalışma şu anda başlangıç aşamasında ve henüz kullanılabilir olmaktan çok uzakta ancak eğer araştırmacılar projeyi büyük ölçekte ve makul bir fiyatla gerçekleştirmeyi başarabilirse ahşap mobilyalar için ağaç kesmek zorunda kalmayabiliriz.







Çevrenin korunması için elbette sadece ağaçları korumak yeterli olmaz. Çevre kirliliğini de önlememiz gerekiyor. Çevreyi kirleten en önemli unsurlardan biri de plastik atıklar. Doğada uzunca bir süre çözülmeyen bu atıklar ekolojik dengeye ciddi zararlar veriyor. Dünyada her yıl 1 milyardan fazla akıllı telefon kabı satılıyor. Hem estetik amaçlı hem de telefonları çarpmalara ve düşmelere karşı korumak için kullanılan bu aksesuarlar çoğunlukla plastikten üretiliyor ve sonrasında atık olarak doğaya bırakılıyor. Pela adındaki firma doğada %100 çözünebilir yapıda telefon kılıfları üretiyor. Malzeme olarak plastik yerine keten yağı üretiminden arta kalan şok emici ve doğada çözünebilir yapıya sahip keten samanını kullanan firma, ürettiği telefon kılıflarıyla hem çevreyi hem de telefonları koruyor. Her yıl milyonlarca dolarlık satış yaparak bu alanda önemli bir başarı elde eden Pela'nın hedefinde doğal deodorant ve köpek şampuanı gibi ürünler de var. Bu gibi başarılı firmalar çevre dostu ürünler geliştirmenin ticari olarak da kârlı olabileceğini göstermesi açısından önemli örnekler.

–
http://bit.ly/ahsap-tarlasi
http://bit.ly/pela-tel

İş Hayatı Değişiyor

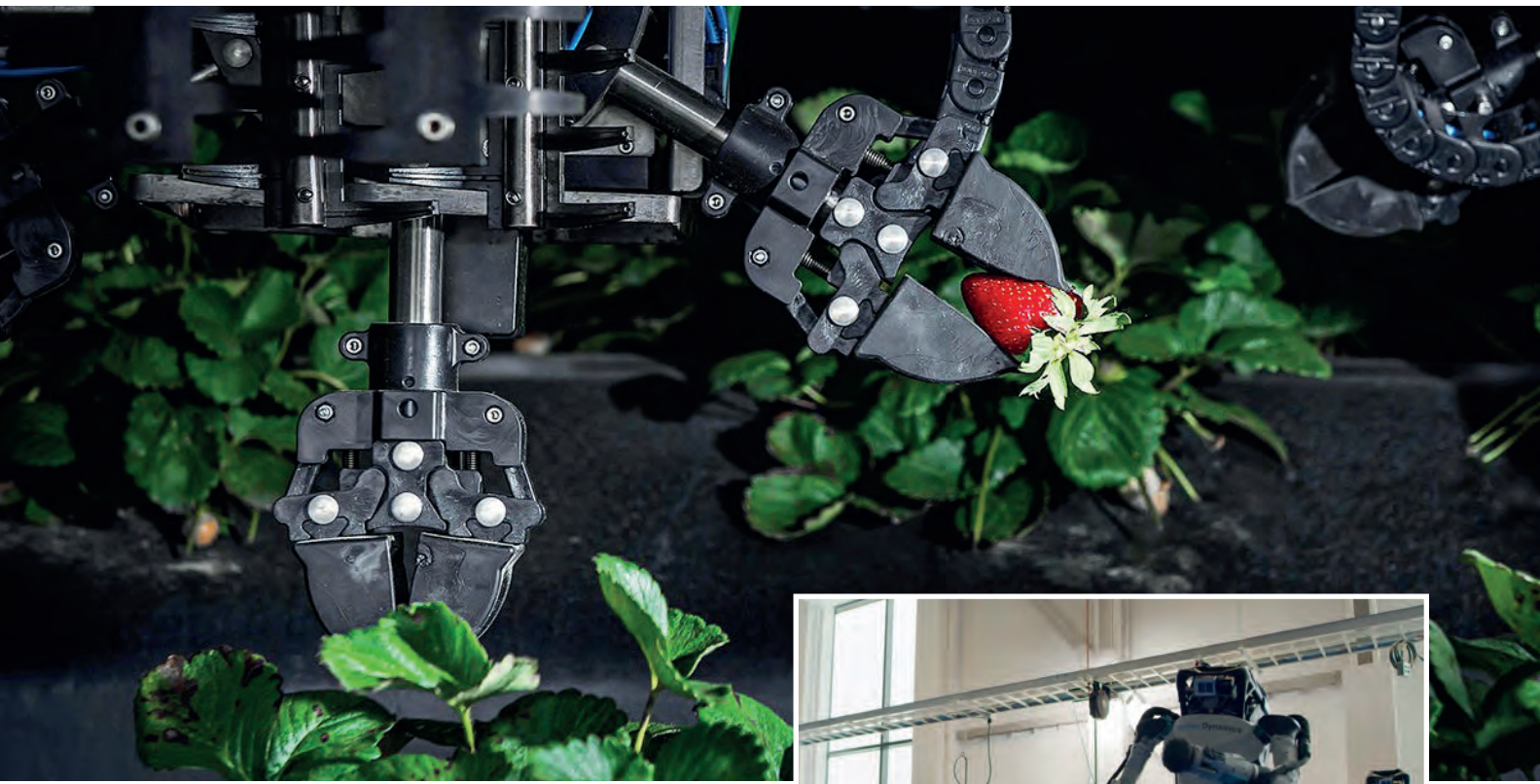
Pandemiyle birlikte çalışma hayatımızda bazı önemli değişiklikler oldu. Zorunluluktan dolayı uzaktan çalışmanın yaygınlaşması birçok firmanın farklı çalışma şekillerini test etmesine olanak sağladı. Yazılım kullanımının artması, telekonferans araçlarının gündelik yaşamın bir parçası hâline gelmesi ve otomasyonun yaygınlaşması bu sürecin en önemli dönüşümlerinden oldu. Pandemi süreciyle birlikte iş yaşamında oyunlaştırma teknikleri kullanılmaya başlandı. Bir video oyun karakterinin dosyalarla dolu bir odaya girdiği ve düzenlediği her dosya için puan kazandığı bir oyun oynadığınızı hayal edin. Saatlerce uğraşıp tüm dosyaları düzenliyorsunuz ve mesai bitince liderler tablosunda ilk sıraya yerleşiyorsunuz. Peki bu oyundaki dosyalar gerçek işinizdeki dosyalar, oyun arkadaşlarınız da iş arkadaşlarınız olsa nasıl olurdu? Ya da iş yerindeki fiziksel ortamınız kroki üzerinde sanallaştırılsa ve bir iş arkadaşınızla görüşmek için bu krokide bulunduğu odaya girerek konuşabilseniz nasıl olurdu? Hatta arkadaşınızla yaptığınız konuşmayı sadece o odadakilerin duyduğunu ve patronunuzun odaya yaklaştığını görünce konuyu değiştirdiğinizi hayal edin. İşte son zamanlarda yaygınlaşan Teamflow, SpatialChat ve Remo gibi uygulamalar bu tür oyunlaştırma teknikleriyle yeni bir iş deneyimi vadediyor. Apple, Uber, LinkedIn, McKinsey ve IBM gibi firmalar tarafından kullanılan bu tür uygulamaların amacı fiziksel iş ortamını sanal ortamda yeniden inşa ederken işi biraz daha eğlenceli hâle getirmek.

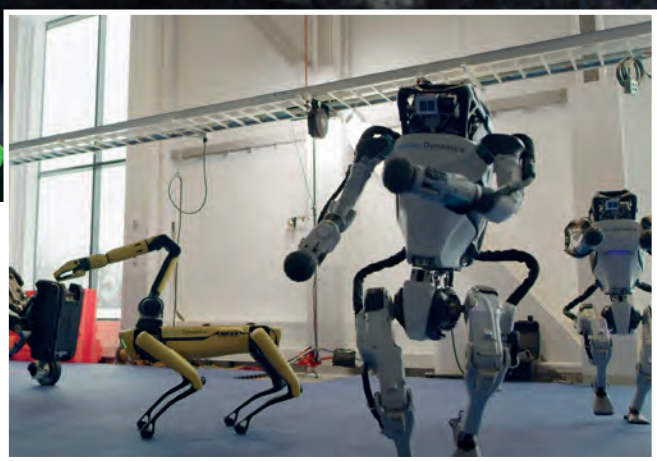
Gartner tarafından yapılan bir araştırmaya göre insan kaynakları yöneticilerinin %90'ı pandemi sonrasında da insanların uzaktan çalışmasına mümkün olduğunca imkân sağlamayı planlıyor. Hâl böyle olunca ilerleyen zamanlarda bu tür uygulamaları sıkça görmeye, hatta kullanmaya başlayacağız gibi görünüyor. Bu kategorideki uygulamalardan biri olan Branch'in tanıtım videosunu izlemek için https://youtu.be/qgqnWBKRTeQ adresini ziyaret edebilir ya da aşağıdaki kare kodu akıllı cihazınızdaki barkod okuyucuya okutabilirsiniz.





Öte yandan iş hayatındaki tek farklılık sanal çalışma ortamları değil elbette. Sosyal mesafenin korunması için otomasyona öncelik verilmesi endüstriyel robotlara olan ilgiliyi artırdı. Robot denince birçoğumuzun aklına bilimkurgu filmlerindeki gibi ev temizleyen, yiyecek servisi yapan ve güvenliği sağlayan insansı robotlar ge-





liyor. Özellikle Boston Dynamics firmasının geliştirdiği dans eden, takla atan, eşya toplayan robotlar son dönemde sosyal medyada sıkça paylaşılsa da aslında bu tür insansı robotlar henüz pek de bir işe yaramıyor. Bunun yerine daha basit görünümlü ama daha etkili robotlar yaygınlaştı. Örneğin ev temizliğine yardım eden robot süpürgeler her eve girmeye başladı. Robo Global araştırma şirketinin tahminlerine göre, önümüzdeki 5 yıl içerisinde endüstriyel robotlara harcanan para %60 artacak. Yine Bain danışmanlık firmasının araştırmalarına göre, önümüzdeki 10 yıl içerisinde sadece ABD firmalarının otomasyona harcayacakları para 10 trilyon dolar. Özellikle Covid-19 salgınıyla insanların online alışverişe yönelmesi bu tür siparişleri otomatik olarak hazırlayabilecek robotlara ilgiyi artırdı. Gelen siparişlere göre depodaki ürünlerden el değmeden paket yapıp teslimat ekibine aktarabilen robotlar, online market hizmeti sunan firmalar tarafından ilgi görüyor. Diğer taraftan üretim tesislerinin uzaktan izlenmesine yardım eden robotlar da hızla yaygınlaşıyor. Üstelik bu gibi robotlar illa ki insanların yerini almak zorunda değil. İnsanlarla birlikte çalışabilen iş birlikçi robotlar (cobot) da var. Bu robotlar ağır eşyaları taşıma ve tehlikeli malzemeleri kontrol etme gibi görevlerde insanlara yardımcı oluyor. Bazı robotlarsa ofis ortamında yapılan basit işlerin otomatikleştirilmesine katkı sağlıyor. Örneğin müşterilerden gelen e-postaları okuyup konusuna göre ilgili kişiye yönlendirme gibi görevleri yapabilen UIPath gibi dijital robotlar var. Pandemi süreciyle birlikte sanal ofislerin ve robotların kullanıldığı yeni bir iş dünyasına geçişimiz hızlanacak gibi görünüyor.

–

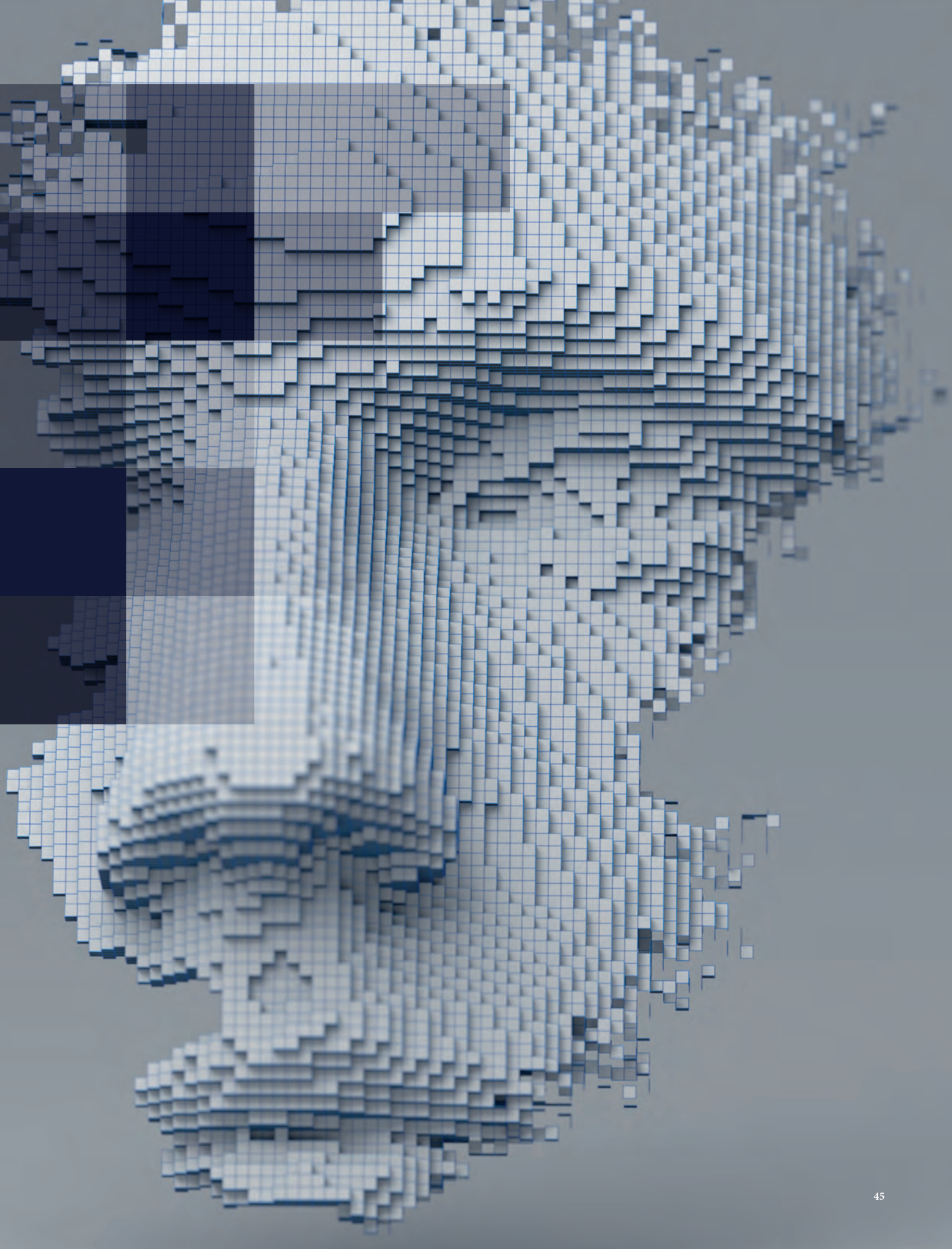
https://tcrn.ch/3pFCWYh

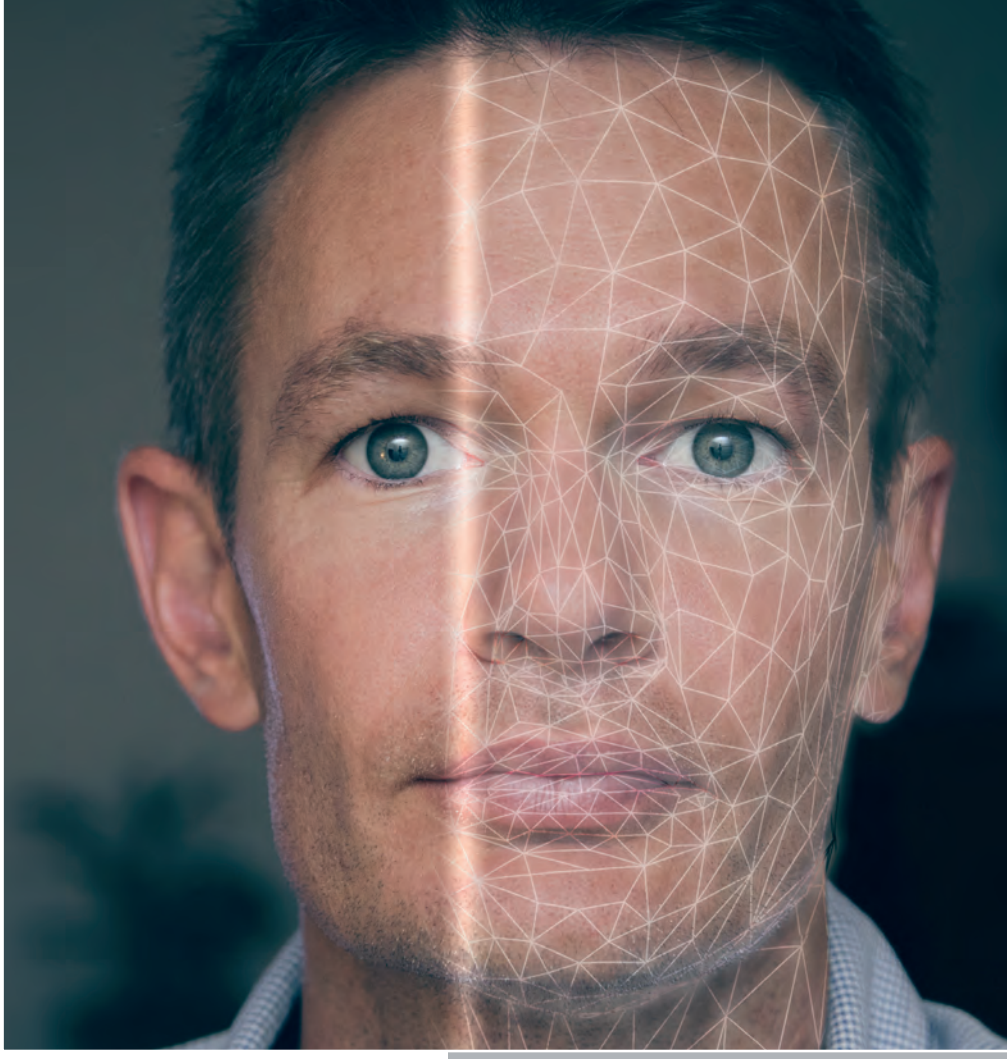
http://econ.st/2YTuQiU

Yüz Tanıma Teknolojisi ve Etik Değerlendirmeler

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

Biyometrik sistemler bireyin fiziksel veya davranışsal özelliklerini ölçmek ve analiz etmek için kullanılıyor. Temel olarak kişiye özgü yapıları kullanmaya dayanan bu sistemler parmak izi, iris, avuç içi izi ve yüz gibi fizyolojik özelliklerle imza, yürüme şekli, konuşma kalıpları ve yüz dinamikleri gibi davranışsal özellikleri de kullanabiliyor.





Son zamanlarda biyometrik sistemlerde yüz verilerinin kullanımı üzerinde en çok çalışılan alanlardan biri oldu. Bunda kullanım alanlarının çeşitliliği kadar özel izinlere ihtiyaç duyulmadığı ve kişinin özel alanını ihlal etmediği gerekçeleri de etkili oldu. Peki gerçekte durum böyle mi?

Yeni nesil teknolojilerde kişi tanıma ve doğrulama için biyometrik sistemler yaygın olarak kullanılıyor. Kullanılan en temel biyometrik özelliklerden birisi de yüz. İnsan yüzü sayesinde kişinin kimliği, yaşı, cinsiyeti, ırkı ile duygusal ve zihinsel özellikleri hakkında bilgi elde edilebiliyor. İnsan yüzünün ve yüz hareketlerinin analizi, psikoloji, sinir bilimleri ve mühendislik dallarını içerisine alan disiplinler arası bir araştırma alanı olarak değerlendiriliyor.

Özellikle kişi izleme ve bulma uygulamalarında başvurulan yüz tanıma sistemleri, yüzün hem fiziksel hem de dinamik özelliklerine dayandırılabiliyor. Dijital olarak elde edilen yüz görüntüleri karmaşık algoritmalar sayesinde işlenerek mevcut veri tabanlarındaki yüzlerle karşılaştırılıyor ve saniyeler gibi kısa süreler içerisinde görüntüdeki kişinin kim olduğu öğrenilebiliyor. Elbette sonucun tamamen doğru bir şekilde bulunması her koşulda o kadar da kolay olmuyor. Yüzün açısı, aydınlatma, yaş, ırk, yüz ifadesi, makyaj, sakal ve yüz aksesuarları gibi çok farklı etmenler yüz tanıma sistemlerinin etkili bir şekilde çalışmasının önünde engeller oluşturuyor. İkizler ve akrabalar arasındaki benzerlikler de yüz tanıma sistemlerinin hatalı sonuçlar vermesine sebep olabiliyor.

Öte yandan, yüzleri algılamak insanlar tarafından çok kısa sürelerde başarılı bir şekilde gerçekleştirilebiliyor. İnsan görme sistemindeki karmaşık sinir ağı, yüzlerin statik ve dinamik özelliklerini çok hızlı bir şekilde işleme yeteneğine sahip. Ancak bilgisayarlar söz konusu olduğunda basit gibi görünen bu görev oldukça karmaşık bir hâle bürünüyor.

Yüz Tanıma Teknolojisinin Köşe Taşları

Yüz tanıma sistemlerinin geçmişi 1950'lere kadar uzanıyor. Otomatik yüz tanıma sistemlerinin temelinin ise 1970'li yıllarda atıldığı kabul ediliyor. Yapılan ilk çalışmalarda yüzün önemli bölgeleri arasındaki mesafeler kullanılarak gerçekleştirilmeye çalışılan yüz tanıma işlemi, teknolojik gelişmelerle birlikte farklı bir boyuta ulaştı. 1990-2000 yılları arasındaki gelişmeler sonucunda yapılan yüz tanıma sistemlerinin sınıflandırması günümüzdeki sınıflandırmalardan oldukça uzak olsa da bu yıllarda-



ki çalışma ve gelişmeler günümüz yüz tanıma teknolojilerinin temelini oluşturuyor.

Yüz tanıma teknolojilerinin önemli tarihsel gelişim aşamalarını aşağıdaki gibi listelemek mümkün.

1964: Amerikalı araştırmacılar Woodrow Wilson Bledsoe ve arkadaşları yüz tanıma için geliştirdikleri bilgisayar programları ile kişinin ağız ve göz boyutları gibi yirmi değişkeni sorgulayabilecek yarı otomatik bir yüz tanıma yöntemi ortaya koydu.

1977: Yüz tanıma sistemi 21 değişken (dudak genişliği, saç rengi gibi) eklenerek daha da geliştirildi.

1988: Yüz tanıma işlemlerinde yapay zekâ kullanılmaya başladı.

1991: Massachusetts Institute of Technology'den (MIT) Alex Pentland ve Matthew Turk, yüz tanıma teknolojisinin ilk başarılı örneği olan ve istatistiksel temel bileşen analizi yöntemini kullanan Eigenfaces'ı sundu.

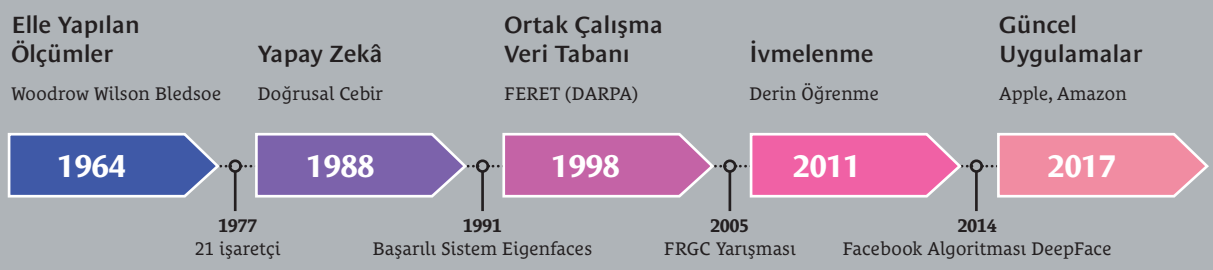
1998: İleri Savunma Araştırma Projeleri Ajansı (DARPA) yönettiği FERET Yüz Tanıma Teknolojisi Programı kapsamında konuyla ilgili çalışmaları hızlandırmak için 850 kişiye ait 2400 görüntüden oluşan veri tabanını tüm dünyayla paylaştı. Program, araştırmalarda kullanılmak üzere giderek genişleyen bir veri tabanı sağlarken araştırmacılara farklı yüz tanıma algoritmalarını ortak bir temelde karşılaştırma olanağı da sundu.

2005: ABD'de kullanılan mevcut yüz tanıma teknolojilerini desteklemek ve gelişimlerini hızlandırmak amacıyla Face Recognition Grand Challenge (FRGC) yarışması düzenlendi.

2011: Yapay sinir ağlarına dayalı bir makine öğrenmesi yöntemi olan derin öğrenme, yüz tanıma teknolojilerinde yeni bir boyut açtı. Bu yöntemde bilgisayar, yüz analizinde karşılaştırılacak noktaları kendisi seçiyor ve bilgisayarın analiz etmesi için ne kadar fazla görüntü sağlanırsa bilgisayar o kadar iyi öğreniyor.

2014: Facebook araştırmacıları tarafından derin öğrenme yüz tanıma sistemi olan "DeepFace" geliştirildi. Dijital görüntülerdeki yüzleri tanıyan sistemin yaklaşık %97 doğruluk oranıyla insan gözü performansına ulaştığı bildirildi.

Bir yandan yüz tanıma teknolojisindeki gelişmeler devam ederken, diğer yandan da bu teknolojinin kullanım alanlarına yenileri ekleniyor. Bankacılık işlemleri, para transferleri, telefon ve operatör uygulamaları, akıllı izleme sistemleri gibi pek çok konuda yüz tanıma yöntemleri kullanılıyor.



Daha İyi Eşleştirme İçin Farklı Yaklaşımlar

Yüz tanımayı bir tanımlama, eşleştirme ve doğrulama problemi olarak ele almak mümkün. Kimliği bilinmeyen bir yüz, analiz edilerek veri tabanında kimlikleri belli olan tüm yüzlerle karşılaştırılıyor ve sonucunda sistem bir karar veriyor. Daha basit bir ifadeyle, sistem bir eşleştirme problemiyle karşı karşıya bırakılıyor. Sorgulanan yüzün veri tabanındakilerle karşılaştırılması sonucunda eşleşme doğrulanıyor ve kişinin kimliği bu sayede belirleniyor ya da kişinin veri tabanında kaydı bulunmuyor ve herhangi bir eşleşme gerçekleşmiyor.

Yüz tanıma sistemleri görüntü tabanlı ve video tabanlı olmak üzere iki ana gruba ayrılıyor. Görüntü tabanlı sistemler kişinin anlık fiziksel görünümünü kullanarak tanımlama yapmaya çalışırken, video tabanlı sistemler görünümdeki değişikliklerden ve yüzün dinamik yapısından da faydalanıyor.

Görüntü tabanlı yüz tanıma yöntemleri üç ana gruba ayrılıyor. Görünüme dayalı (bütünsel) yöntemler, model tabanlı yöntemler ve doku (kısmi görünüm) tabanlı yöntemler. Video tabanlı yüz tanıma yöntemleri ise temel olarak iki ana sınıfta değerlendiriliyor. Bunlar set tabanlı yöntemler ve sıra tabanlı yöntemler. Set tabanlı yöntemler, bir videonun karelerini zamansal düzene dikkat etmeden bir görüntü koleksiyonu olarak ele alıyor. Sıra tabanlı yöntemler ise görüntüleri zamansal sıralarını koruyarak kullanıyor. Dolayısıyla yüzün zaman içindeki dinamikleri de kişinin tanınmasında rol oynuyor.

Yapılan çalışmalara göre yüz tanıma sistemlerinin genel sınıflandırması bu şekilde yapılabiliyor ancak kullanılan algoritmaların ve yöntemlerin çeşitliliği ile bazı yöntemlerin birbiriyle örtüşen özellikleri çok net bir sınıflandırma yapmayı oldukça zorlaştırıyor.

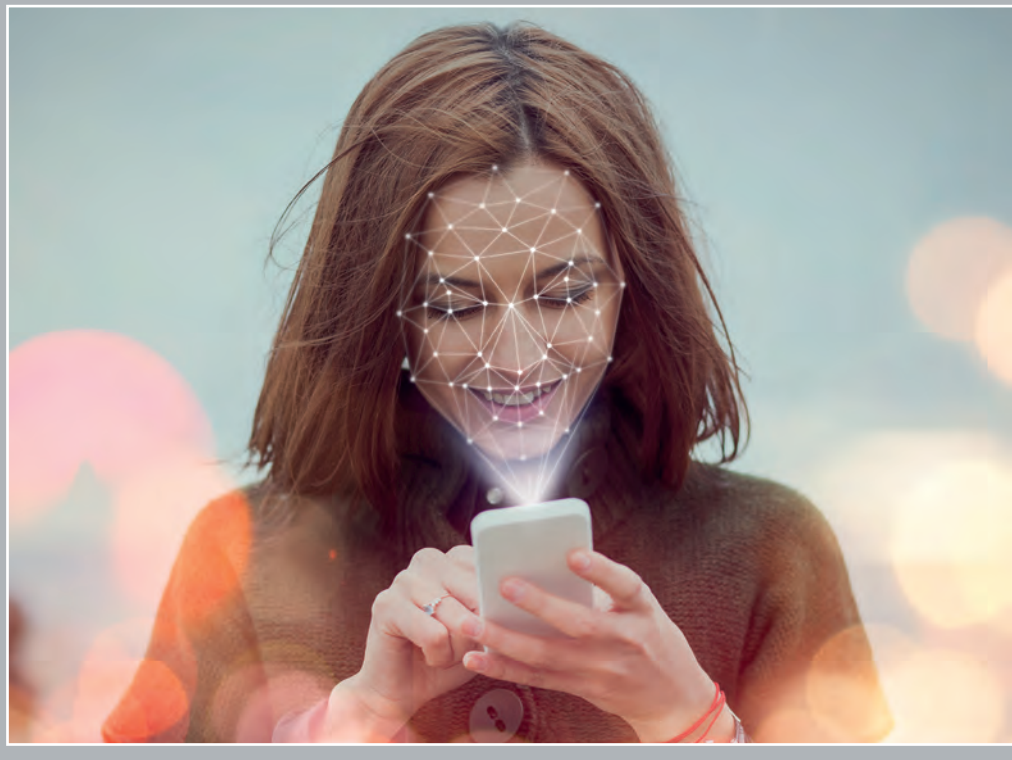
Yüz Tanıma Sistemleri

Görüntü Tabanlı Yöntemler

- Görünüme dayalı (bütünsel) yöntemler
- Model tabanlı yöntemler
- Doku (kısmi görünüm) tabanlı yöntemler

Video tabanlı Yöntemler

- Set tabanlı yöntemler
- Sıra tabanlı yöntemler



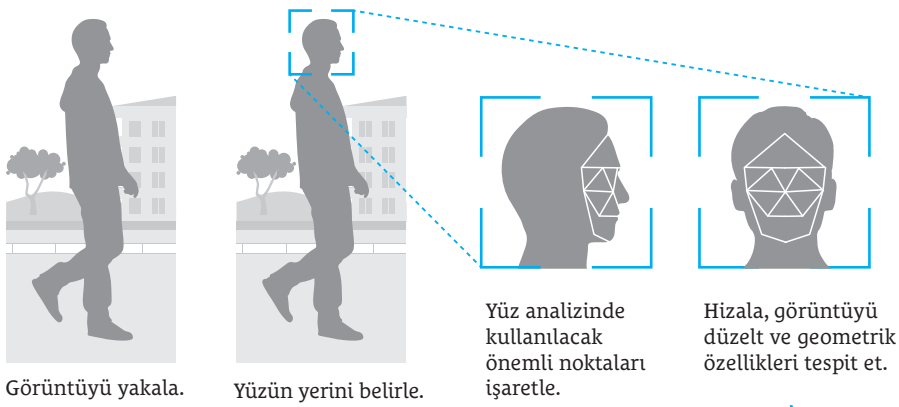
Yüz Tanıma İşlemi Nasıl Gerçekleşiyor?

Yüz tanıma sistemlerinin çalışması temel olarak altı aşamada gerçekleşiyor. İlk önce yüze ait görüntü, fotoğraf veya video vasıtasıyla elde ediliyor. Ardından yüz sahteciliği önleme modülü kullanılarak sistemin güvenliği sağlanıyor ve yüz tanımayı engelleyici unsurlar ortadan kaldırılıyor. Üçüncü adımdaysa görüntüden veya video karelerinden yüzdeki referans noktaları algılanıyor. Daha sonra görüntü veya video üzerinde görüntü hizalama, video karesi seçimi, parazit azaltma, kontrastı artırma gibi çok çeşitli işlemlerin gerçekleştirildiği bir ön işlemler serisi uygulanıyor. Son aşamaya geçmeden önce farklı yüz tanıma yöntemleri kullanılarak ilgili yüzün tüm özellikleri görüntü veya videodan çıkarılıyor. Son adımda veri tabanlarındaki yüzlerle karşılaştırma yapılarak kimlik saptama ve doğrulama işlemi gerçekleştiriliyor.



Yüz Tanıma Nasıl Çalışıyor?

Yüz tanıma sistemleri bir kişiyi tanımak veya tanımlamak için çeşitli parametrelere göre yüz geometrisinin analizini yapar. Diğer yüz analizleriyle ise kişinin cinsiyeti, yaşı, etnik kökeni ve duygusal durumu hakkında da bilgi elde edilebilir.



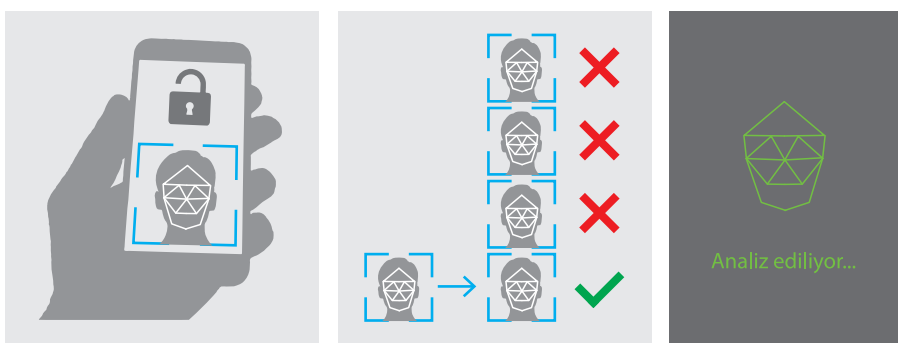
Yüz tanıma

Doğrula
Yüzün örnekle eşleştiğini onayla (bire bir karşılaştırma)

Kimliğini tanımla
Kişinin kimliğini tespit etmek için veri tabanındakilerle karşılaştır.

Yüz analizi

Sınıflandır
Tanımlı insan özellikleri ile ilgili olarak çıkarımlar yap (sonuçlar tartışmalı olup yüz tanıma sistemlerine göre daha az güvenilirdir.)



Örnekler

- Akıllı telefonun kilidini açma
- Pasaport kontrol noktalarından geçiş
- Okula/işe geldiğini doğrulama

Örnekler

- İzleme listesindeki kişileri tespit etmek için kalabalıktaki yüzleri sürekli tara
- Kişinin kimliğini tespit etmek için veri tabanıyla eşleştir.

Örnekler

- Kişinin yaş ve cinsiyetini değerlendir.
- Kişinin duygusal durumunu değerlendir.

Durdurulamaz Yükseliş



Yüz tanıma, bilgisayarla görme ve örüntü tanımanın en aktif araştırma alanlarından bir tanesi ve kimlik belirleme, erişim kontrolü, adli tıp ve insan-bilgisayar etkileşimleri gibi pek çok alanda kullanılıyor.

Fotoğrafın icat edilmesinden sonra devlet kurumları ve çeşitli kuruluşlar kimlik belgesi, pasaport ve üyelik kartları için kişilerden yüz fotoğrafları topladı. Bu veri tabanlarının bazıları adli araştırmalarda kullanıldı. Günümüzde ise dijital kamera, akıllı telefonlar ve sosyal ağlar aracılığıyla insan yüzü görüntüleri oldukça kolay bir şekilde toplanabiliyor, dağıtılabiliyor ve hatta değiştirilebiliyor.

Yüz fotoğrafının bir bölümü ile karşılaştırılarak yüz tanımaya yönelik ilk girişim 1871 yılında bir İngiliz mahkemesinde gerçekleştirildi. Bir suç mahalline ilişkin video materyali veya resimler varsa yüz tanıma en önemli suçlu tespit yöntemlerinden birisi olarak değerlendiriliyor. Görevlilerce yapılan yüz eşleştirmelerine kıyasla günümüzdeki otomatik yüz tanıma teknolojileri, hem adli çalışanların işlerini kolaylaştırıyor hem de verimliliği artırıyor.

Son yıllarda yüz tanıma çalışmaları için çeşitli bilimsel yöntemler, algoritmalar, yaklaşımlar ve veri tabanları geliştirildi. İki boyutlu yaklaşımlarda aydınlatma, görüş açısı ve kamera mesafesi gibi kontrollü çevre koşulları altında oldukça yüksek oranda başarı elde edildi. Fakat çevre koşulları standarttan uzaklaştıkça bu performansın önemli ölçüde düşüş gösterdiği de tespit edildi.

İki boyutlu yüz tanıma sistemlerinde görüntülerin işlenmesinde geliştirilmeye açık yönler bulunuyor. İki boyutlu yaklaşımların dezavantajlarına ve teknolojideki gelişmelere bağlı olarak üç boyutlu sistemler her geçen gün daha çok ilgi görüyor. Araştırmaların hedefinde ise her zaman daha hızlı, daha doğru, daha güvenilir ve daha taşınabilir yüz tanıma sistemleri yatıyor.

Son 30 yıldır yüz tanıma uygulamalarına artarak devam eden ilginin altında ticari ve yasal kullanımlar için gösterilen yüksek talep ve bu teknolojiye uyumlu cihazların yaygınlaşması yatıyor. Makine öğrenmesindeki gelişmeler de yüz tanıma sistemlerinin daha iyi sonuçlar vermesine yardımcı oluyor.

Yüz tanıma teknolojilerinin çeşitli amaçlar için kullanımı pek çok ülkede yaygınlaşıyor. Yapılan araştırma sonuçlarına göre yüz tanıma teknolojilerinin 2019 yılındaki 4,4 milyar dolar olan pazar payının 2025 yılında 10,9 milyar doları aşacağı öngörülüyor.

Yüz tanıma teknolojisi pek çok kolaylığı beraberinde getiriyor. Peki, böylesine büyük bir pazar payına sahip bu teknolojinin geliştirilmesi ve kullanılmasında kişi haklarına yeterince saygı gösteriliyor mu ve yapılan çalışmalar etik açıdan uygun mu?





Etik Tartışmalar

Bilgisayar bilimleri ve yapay zekâ alanlarında çalışan pek çok araştırmacı ve etik inceleme otoriteleri kamuya açık verilerin kimseden izin alınmadan yüz tanıma araştırmalarında kullanılmasında herhangi bir sorun görmüyor. Ancak bu durum günümüzde yavaş yavaş değişmeye başladı ve araştırmaların daha sağduyulu ve etik kurallara uygun şekilde gerçekleştirilmesi için yeni adımlar atılıyor.

Bilim insanlarının kişisel verileri herhangi bir izin almadan araştırmalarında kullanması oldukça önemli sorunlar teşkil ediyor. Son zamanlarda yüz tanıma teknolojisinin etik açıdan değerlendirilmesinde de bilim camiası ve yerel yönetimlerin farklı görüşlere sahip olduğu görülüyor. Bu görüş farklılıkları nedeniyle son iki yıldır bazı üniversiteler ve şirketler yüz tanıma algoritmalarını iyileştirmek amacıyla kullandıkları yüz fotoğraflarından oluşan veri tabanlarını kullanımdan kaldırdı.

Yapılan araştırmalarda kullanılan fotoğrafların büyük kısmı internet üzerinden toplanıyor. Paylaşıma açık bu görsellerin kullanımında herhangi bir sorun görülmüyor ve etik kurullar da böyle bir kullanıma karşı bir yaptırımda bulunmuyor. Fotoğrafları izinsiz olarak araştırmalarda yer alan kişilerse bu durumdan hiç memnun değil.

Özellikle dünyanın bazı bölgelerindeki korunmasız topluluklar temel alınarak yapılan yüz tanıma çalışmaları ve bunlarla ilgili makaleler çoğu araştırmacı tarafından etik bulunmuyor. Yüzlerin bilimsel veya etik olarak onaylanmayan öğelerin (suç işleme gibi) bir ölçüsü olarak kullanılmaya çalışılması ve ayrımcılığı tetiklemesi de çoğu bilim insanı tarafından kınanıyor. Öte yandan, yüz tanıma teknolojisi ile gerçekleşen yanlış kişi saptamaları ve hatalı sonuçlar bilim insanlarınca analiz edilip değerlendiriliyor. Yüz tanıma teknolojisinin kullanımının daha şeffaf ve tam bir işbirliği içerisinde gerçekleştirilmesi gerektiği çeşitli platformlarda dile getiriliyor ve bu teknolojinin geliştirilmesi ve kullanılmasına ilişkin etik çerçevenin net bir şekilde çizilmesi gerekli görülüyor.

Bilim insanlarının çeşitli yüzleri barındıran büyük veri setlerini kişilerin rızasını almadan toplayan ve kullanan araştırma ve çalışma-

ların ahlaki boyutunu sorgulaması gerekiyor. Sayıları giderek artan sorumluluk sahibi araştırmacılar sayesinde yüz tanıma veri setlerinin nasıl toplanıp dağıtılacağına ve diğer etik konulara ilişkin yeniden değerlendirmeler yapılmaya başlandı. Bazı enstitüler olumlu yönde adımlar atmaya başladı. Geçtiğimiz sene içerisinde bazı akademik dergiler ve bir akademik konferans, yüz tanıma sistemleri çalışmalarından etik kriterlere uygunluk istediğini duyurdu.

Yüz tanıma sistemleri üzerine gerçekleştirilen çalışmaların etiği ile ilgili bir kılavuz bulunmuyor. Bilim insanlarına araştırma fonlarını ve veri setlerini sağlayan biyometrik teknoloji şirketlerinin ticari hedefleri de çoğu zaman etik kaygıların önüne geçiyor. Bazı bilim insanlarının yüz tanıma teknolojisi etiğini farklı platformlarda dile getirmesi ve tartışmaya açması oldukça önemli görülse de bu girişimler tek başına gerekli önlemlerin alınması için yetersiz kalıyor.



Binlerce, Milyonlarca Yüz

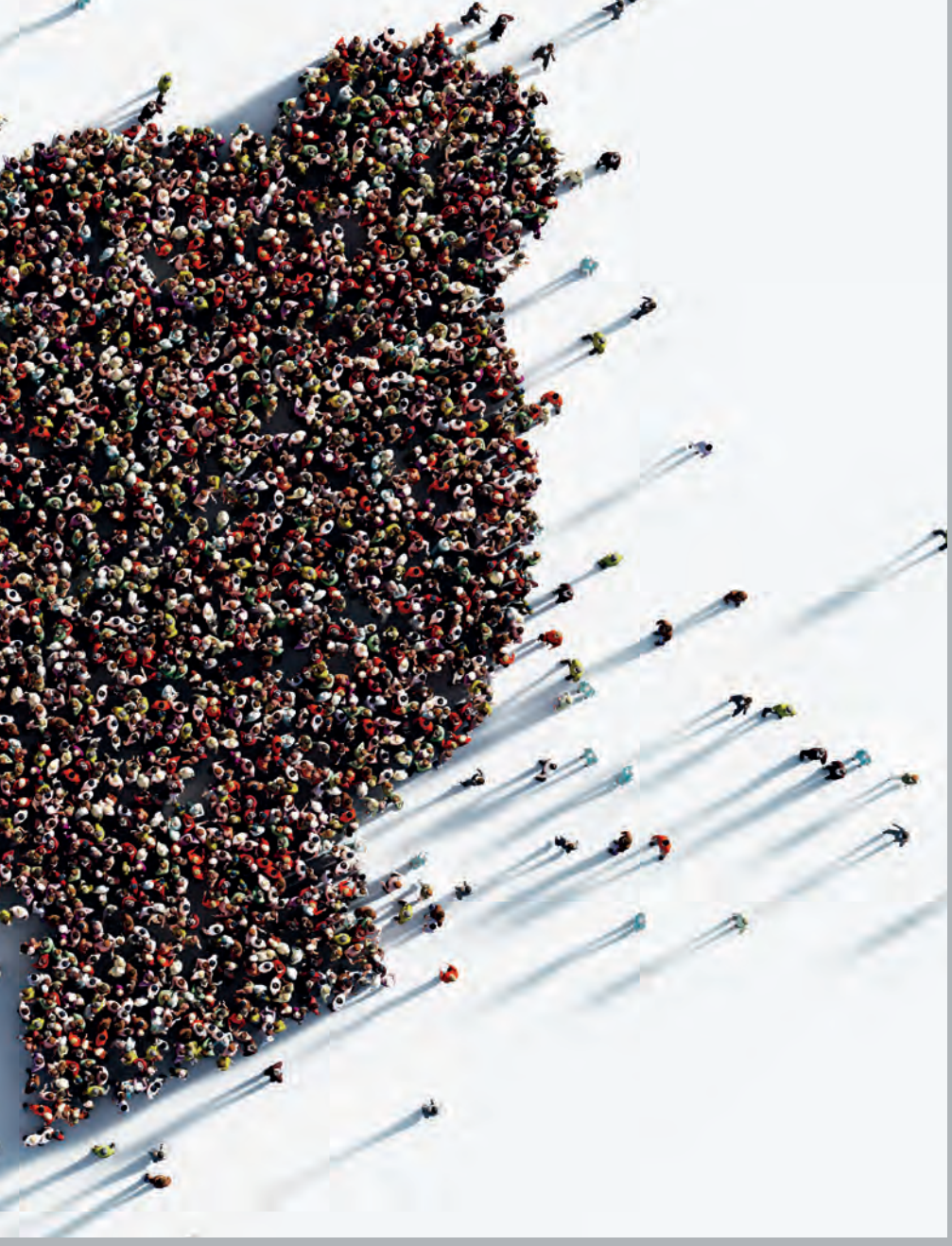
Yüz tanıma algoritmalarının daha iyi çalışması için ideal olarak farklı aydınlatma koşullarında ve farklı açılarda yakalanan görüntülerin bulunduğu büyük veri kümeleri üzerinde eğitilmeleri ve test edilmeleri gerekiyor. Bilim insanları araştırmaları için kullandıkları bu fotoğrafları 1990-2000 yılları arasında çoğunlukla gönüllülük esasına göre topluyordu. Günümüzde ise çoğu araştırmacı herhangi bir izne ihtiyaç duymadan yüz resimlerini toplayıp kullanıyor ve bunun etik açıdan doğruluğunu yeterince sorgulamıyor.

Bazı örnekler vermek gerekirse Stanford Üniversitesinden bazı araştırmacılar 2015 yılında bir kafedeki canlı yayından elde edilen 12.000 görüntüden oluşan seti araştırmalarda kullanmak üzere yayımladı. Bir yıl sonra Duke Üniversitesinden araştırmacılar üniversite yerleşkesinde yürüyen öğrencilerin 85 dakikalık videosunu yayınladı ki bu da 2 milyondan fazla video karesi anlamına geliyordu.

En büyük koleksiyonlar ve veri setleri ise çevrim içi yollarla toplandı. 2016'da Washington Üniversitesinden araştırmacılar bir görüntü paylaşım sitesinden alınan ve 3,3 milyon fotoğraftan oluşan bir veri tabanı yayımladı. Microsoft'tan araştırmacılar, en büyük veri setlerinden biri olarak bilinen ve aralarında gazeteci, müzisyen ve akademisyenlerin de bulunduğu 100.000 kişiye ait 10 milyon adet internetten toplanmış görüntüyü yayımladı.



2019 yılında Adam Harvey, kurduğu MegaPixels isimli web sitesi ile mevcut kullanımdaki yüz veri setlerini işaret etti ve Jules LaPlace ile birlikte pek çok veri setinin paylaşıma açık şekilde yüz tanıma ürünleri geliştirme ve iyileştirme çalışmalarında kullanıldığını gösterdi. Harvey'in çalışmaları ile ilgi-



li aynı yıl içinde Financial Times'ta yayımlanan makale üzerine Microsoft ve bazı üniversiteler görsel veri setlerini paylaşımdan kaldırdı. Gerekli etik izinlerin alındığı belirtilen durumlarda ise genellikle bu izinlerin yapılan çalışma ve uygulanan yöntemleri kapsamadığı görüldü. Örneğin, Duke Üniversitesi etik kurulundan alınan onay yüz tanıma araştırmalarını kapsamıyordu, ayrıca verilerin gizli olmasını ve paylaşılmaması gerektiğini söylüyordu.

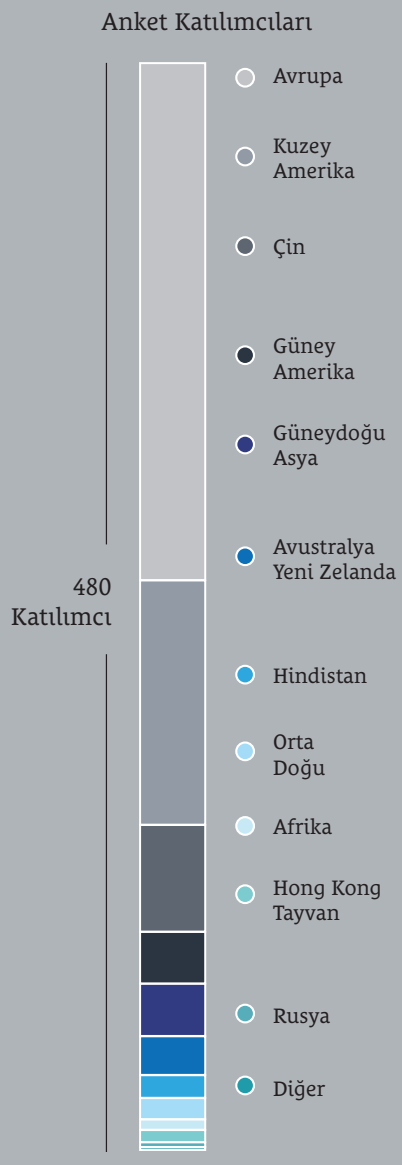
Bazı veri setlerinin kaldırılması izinsiz ve keyfi kullanımları bir ölçüde azalttıysa da sorunu tam olarak çözmedi. Çok büyük çevrim içi koleksiyonlar ve onların türevleri hâlâ yüz tanıma araştırmalarında kullanılmaya devam ediyor. Ekim ayında Princeton Üniversitesinden araştırmacılarca yürütülen bir çalışma sonucunda paylaşımdan kaldırılmış bir veri setinin veya türevinin 135 bilimsel makalede kullanıldığı tespit edildi.

Avrupa'da biyometrik araştırmalarda kullanmak üzere insanların yüz fotoğraflarının toplanması için kişilerden rıza alınması hususu yasal olarak net değil. Avrupa Birliği Genel Veri Koruma Yönetmeliği'nde bu konu hakkında kesin çizgiler yok denebilir. Ancak ABD'nin bazı eyaletlerinde ticari firmaların kişilerin fotoğraflarını rızaları olmadan toplaması ve kullanması yasa dışı olarak değerlendiriliyor ve böyle bir durumda dava açma hakkı tanınıyor. Facebook, Clearview AI, IBM, Google, Microsoft, Amazon ve Facefirst gibi büyük teknoloji firmalarına bu tür davalar açıldı.

Geçtiğimiz yıl mayıs ayında yüz tanıma teknolojisi ile ilgili enteresan bir gelişme de yaşandı. ABD'de bulunan Harrisburg Üniversitesinden araştırmacılar kişinin suçlu olma potansiyelini ırka bağlı önyargılar olmadan %80 doğrulukla belirleyebilen bir yüz tanıma yazılımı geliştirdiklerini duyurdu. Bu olay bir eleştiri dalgasını tetikledi. Kritik Teknoloji Koalisyonu (CCT), çalışmanın bilimsel temellerinin sağlam olmadığını, kişiler hakkında önyargılar oluşturacağını ve çalışmanın yayımlanmaması gerektiğini bildiren 2400'den fazla akademisyenin imzaladığı bir belge yayımladı. Aynı günlerde 1400'den fazla matematikçinin birlikte yazdığı mektupta da suç işleme oranının azaltılmasına yardımcı olduğu iddia edilen algoritmaların aslında ırkçı yaklaşımları artırabileceği endişelerine yer verildi.

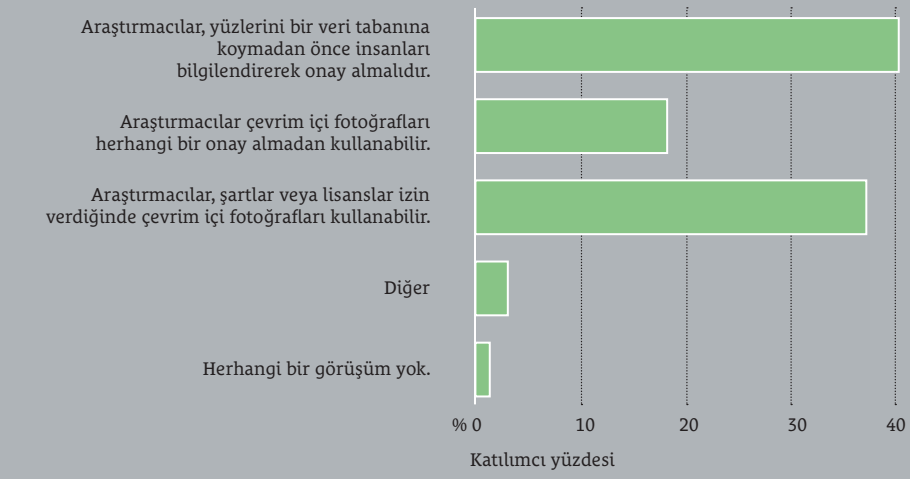
Akademisyenler Ne Düşünüyor?

Geçtiğimiz yıl Nature dergisi yüz tanıma, yapay zekâ ve bilgisayar bilimleri konularında makale yayımlayan 480 araştırmacı ile yüz tanıma çalışmalarının etik boyutu hakkında bir anket gerçekleştirdi. Anket sonuçları akademisyenlerin net bir ortak görüşe sahip olmadıklarını açık bir şekilde gösteriyor.



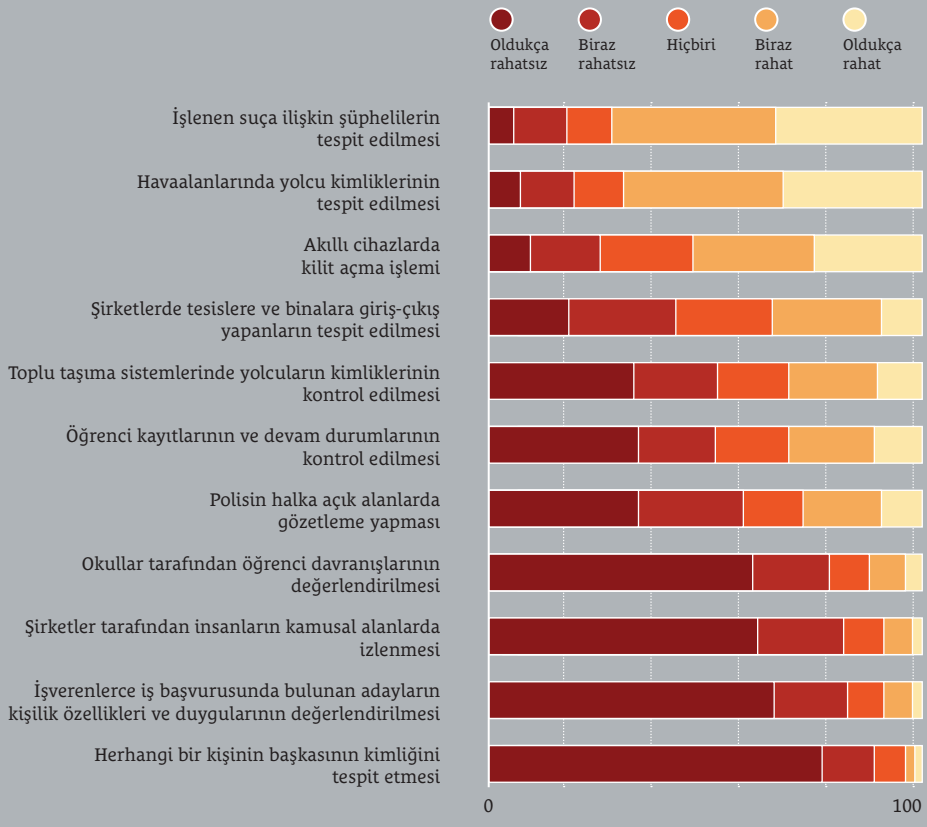
Görüntü kullanımı ile ilgili kısıtlamalar

Soru: Araştırmacılar, yüz tanıma algoritmalarını eğitmek ve test etmek için insanların yüzlerine ait genel olarak internetten edinilmiş büyük veri kümelerini kullanıyor. Araştırmacıların bu tür görüntüleri kullanmak için ne tür izinlere ihtiyacı var?



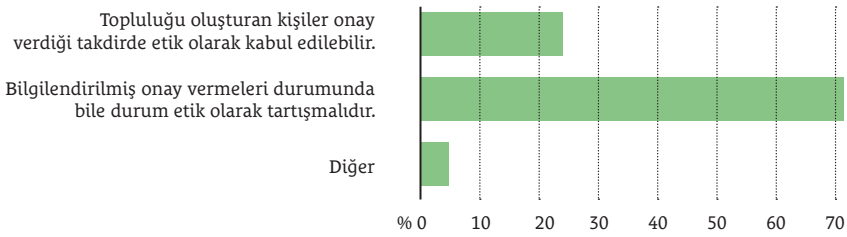
Yüz Tanıma Teknolojisinin Farklı Kullanımlarına Olan Yaklaşımlar

Soru: Yüz tanıma teknolojisinin aşağıdaki şekillerde kullanılması konusunda ne kadar rahatsınız?



Korunmasız topluluklarla ilgili kısıtlamalar

Soru: Bilgilendirilmiş onay konusunda tercihini özgürce yapabilecek durumda olmaması muhtemel korunmasız insan toplulukları üzerinde yüz tanıma araştırması yapmak etik mi?



Ankete katılan araştırmacıların yaklaşık üçte ikilik kısmı, yüz tanıma sistemlerinin kişisel özellikleri tanımlamak için kullanılmasının sadece bu kişilerden ve bu kişileri temsil etme yetkisine sahip otoritelerden gerekli izinler alındıktan sonra yapılabilmesi gerektiğini düşünüyor. Ancak diğer konularda araştırmacılar bölünmüş durumdalar. Araştırmacıların yarıdan fazlası yüz tanıma veri setinde insanların yüz fotoğraflarının bir izne gerek duymadan kullanılmasında herhangi bir sakınca görmüyor. Buradaki ikilem, çok büyük görsel veri setleri olmadan yüz tanıma algoritmalarının istenilen düzeyde eğitilemeyecek olmasından kaynaklanıyor.

Korunmasız topluluklar söz konusu olduğunda, araştırmacıların %71'lik bir kısmı onay alınmış olsa bile bunun fazla bir anlam taşımadığını ve bu toplulukların yüz görsellerinin kullanılmasının etik olarak doğru olmadığını düşünüyor. Araştırmacıların büyük kısmı bilimsel bir çalışmanın etik olarak uygunluğunun makale inceleme sürecinde yazarlara yöneltilen sorularla veya yazarların beyanlarıyla tespit edilmesi gerektiğini düşünüyor. Yüz tanıma yazılımı kullanan araştırmalar için önceden etik kurumlardan onay alınması hususunda ankete katılanların yarısı bunun gerekli olduğunu belirtirken dörtte birlik kısmı ise araştırmaya bağlı olarak değerlendirilmesini öneriyor.

Olumlu Yönler ve Gelişmeler

Yüz tanıma ve analiz etme teknolojisi üzerine yapılan araştırmalar sayesinde kayıp kişileri bulmak, suçluları takip etmek, akıllı cihazlara kolay erişmek, insan-makine etkileşimlerini kolaylaştırmak ve tıbbi olarak hastalık teşhisi ve takibi yapmak mümkün olabiliyor. Tüm bu örnekler gibi yüz tanıma teknolojilerinin hayatı kolaylaştıran, yasal ve etik kurallara uygun yansımalarından söz etmek mümkün.

Diğer yandan kişilerin kendi bilgi ve rızaları olmadan onları uzaktan tanıyabilen ve sınıflandırabilen bir teknolojinin kullanımı etik açıdan sorunlu görülüyor. Bazı kuruluşlar araştırmacıların yaptıkları çalışmalarda daha dikkatli ve sorumlu davranmasını istiyor.

Yapay zekâ alanında gerçekleştirilen NeurIPS (Sinirsel Bilgi İşleme Sistemleri) konferansı, araştırmacılardan bu yıl ilk kez etik değerlendirmeleri de istedi. Bildiri gönderen araştırmacılardan, çalışmalarının etik değerlendirmesini ve olası olumsuz sonuçlarını da anlatmaları bekleniyor.

Avrupa Birliği, biyometrik sistemlerin kullanımına yönelik uyulması gereken kuralları kapsayacak bir mevzuatla ilgili yakın zamanda çalışmalar yapmayı planlıyor. Çalışma sonucunda yüz tanıma teknolojileri ile ilgili uyulması gereken kuralların daha net bir şekilde ortaya konması hedefleniyor.

Yüz tanıma teknolojisinin etik boyutuna yönelik her geçen gün yeni adımlar atılıyor. Tüm paydaşlar tarafından kabul görecek kurallarla birlikte yüz tanıma teknolojisinin doğru şekilde geliştirilmesi, doğru amaçlarla kullanılması ve bu sayede topluma daha fazla katkıda bulunması bekleniyor. ■

Kaynaklar

Adjabi, I., Ouahabi, A., ve ark., "Past, Present, and Future of Face Recognition: A Review", *Electronics*, 9, 1188, 2020.

Taskiran, M., Kahraman, N. ve Erdem, C.E., "Face Recognition: Past, present and future (a review), *Digital Signal Processing*, 106, 102809, 2020.

Noorden, R. V., "The Ethical Questions That Haunt Facial-Recognition Research", *Nature*, 587, 354-358, 2020.

Editorial, "Facial-recognition research needs an ethical reckoning", *Nature*, 587, 300, 2020.

Castelvecchi, D., "Beating Biometric Bias", *Nature*, 587, 347-349, 2020.

Roussi, A., "Resisting the Rise of Facial Recognition", *Nature*, 587, 350-353, 2020.

Merak Ettikleriniz

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



Gürültü Önleme Özellikli Kulaklıklar Nasıl Çalışır?

Elektrik ve ses mühendisi Dr. Amar Bose, 1978 yılında bir uçuş sırasında uçak motorunun dinlediği müziği mahvetmesi üzerine daha uçaktan inmeden hesaplamalarını yapmaya başladı. Kulaklıkları dış ortam seslerini azaltan cihazlara dönüştürmeyi başaran Bose, ilk ürününü fikrin ortaya çıkmasını sağlayan uçuştan yaklaşık on yıl sonra tanıttı.

Kulaklıklardaki gürültü önleme teknolojileri pasif ve aktif olmak üzere ikiye ayrılabilir. Tüm kulaklıklar türüne ve üretildiği malzemeye göre değişen seviyelerde pasif gürültü önleme özelliğine sahiptir. Pasif ses koruması daha çok yüksek frekanslı seslerin kulağımıza ulaşmasını engelleyerek çalışır. Kulağı tamamen çevreleyen kafa üstü kulaklıklar yapılarındaki yüksek yoğunluklu köpük, yastık bariyerler ve diğer ses emici malzemeler ile hafiflikten feragat ederek 20 desibele kadar dış ortam sesi azaltımı sağlar. Ancak trafik yakını ya da uçak motoru gibi 70 desibeli aşan ortamlarda pasif gürültü önleyici kulaklıkların çok da işe yaradığı söylenemez. Kulak yoluna oturan kulak içi kulaklıklar ise anatomik farklılıklardan dolayı kullanıcılarda farklı sonuçlar verebiliyor.

Aktif gürültü önleyici teknolojisi ise ses dalgalarının fiziğini kullanarak düşük frekanslı sesleri dahi yüksek düzeyde engelleyebilen kulaklıklar üretilebilmesini sağlar.

Ses, boyuna dalgalar hâlinde bulunduğu ortamı sıkıştırıp genleştirerek ilerler ve tüm dalgalarda olduğu gibi tepe ve çukurları bulunur. Aktif gürültü önleyici kulaklıkların yapısında yer alan mikrofon çevreyi dinlerken algıladığı dalgalara karşı sesler üretir. Yani aktif gürültü önleme sistemi dış ortam ses dalgasındaki her tepe için bir çukur, her çukur için de bir tepe üretir. Bu karşıt dalgalar bir araya geldiğinde birbirlerinin havayı sıkıştırma ve genleştirme zıtlıklarını yok ederek çok düşük genlikte, algılaması zor sesleri ortaya çıkarır. Zıt karakterdeki dalgaların bu şekilde bir araya gelmesine yıkıcı girişim adı verilir.

Aktif gürültü önleme teknolojisi tüm bu çabasına rağmen tüm dış ortam seslerini engelleyecek kusursuzlukta değildir. Kendini tekrar eden uçak motoru ve tren gürültüsü gibi sesleri verimlice engelleyebilirken, korna ya da bebek ağlaması benzeri frekansı hızlıca değişen ani sesleri bastırmada yetersiz kalabiliyor. Ayrıca bazı insanlar karşıt ses üreten sistemin tıslamasını duyabildiği için de bundan şikayetçi.

Aktif gürültü engelleyici sistemler bazı otomobillerde de kullanılıyor. Bu sistemlerin yakın gelecekte evlerimizi de daha sessiz hâle getirebilecekleri düşünülüyor.

Kaynaklar

electronics.howstuffworks.com/gadgets/audio-music/noise-canceling-headphone.htm

phys.uconn.edu/~gibson/Notes/Section5_2/Sec5_2.htm

Vücuttaki Şişliklere Neden Buzla Müdahale Edilir?

Fiziksel aktivite sırasında başımıza gelebilen çarpma, burkulma ve ezilme gibi durumlarda genellikle aklımıza bilinen en eski, ulaşılabilir ve etkili ön tedavi yöntemi olan buz ya da soğuk uygulama gelir. Kriyoterapi adı da verilen, acıyı dindiren ve şişkinliği azaltan bu yöntem, vücudumuzun yaralanan bölgedeki sorunu çözmek için uyguladığı "abartılı" inflamatuar yanıtı baskılayarak işe yarar.

Böylesi olağan dışı durumlarda vücudumuz ilgili bölgeye fazlaca kan ve diğer bazı vücut sıvılarını göndererek inflamasyonu (yangı, iltihap) başlatır. Ancak iyileştirme niyetindeki tepkinin yol açtığı madde yığılmasıyla şişen bölgede bazı hücrelere yeterli miktarda oksijen iletmek güçleşir.

Şişen bölgeye soğuk ya da buz uygulandığında dokular ile damarlar büzüşerek şişliği büyütecek yeni kan akışı ve sıvı sevkiyatını azaltır. Yaralanmadan hemen sonra uygulanan soğutma işlemi hücrelerin metabolik faaliyetlerini de yavaşlatarak düşük oksijen seviyesine karşı toleranslarını artırır. Ayrıca, soğuyan ortamda nöronlar arasındaki iletişimi sağlayan kimyasal mesajcılar da yavaşladığı için beyne iletilen ağrı sinyallerinin miktarı da azalır.

Ancak buzun doğrudan cilde uzun süre bastırılmasıyla hissizleşen ciltte yüzeye yakın sinir hücrelerinin hasara uğrayabileceği bildiriliyor. Bu ihtimali azaltmak için yekpare büyük bir buz kütlesi kullanmak yerine, tüm yüzeye uygulamayı kolaylaştıracak parçalanmış buz kullanımı öneriliyor. Bununla birlikte, soğutma işlemi uzun süre uygulandığında vücut bu kez ortamı ısıtmak amacıyla soğuyan bölgeye çokça kan göndermeye çabalar. Hiperemi adı verilen bu durumun yaşanmaması için soğuk uygulamaya 10-20 dakika kadar sonra ara vererek şişliğin ısınmasına izin verilmelidir. Uygulama süresi yaralanan vücut bölgesine ve kişideki yağ dokusunun miktarına göre değişkenlik gösterir.

Güncel araştırmalar, kriyoterapiye yaralanmanın ilk dakikasında, yani henüz şişlik ve ödem fazlaca toplanmadan başlandığında işe yaradığını gösteriyor. Çoğu çalışma, uygulanan soğutma işlemi ile inflamasyonun süresi uzasa da iyileştirici etkisinin olumsuz etkilenmediğini bildiriyor. Öte yandan, soğutmanın iyileşme sürecini negatif etkileyebileceğini raporlayan çalışmalar da mevcut.



Kaynaklar

blogs.uoregon.edu/sciencestuff/tag/cryotherapy-2

thenakedscientists.com/articles/questions/does-ice-really-reduce-swelling-and-speed-healing

Urso, M. L. (2013). Anti-inflammatory interventions and skeletal muscle injury: benefit or detriment? *Journal of Applied Physiology*, 115(6), 920–928.

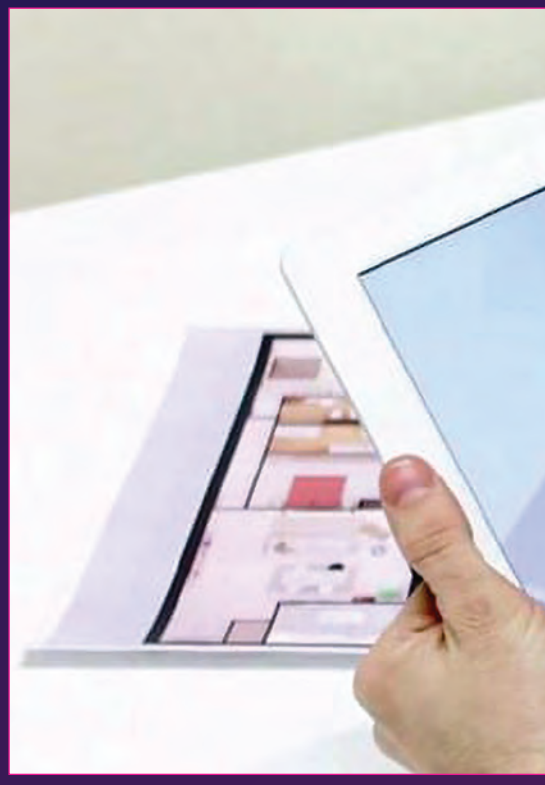
Bilim Kurgudan Gerçeğe:

Artırılmış Gerçeklik, Sanal Gerçeklik ve Karma Gerçeklik

Doç. Dr. Burak ŞİŞMAN [*İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa*
Hasan Âli Yücel Eğitim Fakültesi
Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Eğitimi Bölümü



İnsanoğlu sürekli hayal etmiştir. Bu hayallerinin peşinden koşmuş, hayallerine ulaşmak için çaba sarf etmiş ve sonunda ya bu hayallerine ulaşmış veya en azından yakınlaşmıştır. Teknolojik gelişmeler de hep bu yönde olmuştur. Teknolojiler hayal edilmiş, bu hayallerin bazıları bilim kurgu filmlerine veya aksiyon filmlerine konu olmuştur; gerçekleştirilen bilimsel çalışmalarla da bu hayaller büyük ölçüde gerçekleştirilmiştir. Son yıllarda popülerliği giderek artan üç teknoloji; artırılmış gerçeklik (AR: augmented reality), sanal gerçeklik (VR: virtual reality) ve karma gerçeklik (MR: mixed reality) de bu hayallerin önce filmlere konu olmuş sonra gerçekleşmiş örnekleridir. Sıklıkla birbirleri yerine kullanılan bu kavramlar, benzer yanları olsa da birbirinden farklıdır. Bu üç teknolojinin de ortak özelliği gözlük ve kask gibi giyilebilir bir cihaz ya da tablet bilgisayar ve akıllı telefon gibi mobil bir cihazla birlikte çalışmasıdır. Artırılmış gerçeklik, gerçek ortamda sanal nesnelerin de görüntülenmesini sağlayan teknolojidir. Yani fiziksel olarak bulunduğunuz ortamı görmeye devam ederken aynı anda fiziksel olarak o ortamda olmayan nesneleri (sesler, videolar, iki ya da üç boyutlu nesneler, animasyonlar gibi) de görmemizi sağlar. Sanal gerçeklik ise kendimizi tamamen dijital ortamda oluşturulmuş üç boyutlu bir ortamda hissetmemizi sağlayan teknolojidir. Artırılmış ve sanal gerçeklikten daha sonra geliştirilen karma gerçeklik teknolojisi ise gerçek ve sanal nesnelerin birbirleriyle, kullanıcının da sanal nesnelerle gerçek dünyadaki gibi etkileşime girmesine olanak sağlayan teknolojidir. Karma gerçeklikte karşılaştığımız üç boyutlu içerikler gerçek dünyadaki gibi tepki verir. Örneğin sanal bir nesneyle etkileşim kurabilmek için ona doğru gitmemiz veya nesnenin bize yaklaşması gerekir, yani uzaktaki bir nesneyi -tıpkı gerçek yaşamımızda olduğu gibi- sadece görebiliriz. Gelin bu üç teknolojinin yaşamımızdaki uygulama alanlarını yakından tanıyalım.



Artırılmış Gerçeklik

Artırılmış gerçekliği sanal nesnelerin gerçek dünyaya yerleştirilmesini sağlayan bir teknoloji olarak tanımlamıştık. Artırılmış gerçeklik işaretçi tabanlı ve konum tabanlı olmak üzere iki teknikle çalışır. İşaretçi tabanlı teknikte fiziksel ortamda bulunan belirli nesneler işaretçi olarak tanımlanır ve bu nesneler üzerimizde ya da yanımızda taşıdığımız cihazın kamerası tarafından algılandığında işaretçinin olduğu noktaya sanal nesne(ler) yerleştirilir. İşaretçiler logo, ambalaj, poster veya broşür gibi herhangi bir basılı materyal veya içecek kutusu, şişe veya cihaz gibi gerçek bir nesne de olabilir. Örneğin bir kitabın belirli bir sayfasına bakıldığında bir animasyon oynatılması isteniyorsa kitapta o sayfa açık olduğunda kullanıcının o sayfaya baktığının anlaşılması gerekir; bunun için de o sayfaya yerleştirilen bir işaretçi (ayırt edici bir resim veya şekil) olması gerekir. Kullanıcı cihazındaki kamerayla o işaretçiyi görüntülediği an işaretçinin bulunduğu alanda animasyon başlatılacaktır. O zaman kullanıcı kitabın yönünü değiştirerek animasyonu gördüğü açıyı da değiştirebilir. Çok heyecanlı değil mi? Düşünsenize bir tarih kitabı okuyorsunuz ve okuduğunuz konuyla ilgili bir video o anda beliriyor. Video okuduklarınızın zihninizde daha net bir şekilde canlanmasını sağlıyor ve belki de böylece konuyu daha kolay bir şekilde kavrıyorsunuz.

Konum tabanlı teknikte ise cihaz üzerinde bulunan sensörler ile konum bilgisini GPS olarak el-



İşaretçi tabanlı
artırılmış gerçeklik uygulaması



de eder ve konuma göre ekrana sanal nesne yerleştirir. Örneğin gitmek istediğimiz bir yerin konumunun biz yürürken gözlüğümüz üzerinde oklarla tarif edilmesi veya bir şehri gezerken bir binaya baktığımızda gözlüğümüzde o binayla ilgili binanın tarihi, mimarisi ve benzeri bilgilerin belirmesi konum tabanlı artırılmış gerçeklik uygulamalarına örnek gösterilebilir.

Tabii ki artırılmış gerçeklikle yapılabilecekler bunlarla sınırlı değil! Artırılmış gerçekliğin kullanılabileceği alanların yelpazesi oldukça geniş. Pazarlama, emlak, sinema, mimarlık, dekorasyon, eğitim, sağlık, turizm, sanat ve müze, savunma sanayisi, inşaat ve oyunlar gibi birçok farklı alanı saymak mümkün. Bununla birlikte farkında olmadan da artırılmış gerçeklik uygulamalarını kullanıyor olabiliriz. Örneğin, son zamanlarda Instagram gibi sosyal medya uygulamalarında telefonlarımızın kameralarından yüzümüz tespit edilerek şapka ve gözlük gibi çeşitli nesneler ekranda yüzümüze göre uygun bir konuma yerleştiriliyor ve bunları paylaşıyoruz. İşte burada artırılmış gerçeklik teknolojisi devreye girmiş oluyor.



AccuVein

Sosyal medya uygulamaları haricinde dünya çapında en yaygın kullanım oranına sahip artırılmış gerçeklik uygulaması 2016 yılında yayımlanan Pokémon Go oyunu oldu. Öyle ki dünya çapında kısa sürede çok sayıda kullanıcıya erişen bu oyunun, yayımlandığı tarihlerde Facebook, Twitter ve SnapChat gibi mobil uygulamalardan daha çok günlük kullanım oranına ulaştığı raporlandı. Konum bazlı olarak çalışan uygulamada, rastgele seçilen belirli konumlarda hayali hayvanlar kısa süreliğine beliriyor ve insanlar bu hayvanları yakalamaya çalışıyorlar. Pokémon Go çılgınlığı o dö-



Hololens 2 kaskı ile
artırılmış gerçeklik uygulaması

nemde ilginç görüntülere de yol açmıştı. İnsanlar mobil cihazlarıyla etrafta Pokémon aradılar ve hiç ilgisi olmayan dükkânlara, otellere ve ofislere girmeye çalıştılar. Uygulamanın hem oyun olması hem de insanlara artırılmış gerçeklikle farklı bir deneyim yaşatması ilgi çekici oldu.

Öte yandan, sağlık alanında da çok sayıda artırılmış gerçeklik uygulaması geliştiriliyor. Örneğin, AccuVein isimli bir girişim hemşirelerin ve doktorların hastaların damarlarını kolaylıkla bulması için bir ürün geliştirdi. Bu ürün kol veya bacak üzerinde gezdirildiğinde insan vücudu üzerinde damarların belirgin bir şekilde gösterilmesini sağlıyor. Böylelikle sağlık çalışanları damarları kolayca tespit edebiliyor.

Artırılmış gerçekliğin farklı alanlardaki kullanımlarına dekorasyon ve mimari alanından da örnekler verebiliriz. Dekorasyonla ilgili iyi kullanım örneklerinden birisi IKEA firmasının artırılmış gerçeklik uygulamasıdır. Uygulama ile satın almayı düşündüğümüz eşyayı evimizde istediğimiz alanda görüntüleyebiliriz. Böylelikle eşyanın düşündüğümüz konuma sığıp sığmayacağı ve diğer eşyalarımızla uyumlu olup olmayacağı konusunda satın almadan fikir edinebiliriz. Benzer şekilde mimarlıkla ilgili bir uygulamada ise evimizi boyamak istediğimiz renk tonunu seçerek duvarlarımızı boyanmış bir şekilde görebiliriz.

Bunun dışında artırılmış gerçekliğin en iyi uygulama alanlarından birisi de üretim ya da tamirle ilgili iş alanlarıdır. Bir fabrikada çalışan montaj ustası montajını yapacağı ürünün montaj aşamalarını taktığı gözlüğün ekranında animasyon ya da video şeklinde görüp öğrendiklerini adım adım uygulayabiliyor. Ya da bozulan bir ürünü tamir etmek için benzer şekilde bu teknolojiyi kullanabiliyor.

Eğitim alanında da çok sayıda artırılmış gerçeklik uygulaması ile öğrenmenin desteklenmesine yönelik çalışmalar yapılıyor. Araştırma sonuçları artırılmış gerçekliğin öğrenme ortamlarında da etkili olabileceğine işaret ediyor.

Sanal Gerçeklik

Sanal gerçeklik, gerçek dünyanın veya içindeki nesnelerin eksiksiz 3 boyutlu sanal temsillerini ifade eden bir kavram ve bu yüzden artırılmış gerçeklikten farklıdır. Artırılmış gerçeklikte geleneksel bir bilgisayar, cep telefonu, tablet veya gözlükler ile kullanıcı çevresine baktığında bulunduğu ortamı görmeye devam eder ve hâlâ gerçek dünyada olduğunun farkındadır. Hâlbuki sanal gerçeklik kullanıcıların çevrelerindeki somut gerçeklikten farklı bir gerçekliği deneyimlemelerini amaç-



Hololens 2 kaskı ile
artırılmış gerçeklik uygulaması

lar. Yani oturma odamızda kalabilir ve paraşütle atlamanın, ünlü yerleri ziyaret etmenin veya uçak kullanmanın nasıl bir şey olduğunu sanal olarak deneyimleyebiliriz. Artırılmış gerçeklikle sanal gerçekliğin arasındaki bu fark sanal gerçekliğin sürükleyici olmasını sağlar, hatta kimi zaman kullanıcıların gerçekte nerede olduklarını unutmalarına yol açabilir. Aslında sanal gerçeklikte yapılabileceklerin sınırı yok. Sanal olarak farklı yerlere, farklı şehirlere seyahat edebiliriz; video oyunlarını oyundaki sahnenin tam olarak içinde hissederek oynayabiliriz.

Bunların dışında sanal gerçekliğin profesyonel iş yaşamında da kullanım örnekleri giderek artıyor. Mimarlar tasarladıkları yapıları müşterilerine o yapının etrafında ve içinde gezmelerini sağlayacak şekilde sunabiliyor, fabrika çalışanları üzerinde çalışacakları fiziksel cihazın dijital kopyası ile sanal ortamda pratik yapma imkânı bulabiliyor ve askerler savaş ortamında eğitim alabiliyorlar. Sanal gerçekliğin eğitim amaçlı kullanılmasına yönelik örnekler de giderek artıyor. Nitekim 2018 yılında Amerika Birleşik Devletleri'nin en büyük market zincirlerinden Walmart, çalışanlarını çeşitli beceriler kapsamında eğitmek için mağazalarına 17.000 adet sanal gerçeklik başlığı dağıttı ve artık Walmart çalışanları bazı eğitimlerini sanal gerçeklik uygulamaları ile alıyorlar. Benzer şekilde Airbus firması pilot adaylarına yönelik uçuş eğitimlerinin sanal gerçeklik teknolojisi ile verilebilmesi için geliştirme çalışmaları yürüttü ve bu yöntem bazı eğitim merkezlerinde uygulanmaya başlandı.

Sanal gerçeklik teknolojisinin sağlık alanında başarılı kullanım örneklerine de rastlıyoruz. İspanya Ulusal Araştırma Konseyi (The Spanish National Research Council) Parkinson hastalarının tedavisinde kullandıkları sanal gerçeklik uygulamasının Parkinson'un etkilerinin azalttığını duyurdu. Sanal gerçekliğin klinik psikoloji alanında da kaygı, fobi, kekemelik, obezite ve yeme bozuklukları gibi birçok sorunun tedavisinde kullanılabildiği ve etkili olduğu bilimsel çalışmalarla kanıtlandı. Ayrıca sanal gerçeklik uygulamaları ile yüksek işlevli otizmli çocukların fiziksel aktivitelerini artırarak obeziteyi önlemeye yönelik çalışmaların olumlu sonuçlar verdiği de raporlandı.

Tüm bunlar gerçeklik hissinin artması ile daha etkili sonuçlar elde edilebildiğinin göstergesi oldu. Önümüzdeki yıllarda ve sonrasında, bu sistemlerin sayısız görevi, süreci ve sektörü değiştireceği öngörülüyor.

Karma Gerçeklik

Karma gerçeklik, sanal gerçeklik ve artırılmış gerçeklik teknolojilerinin sunduklarını bir üst seviyeye taşıyor. Karma gerçeklik, sanal nesneleri gerçek dünyamızdaki fiziksel nesnelerle bir araya getirerek gerçekçi fiziksel etkileşimler yaratıyor. Karma gerçeklikte gerçek ortamımıza sanal nesneler yerleştiriliyor fakat bu yerleştirmeler gerçek nesnelerle hizalanarak yapılıyor. Bu da sanal nesnelerin daha gerçekçi görünmesini sağlıyor. Karma gerçeklikte, yeni nesil algılama ve görüntüleme teknolojilerini kullanarak hem fiziksel hem de sanal öğeler ve ortamlarla etkileşimde bulunur ve bunları yönetiriz. Karma gerçeklik, bir ayağımızın veya elimizin gerçek dünyada, diğerinin hayali bir yerde olmasını sağlar, gerçek ve sanal arasındaki temel kavramları ayırır, oyun oynama ve çalışma şeklimizi değiştirebilecek bir deneyim sunar. Karma gerçeklik sayesinde uzaktan kumandalara veya telefon ekranlarına bağlı kalmadan el ve vücut hareketlerimizi kullanarak sürükleyici içeriklerle etkileşim kurabiliriz.

En yeni sürükleyici teknoloji olan karma gerçeklik hâlâ birçok kuruluş için test aşamasında diyebiliriz ancak mevcut kullanım örnekleri bu alanda neyin mümkün olabileceğine dair fikir de veriyor. Öğrencilerin sanal nesnelerle etkileşime girerek daha kolay öğrenmelerine yardımcı olmak için eğitimde kullanılabilecek birçok karma gerçeklik uygulaması var. Örneğin, Ohio'daki Case Western Reserve Üniversitesinde tıp öğrencilerine anatomi öğretmek için karma gerçeklik uygulaması kullanılıyor. Ayrıca okullar dışında da çeşitli iş alanlarında çalışanları eğitmek veya belirli işleri yapmanın daha verimli yollarını bulmak için karma gerçeklik araçları kullanabilir. Örneğin, elektrikli otobüsler için güç sağlayan karmaşık piller üreten



Karma gerçeklik uygulaması

BAE System isimli firma, öncelikle el ile pil oluşturma süreçlerinde eğitim kalitesini ve üretkenliğini artırmak için bir karma gerçeklik sistemi kullanmaya başladı. BAE System firması, bu karma gerçeklik çözümünün pil oluşturma süresini %40'a varan oranda kısalttığını duyurdu. Karma gerçekliğin yarattığı çok gerçekçi deneyim sayesinde, sanal olarak alınan eğitimin kalitesi artıyor, zaman ve maliyetten tasarruf sağlanabiliyor.

Ayrıca sağlık alanında tıp uzmanları, hasta kayıtlarını ve verilerini iki boyutlu grafiklerle görüntülemek yerine, daha etkileşimli bir biçimde, karma gerçeklikle üç boyutlu olarak görüntüleyebiliyor ve paylaşabiliyor. Sağlık alanındaki çalışmalardan en yeni örnek ise İngiltere'den geldi. İngiltere'de bir hastanede COVID-19 salgını nedeniyle hastalarla temasın azaltılması için karma gerçeklik uygulaması kullanıldı. Böylelikle doktorların COVID-19'a yakalanma sayısının %80 oranında azaldığı belirtildi.

Kullanılan Cihazlar

Artırılmış gerçeklik, sanal gerçeklik ve karma gerçeklik uygulamalarını kullanmak için çeşitli cihazlara ihtiyacınız var. Dünyada teknoloji devi olarak adlandırılan şirketler de dâhil birçok şirket bu alanda çalışıyor. Üretilen cihazlar üç kategoriye ayrılıyor: fiziksel bir bilgisayara ihtiyaç duyan ürünler, bilgisayar gerektirmeden bağımsız çalışan ürünler ve akıllı telefon/mobil cihaz yeteneklerini kullanan ürünler. Fiziksel bilgisayara ihtiyaç duyan geliştirilmiş yaygın ürünler HTC Vive, Oculus DK1, Oculus DK2, Playstation VR; bağımsız ürünler Oculus Quest, Oculus Quest2, Google Glass, Google Glass Enterprise Edition 2, HoloLens, HoloLens2; akıllı telefon/mobil cihaz destekli ürünler Google Cardboard, Samsung Gear VR V1, Samsung Gear VR V2 olarak sıralanabilir.

Google'ın ürettiği Google Glass artırılmış gerçeklik ürünü olarak 2013'de piyasaya sürüldüğünde herkesi heyecanlandırdı fakat son kullanıcı versiyonu beklenen ilgiyi göremedi. Firma 2015 yılında Google Glass'ı yeniden yapılandırma kararı aldı ve yeni modelin kurumsal müşterilere odaklanmasına karar verdiğini duyurdu. 2019 yılında fiyatı 999 dolar olarak belirlenen Google Glass Enterprise Edition 2 resmen duyuruldu. HoloLens 2 ise Microsoft'un Kasım 2019'da piyasaya sürdüğü, devrim niteli-



Google Glass Enterprise Edition 2



HoloLens2

ğindeki başa takılan karma gerçeklik cihazının ikinci yinelemesidir. Bu, bilgiyle etkileşime girmenin tamamen yeni bir yolunu sağlayan, gözlerinizin üzerinde bir vizörle başınıza taktığınız bir cihazdır. Microsoft da Google gibi bu ürünü sadece kurumsal müşteriler için tasarladığını ve satışa sunduğunu duyurdu. Bu cihazların kurumsal alanda geliştikten sonra son kullanıcıya ulaşabilecekleri düşünülüyor.

Bu teknolojileri kullanmak üzere cihazlar üretmek ne kadar önemliyse bunlar için ortam ve uygulamalar üretmek de bir o kadar önemli. Ortaya çıkan bu üç teknolojiyi yaygınlaştırmak ve iş birliklerini teşvik etmek adına, birçok şirket tasarım ve geliştirme ortamlarını dünyayla paylaşıyor.

Sanal, artırılmış ve karma gerçeklik ortamlarını oluşturmaya başlamanıza yardımcı olacak bazı temel kaynaklara aşağıdaki bağlantılarla ulaşabilirsiniz.

Facebook Design: http://design.facebook.com

Apple: http://developer.apple.com/augmented-reality

Microsoft HoloLens Mixed Reality: http://developer.microsoft.com/mixed-reality

Sonsöz

Pokémon Go'nun dünya çapındaki başarısını düşünürsek, artırılmış gerçekliğin daha geniş kitlelerce benimsendiğini söyleyebiliriz. Bugün, artırılmış gerçekliği deneyimlemek için gereken tek şey, kameralı bir akıllı telefon ve bir artırılmış gerçeklik uygulamasıdır. Başka herhangi bir maliyet söz konusu olmadan tüm dünyayı tuval olarak kullanabiliriz. Oyun dünyasında da son gelişmeler artırılmış gerçeklik trendlerini daha da artırmayı vadediyor.

Sanal gerçeklik artırılmış ve karma gerçeklikten daha uzun bir geçmişe sahip olmasına rağmen bu teknolojinin bir izleyici sorunu var gibi görünüyor. Çünkü çoğunlukla iyi bir sanal gerçeklik başlığı edinmek çok daha yüksek maliyet gerektiriyor ve ayrıca uzun süreli kullanımdan kaynaklanan fiziksel rahatsızlıklar da söz konusu olabilir.

Karma gerçeklik ise gerçek dünya ile artırılmış ve sanal gerçekliğin mükemmel bir karışımıdır. Bu teknoloji ile yapılabilecek uygulamalar neredeyse sonsuzdur. Avegant firmasının CEO'su Joerg Tewes, "3D modelleri doğrudan elleriyle manipüle eden tasarımcılardan ve mühendislerden, öğrencileri için gerçekçi bir insan kalbi modeli aracılığıyla farklı kalp durumlarını gösteren tıp profesörlerine kadar… Tüketiciler evlerinde kendilerini en sevdikleri ürünlerle dolu sanal raflarla çevrili bulabilirler. Karma gerçeklik, insanların ekranlar veya klavyeler yerine fikirleriyle doğrudan etkileşimde bulunmasını sağlıyor." sözleriyle karma gerçekliğin geleceği hakkında önemli ipuçları veriyor.

Gelişimleri süren bu teknolojilerin hayal ürünü olmaktan çıkıp somut çevremize entegre edilerek belki de gündelik hayatımızın bir parçası olması hiç de uzak görünmüyor. Tüm bu gelişmeleri ve insanlığa sunacaklarını büyük bir heyecanla takip ediyoruz. ■

Kaynaklar

Didehbani, N., Allen, T., Kandalaft, M., Krawczyk, D. ve Chapman, S., "Virtual reality social cognition training for children with high functioning autism". Computers in human behavior, 62, 703-711, 2016

https://www.businessinsider.com/london-doctors-microsoft-hololens-headsets-covid-19-patients-ppe-2020-5

https://www.iflexion.com/blog/mixed-reality-examples

https://techcrunch.com/2016/07/13/pokemon-go-tops-twitters-daily-users-sees-more-engagement-than-facebook/

Emmy Noether

Fiziği Derinden Etkileyen Matematikçi

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

Yirminci yüzyılın en büyük matematikçilerinden biri olan Emmy Noether, kadınların akademik hayatta kendine bir yer edinmesinin hatta eğitim almasının bile çok zor olduğu bir dönemde yaşamıştı. Ancak kısa ömründe sadece matematiğe önemli katkılar yapmakla kalmadı, fiziğin gelişimine de yön verdi.



Hayatı ve Yaşadığı Dönem



Amalie Emmy Noether, 1882 yılında Almanya'nın Erlangen şehrinde doğdu. Ailesindeki pek çok kişi matematikte üstün yetenekliydi. Babası Max, Erlangen Üniversitesinde profesörlük yapan, cebirsel geometrinin gelişimine önemli katkılar yapmış başarılı bir matematikçiydi. Küçük kardeşi Fritz de ilerleyen yıllarda uygulamalı matematikte kariyer yapacaktı.

1800'lü yılların büyük bir kısmında Avrupa ve Amerika'daki üniversiteler kız öğrenci kabul etmiyorlardı. Almanya'da da kız çocuklarının eğitimi 14 yaşında sona eriyordu. Ancak yüzyılın sonlarına doğru durum yavaş yavaş değişmeye başlamıştı.



Emmy Noether (1882-1935)

Erlangen Üniversitesinin akademik senatosu 1898 yılında yaptığı bir açıklamada kız öğrencilerin üniversiteye kabul edilmesinin tüm akademik düzeni yerle bir edeceğini söylemişti. Ancak Emmy 1900 yılında, kayıtlı öğrenci olarak değilse de üniversitede dersleri takip etme iznini koparmıştı. Sadece Erlangen'deki derslerle yetinmedi. 1903 yılında o sıralar tüm dünyanın en önemli matematik merkezlerinden biri olan Göttingen'e gidip Karl Schwarzschild, Felix Klein, Hermann Minkowski ve David Hilbert gibi önemli matematikçilerin derslerine de katıldı. 1904 yılında Erlangen Üniversitesinin akademik senatosunun karar değiştirip kızların da erkeklerle aynı koşullar altında üniversiteye kayıt yaptır-



Karl Schwarzschild (1873-1916)

Birinci Dünya Savaşı sırasında ölmeden birkaç ay önce genel görelilik kuramındaki alan denklemlerinin bir çözümünü buldu.



David Hilbert (1862-1943)



masına izin vermeye başlamasıyla Erlangen'e geri döndü ve doktoraya başladı. 1907 yılında mezun oldu.

Emmy Noether, doktorasını bitirdikten sonra da Erlangen Üniversitesinde çalışmaya devam etti. Kendi başına araştırma yapıyor, doktora öğrencilerine danışmanlık ediyor, bazen babasının yerine ders veriyor ancak tüm bu çalışmaları için bir ücret almıyordu. 1915 yılında Hilbert'in daveti üzerine Erlangen'den ayrılıp Göttingen'e geçtiyse de durum değişmedi. Üniversite sadece erkeklerin ders vermesine izin veriyordu. Bir süre resmiyette Hilbert tarafından açılan dersleri anlattı. Kendi adıyla ders vermeye başlaması ancak 1919'dan sonra mümkün oldu. Çalışmaları için az da olsa bir ücret almaya başlaması içinse 1923'e kadar bekleyecekti.

1933 yılında Almanya'da Nazilerin iktidara gelmesiyle Yahudiler akademik görevlerden uzaklaştırılmaya başlandı. Noether de işini kaybedenler arasındaydı ve Almanya'dan ayrılmaya karar verdi. Biri ABD'deki Bryn Mawr Koleji, diğeri İngiltere'deki Somerville Kolejinden olmak üzere iki iş teklifi aldı. Tercihini ABD'den yana yaptı. Bir süre sonra Princeton Üniversitesine bağlı İleri Araştırmalar Enstitüsünde de dersler vermeye başladı. 1935 yılında geçirdiği bir ameliyattan sonra ortaya çıkan komplikasyonlar sonucunda öldüğünde henüz 53 yaşındaydı.

Bilime Katkıları

Noether'in Erlangen Üniversitesinde Paul Gordan danışmanlığında yazdığı doktora tezinin başlığı "Dördüncü Dereceden Üç Terimli Formlar İçin Tüm Değişmez Sistemleri" idi. Dördüncü dereceden üç terimli 331 kovaryant formu hesaplayıp listelemişti. Doktoradan sonra somut hesap işlerini bırakıp soyut çalışmalara yöneldi. Bugün 20. yüzyılın en büyük matematikçilerinden biri olarak anılmasının nedeni, özellikle 1920'lerden sonra, soyut cebir üzerine yaptığı çalışmalardır. Hermann Weyl, Noether'in cebirde çığır açıcı bir düşünce tarzı geliştirdiğini söyler. Günümüzde matematikte Noether'in adı ile anılan pek çok kavram vardır.

Modern fiziğin gelişiminde 20. yüzyıl matematiğinin ve özellikle de soyut matematiğin rolü büyüktür. Ancak Noether sadece ispatladığı matematik teoremleriyle dolaylı olarak değil doğrudan da fiziğe katkı yaptı. 1918 yılında yayımladığı, fizikteki korunum yasalarıyla simetriler arasındaki matematiksel bağlantıları gösteren teoremlerin yer aldığı bir makalesi teorik fiziğin gelişiminde son derece önemli rol oynadı.

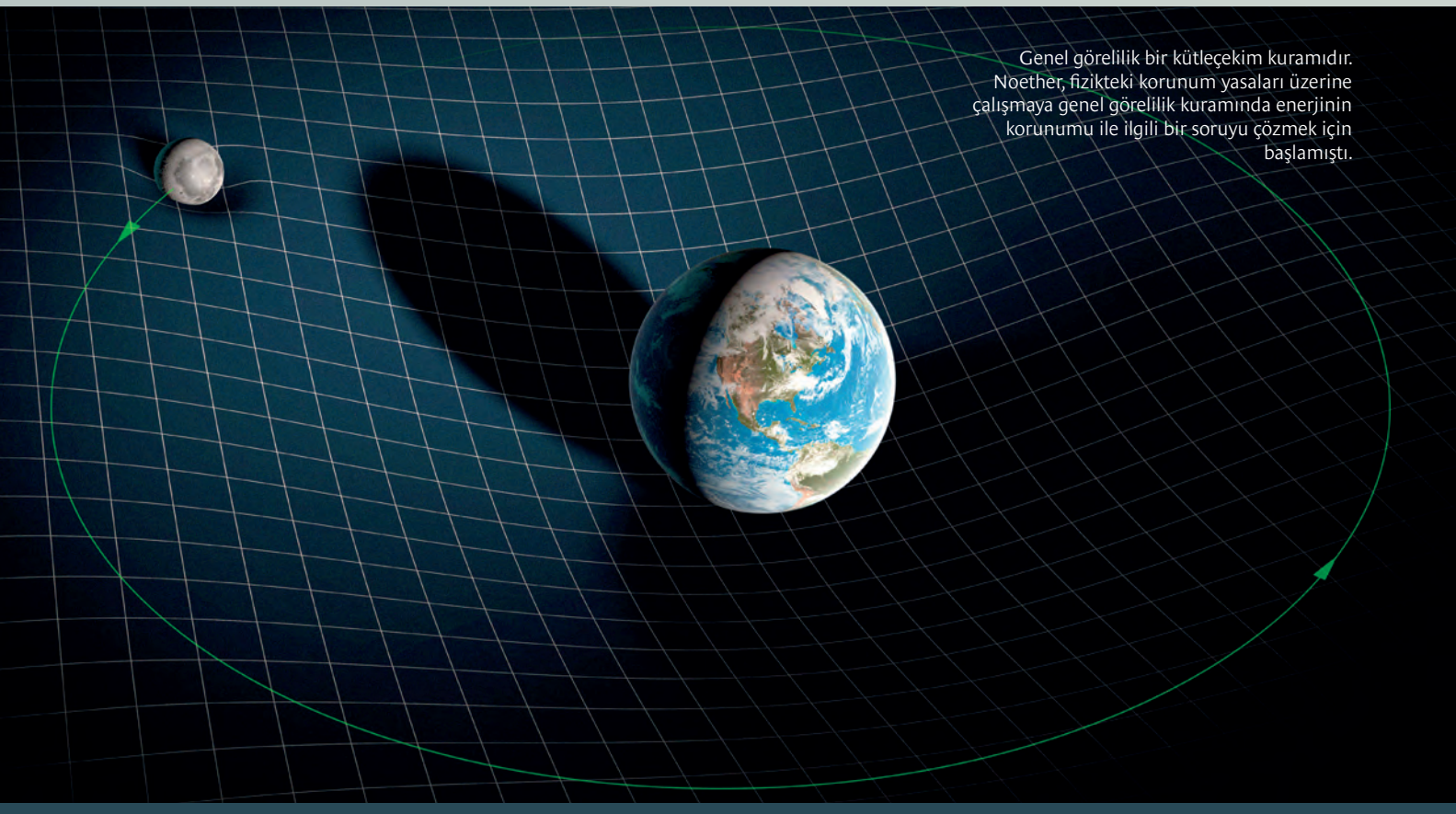
Noether'in yaptığı bilimsel çalışmaların tamamına bakıldığında simetri ve korunum yasalarıyla ilgili çalışmalarının diğerlerinden çok ayrı bir yerde durduğu görü-

lür. Noether, bu çalışmanın ne öncesinde ne de sonrasında kuramsal fizikle doğrudan ilgili bir konuya yoğunlaşmamıştı. Tarihsel süreç incelendiğinde Noether'in fizikteki korunum yasaları üzerine çalışmaya Hilbert'in isteği üzerine başladığı görülür.

Albert Einstein 1905 yılında özel görelilik kuramını yayımlamış ve daha sonra kütle çekimini de içine alacak biçimde kuramı genelleştirmek için çalışmaya başlamıştı. Genel kuramı geliştirmek için Einstein ile yarışanlardan biri de Hilbert'ti. Einstein, 1915 yılının haziran ve temmuz aylarında, Noether'in gelişinden kısa bir süre sonra, Göttingen'de bir dizi seminer verdi. Henüz genel görelilik kuramını tamamlamamıştı ancak sona yaklaştığını düşünüyordu. Seminerlerin sonunda Hilbert ve Klein gibi usta matematikçileri doğru yolda olduğuna ikna etmeyi başarmıştı. Aynı yılın kasım ayında önce Einstein sonra Hilbert bugün genel görelilik kuramı olarak adlandırılan kütleçekim kuramının alan denklemlerini içeren birer makaleyi tamamlayıp yayıma gönderdiler. Einstein ve Hilbert aynı alan denklemlerini birbirlerinden bağımsız olarak farklı yollardan türetmişlerdi.

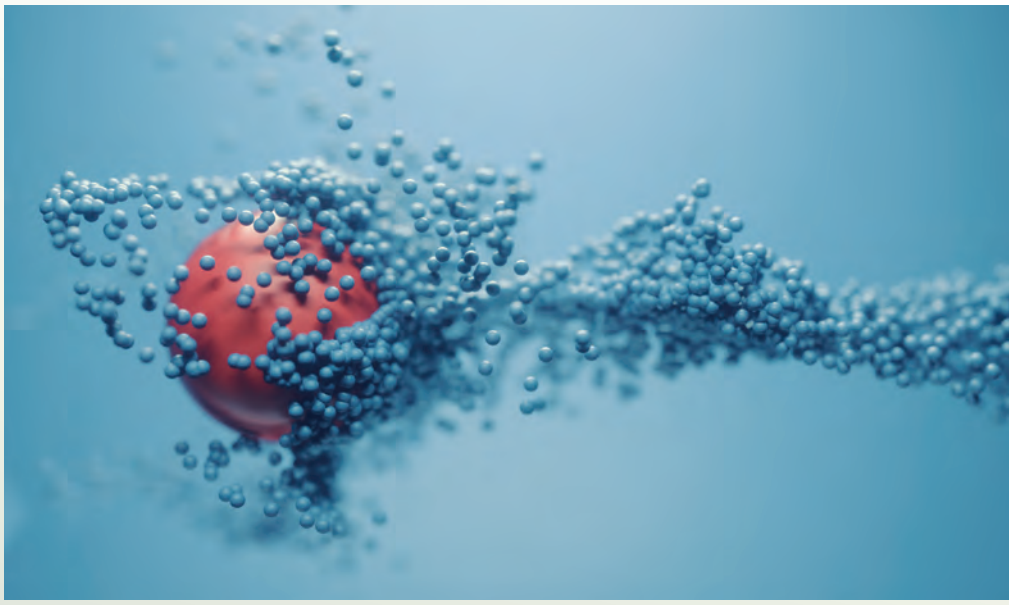
Genel görelilik kuramına son hâli verilmiş olsa da kuramla ilgili henüz tam olarak anlaşılamayan pek çok şey vardı. En önemlilerinden biri de enerjinin korunumuyla ilgiliydi. Genel görelilik kuramında enerjinin korunumunu ifade etmek için bir eşitlik türetme çabaları 0=0 gibi totolojik bir ifadeyle sonuçlanıyordu. Daha önceleri geliştirilmiş hiçbir kuramda böyle bir durumla karşılaşılmamıştı. Hilbert ve Klein işin içinden çıkamamış ve sorunun üstesinden gelmek için Noether'in yardımını istemişlerdi.

Noether 1915'in sonlarında Ernst Fischer'e yazdığı bir mektupta Hilbert'in gelecek hafta Einstein'ın çalışmaları hakkındaki fikirleriyle ilgili seminer vermeyi planlandığını, hazırlık yapmalarının iyi olacağını belirtmişti. Dolayısıyla daha o zamanlardan fiziksel kuramlarla ilgilenmeye başladığı söylenebilir.



Genel görelilik bir kütleçekim kuramıdır. Noether, fizikteki korunum yasaları üzerine çalışmaya genel görelilik kuramında enerjinin korunumu ile ilgili bir soruyu çözmek için başlamıştı.

Noether'in genel görelilik kuramındaki enerji korunumu üzerine yaptığı çalışmalar, karşılaşılan durumun, genel görelilik gibi keyfi diferansiyel koordinat dönüşümlerinin fiziksel yasaları ifade eden denklemleri değiştirmediği tüm kuramların karakteristik bir özelliği olduğunu gösterdi. Bugün bu sonuç Noether'in ikinci teoremi olarak anılıyor. Noether, ikinci teoremin ispatına giden yolda simetriler ile korunum yasalarını ilişkilendiren bir teorem daha ispatlamıştı. Bu teorem ilerleyen yıllarda kuramsal fiziğin gelişiminde önemli rol oynayacaktı.



Simetri ve Korunum Yasaları

Enerji ve momentumun korunumu gibi korunum yasaları kuramsal fiziğin önemli bir parçasıdır. Bir sistemin zaman içindeki davranışlarını tahmin etmek için sıklıkla korunum yasalarından yararlanılır. Önce toplam korunum yasalarını ifade eden çeşitli denklemler yazılır daha sonra da zaman içinde meydana gelecek değişimleri tahmin etmek için bu denklemlerden yararlanılır.

Noether'in teoremi enerjinin, momentumun ve elektrik yükünün korunumu gibi korunum yasalarını simetrilerle ilişkilendirir. Her simetriye karşılık gelen bir korunum yasası ve her korunum yasasına karşılık gelen bir simetri olduğunu söyler. Kısacası bir sistemde hangi niceliklerin zaman içinde değişmediğini merak ediyorsanız sistemin hangi simetrilere sahip olduğuna bakmanız gerekir.

Noether'in teoremi günlük hayatta aşina olduğumuz "süreksiz" simetrilerle ilgili değil, "sürekli" simetrilerle ilgilidir. Örneğin bir eşkenar üçgenin simetrisi süreksizdir. Üçgeni kütle merkezinden geçen, bulunduğu düzleme dik bir eksen etrafında 120, 240 ya da 360 derece döndürürseniz görünümünde bir değişiklik olmaz. Ancak dönme açısı 120'nin tam katı olmadığında görünümü değişir. Simetri dönüşümüyle ilgili parametre, bu durumda dönme açısı, ancak belirli değerler alabilir. Noether'in teoremi bu ve benzeri süreksiz simetrilerle ilgili değildir. Noether'in teoremlerindeki simetri parametreleri herhangi bir değeri alabilirler, simetri dönüşümü süreksiz değil süreklidir.

Noether'in teoreminin ilgili olduğu simetrileri ve korunum yasalarını birkaç örnekle açıklayalım.

Çok sayıda parçacıktan oluşan bir sistem olduğunu düşünelim. Parçacıkların zaman içindeki davranışlarını tahmin etmek istiyorsanız, yapacağınız ilk şey bir koordinat sistemi tanımlamak ve parçacıkların belirli bir zamanda hangi koordinatlarda bulunduğunu tespit etmek olacaktır. Ancak koordinat sisteminin nerede konumlandırılacağı tamamen keyfidir. Tanımladığınız koordinat sistemini, belirli bir yönde ε birim ötelemeniz (isterseniz koordinat sisteminin sabit durup, tüm parçacıkların ters yönde ε birim ötelendiğini de düşünebilirsiniz) yapacağınız tahminlerde herhangi bir fiziksel değişikliğe sebep olmaz. Örneğin ilk koordinat sistemindeki hesaplarda bir

parçacık giderek hızlanıyorsa ikinci koordinat sistemindeki hesaplarda da aynı biçimde hızlanacaktır ya da ilk koordinat sistemindeki hesaplarda iki parçacığın bir süre sonra çarpışacağı tahmin ediliyorsa ikinci koordinat sistemindeki hesaplarda da parçacıklar aynı süre sonunda çarpışacaklardır. Değişen sadece koordinatlardır, fiziksel süreçler değil. Uygulanan ötelenme işlemi herhangi bir fiziksel değişime sebep olmadığı için sistemde ötelenme simetrisi olduğu söylenir. Üstelik simetri ile ilgili parametre, ε, herhangi bir değeri alabilir. Noether'in teoremi, bu sürekli simetriye karşılık gelen bir korunum yasası olduğunu söyler. Hesaplar yapıldığında zaman içinde değişmeyen niceliğin parçacıkların toplam doğrusal momentumu olduğu görülür. Doğrusal momentumun korunumu ile ötelenme simetrisi arasında bire bir ilişki vardır.

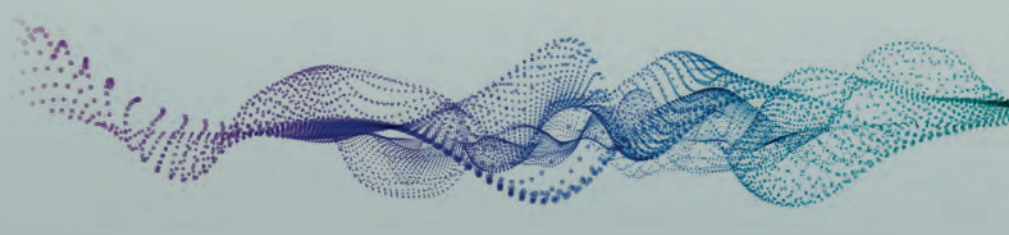
Şimdi de koordinat sitemini ötelemediğimizi ancak bir eksen etrafında keyfi bir derece döndürdüğümüzü düşünelim. Önceki durumda olduğu gibi koordinatlar değişse de meydana gelen fiziksel süreçlerde bir değişiklik olmayacaktır. Noether'in teoremi bu dönme simetrisine karşılık gelen bir korunum yasası olduğunu söyler. Hesaplar yapıldığında zaman içinde değişmeyen niceliğin sistemin toplam açısal momentumu olduğu görülür. Dönme simetrisi ile açısal momentumun korunumu arasında bire bir ilişki vardır.

Doğrusal momentumun korunumunun uzaydaki ötelenme simetrisinden kaynaklanmasına benzer biçimde enerjinin korunumu da zamandaki ötelenme simetrisinden kaynaklanır. Elektrik yükünün korunumu ise kuantum elektrodinamiğindeki bir simetrinin ($U(1)$ olarak adlandırılan bir tür ayar simetrisinin) sonucudur.

Noether'in Teoreminin Bugünü

Bugün simetri ve korunum yasaları arasındaki ilişkinin tartışılmadığı herhangi bir kuantum alan teorisi kitabı bulamazsınız. Yakın zamanlarda yayımlanmış kuramsal fizik makaleleri arasında bir tarama yaptığınızda sadece başlığında bile Noether'in adı geçen sayısız makale karşınıza çıkar.

Noether'in simetri ve korunum yasaları ile ilgili teoreminden iki şekilde yararlanabilirsiniz. Birincisi, elinizde bir kuram vardır, kuramdaki matematiksel ifadeleri inceler hangi simetrilere sahip olduklarını tespit eder ve hangi niceliklerin korunduğuyla ilgili hesaplar yaparsınız. İkincisi, elinizde henüz bir kuram yoktur ancak geliştirmek istediğiniz kuramın belirli simetrilere (ya da korunum yasalarına) sahip olması gerektiğini düşünmektesinizdir. Önce bu simetrilere sahip matematiksel ifadeleri türetir, daha sonra da bulduğunuz ifadelerin doğal süreçleri tahmin etme konusunda ne kadar başarılı olduğuna bakarsınız. Eğer geliştirdiğiniz kuram doğayı büyük bir doğrulukla betimliyorsa doğru yolda olduğunuzu düşünür, doğada da gerçekten de böyle bir simetri olduğu çıkarımını yaparsınız. Modern fizikçiler de Noether'in teoreminden sıklıkla bu şekilde yararlanıyorlar. Yeni kuramlar geliştirme çabalarındaki en önemli yol göstericilerden biri Noether'in teoremi olmaya devam ediyor. ■



Kaynaklar:

Byers, Nina, "The Life and Times of Emmy Noether. Contributions of Emmy Noether to Particle Physics", https://arxiv.org/abs/hep-th/9411110, 1994.

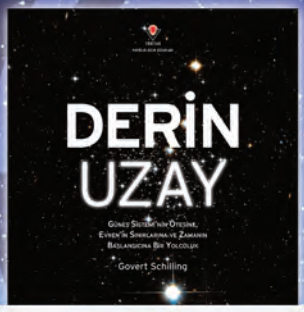
Byers, Nina, "E. Noether's Discovery of the Deep Connection Between Symmetries and Conservation Laws", https://arxiv.org/abs/physics/9807044, 1998.

Conover, Emily, "In her short life, mathematician Emmy Noether changed the face of physics", *Science News*, https://www.sciencenews.org/article/emmy-noether-theorem-legacy-physics-math, 2020.

TÜBİTAK
POPÜLER BİLİM KİTAPLARI

TÜBİTAK Popüler Bilim Kitapları
ile uzay çok yakınımızda











BULUŞLAR VE TEKNOLOJİ
HAVACILIK VE UZAY















Kitaplarımızı **esatis.tubitak.gov.tr** 'den ve

Atatürk Bulvarı No: 221 Kavaklıdere Ankara adresindeki TÜBİTAK

TÜBİTAK
Popüler Bilim Kitapları
/tubitakkitaplar

Ülkemizde Geliştirilen Yerli ve Millî Teknolojiler

Millî Gemi Projesi

MİLGEM

Dr. Özlem Kılıç Ekici[*TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi*

Türkiye Cumhuriyeti'nin Millî Gemi (MİLGEM) projesi ile mümkün olduğunca yerel kaynaklar kullanılarak bir savaş gemisinin inşa edilmesi, ulusal askeri gemi inşa kapasitesinin ve becerilerinin artırılması, kıyı savaşı yeteneklerinin geliştirilmesi ve Deniz Kuvvetleri Komutanlığının operasyonel gereksinimlerinin karşılanması amaçlanıyor. Deniz Kuvvetleri Komutanlığı tarafından yönetilen projede, keşif, gözetleme, erken uyarı, denizaltı karşıtı savaş, yüzeyden yüzeye savaş, yüzeyden havaya savaş ve amfibi operasyonlar dâhil olmak üzere bir dizi görevde kullanılabilecek çok amaçlı korvet ve fırkateynler geliştiriliyor. Bu kapsamda, dört Ada sınıfı anti-denizaltı savaş korveti ve bir istihbarat korveti, dört İstanbul sınıfı çok amaçlı fırkateyn ve yedi TF2000 sınıfı hava savunma muhribi/destroyeri ile Pakistan Deniz Kuvvetleri için dört Cinnah sınıfı korvet üretilecek.

STM Savunma Teknolojileri Mühendislik ve Ticaret AŞ'nin, ana alt yüklenicilerinden biri olduğu MİLGEM Ada Sınıfı Korvet Projesi kapsamında ilk gemi olan TCG Heybeliada (F-511) 2011'de, ikinci gemi TCG Büyükada (F-512) 2013'te, üçüncü gemi TCG Burgazada (F-513) 2018'de, dördüncü gemi TCG Kınalıada (F-514) ise 2019'da Deniz Kuvvetleri Komutanlığına teslim edilmişti. Cumhurbaşkanlığı Savunma Sanayii Başkanlığı tarafından Deniz Kuvvetleri Komutanlığına kazandırılacak İ sınıfı fırkateynlerin ilki olan İstanbul Fırkateyni (F-515) ise 23 Ocak 2021'de denize indirildi.

İstanbul Fırkateyni, gelişmiş hava savunma ve su üstü harbi, denizaltı savunma harbi ve karakol faaliyetlerini yerine getirecek. Bu fırkateynin, millî elektronik harp sisteminden yeni nesil millî savaş yönetim sistemine, geliştirilmiş silah, radar ve sensörlerden muhabere ve seyir sistemlerine kadar %75 yerlilik oranıyla 2023 yılında Deniz Kuvvetleri Komutanlığına teslim edilmesi planlanıyor. Fırkateyn tamamlandığında tam boyu 113 metre, genişliği de 14,4 metre olacak. Yaklaşık 3 bin ton deplasmana sahip İ sınıfı fırkateyn, Ada sınıfı korvetlerden farklı olarak bünyesinde satıhtan havaya güdümlü mermi bulunduracak ve fırlatabilecek.

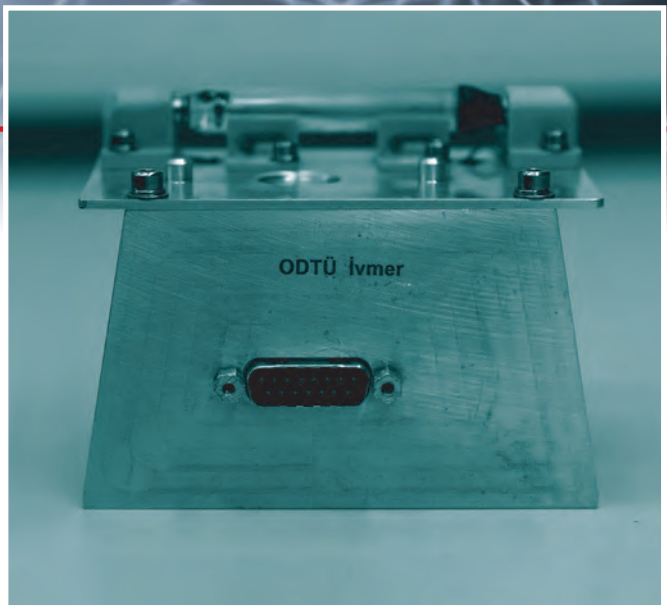


Isıl Pil Teknolojisi

Türkiye'nin tek ısıl pil tedarikçisi olan TÜBİTAK SAGE, millî projelerde yurt dışı bağımlılığın azaltılması amacıyla 2002 yılında ısıl pil teknolojisini geliştirme çalışmalarına başlamıştı. Şu ana kadar farklı teknik özelliklere sahip çok sayıda ısıl pilin tasarımının ve üretiminin yapıldığı, ürünlerin uluslararası askeri standartlara uygun olarak kalifiye edildiği ve birçok farklı ülkeye ısıl pil ihracatının yapıldığı belirtiliyor.

Isıl pil güdüm kitleri, tapalar, füzeler, akustik aldatıcı/yanıltıcılar, güdümlü topçu mühimmatları ve uçak koltuk fırlatma sistemlerinde yaygın olarak kullanılan elektrokimyasal temel güç kaynağıdır. Geniş çalışma sıcaklık aralığı, uzun raf ömrü, raf ömrü boyunca bakım gerektirmeme, hızlı tetiklenme, kendi kendine tükenmeme, yüksek güvenilirlik, zorlu çevresel koşullara dayanıklılık ve yüksek enerji yoğunluğu gibi gereksinimlerin aynı anda karşılanmasının zorunlu olduğu askeri uygulamalarda ısıl pillerin alternatifinin olmadığı vurgulanıyor.





Atom Altı Parçacıkları Sayan
Radyasyon Ölçer

Orta Doğu Teknik Üniversitesi Uzay ve Hızlandırıcı Teknolojiler Uygulama ve Araştırma Merkezinin (İVMER) Roketsan ile kurduğu başarılı üniversite-sanayi iş birliği sonucunda uzay ortamındaki farklı atom altı parçacıkları sayan "Radyasyon Ölçer" geliştirildi. Bu ürünün radyasyon etkilerinin incelenmesine ve bu etkilerin azaltılmasına yönelik yapılacak çalışmalarda kullanılması amaçlanıyor.

İçinden geçen atom altı parçacıkları yüksek hassasiyetle sayan Radyasyon Ölçer'in geliştirilmesinde CERN ile yürütülen iş birliklerinin yanı sıra TÜBİTAK BİLGEM'deki UEKAE Yarı İletken Teknolojileri Araştırma Laboratuvarının tasarlayıp ürettiği silikon tabanlı sensörün büyük katkısının olduğu belirtiliyor. Türk araştırmacılar tarafından Türkiye'de ilk kez geliştirilen Radyasyon Ölçer, Roketsan'ın 26-29 Ekim 2020 tarihlerinde Sinop Test Merkezinden fırlattığı Sonda Roketi 0.1 ile çıktığı iki uzay yolculuğunda, çıkılan irtifadaki anlık radyasyon doz hızı ve parçacık akışını ölçerek görevini başarıyla tamamlamıştı.

İlk Yerli Sonda Roketi

Türkiye Cumhuriyeti Cumhurbaşkanlığı Savunma Sanayii Başkanlığı tarafından başlatılan Mikro Uydu Fırlatma Sistemi Geliştirme Projesi'nin (MUFS), Roketsan tarafından geliştirilen SR-0.1 sonda roketinin ilk prototipi, sıvı yakıtlı motor teknolojisiyle çalışıyor. Roketin uzaya fırlatma testleri geçtiğimiz ekim ayında başarıyla tamamlandı.

26-29 Ekim 2020'de gerçekleştirilen test atışlarında sonda roketi başarılı bir biçimde 136 km irtifaya çıkmış ve bilimsel araştırmaların yapılmasını sağlayacak faydalı yük kapsülünün uçuş esnasında ayrılma denemesi de başarıyla sonuçlanmıştı.

Roketsan'ın Uydu Fırlatma Uzay Sistemleri ve İleri Teknolojiler Araştırma Merkezinde yürütülen MUFS projesi bittiğinde, 100 kilogram ve altındaki mikro uydular, yüksekliği en az 400 kilometre olan Alçak Dünya Yörüngesi'ne yerleştirilebilecek. 2025 yılında fırlatılması hedeflenen mikro uydu ile Türkiye, dünyada sayılı ülkenin sahip olduğu uydu fırlatma, test etme, üretme altyapısı ve üs kurma yeterliğine kavuşmuş olacak.



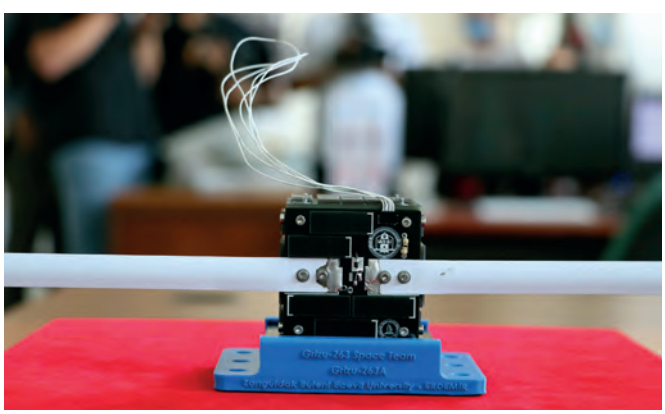


Türkiye'nin İlk Cep Uydusu
"Grizu-263A"

Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi (BEÜ) Mühendislik Fakültesi Makine, Elektrik-Elektronik ve Malzeme Mühendisliği öğrencilerinden oluşan Grizu-263 Uzay Takımı, Türkiye'nin ilk "PocketQube" uydu yani cep uydusu projesi çalışmalarını tamamladı.

İstanbul Teknik Üniversitesi Uzay Sistemleri Test Laboratuvarının yanı sıra Türkiye Amatör Uydu Teknolojileri Derneği ile TU Delft Üniversitesinin teknik destekleriyle sürdürülen proje kapsamında, 5x5x5 santimetre boyutlarında tasarlanan ve SpaceX Falcon 9 roketiyle Mart 2021'de uzaya gönderilmesi planlanan Türkiye'nin ilk cep uydusu (uzay araştırmaları için tasarlanan bir tür minyatür uydu) üretildi.

Grizu-263 Uzay Takımı daha önce ABD'de düzenlenen "CanSat Competition" Model Uydu Yarışması'nda iki kez dünya ikinciliği, Türksat Model Uydu Yarışması'nda da birincilik elde etmişti. Zonguldak'ta 3 Mart 1992'de meydana gelen grizu patlamasında yaşamını yitiren madencilerin isimleriyle Mart 2021'de ABD Cape Canaveral Fırlatma Üssü'nden uzay yolculuğuna çıkması hedeflenen ülkemizin ilk cep uydusu Grizu-263A'nın 525 kilometre alçak dünya yörüngesinde 4 yıl 8 ay görev yapması planlanıyor. Cep uydunun yörüngesine oturduktan sonra üniversitedeki kurulu sisteme sinyal göndermesi bekleniyor.





Sürücüsüz Elektrikli Otobüs
"Atak Electric"

Türk mühendisler tarafından üretilen Avrupa ve Amerika'nın ilk seri üretim sürücüsüz, seviye 4, elektrikli otobüsü Karsan Otonom Atak Electric'in ilk test sürüşü geçtiğimiz ay Cumhurbaşkanlığı Külliyesi'nde gerçekleştirildi.

Karsan ve Adastec'in ortak çalışmalarıyla geliştirilen Otonom Atak Electric, gücünü 220 kWh kapasiteli bataryalardan alıyor. Seviye 4 otonom özelliklerine sahip elektrikli otobüsün motoru 230 kW güce ulaşarak 2500 Nm tork üretebiliyor. Otobüsün 8,3 metrelik uzunluğu, 52 kişinin üzerinde yolcu kapasitesi ve 300 kilometrelik menzili de Otonom Atak Electric'i sınıfında öncü konuma getirdi.

Ticarileşmiş seri üretimlerden iki tanesinin Romanya ve ABD'ye gönderilmek üzere yurt dışı sipariş anlaşmalarının tamamlandığı belirtiliyor. Bu elektrikli otobüslerin ilk etapta servis aracı olarak kullanılması öngörülüyor.

BİLİM TARİHİNDEN NOTLAR

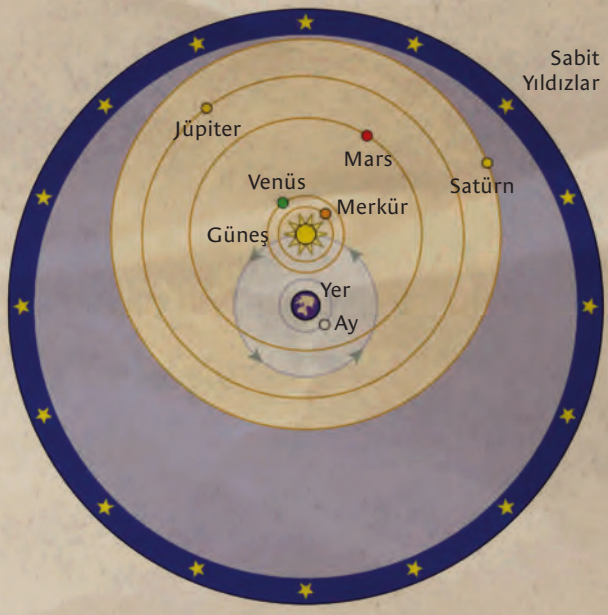
Prof. Dr. Hüseyin Gazi Topdemir
[*Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Edebiyat Fakültesi, Felsefe Bölümü, Bilim Tarihi Anabilim Dalı*

Yer-Güneş Merkezli Gökbilim Kuramı

Geçen sayımızda, Sisamlı Aristarkus'un (MÖ yaklaşık 310-230) Güneş'i merkeze alan ve Yer de dâhil bütün gök cisimlerinin Güneş'in etrafında belirli yörüngelerde dolandığını öngören yeni bir model sunduğundan söz etmiştik. Astronomi ve fizik alanlarında geliştirilen geometri temelli açıklama modelleri, insanların meraklarını yeterince doyurmadığında yeni kuram arayışları kaçınılmaz olur ve sonuçta yeryüzünde ve gökyüzünde görülen olayları daha iyi açıkladığı düşünülen yeni kuramlar önerilir. Bu bağlamda Antik Çağ'da önerilen bir diğer açıklama da Pontuslu Herakleides'in geliştirdiği Yer-Güneş merkezli evren modelidir.

Platon'un öğrencisi olduğu sanılan Pontuslu Herakleides (MÖ 388-315) Aristo ile aynı dönemde yaşadı. Başarılı çalışmalar yapmasına karşın bunların hiçbiri günümüze doğrudan ulaşamadı. Bu nedenle doğa felsefesi ve kozmoloji konusundaki düşüncelerinin önemli bir kısmını Simplikios, Proklos ve Aetius gibi sonraki dönem bilim ve düşün insanlarının kitaplarından öğrendik. Herakleides'in belirttiğine göre, gökyüzünde gözlemlenen günlük hareketler, Yer'in kendi ekseni etrafındaki dönme hareketine bağlıdır. Dolayısıyla aslında gökyüzü durağandır, hareket eden ise Yer'dir. Şu hâlde, Yer'in hareket ettiği düşüncesinin bazı Antik Yunan düşünürlerince öngörüldüğü ve benimsendiği anlaşılır. Bu benimseyişin düşünce tarihinde önemli bir adım olduğu açıktır. Çünkü bu bilgi o gün için doğrudan gözlemle elde edilebilecek bir malumat değildi. Buna karşın gök küresinin döndüğü, üzerine bastığımız yerin ise durağan olduğu duyular aracılığıyla doğrudan gözlenebilen açık bir gerçekliğe işaret ediyordu. Bu yüzden yüzyıllar boyunca Yer'in durağan olduğunun kabul edilmesine veya hareket etmesinin yalnızca aldatıcı bir görünüm olarak değerlendirilmesine şaşmamak gerekir.

Gök bilimi tarihinde Herakleides'e atfedilen bir diğer başarı da iki iç gezegen olarak adlandırılan Merkür ve Venüs'ün Güneş Sistemi'ni oluşturan gezegen dizilimindeki yerleri ile ilgilidir. Özellikle Pisagorcuların benimsediği gök bilimi modelini savunan astronomlar, söz konusu iki gezegeni Güneş'ten sonraya konumlandırmışlardı. Buna göre dizilim şöyleydi: Yer, Ay, Güneş, Merkür, Venüs, Mars, Jüpiter, Satürn ve Sabit Yıldızlar Küresi. Bu durumda Ay'dan hemen sonra Güneş yer alıyordu. Dolayısıyla bu iki gezegenin Güneş'in önüne geçmemesi, yani Yer ve Güneş'in arasına girmemesi gerekirdi. Oysa gözlemler onların Güneş ile her türlü açıyı yaptıklarını açıkça gösteriyordu. Bu yüzden başka astronomlar bu iki gezegeni Güneş'ten önceye konumlandırdılar ve onlara Yer ile Güneş arasında kalan iki iç gezegen adını verdiler. Bu karmaşa nihayet her iki gezegenin de Güneş'i merkez alan yörüngeler çizdiğinin kabul edilmesiyle çözüldü.



Herakleides'in gökbilim modeli

Herakleides'in dikkat çeken bir diğer önerisi de ek bir evren modeli olan Yer-Güneş merkezli evren modelidir. Bu modele göre, bilinen iki iç gezegen Güneş'i merkez alan bir yörüngede dolanırken, Güneş ve geriye kalan diğer gezegenler ile sabit yıldızlar ise Yer'i merkez alan yörüngelerde dolanırlar. Bu öneri bir anlamda Güneş merkezli evren modelinin öncelemesi olarak görülebilir, aynı zamanda modern dönemin başlarında Tycho Brahe tarafından yeniden ele alınan evren modeline kaynaklık ettiği de söylenebilir.

Herakleides'in önerdiği bu iki merkezli evren modeli, Yer'i merkez alan çemberin üzerindeki noktaları merkez alarak dönen ek bir daire modeli geliştirdi. Bu model, Antik Yunan astronomisinin nihai gelişiminde çok önemli rol oynayan çember merkezli hareketin öncülü olduğu için son derece önemlidir. Gelecek sayıda bu konu üzerinde duracağız.



Ptolemaios (Klaudyos Batlamyus) ve *Büyük Sentez*

Ptolemaios MS 150 yılları civarında İskenderiye'de yaşadı ve bilimsel etkinliklerde bulundu. Yaklaşık 14 yüzyıl egemen olan Yer merkezli gök bilimi modelini geliştirdi, bu yüzden ilk büyük astronom olarak kabul edilir. Aynı zamanda önemli bir coğrafyacı ve optikçiydi. İslâm dünyasında isminin Arapça söylenişi nedeniyle Batlamyus olarak tanındı. Astronomi, coğrafya ve optik alanlarındaki eserleri Arapçaya çevrildi ve uzun yıllar boyunca okundu.



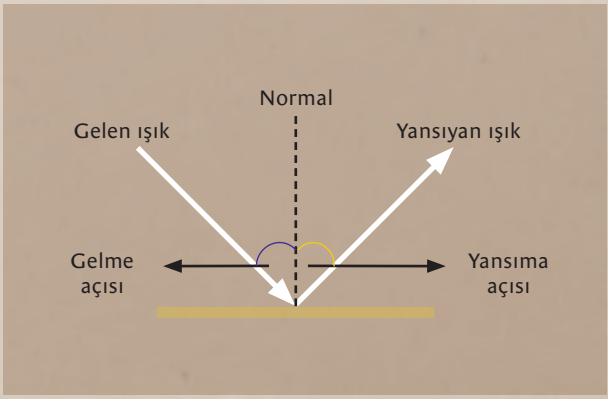


Batlamyus ve gökbilim modeli

Batlamyus'un *Megale Syntaxis* (*Büyük Sentez*) başlıklı kitabı gök bilimi alanının ilk büyük derlemesidir. Bu derleme *el-Mecistî* adıyla Arapçaya çevrildi, Arapça metin daha sonra Latinceye *Almagest* olarak çevrildi ve bu adla tanındı. Kitap on üç bölümden oluşur ve son beş bölümü gezegenlerin hareketleriyle ilgilidir. Kitapta, Aristo fiziğini esas alan bir bakış açısıyla, gök olaylarını geometri aracılığıyla açıklamak üzerine kurgulanmış bir model yer alır. Modelde Aristarkus'un ve Herakleides'in aksine Yer evrenin merkezinde ve durağan kabul edilir. Bunun için Batlamyus'un gerekçesi şudur: "Eğer Yer hareket etseydi, üzerindeki her şey dönme etkisiyle uzaya dağılırdı." Sırasıyla Ay, Merkür, Venüs, Güneş, Mars, Jüpiter, Satürn ve evrenin sınırını oluşturan sabit yıldızlar Yer'in çevresinde, düzenli hızlarla dolanırlar. Dolayısıyla gezegenlerin dolanım hızları sabit ve yörüngeleri de çemberdir. Ancak, böyle kabul edildiğinde, Batlamyus gökte gözlemlenen bazı hareketler ile kendi modeli arasında uyuşmazlık olduğunu, mesela Ay veya Güneş'in Yer'e yaklaşıp uzaklaşmalarını, bazen hızlı bazen de yavaş hareket etmelerini açıklamakta zorlandığını fark etti. Bu yüzden ana hipotezindeki açıkları kapatmak üzere bir yama hipotez benimsemek zorunda kaldı, bunun için dış merkezli adı verilen ve Yer'in gezegenlerin yörünge çemberlerinin merkezinden bir miktar kaydırılmasını öngören düzeneği kullandı.

Optik

Batlamyus aynı zamanda ilk büyük optikçidir. Işık ve görme konularındaki bilgilerini bir araya getirdiği *Optik* adlı bir kitap yazdı. Kitap üç bölümden oluşur: Doğrudan Görme, Yansıma ve Kırılma. Batlamyus kitabında ışığın kaynağının göz olduğu kabulünden yola çıkıyordu. Bu yanlış varsayımı 11. yüzyılda yaşayan en önemli bilginlerden biri olan İbnü'l-Heysem ortadan kaldırdı. İbnü'l-Heysem'in bu konudaki gerekçesi basit, yalın ve çarpıcıdır: "Işık gözden çıkıyorsa karanlıkta neden göremiyoruz?".



Işığın düzlem yüzeyde yansıması

Batlamyus yansıma konusuyla da ilgilendi ve yaptığı deneyler sonucunda bazı ilkeler oluşturdu. Ayna gibi yansıtıcı yüzeylerde, yüzeye gelen ışın çizgisinin yüzeyden yansıyan ışın çizgisine eşit olduğunu belirledi. Günümüzde bu ilkeye yansıma yasası deniyor. Kırılma konusunda da çalışan Batlamyus, deneysel çalışmalar yapmasına karşın, kırılma yasasını keşfedemedi. Bununla birlikte, ışığın bir saydam ortamdan (örneğin: hava) diğerine (örneğin: su veya cam) geçerken yoğunluk farkından dolayı yön değiştirdiğini, yani kırılmaya uğradığını belirledi. Aynı şekilde, deneysel olarak az yoğundan çok yoğuna (örneğin: havadan cama veya suya) geçen ışının ortamın yüzeyine dik olduğu düşünülen hayali dikmeye doğru kırılacağını, tersi durumda ise, yani çok yoğun ortamdan az yoğun ortama (örneğin: camdan veya sudan havaya) geçtiğinde ise dikmeden öteye doğru kırılacağını, ayrıca kırılma miktarının yoğunlukla doğru orantılı olacağını da keşfetti.

Gelecek sayıda dış merkezli ve çember merkezli düzeneklerden söz edecek, Hipparkos ve Arşimet'in çalışmalarını ele alacağız. ■

Doğa
Fauna

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

ÇEKİÇ BAŞLI KÖPEKBALIĞI

Köpekbalıkları içinde çekiç başlı köpekbalığı türleri farklı vücut yapıları ile dikkat çeker. Kafa yapılarının yanal çıkıntıları çekice benzer. Bu özellikleri sayesinde av bulmalarının kolaylaştığı ve suda daha keskin dönüşler yapabildikleri düşünülüyor. Sphyrnidae familyasına ait çekiç başlı köpekbalıklarının 9 tane türü olduğu biliniyor. Daha çok tropikal ve ılıman sularda, kıyı bölgelerinde ve kıta sahanlığında yaşayan bu türlerin boyları 90 cm ile 610 cm arasında değişiyor. Bazen 100'den fazla birey bir araya gelerek sürü oluşturabiliyor. Bu tür köpekbalıkları kabuklulardan kafadan bacaklılara, kemikli balıklardan daha küçük köpekbalıklarına kadar çok çeşitli avlarla besleniyor.

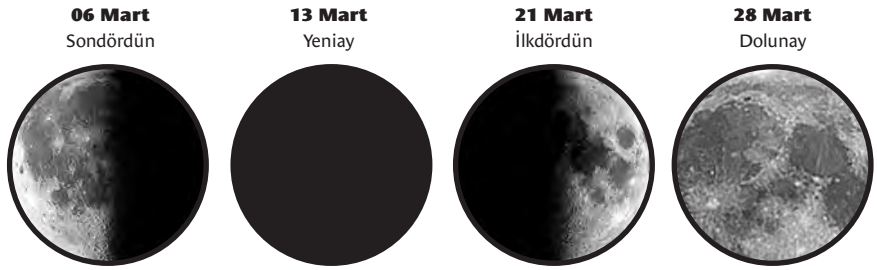
Son 50 yıldır aşırı avlanma nedeniyle popülasyonlarındaki çok ciddi orandaki düşüşün ardından bazı köpekbalığı ve vatoz türlerinin tamamen yok olma tehdidiyle karşı karşıya olduğu biliniyor. Uluslararası Doğa Koruma Birliği, 2019 itibarıyla, çoğu çekiç başlı köpekbalığı türünün kritik tehlike altında (en yüksek tehdit kategorisi) olduğunu açıkladı.



Nature dergisinde Ocak 2021'de yayımlanan bir makaleye göre (https://www.nature.com/articles/s41586-020-03173-9), 1970'ten beri okyanus köpekbalıkları ve vatozların popülasyonları %71 oranında azaldı, 31 köpekbalığı ve vatoz türünün 24'ü ise artık nesli tükenme tehdidi altında. Makalede, insan kaynaklı faaliyetler ve iklim değişikliği gibi nedenlerin türler üzerinde baskı oluşturduğu ancak aşırı avlanmanın açık ara farkla en büyük tehdit olduğu belirtiliyor. Araştırmaya göre, köpekbalıkları etleri, yüzgeçleri ve karaciğer yağları için avlanıyor.

Özellikle 2000'li yılların başlarında her yıl 63 milyon ila 273 milyon köpekbalığının avlandığı biliniyor. Köpekbalıklarının kurtarılması ancak uluslararası boyutta çok katı avlanma yasaklarının getirilmesi ve bu yasakların tam olarak uygulanması ile mümkün olabilir.

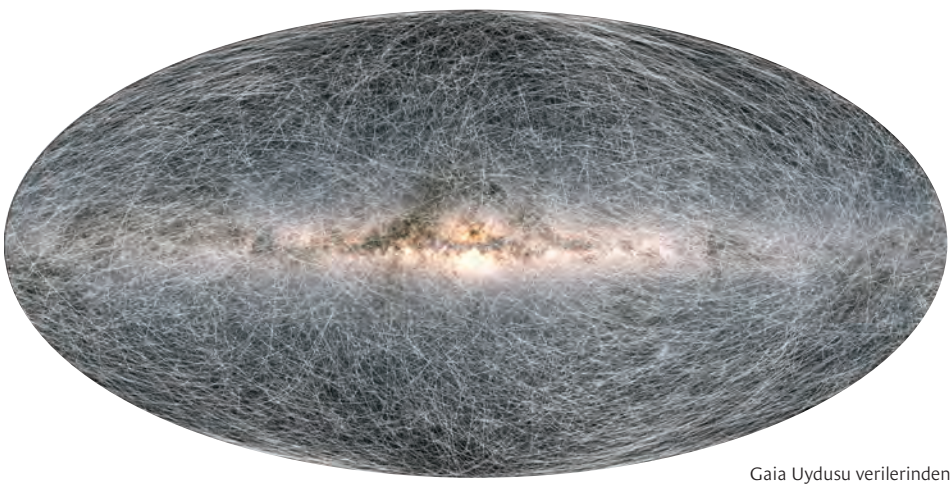
Prof. Dr. Faruk Soydugan
[fsoydugan@comu.edu.tr



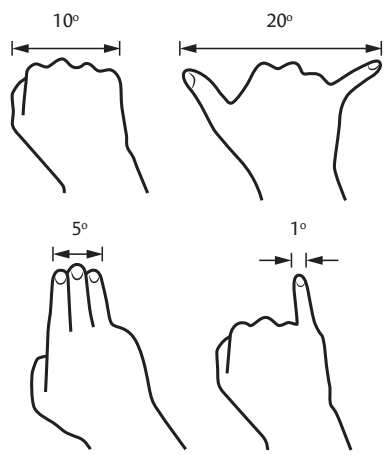
Yıldızların Görünür ve Gerçek Hareketleri

Gece gök küreye bir anlığına baktığımızda, farklı parlaklıklardaki fenerler gibi görünen ve birbirinden çok farklı uzaklıklarda bulunan nokta ışık kaynakları olan yıldızlarla karşılaşırız. Gözlem süremiz uzarsa yıldızların -Güneş, Ay ve gezegenler gibi- gökyüzünde yer değiştirir göründüklerini kolaylıkla fark ederiz. Dünya'nın kendi ekseni etrafındaki dönüşünün yansıması olan bu günlük yer değiştirme, gerçek değil "görünür hareket" olarak adlandırılıyor. Günlük hareket, gök kürede ışıldayan yıldızların belirli bir eksen etrafında dönmesi diye tarif edilebilir. Karanlık bir bölgede gece gökyüzünü izlerseniz takımyıldızların bu gerçek olmayan yer değiştirmesine tanıklık edebilirsiniz. Takımyıldızların şekli değişmez ve biz aynı desenin hareketini gözleriz. Bu desenlerin kısa zamanda değişmemesi, insanlığın onları kullanarak gökyüzünü parsellemesini ve daha kolay öğrenmesini sağlamıştır.

Günlük görünür hareket, astrofotoğrafçılar için de çok güzel enstantanelerin oluşmasına zemin hazırlar. Yarım saat civarındaki poz süreleriyle çekilen fotoğraflarda kolaylıkla görülebilen ve ölçülebilen yay biçimli yıldız izleri Dünya'nın dönüşünü kanıtlıyor. Merkez yakınında Kutup Yıldızı'nın olduğu iç içe geçmiş çemberlerin yay parçalarını oluşturan yıldız izleri, gözlem yaptığımız konumda hiç batmayan yıldızlar ile gökyüzünde o tarihte uzun ve kısa süre gözlenebilecek yıldızları gösteriyor. Gök kürede dünyanın dönme ekseninden uzak olan yıldızlar daha büyük çemberler (çemberin bir bölümü ufkun altına iner ve dolayısıyla görünmez ki bu yıldızın gözlemlenemediği bölüme karşılık gelir) çizerken Kutup Yıldızı civarındaki yıldızlar onun etrafında çok daha küçük çemberler çizerler. Burada, okuyucularımıza bir soru iletmek isteriz: Gece Kutup Yıldızı civarına çevrilmiş bir fotoğraf makinesi kullanarak 30 dakikalık poz süresiyle çekilmiş bir fotoğrafta ortaya çıkacak yay izlerini gören açı kaç derece olur?



Gaia Uydusu verilerinden hesaplanan bazı yıldızların gelecek 400 bin yılda ortaya çıkacak öz hareket izleri (ESA)



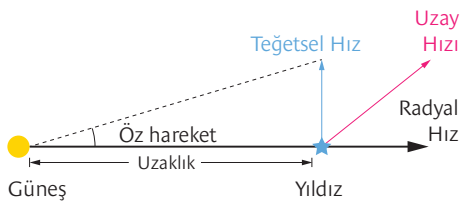
Gökyüzünde açısal uzaklıkları tahmin etmek için kullanılan pratik aralıklar.

Dünya'nın Güneş etrafındaki yörünge hareketi sırasında da -devasa bir yörüngede hareket etmemizin sonucu olarak- görünür hareket kapsamına giren bazı etkilerle karşılaşırız. Bu hareketin en kolay takip edilebilen yansıması, gece gökyüzünde farklı mevsimlerde farklı yıldız ve takımyıldızların gözlenmesidir. Bu büyük yörüngedeki hareket, gökbilimciler tarafından yıldızların uzaklıklarını ölçmede de kullanılıyor. Özellikle yakın yıldızlar için daha kolay ölçülebilen bu hareketi şu örnekle açıklayabiliriz: Bir futbol sahasının etrafında tur atarken uzak bir binaya baktığımızı düşünelim. Bu bina, siz tur atarken konum değiştiriyor gibi görünecektir. Dünya da Güneş etrafında dolanırken aynı yıldıza yörüngenin iki uç noktasından (yaklaşık 300 milyon km) baktığımızda benzer bir durumla karşılaşırız. Bu tür gözlemler, yıldızların ıraklık açısını (yıldızın gök küre-de altı ay ara ile gözlendiği doğrultular arasındaki açı) ve dolayısıyla uzaklığını ölçmede kullanılıyor. Dünya'nın dönme ve dolanmasının yansıması olan ve geçmişte farklı gök bilimi kuramlarının ortaya atılmasına da yol açan görünür hareketin etkilerinden bahsettikten sonra yıldızların gerçekte nasıl hareket ettiklerine göz atalım.



Yıldızların gerçekteki hareketlerinden iki tanesi öne çıkar: kendi etrafındaki dönme hareketi ve bağlı olduğu kütle merkez(ler)i etrafındaki dolanma hareketi. Güneş ve birkaç süper dev yıldız dışındaki yıldızların tamamına yakını en büyük teleskoplarla dahi nokta ışık kaynağı olarak gözlendiklerinden dönme hareketini ölçmek için farklı yollara başvurulur. Bu arada yıldızların katı cisim değil dev sıcak plazma küreleri olduğunu hatırlatalım. Örneğin Güneş'in dönme hareketini gözleyip ölçmenin en kolay yollarından biri, yüzeyinde ortaya çıkan soğuk lekelerin izlenmesidir. Yıldızlarda dönme hızları genellikle, onların teleskoplar yardımıyla alınan tayflarında ortaya çıkan soğurma çizgilerinin analizlerinden ölçülebiliyor. Küçük kütleli soğuk yıldızların kendi etraflarındaki dönme hızları saniyede birkaç km iken büyük kütleli ve sıcak yıldızlarda ise dönme hızı saniyede 200 km'yi aşabilir. Bu arada yıldızların yaşlandıkça dönme hızlarının azaldığı da uzun yıllardır biliniyor.

Yıldızlar bağlı bulundukları gökadanın kütle merkezi etrafında galaktik yörüngelerde dolanırlar. Onların gözlenen gerçek hareketlerinin öne çıkan kaynaklarından biri de budur. Bunun dışında, çoklu yıldız sisteminin üyesi olan yıldızlar aynı zamanda bu sistemin ortak kütle merkezi etrafında da hareket ederler. Bu hareketler, galaktik yörünge hareketinin yanında oldukça kısa dönemlidir. Yıldızların Güneş ve Güneş Sistemi'ne göre ortaya çıkan galaktik yörünge üzerindeki hareketleri "öz hareket" olarak adlandırılır. Güneş'in gerçek hareketinin



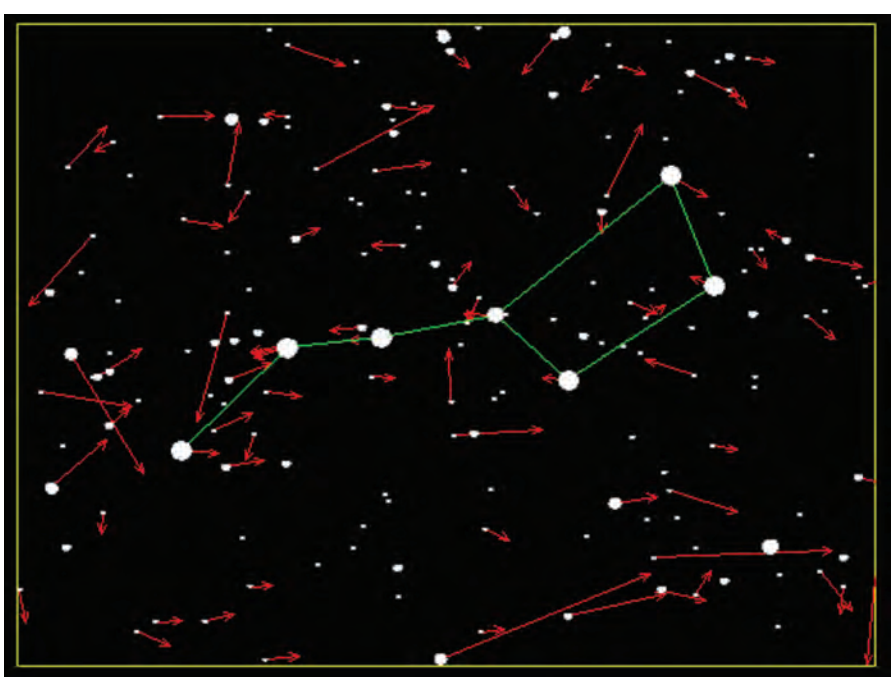
ana kaynağı, gökadamızın kütle merkezi etrafında saniyede 220-230 km hızla çembere yakın bir yörüngede 225-250 milyon yılda (bu zamana "galaktik yıl" denir) bir tur atmasıdır. Diğer yıldızların da bu hareketleri sonucunda gökyüzünde çok küçük de olsa yer değiştirmesi onların gerçek hareketlerinin karşılığıdır.

Yıldızların Güneş'e göre konumlarındaki değişimler ölçülerek onların "öz hareketleri" belirlenmeye çalışılıyor. Bununla birlikte, yıldızların gök küredeki yer değiştirmeleri çok küçük olduğundan konum değişimlerini belirlemek güçtür. Örneğin, çıplak gözle gözlenebilen yıldızlar içerisinden 61 Cygni A (görsel parlaklığı 5,2 kadir) en büyük öz harekete sahiptir ve onun konumundaki değişim yılda sadece 5,281 açı saniyesidir. Günümüze kadar yapılan ölçümler, en büyük öz harekete sahip yıldızın "Barnard Yıldızı" olduğunu gösteriyor. Bu yıldızın yılda 10,3 açı saniyesi yer değiştirdiği bili-

niyor. Bu değer, yıldızın gök kürede 174 yılda dolunayın çapı kadar yer değiştirmesi anlamına geliyor. Bu arada, Barnard yıldızının Güneş ve Alpha Centauri yıldız sisteminden sonra bilinen en yakın yıldız (yaklaşık 6 ışık yılı uzaklığında) olduğunu da hatırlatalım. Bu bilgiler, yıldızların gerçek hareketlerinin kısa zaman ölçeğinde çıplak gözle fark edilmeyecek kadar küçük olduğunu gösteriyor. Öte yandan, takımyıldızları oluşturan yıldızların birbirine çekimsel olarak bağlı olmadığını ve gökada içinde çok farklı uzaklıklarda bulunduklarını biliyoruz. Bu durumda, bir takımyıldızdaki yıldızların her birinin farklı öz hareketlere sahip olduğunu düşünürsek çok ama çok uzun yıllar sonra (fark edilecek kadar değişim için binlerce yıl geçmesi gerekiyor) takımyıldız şekillerinin de değişeceğini söyleyebiliriz.

Yıldızların konumlarındaki değişimler onların uzay hızları hakkında da bilgi veriyor. Yıldızların uzay hızları, onların dikine veya radyal hızı (yıldızın bizim bakış doğrultumuzdaki hızı) ve teğetsel (bakış doğrultumuza dik hız bileşeni) hız vektörlerinin bileşkesidir. Uzay hızını belirlemek için yıldızların öz hareket bilgilerine, radyal hızlarına ve uzaklıklarına ihtiyaç vardır. Yıldızların kinematik davranışlarını belirlemek için uzay hızları en önemli değişkenlerdendir. Kinematik bilgiler, yıldızların küme üyesi olup olmadıklarını araştırmada önemlidir. Bununla birlikte, yıldızların yaş aralıkları ile kimyasal bollukları konusunda da tahmin yapmamızı sağlar. Kinematik davranışlar, büyük öz harekete sahip yıldızları belirleyerek bu hareketlerinin kaynağını araştırmada da kullanılıyor. Örneğin, bu yöntemlerle "kaçan yıldızlar" ve onların kaynakları da (süpernova patlamaları vb.) araştırılıyor.

Son yıllarda, uydu gözlemleri sayesinde yıldızların öz hareketleri büyük hassasiyetle ölçülebiliyor. Hipparcos Uydusu ile yoğun ve hassas şekilde hızlanan bu ölçümler, şu anda aktif olarak çalışan Gaia Uydusu ile çok daha hassas olarak devam ediyor. 2020 yılı sonunda Gaia Uydusu'nun ölçümleri kullanılarak neredeyse 1,5 milyar yıldızın konum ölçümleri ve ıraksım açıları (veya uzaklıkları) yayınlandı ve gökadamız içindeki adresleri büyük bir hassasiyetle tespit edilmiş oldu. Böylece, gökadamızdaki çok sayıda yıldızın öz hareketi ve uzaklık bilgilerine sahip olduk. Bu bilgiler, yıldızların bazı temel özelliklerinin belirlenmesine veya test edilmesine olanak sağlarken gökadamızın yapı ve dinamiğinin anlaşılması açısından da önemli. Aşağıdaki bağlantıyı internet tarayıcınıza yazarak ya da kare kodu akıllı cihazınıza okutarak 40.000 yıldızın Gaia uydu verileri kullanılarak hesaplanan gelecek 1,6 milyon yıl içindeki öz hareketlerinin yansımasını izleyebilirsiniz: https://www.esa.int/esatv/Videos/2020/12/Gaia_s_stellar_motion_for_the_next_1.6_million_years



50.000 yılda Büyük Ayı Takımyıldızı ve yakınındaki bazı yıldızların öz hareketleri sonucunda yapacakları yer değiştirmeler.

Gece gökyüzünde yıldızların görünür hareketine şahit oluyoruz. Kısa sürede bizi kendine bağlayan ve güzel fotoğraflara konu olan bu hareketin gerçek olmadığının farkında olarak gözlem yapmak gök küreyi daha iyi tanımamızı sağlıyor. Onların gerçek hareketlerini anlamak için çok hassas gözlemler gerekiyor. Görünen de gerçek de bize farklı bilgiler sağlıyor. Bilgiye ulaşmak, görünen ve gerçeği ayırmak için izlemeye, gözlemeye ve araştırmaya devam etmek gerekiyor. İyi gözlemler dileğiyle ...

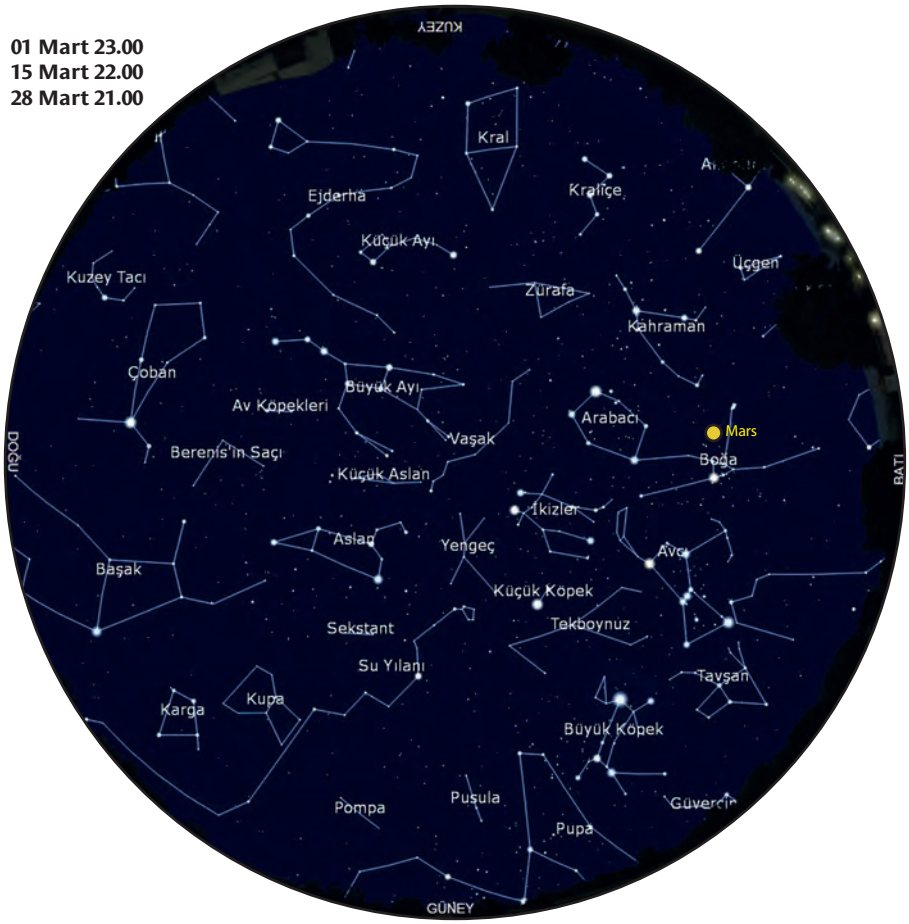
Kaynaklar

https://www.cosmos.esa.int/web/gaia/edr3-startrails

https://earthsky.org/astronomy-essentials/barnards-star-closest-stars-famous-stars

https://physics.weber.edu/schroeder/ua/StarMotion.html

01 Mart 23.00
15 Mart 22.00
28 Mart 21.00



Ayın Önemli Gök Olayları

02 Mart Ay Dünya'ya en yakın konumunda (365.400 km)

05 Mart Merkür ve Jüpiter gün doğumundan önce doğuda birbirlerine çok yakın görünümde

06 Mart Merkür en büyük batı uzanımında (27°)

18 Mart Ay Dünya'ya en uzak konumunda (405.300 km)

19 Mart Ay ve Mars birbirlerine çok yakın görünümde

20 Mart İlkbahar ılımı (gece ve gündüz süreleri eşit)

30 Mart Ay Dünya'ya en yakın konumunda (360.300 km)



20 Mart gece ortası batı ufku

Gezegenler

Merkür: Sabah gökyüzüne geçen gezegen ufuktan fazla yükselemiyor. Ayın ortalarına kadar, temiz bir gökyüzüne sahip yüksek bir gözlem yerinde, gün doğumundan hemen önce, doğu ufkunda parlak Jüpiter'in yakınlarında gözlenebilir. Gezegen, günler ilerledikçe gökyüzünde Güneş'e yaklaşmaya devam edecek.

Venüs: Ayın son günlerinde Güneş'in doğusuna geçmeye başlayan gezegenin gözlenebilir olması için gelecek ayın sonunu beklemek gerekiyor.

Mars: Gecenin ilk yarısının hâkim gezegeni olan Mars, ayın ilk haftası gece yarısından yarım saat sonrasına kadar gözlenebilir. Günler ilerledikçe gün batımında gökyüzünün batı bölgesinde görünecek olan gezegenin parlaklığı hafifçe azalmaya devam ediyor. 19 Mart akşamı Ay ile oldukça yakın görünecek ve ay sonuna doğru gece yarısında batacak.

Jüpiter: Ay boyunca gün doğumundan önce doğu ufkunun en parlak gezegeni olacak ve gözlem süresi yavaş yavaş artacak. 5 Mart'ta Merkür ile gökyüzünde âdeta birbirlerine değecek kadar yakın görünecek. Oğlak (Capricornus) Takımyıldızı bölgesindeki Satürn'e yaklaşmaya başlayan gezegen, ayın sonlarında, Güneş doğmadan önce, bir buçuk saate varan bir süreyle parlak bir şekilde doğuda gözlenebilir.

Satürn: Güneş'ten olan ayrılığını yavaş yavaş artırmaya başlayan gezegen gün doğumundan önce kısa sürelerle doğu-güneydoğu ufkunda. Gezegen ufuktan fazla yükselemeyeceği için gözlemleri uygun hava koşullarında ve yüksek bir gözlem yerinden yapmakta fayda var. Ay sonuna doğru gün doğumundan önce 2 saate varan sürelerle gözlenebilir. Gezegenin halkaları teleskoplu gözlemciler için uygun bir konumda olacak.

Düşünme Kulesi

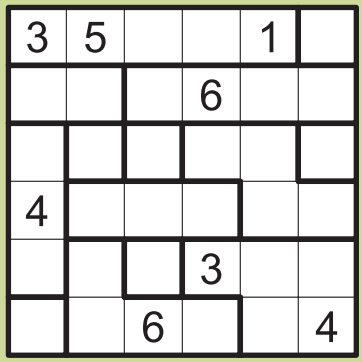
Ferhat Çalapkulu [*dusunme.kulesi@tubitak.gov.tr*

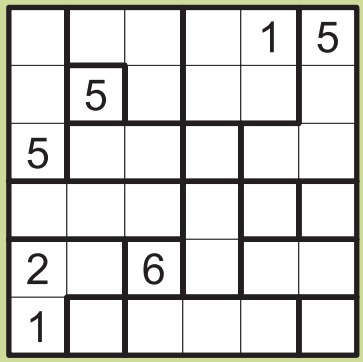
Ayın Oyunu:
Renban Sudoku

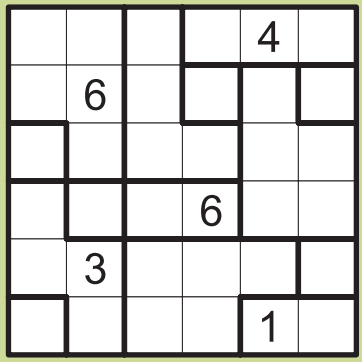
Renban Sudoku Oyununun Kuralları

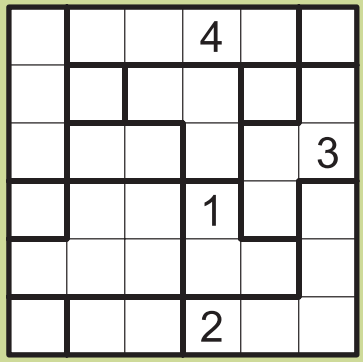
Her satırda, her sütunda ve kapalı her bölgede 1'den 6'ya kadar rakamlardan en fazla birer tane yer alacak şekilde diyagramı doldurun.

Bölgelerdeki rakamlar ardışık olmalıdır ancak sıraları karışık olabilir, örneğin 5-3-4 gibi.







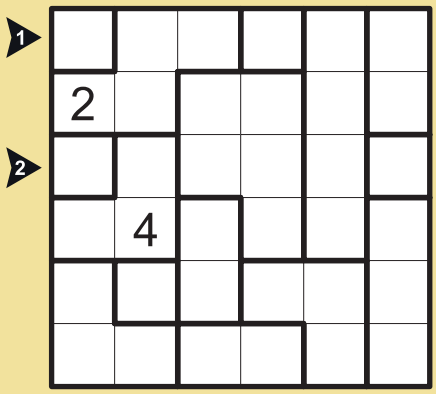


Renban Sudoku - Örnek Çözüm

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

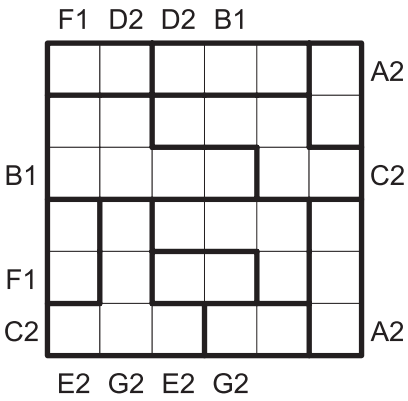
Ödüllü soru

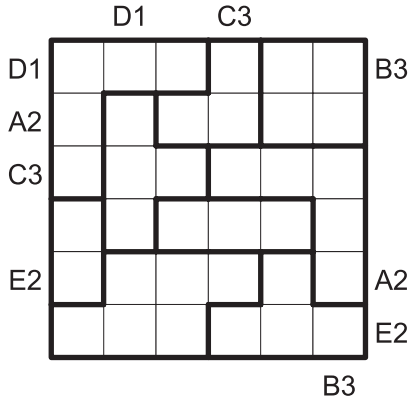
▼ Renban Sudoku sorusunu çözüp ok doğrultusundaki içeriği yazarak ad, soyad ve adres bilgileri ile birlikte dusunme.kulesi@tubitak.gov.tr adresine gönderenler arasından çekilişle belirlenecek 10 kişiye TÜBİTAK Popüler Bilim Kitapları tarafından yayımlanmış *Gezegenler* başlıklı kitap hediye edilecek.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



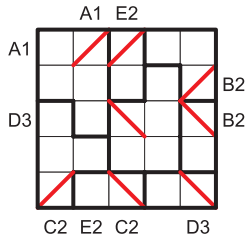
Ok doğrultusundaki içeriği yazın.
Örnek çözümün ilk satırı 134625 şeklinde yazılmalıdır.

Aynalar: Tablodaki her bir bölgeye sadece bir tane çapraz duran ayna yerleştirin. Tablonun dışındaki harf-rakam çiftleri ışık kaynaklarıdır ve bu kaynaklardan çıkan ışınlar verilen sayı kadar aynadan yansıyarak eşleri olan harfe ulaşmalıdır. Her bir ayna en az bir kez kullanılmalıdır.

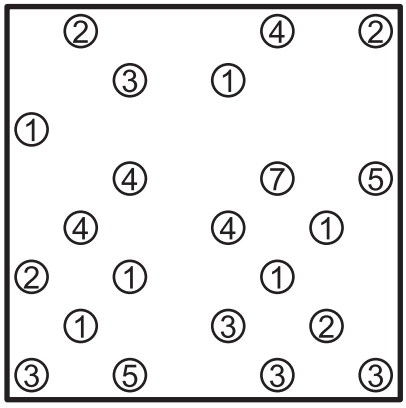


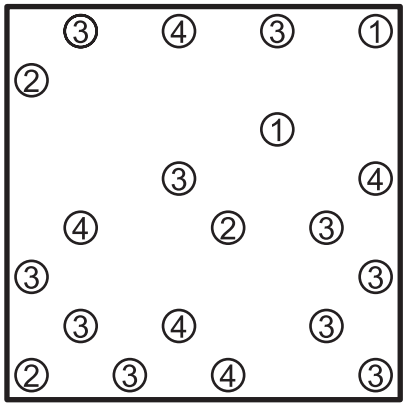


Aynalar
Örnek Çözüm

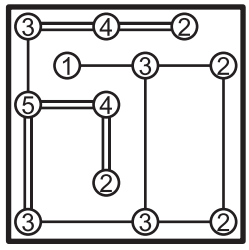


Hashi: Adaları köprülerle bağlayın. Sayılar o adadan toplam kaç köprü çıktığını göstermektedir. İki ada arasında en fazla iki köprü bulunabilir.

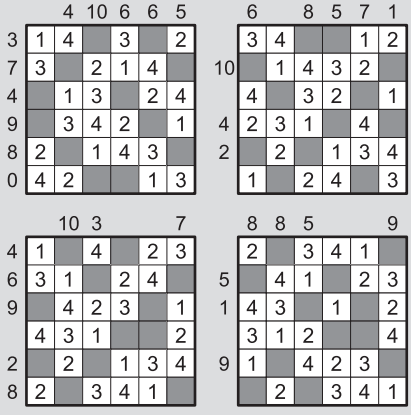




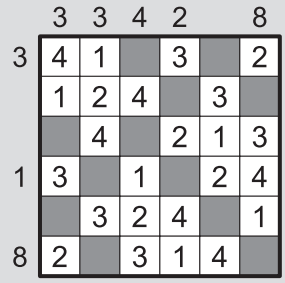
Hashi
Örnek Çözüm



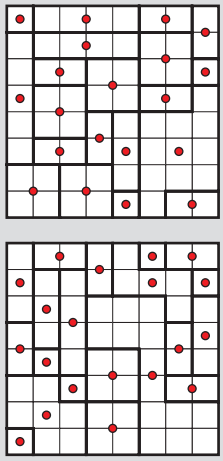
Geçen Sayının Çözümleri



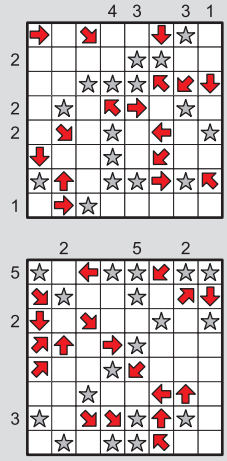
Sıkışık Toplamlar



Ödüllü Soru:
Sıkışık Toplamlar



Simetri



Oklar ve Yıldızlar

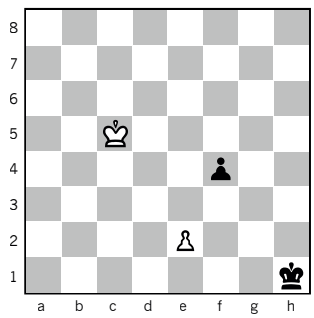
Satranç

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

Satrançta Özel Hamleler - I

Rok yapma, geçerken alma ve terfi satranca renk katan "özel" hamlelerdir. Peki, onları özel kılan nedir? Herhâlde diğer olağan hamlelere göre, oynanmaları bazı sıkı şartlara bağlı olduğu için böyle tanımlanmışlardır.
Örneğin bir piyon ancak satranç tahtasının son sırasına (siyahlar için birinci, beyazlar için sekizinci yatay) ulaştığında terfi edebilir. Hatta terfi etmek zorundadır, satranç kuralları son sıraya kadar ilerlemiş bir piyonun piyon olarak kalmasına izin vermez. Rok yapma hakkı da belirli kurallarla sınırlandırılmıştır: şah ve rok yapacak kale daha önce hamle yapmamış olmalı, aralarında hiçbir taş olmamalı, rok yapılacağı sırada şah çekilmemiş olmalı ve şahın rok yaparken üzerinden geçeceği ve sonra konumlanacağı kareler rakip taşların denetiminde olmamalıdır. Geçerken alma (en passant) ise yalnızca çift sürülen bir piyona uygulanabilir (Diyagram 1).

Diyagram 1

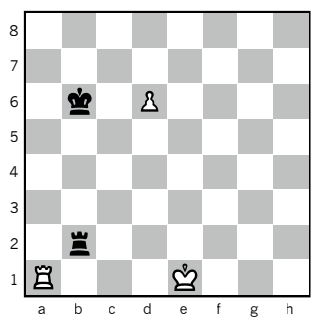


Diyagram 1'de beyaz 1. e4 oynarsa siyah 1...fxe3 e.p. hamlesi ile piyonu alabilir. Yani e4'te duran beyaz piyon tahtadan kaldırılır, f4'teki siyah piyon e3'e konur. Bu özel hamledeki önemli bir nokta, geçerken alma hamlesinin rakip piyonunu çift sürer sürmez (burada 1. e4 hamlesinden hemen sonra) yapılması gerektiğidir. Bir sonraki hamlede artık geçerken alma yapılamaz. Bu yüzden geçerken alma yeni başlayanların anlamakta zorlandığı hamlelerden biridir.

İşte bu üç özel hamle, beklenmedik sonuçları nedeniyle satranç kompozitörlerinin her zaman ilgisini çekmiştir. Bunları etütlerde ve problemlerde sık sık görürüz. Ayrıca, geçerken alma ve rok yapma retrograd analiz problemlerinin de gözde konularındandır.

Size bu yazıda üç özel hamleden rok yapma üzerine yaratıcı, eğlendirici ama sonuçta öğretici kurgulardan bazı örnekler sunacağız. Diğer özel hamlelere de sonraki yazılarımızda yer vereceğiz.

Diyagram 2
Alexey Selezniev
Tidskrift für Schack, 1921



Beyaz oynar ve kazanır.

Satranç problemleri ve etütler için, rok yapmaya dair bir düzenleme daha vardır. Eğer taraflardan birinin

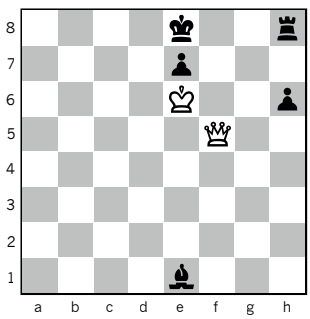


rok yapması mümkün görünüyorsa, aksi ispatlanmadıkça bu hakkını kullanabilir. "Aksinin ispatlanması" oyunun daha önceki bir aşamasında rok hakkının kaybedilmiş olduğunun retrograd analizle gösterilmesidir. Bunun da örneğini vereceğiz. Selezniev'in etüdüne gelince, oyun sonu veri tabanları bunun kesin bir beraberlik olduğunu söyler. Çünkü bu veri tabanları beyazın rok yapabilir durumda olduğunu dikkate almaz. Çözümü şöyle:

1. d7! (1. Kd1? Kg2! 2. d7 Kg1+ 3. Şe2 Kxd1 4. Şxd1 Şc7 ve beraberlik) . . . **Şc7 2. d8=V+ Şxd8 3. 0-0-0+!!** ve kazanır. Alışılmadık bir çatal hamlesi: Beyaz, uzun rok sonrasında kale ile şah çekerken aynı anda da şahıyla kaleyi tehdit ediyor. Bu manevra, kompozisyon terminolojisinde "Selezniev motifi" olarak bilinir.

Bu etüdü bir arkadaşınıza sorun. Muhtemelen beyazın rok yapabildiğini göz ardı edecek, epeyce uğraşacak, çözümü bulamayınca konumu bir bilgisayar programına yükleyecek ve eğer o programda "rok yapabilir" ayarı yapılmamışsa analiz net bir beraberliği gösterecektir. Arkadaşınız bunun üzerine etüdün hatalı olduğuna dair sizinle iddiaya girmek isteyecektir. Ta ki siz ona beyazın rok yapabildiğini gösterinceye kadar! Sonraki problemimiz rakibin rok yapma hakkını engelleme fikrine dayanıyor.

Diyagram 3
Wolfgang Pauly
Deutsches Wochenschach, 1910



Beyaz oynar ve dört hamlede mat eder.

Burada beyaz 1. Ve5 ve arkasından 2. Vb8 mat ya da 2. Vxh8 ile mat etmeyi planlayabilir. Ama siyah 1. . .0-0 ile bu planı engeller. O hâlde:

1. Vb5+! Şf8 2. Vf5+ Şe8

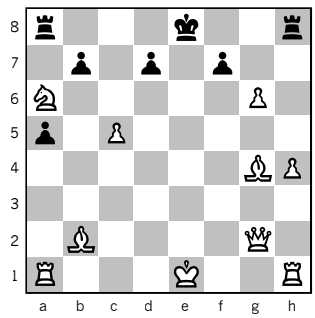
Başlangıç durumuna geri döndük. Peki bu beyaza ne kazandırdı? Siyah şahı hamle yapmaya zorlayarak rok yapmasını engelledi. Şimdi beyaz ilk planını uygulayabilir:

3. Ve5 ve sonraki hamlede ya **4. Vb8 mat** ya da **4. Vxh8 mat.**

Eğer başlangıç pozisyonunda siyahın fili olmasaydı ve h6'daki piyonu h7'de olsaydı o zaman beyaz hemen 1. Ve5 oynayabilirdi. Çünkü siyah bu kez rok yapamazdı. Sebebi açık: son hamlesinde ya şah ya da kaleyle bir hamle yapmış olmalıdır, dolayısıyla rok yapma hakkını kaybetmiştir!

Aşağıdaki problemde (Diyagram 4), ünlü Danimarkalı kompozitör Knud Hanneman (1903-1981) kurguya dört farklı rok hamlesini sığdırmayı başarmış.

Diyagram 4
Knud Hannemann
Skakbladet, 1921



Beyaz oynar ve dört hamlede mat eder.

Çözüm:
1. Vd5!
Tehdit: 2. Vxd7+/Vxf7+ 3. Vxf7/Vxd7 mat. Şimdi iki tematik varyant var:

a) **1…0-0-0 2. 0-0-0** (2. 0-0? Kxh4 ve 3. Kh1+) . . .**b7xa6 3. Fe5 ve 4. Va8 mat; 2…f5 3. Ff3 Kd 4. Vxd7 mat;**
b) 1…0-0 2. 0-0 (2. 0-0-0 Kac8 3. Kxc5+) . . .**Kxa6 3. Vh5 4. Vh7/h8 mat.**

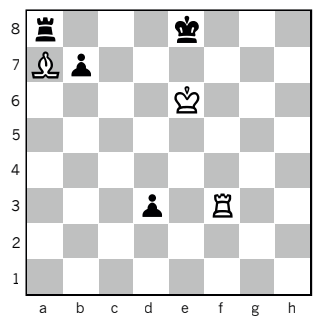
Yan varyantlar:

c) 1…Kh7 2. g6xh7 0-0-0 3. Vxd7+ Kxd7 4. b8=V(K) mat;
d) 1…f7xg6 2. Ac7+/Vxd7+/Ve5+ 3. Kf1+ ve 4. Vf7mat.

Ayın Soruları

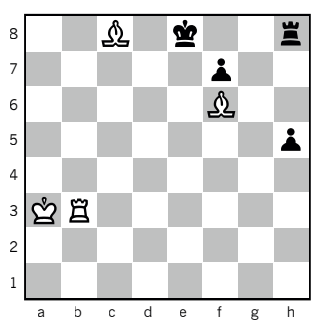
Tek bir yazıda özel hamlelerle ilgili daha fazla örnek vermemiz mümkün değil. Ama merak etmeyin, bir sonraki yazımızda bu konuya devam edeceğiz. İşte o zamana kadar uğraşmanız için size birkaç örnek:

Diyagram 5
Josef Moravec
Duvtip,1921



Beyaz oynar ve kazanır.

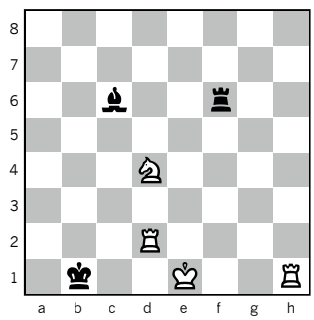
Diyagram 6
Norman Macleod
The Problemist, 1923



Beyaz oynar ve iki hamlede mat eder.

b) h5'teki siyah piyonu tahtadan kaldırırsak beyaz iki hamlede nasıl mat eder?

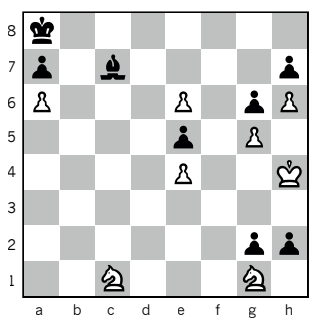
Diyagram 7
Bengt Giöbel
Polistidningen, 1926



Beyaz oynar ve üç hamlede mat eder.

Geçen Ay Sorulan Problemin Çözümü

Diyagram 8
Vasili Smislov
64 Shakhmatnoye Obezrenye, 1988
Özel ödül



Beyaz oynar ve kazanır.

1. e7 Fb8!

1...hxg1=V 2. e8=V+ Fb8 3. Vc6 mat.

2. Ace2!

2. e8=V? h1=V+ 3. Şg3 Vh4+ 4. Şxh4 pat.

2...h1V+ 3. Şg3! Vh5 4. Af3 Vh1 5. Aeg1!

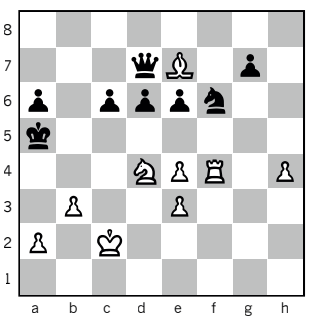
5. Afg1 Vh5 ve arkasından Vxg5.

5...Vh5 6. Ah3! g1=V+ 7. Ahxg1 Vh1 8. e8=A!

8. e8=F? Fd6 9. Fc6+ Şb8 10. Fd5 13 Fb4; hatta siyah kazanır!

8...Fd6 9. Axd6! Vh5 10. Ah3 ve beyaz kazanır; siyah *zugzwang*'da.

Diyagram 9
Vasili Smislov
64, 1938



Beyaz oynar ve kazanır.

1. Bd8+ Şb4 2. a3+ Şc5

2...Şxa3 3. Kf1 ve kazanır.

2. Kxf6! gxf6 4. Şc3

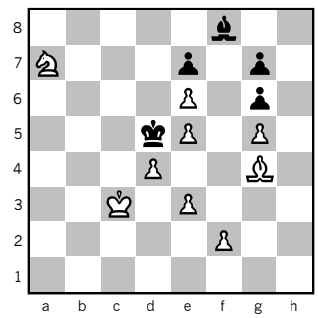
Tehdit 5. b4 mat.

4...d5

4...Vxd8 5. Axe6+ (çatal)

5. e5! fxe5 6. Fc7 exd4+ 7. exd4+ Şb5 8.a4 mat.

Diyagram 10
Paul Michelet
BCM, 2018/2019
Üçüncülük Ödülü



Beyaz oynar ve dokuz hamlede mat eder.

Beyaz, şahın c6'ya kaçmasına fırsat vermeden atını d8'e getirmeli. Bu manevrayı yapabilmek için şahıyla iki "üçgen manevrası" yapması gerekiyor:

1. Şb3! Şe4 2. Şc2 Şd5 3. Şc3
Beyaz şah ilk üçgen manevrası yaptı.
3...Şe4 4. Ac6! Şd5 5. Ad8 Şe4 6. Şc2! Şd5 7. Şb3 Şe4 8. Şc3
İkinci üçgen manevrası da tamamlandı.
8...Şd5 9. Ff3 mat.

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:

İnternetin Geçmişi ve Dijital Gelecek



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).

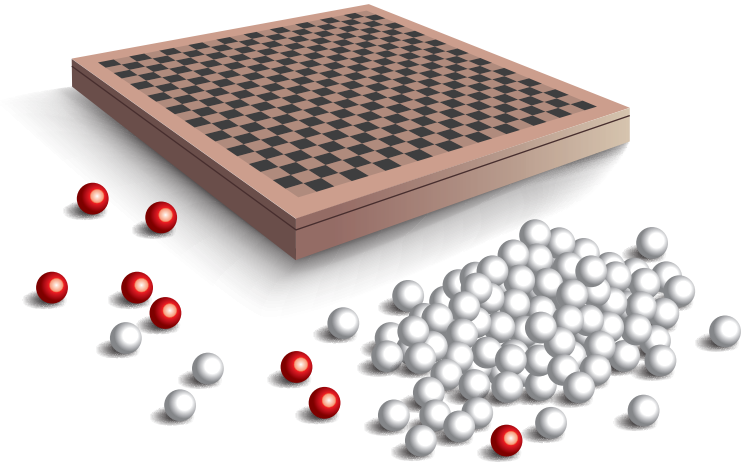
Özel Birim Kare Sayısı

(Matematik)

Başlangıçta 20×20'lik bir satranç tahtasının her birim karesinde birer bilye bulunuyor.

Bu bilyelerin 8 tanesi kırmızı, 392 tanesi ise beyaz renktedir. Her bir işlemde satranç tahtasının herhangi bir satırı ya da herhangi bir sütunu seçiliyor ve seçilen satır veya sütundaki her bir kırmızı bilyenin yerine beyaz, her bir beyaz bilyenin yerine ise kırmızı bilye yerleştiriliyor. Birkaç işlem sonucunda satranç tahtası üzerindeki kırmızı bilye sayısı 50, beyaz bilye sayısı ise 350 oluyor.

İşlemler başlamadan önce üzerinde beyaz bilye bulunduğu hâlde tüm işlemler yapıldıktan sonra üzerinde kırmızı bilye bulunan birim karelere özel birim kare diyelim. Özel birim kare sayısının alabileceği tüm değerleri bulunuz.

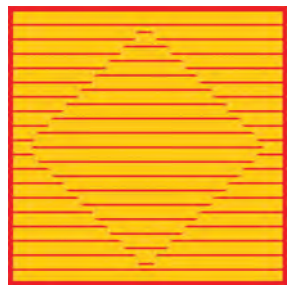


Zekâ Oyunları

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

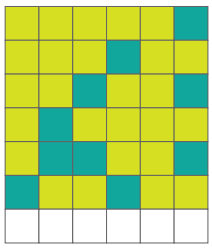
Göz Aldanması

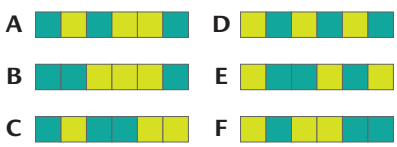
Ortadaki karenin sınırları çizilmiş gibi görülüyor. Oysa şekil sadece paralel çizilmiş doğrulardan oluşuyor.



Boş Satır

Boş satıra aşağıdakilerden hangisi gelecek?





Dosyalar

20 kişilik bir toplantı öncesinde herkes için isimlerinin yazılı olduğu bir dosya hazırlanmıştır. Toplantıya ilk gelen kişi isimlere bakmadan rastgele bir dosya almıştır. Daha sonra gelenler ise kendilerine ait dosyayı aramış, bulurlarsa kendi dosyalarını almışlardır. Eğer kendi dosyaları başka biri tarafından alınmışsa rastgele bir dosyayı almışlardır. Toplantıya son gelen kişinin kendi dosyasını alma olasılığı kaçtır?

Hatalı Altınlar

Aynı görünüme sahip olan 13 altından ikisi sahtedir. Hatalı iki altının ağırlıkları aynıdır fakat normal altınlardan daha mı ağır, daha mı hafif oldukları bilinmemektedir. Bir denge terazisi kullanarak hatalı altınların normal altınlara göre daha mı ağır, daha mı hafif olduklarını bulmak istiyorsunuz. Bunu başarmak için en az kaç tartım yapmanız gerekir?

Notlar:

- Denge terazisinin kefelerine dilediğiniz sayıda altın koyup kıyaslayabilirsiniz.
- Sadece hatanın ne olduğunu bulmak istiyorsunuz, hatalı altınları değil.

Dört Öğrenci

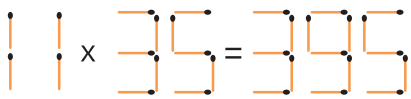
Dört öğrencinin okul numaraları birbirlerinden farklıdır ve hiçbirinde sıfır rakamı bulunmamaktadır. Çarpımları 1000 olan bu numaraların toplamı en az kaç olabilir?

Günler

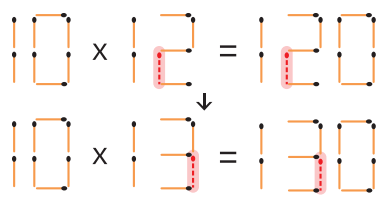
Konuşan bir robot pazartesi, perşembe ve cumartesi günleri doğru, diğer günler yalan söylüyor. Bu robot "Ben dün doğru söyledim" sözünü hangi gün söylemiş olabilir?

Kibrit - İşlem

Kibritlerden ikisinin yerini değiştirerek yeni bir eşitlik oluşturunuz.



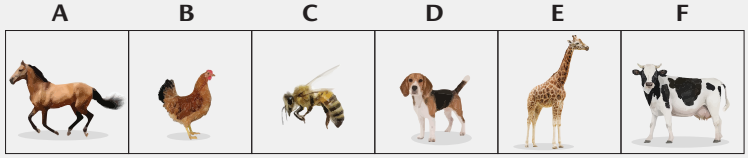
Not: Kibritler sadece rakam oluşturmak için kullanılabilir. Örnek:



SORU İŞARETİ

Soru işaretinin yerine hangi şekil gelecek?





Sihirli Kare

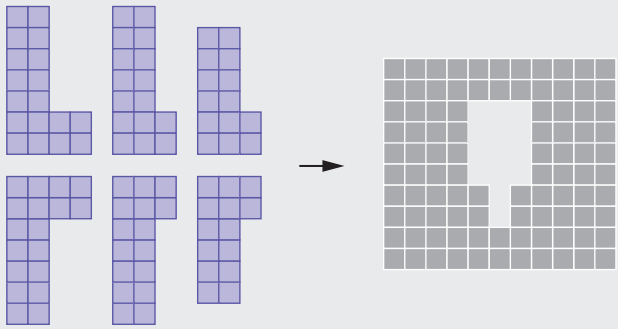
Tabloda iki karenin yerini değiştirerek bir sihirli kare oluşturunuz.

12	16	9
10	11	14
15	8	13

Bilindiği üzere, satırlardaki, sütunlardaki ve köşegenlerdeki sayıların toplamı aynı olan kareler "Sihirli Kare" olarak adlandırılır.

Altı "L"

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



Geçen Sayının Çözümleri

Dört Atlet

10:27

Yaşlar

70

9+8+8+7+7+7+6+6+6+6=70

Tam Kare

1/84

9 sayı arasından 3 sayı 9x8x7=504 farklı şekilde seçilebilir.

Bunlar arasında sadece altısının sonucu tam kare olduğu için cevap 6/504 = 1/84'tür.

1x2x8=16

1x4x9=36

2x3x6=36

2x4x8=64

2x8x9=144

3x6x8=144

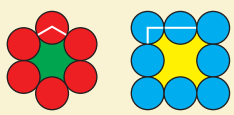
25'e Bölünen Sayı

Bir sayının 25'e tam olarak bölünebilmesi için son iki basamağının oluşturduğu sayının 25'e bölünmesi gereklidir. Her rakamı farklı olan en büyük sayı 9876543210 olduğuna göre 5 rakamını onlar basamağına taşıyarak sonuç elde edilir.

9876432150

Daire Bölgeleri

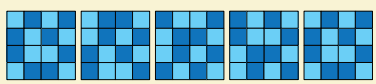
Sarı bölgenin çevresi daha büyüktür. Yeşil bölgenin çevresi 6 dairenin 1/3'lük çevresinden oluşmaktadır. Yani 2 dairenin çevresine eşittir. Sarı bölgenin çevresi ise 4 adet çeyrek dairenin ve 4 adet de yarım dairenin çevresine eşittir. Yani 3 dairenin çevresine eşittir.



Soru İşareti

C

Sütunlar birer kare aşağıya kayıyor.

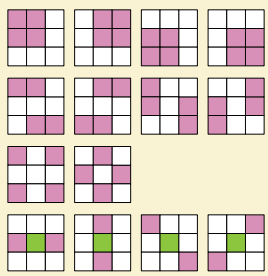


Sihirli Toplam

1	6	7
8	5	2
3	4	9

Sihirli Toplam = 20

Tablonun döndürülmesiyle ve çevrilmesiyle 7 simetrik çözüm daha elde edilebilir. Verilen 10 gruba ek olarak en altta yer alan 4 grupta, merkezdeki kare iki kez toplanarak elde edilen toplamlar da aynı sonucu veriyor.

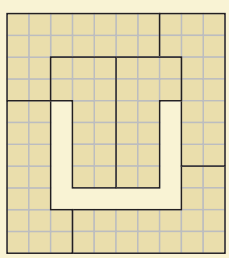


İlginç Tablo

Bu tablo 142857 sayısının 1'den 6'ya kadar olan sayılarla çarpımından elde ediliyor.

1	4	2	8	5	7	x1
2	8	5	7	1	4	x2
4	2	8	5	7	1	x3
5	7	1	4	2	8	x4
7	1	4	2	8	5	x5
8	5	7	1	4	2	x6

Altı "L"



Yayın Dünyası

İlay Çelik Sezer [*TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi*



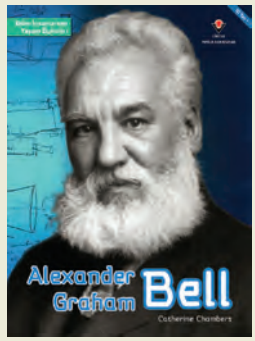
Işığın Öyküsü

Hüseyin Gazi Topdemir

TÜBİTAK Popüler Bilim Kitapları,
Yetişkin Kitaplığı, 2020 (4. Basım)

Gizemli doğası ile söylencelere, dine, felsefeye, bilime ve sanata, kısacası bütün bilgi alanlarına konu olan ışık, insanın en eski dönemlerinden bu yana hep ilgisini çekmiş, merak edilmiştir. Uzak geçmişte hemen her toplumda kendisiyle ilgili özgün efsanelere konu olan ışığa ilgi tarih boyunca sürmüş, günümüzde de farklı alanlarda devam etmektedir. Dolayısıyla hem uzak geçmişten günümüze ışığın doğası ile görmenin oluşumunu kavrama çabamızın öyküsünü ortaya koymak hem de bu öykünün, ışığın doğasındaki gizem perdesini aralayan günümüz kuramlarıyla ilişkisini ortaya koymak önemliydi. Bu amaçla kaleme alınan *Işığın Öyküsü*'nde, ışığı kavrama çabamız ile birlikte ışığa ilişkin diğer olguların en eski uygarlıklardan başlayarak günümüze kadarki gelişimi ele alınmaktadır.

Bilim İnsanlarının Yaşam Öyküleri - Alexander Graham Bell



Catherine Chambers

Çeviri: Yasemin Uzunefe Yazgan

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

* Alexander Graham Bell ne zaman doğdu?
* Alexander Graham Bell'in en ünlü buluşu nedir?
* Başarılı ilk telefon görüşmesini yapan iki kişi kimdi?

Bu kitap, Alexander Graham Bell'in yaşamı boyunca karşılaştığı zorlukların ve ilham verici olayların başarılarına ve buluşlarına katkılarını ele alıyor. Kitabın sonunda bulunan zaman çizelgesi, Bell'in hayatının önemli kilometre taşlarını ve başarılarını özetliyor.

Uğurböceği Kapınızı Çalarsa- Bir Aileye Kavuşma Öyküsü



Prof. Dr. Neşe Erol,
Salim Keskingöz

Resimleyen: Özlem Korçak

TÜBİTAK Popüler Bilim Kitapları, 4 yaş +, 2018 (2. Basım)

Eda ile Ayıcık Bay Sarı'nın ortak bir öyküleri var. Bu kitapta bir uğurböceğinin sırtında başlayarak mutlu bir aileye ve neşeli günlere uzanan öykülerini anlatıyorlar. Anlattıklarıyla da pek çok çocuğun sıcak bir aileye kavuşma hayalini yansıtıyorlar. Eğlenceli çizimleri ve keyifli anlatımıyla milyonlarca çocuğun yaşamına ayna tutan *Uğurböceği Kapınızı Çalarsa*'da evlat edinen ailelere yönelik bilgiler de yer alıyor.