

Bilim *ve* Teknik

Aylık Popüler Bilim Dergisi Eylül 2020 Yıl 53 Sayı 634 - 7 TL

COVID-19' da Bağışıklık ve Sürü Bağışıklığı

Fârâbî

Kozmik Soğuk Bölge

Üstün Zekâlı Çocukları Anlamak ve Eğitmek

Hubble Uzay Teleskobu 30 Yılın Özeti

Karanlıkta Çalışan Akıllı Fabrikalar



EK
Kitap Ayraçları

“Benim mânevi mirasım ilim ve aklıdır”
Mustafa Kemal Atatürk

Bilim ve Teknik
Aylık Popüler Bilim Dergisi
Yıl 53 Sayı 634
Eylül 2020

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
Doç. Dr. Emine Adadan
Prof. Dr. Elif Damla Arısan
Doç. Dr. Rukiye Dilli
Prof. Dr. Lokman Kuzu
Prof. Dr. Faruk Soyduğan

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

Redaksiyon
Nurulhude Baykal

Grafik Tasarım
Hüseyin Diker

Video-Animasyon-Web
Selim Özden

Teknik Yönetmen
Sadı Atılğan

Mali Yönetmen
Adem Polat

İdari Hizmetler
Nahide Soytürk

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

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

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

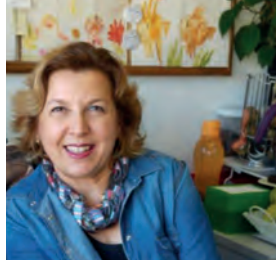
Baskı PROMAT Basım Yayın San. ve Tic. A.Ş.
http://www.promat.com.tr/
Tel (212) 622 63 63

Baskı Tarihi 24.08.2020

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 Ngr.83]
tarafından Silahlı Kuvvetler personeline tavsiye edilmiştir.

Her ayın 1'inde çıkar.



Koronavirüs pandemisi ile mücadele ve bu konu üzerinde yapılan bilimsel çalışmalar küresel ölçekte aylardır yoğun bir şekilde devam ediyor. Henüz etkinliği kanıtlanmış ve onaylanmış bir aşısı olmayan bu viral hastalıkla ilgili son zamanlarda sürü bağışıklığı konusu oldukça gündemde. Peki, sürü bağışıklığı dediğimiz zaman ne anlıyoruz? Sürü bağışıklığı bu virüsün yayılmasını önler mi? SARS-CoV-2 gibi virüsler söz konusu olduğunda sürü bağışıklığının oluşması ne kadar mümkün? COVID-19'u geçiren insanlar bu hastalığa karşı bir bağışıklık kazanır mı? Özlem Ak “COVID-19'u Atlattım, Artık Güvende-yim’ Diyebilir miyiz?” başlıklı yazısında COVID-19 ve sürü bağışıklığı konusunu çok detaylı bir şekilde ele alıyor.

İlay Çelik Sezer bu ayki yazısında *Hubble Uzay Teleskobu*’nun 30. yılı kapsamında bugüne kadar gerçekleştirdiği önemli gözlemleri ve en güzel görüntülerden oluşan bir seçkiyi sizler için özetliyor. Mahir Ocak “Kozmik Soğuk Bölge” başlıklı yazısında kozmik ardaan ışımasında gözlemlenen aşırı soğumanın nasıl ortaya çıktığını açıklamak için öne sürülmüş hipotezlerden bahsediyor. Esra Alp Coşkun ve Yener Coşkun ise tamamen yapay zekânın ve endüstriyel robotların kullanıldığı akıllı ya da “karanlık” fabrikalarda üretimin nasıl gerçekleştiğini anlatıyorlar. Bu sayımızda yer alan bir başka önemli konu ise Mari-lena Z. Leana Taşcılar’ın hazırladığı “Üstün Zekâlı ve Yetenekli Çocukları Anlamak ve Eği-timlerini Düzenlemek” başlıklı yazıda ele alınıyor. 2020 yılı UNESCO tarafından “Fârâbî’nin doğumunun 1150. yıl dönümü” ilan edildi. Nurulhude Baykal’ın yazısında Fârâbî’yi daha yakından tanıma fırsatı buluyoruz. “Ülkemizde Geliştirilen Yerli ve Milli Teknolojiler: ‘Tü-nel Açma Makinesi: LALE’”, “Egzotik Parçacıklar İçeren Atom Çekirdekleri”, “Yeni İlaç Mo-leküllerini Elde Etmek Kolaylaşıyor”, “Kozmik Mahallede İki Başlı Devasa Bir ‘Yılan!’” ve “Konuştuğumuz Diller Dikkatimizi Yönlendiriyor” başlıklı yazılarımızı da zevkle okuyaca-ğınıza eminiz.

Dergimizin daha düşük fiyata ve ücretsiz kargoyla sizlere ulaşacağı abonelik kam-panyasından (yıllık 60 TL) faydalanmak için www.tubitakdergileri.com.tr adresini ziyaret edebilirsiniz. Dergimizin internet sayfasını (<http://www.bilimteknik.tubitak.gov.tr>) ve sos-yal 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 sayıları-mızı sabırsızlıkla bekleyeceğinizi umuyoruz. Ayrıca bu ay dergi eki olarak verdiğimiz *Bilim ve Teknik* kitap ayrıçalarının yeni eğitim ve öğretim yılındaki başarılarınıza eşlik etmesini diliyoruz.

Sağlıcakla ve bilimle kalun... Unutmayın #bilimokuyanbilir!

Saygılarımızla,
Özlem Kılıç Ekici

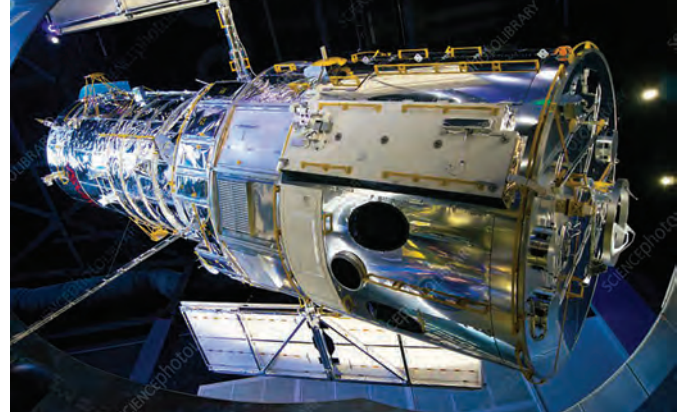
İçindekiler

28

Hubble Uzay Teleskobu 30 Yaşında

İlay Çelik Sexer

Uzaya gönderildiğinden bu yana sayısız keşfe olanak sağlayan ve bilim tarihindeki en özel teleskoplardan biri olan *Hubble Uzay Teleskobu* bu yıl 30 yaşını doldurdu. *Hubble*'a ve uzun geçmişine biraz daha yakından bakarak evrenin *Hubble* sayesinde elde edilen pek çoğu büyüleyici güzellikteki görüntülerine göz atıyoruz.



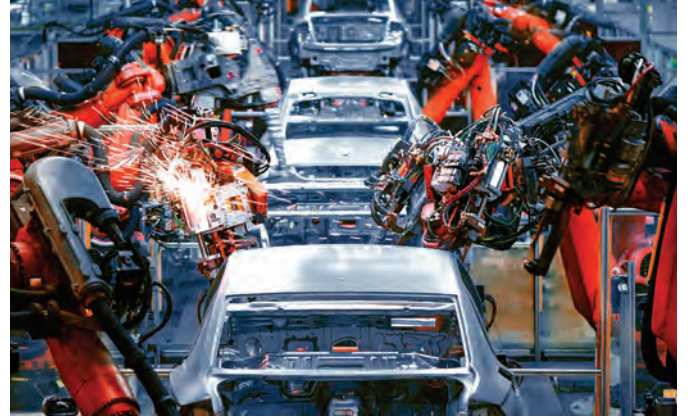
56

Karanlık Fabrikalar Geleceği

Aydınlatacak mı?

Esra Alp Coşkun, Yener Coşkun

İçinde hiç insan çalışmaması nedeniyle karanlık fabrikalar da denilen akıllı fabrikalar, iş ihtiyacını sensörler aracılığıyla algılayan, uzaktaki diğer üretim araçları ile internet yoluyla iletişim ve etkileşim kurabilen, ihtiyaç duydukları üretim bilgisini bulut sistemler içerisindeki “büyük veri” yoluyla alan akıllı makineler ve sistemleri içerir.



72

Üstün Zekâlı ve Yetenekli Çocukları Anlamak ve Eğitimlerini Düzenlemek

Marilena Z. Leana Taşcılar

Üstün zekâlı ve yetenekli çocukları fark etmek, onların yetenek alanlarını geliştirmek, gelecekte önemli projelere imza atabilmeleri için onlara destek olabilmek çok önemlidir. Bu çocukların yaratıcılıkları, hayal güçleri ve azimleri sağlıklı bir şekilde geliştirilirse sayısız başarıya imza atacaklardır.



4

Bilim ve Teknik ile Büyüdüm!

Özlem Ak

6

Haberler

16

“COVID-19’u Atlattım, Artık Güvendeyim” Diyebilir miyiz?

Özlem Ak

SARS-CoV-2 ile enfekte olan kişilerde bağışıklık belleği oluşuyor mu? COVID-19 enfeksiyonunu geçiren bir kişinin aynı hastalığa ikinci kez yakalanma ihtimali var mı? SARS-CoV-2 çok yeni bir virüs olduğu için, enfeksiyon geçiren kişilerde bağışıklık korumasının ne kadar süreceği henüz tam olarak bilinmiyor ve bu nedenle de iyileşmiş kişilerin bağışıklık tepkileri araştırılıyor.



38

Egzotik Parçacıklar İçeren Atom Çekirdekleri

Mahir E. Ocak

40

Tekno-Yaşam

Gürkan Caner Birer

44

Yeni İlaç Moleküllerini Elde Etmek Kolaylaşıyor

Tuncay Baydemir

46

Kozmik Soğuk Bölge

Mahir E. Ocak

Kozmik ardaan ısımasında sıcaklığı ortalamanın çok altında olan bir bölge var. Bu kozmik soğuk bölge, gökkürede o kadar büyük bir alan kaplıyor ki varlığını sadece rastlantısallıkla açıklamak çok zor. Bugüne kadar öne sürülmüş pek çok hipotez olsa da kozmik ardaan ısımasında gözlemlenen bu aşırı soğumanın nasıl ortaya çıktığı hâlâ açıklanmayı bekliyor.

64

Kozmik Mahallede İki Başlı Devasa Bir “Yılan”!

Faruk Soyduğan



66

Aristo’nun En Seçkin Öğrencisi: Fârâbî

Nurulhude Baykal

2020 yılı, Kazakistan ve İran’ın önerisi; Irak, Rusya ve ülkemizin de desteğiyle UNESCO tarafından “Fârâbî’nin doğumunun 1150. yıl dönümü” ilan edildi. Bu yazı ile Fârâbî’yi daha yakından tanıma fırsatı buluyoruz.

71

Ülkemizde Geliştirilen Yerli ve Milli Teknolojiler: Tünel Açma Makinesi “LALE”

79

Ayın Sorusu

(Matematik)

Azer Kerimov

80

Konuştüğümüz Diller Dikkatimizi Yönlendiriyor

Mahir E. Ocak

82

Doğa - Fauna Sayga Antilobu

Bülent Gözcelioğlu

84

Düşünme Kulesi

Ferhat Çalapkulu

86

Satranç

Kıvanç Çefle

90

Gökyüzü

Faruk Soyduğan

94

Zekâ Oyunları

Emrehan Halıcı

96

Yayın Dünyası

İlay Çelik Sezer

EK-

Bilim ve Teknik

Kitap Ayraçları

(5 farklı tasarım)

Düzeltilme: Ağustos 2020 (633. sayı)

“Fotosentez” başlıklı posterimizde oksijen üretimi ile ilgili geçen bir cümlede doğru bilgi “Sadece bazı istisnai mikroorganizmalarda fotosentez sırasında su yerine hidrojen sülfür kullanılıp oksijen yerine kükürt üretilir” şeklindedir.



Bilim ve Teknik



tubitakbiltek



tubitakbilimteknik



TÜBİTAK Bilim ve Teknik



Bilim ve Teknik ile Büyüdüm

Dr. Özlem Ak [TUBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi



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

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

bteknik@tubitak.gov.tr

Bilim ve Teknik Eylül 2020

“Konular ufuk açıcı”



Merhabalar,

Sevgili *Bilim Teknik* dergisi. Derginizi 2 yıldır okuyorum. Gerçekten dergide yer verdiğiniz konular ufuk açıcı. Güzel ülkemizde sizin gibi saygın bir bilim dergisinin olması çok gurur verici. Ayrıca gönderdiğiniz “*Nasıl Çözmeli-Matematiksel Yönteme Yeni Bir Bakış*” isimli kitap hediyenizi aldım. Bu pandemi günlerinde çok mutlu oldum.

Çok teşekkür ederim. İyi ki varsınız.

Musa Yavuz

“Aradığım dergiyi buldum”



Merhabalar,

Tam da bir dergiye abone olmayı düşündüğüm sıralarda cezaevi koridorlarında nöbet tuttuğum masada derginizle karşılaştım. Şöyle bir karıştırdımca “aradığım dergiyi buldum” düşüncesiyle bir mutluluğa kapıldım ve hemen aboneliğimi başlattım. Haziran 2020 sayısı elime ulaştı ve ilk aboneliğimin verdiği heyecanla zorlu süreçten geçtiğimiz günlerde evimde kalarak okumanın zevkini yaşadım. “*Meraklı Minik*” aboneliği için 4 aylık bebeğimin büyümesini heyecanla bekliyor ve o günleri görmeyi umuyorum. Çaba ve çalışmalarınızdan ötürü sizleri tebrik ediyor, *Bilim ve Teknik* ile bizleri aydınlatığınız için teşekkür ederim.

Murat Polat,

İnfaz ve Koruma Memuru, Fethiye, Muğla

“Bilim Paylaştıkça Güzelmiş”



Merhaba,

Dördüncü sınıftayken öğretmenimin tavsiyesi üzerine *Bilim Çocuk* dergisine abone oldum. Yeni öğrendiğim bilgileri arkadaşlarımla paylaşıyordum, paylaştıkça da mutlu oluyordum. Aynı zamanda babam da *Bilim ve Teknik* okuyordu. Babamın olmadığı zamanlarda da oturup *Bilim ve Teknik* okuyordum. Yani hem *Bilim Çocuk* hem de *Bilim ve Teknik* okuyordum. *Bilim Çocuk* dergisine aboneliğim bittikten sonra *Bilim ve Teknik*'e abone oldum. Şu an 5. sınıfa gidiyorum ve artık bir *Bilim ve Teknik* okuyucusuyum.

TÜBİTAK benim gelecekte hangi mesleği seçeceğimde bana yol gösterdi ve göstermeye devam ediyor. Teşekkürler TÜBİTAK!

Kemal Arat Taysun,
İstek Okulları Bilge Kağan Kampüsü, 5. Sınıf, İstanbul

“Her ay farklı Konular”



Merhaba *Bilim ve Teknik* ailesi,

Bilim ve Teknik dergisiyle babam sayesinde 2019 yılında tanıştım. Yeni tanışmama rağmen, *Bilim ve Teknik* dergisini çok sevdim. İlgi çekici konulardan tutun da okul derslerine yardımcı olacak birçok konuya değiniyor. Her ay farklı farklı konuları işleyip bizi bilgilendiriyor. Güncel konulardan bahsediyor ve gelecekte neler yapılabileceğine dair faydalı bilgileri bize sunuyor.

Umuyorum ki *Bilim ve Teknik* dergisi daha fazla kişiye ulaşır ve daha fazla kişi faydalanabilir. Gelecek sayınızı heyecanla bekliyorum bize sunduğunuz bu hizmetten dolayı size teşekkür ediyorum.

Yusuf Sevgi,
Yozgat Bozok Üniversitesi,
Uluslararası Mevlâna İHL, 9. Sınıf Öğrencisi, Konya

“En güzel hediye”



Merhabalar,

Büyük kızımın sınav ödülü olarak istemesiyle başladı *Bilim ve Teknik* dergisi aboneliğimiz. Biz yıllardır taniyorduk ama kızlarım da hem abonesi hem de hayranı oldu derginizin. Her ay merakla bekler olduk postacı amcayı. Kızlarımın teneffüslerde arkadaşı, derslerde yardımcısı, projelerde rehberi oldu *Bilim ve Teknik*. Sadece onlar değil arkadaşları da incelediler, okudular, faydalandılar ve *Bilim ve Teknik* ailesine katıldılar. Ailemiz için bilimi Türkçe ve anlayarak takip ettiğimiz bir kaynak oldu. Ayın Sorusu, Düşünme Kulesi ve Zekâ Oyunları ve her aya özel sürprizleriyle ayrı bir anlam kattı hayatımıza. Ve her ayın sonunda, görevini bir yenisine devrederken, kitaplığımızdaki seçkin yerini aldı daha sonraki araştırma ve ihtiyaçlar için.

Çocuklarına ödül ya da değerli bir hediye almak isteyen anne-babalara tavsiyem: Geleceğin bilim insanlarına en güzel hediyeniz *Bilim ve Teknik* dergisi olacaktır...

Çocuklarımız da *Bilim ve Teknik* ile büyüsünler diye...

Emeği geçen herkese teşekkürler.

Ümmühan Yiğit Seyfi,
İzmir Delta Koleji,
Matematik Öğretmeni



Haberler

Ekosistemin Bozulması Pandemi Riskini Artırabilir

Özlem Ak

Yeni bir araştırmaya göre çevresel tahribat, salgın hastalıkların ortaya çıkma ihtimalini artırabilir ve yayılmanın kontrolünü güçleştirebilir. İngiltere'deki West ve Exeter üniversitelerinde bulunan Greenpeace araştırma laboratuvarlarındaki araştırmacılar tarafından yapılan bir çalışma, hastalık risklerinin biyolojik çeşitlilik ve su döngüsü gibi doğal süreçlerle bağlantılı olduğu hipotezini ortaya koydu. Çalışmada varılan sonuca göre, bozulmamış ekosistemlerin çevre ve sağlık üzerindeki olumlu etkilerini sürdürmek yeni pandemilerin ortaya çıkmasını önlemede kilit rol oynayabilir.

West Üniversitesinden Dr. Mark Everard, hastalıkların hayvanlardan insanlara aktarımını ekosistemlerin doğal olarak kısıtladığını ancak



ekosistemler bozuldukça bu kısıtlamanın da azaldığını söylüyor. Ayrıca ekosistemin bozulmasının su güvenliğini zayıflattığını; el hijyeni, sanitasyon ve hastalık tedavisi için yeterli güvenilir suya erişimi de sınırlandırdığını hatırlatıyor. Dr. Everard hastalık riskinin, ekosistemin korunmasından ve doğal kaynakların güvenilir olmasından ayrı tutulmaması gerektiğini düşünüyor. Araştırmacılar, COVID-19 pandemisinden alınan dersin ardından toplumların küresel olarak hasar görmüş ekosistemleri korumak ve geri kazanmak için çaba harcaması gerektiğini

önemle vurguluyor. Enfeksiyon hastalıkları ve çevre sağlığı uzmanlarına göre, dünya çapında yayılan COVID-19 salgını ile iklim değişikliği ve biyolojik çeşitliliğin azalması arasında derin bir bağlantı var. COVID-19 ve gelecekte karşılaşacağımız diğer yeni bulaşıcı hastalıkları anlamak ve bunlarla etkili bir şekilde mücadele etmek için "gezegen bilinci"nin kabul edilmesi gerektiğini düşünüyorlar. Gezegen bilinci ekosistem ile halk sağlığının bütünsel düşünülmesi anlamına geliyor.

İnsanlık tarihi göz önünde bulundurulduğunda, biyoçeşitlilik günümüzde

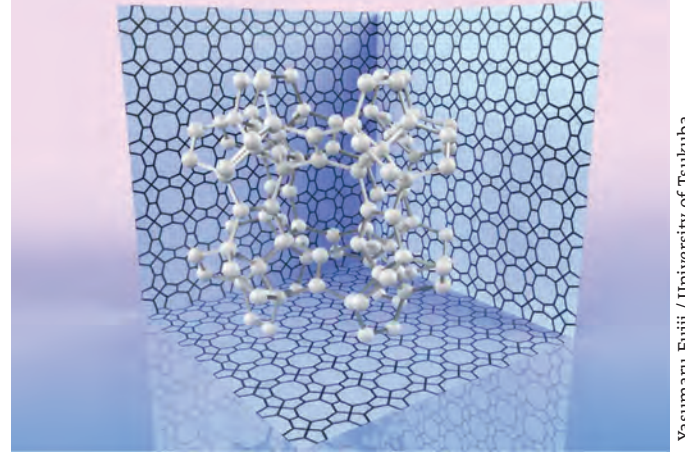
her zamankinden daha hızlı azalıyor. Ormanları ve habitatları yok etmek, vahşi hayvanları insan yerleşimlerine daha fazla yaklaştırıyor. Yeni bulaşıcı hastalıkların büyük çoğunluğu da hayvanlardan insanlara bulaşıyor. Nesli tükenmekte olan vahşi hayvanların avlanması ve satılması da hayvanlardan insanlara virüs bulaşma ihtimalini artırıyor. Ayrıca insan kaynaklı iklim değişikliği, yaban hayvanlarının yeni yerlere göç etmesine ve daha önce karşılaşmadıkları diğer türlerle etkileşime girmelerine neden oluyor. Bu da yeni hastalıkların ortaya çıkma riskini artırıyor.



2018'de, hastalık ekoloğu Dr. Peter Daszak, Dünya Sağlık Örgütü öncelikli hastalıklar listesine katkıda bulunarak "X" hastalığını eklemişti. Bu, hayvanlardan kaynaklanan ve ciddi bir uluslararası salgına neden olacağı tahmin edilen, o zaman bilinmeyen bir patojenin neden olacağı bir hastalığı kastediyordu. Belki de COVID-19'u... SARS CoV-2'nin endişe verici bir hızla yayılma kabiliyeti ve yüksek ölüm oranı nedeniyle, uzmanlar salgında çevresel bozulmanın büyük etkisi olduğu konusunda uyarıyorlar.

Diğer yandan, iklim değişikliği küresel olarak insan sağlığını tehdit eden hastalıklara karşı savunmasızlığı artıran bir diğer etken. Bu yılın başlarında tüm gözler hayatı tehdit eden, büyük çaplı orman yangınlarına ve bunun sonucunda ortaya çıkan hava kirliliğine çevrilmişti. Avustralya'daki bu yangınlar nüfusun yarısından fazlasının sağlığını haftalarca olumsuz etkiledi ve 400'den fazla insanın ölümüne yol açtı. Büyük oranda solunum yollarına zarar veren COVID-19 gibi bulaşıcı hastalıklar için hava kirliliği başka bir risk etmeni oluşturuyor. Bununla birlikte, hava kirliliği parçacıkları da virüslerin taşınmasında rol oynayarak bulaşıcı hastalıkların geniş mesafelere yayılmasını kolaylaştırabilir.

Unutmamalıyız ki yeni enfeksiyonların ve gelecekteki pandemilerin ortaya çıkışını önlemek, doğal hayatı ve biyoçeşitliliği korumakla iklim değişikliğini en aza indirmekten geçiyor. ■



Yasumaru Fujii / University of Tsukuba

Yeni karbon formunun yapısına ilişkin temsili bir çizim.

Yeni Keşfedilen Karbon Formu Elmasan Dayanıklı

İlay Çelik Sezer

Yapısı bir bilgisayar programında canlandırılan ve araştırmacıların kolayca bulunabilen moleküllerle sentezlenebileceğini öne sürdüğü yeni bir karbon formu, bilinen en sert malzemelerden biri olan elmasa rakip olma potansiyeli taşıyor. Elmas kadar sert fakat grafit kadar da hafif olan bu yeni malzemenin gelecekte gaz depolama ve optoelektronik gibi alanlarda kullanılabileceği düşünülüyor.

Karbon, atomların birbirlerine bağlanma biçimine bağlı olarak allotrop olarak

adlandırılan farklı doğal biçimlerde bulunuyor. Elmas ve kurşun kalemlerde kullanılan grafit en çok bilinen karbon allotropları arasında ancak sentetik olarak da başka pek çok allotrop üretilebiliyor.

Japonya'daki Tsukuba Üniversitesinden Susumu Okada ve ekibi molekülleri ve özelliklerini modelleyen bir bilgisayar programından yararlanarak kuramsal olarak tasarladıkları yeni bir karbon allotropunu sanal ortamda incelediler. Her biri üç ya da dört başka atoma bağlı karbon atomlarının beşgen biçimli halkalarından oluştuğu için yeni allotropu "pentadiamond" (beşli-elmas) diye adlandırdılar. Araştırmacıların yaptıkları hesaplamalar beşli-elmasın elmasan birazcık

daha sert ve dayanıklı olduğunu ve -muhtemelen beşgen halka yapısından ötürü- sıkışmaksızın benzer büyüklükte basınçlara dayanabildiğini gösterdi. Okada'ya göre bu özelliklerine karşın grafit kadar hafif olması beşli-elmasın gaz depolama ya da yarış arabalarının kasalarında kullanıma gibi amaçlar için uygun bir malzeme olabileceğini düşündürüyor.

Beşli-elmasın bir başka potansiyel uygulama alanı ise optoelektronik. Zira malzeme elektriği iletip elektrik akımını mavi ve yeşil ışığa dönüştürebiliyor. Ne var ki bu amaçla kullanılan mevcut malzemelere göre bir üstünlüğü olup olmadığı tartışmalı.

Her biri üç ya da dört başka karbon atomuna bağlı karbon atomlarından allotroplar oluşturmak ilgi çeken bir uygulama alanı çünkü karbonun bu özelliği istenen niteliklere sahip farklı yapılar elde edilmesine imkân tanıyor. Bu yüzden karbon atomlarını Lego bloklarına benzeten Okada, bunları farklı şekillerde düzenleyerek teorik olarak sonsuz sayıda allotrop elde edilebileceğini belirtiyor. ■

Elektronik Cihazları Soğuturken Elektrik Üreten Hidrojel

Mahir E. Ocak

Elektronik cihazlar çalışırken yüksek miktarda ısı üretir. Bu ısının cihazın sıcaklığını artırarak verimliliğini azaltması önemli bir sorundur. Bu nedenle atık ısının hızla ortamdaki uzaklaştırılması gerekir. Ancak bu işi gerçekleştiren fan ve benzeri soğutucu sistemler enerji tüketir. Ayrıca atık ısının kontrolsüz bir biçimde çevreye yayılması yararlı amaçlar için kullanılabilecek enerjinin boşa harcanması anlamına da gelir.

Günümüzde elektronik cihazlardan yayılan atık ısıyı geri dönüştürebilen cihazlar, örneğin termoelektrik üreteçler,

bulunsa da bu sistemler ısının serbestçe yayılmasını engelledikleri için elektronik cihazların aşırı ısınmasına da sebep olabiliyor.

Uluslararası bir araştırma grubu, elektronik cihazları soğuturken atık ısıyı elektriğe dönüştürebilen bir hidrojel film geliştirdi. Üstelik soğutma işlemi için gerekli tüm enerji atık ısıdan elde ediliyor.

Araştırmacıların geliştirdiği hidrojel aslında bir tür termogalvanik pil. Isı enerjisini elektrik enerjisine dönüştüren bu pillerde, sıradan pillerde olduğu gibi, iki elektrot ve içinde elektrik yüklerinin hareket ettiği bir elektrolit çözelti bulunur. Termogalvanik pillerin sıradan pillerden temel farkı, elektrik yüklerinin elektrotlar arasında hareket etmesini sağlayan etkenin elektrotlar arasındaki sıcaklık farkı olmasıdır. ■



Asfalttan Çevreye Yayılan Zehirli Bileşikler

Mahir E. Ocak

Florida Eyalet Üniversitesinden bir grup araştırmacı, güneş ışığına ve suya maruz kalan asfaltlardan çevreye binlerce farklı türde zehirli bileşik yayıldığını gösterdi. Araştırmanın sonuçları *Environmental Science & Technology*'de yayımlandı.

Petrol, binlerce farklı türde hidrokarbondan (karbonlu ve hidrojenli



bileşikten) oluşur. Araştırmaya imza atan ekibin lideri Prof. Dr. Ryan Rodgers, uzun süredir petrolü meydana getiren bu karmaşık bileşikler üzerine araştırmalar yapıyor. Geçmişte yapılan çalışmalar asfaltlı yolların etrafındaki topraklarda kısaca PAH olarak adlandırılan hidrokarbonların yüksek miktarda bulunduğunu göstermişti. Araştırmacılar, kanserojen olduğu bilinen bu hidrokarbonların kaynağının asfalt çimentosu olduğunu düşünerek çalışmalara başlamışlar. Yollara

döşenen asfaltlardaki çakılları ve kumları bir arada tutmak için kullanılan siyah renkli asfalt çimentosu da benzin ve mazot gibi bir petrol türevidir.

Araştırmacılar, sudaki oksijenli bileşiklerin güneş ışığından aldıkları enerjiyle asfalttaki hidrokarbonlarla tepkimeye girmesi sonucu oluşan ürünlerin suya sızdığını tahmin etmiş ve bu tahminlerini test etmek için deneyler yapmışlar. Bir mikroskop camı üzerinde oluşturulan asfalt çimentosu filmi suya batırılmış ve bir hafta boyunca

yapay güneş ışığına maruz bırakılmış. Bu süre içinde, çeşitli zamanlarda, sudan örnekler alınarak içeriği incelenmiş. Sonuçta çok sayıda petrol türevi bileşiğin suya sızdığı ve zaman ilerledikçe bu bileşiklerin giderek çeşitlendiği belirlenmiş.

Araştırmacılar suya sızan zehirli bileşiklerin oluşmasını tetikleyen ana etkenin güneş ışığı olduğundan emin olmak için de deneyler yapmışlar. Karanlıkta tutulan kontrol örneklerinden suya daha az sızıntı olduğu ve sızan moleküllerin çok daha az oksijen içerdiği görülmüş.

Araştırmacılar güneş ışığına maruz bırakılan örneklerdeki sızıntı miktarının karanlıkta bırakılan örneklerdekinin yaklaşık 25 katı olduğunu söylüyorlar. Güneş ışığına maruz bırakılan örneklerdeki suların 15.000'den fazla karbonlu bileşik içerdiği tespit edilmiş. Rodgers, petrolün bileşiminde bulunan PAH'ların zehirli olduğu düşünüldüğünde bu sonuçların endişe verici olduğunu söylüyor. ■

Suyla Doldurulan Yeni Pencere Enerji Tasarrufu Sağlayabilir

İlay Çelik Sezer

Almanya'daki Kaiserlautern ve Birleşik Krallık'taki Loughborough üniversitelerinden araştırmacılar pencerelerdeki cam katmanlarının arasından su geçirilen yeni bir pencere teknolojisi geliştirdi. Geleneksel üç camlı pencere sistemlerindeki cam tabakalar arasında genellikle ısı transferini yavaşlatarak binaları soğuk havalarda sıcak, sıcak havalarda serin tutmaya yardımcı olan argon gazı kullanılıyor. Matyas Gutai ve Abofazl Kheybari adlı araştırmacılar bunun yerine güneş ışığından ısı soğurma yeteneği dolayısıyla su kullanmayı denediler. Araştırmacılar tabakaları arasına yavaş bir şekilde su pompalanan pencere sistemleriyle biri Macaristan'da diğeri Tayvan'da olmak üzere iki küçük prototip bina oluşturdu. Katmanlar



arasındaki su güneş ışınlarıyla ısınunca ya sıcak su üretmek ya da mekân ısıtmak amacıyla kullanılarak enerji tasarrufu sağlıyor. Gutai su akışının, pencerenin şeffaflığını ve sağladığı görüntüyü bozmayacak ölçüde yavaş olduğunu belirtiyor.

Araştırmacılar prototiplerden elde ettikleri verileri bir bilgisayar programında kullanarak yeni pencere teknolojisinin ne kadar enerji tasarrufu sağlayacağını modelledi. Modellemede, aralarında Pekin ve New York'un da bulunduğu, Dünya'daki ana iklim bölgelerini temsilen 13 kasaba ve şehir seçildi. Sonuçta geliştirdikleri teknolojinin, güney Atlantik'te bulunan Falkland Adaları'nın soğuk iklimi hariç her yerde geleneksel pencere sistemlerine üstün geldiğini gördüler.

Binaların toplam elektrik ve mekân ısıtma ihtiyaçları göz önünde bulundurulduğunda yaptıkları modelleme, su içeren pencerelerin kullanıldığı binalarda enerji tüketiminin çift camlı geleneksel pencerelerin kullanıldığı binalara göre %54-72; üç camlı geleneksel pencerelerin kullanıldığı binalara göre ise %34-61 daha düşük olduğunu gösterdi. Üstelik karşılaştırmalar Almanya'daki yüksek standartlara uygun geleneksel pencerelerle yapıldı. Gerçek hayatta uygulanabilirliği ile ilgili bir dizi soru işareti olsa da bu yeni teknoloji sadece küresel ısınmayla mücadeleyle doğrudan ilintili gündelik bir probleme farklı bir bakış açısı sunması açısından bile değerli. ■

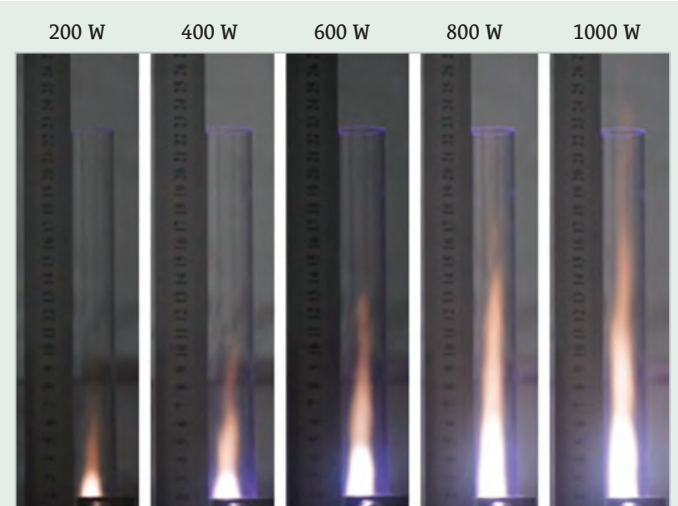
Uçuşlar İçin Gerekli Gücü Mikrodalga Hava Plazması Sağlayacak

Tuncay Baydemir

Plazma maddenin katı, sıvı ve gaz gibi temel hâllerinden biridir. Plazma hâli yüksek sıcaklık veya kuvvetli elektriksel alanlar etkisiyle moleküllerin iyonlaşmasıyla görülebiliyor. Deneysel olarak maddenin plazma hâli ise elektrik arki, lazer, mikrodalga ve yüksek gerilimli uçlar kullanılarak oluşturulabiliyor. Plazma teknolojileri de enerji, malzeme, sağlık, gıda ve çevre gibi pek çok alanda uygulamalar buluyor.

Plazma jet iticiler ise havacılık ve uzay uygulamalarında kullanılıyor ve son zamanlarda üzerinde oldukça fazla çalışılan konulardan biri olarak karşımıza çıkıyor. Ksenon plazma kullanan bir jet itici oluşturduğu küçük itme kuvveti ile sürtünmesiz ortamlarda yani uzay teknolojilerinde kullanılabiliyor. Ancak yüksek hızlara ulaşmak, elde edilen küçük itme kuvveti ile oldukça uzun zaman alıyor.

Bu yüzden plazma kullanan jet motorları bu hâllerile atmosfer ortamında kullanışlı değiller. Ancak, Massachusetts Institute of Technology'den (MIT) Haofeng Xu



Mikrodalga hava plazma jetinin farklı mikrodalga güç ayarlarındaki görüntüleri. Mikrodalga gücü artırıldığında alevin uzunluğu, sıcaklığı ve parlaklığı artıyor.

ve arkadaşları yakın zamanda plazma kullanarak planör uçurmayı başarmıştı. Planör 12 saniye boyunca havada kaldı ve bu sürede 55 metre mesafe katetti.

Plazma iticiler sayesinde 6 N/kW kaldırma gücü ve 3 N/m² jet basıncı elde edildi. Denemeler başarılı olmasına rağmen elde edilen bu değerler hava taşımacılığında güçlü bir motorda kullanmak üzere istenilen boyutta değildi.

Konuyla ilgili yeni çalışmalardan biri mayıs ayında *AIP Advances* dergisinde yayımlandı. Çalışmada bir jet motoruna yeterli itme kuvvetinin fosil

yakıt kullanmadan sağlanabileceği ve bu sayede karbon nötr hava yolculuğu yapmanın mümkün olabileceği bildirildi.

Çalışmada tasarlanan cihaz havayı sıkıştırarak mikrodalga yoluyla iyonize ediyor ve elde edilen plazma gerekli itiş gücünü sağlıyor. Bu gelişme uçakların ileride yakıt olarak sadece elektrik ve etrafındaki havayı kullanıp uçabileceği anlamına geliyor.

Araştırmacılar mikrodalga iyonlaştırma odasında yüksek sıcaklık ve basınçtaki havayı plazma hâline getirerek bir plazma jet itici prototipi geliştirdi. Böylece 400 W

mikrodalga gücü ve saatte 1,45 m³ hava geçişi ile yaklaşık olarak 28 N/kW kaldırma gücü ve 2,4x10⁴ N/m² itme basıncı elde edildi. Bu değerler bir uçağın jet motoruyla kıyaslanabilir olmakla beraber iyonik rüzgârla çalışan uçaklarınkine göre oldukça yüksek.

Daha yüksek mikrodalga gücü ve hava akışının plazma jet tahriki üzerinde önemli etkisi olduğunu gösteren çalışmanın sonuçları, ticari uçak jet motorlarıyla karşılaştırılabilir itme kuvvetleri ve jet basınçlarının elde edilebileceği anlamına geliyor. Yakın bir gelecekte, yüksek ısı ve basınca dayanıklı malzemeler ile yüksek güçlü mikrodalga kaynağı yardımıyla jet motorlarına gerekli itiş gücünü sağlamak için fosil yakıtlar yerine hava kullanılacak gibi görünüyor. ■

Kaynak:

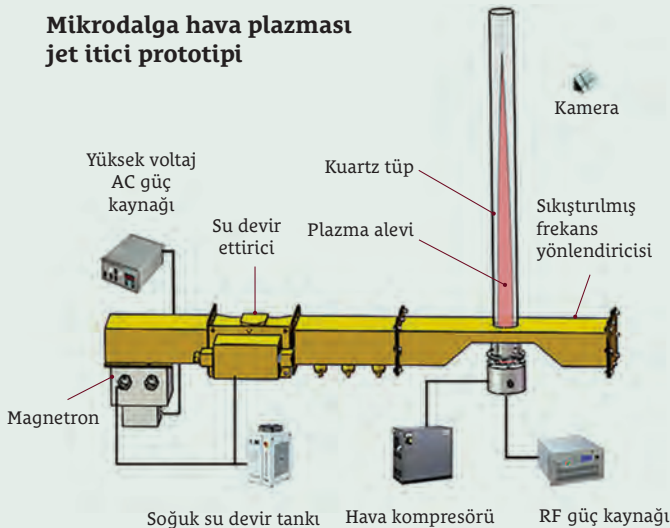
Ye, D., Li, J. Ve Tang, J., "Jet propulsion by microwave air plasma in the atmosphere", *AIP Advances*, 10, 055002, 2020.

Küresel Isınmayla Mücadele İçin Kayaç Tozu

İlay Çelik Sezer

İnsanlığın küresel iklim değişiminin yıkıcı sonuçlarını bertaraf edebilmek için karbon salımını hızlı bir şekilde azaltması gerekiyor. Bu amaca yönelik olarak çok farklı alanlarda sayısız araştırma yapılıyor. Öte yandan bilim insanları sadece karbon salımını değil hâlihazırda atmosferde bulunan sera gazlarını azaltmaya yönelik projeler de geliştiriyor. Bir kısmı jeomühendislik yaklaşımları olarak da kabul edilen bu tür stratejilerden biri de artırılmış kayaç ufalanması (enhanced rock weathering, ERW) denilen bir yöntem. Bu yöntemde kayaçların doğal olarak karbondioksit soğurma özelliklerinden yararlanılıyor. Ancak kayaçlar ufalanarak toplam yüzey alanları kat be kat artırıldığı için karbondioksit soğurma kapasiteleri çok yüksek seviyelere

Mikrodalga hava plazması jet itici prototipi



çıkarılıyor. Yeni yapılan bir araştırmanın bulgularına göre bu yöntemle elde edilen kayaç tozları tarım alanlarına serpilerek sağlanabilecek karbondioksit soğurma hizmeti, insanlığın “karbon bütçesi”nin, yani yıkıcı düzeyde küresel ısınmaya yol açmadan salabileceğimiz karbondioksit miktarının onda biri kadar karbondioksitin atmosferden çekilmesini sağlayabilir. Paris İklim Anlaşması’na göre ısınmayı endüstri öncesi döneme göre 1,5°C, en kötü ihtimalle 2,0°C ile sınırlı tutacak karbon miktarı insanlığın karbon bütçesi olarak görülüyor.

Birleşik Krallık’taki Sheffield Üniversitesi’nden

araştırmanın lideri David Beerling, ekibiyle ERW’nin potansiyeline ilişkin yaptıkları modellemenin bu konuda şimdiye kadar yapılan en gerçekçi modelleme olduğunu iddia ediyor. Çünkü bu çalışmada elde edilebilecek kayaç miktarları ve ülkelerin bu kayaçları ERW amaçlı işlemek için enerji harcamaya ne ölçüde gönüllü olacağı da hesaplandı. Ülkelerin iklimleri, tarım alanı yüzölçümleri ve gelişen enerji sistemleri hesaba katıldığında kayaç tozları kullanılarak 2050 itibarıyla yıllık 0,5 ila 2 gigaton karbondioksitin atmosferden uzaklaştırılmasının mümkün olabileceği tahmin ediliyor. Her yıl fosil yakıt

tüketimi sonucunda atmosfere salınan CO₂ miktarı ise 35 gigaton dolayında.

Kayaç tozu diğer CO₂ uzaklaştırma yöntemlerine göre daha tercih edilebilir bir seçenek olabilir çünkü tarım alanlarında biyoenerji için özel ürünler yetiştirme yaklaşımında olduğu gibi arazi kullanımında değişiklik yapılmasını gerektirmiyor. Üstelik giderek daha fazla bulgu kayaç tozu kullanımının ürün verimini artırma gibi olumlu bir yan etkisi de olduğunu gösteriyor. Öte yandan Beerling yöntemin uygulamaya geçirilebilmesi için daha uzun bir yol alınması gerektiğini de vurguluyor. ■

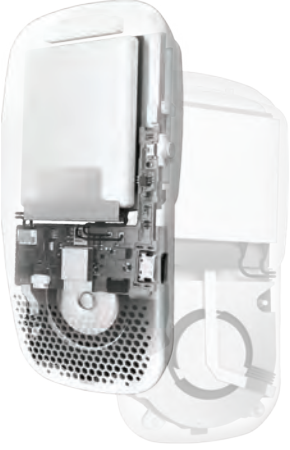
Giyilebilir Kişisel Klima

Tuba Sarıgül

Giyilebilir teknolojiler sayesinde artık kendi klimanız gittiğiniz her yerde sizinle birlikte olabilir. Sony tarafından geçen yıl geliştirilen ve bu yıl satışa sunulan Reon Pocket isimli cihaz, tişörtünüz arka kısmında asılı kalacak şekilde takılıyor. Cihaz yaklaşık bir bilgisayar faresi büyüklüğünde. Reon Pocket sadece soğutmuyor, kışın ısıtma özelliğine de sahip. Cihaz vücut sıcaklığını yaklaşık 13°C düşürebiliyor ve 8°C yükseltebiliyor. Sıcaklık kontrolü ise bir mobil uygulama ile yapılabilir. Kütlesi 85 gram olan cihaz iki saatte şarj olabiliyor ve tek şarj ile 90 dakika kullanılabilir.



Reon Pocket'ın çalışma prensibi, termoelektrik etkinin bir türü olan Peltier etkisine dayanıyor. Termoelektrik etki elektrik ve ısı enerjilerinin birbirine dönüşümüyle ilgilidir. Yani termoelektrik malzemelere elektrik potansiyel farkı uygulandığında malzemelerin sıcaklığı değişebilir ya da termoelektrik malzemelerin sıcaklığı değiştirildiğinde bir elektrik potansiyel farkı oluşabilir. ■



Güneşi Takip Eden Çift Taraflı Güneş Panelleriyle Büyük Verim Artışı Mümkün

İlay Çelik Sezer

Yeni bir araştırmada hem Güneş'in pozisyonuna uygun olarak yön değiştiren hem de çift yüzü olan güneş panellerinin elde edilen enerji miktarını önemli ölçüde artırabileceği gösterildi. Daha önce bu iki özellikten yalnızca birine sahip olan ayrı ayrı sistemler geliştirilmişti ancak bu yeni araştırmada bilim insanları iki özelliği birleştirmenin sağlayabileceği faydaya odaklandı.

Singapur'daki Güneş Enerjisi Araştırma Enstitüsünden Carlos Rodríguez-Gallegos ve ekibinin araştırmasında, Güneş'i takip eden çift taraflı güneş panelleriyle %35 daha fazla enerji elde edilebildiği ve ortalama elektrik maliyetinin %16 oranında azaltılabildiği bulguları.



Şu anda dünyada güneş panellerinin büyük çoğunluğu sabit bir yönelime sahip olacak biçimde kuruluyor, yani sabit olarak tek bir açıyla tek bir yöne bakıyor ve sadece bir yüzeyinden ışık soğuruyor. Rodríguez-Gallegos'un belirttiğine göre çift taraflı güneş panelleri arka yüzeyleriyle yerden yansıyan enerjiyi soğurma avantajına sahip.

Güneşi takip eden güneş panelleri iki şekilde olabiliyor. Tek eksenli takipçiler, yüzeylerini gün içinde doğudan batıya çevirerek Güneş'i takip ediyor. Çift eksenli takipçiler ise bu takibe ilaveten mevsimlere bağlı olarak Güneş'in yıl boyunca

değişen konumuna göre pozisyonlarını uyduruyor. Zira Güneş'in gökyüzünde çıktığı en yüksek konum kışın yaza göre daha alçakta oluyor.

Araştırmacılar farklı güneş paneli düzeneklerinin çeşitli kombinasyonlarıyla küresel ölçekte elde edilebilecek enerjiyi hesapladı. Bunun için NASA'nın yörüngede bulunan CERES (Clouds and the Earth's Radiant Energy System) adlı aracından aldıkları küresel ölçekteki hava verilerini analiz edip farklı güneş paneli düzenekleriyle elde edilebilecek toplam enerjiye ilişkin öngöründe bulundular. Araştırmacılar çift taraflı güneş panelleri tek eksenli takipçilerle

birleştirildiğinde %35, çift eksenli takipçilerle birleştirildiğinde ise %40 daha fazla enerji elde edilebileceğini ortaya koydu.

Yapılan analizlerde bu güneş panellerinin, ülkeden ülkeye farklılık gösterebilen malzeme, inşaat ve bakım maliyetleri de hesaba katıldı. Araştırmacılar tek eksenli takipçilerle birleştirilen çift taraflı güneş panellerinin, seviyelendirilmiş enerji maliyetini (elde edilen kilowatt-saati başına ödenen maliyetin bir ölçüsü) en çok düşüren, dünyanın büyük kısmı için %16 oranında azaltan düzenek olduğunu da belirttiler. ■

Yeni OLED'ler görünür ışıkla artık daha hızlı kablosuz iletişim sağlıyor

Tuncay Baydemir

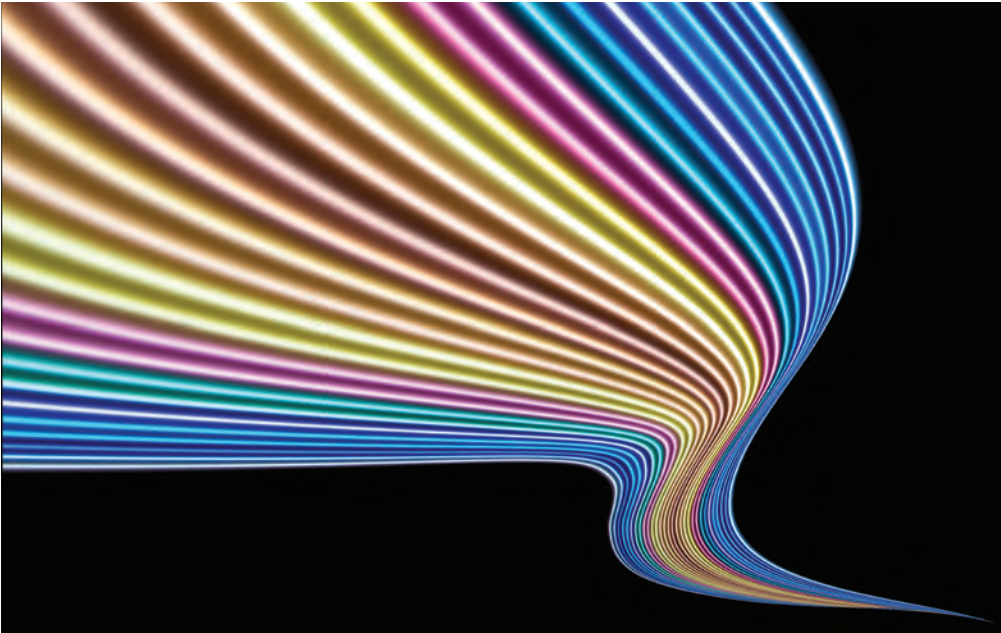
Araştırmacılar, daha hızlı veri transferine ilişkin taleplerin son yıllarda hızlı bir şekilde artmasıyla, çalışmalarını limitli bant aralığının kullanıldığı radyo teknolojilerinden daha geniş bant aralığı sunan optik kablosuz iletişim sistemlerine kaydıldılar. Daha yüksek veri iletim hızlarına olan talep, görünür ışık iletişim sistemleri olarak bilinen VLC (*visible light communication*) sistemlerinin

popüleritesini artırdı. Günümüzde LED'ler aydınlatma sistemleri, cep telefonları ve televizyon ekranları gibi pek çok uygulamada kullanılıyor. OLED'ler (organik tabanlı ışık yayan diyotlar) inorganik LED'lere göre daha düşük veri transfer hızı sunsalar da daha az maliyetli, geri dönüştürülebilir ve sürdürülebilir özellikleri nedeniyle popülerliklerini koruyorlar.

Alessandro Minotto önderliğindeki uluslararası araştırma ekibi geliştirdikleri OLED ile şimdiye kadarki veri transfer hızı limitlerini daha üst seviyelere

çekmeyi başardı. Ekip, yeni bir tür organik diyot (OLED) kullanarak saniyede 2,2 megabitlik veri hızı kapasitesine sahip görünür ışık iletişimi düzeneğini başarıyla çalıştırdı. Geliştirdikleri 650-800 nm çalışma aralığına ve bu aralıktaki en yüksek verime sahip çözelti bazlı OLED'lerle şimdiye kadar gerçekleştirilen en yüksek veri transfer hızına ulaştılar.

Organik optoelektronik camiasının uzun süredir üzerinde çalıştığı zehirli ağır metaller içermeyen, yüksek verimliliğe sahip ve geniş dalga boyu aralığında çalışabilen polimer LED'lerin ilk defa geliştirilmesinin görünür ışık iletişim bağlantıları kurulmasına olanak sağlayacağı düşünülüyor. *Light: Science and Applications* dergisinde yayımlanan araştırma sonuçlarına göre, yeni OLED'lerin giyilebilir ve vücuda entegre edilebilir organik biyosensör teknolojilerinin yanı sıra nesnelerin interneti alanında da yaygın kullanım bulması bekleniyor. ■



Örümcek Ağlarını Kullanarak Biyoçeşitlilik Araştırması

İlay Çelik Sezer

Slovenya Bilim ve Sanat Akademisinden araştırmacılar ekosistem biyoçeşitliği araştırmaları kapsamında örnek toplamak amacıyla sıra dışı bir bilgi kaynağına başvurdu: örümcek ağları!

Ekoloji araştırmacıları son yıllarda örnek toplamak için türlere ait bireyleri yakalamak yerine giderek daha az girişimsel ve daha hızlı bir yaklaşım olan çevresel DNA analizlerine yönelmeye başladı. Çevresel DNA, türlere ait bireylerin doğal yaşamlarındaki etkinlikler sırasında çevrede bıraktıkları genetik materyali ifade ediyor. Kendi kendine örümcek ağlarına takılan canlıların ağlardaki vücut kalıntıları da araştırmacılar için bu tür bir materyal sağlıyor.

Matjaž Gregorič liderliğindeki araştırmacılar, bahçe örümceklerinin (*Araneus*



diadematus) dairesel sarmallı ağları ile *Linyphia triangularis* türü örümceklerin tabakalı ağlarına odaklandı. Örümcek ağları pasif birer hava filtresi gibi işlev görerek böceklerin, mantarların ve bakterilerin yakalanarak DNA'larının elde edilmesine imkân tanıyor. Bu da ekologların kullandığı, çalıştırılması için ağır jeneratörlere ihtiyaç duyulan hava süzme makineleri için eşsiz bir alternatif sunuyor.

Gregorič sonuçların umduğundan da iyi olduğunu, inceledikleri 25 örümcek ağı yardımıyla nematodlardan

kelebeklere, güvelerden arılara ve sineklere kadar çok çeşitli canlıları kapsayan 50 farklı hayvan ailesine ait DNA örnekleri elde ettiklerini belirtiyor. Gregorič ve ekibi fikri 2015'te hayli kontrollü bir hayvanat bahçesinde yapılan bir denemeden almış ancak kendi yaptıkları araştırma bu fikrin yabani ortamda uygulanabileceğinin ilk kanıtı niteliğinde. Bu yöntem, popülasyonları ciddi ölçüde azalmakta olan tozlaştırıcı türlerin geleneksel yöntemlerle takibine tamamlayıcı olarak, ayrıca tarım zararlılarının ve istilacı türlerin erken aşamada belirlenmesi amacıyla kullanılabilir.

Çevresel DNA yaklaşımı, türleri belirlemek için ancak uzun yıllar içinde edinilebilecek tür sınıflandırma bilgisini gerektirmiyor.

DNA analizi sonuçlarının veri tabanlarındaki verilerle eşleştirilmesi sonuçlara ulaşmak için yeterli. Gregorič bu yöntemi geleneksel yöntemlere bir alternatif değil tamamlayıcı olarak değerlendiriyor ve ekliyor: "Eski sorulara yanıt ararken yeni yöntemler araştırmaktan kaçınmamalıyız". ■

“COVID-19’u Atlattım, Artık Güvendedeyim”

Dr. Özlem Ak [TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi

Danimarkalı doktor Peter Panum 1846’da Faroe Adaları’ndaki kızamık salgınını araştırmaya gittiğinde, 98 yaşlı bireyin kızamık virüsüne karşı bağışıklık geliştirmiş olduğunu fark etti. Bu kişiler 1781’de görülen önceki salgından kurtulanlardı. Kızamık virüsü ile tek bir karşılaşma onlara ömür boyu koruma sağlamıştı. Bağışıklık belleği vücudun daha önce karşılaştığı bir patojeni (antijeni) hızlı ve spesifik olarak tanıma ve bağışıklık tepkisini başlatma yeteneğidir. Bu mekanizma daha önce maruz kalınan bir mikroorganizmanın yeniden enfeksiyona neden olmasını önler, hayat kurtaran tedavilerin ve aşıların gücünü artırır. Peki SARS-CoV-2 ile enfekte olan kişilerde de bağışıklık belleği oluşuyor mu? COVID-19 enfeksiyonunu geçiren bir kişinin aynı hastalığa ikinci kez yakalanma ihtimali var mı?



Diyebilir miyiz?



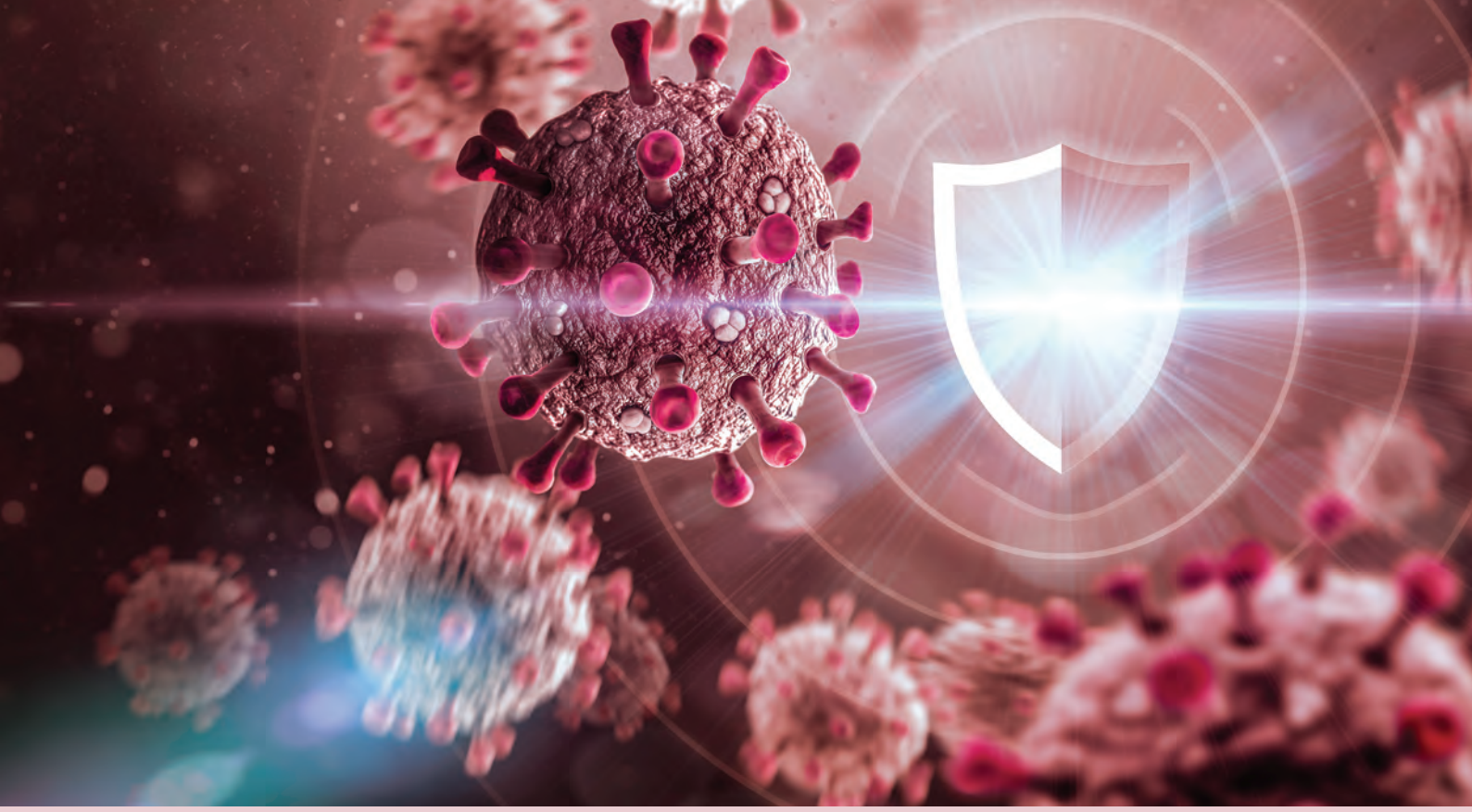
SARS-CoV-2 çok yeni bir virüs olduğu için, enfeksiyon geçiren kişilerde bağışıklık korumasının ne kadar süreceği henüz tam olarak bilinmiyor ve bu nedenle de iyileşmiş kişilerin bağışıklık tepkileri araştırılıyor. Önceki bilgilere göre koronavirüsler bir sonraki enfeksiyonu engelleyen ve aşılardan uzun süreli etkin olmasını mümkün kılan çok güçlü bir bağışıklık belleği oluşturmuyor. COVID-19'a tekrar yakalanma konusunda Japonya ve Çin'den gelen raporlar immünologların en

büyük korkularını doğrulamış gibi görünse de aylar sonra vücudumuzun SARS-CoV-2 virüsüne karşı bir bağışıklık belleği oluşturabileceği konusunda umutlar yeşerdi. Ama yine de bu belleğin ne kadar etkili olacağı henüz açık değil. New York, Mount Sinai Icahn Tıp Fakültesinden Nicolas Vabret bu bilinmezin COVID-19 için en önemli soru olduğunu söylüyor. Oxford Üniversitesinden Paul Klenerman da aşı, tedavi ve sürü bağışıklığı gibi önemli konuların bu sorunun cevaplanmasına bağlı olduğunu belirtiyor.

SARS-CoV-2'nin Kuzenlerinden İpuçları

Dünya çapında soğuk algınlığı vakalarının yaklaşık %15-30'una neden olan dört koronavirüs türü (229E, NL63, OC43 ve HKU1) var. Bu dört tür koronavirüs bağışıklık tepkisi oluştursalar da uzun süreli bağışıklık belleği söz konusu değil. Dolayısıyla bu virüslerle bir yıl sonra tekrar karşılaşsak maalesef savunmasız yakalanacağız. Chapel Hill, North Carolina Üniversitesinden epidemiyolog ve koronavirüs uzmanı olan Rachel Graham, soğuk algınlığı vakalarına neden olduğu bilinen bu dört koronavirüse bağışıklığın birkaç ay veya birkaç yıl içinde azaldığını, bu yüzden de insanların soğuk algınlığını çok sık yaşadığını belirtiyor.





SARS ve MERS koronavirüslerine karşı oluşan bağışıklık yanıtının birkaç yıl sürdüğü ve koruyucu olduğu biliniyor. Columbia Üniversitesinde 2016 sonbaharında başlayıp 2018'e kadar devam eden bir araştırmada çocukları, öğretmenleri ve acil durum çalışanlarını kapsayan 191 kişinin burnundan örnekler alındı, ayrıca hapşırıklarında ya da boğaz ağrısı yaşadıklarında bunları not etmeleri istendi. Amaç yaygın solunum yolu virüslerinin ve semptomlarının bir haritasını oluşturmak ve iyileşen insanların her birinde bağışıklığın ne kadar sürdüğünü öğrenmekti. Araştırma her yıl yaygın olarak görülen ve soğuk algınlığına neden olan dört koronavirüs türünü (HKU1, NL63, OC43 ve C229E) kapsıyordu. Araştırmacıların hazırladığı ön raporda, insanların aynı yıl içerisinde bazen birden fazla

kez aynı koronavirüs ile sıkça yeniden enfekte olduğu bulgusu endişe yarattı. Bir buçuk yıl boyunca, bir düzine gönüllü aynı virüs için iki veya üç kez pozitif sonuç verdi; örneğin, pozitif çıkan iki vaka arasında sadece dört hafta vardı. Yani bağışıklık oluşuyorsa bile kısa sürede hızla azalıyordu. Bu bilgiler, bu geniş koronavirüs ailesinin şimdi dünyayı etkisi altına almış yeni keşfedilen üyesi SARS-CoV-2 için de önemli ipuçları olarak değerlendiriliyor.

Maryland Üniversitesinden virolog Matthew Frieman ise çoğu insanda daha önce antikor gelişmiş olsa da tekrar enfekte olmalarının nedenini henüz anlayamadıklarını söylüyor. Muhtemel nedenler arasında virüslerin mutasyona uğraması ya da antikorların koruyucu olmaması yer alıyor. İnsanlara bulaşan di-

ğer koronavirüsler hafif soğuk algınlığına neden oldukları için her yıl yeni bir aşı geliştirmek üzere yakından takip edilen ve genetik olarak analiz edilen influenza virüsü ile aynı derecede ilgi görmediler. Dolayısıyla koronavirüslerin bağışıklık sisteminden kaçmasına izin verecek şekilde mutasyon geçirip geçirmediği veya bağışıklığın bu kadar kısa ömürlü olmasının başka nedenleri olup olmadığı bile maalesef bilinmiyor.

Imperial College London'dan Peter Openshaw soğuk algınlığına neden olan koronavirüs ailesindeki bazı virüslerin, yaklaşık üç ay gibi nispeten kısa ömürlü bağışıklığa neden olma eğiliminde olduğunu söylüyor. Bilim insanları sadece dokuz aydır bilinen SARS-CoV-2 bağışıklığı hakkında ise henüz kesin cevaplara sahip değiller.

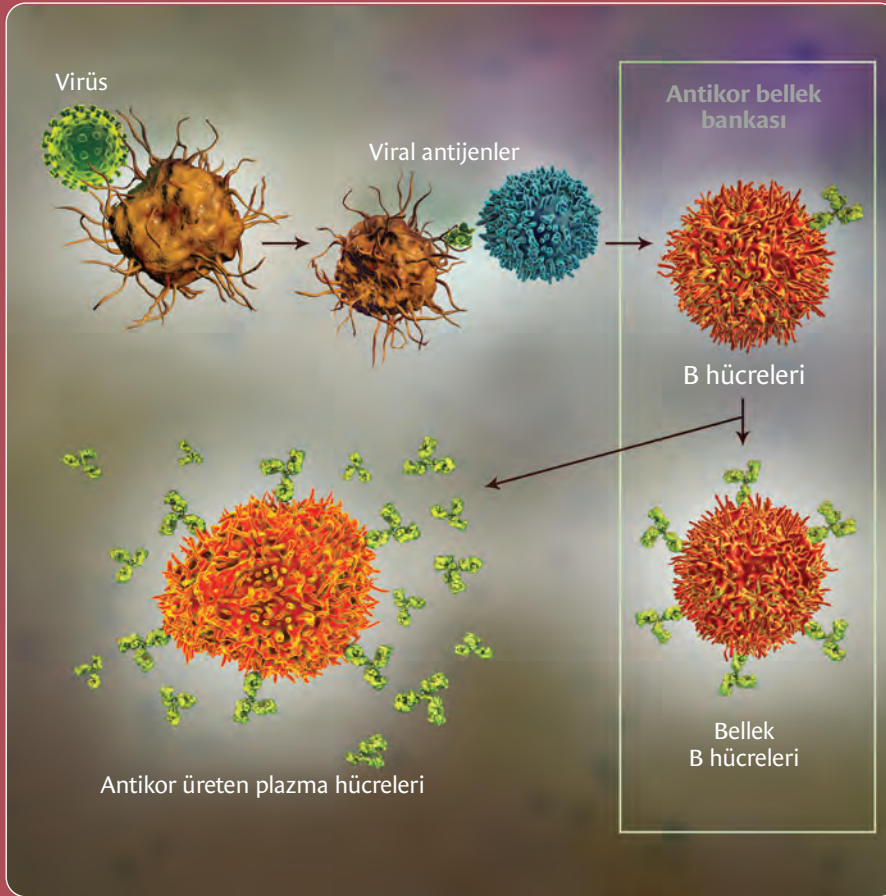
Bağıışıklık Sistemi Belleği

İnsan vücudunun hastalık yapan mikroorganizmalara karşı doğuştan gelen bağıışıklık ve sonradan kazanılan bağıışıklık olmak üzere iki ana savunma hattı vardır. Doğuştan gelen bağıışıklık tepkisi, vücut enfekte olduğunda hızla devreye giren daha genel bir savunma mekanizmasıdır. Sonradan kazanılan bağıışıklık tepkisi ise çok daha spesifik ve karmaşık bir savunma hattıdır, aynı zamanda acil bir tepki değildir, çünkü sistemin karşı saldırı yapmadan önce yabancı işgalciyi tanuması gerekir.

Bir patojene karşı bağıışıklık gelişmesi, 1-2 hafta boyunca gerçekleşen çok aşamalı bir süreçtir. Vücut, viral bir enfeksiyona, makrofajların, nötrofillerin ve dendritik hücrelerin virüsün ilerlemesini yavaşlattığı ve hatta semptomları önleyebildiğı, doğuştan gelen ve spesifik olmayan bir yanıtla hemen tepki verir. Bu yanıt, B hücrelerinin virüse özgü antikor ürettiğı sonradan kazanılan bağıışıklık yanıtı takip eder. Bu spesifik antikorlar virüslere bağlanabilir ve hücrelerin içine

girmelerini yani hücreleri enfekte etmelerini engelleyebilir. Bu antikorlar immünoglobulinler (IgG) adı verilen proteinlerdir. Sonradan kazanılan bağıışıklık yanıtıyla virüsle enfekte olmuş hücreleri tanıyan ve ortadan kaldıran T hücreleri de üretilir. Buna hücreyel bağıışıklık denir. Özellikle iki tip T hücresi patojenleri tanır ve bunlara saldırır. Yardımcı T hücreleri, bağıışıklık hücrelerinin enfekte olmuş hücrelere saldırısını koordine eder, yani antikor tepkilerinin düzenlenmesi için çok önemlidir. Sitotoksik T hücreleri (katil T hücreler) ise enfekte olmuş hücreleri öldürür. Sonradan kazanılan bağıışıklık tepkisi vücudu virüsten temizleyebilir ve yanıt yeterince güçlü ise hastalığın ağırlaşmasını veya aynı virüsün vücudu yeniden enfekte etmesini önleyebilir. Bu durum genellikle kanda özel antikorların bulunup bulunmadığı kontrol edilerek ölçülür. Yani bağıışıklık tepkisi galip geldiğinde IgG'ler kanda tespit edilebilir hâle gelir.

Patojen temizlendikten sonra, kemik iliğindeki uzun ömürlü B hücreleri tarafından üretilen IgG haftalar, aylar hatta yıllar boyunca kan dolaşımında bulunmaya devam edebilir. Bu antikorlar yeterince güçlü ise onlara nötralize edici antikorlar denir ve yeni bir enfeksiyona neden olabilecek virüse karşı koruma kalkanı görevi yaparlar. Koronavirüs için antikor testleri



Virüslere karşı bağıışıklık savunma mekanizmaları. Dendritik hücreler virüsleri tanır ve antijenleri hakkında T hücrelerine (T-lenfositler), T hücreleri de virüs hakkındaki bilgileri depolayan bellek B hücrelerine viral antijenler hakkında bilgi verir. Etkin duruma geçen bellek B hücreleri antikor üreten plazma hücrelerine dönüşür.

enfeksiyon geçirip geçirmediğinizi gösterebilir ancak yine de pozitif sonuç mutlaka bağışıklığın geliştiği veya uzun süreceği anlamına gelmez.

Bağışıklık belleğinin diğer bileşeni de patojene karşı kazanılan zaferden sonra oluşmaya başlar. Bazı B hücreleri olgunlaşarak lenf düğümlerinde ve dalakta uzun süreli kalabilecek “bellek B hücreleri”ne dönüşür. Kan dolaşımındaki IgG’nin oranı azaldığında patojene maruz kalınırsa B hücreleri tekrar çoğalmaya ve hızlı bir şekilde IgG üretmeye başlar. Bunun yanında, hem yardımcı T hücreleri hem de katil T hücreleri, lenfatik organlara ve dokulara yerleşip uzun süreli bellek T hücrelerine dönüşür ve en küçük bir yeniden enfeksiyon ihtimali durumunda harekete geçmeye hazır olarak bekler. Bellek B hücreleri daha önce karşılaştıkları virüsü hatırlar ve virüsle tekrar karşılaşılırsa hemen antikor üretimini başlatırlar. Ancak bağışıklık belleği virüsten virüse değişir ve bu farklılıkların nedeni henüz tam olarak anlaşılmış değil. Örneğin, bağışıklık sisteminin bazı virüsleri on yıllar sonra neden tanıyabileceği açıkken, diğerleri için bağışıklık belleğinin neden zayıf olduğu yeterince açık değil. Bununla birlikte, koronavirüse verilen bellek yanıtlarının ne durumda olduğu da henüz tam anlamıyla bilinmiyor.

Bağışıklık Sistemi SARS-CoV-2’yi “Hatırlıyor mu?”

COVID-19 ile ilgili en önemli sorulardan biri geçirilen enfeksiyonun kişiyi ikinci bir enfeksiyondan ne ölçüde koruyacağı. Bu konu aşı geliştirme çalışmalarını ve sürü bağışıklığı tartışmalarını da etkileyebilecek bir nokta. Bilim insanları, insan vücudunun virüse tepkisini anlamak için, patojeni hücrelere girmeden ortadan kaldıran T hücreleri ve bellek hücreleri gibi biyolojik tepkileri ayrıntılı olarak inceleyiyorlar. Bu biyolojik mekanizmaların koronavirüse nasıl tepki verdiğini anlamak, bir kez enfekte olmuş kişilerin yeniden enfekte olmaktan korunup korunamayacağını tanımlamak için kilit bir nokta.

Çin Tıp Bilimleri Akademisinden bir ekip, dört al yanaklı makak maymununu SARS-CoV-2’ye maruz bıraktı. Bir hafta sonra, 4 tanesi COVID-19 benzeri semptomlarla hastalandı ve hepsinde yüksek virüs yükü tespit edildi. İki hafta sonra iyileşen makakların kan dolaşımında virüse karşı antikorlar olduğu doğrulandı. Araştırmacılar 28 gün sonra ikisini yeniden enfekte etmeye çalıştılar ancak başarısız oldular, bu sonuç araştırmacılara makakların SARS-CoV-2’ye karşı bağışıklık geliştirdiğini düşündürdü. Ardından daha fazla makakla tekrarlanan çalışmada,

makaklar beş haftadan fazla bir süre takip edildi ve hastalığa neredeyse tam bir direnç geliştirdikleri ve az sayıda klinik semptom gösterdikleri tespit edildi. Yalnız elde edilen bu önemli sonuç sadece beş haftalık bağışıklık hakkında bilgi veriyor, gerçekte öğrenilmek istenen ise yıllar sonraki bağışıklık durumu. Bu yüzden Maryland Üniversitesi Tıp Fakültesinden Alfredo Garzino-Demo bu bulguyu virüse karşı koruyucu bağışıklık oluşmasının mümkün olduğunu öne sürdüğü için “çok cesaret verici” olarak değerlendirdi. Maalesef bu sonuç mutlaka uzun süreli bağışıklık gelişeceği anlamına gelmiyor. COVID-19 muhtemelen iyileşmiş hastaları bağışık hâle getirirse de uzmanlar bu korunmanın ne kadar süreceğinden emin değiller. İşte bu yüzden COVID-19 pandemisinin çözülmesi çok önemli bir faktöre dayanıyor: Kişinin bağışıklık sisteminin enfekte olduktan sonra SARS-CoV-2’yi ne kadar iyi hatırlayacağız.

Mayıs ayında *Cell* dergisinde yayımlanan bir çalışmada, La Jolla Institute of Immunology’den virolog Shane Crotty ve meslektaşları, COVID-19’u hafif geçiren ve iyileşen 10 hastanın bağışıklık hücrelerini izole etti ve laboratuvar ortamında virüs parçalarına maruz bıraktı. Tüm hastalarda koronavirüsün diken proteinini fark edebilen T yardımcı hücrelerin olduğunu, hastaların %70’inde de enfekte olmuş hücreleri algılayabilen ve öldüren katil T hücrelerinin bulunduğunu tespit ettiler. La Jolla’da çalışan immünolog Alessandro Sette, T hücresi yanıtının kısa

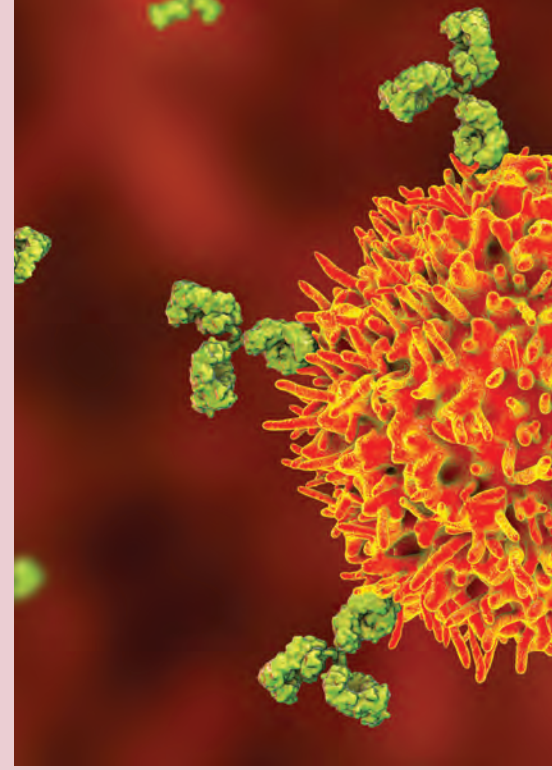
ömürlü olmadığını ve diğer virüslere verilen yanıtlara benzeyen güçlü bir yanıt olduğunu gözlemlediklerini belirtiyor. Sette, küçük bir çalışma olmasına rağmen, bulguların araştırma için iyi bir temel sunduğunu ve ideal olarak bir koronavirüs aşısında da benzer bağışıklık tepkisini tetiklemeyi amaçlamak gerektiğini söylüyor.

Henüz açık ve net bir bilgi olmadığından, araştırmacılar bağışıklık korumasının ne kadar uzun süreli olabileceğini tahmin etmek için eldeki bulguların diğer koronavirüs enfeksiyonlarına verilen bağışıklık yanıtlarına dair bilgilerle karşılaştırılması gerektiğini düşünüyorlar. Diğer koronavirüslerle yapılan çalışmalar, enfeksiyonu önleyen koruyuculuğun sadece birkaç ay sürebileceğini gösteriyor. SARS salgınından altı yıl sonra, Pekin'deki doktorlar iyileşenler arasında bağışıklık tepkisini araştırdılar. Bu araştırmalar sonucunda bu kişilerin vücudunda antikor veya uzun ömürlü bellek B hücreleri bulunamadı ancak bellek T hücreleri tespit edildi. Bu durum araştırmacılara T hücrelerinin de devam eden bağışıklığın bir işareti olabileceğini düşündürdü.

Araştırmaların pek çoğu, virüs proteinlerine bağlanan ve enfeksiyonu doğrudan önleyen nötralize edici antikorlara odaklanmış durumda. Araştırmacılar henüz ikinci COVID-19 enfeksiyonunun semptomlarını azaltmak ya da enfeksiyonu önlemek için hangi seviyede nötrleştirici antikor gerektiğini bil-

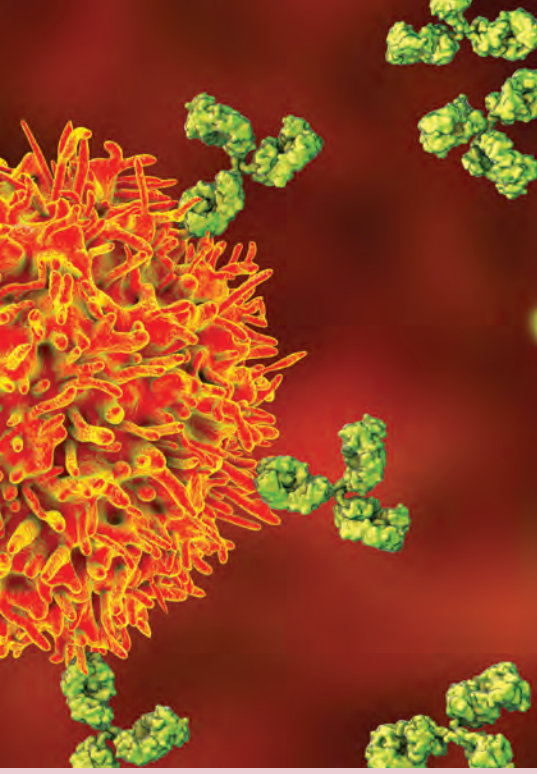
miyorlar ve bu noktada diğer antikorların da önemli olabileceğini düşünüyorlar. Sonuçta, SARS-CoV-2 bağışıklığının tam olarak anlaşılması için antikorların ötesine geçmek gerekiyor. Örneğin T hücreleri de uzun süreli bağışıklık için büyük önem taşıyor ve çalışmalar, SARS-CoV-2'ye karşı saldırıya geçtiklerini de gösteriyor. SARS-CoV-2'ye karşı nötralize edici antikor seviyelerinin enfeksiyondan birkaç hafta sonra yüksek olduğunu ancak zamanla azaldığını söyleyen çalışmalar var. Bununla birlikte bu antikorların enfeksiyonu daha ciddi geçirenlerde daha uzun süre yüksek seviyelerde kaldığına dair görüşler de mevcut.

Mount Sinai Icahn Tıp Fakültesinden bir ekibin çoğunlukla hafif veya orta şiddette COVID-19 geçiren 624 kişiyle yaptığı bir çalışmada, üç kişinin dışında hepsinin kanında antikor tespit edildi. Başka bir çalışmada, enfeksiyonu daha ciddi geçiren 177 iyileşmiş hastayı incelediklerinde, %90'dan fazlasının kanında antikor bulunduğu ve iki ay sonra hâlâ antikor seviyelerinin yüksek olduğu görüldü. Bilim insanlarına göre bu sonuç bellek B hücrelerinin oluşturduğu anlamına geliyor. Oxford Üniversitesinden immunoloji ve enfeksiyon hastalıkları uzmanı Paul Klenerman ve meslektaşları da COVID-19'u atlatan 42 kişilik bir grubun hepsinin güçlü bellek T hücresi tepkileri verdiğini bildirdiler. Bu nedenle de kişilerin antikor ve T hücresi tepkileri yoluyla bir miktar bağışıklık koruması geliştirmesinin mümkün olduğu düşünülüyor. Diğer yandan bazı en-



fişeler de yok değil. Örneğin enfekte olan ancak hiç semptom göstermeyen veya sadece hafif semptomları olan kişilerde, bağışıklık belleği söz konusu olacak güçte bağışıklık tepkisi oluşmayabilir. Diğer bir endişe ise güçlü bir bağışıklık tepkisi söz konusu olsa bile, kısa süre içinde bu bağışıklığın azalması.

Bir kişide COVID-19 semptomları görülmesinden yaklaşık beş gün sonra IgG'nin kan dolaşımında tespit edilebildiği biliniyor. Klenerman'a göre, bağışıklık belleğinin gücü genellikle ilk tepkinin büyüklüğüne bağlı. Bu nedenle ilk bağışıklık yanıtı ne kadar büyük olursa bağışıklık genel anlamda o kadar uzun sürer. Londra'daki Francis Crick Enstitüsünden immünolog George Kassiotis de daha fazla virüsün, daha fazla ve uzun ömürlü antikor anlamına



En iyi antikorlar, konakçı hücrenin ACE2 reseptörüne bağlanan ve yeni koronavirüs diken proteininin ucundaki reseptör bağlanma alanını nötralize eden antikorlardır. Bu antikorlar, viral enfeksiyonun ilk adımı olan koronavirüsün insan hücre zarına bağlanmasını bloke eder. Şu anda geliştirilmekte olan birkaç potansiyel aşı, SARS-CoV-2 diken proteinine karşı insan vücudunun antikor üretmesini tetiklemek üzere tasarlanmıştır.

geldiğini belirtiyor. Bu da hafif veya asemptomatik enfeksiyon geçiren kişilerin savunmasız kalabileceği endişesini beraberinde getiriyor. Çin'de yapılan yeni bir araştırmada enfekte olan ancak semptom göstermeyen kişilerin, semptomatik hastalardan daha düşük IgG düzeyine sahip olduğu tespit edildi. Buna ek olarak, vücut virüsten iyice temizlendikten sonra IgG seviyesinin büyük bir hızla düştüğü ve iki ay sonra hastaların %40'unda normale döndüğü de bulgular arasında. Aynı çalışmada, semptomatik hastaların yaklaşık %60'ının da iki ila üç ay sonra azalan IgG seviyelerine sahip olduğu görüldü. Imperial College London'dan Danny Altmann bu bulguların koronavirüslere karşı doğal bağışıklığın çok kısa ömürlü olabileceğine dair bazı endişeleri haklı çıkardığı kanısında.

Singapur'daki, Duke-NUS Tıp Okulundan Ashley St. John'a göre kan dolaşımındaki antikorların yoğunluğunun yüksek olması, kişinin çok iyi korunacağı anlamına gelmiyor. St. John yüksek yoğunlukta ancak güçlü olmayan antikorların yeterince koruyucu olmayacağını söylüyor ve gerçekten yüksek kalitedeki antikorların biraz daha düşük konsantrasyonda bile olsa, yani sayıca az da olsalar daha koruyucu olabileceklerini iddia ediyor. Kaliforniya, Scripps Araştırma Enstitüsündeki bir ekip, iyileşmiş COVID-19 hastalarının kanından antikorları izole etti ve güçlerini test etti. 1800'den fazla farklı antikordan 3 süper güçlü nötrleştirici antikor buldular. St. John enfeksiyonu hafif atlatılarda veya asemptomatik kişilerde böyle veya benzer antikorların küçük miktarlarda bile bulunmasının hayli koruyucu olabileceğini belirtiyor.

Öte yandan, SARS-CoV-2 ile enfekte olmamış kişilerin bellek hücrelerine sahip olma ihtimali üzerinde de duruluyor. İmmünologlar kısa bir süre önce bellek B ve bellek T hücrelerinin hem burun hem de akciğerlerdeki mukozaya zarlarına yerleşebileceğini ve virüsün vücuda yeniden girmesini engelleyebileceğini keşfettiler. Virüse maruz kalan ancak hastalanmayan İsviçreli sağlık çalışanları üzerinde yapılan bir çalışma buna kanıt sağladı. Sağlık çalışanlarından birçoğunun kanında antikor bulunmamasına rağmen burun ve gözyaşından alınan örneklerde antikor tespit edildi. Oxford Üniversitesinden Paul Klenerman da bazı bağışıklık tepkilerinin çapraz reaksiyon (antikorların birden fazla antijenle etkileşime girebilmesi) olduğuna dair bazı verilerden söz ediyor. Yani, vücut SARS-CoV-2'ye benzeyen bir virüsle daha önce enfekte olduysa, SARS-CoV-2 ile karşılaşıldığında, hâlihazırdaki bellek hücrelerinin yoğunluğu artıyor. Örneğin, La Jolla Institute of Immunology'den Daniela Weiskopf ve Hollanda'daki Erasmus Üniversitesi Tıp Merkezinden Katharina Schmitz tarafından yönetilen bir ekip, ağır COVID-19 semptomlarıyla hastaneye kaldırılan 10 kişinin T hücresi tepkilerini analiz etti. Son zamanlarda yapılan diğer çalışmalara uygun olarak, 10 hastanın tümünde koronavirüse yanıt veren yardımcı T hücreleri ve 8 kişide de katil T hücreleri olduğunu buldular. Bununla birlikte, virüs bulaşmamış her 10 kişiden ikisinde SARS-CoV-2'ye yanıt veren T hücreleri tespit ettiler. Bu durumun, geçmişte soğuk algınlığı koronavirüs-



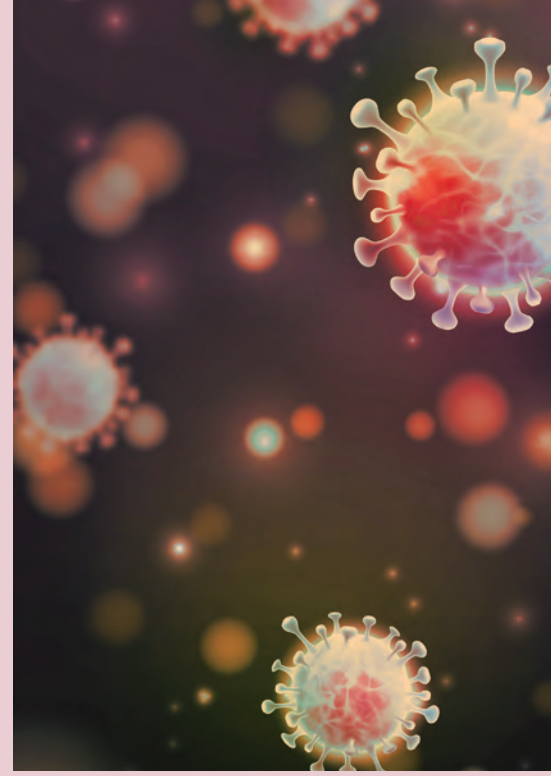
lerinin neden olduğu geçmiş enfeksiyonlara bağlı çapraz reaksiyonun bir sonucu olduğu düşünüldü. Çapraz reaksiyonun potansiyel olarak bir miktar koruma sağlayacağını söyleyen Klenerman, bu sayede SARS-CoV-2'ye uzun süreli bağışıklık tepkisi geliştirebileceğini söylüyor.

Haziran ayında yayımlanan iki çalışma, COVID-19'u takiben oluşan bağışıklık süresine ışık tutuyor ve hastaların iyileştikten sonraki haftalar veya aylar içinde IgG antikorlarını kaybettiklerini gösteriyor. İlk çalışmanın kapsamında Wuhan'da yaklaşık 1500 koronavirüs hastasında antikor taraması yapıldı. Araştırmacılar antikor seviyelerini üç kontrol grubuyla karşılaştırdı. Bu gruplar, toplumdan rastgele seçilen 20.000 kişi, COVID-19 dışındaki nedenlerle hastaneye yatırılan 1600'den fazla hasta ve kaçınılmaz olarak virüse maruz kaldıkları varsayılan 3800'den fazla sağlık çalışanıydı. COVID-19 hastalarının neredeyse %90'unda antikor tespit edi-

lirken, diğer gruplardaki bireylerin yaklaşık %1 ila %5'inde antikor bulundu. Enfekte hastaların %10'unda antikor tespit edilememesi ve sağlık çalışanlarında antikor bulunmaması birleştirildiğinde, SARS-CoV-2 enfeksiyonundan sonra, insanların bu virüse karşı uzun süreli koruyucu antikor üretme ihtimalinin düşük olduğunu düşündürdü.

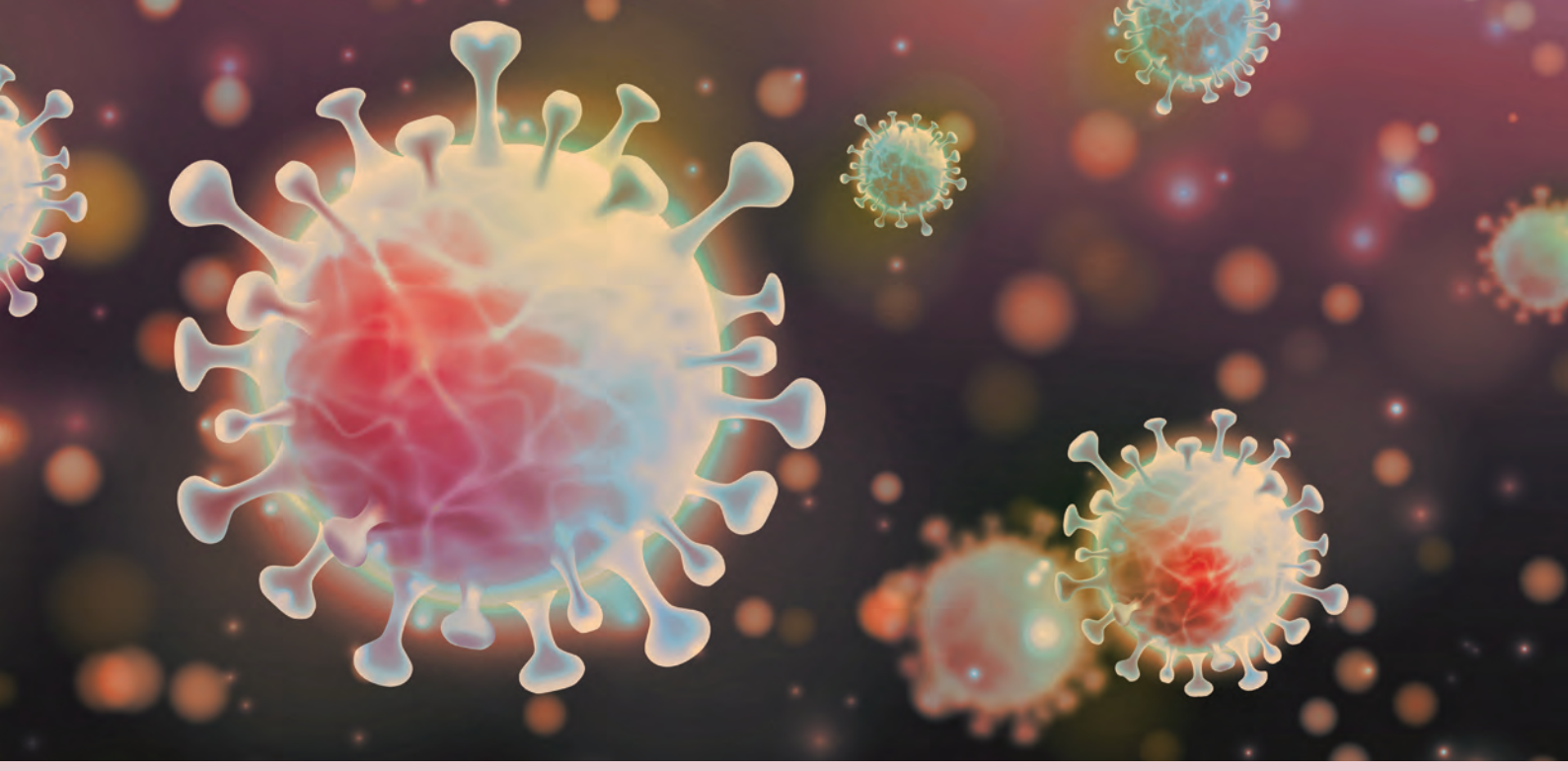
Nature Medicine'de 18 Haziran'da yayınlanan ikinci çalışmada, araştırmacılar 37 asemptomatik ancak pozitif hastanın bağışıklık tepkilerini Çin'in Wanzhou Bölgesinde yaşayan ve şiddetli semptomlar gösteren aynı sayıda hastanıninkilerle karşılaştırdı. Her iki grubun da koronavirüs antikorları geliştirdiği ancak antikorların nispeten kısa ömürlü oldukları bulundu. Bu, özellikle asemptomatik hastalar için geçerliydi. İki ila üç ay içinde, asemptomatik kişilerin %40'unda, semptomları olanların da %12,9'unda antikor tespit edilemedi. İki çalışmaya da dâhil olmayan Yale Üniversitesinden immünolog Akiko Iwasaki'ye göre, bu sonuçlar güçlü aşılarda geliştirme ihtiyacını vurguluyor çünkü enfeksiyon sırasında doğal olarak gelişen bağışıklık yetersiz ve çoğu insanda kısa ömürlü oluyor.

King's College London'daki araştırmacılar 96 hastaya ve sağlık çalışanına mart ve haziran ayları arasında tekrar tekrar antikor testi yaptılar. Tüm katılımcıların PCR testi veya pozitif antikor testi yoluyla COVID-19 olduğu doğrulandı. Araştırmacılar, virüslerle savaşan antikor seviyelerinin, semptomlar başladıktan yaklaşık üç



hafta sonra zirve yaptığını ve sonra hızla düştüğünü tespit ettiler. Katılımcıların %60'ı COVID-19'u geçirirken "güçlü" bir antikor yanıtı üretmesine rağmen, sadece %17'si üç aylık test periyodunun sonunda aynı güçlü antikor seviyesine sahipti. Daha ciddi COVID-19 vakaları olan kişilerde antikor seviyelerinin daha yüksek ve kalıcılıklarının da daha uzun sürdüğü gözlemlendi. Bazı daha hafif vakalarda, üç ayın sonunda antikor tespit edilemedi. *medRxiv*'de ön baskı olarak yayımlanan bu çalışmaya göre, diğer koronavirüsler gibi, SARS-CoV-2'nin insanları tekrar tekrar enfekte etme olasılığı bulunuyor.

Tüm bu veriler göz önünde bulundurulduğunda, bazı bilim insanları sürü bağışıklığının tek bir doz aşıyla veya virüsün toplumda yayılmasıyla oluşma ihtimalini düşük buluyor. Kısacası, bağışıklık konusunda kesin sonuçlara ulaşmak için ikinci kez COVID-19'a yakalananlarla ilgili daha fazla araştırmaya ve veriye ihtiyaç var.



Sürü Bağışıklığına Giden Yol...

COVID-19 hakkında henüz çok az şey bilinmekle birlikte, bilim insanları dünyada sürü bağışıklığının oluşması için aşı geliştirme çalışmalarına hızla devam ediyor. Birkaç araştırma ekibi, SARS-CoV-2'nin diken proteinine saldıran antikorları içeren insan aşıları tasarlıyor. Diken proteini viral enfeksiyon için çok önemli olduğundan, Icahn Tıp Okulundan virolog Benhur Lee, aşı için mükemmel bir hedef olduğunu söylüyor. Ancak Lee virüsün diğer kısımları gibi diken proteininin de mutasyon geçirebildiğine dikkat çekiyor. Bu da aşılanmış bir bireyin virüsten korunmasını tehlikeye atabilecek bir sorun. Bu gerçekleşirse bilim insanlarının grip ailesindeki patojenlerde olduğu gibi COVID-19 aşılarını da sık sık yeniden formüle etmeleri gerekebilir. Ancak araştırmacılar

durumun böyle olup olmayacağını söylemek için çok erken olduğu konusunda uyarıyor. Bilim insanlarına göre, söz konusu çok bulaşıcı bir patojen olduğunda, sürü bağışıklığına ulaşabilmek için nüfusun neredeyse %100'ünün aşılması gerekiyor.

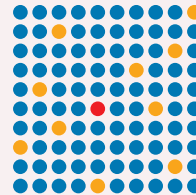
Genellikle sürü bağışıklığı hastalığın yayılma ve herkese bulaşma ihtimalinin yüksek olduğu varsayılarak sadece aşı bağlamında düşünülüyor. Çünkü sürü bağışıklığını elde etmenin en güvenilir yolu yaygın

aşılamadır. Yale Halk Sağlığı Okulundan Virginia Pitzer, aşıların genellikle bir toplumda insanların virüse ne kadar maruz kaldıkları veya virüse karşı ne kadar hassas olduklarına göre yapılmadığını, aksine maksimalist bir yaklaşımla herkesin aşılması gerektiğini hatırlatıyor. Yine de sosyal davranışlardaki farklılıklar bazı insanların virüse diğerlerinden daha fazla maruz kalmasına yol açabilir. Ayrıca biyolojik farklılıklar da insanların enfekte olma ihtimalinde rol oynuyor. Epidemiyologlar bu de-

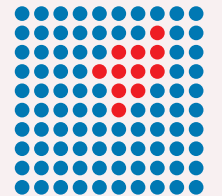
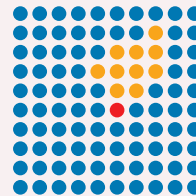
Sürü Bağışıklığı Nasıl Çalışır?

Bir toplulukta yeterince kişi korunduğu zaman (mavi noktalar), henüz aşılanmamış kişileri (turuncu noktalar), enfeksiyonlu kişilerden (kırmızı noktalar) koruyabilirler.

Toplulukta aşılanmamış gruplar oluşursa ve bu gruplardaki bireyler birbirine yakın konumda bulunursa sürü bağışıklığı işe yaramaz ve hastalık yayılır.



Aşılanmış kişi ●
Aşılanmamış kişi ●
Enfekte kişi ●





ğışkenleri yani bazı insanların daha az ya da daha çok enfekte olma ihtimalini “duyarlılığın heterojenliği” diye adlandırıyor. Bununla birlikte, henüz bir aşısı olmayan ve devam eden bir pandemide, duyarlılığın heterojenliği durumunun COVID-19 için sürü bağışıklığı eşiği üzerinde önemli etkileri olduğu düşünülüyor. Dünya Sağlık Örgütü (WHO) Enfeksiyon Önleme Komitesi üyesi ve İngiltere’deki, East Anglia Üniversitesinden profesör Paul Hunter, sürü bağışıklığı kavramının “Bir popülasyonda hastalığı yok etmek için kaç kişinin aşı yaptırması gerekir?” sorusuyla başladığını söylüyor. Ancak sürü bağışıklığına ulaşmak her zaman mümkün değil, hele ki henüz aşısı bulunmayan SARS-CoV-2 gibi virüsler söz konusu olduğunda genellikle durum bundan daha karmaşık. Çünkü sürü bağışıklığının oluşması virüs dışında da pek çok etkene bağlı.

Sürü bağışıklığı, bir topluluğun herhangi bir virüsün yayılmasını önlemeye yetecek kadar o virüsün yol açtığı hastalığa karşı bağışık olduğu durumu tanımlıyor. Terim ilk defa 1923’te Manchester Üniversitesinden araştırmacılar tarafından hayvan denekler için kullanıldı, terimle sürünün her bir üyesi bağışıklık kazanmamış olsa bile bir hastalığa karşı sürünün tamamının nasıl bağışık olabileceği tarif edildi.

Sürü bağışıklığı bir coğrafi bölgeden başka bir coğrafi bölgeye farklılık gösterir ve birçok faktör sürü bağışıklığı eşiğinin hesaplanmasını etkiler. Sürü bağışıklık eşiği, enfekte olmuş her bir kişinin gerçekte hastalığı kaç kişiye bulaştıracığına bağlı olan ve konuma göre değişebilen bir sayı. Nüfusun daha fazla enfekte olmasını durdurmak ve kaç kişinin bağışık olması gerektiğini hesaplamak için ilk olarak, virüs taşıyan bir kişinin

hastalığı ortalama kaç kişiye bulaştırabileceğini ifade eden bir değişken olan R_0 ’ı belirlemek gerekiyor. Bunu yaptıktan sonra, sürü bağışıklığı eşiğini hesaplamak için basit bir formül kullanılıyor: $1 - 1 / R_0$.

Diyelim ki COVID-19 için $R_0 = 3$, yani enfekte olmuş her kişi hastalığı ortalama olarak 3 kişiye bulaştırıyor olsun. Bu durumda sürü bağışıklığı eşiğine ulaşmak için nüfusun kabaca üçte ikisinin COVID-19’a yakalanması ve iyileşmesi gerekir. Bu da virüsün farklı yerlerde yaşayan nüfusun ortalama olarak %60’ı bağışıklık kazanuncaya kadar hızlanan bir oranda yayılacağı anlamına gelir. Bu noktadan sonra ise hastalığın yayılması tamamen duruncaya kadar yavaşlayan bir oranda virüs kişiden kişiye geçer.

2014’teki Ebola salgınında R_0 değerinin yaklaşık 2 olduğu, yani bir bulaşıcı Ebola hastasının virüsü ortalama

Nottingham ve Stockholm Üniversitelerinden matematikçiler, insanları yaş ve sosyal aktivite seviyesini yansıtan gruplara ayıran basit bir model geliştirdiler. Yaş ve sosyal aktivite farklılıkları modele dâhil edildiğinde, sürü bağışıklık seviyesi %60'tan %43'e düşüyor. *Science* dergisinde yayımlanan çalışma, bir popülasyon için mevcut COVID-19 salgını gibi bulaşıcı bir hastalığa karşı sürü bağışıklığı eşiğini tahmin etmek için yeni bir matematiksel yaklaşım getiriyor. Araştırma ekibinde yer alan Nottingham Üniversitesinden Prof. Frank Ball sürü bağışıklığının elde edileceği seviyeyi tahmin etmek için bu yeni matematiksel yaklaşımı kullanarak seviyenin potansiyel olarak %43'e kadar düşürülebileceğini ve bu azalmanın esas itibarıyla yaştan ziyade sosyal aktivite seviyesinden kaynaklandığını söylüyor. Sosyal olarak daha aktif bireylerin daha az sosyal olanlara göre enfekte olma olasılıkları daha fazladır, ayrıca hastalığı kapmaları durumunda başkalarını enfekte etme olasılıkları da daha yüksektir.

olarak iki kişiye daha bulaştırdığı söylenmişti. ABD Hastalık Kontrol ve Önleme Merkezine göre, kızamık için bu rakam yaklaşık 15'ti. Bireyler, aşılama veya hastalıktan iyileşmeyle elde edilen doğal bağışıklık yoluyla bir patojene karşı bağışıklık kazandıkça, bu hastalığın aynı popülasyonda daha az sayıda insana bulaşması beklenir. Kızamık için ($R_0 = 15$), sürü bağışıklığı 15 kişiden 14'ü veya bireylerin yaklaşık %93'ü bağışık olduğunda devreye girer. COVID-19 için ise üç kişiden ikisinin bağışıklık kazanması (yaklaşık %66) hastalığın yayılmasını durdurmak için yeterli olacaktır.

Etkili bir aşı ile sürü bağışıklığına ulaşmak ve COVID-19 salgınını sonlandırmak mümkün. Ancak, iyileşen hastalardan elde edilen veriler SARS-CoV-2'ye sadece birkaç ay veya birkaç yıl boyunca bağışıklık sağladığını düşündürdüğü için aşının düzenli tekrarının gerekeceği yö-

nünde fikir birliği var. Bununla birlikte, COVID-19 için bir aşı olmadan doğal sürü bağışıklığının gelişmesi pek olası görünmüyor. İspanya'da yapılan araştırma nüfusun henüz %10'undan azının enfeksiyona yakalandığını gösteriyor. Sürü bağışıklığı için ise 10 veya 15 kat daha fazla vakanın gerçekleşmesi gerekiyor. Bu eşiğe ulaşmak ise aylar veya yıllar alabilir, bu süreçte çok sayıda kişi hayatını kaybedebilir. Diğer yandan, bu süre zarfında hastalığa yakalananların birçoğu bağışıklığını yitirebilir ve yeniden enfeksiyona yakalanmaları hastalığın döngüsünün yeniden başlamasına zemin hazırlayabilir.

Uzmanlar, koronavirüs enfeksiyonunun insanlara bir süre bağışıklık kazandıracağını öngörüyor. Ama yine de kandaki hangi antikorların, hücrelerin ve diğer belirteçlerin koruma sağlayacağını henüz tam olarak bilmiyorlar. Bunu tespit etmek, birey-

lerin tekrar risk altında olup olmadıklarını bilmeleri açısından değerli olduğu kadar, araştırmacıların potansiyel aşılama geliştirme sürecini hangi yönde hızlandıracaklarını, bu aşılama ne kadar iyi çalışacağını ve ne kadar süre koruyucu olacaklarını anlamaları bakımından da önemli. COVID-19'u atlamanın insanları korunduğunu doğrulamak ve bunun ne kadar sürdüğünü belirlemek için, bilim insanları bu kişileri izlemek ve virüsle tekrar karşılaşarlarsa neler olacağını görmek zorundalar. Böyle bir araştırma için de genellikle tekrar tekrar virüse maruz kalma olasılığı daha yüksek olan sağlık çalışanlarına odaklanabilirler.

Görünen o ki eğer COVID-19 enfeksiyonuna yakalandıysanız ve iyileştirdiyse bu ikinci bir enfeksiyon için koruma altında olduğunuz anlamına gelmiyor. Bu nedenle, maske takmak, sosyal mesafeyi korumak ve el hijyenimize dikkat etmek karşı karşıya olduğumuz tehditle başa çıkmak için hâlâ önemini koruyor. ■

Kaynaklar

<https://www.newscientist.com/article/mg24632893-700-can-we-become-immune-to-the-coronavirus-what-the-evidence-says-so-far/>

<https://www.the-scientist.com/news-opinion/sars-cov-2-reactive-t-cells-found-in-patients-with-severe-covid-19-67695>

<https://medicalxpress.com/news/2020-05-covid-coronavirus.html>

<https://www.smithsonianmag.com/science-nature/can-you-become-immune-sars-cov-2-180974532/>

<https://www.technologyreview.com/2020/04/27/1000569/how-long-are-people-immune-to-covid-19/>

<https://science.sciencemag.org/content/early/2020/06/22/science.abc6810/tab-pdf>

Hubble Uzay Teleskobu

30 Yaşında

İlay Çelik Sezer [TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi]

Bilimde çığır açan ve bilim tarihine yön veren pek çok önemli keşif dahice tasarlanmış cihazlar sayesinde yapılmıştır. Medeniyet tarihinde dönüştürücü etkiler yapan bilimsel cihazlardan biri olan teleskop, kuşkusuz bu anlamda ayrı bir öneme sahip. İnsanoğlu Galileo'nun gözlemleriyle başlayan 400 yılı aşkın süredir teleskoplarla içinde bulunduğumuz evreni keşfediyor. İşte bu yıl, uzaya gönderildiğinden bu yana sayısız keşfe olanak sağlayan bilim tarihindeki en özel teleskoplardan biri, *Hubble Uzay Teleskobu* 30 yaşını doldurdu. Gelin hem *Hubble*'a ve uzun geçmişine biraz daha yakından bakalım hem de evrendeki bazı nesnelerin *Hubble* sayesinde elde edilen pek çoğu büyüleyici güzellikteki görüntülerine göz atalım.





Adını öncü gökbilimci Edwin Hubble'dan alan *Hubble Uzay Teleskobu*, 1990'da yörüngeye yerleştirilmesinden bu yana gökbiliminde devrim niteliğindeki gelişmelere temel oluşturmuş büyük bir uzay gözlemevidir. *Hubble*, yağmur bulutlarının üzerinde, ışık kirliliğinden ve atmosferdeki bozucu etkilerden uzakta, pırıl pırıl bir evren manzarasına sahiptir. Bilim insanları *Hubble*'ı, Güneş Sistemimizdeki gezegenlerin yanı sıra şimdiye kadar görülebilmüş en uzak yıldızlardan ve galaksilerden bazılarını gözlemlemek için de kullandı. *Hubble Uzay Teleskobu*, karanlık madde ve enerji araştırmalarına katkı sunacak gözlemler de yaptı.

Hubble adı üretken bilimsel gökbilim araştırmalarıyla âdeta özdeşleşti. *Hubble* insanoğlunun merak duyusunun ve mühendislik dehasının bir sembolü hâline gelirken aynı zamanda bir gurur kaynağı ve uluslararası iş birliği için bir model teşkil ederek popüler kültürde yer etti. Oluşturduğu entelektüel dürtü ve bulgularının çarpıcı görsel güzelliği popüler bilim kültürünün önemli unsurlarından oldu. Ortaya koyduğu bilimsel bilgiler ise her yıl milyonlarca öğrencinin sınıf müfredatlarına, ders kitaplarına, müzelere ve dünya çapında basın organlarına konu oldu. *Hubble* görüntüleri sanat, dans, müzik, sinema ve moda alanlarında da gözle görülür etkiler bıraktı.



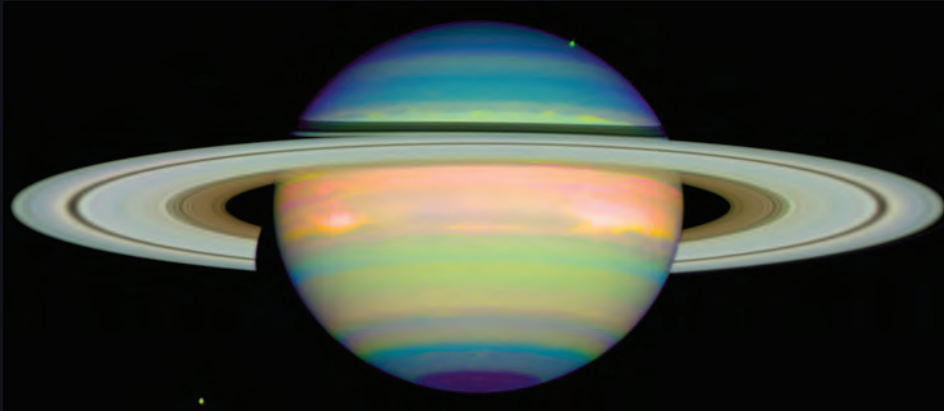
30 YIL, 30 GÖRÜNTÜ

Hubble'ın 30. yaş kutlamaları kapsamında NASA, *Hubble*'ın her yılı için o yıl elde ettiği ve o yıl yaş günü görseli olarak seçilmiş görüntüleri bir arada yayımladı. Birbirinden ilham verici bu görsellerin bir kısmını sizlerle *Bilim ve Teknik* sayfalarında paylaşmak istedik.

Yıldız Fabrikası 30 Doradus (2012)

Tarantula Bulutsusu'nun kalbinde yer alan 30 Doradus adlı yıldız üreme yatağının *Hubble* tarafından 2012'de alınan bu görüntüsünde birkaç milyon yıldız âdeta dikkat çekmek için birbiriyle yarışıyor. Tarantula Bulutsusu, keşfedildiği dönemde parıldayan iplikçikleri örümcek bacağına benzetildiği için bu adı aldı. 30 Doradus komşu bir galakside görülebilen en parlak yıldız oluşum bölgesi ve şimdiye kadar görülmüş en büyük kütleli yıldızlara ev sahipliği yapıyor. Bu görüntüdeki yıldızlar toplamda Güneşimizden milyonlarca kat daha büyük bir kütleye sahip. Görüntülenen bölgenin bir uçtan diğer uca uzanımı yaklaşık 650 ışık yılı. Görüntüdeki yıldızlar arasında, bilinen en hızlı dönen yıldızlardan biri ile bilinen en hızlı ve en büyük kütleli kaçan yıldızlardan bazıları da bulunuyor. Görüntü, birkaç bin yaşındaki ve hâlâ karanlık gaz kozasıyla sarılı hâlde bulunan embriyonik yıldızlardan süpernova patlamalarıyla genç yaşta ölen devasa yıldızlara, yıldız doğumunun aşamalarını gözler önüne seriyor. 30 Doradus milyonlarca yıldır çılginca bir hızla yıldız üreten bir yıldız fabrikası. *Hubble*'ın bu görüntüsü, yaklaşık 2 milyon yıldan yaklaşık 25 milyon yıla, farklı yaşlardaki yıldız kümelerini gösteriyor.

Kızılötesi Satürn (1998)



Hubble'ın bu 8. yaş kutlama görüntüsü, Satürn'den yansıyan kızılötesi ışığı suni olarak renklendirilmiş hâlde gösteriyor. Bu kızılötesi görüntü Satürn'ün atmosferindeki bulutlar ve pus hakkında ayrıntılı bilgiler sağlıyor. Buz parçacıklarından oluşan halkalar tıpkı görünür ışık fotoğraflarında olduğu gibi beyaz görünüyordu fakat sudan kaynaklı ışık soğurulması ton farklılıkları oluşturuyor. Satürn'ün iki uydusu, sol altta Dione ve sağ üstte Tethys de buzlu yüzeylerindeki farklı koşullardan dolayı farklı renklerde görülüyor.

Hubble'ın Hayat Hikâyesi

Hubble eski bir rüyanın hayata geçirilişini temsil ediyor. 1946 yılında, yani Sovyetler Birliği'nin ilk uydusunu fırlatmasından ve ABD'nin NASA'yı kurmasından bile önce, kuramsal fizikçi ve gökbilimci Lyman Spitzer ilk defa büyük bir uzay teleskobu fikrini ortaya atmıştı. Spitzer uzayda yer alacak bir gözlemevinin yeryüzünde yerleşik herhangi teleskopa göre çok daha geniş bir dalga boyu aralığında daha net görüntüler elde edebileceğini çünkü böyle bir teleskobun Dünya atmosferinin bulanıklaştırıcı ve filtreleyici etkilerinden muaf olacağını biliyordu. 1970'lerde başka bilim insanlarının da desteğiyle uzayda kurulacak bir gözlemevi fikrini gökbilim camiasına, halka ve ABD Federal Hükümeti'ne kabul ettirmeye çalıştı. Kongre NASA'nın bu iş için uluslararası iş birliği bulmasını şart koştu. 1976'da bilimsel cihazlardan birini, teleskobun güneş panellerini ve bilimsel operasyonlar için personel desteğini vaat eden ESA ile ortaklık kuruldu. Sonunda Kongre 1977 yılında uzay teleskobu projesinin başlatılması için onay verdi.

Teleskobun aynası 1981'de, tüm uzay aracının kurulumu ise 1985'te tamamlandı. *Hubble* 1990'da uzaya gönderildi. Ancak teleskobun ana aynalarından birinde ciddi bir hata olduğu anlaşıldı. Aynanın kenarı, olması gerekenden fazla düzdü ve bu da net görüntü elde edilmesini engelliyordu. Bunun üzerine NASA ve ESA araştırmacıları birlikte çalışarak bir düzeltici optik paketi hazırladı. Bu paket, Birinci Hubble Servis Görevi (SM1) adlı insanlı uzay görevi ile teleskoba takıldı ve sorun giderildi. 30 yıllık hizmeti süresince, beş adet insanlı servis görevi aracılığıyla teleskoba son teknoloji bilimsel cihazlar eklenerek *Hubble*'ın kabiliyetleri geliştirildi. Bu servis görevleri sırasında teleskobun eskiyen parçalarının daha üstün teknolojili olanlarla değiştirilmesi teleskobun ömrünü önemli ölçüde uzattı. *Hubble*'ın tüm bu onarımlara ve güncellemelere olanak tanıyan eşsiz tasarımı başarısının ardındaki en önemli

etmenlerden biri. Teleskoplar belirli bir dalga boyu aralığındaki ışığı algılayabilirler. *Hubble* için bu aralık oldukça geniştir ve morötesinden görünür ışığa, oradan da yakın kızılötesine uzanır. Bu dalga boyu aralığı *Hubble*'ın yıldızlara, galaksilere ve başka gök cisimlerine ait, tüm dünyada insanlara ilham veren ve evreni anlayışımızı değiştiren büyüleyici görüntüleri elde etmesine imkân sağladı. Evrenin genişlemesinin ve genişleme ivmesinin ölçülmesi, gökadalardan merkezlerinde süper kütleli karadelik-



lerin varlığıyla ilgili önemli kanıtların ortaya çıkarılması, başka yıldızların yörüngesinde dolanan bazı gezegenlerin atmosferlerinin özelliklerinin anlaşılması ve evrenin %97'lik kısmında evrenin geçmişine bakılarak yıldızların ve galaksilerin doğumlarının ve zaman içindeki değişimlerinin kaydının tutulması *Hubble*'ın en önemli başarılarından bazıları. Günümüzde *Hubble* bilimsel açıdan en yüksek performansını sergiliyor. Çektiği yüksek çözünürlüklü fotoğraflar ve elde ettiği veriler modern gökbilim

ders kitaplarını dolduruyor. *Hubble* şimdiye kadar toplam yaklaşık 47.000 gök cismine dair toplam 1,4 milyondan fazla gözlem yaptı. Keşiflerine ve gözlemlerine dayalı olarak 17.000'den fazla hakemli bilimsel yayın yapılması, bu teleskobun bilimsel açıdan gelmiş geçmiş en verimli uzay gözlemevi olduğu anlamına geliyor. *Hubble*'ın arşiv verileri gelecek nesillerin gökbilim araştırmaları için de malzeme sağlamaya devam edecek.



Kozmik Resif (2020)

Hubble'ın, su altı dünyasına benzetildiği için "Kozmik Resif" adı verilen 30. yıl görseli genç, enerjik ve büyük kütleli yıldızların doğum yerlerini güçlü rüzgârlar ve kavurucu morötesi ışınlama ile nasıl aydınlatıldığını ve şekillendirdiğini gösteriyor. NGC 2014 adlı büyük kırmızı bulutsu ve onun daha küçük mavi komşusu NGC 2020, Büyük Macellan Bulutsusu'ndaki bir yıldız oluşum bölgesinde yer alıyor. 163.000 ışık yılı uzakta bulunan Büyük Macellan Bulutsusu, gökadamızın uydu galaksilerinden biri. Kızılımsı NGC 2014'ün merkezindeki her biri Güneş'ten 10-20 kat daha büyük kütleli olan yıldızların oluşturduğu parlak kısım, etrafındaki gazı ısıtıp şekillendiren morötesi ışınlama ve yüklü parçacık rüzgârı yayıyor. NGC 2014'teki mavi bölgeler, morötesi ışık patlamasının yaklaşık 11.000°C'ye kadar ısıttığı oksijenin nasıl parladığını gösteriyor. Daha soğuk olan kırmızı gaz ise hidrojen ve azotun varlığına işaret ediyor. Sol alttaki mavi bulutsu Güneş'ten 200.000 kat daha parlak olan yalnız bir dev yıldız tarafından oluşturuldu. Bu bulutsunun gazı, söz konusu dev yıldız dış katmanlarından bazılarını atarken meydana gelen bir dizi patlama sırasında salındı.



Teknik Yapısına Dair

Hubble Uzay Teleskobu, Dünya çevresindeki bir yörüngeye yerleştirilen ve morötesinden yakın kızılötesine uzanan bir dalga boyu aralığındaki ışığı algılama yeteneğine sahip ilk gözlemevidir. 24 Nisan 1990'da *Discovery* uzay aracı ile yörüngeye yerleştirilen *Hubble* şu anda yeryüzünden yaklaşık 550 kilometre yükseklikteki yörüngesinde saniyede yaklaşık 8 kilometrelik bir hızla ilerliyor ve Dünya çevresinde her gün (her biri yaklaşık 95 dakika süren) 15 tur tamamlıyor.

Hubble'ın optik yapısı, Ritchie-Chretien Cassegrain türü bir tasarım olarak planlandı. Teleskobun ana ya da ilk aynasına vuran ışık, birincil aynanın üzerine sarkıtılan daha küçük ikincil bir aynaya yansıtılıyor. İkincil ayna da ışığı birincil aynanın ortasında yer alan bir delikten içeri gönderiyor ve ışık *Hubble*'ın alıcılarına (kameralar ve spektrograflar) girip kaydediliyor.



Monkey Head Bulutsusu (2014)

Hubble'ın birincil aynası sadece çok hassas biçimde cilalanmış olmakla kalmayıp 2,4 metrelik çapıyla muazzam miktarda ışık toplama kapasitesine sahiptir. *Hubble*, çıplak gözle görülebilen 10 milyon kat daha sönük nesneleri bile tespit edebilir. Ayrıca atmosferin bozucu etkilerinden uzakta, yeryüzündeki teleskoplardan çok daha berrak bir evren manzarasına sahiptir. *Hubble* gök cisimlerini sadece 0,05 açı saniyelik bir açısal çapla ayırt edebilir. Bu, 38 kilometrelik bir mesafeden 10 kuruşu ayırt edebilmeye denk bir hassasiyettir. Bu çözünürlük, yeryüzündeki teleskoplarla tipik olarak elde edilebilenden 10 kat daha üstündür. Yüksek çözünürlüğü sayesinde *Hubble*, yıldızların çevresindeki toplanma disklerini ya da aşırı derecede uzak gökadalardan çekirdekleri gibi yapıların yerini saptayabilir.

Ayrıca *Hubble* atmosferin üzerinde dolandığı için yere yerleşik teleskoplara göre elektromanyetik tayfın daha geniş bir aralığında gözlem yapabilir. Zira yeryüzündeki



teleskoplar dünyaya gelen ışığın atmosfer tarafından çeşitli dalga boylarında soğurulmasından muzdariptir. Bu yüzden gökbilimciler *Hubble*'ı evrendeki farklı nesnelerin ve yapıların doğasının anlaşılmasında daha bütüncül bir bakış açısıyla kullanabiliyor.

Hubble'ın gözlemleri aynı zamanda öngörülebilir şekilde tutarlıdır. Teleskobun görüş şartları günden güne ya da yörüngeden yörüngeye farklılık göstermez. Bu yüzden gökbilimciler bir hedefe daha sonra, her seferinde aynı kalitede görüntü elde edebileceklerini bilerek tekrar yönelebiliyor. Bu optik kararlılık gök cisimlerinin minik hareketlerini ya da başka küçük değişimlerini belirlemek açısından son derece önemli. Gözlem şartlarının hava durumuna göre değiştiği ve elde edilen görüntülerin kalitesini doğrudan etkilediği yeryüzündeki gözlemevlerinde ise durum bundan farklıdır.



NASA ilerleyen zamanda *Hubble*'ı 2021'de uzaya göndermeyi planladığı *Webb* (*James Webb Uzay Teleskobu*) ile eşzamanlı olarak kullanmayı amaçlıyor. *Webb* şimdiye kadar inşa edilip uzaya gönderilmiş en büyük, en güçlü ve en karmaşık uzay teleskobu niteliğini taşıyacak.



Westerlund 2 (2015)

Hubble'ın 25. yılını şerefleştiren bu görüntünün merkezdeki parlak kısmında 3000 yıldızdan oluşan Westerlund 2 adlı dev bir yıldız kümesi görülüyor. Westerlund 2, Gum 29 olarak bilinen yıldız oluşum bölgesinde yer alıyor. Sadece yaklaşık 2 milyon yaşındaki bu dev yıldız kümesi gökadamızın en sıcak, en parlak ve büyük kütleli yıldızlarından bazılarını barındırıyor.



Kızılötesi Işıktaki Horsehead Bulutsusu (2013)

Bu *Hubble* görüntüsünde amatör gökbilimciler arasında popüler bir hedef olan Horsehead Bulutsusu kızılötesi dalga boylarında görülüyor. Görünür ışık dalgaboylarında gölgeli görünen bulutsu, kızılötesi dalgaboylarında şeffaf ve uhrevi bir görüntü sergiliyor. Görüntü farklı dalgaboylarına farklı renkler atanarak suni olarak renklendirilmiş.



Jüpiter ve Uydusu Io (1999)

Hubble, Jüpiter'in uydusu Io'yu gezegenin devasa yüzeyinin önünden geçip gölgesini onun üzerine düşürdüğü bir anda gösteren bu görüntüyü, Io'daki volkanik dumanları görüntülemeye çalışırken yakaladı. Bu, ikilinin *Hubble*'ın 9. yaş günü şerefine yayımlanan üç etkileyici görüntüsünden biriydi.



Cone Bulutsusu (2002)

Bu görüntü Cone Bulutsusu'nun, diğer adıyla NGC 2264'ün en üst 2,5 ışık yılı uzunluğundaki kısmını gösteriyor; bu Dünya'dan Ay'a 23 milyon gidiş gelişe denk bir uzunluk. Bulutsunun tamamıysa 7 ışık yılı uzunluğunda. Görüntünün tepe noktasının da ardında kalan sıcak genç yıldızlardan gelen ısıyı milyon yıllar içinde aşındırmış.

M82 Gökadası (2006)

Bu görüntüdeki gibi kızılötesi dalgaboylarında pırıl pırıl parlayan M82 ya da diğer adıyla Cigar gökadası, yıldız oluşumu etkinliğiyle tanınıyor. Cigar gökadası komşusu olan M81 gökadasıyla kütleçekimsel etkileşimler yaşıyor ki bu da sıradışı ölçüde yüksek bir yıldız oluşum oranına sahip olmasına neden oluyor. Gökadanın merkezinde bizim gökadamızın tamamında gerçekleşenin 10 katı hızda genç yıldız oluşumu gerçekleşiyor. Bu yeni doğan yıldızlardan gelen ısıtım ve enerjik parçacıklar ortamdaki gazı şekillendiriyor ve sonunda ortaya çıkan galaktik rüzgar milyonlarca yıldız oluşturmaya yetecek kadar gaz sıkıştırıyor. Bu gökadamdaki yüksek yıldız oluşum hızı nihayetinde kendi kendini sınırlayan bir hâl alacak. Yıldız oluşumu fazla yoğun hâle geldiğinde bu durum daha fazla yıldız için gerekli malzemenin tükenmesine ya da yok olmasına neden olacak. O zaman, muhtemelen birkaç on milyon yıl sonra bu yüksek hızlı yıldız oluşumu duracak. M82'nin bu çarpıcı *Hubble* görüntüsü, farklı dalgaboylarında yapılan gözlemlerin bir araya getirilmesiyle oluşturuldu. Görüntüdeki kırmızı renk, yoğun yıldız oluşum etkinliğine işaret eden hidrojeni ve kızılötesi ışığı temsil ediyor. Mavi ve yeşilimsi sarı renkler ise görünür ışık dalgaboylarını temsil ediyor.



Kaynaklar

K. Hartnett ve J. Jeletic editörlüğünde, Hubble: An Overview of the Space Telescope, National Aeronautics and Space Administration (NASA) Yayınları, 2018-05-206-GSFC, 2018.
<https://www.nasa.gov/sites/default/files/atoms/files/hstoverview2019.pdf>
https://www.nasa.gov/sites/default/files/atoms/files/hst_overview_fact_sheet.pdf
https://www.nasa.gov/mission_pages/hubble/about
<https://www.nasa.gov/content/hubbles-30th-anniversary>

Egzotik Parçacıklar İçeren Atom Çekirdekleri

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

Atom çekirdeklerinde bulunan protonlar ve nötronlar (nükleonlar), baryonlar denilen parçacıklara örnektir. Her bir baryon, kuark olarak adlandırılan temel parçacıklardan üç tanesinin bir araya gelmesiyle oluşur. Altı tür kuark vardır: yukarı, aşağı, acayip, tılsım, alt ve üst. Bu kuarkların en düşük kütleli ve en kararlı olanları yukarı ve aşağı kuarklardır. Diğer kuarklarsa hem daha büyük kütleli hem de kararsızdırlar. Bu yüzden kısa süre içinde bozunarak daha düşük kütleli kuarklara dönüşürler.

Atom çekirdeklerinde bulunan protonlar ve nötronlar (nükleonlar), baryonlar denilen parçacıklara örnektir. Her bir baryon, kuark olarak adlandırılan temel parçacıklardan üç tanesinin bir araya gelmesiyle oluşur.

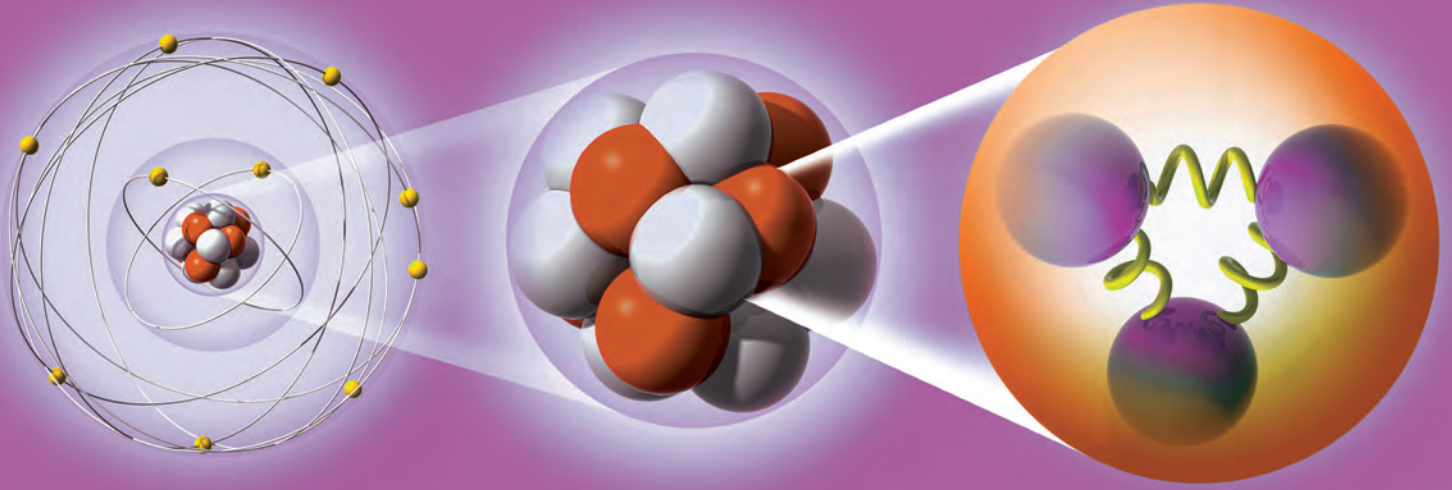
Altı tür kuark vardır: yukarı, aşağı, acayip, tılsım, alt ve üst. Bu kuarkların en düşük kütleli ve en kararlı olanları yukarı ve aşağı kuarklardır. Diğer kuarklarsa hem daha büyük kütleli hem de kararsızdırlar. Bu yüzden kısa süre içinde bozunarak daha düşük kütleli kuarklara dönüşürler.

Protonlar ve nötronlar, yukarı ve aşağı kuarklardan oluşur. Diğer kuarklar da bir araya gelerek başka türde baryonlar meydana getirirler. Ancak bu parçacıklar da kendilerini meydana getiren kuarklar gibi kararsızdır. Kısa süre içinde bozunarak daha küçük kütleli baryonlara dönüşürler. Parçacık fizikinin standart modeline göre tamamen kararlı olan tek baryon protondur. Çünkü baryon grubu parçacıklar arasında en küçük kütleli olanıdır. Bu yüzden bozunarak daha küçük kütleli başka bir baryona dönüşmesi mümkün değildir.

Uzun süredir parçacık fizikçilerinin üzerine çalışmaları yaptığı bir konu, yukarı ve aşağı kuarkların yanı sıra acayip kuark da içeren baryonlardan (hiperonlardan) oluşan hiper atom çekirdekleri. Bugüne kadar yapılan çalışmaların büyük çoğunluğu



Altı tür kuark vardır:
yukarı (u: up), aşağı (d: down), tılsım (c: charm),
acayip (s: strange), üst (t: top), alt (b: bottom).

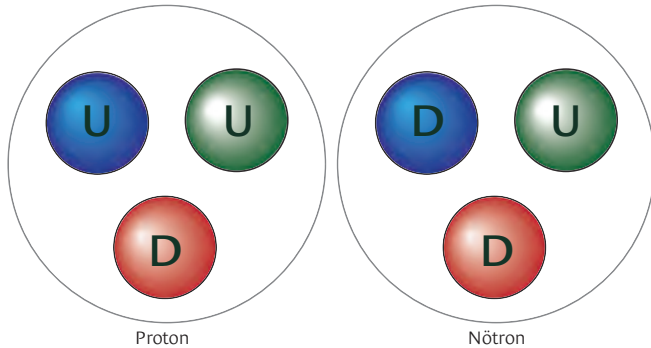


tek bir acayip kuark içeren hiperonlar bulunan atom çekirdeklerine odaklanmış durumda. Ancak iki acayip kuark içeren hiperonlar (Xi hiperonları) ve bu hiperonları içeren atom çekirdekleri de mümkün.

Bugüne kadar 14 nükleon ve bir Xi hiperonundan oluşan sadece bir hiper atom çekirdeği üretilebilmişti. Xi hiperonlarını içeren daha küçük atom çekirdeklerinin oluşmasının mümkün olup olmadığına bilinmiyordu. Japonya'daki RIKEN Nishina Merkezinde çalışan bir grup araştırmacı kuramsal çalışmalar yaparak bu soruya bir cevap aradılar. Araştırmacıların hiperon-

lar ile nükleonlar arasındaki etkileşimleri modelleyerek yaptıkları hesaplara göre, üç nükleon ve bir Xi hiperonundan oluşan bir hiper atom çekirdeğinin oluşması mümkün. Bu hiper atom çekirdeği, iki proton ve bir nötrondan oluşan Helyum-3 izotopuna bir Xi hiperonu eklenmiş bir atom çekirdeği olarak da düşünülebilir. Öte yandan, araştırmacıların yaptıkları tahminlere göre bir Xi hiperonu içeren, daha düşük kütleli bir hiper atom çekirdeğinin oluşmasıysa mümkün değil.

Tahminlere göre üç nükleon ve bir Xi hiperonundan oluşan hiper atom çekirdeği parçacık hızlandırıcılarda üretilip tespit edilebilecek kadar uzun ömürlü olabilir. Ayrıca nötron yıldızları içindeki koşulların da Xi hiperonları içeren hiper atom çekirdeklerinin oluşmasına imkân verebileceği düşünülüyor. ■



Protonlar iki yukarı ve bir aşağı kuarktan, nötronlar ise iki aşağı ve bir yukarı kuarktan oluşur.

Kaynak

Hiyama, E., ve ark., "Possible Lightest Ξ Hypernucleus with Modern ΞN Interactions", *Physical Review Letters*, Cilt 124, s. 92501, 2020.

Tekno-Yaşam

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

İnternet Aramalarından Pandemi Takibi

Bir sıkıntımız olduğunda önce Dr. Google’a sormak alışkanlık hâline geldi. Her ne kadar uzmanlar, bir derdiniz varsa doktora görünün dese de arama motorlarında yaptığınız bu araştırmalar toplum sağlığı açısından faydalı da olabilir. Bilim insanlarının yayımladığı bir makaleye göre, COVID-19’la ilgili semptomların aranma sıklığına bakılarak pandeminin gidişatıyla ilgili 14 gün öncesinden kestirimlerde bulunmak mümkün. Yani Google’da ve sosyal medya sitelerinde yapılan “başım ağrıyor” ve “koku alamıyorum” gibi aramaları çeşitli istatistiksel yöntemlerle yorumlayarak pandeminin yayılma oranı hesaplanabilir. Bu gibi araştırmalar geçmiş verilerde başarılı sonuçlar verdi. Üstelik bu bilgiler ilgili kamu kurumlarının elindeki diğer bilgilerle birlikte kullanıldığında çok daha anlamlı sonuçlar da verebilir. Elbette zaman içerisinde insanlar bilgilendikçe bu sözcüklerin internette aranma sıklığı düşecektir. Örneğin “yüksek ateş” tamlamasının Türkiye’de aranma oranına baktığımızda mart ayında yükselişe geçtiğini ancak bugünlerde pek yüksek olmadığını görüyoruz. Öte yandan “koku alamama” araması martta yükselmiş sonra düşmüş, bugünler-

deyse tekrar yükselmiş. İnsanlar yüksek ateş ile COVID-19’u doğrudan ilişkilendirdiğinden olsa gerek artık internette aramıyorlar. Elbette kullanılacak algoritmalar böylesi durumları hesaba katacak şekilde geliştirilebilir. Bu gibi farklı veri kaynaklarının birlikte kullanılmasıyla kısa ve orta vadeli tahminler yapan yazılımlar gelecekte çokça kullanılacak olsa da yeterince test edilmeyen algoritmaların yanlış yönlendirebileceğini de unutmamak lazım.

<https://arxiv.org/abs/2007.00756>



Dijital Fidye Saldırıları Devam Ediyor

Bilgisayarınıza bulaşan bir virüsün bütün dosyalarınızı şifreleyerek erişilmez hâle getirmesi, sonrasında dosyaların açılması için de sizden yüklü bir fidye istenmesine dijital fidye saldırısı (ransomware attack) deniliyor. Dijital fidye saldırıları son yıllarda artış içerisinde. Önce-leri daha çok son kullanıcıları hedef alan saldırılar, şimdilerde daha çok büyük firmalara yönelmiş durumda. Akıllı saat markası Garmin'in sunucularına yapılan saldırı sonucunda şifrelenen dosyaların açılması için bilgisayar korsanları firmadan 10 milyon dolar talep ediyor. Bu saldırıların devam etmesinin nedeni işe yaraması. Birçok firma verilerini kurtarmak için milyonlarca dolar

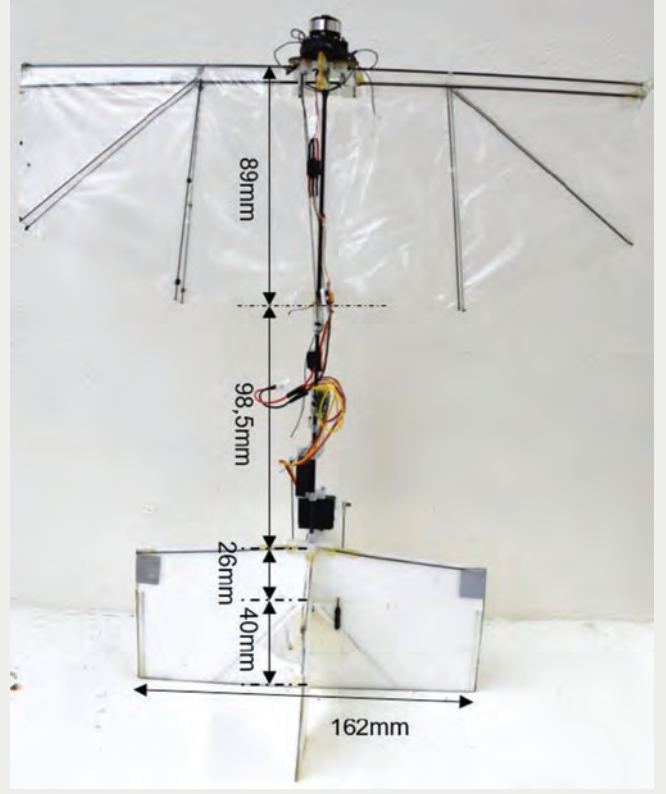
ödemeyi kabul ediyor. Bazı uzmanlar bu tür fidye saldırılarına ödenen paranın yıllık 25 milyar doları bulunduğunu söylüyor. Hâl böyle olunca da saldırıların sıklığı ve şiddeti her geçen gün artıyor. Bu saldırılar sadece verilerin şifrelenmesiyle sınırlı kalmıyor kimi zaman saldırı-ganlar hassas verilerin internet üzerinden paylaşılmasıyla da tehdit ediyor. Birçok kurum ve kuruluş bu tür saldırılara karşı önlem almaya çalışıyor. Örneğin, ABD hükümeti Hack-a-Sat adlı dijital güvenlik yarışmasında katılımcıların 48 saat içerisinde uydulardan birini hack-lemesini istiyor. Başarılı olan ekibe 50.000 dolar ödül verilecek bu yarışmada asıl amaç kötü niyetli kişiler saldırımadan güvenlik açıklarının tespit edilerek kapatılması. Bu gibi saldırılardan korunmak için verilerin farklı bir ortamda sık sık yedeklenmesi ve hassas bilgilerin daha güvenli şekilde tutulması gerekiyor.

<https://bit.ly/fidye-sal>



Kanat Çırpan Drone

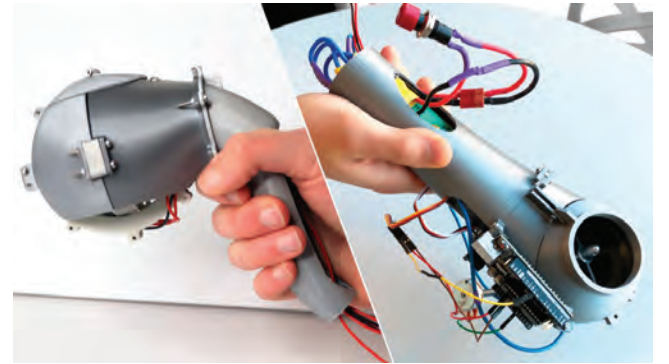
Leonardo da Vinci bundan 500 yıl önce “ornithopter” adı verilen kanatlı uçağın çizimlerini yapmıştı. *Science Robotics* dergisinde yayımlanan bir makaleye göre Singapur, Avusturalya, Çin ve Tayvan’daki üniversitelerden bilim insanları benzer bir modeli uçurmayı başardı. Kuşlardan ilham alınarak geliştirilen kanatlı drone, pervaneli olanlara göre %40 daha verimli çalışıyor. Ornithopter adı verilen cihaz 4 kanadını çırparak hareket ediyor. Böylece normal drone’lara göre daha karmaşık hareketler yapabiliyor -üstelik kapalı alanlarda güvenle kullanılabilir. Benzer özelliklerdeki kanatlı hava araçları daha çok dış ortamda kullanılıyor. Rüzgâr oluşturarak etrafa zarar vermediği için iç ortamda kullanılmaya uygun olan bu araç, havalandırma kanallarının kontrolü ya da seralarda polenleme gibi amaçlarla kullanılabilir. Geliştirmesi devam eden araca otomatik hareket etme, dengeli yük taşıma gibi işlevlerin eklenmesine çalışılıyor. Ornithopter’in uçuşunu gösteren bir videoyu izlemek için https://youtu.be/JZeVP-_bAq4 adresini ziyaret edebilir ya da yandaki kare kodu akıllı cihazınızdaki barkod okuyucuya okutabilirsiniz.



<https://bit.ly/robot-kus>

Elektronik Rehber Köpek

Görme engellilere rehberlik eden eğitilmiş köpekler günlük hayatta çok faydalı olsa da hem eğitimleri zor hem de köpek beslemek herkes için uygun olmayabiliyor. İngiltere Loughborough Üniversitesi öğrencisi Anthony Camu tarafından geliştirilen Theia adlı cihaz, tıpkı bir rehber köpek gibi çalışarak görme engellilerin yol bulmasını kolaylaştırıyor. İçerisinde bulunan sensörler ve jiroskop yardımıyla gidilmesi gereken yöne doğru titreşerek engelli kişiyi yönlendiriyor. Oyun konsollarından ilham alınarak geliştirilen sistem henüz prototip aşamasında olsa da umut vaat ediyor. Theia’yı tanıtan bir videoyu izlemek için <https://youtu.be/GHGBcwWWNOS> adresini ziyaret edebilir ya da yandaki kare kodu akıllı cihazınızdaki barkod okuyucuya okutabilirsiniz.



<https://bit.ly/theia-rehber>

OpenAI GPT-3 Yapay Zekâ Yazılımı Teste Hazır



“Londralıların ilgisini çekmeyi başaran nadir sosyal yaşam şeklinin Twitter olması çok ilgi çekici. Yıllık iznimde gittiğim sahilde herkesin kafese konulmuş kuş gibi tweet attığını gördüğümde çok şaşırmıştım.” GPT-3’e “Twitter’ın Önemi” başlıklı Jerome K. Jerome adlı yazarı taklit eden bir yazı yaz dediğinizde ortaya böyle bir metin çıkıyor. Birçok firmanın destekçisi olduğu OpenAI yapay zekâ laboratuvarının geliştirdiği GPT-3 görüldüğü gibi gayet başarılı sonuçlar sunuyor. Daha çok gerçekçi metinler üretmeye yönelik geliştirilen ve 175 milyar parametreyle eğitilen sistem verilen bir konuyla ilgili farklı tarzlarda cümleler kurabiliyor. Hatta cümle kurmanın da ötesine geçerek, hikâyeler, şarkı sözleri, basın bültenleri ve teknik dokümanlar yazabiliyor, yazarları taklit edebiliyor, hatta basit düzeyde yazılım kodları üretebiliyor.

Twitter’da #gpt3 hashtagi birçok örnek ve tartışma barındırıyor. GPT-3 hayli başarılı olsa da çuvalladığı durumlar da

var. Özellikle üst üste birkaç soru sorarak zekâsını sorguladığınızda hayal kırıklığına uğrayabiliyorsunuz. Kimileri GPT-3’ü derse çalışmadan, konuyu anlamadan laf kalabalığıyla sınavı geçmeye çalışan tembel öğrenciye benzetiyor. İlk okuduğunuzda anlamlı gelse de birazcık dikkatli baktığınızda metinlerin genel geçer bilgiler, yarım yamalak rakamlar ve bazı yalanların bir araya gelmesiyle oluşturulduğu ortaya çıkıyor. Zaten GPT-3’ün de aksi bir iddiası yok. Daha çok metin üretme üzerine odaklanmış bir yazılım olduğu için internetteki sayısız metni işleyip kendine büyük bir literatür oluşturmuş. GPT-3 ilgi çekici olsa da henüz dünyayı değiştirecek düzeyde değil. GPT-3’ü test etmek isteyenler ön talepte bulunabilir. Yazılımın yıl sonunda ticari olarak kullanıma açılması planlanıyor.



<https://bit.ly/gpt-3-ai>

Makale: <https://arxiv.org/abs/2005.14165>

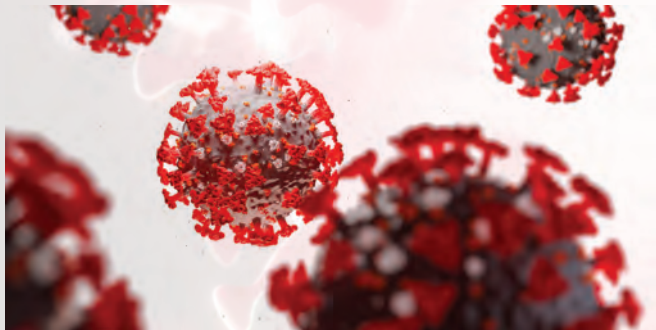
Test Başvurusu: <https://openai.com/blog/openai-api/>

Koronavirüs Nasıl Çalışıyor?

Koronavirüs aylardır tüm yaşamımızı altüst etti. Bilim insanı olmasak da hayatımızı bu kadar etkileyen virüsü daha yakından tanımak istiyoruz. *Scientific American* dergisi koronavirüsün yapısını, vücuda tutunma şeklini, vücudun virüse verdiği tepkileri, ilaç ve aşı çalışmalarını 3 boyutlu görseller ve animasyonlarla anlatan güzel bir web sitesi hazırladı. Virüsün neden bu kadar etkili olduğunu anlamayı kolaylaştıran bu siteyi incelemenizi tavsiye ederiz: <https://bit.ly/3d-koronavirus>.

Ayrıca COVID-19 vakalarının Türkiye’deki ve Dünya’daki seyrine ilişkin en güncel ve güvenilir bilgilere, klinik çalışmalara, bilimsel kaynaklara, ülkemizdeki bilim insanlarına ait bilimsel çalışmalara, korunma ve tedavi yöntemlerine TÜBİTAK’ın hazırladığı COVID-19 Türkiye Web Portalı’ndan erişebilirsiniz.

Bunun için <https://covid19.tubitak.gov.tr/anasayfa> adresini ziyaret edebilir ya da aşağıdaki kare kodu akıllı cihazınızda ki barkod okuyucuya okutabilirsiniz.



Yeni ilaç Moleküllerini Elde Etmek Kolaylaşıyor

Dr. Tuncay Baydemir [TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi

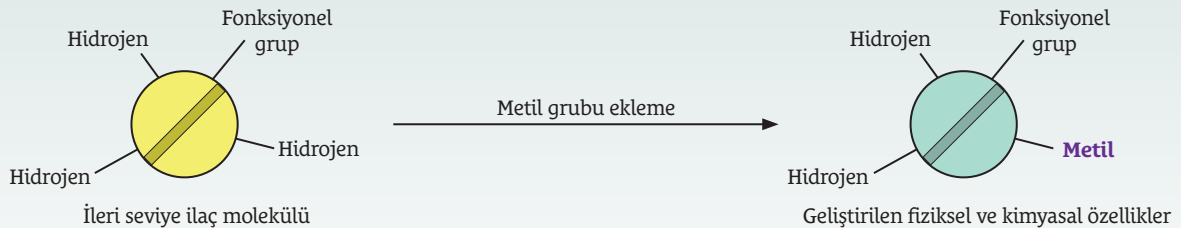
İlaçlarda kullanılan öncü bileşiklerin seçici işlevselleştirme yöntemiyle daha yüksek potansiyelli ilaçlara dönüştürülmesi ilaç özelliklerinin geliştirilmesine yardımcı ve yeni ilaçların bulunmasını kolaylaştırıcı bir yöntem olarak biliniyor. Yapılan yeni bir çalışma ile karmaşık yapılu ilaç türevi moleküllerin elde edilmesinin ileri aşamalarında C-H metilasyonunun [C-H (karbon-hidrojen) bağındaki H atomu yerine -CH₃ (metil grubu) eklenmesi] kobalt bazlı katalizör kullanılarak gerçekleştirilebildiği bildirildi.

Tıbbi kimyada “sihirli metil etkisi” diye bilinen bu olgu, özellikle ilaç geliştirirken karmaşık yapılarıdaki büyük moleküllere metil grubu eklenerek ilaç türevlerinin sentezlenebilmesi için büyük önem taşıyor. İlaç sentezleme sürecinin ileri aşamalarında bu işlem oldukça zor bir hâl alıyor. Yapılan çalışmada araştırmacılar bu zorluğun üstesinden gelmeyi başarmış görünüyor.

Moleküllerdeki bu dönüşüm bor temelli bir metil grubu kaynağına dayanıyor ve geniş bir uygulama kolaylığı sağlıyor. Bunun için farklı tepkime koşullarında çeşitli fonksiyonel gruplar üzerinde deneyler gerçekleştirildi ve tepkime düzeyleri tespit edildi.

Yöntem sayesinde piyasada bulunan pek çok doğal ve yapay ilacın etken madde moleküllerine herhangi bir ön işlevlendirme veya koruma uygulamaya ihtiyaç duymadan öngörülebilir bir şekilde metil grubu eklenebildiği gösterildi. Moleküldeki bu küçük değişimin ilaç özelliklerini önemli ölçüde geliştirmek için kullanılabileceği de fizikokimyasal ve biyolojik testlerle doğrulandı.

Bir ilaç molekülünde küçük bir düzenleme bile o ilacın biyolojik aktivitesi, toksisitesi ve çözünürlüğü gibi pek çok özelliğinde gelişmelere yol açabiliyor. İlaç tasarım ve geliştirme sürecinde bu



Sihirli Metil Etkisi. C-H metilasyonu sonucunda ilaç özelliklerinde önemli değişiklikler gözleniyor.



aşamalar genellikle oldukça zor, zaman alıcı ve yüksek maliyetli adımlar. Bu nedenle ilaç adayı olan bir molekülün karbon-hidrojen (C-H) bağlarının metal katalizör yardımıyla işlevsel hâle getirilmesi ilaç endüstrisi için büyük öneme sahip. Böylece moleküler çeşitlilik daha kolay bir şekilde sağlanabileceği gibi daha az zamanda, daha düşük maliyetlerle ve daha az atık üreterek hedeflere ulaşmak mümkün olabilir. Burada üstesinden gelinmesi gereken asıl sorun, karmaşık ilaç benzeri moleküllerde tepkimenin kontrollü bir şekilde gerçekleştirilmesi ve molekülün işlevselliğinin sadece istenilen bölgede sağlanması idi.

Nature Chemistry'de yayımlanan çalışmaya göre, Stig D. Friis ve arkadaşları ilaç molekülleri sentezleme-

nin ileri aşamalarında kobalt katalizörü kullanarak seçici bir şekilde C-H metilasyonu gerçekleştirdi. Bu yöntemle mevcut ilaçların özellikleri geliştirilebileceği gibi yeni karmaşık moleküller elde etmenin yolu da açıldı.

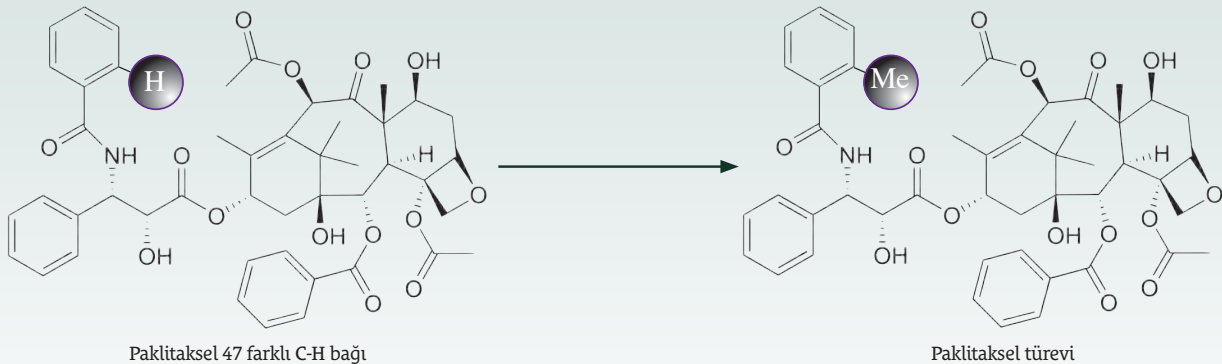
Geliştirilen metodoloji biyolojik olarak bir dizi aktif molekül ve farmasötik bileşen üzerinde denendi ve bu moleküllerin metillenmiş türevleri seçici ve öngörülebilir şekilde elde edildi. Örneğin, özellikle kanser tedavilerinde kullanılan oldukça karmaşık paklitaksel molekülünde bulunan 47 adet C-H bağından bu yöntemle seçici bir şekilde sadece bir tanesinde metilasyon işlemi başarılı bir şekilde gerçekleştirildi. Ayrıca yöntem daha önce bildirilen dokuz adımlı sentez yöntemine kıyasla zaman ve kaynak bakımından da avantajlar sunuyor.

Araştırmacılar bu çalışmalarıyla moleküler dönüşümü kolaylaştırmakla kalmayıp aynı zamanda yeni öncü ilaç adaylarının kolay bir şekilde elde edilmesini de mümkün kıldı. Çalışmanın hem sağlık sektöründe hem de zirai kimyasal endüstrilerinde önemli uygulamalar bulması bekleniyor. ■

Kaynaklar

Friis, S.D., Johansson, M.J. ve Ackermann, L., "Cobalt-catalysed C-H methylation for late-stage drug diversification", *Nature Chemistry*, 12, 511-519, 2020.

Wencel-Delord, J., "Decorating and diversifying drugs", *Nature Chemistry*, 12, 505-506, 2020

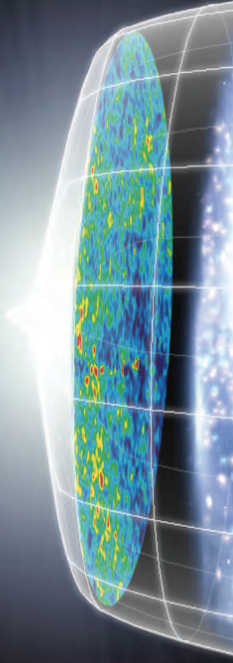


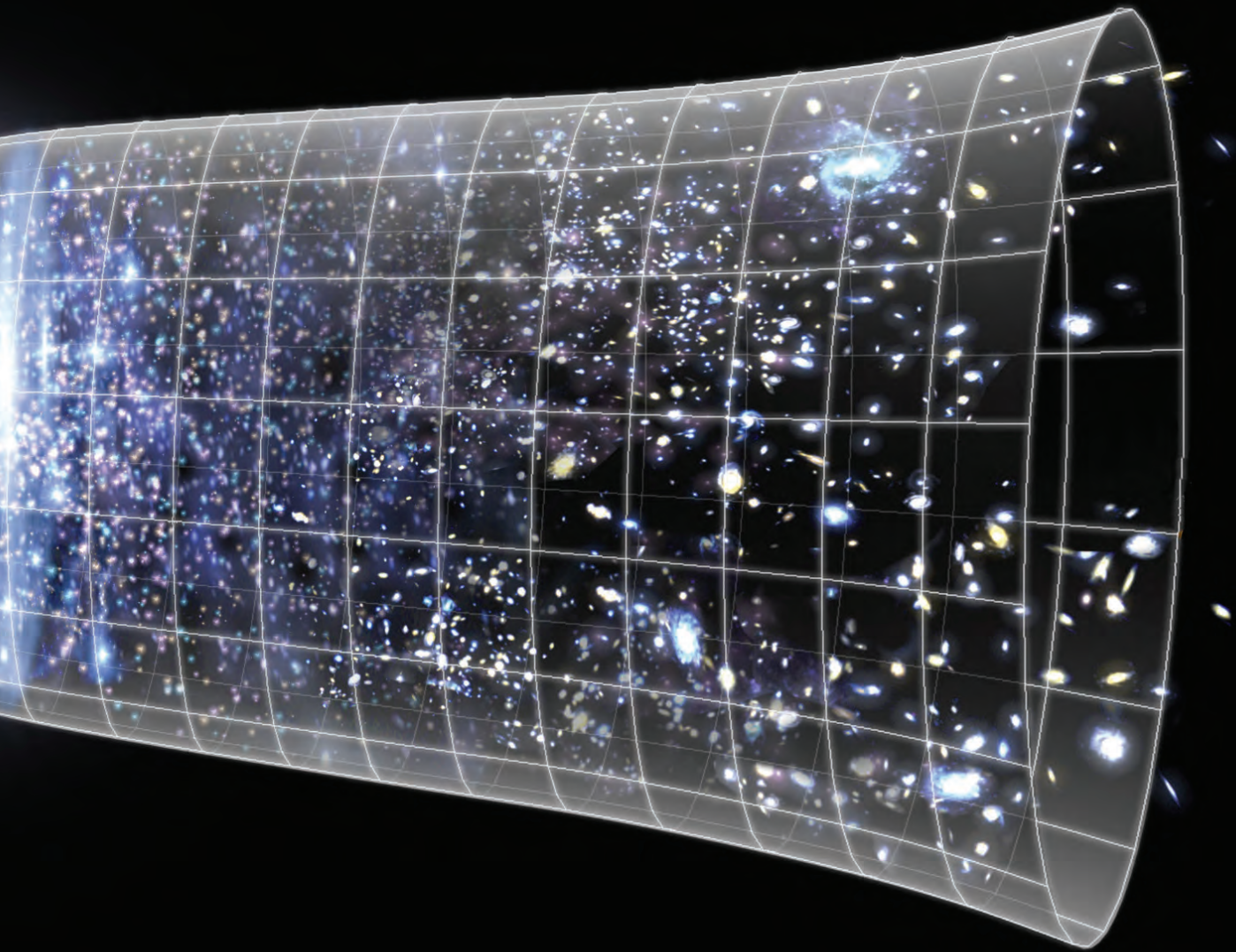
Özellikle kanser tedavilerinde kullanılan oldukça karmaşık paklitaksel molekülünde ($C_{47}H_{51}NO_{14}$) metilasyon işlemi seçici bir şekilde gerçekleştirilebiliyor ($Me = CH_3$).

Kozmik Soğuk Bölge

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

Kozmik ardaan ışımasında sıcaklığı ortalamanın çok altında olan bir bölge var. Bu kozmik soğuk bölge, gökkürede o kadar büyük bir alan kaplıyor ki varlığını sadece rastlantısallıkla açıklamak çok zor. Bugüne kadar öne sürülmüş pek çok hipotez olsa da kozmik ardaan ışımasında gözlemlenen bu aşırı soğumanın nasıl ortaya çıktığı hâlâ açıklanmayı bekliyor.



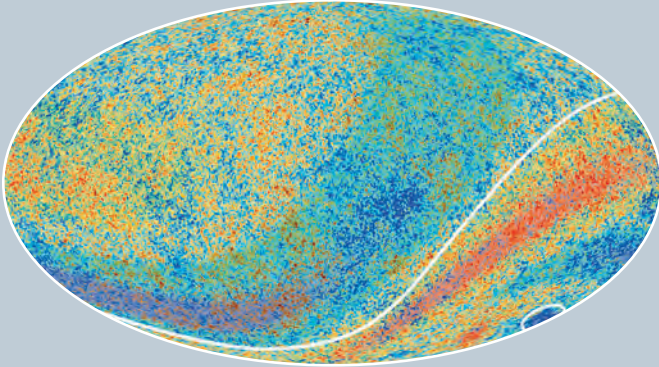


Büyük Patlama ve Kozmik Ardalan Işıması

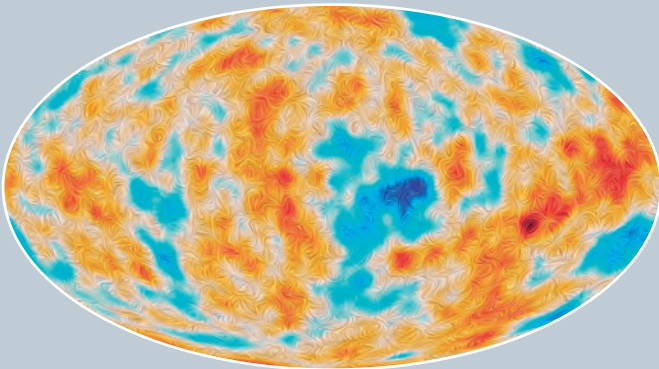
Büyük Patlama olarak adlandırılan, evrenin başlangıcını ve zamanla gelişimini açıklayan kozmolojik modele göre, bugün gözlemlediğimiz evren yaklaşık 13,8 milyar yıl önce meydana gelen Büyük Patlama'nın sonucudur.

Büyük Patlama'yı günlük hayatta aşına olduğumuz patlamalara benzetmek yanlış olur. Bir bomba ya da gaz patlamasının aksine Büyük Patlama bir merkezden dışa doğru değildir, esasen uzayın zaman içinde giderek genişlemesini ifade eder. Zaten büyük patlama düşüncesi de ilk olarak 1930'larda Edwin Hubble'ın gökyüzünde hangi yöne bakarsanız bakın istisnasız tüm uzak gök cisimlerinin Dünya'dan giderek uzaklaşmakta olduğunu fark etmesinden sonra ortaya atılmıştı.

Başlangıçta evren çok yoğun ve sıcaktı. Yüksek enerjili fotonlar sürekli madde ve anti-madde parçacıklarını oluşturuyordu. Zamanla evren genişledikçe yoğunluk, sıcaklık ve fotonların enerjisi giderek azaldı. Büyük Patlama'dan yaklaşık 380 bin yıl sonra kritik bir aşamadan geçildi. Evren, bu tarihten önce hidrojen, helyum ve lityum gibi ufak atomların çekirdeklerinden, elektronlardan ve fotonlardan oluşan bir plazma hâlindeydi. Atom çekirdekleri ve elektronlar bir araya gelerek nötr atomları oluştursalar bile bu atomlar kısa süre içinde yüksek enerjili fotonlar tarafından parçalanıyordu. Ancak Büyük Patlama'dan 380 bin yıl sonra evrenin ortalama sıcaklığı 3000 Kelvin'in altına düştü ve fotonların enerjisi kararlı atomları parçalamaya yetmemeye başladı. Bu tarihten sonra kararlı nötr atomlar oluşmaya ve Büyük Patlama'dan arda kalan ışık evreni serbestçe dolaşmaya başladı. Bugün evrende hangi yöne bakarsanız bakın bu kozmik ardalan ışımasını görürsünüz. Ancak bunun için sıradan teleskoplarla değil, insan gözünün algılayamadığı mikrodalga ışığa duyarlı özel teleskoplarla bakmanız gerekir. Çünkü günümüzde kozmik ardalan ışımasının sıcaklığı evrenin genişlemesi sebebiyle 2,7 Kelvin'e kadar düşmüştür. Kozmik ardalan ışımasının varlığı, Büyük Patlama modelini destekleyen en önemli kanıtlardan biri olarak görülüyor.



Kozmik ardalan ışımasında sıcaklığı ortalamanın çok altında kalan bir bölge var.



Kozmik ardalan ışımasının polarizasyon grafiği. Sıcaklık grafiğinin aksine polarizasyon grafiğinde herhangi bir anormallik görülüyor.



Kozmik ardalan ışıması evrenin bebeklik zamanları hakkında bilgi taşır. İlk bakışta mükemmel bir karacişim ışımasına benzer: sabit sıcaklıktaki bir cisim tarafından yapılan, her yönde mükemmel istatistiksel dağılım gösteren bir ışıma gibidir. Ancak kozmik ardalan ışımasına mikrokelfvin ölçeğinde bakıldığında sıcaklık dağılımında az da olsa salınımlar görülür. Bu düzensizlikler, evrenin ilk zamanlarındaki madde dağılımındaki düzensizlikler hakkında bilgi taşır.

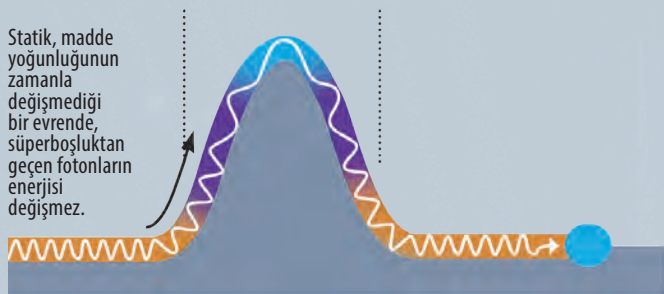
Bugün evrendeki madde yoğunluğunun belirli bölgelerde daha yüksek belirli bölgelerdeyse daha düşük olmasının kökeninde Büyük Patlama'dan hemen sonraki madde dağılımındaki düzensizlikler yatar. Kuantum salınımlarının sebep olduğu ufak yoğunluk farkları genişlemeye birlikte giderek büyümüş ve zaman içinde evrendeki madde dağılımının bugünkü hâlini almasına sebep olmuştur. Eğer Büyük Patlama'dan he-

men sonra madde dağılımı homojen olarak kalsaydı evrendeki gökadalardan yıldızların, gezegenlerin dağılımı bugünkü gibi olmazdı. Kozmik ardalan ışımasındaki sıcaklık salınımları da evrenin ilk zamanlarındaki madde dağılımı hakkında bilgi verir. Çünkü genel görelilik kuramına göre, kütleçekim alanlarından uzaklaşan fotonların dalga boyu uzar ve enerjileri azalır; kütleçekim alanına yaklaşan fotonlarınsa dalga boyu kısalmır ve enerjileri artar. Dolayısıyla daha güçlü kütleçekim alanlarından uzaklaşarak gelen kozmik ardalan ışıması daha soğuk, daha zayıf kütleçekim alanlarından uzaklaşarak gelen kozmik ardalan ışımasıysa daha sıcaktır. Kozmik ardalan ışımasındaki sıcaklık salınımları, kozmik şişme kuramı olarak adlandırılan evrenin Büyük Patlama'dan 10^{-35} saniye sonra hızlı bir şişme evresinden geçtiğini söyleyen kuramı da destekler. Ayrıca bu salınımlardan evrendeki karanlık madde ve karanlık enerji miktarının tespit edilmesinde de yararlanır.

Kozmik Soğuk Bölge

Kozmik ardalan ışımasıyla ilgili en gizemli olgulardan biri yaklaşık bir milyar ışık yılı genişlikteki bir soğuk bölgedir. Bu kozmik soğuk bölge, ilk olarak NASA'ya ait Wilkinson Mikrodalga Anizotropi Sondası (WMAP) tarafından 2004 yılında keşfedilmişti. Daha sonraları Avrupa Uzay Ajansı'na (ESA) ait Planck Uydusu ile yapılan gözlemler de güney gökkürede yer alan ve kozmik ardalan ışımasının ortalama sıcaklığından 70 μ K daha soğuk olan bu bölgenin varlığını doğruladı.

Kozmik soğuk bölge de ardalan ışımasındaki diğer düzensizlikler gibi sadece evrenin ilk zamanlardaki yoğunluk salınımlarının bir sonucu olabilir. Ancak bu durum pek de olası gözüküyor. Çünkü kozmik ardalan ışımasındaki sıradan düzensizlikler ortalamadan en fazla 18 μ K saparlar. Kozmik soğuk bölgenin bazı kısımları ise ortalamadan yaklaşık 150 μ K daha soğuktur. Ayrıca soğuk bölge gökkürede 5°'lik bir yay üzerinde yer alır. Kozmik ardalan ışımasındaki sıradan salınımların en büyükleri içinse bu değer 1°'yi geçmez.

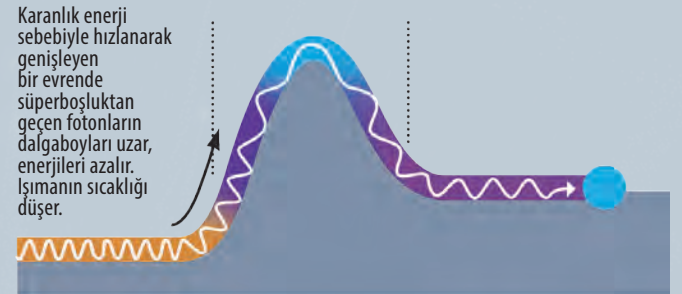


Bugüne Kadar Öne Sürülen Hipotezler

Kozmik soğuk bölge ile ilgili öne sürülmüş pek çok hipotez var. İlk açıklamalardan biri, kozmik ardalan ışımasında görülen soğuk bölgenin sebebinin gökadamız içindeki toz bulutları ya da sıra dışı gökcisimleri olabileceğiydi. Ancak gelişmiş teleskoplarla yapılan çalışmalar bu düşüncüyü doğrulamadı.

Bugüne kadar üzerinde en çok durulan hipotez, soğuk bölge ile Dünya arasında madde yoğunluğunun aşırı derecede düşük olduğu devasa bir boşluk olduğu. Böyle devasa bir boşluğun nasıl kozmik ardalan ışımasında belirgin bir soğumaya neden olabileceğini anlamak için öncelikle entegre Sachs-Wolfe etkisini (ISW) kavramamız gerekiyor.

Hemen hemen aynı madde yoğunluğuna sahip, benzer büyüklükte iki gökada ve bu gökadalardan arasında devasa bir boşluk olduğunu düşünelim. Bir gökadan diğerine doğru yol alan bir ışık ışını başlangıçta arkasında bıraktığı gökadanın güçlü kütleçekimi-



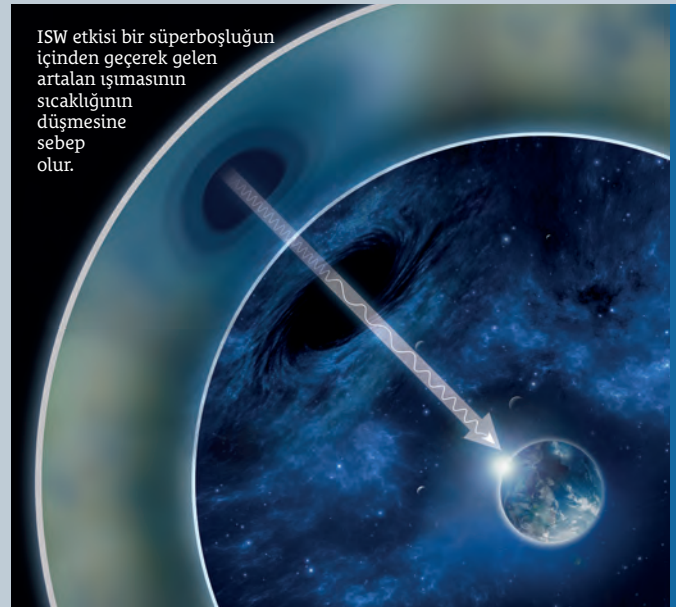
ni hissedecek ve boşluğun içine düştükçe enerji kaybedecek ancak daha sonra boşluktan çıkıp diğer gökadanın içine girerken yeniden enerji kazanacaktır. Statik, madde yoğunluğunun zamanla değişmediği bir evrende, ışık ışınının boşluğa tırmanırken kaybettiği ve boşluktan gökaya düşerken kazandığı enerji miktarları eşit olacak; dolayısıyla süreç sonunda ışının frekansında ve dalga boyunda bir değişiklik olmayacaktır. Ancak zamanla giderek genişleyen bir evrende durum tamamen farklıdır. Çünkü ışık ışını boşluktan çıkıp gökaya düşerken kendini daha düşük madde yoğunluklu bir ortamın ve dolayısıyla daha zayıf bir kütleçekim alanının içinde bulur. Bu yüzden, gökadanın içine düşerken, boşluğu tırmanırken kaybettiği enerjinin tamamını değil sadece bir kısmını geri kazanır. Böylece enerjisi azalır, frekansı düşer ve dalga boyu uzar. Bu olgu ISW etkisi olarak adlandırılır.

Bugüne kadar kozmik soğuk bölgenin varlığı pek çok kez ISW etkisiyle açıklanmaya çalışıldı. 2007 yılında Minnesota Üniversitesinden Lawrence Rudnick ve arkadaşları Dünya ile soğuk bölge arasında bir süperboşluk keşfettiklerini açıkladılar. Ancak 2010 yılında Cambridge Üniversitesinden Kendrick Smith ve Michigan Üniversitesinden Dragan Huterer tarafından yapılan çalışmalar bu iddiayı doğrulamadı. Daha sonraları 2014 yılında Helsinki Üniversitesinden Seshadri Nadathur önderliğinde çalışmalar yapan araştırmacılar, Rudnick ve arkadaşları tarafından öne sürülen boşluğun, gerçekten var olsa bile, ISW etkisiyle kozmik soğuk bölgeyi açıklayabilecek kadar büyük olmadığını iddia ettiler. Helsinki araştırmacılarının bir diğer iddiası, ISW etkisiyle kozmik ardaalan ışımasında gözlemlenen soğumaya sebep olabilecek kadar büyük bir boşluğun varlığının kısaca Λ CDM olarak adlandırılan standart kozmoloji modeliyle çelişeceği, bu kadar büyük bir boşluğun nasıl oluşabileceğinin de cevaplanması gereken başka bir soru olacağıydı.

Yine 2014 yılında Hawaii Üniversitesinden István Szapudi ve arkadaşları 1,8 milyar ışık yılı çapında bir süperboşluk bulduklarını açıkladılar ve Dünya'ya sadece üç milyar ışık yılı uzaklıktaki bu süperboşluğu in-

sanlık tarafından keşfedilmiş en büyük tekil yapı olarak tanımladılar. Ancak kuramsal hesaplar bu süper boşluğun ISW etkisiyle sebep olabileceği soğumanın 20 μ K ile sınırlı olacağını ve dolayısıyla tek başına kozmik soğuk bölgeyi açıklamaya yetmediğini gösterdi.

2017 yılında Durham Üniversitesinden Ruari MacKenzie ve arkadaşları, Szapudi ve arkadaşlarının yaptığı keşfi test etmek için çeşitli çalışmalar yaptı. Araştırmacıların yaptığı gözlemler, kozmik soğuk bölge yönünde Dünya'ya üç milyar ışık yılı mesafe içinde bir değil üç, hatta belki dört, süper boşluk olduğunu gösterdi. Ancak bu süper boşlukların toplam etkisi de 31 μ K ile sınırlı kalıyordu. Ayrıca araştırmacılar, kozmik soğuk bölge yönündeki süperboşlukların gerçekten de sıra dışı olup olmadığı hakkında fikir edinmek için rastgele seçtikleri başka bir yönde de süperboşluklar aramışlardı. Elde edilen sonuçlar, kozmik soğuk bölge yönündeki süperboşluklarla ilgili sıra dışı bir durum olmadığını, başka yönlerde de benzer yoğunlukta süperboşluklar olduğunu gösteriyordu. Araştırmacılar, kozmik soğuk bölgenin süperboşluklarla açıklanmayacağı sonucuna vardılar ve doğru cevabın evrenin ilk zamanlarındaki yoğunluk salınımlarıyla ilgili olduğunu öne sürdüler. Araştırmacıların yaptıkları tahminlere göre, evrenin ilk zamanlarında kozmik soğuk bölgenin oluşmasına sebep olabilecek bir yoğunluk salınımı



nın meydana gelme ihtimali yaklaşık ellide bir kadardı. Bu oranın ilk bakışta küçük olduğu söylenebilir. Ancak standart kozmoloji modeline göre, kozmik soğuk bölgeyi açıklayabilecek büyüklükte bir süper boşluğun oluşması ihtimaliyle karşılaştırıldığında aslında büyük kalıyordu.

Bir başka ihtimal kozmik arda lan ışımasındaki aşırı soğumaya evrendeki sıra dışı yapıların sebep olması. Örneğin 2019 yılında Çin Bilimler Akademisinden Qi Guo ve arkadaşları karanlık madde yoksunu 19 cüce gökada keşfettiklerini açıkladı. Bu gerçekten de sıra dışı bir durum. Çünkü karanlık madde gökadal arın oluşumunda önemli bir role sahiptir ve bu tür küçük gökadal ar genellikle çok miktarda karanlık madde içerir. Üstelik keşfedilen gökadal arın 14 tanesi izole durumda olduğu için sahip oldukları karanlık maddeyi civardaki büyük gökadal ar a kaptırmış da olamazlardı. Eğer soğuk bölgede de böyle karanlık madde yoksunu gökadal ar varsa ISW etkisiyle ilgili tahminlerde belirgin değişikliklere sebep olabilirler. Ancak şu an için kozmik soğuk bölge civarında önemli miktarda karanlık madde yoksunu gökada olup olmadığı bilinmiyor.

2016 yılında Hong Kong Bilim ve Teknoloji Üniversitesinden Yi Wand ve Güney Afrika'daki KwaZulu-Natal Üniversitesinden Yin-Ze Ma kozmik soğuk bölge ile ilgili başka bir açıklama öne sürdüler. Kozmik şişme kuramına göre, Büyük Patlama'dan 10^{-36} saniye sonra evren aşırı büyük bir hızla şişmeye başlamış ve bu şişme Büyük Patlama'dan 10^{-33} - 10^{-32} saniye sonrasına kadar devam ettikten sonra genişleme hızı yeniden yavaşlamıştır. Wand ve Ma, evrenin bir bölgesi için şişme döneminin evrenin diğer bölgelerinden daha uzun sürmüş olabileceğini ve böylece soğuk bölgenin ortaya çıkmış olabileceğini öne sürüyorlar.

Kozmik soğuk bölge ile ilgili öne sürülmüş en sıra dışı açıklamalardan biri paralel evrenler hipoteziyle ilgili. Bu hipotez içinde bulunduğumuz evrenin tek olmadığını, paralel evrenler olarak adlandırılan çok sayıda evren olduğunu öne sürer. Chapel Hill'deki (ABD) Kuzey Carolina Üniversitesinden Laura Mersini-Houghton tarafından ortaya atılan bir iddiaya göre de kozmik soğuk bölge bi-



zim evrenimizle başka bir evren arasında yaşanan bir çarpışmanın sonucu olabilir. 2017 yılında Durham Üniversitesinden Tom Shanks, bu iddianın doğru olup olmadığını tespit etmenin bir yolunun soğuk bölgeden gelen arda lan ışımasının polarizasyonunu incelemek olduğunu öne sürdü. Eğer böyle bir çarpışma gerçekten de yaşanmışsa arda lan ışımasının polarizasyonunda da belirgin izler bırakmış olmalıdır. Ancak bugüne kadar yapılan çalışmalarda soğuk bölgeden gelen arda lan ışımasının polarizasyonunda bir anormallik gözlemlenmedi. ■

Bugün geline n noktada kozmik soğuk bölgeyle ilgili net bir kanıya varılmış de ğil. Araştırmacılar, çeşitli görüşler öne sürmeye ve bu görüşleri test etmeye devam ediyorlar. Bulunacak çözümün bugün doğru olduğu varsayılan kozmolojik modellerle uyum içinde olması beklenebilir. Ancak söz konusu olan standart modeller açısından sıra dışı bir durum olduğunda alternatifleri de göz önünde bulundurmak gerekiyor. Belki de kozmik soğuk bölgeyi açıklayabilmek için yeni gözlemler ve daha hassas ölçümler sonucunda doğru olduğu varsayılan kozmoloji kuramlarında değişiklikler olmasını beklemek gerekecek.

Kaynak

ur-Rahman, Syed Faisal, "The enduring enigma of cosmic cold spot", *Physics World*, <https://physicsworld.com/a/the-enduring-enigma-of-the-cosmic-cold-spot/>, 2020.

Bilim Her Yaşta Bizimle!

2 dergi için yıllık abonelik 156₺ yerine sadece 90₺

YILLIK ABONELİK

90₺



#BilimOkuyanBilir

Ücretsiz Kargo



Abonelik Fırsatlarını Görmek için:

www.tubitakdergileri.com.tr



Merak Ettikleriniz

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

Deniz Kokusunun Kaynağı Nedir?

Deniz kokusu genellikle iyot ya da ozon ile ilişkilendirilir. Deniz esintisi özlemi çekenler için market reyonlarında oda kokusu olarak da yer edinen ferahlatıcı deniz kokusunun asıl kaynağı, minik deniz canlılarının tuzlu yaşam ortamında hayatta kalabilmek için ürettiği kürtlü bir kimyasaldır.

Deniz ve okyanuslara özgün kokusunu veren dimetil sülfür (DMS) adlı bileşiğin ana kaynağı bir su yosunu türü olan *Emiliania huxleyi* adlı tek hücreli fitoplanktondur. Bu canlıya ek olarak bazı diğer su yosunu ve bakteri türlerinde de bulunan Alma1 adlı enzim sayesinde DMSP (Dimethylsulfoniopropionate) adlı bileşik, dimetil sülfüre dönüştürülür. DMSP tuzlu suya karşı kalkan görevi üstlenen bir kimyasaldır ve bir kısmı canlıların yaşamı sona ermek üzereyken DMS molekülüne dönüşür.

DMS molekülü türdeş canlılara gönderilen bir uyarı mesajı niteliği de taşır. Örneğin viral enfeksiyonla yaşamı sonlanmak üzere olan bir su yosununun ortama gönderdiği DMS molekülleri yakın bölgedeki diğer fitoplanktonların tehlikeden haberdar olmasını sağlar. Su yüzeyinden havaya karışan seyreltik aromatik (koku) organik DMS molekülleri ise deniz kenarında algıladığımız belirgin kokuya yol açar.

DMS molekülü besin zinciri üzerinde de etkilidir. Planktonlar kendilerini yemeye çalışan hayvanların varlığında DMS üretir. Bu molekülün varlığını algılayan bazı kabuklular ve deniz kuşu türleri molekül yoğunluğunu takip ederek planktonları yemeye çalışan deniz canlıları ile beslenir.

Sudan atmosfere ulaşan dimetil sülfür bileşiği, gezegenimizin ikliminin düzenlenmesinde de önemli rol oynar. DMS atmosferde kimyasal değişime uğrayarak farklı kürtlü bileşiklere dönüşür. Oluşan bileşikler su moleküllerinin yoğunlaşmasını sağlayarak bulut oluşumunu tetikler. Bulutlar sayesinde Güneş ışınlarının bir kısmı uzaya geri yansıtılarak Dünya yüzeyinin ısınmasının önüne geçilir. Deniz ve okyanus gibi geniş su kütleleri üzerinde oluşan bulutlar karadakilere kıyasla daha koyu ve daha geniştir. Ayrıca bu bulutların soğurduğu ısı da gezegenimizin sıcaklık dengesinin korunmasına yardımcı olur.

Kaynaklar

newscientist.com/lastword/mg22730292-500-she-smells-sea-smells
whoi.edu/oceanus/feature/dms-the-climate-gas-youve-never-heard-of
wired.com/2015/06/gives-beach-smell-sulfur-making-algae

Vücudumuzdaki Hücrelerin Ne Kadarı Bize Ait?

İnsan vücudundaki bakteri ve diğer mikroorganizmaların, diğer adıyla “mikrobiyom”un, bizim hücrelerimizden sayıca on kat fazla olduğu söylenegidir. Bu ifade, vücudumuzu mesken edinen minik canlılar ile vazgeçilmez ve faydalı bir birlikteliğimiz olduğunu benimsetmesi açısından yararlı olsa da tam olarak gerçeği yansıtmıyor. Güncel bilimsel çıkarımlar bu oranın pek de güvenilir bilimsel dayanağı olmadığını işaret ediyor.

Dolaşımdaki abartılı oranın 1970 yılında Amerikalı mikrobiyolog Thomas D. Luckey’in yayımladığı bir makaleden kaynaklandığı düşünülüyor. İnsan dışısında gram başına 100 milyar mikrop bulunduğunu öngören Luckey, toplam bağırsak içeriğiyle oranlayarak vücudumuzdaki mikrobiyom mevcudunu 100 trilyon olarak hesapladı. Yedi yıl sonrasında ise mikrobiyolog Dwayne Savage bu sayıyı insan vücudundaki o döneme ait tahmini hücre sayısı olan 10 trilyona oranlayıp sonraki yıllar boyunca sıkça kullanılacak 10:1 oranını elde etti.

2016 yılında Weizmann Institute of Science araştırmacılarından Ron Milo liderliğinde bir ekip, insan vücudunda yaşayan tüm mikroskopik canlı popülasyonlarına dair literatürdeki kırk yılı aşan geçmişteki çalışmaları analiz etti. Araştırma, 20 ila 30 yaşlarında, 70 kg kütleli ve 170 cm boyda, referans olarak tanımlanabilecek bir erkek vücudunda yaklaşık 30 trilyon insan hücresine karşılık 39 trilyonluk

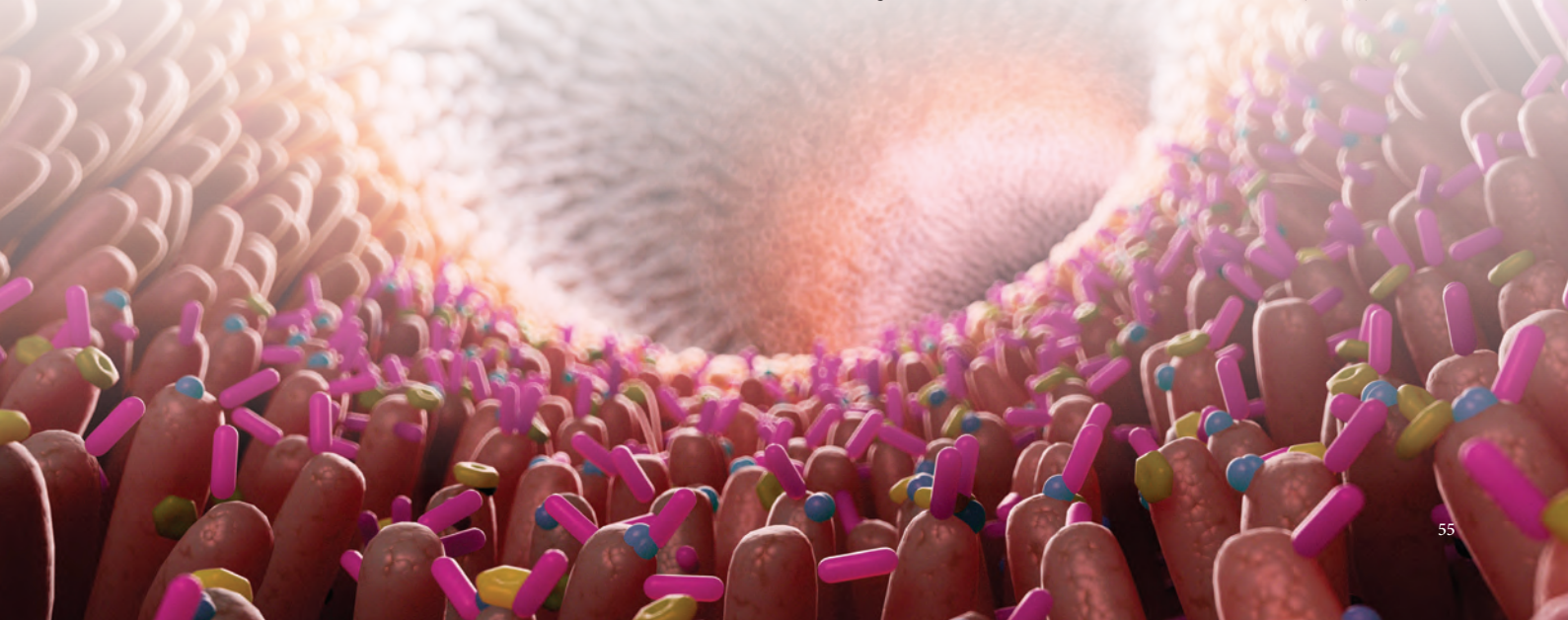
mikrobiyom yer alabileceği sonucuna vardı. Bu sonuç, dayanağı olmayan 10:1 oranını 1,3:1 olarak güncellememiz gerektiğini gösteriyor. Orandaki yakınlık, her dışkılama sonrasında sayı üstünlüğünün insana geçebileceği yönünde dahi okunabilir. Bu araştırmanın ikna edici gücü, mikrobiyom yoğunluğunun en yüksek olduğu kalın bağırsaktaki oranı tüm vücuda genellemek yerine, diğer vücut kısımlarında da belirlenmiş miktarları bütünlüklü biçimde ortaya koyabilmesi.

Bu tip araştırmalarda “referans” bir bireye odaklanmak, tahminleri daraltarak daha anlaşılır hâle getirebiliyor. Nitekim yaş, cinsiyet, boy ve kütle bakımından daraltmaya gitmeden yapılan çalışmalarda esnek tahminler insanlarda hücre sayısı için 15-724 trilyon, mikrobiyom mevcudu için de 30-400 trilyon aralığına yayılabiliyor.

Ev sahipliği yaptığımız mikroorganizmalar sayısal üstünlüğe sahip olsa da vücut kütleimizin ancak %0,3’ünü, yani yaklaşık 200 gramını oluşturur.

Kaynaklar

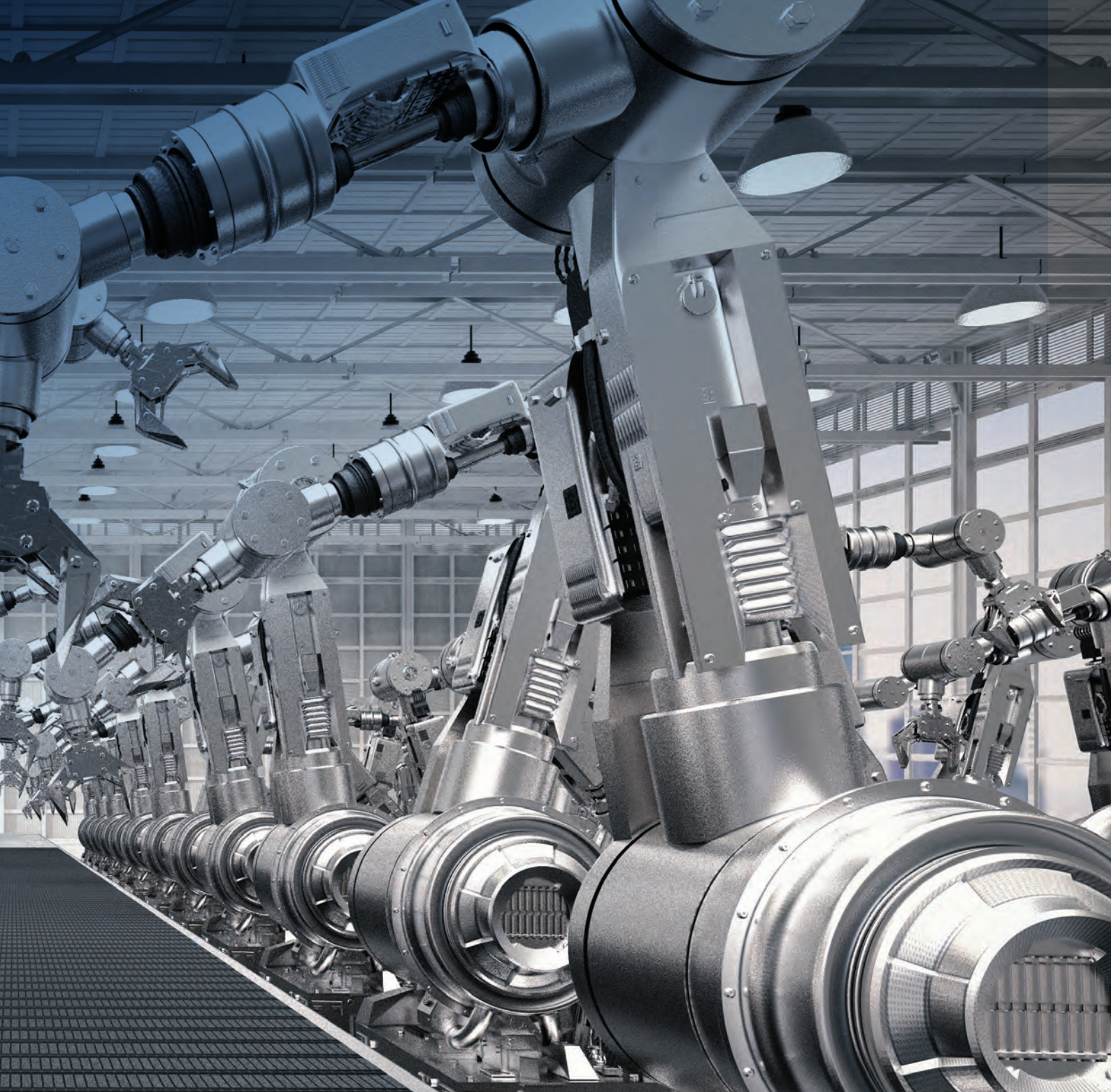
- Rosner, Judah. (2014). Ten Times More Microbial Cells than Body Cells in Humans?. *Microbe Magazine*. 9. 47-47. 10.1128/microbe.9.47.2. sciencefocus.com/the-human-body/am-i-more-bacteria-than-human
- Sender, R., Fuchs, S., & Milo, R. (2016). Are We Really Vastly Outnumbered? Revisiting the Ratio of Bacterial to Host Cells in Humans. *Cell*, 164(3), 337–340.



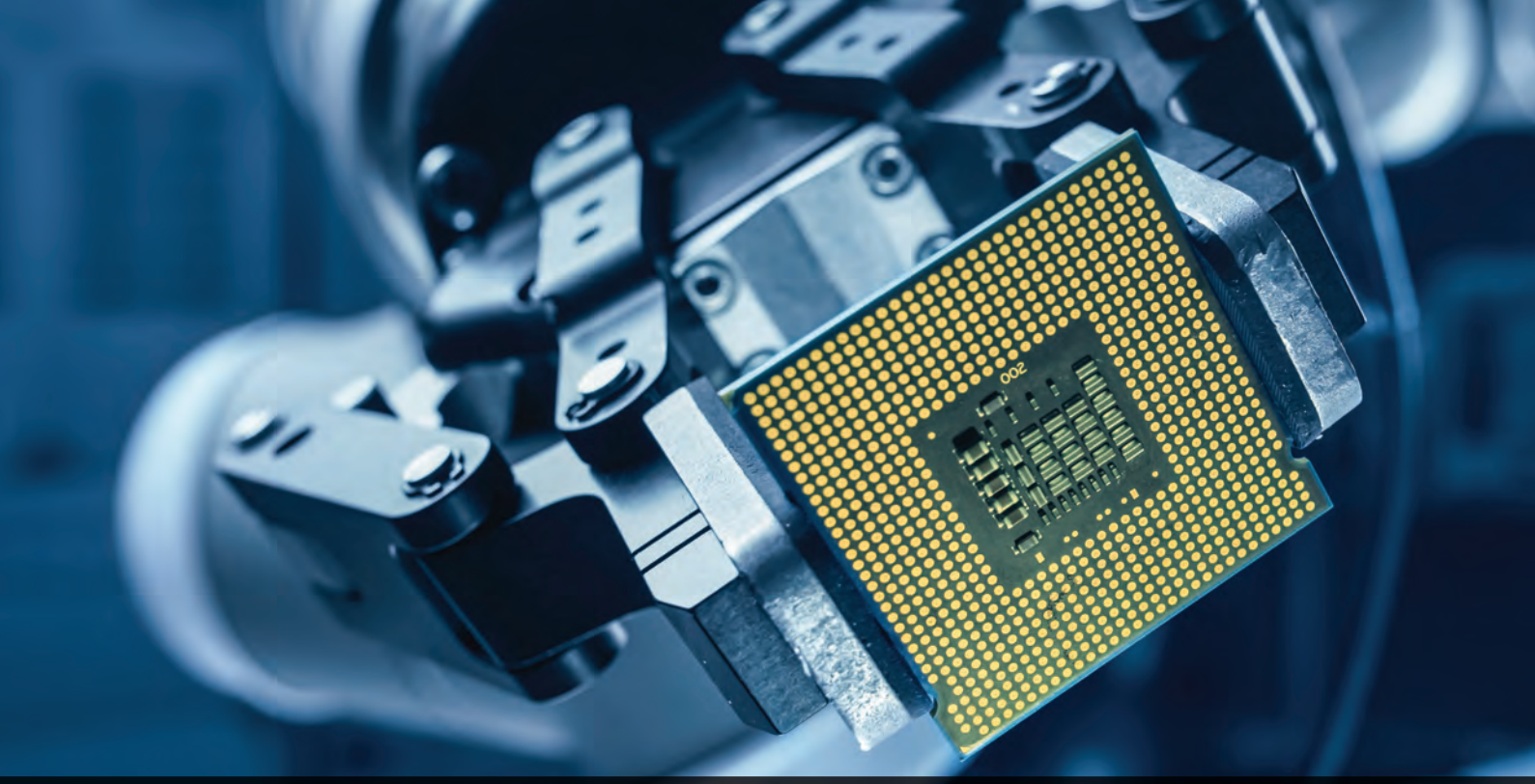
Karanlık Fabrikalar Geleceği Aydınlatacak mı?

Esra ALP COŞKUN [Dokuz Eylül Üniversitesi İktisat Anabilim Dalı Doktora Öğrencisi

Doç. Dr. Yener COŞKUN [SPK Başuzmanı



Bir fabrika düşünün ki aydınlatmanız, ısıtmanız, soğutmanız ya da havalandırmanız gerekmiyor. İçinde çalışan işçiler yorulmuyor, yemek yemiyor, uyumuyor, işe geç kalmıyor, mola vermiyor, grev yapmıyor, zam istemiyor, hatta ücret bile istemiyor, fazla mesaiden yakınmıyor çünkü zaten 7 gün 24 saat çalışıyor. Tehlikeli görevlerde veya iş kazalarında yaralanma ya da ölme riski yok; tazminat, sigorta ve prim gibi ek maliyetler de yok. Bu işçilerin işverene dava açma olasılığı, emeklilik talepleri, yıllık izinleri ya da kişisel gelişimleri için hizmet içi eğitim alma ihtiyacı da yok. Böyle bir fabrikanız olsaydı kâr oranınız yüzde kaç artardı?



İçinde hiç insan çalışmaması nedeniyle karanlık fabrikalar (*lights out manufacturing*) da denilen akıllı fabrikaların ilki Çin’de kuruldu. Cep telefonu modülü üreten bu fabrikada robotların kullanılmasıyla işçi sayısı %90 azalırken kusurlu ürün oluşma oranı ise %25’ten %5’e düştü. Endüstri 4.0’ın bir özelliği olan “karanlık fabrikalar” iş ihtiyacını sensörler aracılığıyla algılayan, uzaktaki diğer üretim araçları (sensörler, aktüatörler, makineler, robotlar, konveyörler vb.) ile internet yoluyla iletişim ve etkileşim kurabilen, ihtiyaç duydukları üretim bilgisini bulut sistemler içerisindeki “büyük veri”den (*big data*) alan akıllı makineler ve sistemleri içerir. Büyük verinin işlenmesi ile nesnelerin birbiriyle iletişim kurması nesnelerin interneti olarak biliniyor. Nesnelerin interneti sayesinde sadece akıllı fabrikalar değil, akıllı evler, akıllı şehirler ve akıllı çevreler tasarlanabiliyor. Bu teknolojiye kilit rol ise sensörlerin. Nesnelerin fiziksel özelliklerini ölçümleyip sayısal değerlere dönüştüren sensörler internet aracılığıyla bu verilerin diğer aygıtlar tarafından da kullanılabilmesini sağlıyor. İşgücü maliyetlerindeki azalma, düşük enerji tüketimi, çevre kirliliğinde azalma ve iş kazalarının önüne geçilmesi üretimde otomasyon sağlanmasının başlıca avantajları olarak sayılabilir. Ancak madalyonun öteki yüzünde iş gücündeki dönüşümün yaratacağı işsizlik yer alıyor.



Ne Mavi Ne Beyaz, Dijital Yakalı İşçiler

Karanlık fabrika fikri ilk kez bilim kurgu yazarı Philip K. Dick'in 1955'te yayınlanan "Autofac" adlı öyküsünde dile getirildi. Bu öyküde neyin hangi materyalden üretileceğine bile robotların karar verdiği bir otonom fabrika anlatılıyor. 4. Sanayi Devrimi'nden ve robot teknolojisi henüz günümüzdeki kadar gelişmeden önce karanlık fabrika fikrini hayata geçiren ilk şirket ise 1982'de General Motors oldu. Şirketin CEO'su Roger B. Smith'in yönetiminde, ABD'nin Michigan eyaletindeki Saginaw kentinde "geleceğin fabrikası" kuruldu. Ancak işçilerin yerini alan akıllı makineler şirketteki mühendislerle yöneticileri endişelendirdi ve 10 yıl sonra (1992'de) henüz karanlık fabrika statüsüne tam anlamıyla geçilmeden geleceğin fabrikası kapanmış oldu.

Yaklaşık 30 yıl sonra yine General Motors karanlık fabrikalar için harekete geçti ve bu defa Japonya'daki robot şirketi FANUC'a yöneldi. FANUC bünyesinde bulunan 22 fabrikada robotlar tarafından ayda 22.000 ila 23.000 bilgisayarlı numerik kontrol sistemi üretiliyor. Tesla ve Apple gibi dünyaca bilinen büyük teknoloji şirketleri FANUC'un müşterileri arasında yer alıyor.

1924'te Almanya'da kurulan ve spor eşya üretiminde sektörün devlerinden biri olan Adidas, yaklaşık 20 yıl önce Almanya'daki tesislerini kapatarak daha ucuz iş gücüyle maliyetlerini azaltmak amacıyla Çin'de üretim yapmaya başlamıştı. Ancak yakın zamanda Adidas Güney Almanya'da 4600 m²'lik bir alanda kurulacak "Speed Factory" tesisi ile Almanya'da yeniden üretime başlayacak. Tesiste üretimi işçiler değil, robotlar yapacak. Adidas'ın karanlık fabrikasında robotları yönlendirmek üzere 160 kişinin çalışması planlanıyor.

2018 Haziran ayında Çinli e-ticaret devi JD.com Şanghay'da tamamen otonom işleyen bir depo ve nakliye tesisi kurdu. Bu fabrikada paketleri alan, paketleyen ve transfer eden 20 sanayi robotu çalışıyor. Eğer aynı işi yapmak için insanların çalışması gerekseydi, 500 işçiye ihtiyaç duyulacaktı. Ancak karanlık fabrikada yalnızca 5 teknisyen bulunuyor ve bunların tek sorumluluğu robotların devamlı çalışır durumda olmasını sağlamak.

Bir diğer örnek ise Çin'de telefon parçaları üreticisi olan bir şirket: Changying Precision Technology Company. Fabrikada 650 işçinin çalışmasını gerektiren üretim, her şeyin bilgisayarlar tarafından kontrol edilmesi sayesinde sadece 60 kişi tarafından yürütülüyor. Şirket ileride bu sayıyı 20'ye indirmeyi planlıyor. İnsanların temel görevi ise merkezi kontrol sistemi üzerinden sistemin işleyişini takip etmek. Bu sistem sayesinde verimlilik yüzde 250 artarken, hatalı ürün miktarı da yüzde 80 oranında azaldı. Hollanda'da ise Phillips karanlık fabrikasında 128 robot ve sadece 9 kişi ile tıraş makinesi üretimi gerçekleştiriyor. İnsanların görevi yalnızca kalite kontrolünü sağlamak.

Türkiye'de de bu dönüşüm sürecinin benzer şekilde işlediği görülüyor. Bir un fabrikası ile küçük ev aletleri ve profesyonel ev aletleri üreten bir fabrika Türkiye'de bu dönüşümün ilk örnekleri arasında sayılabilir. Sac metal şekillendirme ve montaj alanında üretim sağlayan bir fabrika da karanlık üretim sürecine dönüşme aşamasında.

Kol Gücünden Kod Gücüne Geçiş

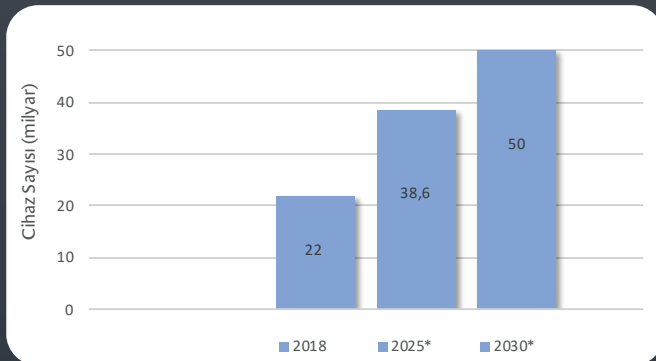
İnsansız üretim modeli olan karanlık fabrikalarla birlikte akla ilk gelen soru elbette ortaya çıkacak işsizlik sorunu. Fabrikalarda işçilerin kol gücüne dayanan üretimden robotların yazılımlarının sürekli olarak geliştirilebilmesi için kodlama bilgisine ihtiyaç duyulan bir üretim sürecine geçiliyor. Robotlar henüz neyin hangi malzemeden üretilceğine kendi kendilerine karar veremiyorlar ancak ileride yazılım teknolojilerindeki gelişmeler sayesinde bu sorun da ortadan kalkabilir. Olası bir senaryoda üretimin ancak robotların bakım ve onarımı ile yazılımlarının iyileştirilmesi gibi aşamalarında emeğe ihtiyaç duyulabilir. Şekil 1’de 2018’deki verilerden yola çıkılarak 2025 ve 2030 yılları için dünya çapında nesnelerin internetiyle birbirine bağlanacak cihaz sayısına ilişkin tahminler yer alıyor. Bu cihazların sayısındaki artış, karanlık fabrikaların dijital yakalı işçilerinin sayısındaki artış anlamına geliyor. Madalyonun diğer yüzünde ise azalacak insan istihdamını görmek mümkün. Buna göre 2025 yılında öngörülen cihaz sayısı 38,6 milyar iken bu sayının 2030 yılında 50 milyara ulaşacağı tahmin ediliyor.

Şekil 2’de 2017-2020 dönemi için sanayi sektöründe robot teknolojisinden elde edilmesi beklenen hasılatla ilişkin bilgiler yer alıyor. 2020 yılı için tahmin edilen hasılat 18,5 milyar dolar. 2017 yılında gerçekleşen hasılat ise 14 milyar dolar. 2018-2024 dönemi için sanayi robotları ve ekipmanlarının küresel piyasa büyüklüğü veri-



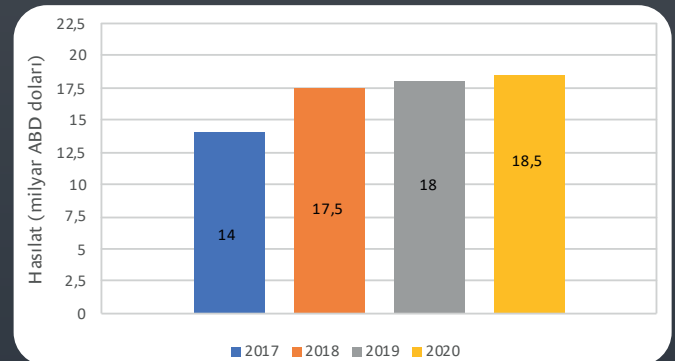
lerini ise Şekil 3’te görebilirsiniz. Buna göre, sanayi robotlarının 2018 yılındaki piyasa hacmi 16,9 milyar dolar olurken, 2024 yılında bu hacmin 31,7 milyar dolara yükselmesi bekleniyor. Aynı beklenti robot ekipmanlarının piyasa hacmi için de geçerli. 2018 yılında 28,8 milyar dolar olan piyasa hacminin 2024 yılı tahmini 38,1 milyar dolar. Görünen o ki, karanlık fabrikaların yaygınlaşması ve hem olumlu hem de olumsuz etkilerinin görülmeye başlaması o kadar uzak değil. 2025 yılı için yapılan tahminler yalnızca 5 yıl sonra bu konunun gündemimizi bugün olduğundan çok daha fazla meşgul edeceğini gösteriyor.

Şekil 1: 2018 yılındaki cihaz sayısından yola çıkılarak 2025 ve 2030 yıllarında dünya genelinde nesnelerin internetiyle bağlantılı tahmini cihaz sayısı

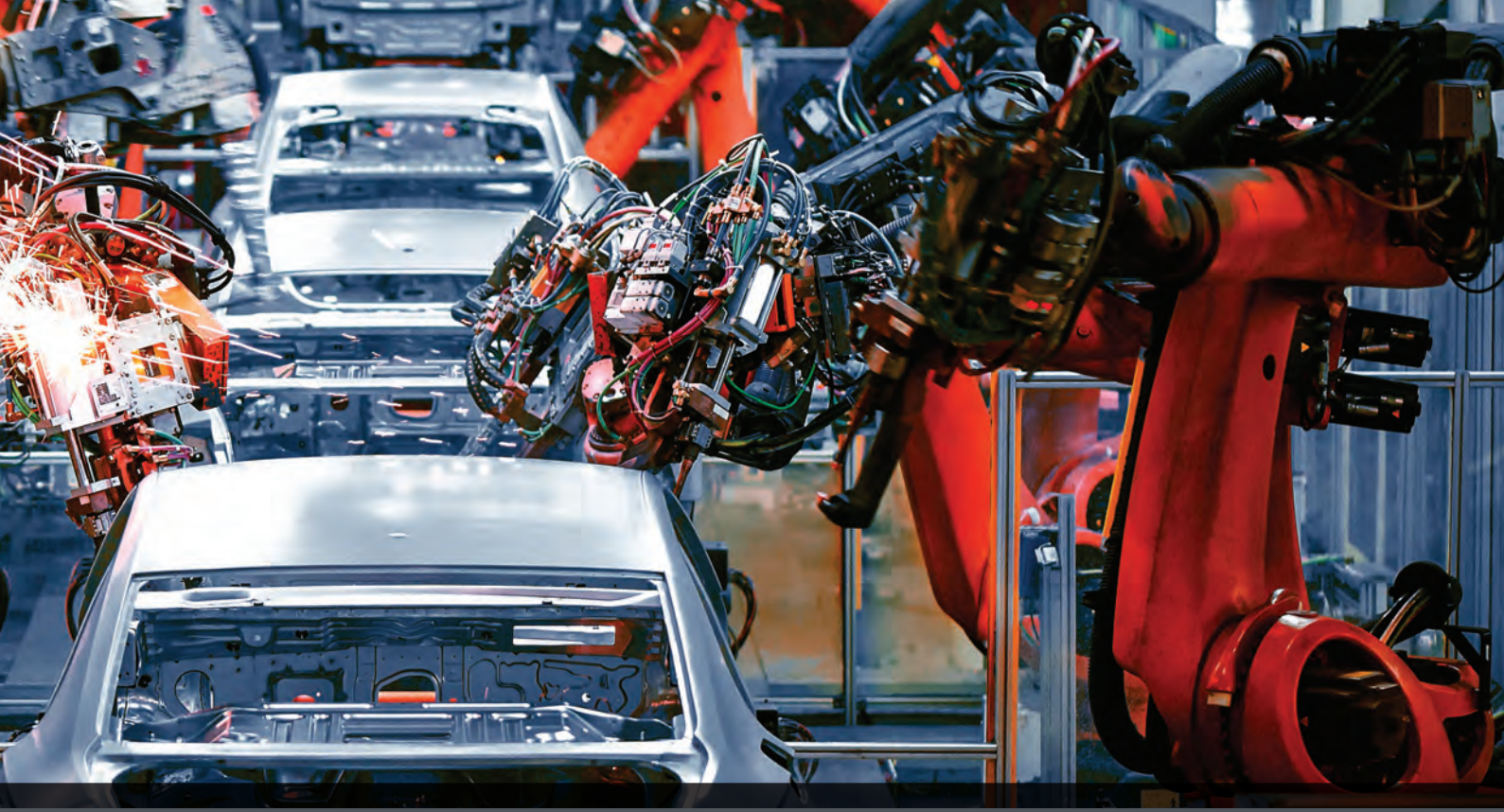


Kaynak: <https://www.statista.com/statistics/802690/worldwide-connected-devices-by-access-technology/>

Şekil 2: 2017-2020 dönemi için sanayi sektöründe robot teknolojisinden elde edilmesi beklenen hasılat



Kaynak: <https://www.statista.com/statistics/745476/industrial-sector-revenue-from-robotics-worldwide/>

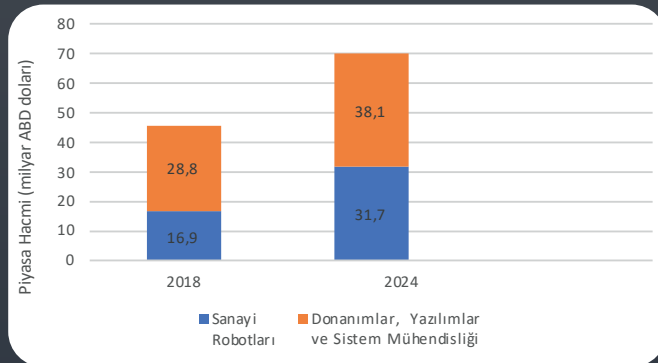


Karanlık Fabrikaların Yaratacağı İşsizlik

Tüm sanayi devrimlerinde olduğu gibi 4. Sanayi Devrimi sonrasında da işgücünde bir dönüşüm olacağı açık. Gelişen teknoloji ve üretimde sağlanan verimlilik artışı her sanayi devriminde olduğu gibi işgücü tarafından bir bakıma endişeyle karşılanmış ancak her seferinde ortaya çıkan yeni meslekler ve iş kolları işsizliğin korkulan boyutlara ulaşmasına engel olmuştur. Sanayide gerçekleşen devrimleri eğitimde gerçekleşen dönüşümler izlemiş, böylece yeni mesleklerle uygun bireylerin yetişmesi

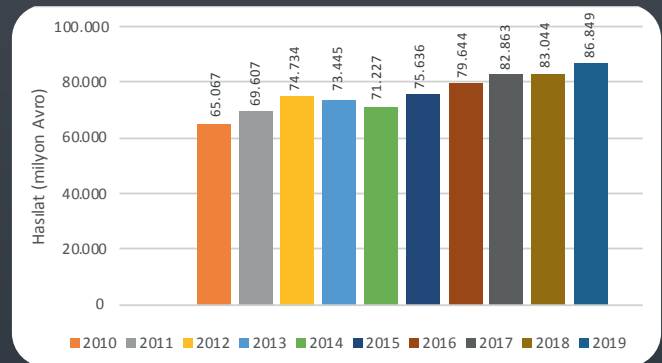
mümkün hâle gelmiştir. Yaşanan bu tecrübeler iyimser bir bakış açısı sağlasa da otomatların, robotların ve diğer yapay zekâ teknolojilerinin her geçen gün hayatımıza daha fazla girdiği bugünlerde insanlar gelecekte işlerini kaybetme tehdidini hissetmeye başladı bile. Şekil 4'te Siemens AG'nin 2010-2019 hasılatı görülüyor. Şirketin hasılat artışının gelişen teknolojilerden yararlanmasından dolayı yakın ilgisi bulunuyor. Bu nedenle de Siemens AG yaklaşık 10.000 çalışanın işine son verileceğini duyurdu ancak yeni pozisyonlar da yaratılarak işgücü sayısı 2018'den 2019'a kadar 377.000'den 383.000'e yükseldi. Şirketin hisse senetleri ise %5,5 değer artışı kaydetti.

Şekil 3: 2018-2024 dönemi için sanayi robotları ve ekipmanlarının küresel piyasa hacmi

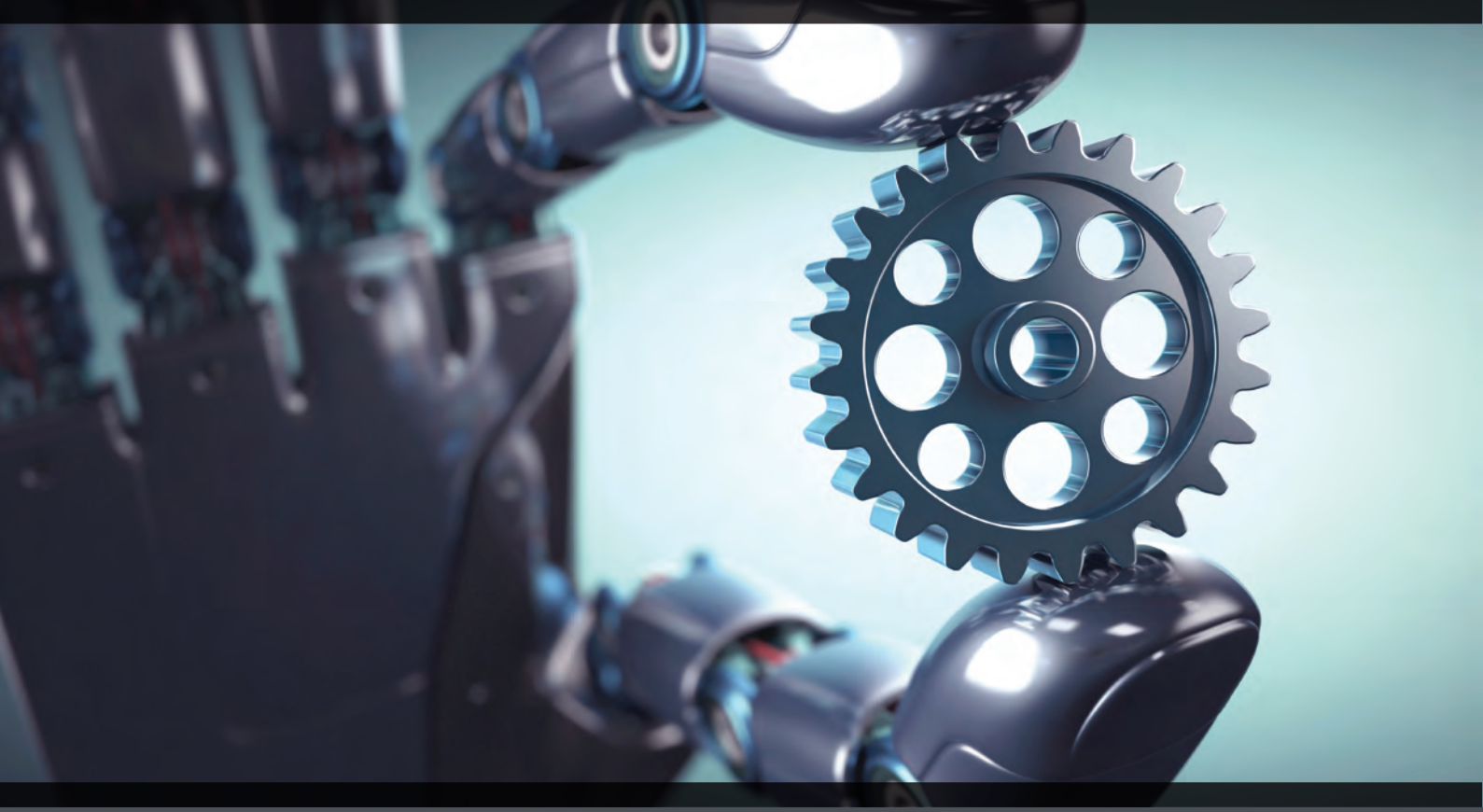


Kaynak: <https://www.statista.com/statistics/728530/industrial-robot-market-size-worldwide/>

Şekil 4: Siemens AG'nin 2010-2019 Hasılatı



Kaynak: <https://www.statista.com/statistics/266153/revenue-of-siemens-ag/>



Yeni teknolojilere adaptasyon ne kadar güçlü olursa insanların işsiz kalma riskleri de o kadar düşük olacaktır. Temel eğitimde kod yazmanın öğretilmeye başlanması gelecekte ihtiyaç duyulacak insan gücünün yetiştirilmesini amaçlıyor. Gelecekte üretim karanlık fabrikalarda robotlar tarafından gerçekleştirilirken üretim süreçlerine ait planlama, kalite kontrol, makinelerin bakım ve onarımı ile robotların yazılımının geliştirilmesi gibi konularda insanlara duyulan ihtiyaç devam edecek gibi görünüyor. Eğitimli insan gücüne ihtiyaç duyulacak alanlar: Acil ve rutin bakım; kalite kontrol; sistem kurulumu; sistemin yeniden yapılandırılması ve yükseltilmesi; iç sistemlerin yönetimi; elektrik ve sıhhi tesisat, iletişim, üretim ve işleme sistemlerinin izlenmesi; üretim planlaması ve koordinasyonu; yeni ürün üretiminin uygulaması ve yönetim olabilir.

Karanlık fabrikaların ilk öne çıkan dezavantajlarından biri işsizlik veya bir başka deyişle eğitimli insan gücüne olan ihtiyacın artması. Çünkü gelecekte üretim robotlar tarafından gerçekleştirileceği için insan gücüne duyulan ihtiyaç azalacak. Böylece üretimde niteliksiz işçiye olan

ihtiyaç da ortadan kalkacak. Bu durum üretimin gerçekleştirildiği karanlık fabrikalarda çalışanları zor durumda bırakacak gibi görünüyor çünkü yapay zekânın gelişimi ile kendi kendilerini kodlayabilen ve tasarlayabilen robotlar üretimi tamamen devralabilir.

Ekonominin Geleceği

Üretimde maliyetlerin düşmesi, kusurlu ürün miktarının azalması, enerjide tüketimin azalması yoluyla çevre kirliliğinin de azalması ve verimliliğin artması karanlık fabrikaların olumlu yanları arasında sayılabilir. Ancak yine de işsizlik büyük bir sorun olarak karşımıza çıkıyor. Yerini makinelere kaptıran mesleklerde çalışan insanların gerekli eğitimlerden geçerek daha vasıflı işlere transfer olması gerekecek. Makineler üretimle uğraşırken insanların kendilerini geliştirmeye ve eğitime ayıracak daha fazla vakti olacak. Ancak yine de işe ihtiyacı olan insan sayısının, insana ihtiyaç duyulan iş sayısına kıyasla çok daha yüksek olması da mümkün. Bugüne kadar ekonomilerin deneyimlediği işsizlik oranları bir hayli yukarı tırmanabilir. İşsizlik oran-

larının yükselmesi, artan verimlilikle birlikte üretilen bir yağın malın yalnızca toplumun belirli vasıflara sahip olan ve çalışan işgücü tarafından talep edilmesine yol açarak üretim fazlalığı ya da tüketim azlığı nedeniyle ekonomiler üzerinde olumsuz etkiler yaratabilir. Bu da toplumda gelir eşitsizliğinin artmasına yol açabilir.

Olumsuz beklentiler genellikle işsizlik üzerinde yoğunlaşırken olumlu beklentilerin yaygın etkileri aslında çok daha fazla. İnsanların fiziksel gücünü aşan ağırlıkların makineler tarafından taşınması, zehirli gazların ortaya çıkabildiği tehlikeli üretim süreçlerinde makinelerin yer alması, iş kazaları nedeniyle hayatını kaybeden ya da yaralanan işçilerin olmaması, insanların daha az çalışma saati ile daha çok boş zaman ortaya çıkması sayesinde kendilerini geliştirmeye odaklanabilmeleri gibi çok sayıda faydasından da söz etmek mümkün. Ayrıca enerji tüketimi ve işgücünden sağlanan tasarruf sayesinde maliyetin azalması ile daha etkin ve verimli gerçekleşen üretim, fiyatların da düşmesine yol açabilir. Üretimin 24 saat boyunca gerçekleşebilecek olması ve nispeten hızlanması karanlık fabrikada üretim yapan şirketlere büyük bir rekabet avantajı sağlayacak. Diğer yandan, karanlık fabrikaların yaygınlaşması dünyanın bozulan ekosisteminin onarılması için de önemli bir adım. Bu sayede dünya kaynakları daha az kullanılırken, çevreye verilen zarar da minimuma indirilebilecek.

Artıları ve eksileriyle karanlık fabrikaların hayatımızda büyük bir değişim yaratacağı kesin. Umarız artıları eksilerinden daha fazla olur ve sanayideki bu dönüşümden sonra da işgücü kendini değiştirmeyi başarır. ■



Kaynaklar

Yıldız, A., “Endüstri 4.0 ve Akıllı Fabrikalar”, *Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 22(2), 546-556, 2018.

Yang, Y., Zhong, M., Yao, H., Yu, F., Fu, X., ve Postolache, O., “Internet of things for smart ports: Technologies and challenges”, *IEEE Instrumentation & Measurement Magazine*, 21(1), 34-43, 2018.

Akben, İ. ve Avcı, İ. İ., “Endüstri 4.0 ve Karanlık Üretim: Genel Bir Bakış”, *Türk Sosyal Bilimler Araştırmaları Dergisi*, 3(1), 26-37, 2018.

Öncül, M. ve Ateş, V., “Karanlık Fabrikalar: Geçmiş, Günümüz ve Gelecek”, *Uluslararası Eğitimde ve Sosyal Bilimlerde Yenilikler Sanal Sempozyumu*, 123.

<http://www.haldunguner.com.tr/endustride-4-0-ve-egitim-reformu.html>

<https://www.statista.com/statistics/802690/worldwide-connected-devices-by-access-technology/>

Kozmik Mahallede İki Başlı Devasa Bir “Yılan”!

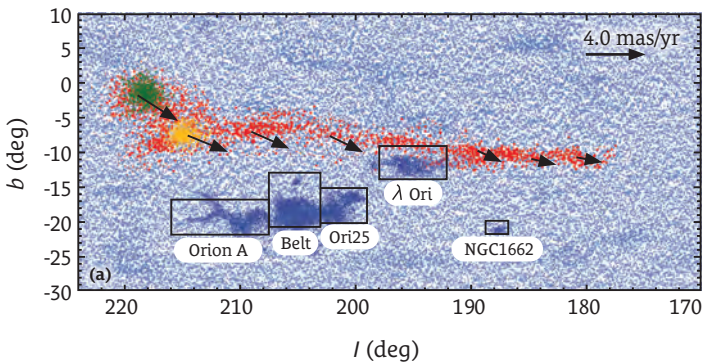
Prof. Dr. Faruk Soyduğan [Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Fizik Bölümü, Astrofizik Anabilim Dalı & Astrofizik Gözlemevi

Gaia uydusu, bir milyarı aşkın gök cisminin veya bölgenin konumunun ve uzaklığının bugüne kadar ulaşılmış en yüksek duyarlılıkla elde edilmesini sağladı. Gök cisimlerinin adres bilgilerine, gözlemci doğrultusundaki hız değeri eklendiğinde, onların kinematik özellikleri ve bir kümeye/bölgeye üye olup olmadığı ortaya çıkarılabiliyor. Bu kapsamda, *Gaia* verileri kullanılarak çok sayıda keşif yapıldı ve yapılmaya da devam ediliyor.

Çin’deki Three Gorges Üniversitesinden Hai-Jiun Tan liderliğindeki astronomlar tarafından gerçekleştirilen bir çalışmada *Gaia* uydu verileri kullanılarak “yılan” biçiminde devasa bir yapı keşfedildi. Söz konusu yapı, kozmik mahallemiz denilecek bir mesafede olup morfolojisi nedeniyle yılanı benzeyen bir yarı gelgit kuyruğuna sahip. Bu yeni keşif, gelgit kuyruklarının oluşum ve gelişimi konusunda bilgilerimizi artırabilir.

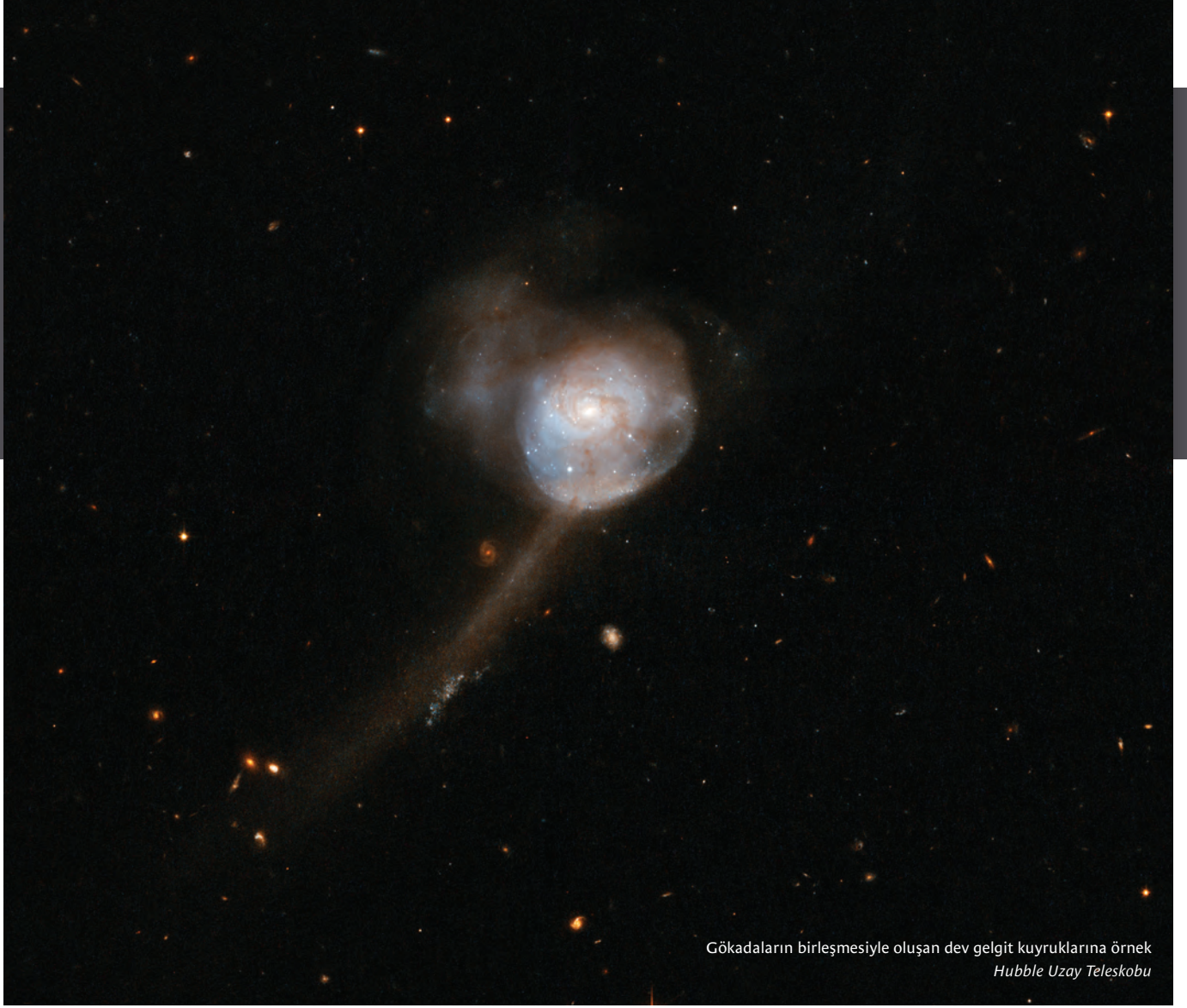
Gelgit kuyruklarının gökadalara arası çekimsel etkileşimler sonucunda oluştuğu kabul ediliyor. Bu yapıların oluşum teorisine göre, iki gökada birbirinin etrafında yörünge hareketi yaparak dolandığında, gelgit kuvvetleri her iki gökadanın bazı bölümlerinin yörünge hareketinden ayrılmasına neden olur. Bu bölgeler, daha sonra gökadalara arası boşluğa atılarak gelgit kuyruklarını oluşturur. Gelgit kuyruklarının incelenmesi, gökadalara arası etkileşimde bulunduğunu anlamamıza yardımcı olabilir. Yapılan gözlemler, galaktik çarpışmalar ve birleşmeler hakkında önemli bilgileri açığa çıkartmaya sahip görünüyor.

Hai-Jiun Tan ve ekibi, bize yakın bir aktif yıldız oluşum bölgesi olan Orion Moleküler Bulut Kompleksi’nin yakınında ilginç bir yapının tespit edildiğini raporladılar. Bulgular, ESA’nın *Gaia* uydusunun topladığı astrometrik ve fotometrik verilerin analiziyle elde edildi. Yeni yapı, yarı gelgit kuyruğu olarak adlandırılıyor. Bunun nedeni, klasik gelgit kuyruklarına göre oldukça genç olması. Yapılan araştırmaya göre, “yılanın” hem uzunluğu (x yönü) hem de genişliği (y yönü) 750 ışık yılının üzerinde iken, yüksekliği (z yönü) sadece 260 ışık yıldır. Dünya’dan ortalama 1000 ışık yılı uzaklıkta olan yapının yaklaşık 2000 aday üyesi tespit edildi.

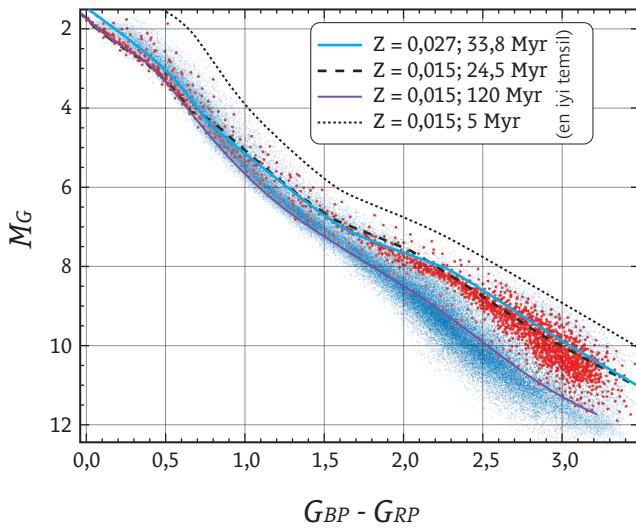


Gökada enlem (b) ve boylam (l) dağılımı üzerinde keşfedilen “iki başlı (mavi ve yeşil bölge) “yılan” (kırmızı noktalar) görünümü. Bölgede Orion yıldız oluşum bölgesindeki bazı alanlar da gösterilmektedir.

Keşfedilen yapının yıldız popülasyonunun yaşının 30 ila 40 milyon yıl olduğu tahmin ediliyor. Bu da yılanın daha önce bilinen gelgit kuyruklarından çok



Gökadaların birleşmesiyle oluşan dev gelgit kuyruklarına örnek
Hubble Uzay Teleskobu



Gaia verilerinden üretilen renk – parlaklık diyagramında yılanın 1500 aday üyesi (kırmızı noktalar) ve başlangıç örneği (mavi noktalar). Farklı çizgiler, farklı metal bollukları (Z) ve yaş eğrilerini gösteriyor.

daha genç olduğu anlamına geliyor. Bununla birlikte yapısının da gelgit kuyrukları için sıra dışı olduğu ortaya çıktı, çünkü bu yılanın sadece bir kuyruğu var ve kafasında bir yerine iki çözünen çekirdek bulunuyor. Araştırmacılar, bu iki başlı yılanın, bir açık kümenin bir veya birkaç kez parçalanması/kırılmasıyla ortaya çıktığını tahmin ediyor. Bununla birlikte, nispeten kısa bir sürede 750 ışık yılı üzerinde bir kuyruk oluşturan mekanizmayı henüz açıklayabilmiş değiller. Dolayısıyla, mevcut kuramlarla açıklanamadığı için, yılanın keşfinin gelgit kuyruklarının oluşumu ve gelişimi teorisine meydan okuduğunu belirtiyorlar. ■

Kaynak

<https://arxiv.org/pdf/2005.12265.pdf>

<https://phys.org/news/2020-06-stellar-snake-cosmic-neighborhood.html>

Arīsto'nun En Seçkin Öğrencisi: Fârâbî

Nurulhude Baykal [TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi

2020 yılı, Kazakistan ve İran'ın önerisi;
Irak, Rusya ve ülkemizin de desteğiyle UNESCO tarafından
“Fârâbî'nin doğumunun 1150. yıl dönümü” ilan edildi.
Bu vesileyle Fârâbî'yi daha yakından tanımaya ne dersiniz?



Felsefe söz konusu olduğunda “Muallim-i Evvel”in yani ilk öğretmenin Aristo olduğu kabul edilir. Bu tabir Aristo’nun Batılı kaynaklarda *Magister Primus* (İlk Usta) diye anılmasından kaynaklanır. Felsefeyi sistemli hâle getiren ve İslâm felsefesini temellendiren ünlü Türk filozofu Fârâbî ise Aristo’nun lakabına atıfla “Muallim-i Sâni” yani ikinci öğretmen olarak bilinir. Hatta Latince yazılmış kitaplarda da ondan *Magister Secundus* (İkinci Usta) diye söz edilir. Fârâbî ile ilgili bir rivayete göre, kendisine “Sen mi daha bilgilsin, Aristo mu?” diye sorulduğu, Fârâbî’nin de “Eğer Aristo zamanında yaşasaydım onun en seçkin öğrencilerinden biri olurum” diye cevap verdiği söylenir. Hikâyeyi nakledenler Fârâbî’nin bu cevabıyla teva zu gösterdiğini de eklerler.

Bilim Seyyahı

870-950 yılları arasında yaşayan Fârâbî günümüzde Kazakistan sınırları içinde kalan ve o zamanlarda Fârâb diye anılan Otrar şehrinde doğdu. Bu yüzden asıl adı Muhammed olmasına rağmen, Fârâblı anlamına gelen Fârâbî adıyla tanınıyor. Fârâbî memleketinde iyi bir eğitim aldıktan sonra hayatı boyunca ilim peşinde olmaya karar verdi ve “akademik yolculuk” diyebileceğimiz bir seyahate çıktı. Yaşadığı dönemin önemli bilim merkezlerini ziyaret ederek kendini geliştirdi. Fârâbî’nin bu seyahati sırasında Buhara, Semerkant, Merv ve Belh gibi şehirlerde ayrıca İran’da bulunan önemli merkezlerde bulunduğu dü-



Aristo ve öğrencileri

Fârâbî’nin doğduğu şehir olan Otrar (Fârâb) günümüzde UNESCO Dünya Mirası Listesi’nde bulunuyor. Otrar eskiden İpek Yolu üzerinde önemli bir ticaret merkezidi.

şünülüyor. Fârâbî’nin bu yolculuktaki son durağı ise Bağdat’tı. O dönemde Bağdat, yöneticilerin bilim insanlarını desteklemesi ve zengin bir kütüphaneye sahip olması bakımından en önemli bilim merkezlerindendi. Fârâbî Bağdat’ta yirmi yıl kadar kaldıktan sonra hayatının geri kalanını büyük ölçüde Şam ve Halep’te geçirdi. Burada 944-967 yıllarında hüküm süren Hamdanî Emiri Seyfüddevle’nin himayesinde yaşadı. Hükümdarın Fârâbî’ye büyük saygı duyduğu ve cenazesine de katıldığı tarihi kaynaklarda yazılıdır.

Tarihteki öne çıkan kişilerle ilgili anlatılan kurmaca hikâyeler gibi Fârâbî ile ilgili hikâyeler de vardır. Bu hikâyelerden birinde Fârâbî, Türkistan



coğrafyasına özgü kıyafetleriyle Halep hükümdarı Seyfüddavle'nin sarayına girer. Hükümdar da her hâlimden misafir olduğu anlaşılan Fârâbî'ye oturmasını söyler. Fârâbî bunun üzerine "Kendi yerime mi, senin yerine mi?" diye sorar. Hükümdar kendisine layık gördüğü yere oturmasını buyurur. Bunun üzerine Fârâbî hükümdarın yanına geçip tahta oturur. Etraftaki herkes bu duruma şaşırırken hükümdar, farklı bir dil kullanarak, adamlarına Fârâbî'ye bazı sorular soracağını ve bilemezse edebe aykırı davrandığı için onu alıp hemen dışarı atmalarını söyler. Hükümdar sözünü bitirir bitirmez Fârâbî ona aynı dille sabırlı olması gerektiğini ve işin sonunun önemli olduğunu söyler. Hükümdar bu duruma şaşırarak Fârâbî'ye bu dili bilip bilmediğini sorar. Fârâbî de yetmişten fazla dil bildiğini söyleyerek cevap verir.



Sonrasında ise hükümdarın çevresinde bulunan bilginler sırayla Fârâbî ile kendi alanlarında tartışır. Ancak Fârâbî hepsine baskın gelir. Onun üstünlüğünü anlayan bilginler tartışmayı bırakıp Fârâbî'nin sözlerini not almaya başlar.

Tartışmaların ardından mecliste biraz olsun eğlenmek isteyen hükümdar sarayın müzisyenlerini çağırır. Ancak Fârâbî çalan müziği beğenmez, müzisyenlere eksik ve yanlışlarını açıklar. Ardından yanında getirdiği çalgıyla herkesi mest eder. Fârâbî son olarak ağır bir şarkı çalarak herkesi uyutur ve saraydan çıkıp gider. Hikâye de böylece biter.

Peki, Bu Hikâye Fârâbî Hakkında Bize Neler Söylüyor?

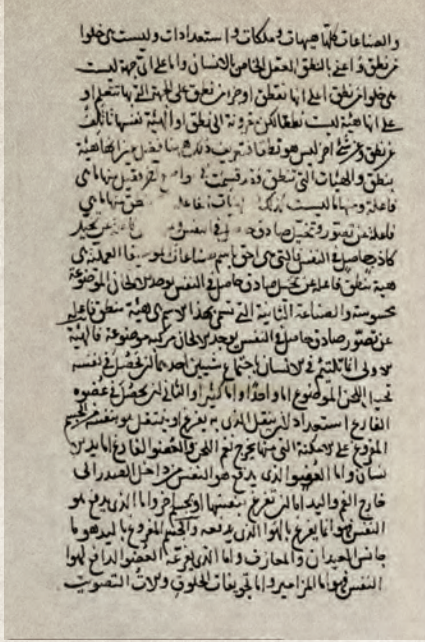
Fârâbî'nin Türkistan'a özgü kıyafetler giydiği söylenerek memleket memleket gezdiği bilim yolculuğu boyunca geldiği coğrafya ve kültürle bağını koparmadığı anlatılır. Öne çıkan şair, bilim insanı ve halk kahramanlarının paylaşılamadığı gibi, Fârâbî de çeşitli milletler arasında paylaşılamaz; kimileri Fârisî kimileriye Türk olduğunu iddia eder. Bu hikâye ile Fârâbî'nin Türk olduğu fikri desteklenir.

Hükümdarın farklı bir dilde söylediği cümleleri anlaması ve ona aynı dilde cevap vermesi, Fârâbî'nin çok sayıda dil bildiğini gösteren bir detaydır. Hikâyede Fârâbî'nin 70'ten fazla dil bildiğini söylemesi

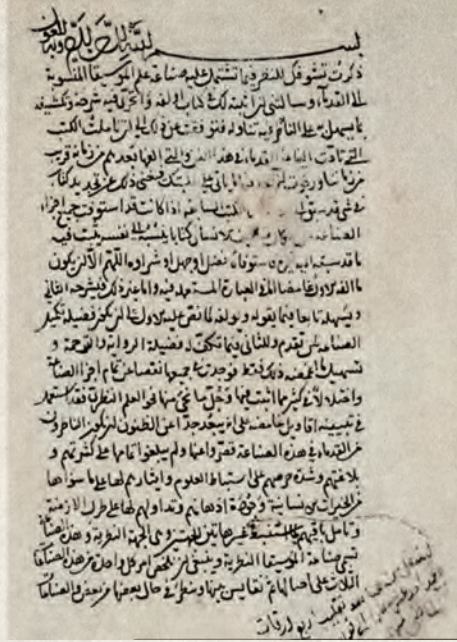
abartılı bir ifade olsa da filozofun *Kitâbü'l-Hurûf*, *el-Elfâzü'l-müsta'mele fi'l-mantık* ve *el-Mûsika'l-kebîr* adlı eserlerinde bazen Arapça bir kelime veya terimin Yunanca, Süryanice, Farsça ve Soğdca'daki (o dönemlerde Orta Asya'da yaygın olarak kullanılan bir dil) karşılıklarını verdiğine bakılırsa onun ana dilinden başka beş altı dili az veya çok bildiği kesin olarak söylenebilir.

Fârâbî'nin bilginlerle tartışıp onlara üstün gelmesi ise *İhsâu'l-Ulûm* kitabının içeriğinin ve bilim çevrelerinde gördüğü takdirin hikâyeleştirilmesi olarak okunabilir. Felsefenin bütün bilimlerin atası olduğu çokça söylenir. Bunun en önemli sebebi, İlk Çağ ve Orta Çağ filozoflarının eserlerinde bilimlerin kapsamını ve prensiplerini ortaya koymalarıydı. Bir Orta Çağ filozofu olan Fârâbî de filozofların bilim dallarını tanımlama ve sınıflandırma geleneğine uyararak kendi sistemini kurgulamak durumundaydı. *İhsâu'l-Ulûm* kitabında bilimleri dil, mantık, matematik, fizik-metafizik ve medeni ilimler olmak üzere beş başlıkta değerlendirdi. Bu sınıflandırma yüzyıllar boyunca Doğu'da olduğu kadar Batı'da da ilgi gördü. O dönemde Doğu kültürünün bilim dili olan Arapça ile yazılan bu eser, Batı'nın ve Hristiyan kültürünün klasik dilleri olan Latince ve İbraniceye birden çok defa çevrildi.

Hikâyede son olarak Fârâbî'nin müzik alanındaki yetkinliği öne çıkarılıyor. Bu hikâyenin bulunduğu kaynakta Fârâbî'nin kanunu ve udu icat eden kişi olduğu da be-



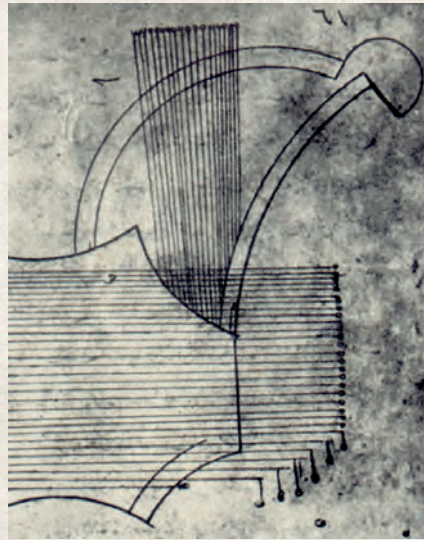
El-Mûsîka'l-kebîr kitabının ilk iki sayfası (Râgıb Paşa Kütüphanesi, nr. 876)



Fârâbî'nin *El-Vâhid ve'l-vahde* adlı risâlesinin ilk iki sayfası (Süleymaniye Kütüphanesi, Ayasofya, nr. 4839/2, vr. 13^b-14^a)

lirtiliyor. Bu bilgilerin doğru olup olmadığı tartışmalı bir konu. Ancak Fârâbî'nin yaşadığı dönem göz önünde bulundurulduğunda müzik kuramlarına hakim olduğu, aynı zamanda Bağdat tamburu, ud ve rebab gibi çeşitli çalgılarla ilgili ayrıntılı incelemeler yaptığı ve sesin fiziği ile ilgili çalışmalarıyla döneminin önde gelenlerinden biri olduğu şüphesiz.

Fârâbî'nin müzik alanında yazdığı en önemli eserlerinden biri *el-Mûsîka'l-kebîr* kitabıdır. Fârâbî kitabının girişinde bu sahada yazılan eserleri incelediğini ve onlarda tespit ettiği eksiklikleri gidermek amacıyla bu kitabı yazdığını belirtir. *El-Mûsîka'l-kebîr*'in değeri, daha önce yazılmış eserlerin aksine bilfiil mûsiki icrasını yansıtan teorileri sistematik bir şekle getirmesinden kaynaklanır. Kitap, Fârâbî'nin ifade ettiği gibi mûsiki sanatını icra eden ve teoriyi icra ile kuvvetlendirmek isteyenler için, mûsiki icrasının teoriden önce geldiği esası üzerine kurulmuştur.



El-Mûsîka'l-Kebir kitabından bir kanun çizimi

Fârâbî'nin müzik ile ilgili iki kitabı daha vardır: *Kitâbü İhsâ'î'l-îkâ'ât* (îkâların sınıflandırması kitabı) ve *Kitâb fi'l-îkâ'ât* (îkâların kitabı). Fârâbî, îkâ terimini “nağmelerin belli zaman süreleri içerisinde nakledilmesi” şeklinde tanımlamıştır. Bununla birlikte, bilimlari sınıflandırdığı *İhsâ'ü'l-ulûm* kitabında müziği matematiğin bir alt dalı olarak değerlendirmiştir.

Fârâbî felsefe, fizik, psikoloji ve siyaset bilimi gibi alanlarda çok sayıda eser yazdı. Bunların sayısı hakkında farklı iddialar bulunsa da 100'den fazla eseri olduğu biliniyor. Kitaplarından bazılarını şöyle sıralayabiliriz: *El-Vâhid ve'l-vahde* (tek olan ve teklik), *Es-Siyâsetü'l-medeniyye* (medeniyet siyaseti), *Tahsîlü's-sa'âde* (mutluluğa erişme), *Et-Tenbîh 'alâ sebîli's-sa'âde* (mutluluk yolu üzerine öğütler), *El-Cem beyne re'yeyi'l-hakîmeyn* (iki hâkim görüşün birleşimi), *Me'âni'l-'akl* (aklın anlamları). Yaşadığı coğrafyanın bilim dili olduğu için Arapça yazdığı bu kitapların bir kısmı Latince, İbranice, Türkçe, Farsça, İngilizce, Fransızca, İtalyanca, İspanyolca ve Rusçaya çevrildi. Fârâbî, aradan yüzlerce yıl geçmesine rağmen bu çalışmalarlarıyla bugün hâlâ uluslararası düzeyde saygı gösterilen ve tanınan bir bilgin. ■

Kaynaklar

- <https://islamansiklopedisi.org.tr/Fârâbî>
- <https://islamansiklopedisi.org.tr/Fârâbî#2-musiki>
- <https://islamansiklopedisi.org.tr/el-musikal-kebir>
- <https://islamansiklopedisi.org.tr/el-medinetul-fazila>
- <https://islamansiklopedisi.org.tr/ih Saul-ulum>
- <http://www.unesco.org.tr/HomeAnnouncementDetail/261>
- Sayyed Hossein Nasr, *The Islamic Tradition in Persia*, Routledge, 2015.

Ülkemizde Geliştirilen

Yerli ve Millî Teknolojiler

Tünel Açma Makinesi “LALE”

Ülkemiz, köstebek olarak da adlandırılan tünel açma (sondaj) makinelerini küresel rekabette üreten 8 ülkeden bir tanesi. E-Berk Tünel Teknolojileri A.Ş. tarafından T.C. Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı bünyesinde TÜBİTAK TEYDEB desteğiyle geliştirilen zemin denge basınçlı tünel açma makinesi Türk mühendislerce tasarlandı. Tünel açma makineleri yer altında karşılaştıkları her şeyi kırarak ve delerek ilerlerken aynı zamanda tünelin ana yapısını da inşa ediyor. Kara yolları ve raylı sistemlerin yapımı ile havzalar arası su transferleri gibi projelerde bu makineler sıklıkla kullanılıyor.

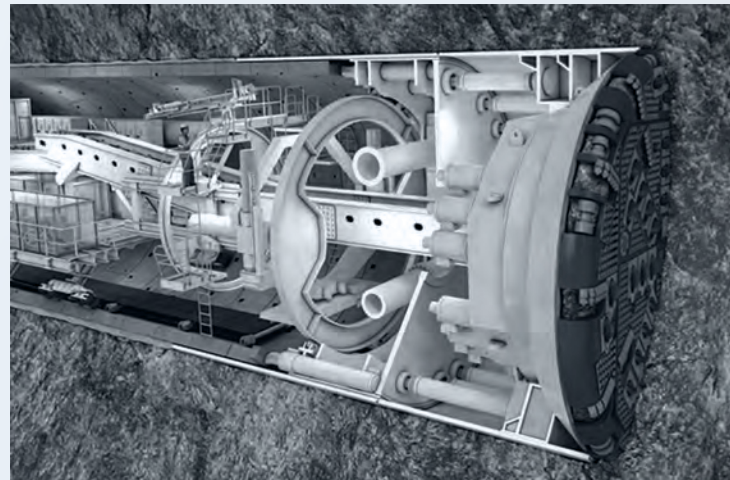
Türkiye'nin ilk yerli ve millî tünel açma makinesi “Anadolu” 2017’de üretilmişti, “Lale” ise 2019’da üretim bandından indirilerek Ergene Havzası Çevre Koruma Projesi’nde kullanılmaya başlandı. Ergene Nehri’ndeki kirliliği azaltmayı ve su kalitesini yükseltmeyi hedefleyen bu proje bittiğinde, bölgedeki sanayi kuruluşlarının atık suları arıldıktan sonra derin deşarj tünelleri yardımıyla Marmara Denizi’nin 4-5 km dibine pompalanacak.

Tünel açma makinesi “Lale” 3,25 metre çapında, 92 metre uzunluğunda, 175 ton ağırlığında ve 800



kVA gücünde. Yaklaşık 12 bin parçadan oluşan makinenin tork gücü yani kuvvet-dönme momenti 534-981 kNm, itki kuvveti ise 10.680 kN. Bu teknik özellikleriyle “Lale” günde 20 metre kazı yapabiliyor. Proje kapsamında makine toplamda 2500 metrelik kazı gerçekleştirecek.

Tünel açma (sondaj) makinesi (*tunnel boring machine*, TBM), çeşitli toprak veya kaya tabakalarını dairesel kesit çizerek kazmaya yarayan makinedir, ayrıca “köstebek” diye de bilinir. Kaya veya toprakta tünel açmak için geleneksel yöntemlerde kullanılan delme ve patlatma tekniklerine alternatif oluşturur. Köstebeklerle tünel açmak çok daha etkili olup kısa bir süre içerisinde sonuç alınabilir. Köstebeklerle sert kayalardan kumlara kadar her türlü maddeye sondaj yapılabilir. Tünel çapı 1 metre ila 19,25 metre olabilir. Köstebekler aynı zamanda çevre zemininde oluşabilecek sıkıntıları azaltma ve pürüzsüz tünel duvarı açma gibi özelliklere de sahiptir.



Üstün Zekâlı ve Yetenekli Çocukları Anlamak ve Eğitimlerini Düzenlemek

Doç. Dr. Marilena Z. Leana Taşcılar [Eğitimci, Psikolog] - İstanbul Üniversitesi - Cerrahpaşa, Hasan Ali Yücel Eğitim Fakültesi Özel Yeteneklilerin Eğitimi ABD



Zekâ, hepimizde belli bir ölçüde bulunan bir potansiyel. Doğru çevre ve doğru eğitimle şekillendirildiğinde pek çok şeye öncülük edebilecek dinamik bir yapı. Uzmanlar zekânın toplum içinde çan eğrisi şeklinde dağıldığını, dolayısıyla bu dağılımda uçların da bulunduğunu savunur. Bu bakış açısına göre çan eğrisinin sol tarafında toplumun %2,14'ünü oluşturan zihinsel engelli bir kesim varken, sağ taraftaki %2,14'lük dilimde ise üstün zekâlı bireyler yer alır. Bu mantığa dayanarak her yüz çocuktan ikisinin üstün zekâlı olduğunu söylemek mümkün. Ancak bu %2'lik dilimdeki çocukları fark etmek, tespit etmek ve tanılamak görüldüğü kadar kolay değil.

Ülkemizde bu konuda bir terim karmaşası bulunuyor çünkü yaşlıtlarının ilerisinde zihinsel bir gelişime sahip, yaratıcı, lider özellikleri taşıyan, belirli bir alanda özel bir yeteneği olan (matematik, fen, edebiyat, resim, müzik vs.) bireyleri tanımlamak için üstün zekâlı ve yetenekli, üstün potansiyelli ve özel yetenekli kavramları birbirinin yerine kullanılıyor. Bu terim karmaşasını engellemek adına bu yazıda üstün zekâlı ve yetenekli birey ifadesi kullanılacaktır. Bu bireylerin en önemli özelliklerinden bir tanesi fiziksel, duyuşal ve zihinsel alanlardaki gelişim aşamalarına erken ulaşmalarıdır. Erken konuşma, erken yürüme, soyut konulara erken dönemde ilgi duyma (zaman, uzay, sayı kavramları vb.), erken okuma yazma öğrenme bunlardan sadece bazılarıdır. Bu özelliklerin her biri aslında bireye göre ayrı ayrı ele alınması gereken ve üzerinde durulması gereken özelliklerdir. Bunun sebeplerinden bir tanesi de bu özelliklerin başka bazı gelişim sorunlarının işaretleri de olabileceğidir. Örneğin, erken yaşta okuma, yani hiperleksi dediğimiz durum, aynı zamanda otizm spektrum bozukluklarının da içinde görülebilecek bir özelliktir. Dolayısıyla, çocukların gelişim takibinin iyi yapılması gerekir.

Bu bireyleri yaşlıtlarından ayıran bir diğer önemli özellikleri de bazı alanlarda sahip oldukları özel yeteneklerin **ender** görülür olmasıdır. İleri düzeyde hafıza, empati yeteneği (karşılarındaki kişilerin hüzünlerini paylaşmak ve çözüm arayışı içine girmek), ilgi duydukları özel bir konu hakkında ileri düzey bilgiye sahip olmak (örneğin, var

olan tüm farklı örümcek türlerini ve özelliklerini bilmek ve dünyadaki tüm ülkelerin bayraklarını ezberlemek vb.) gibi... Enderlik ölçütünün çeşitli seviyeleri bulunuyor. Çok çok ender yeteneklere sahip olan ve bunu küçük yaşta ortaya koyabilen çocuklara “prodigy” yani “deha” adı verilir. Tabii bu çocukların toplumda görülme sıklığı daha önce bahsedilenlerden çok daha nadirdir.

Üstün zekâlı ve yetenekli çocukları/bireyleri nasıl fark ederiz?

Her çocuk bir kar tanesi gibi eşsizdir. Benzer şekilde üstün zekâlı ve yetenekli çocuklar da birbirinden çok farklı özelliklere sahip olabilir. Bununla birlikte genel olarak pek çok üstün zekâlı ve yetenekli çocukta gözlemlendiğimiz ortak bazı özellikler de bulunuyor. Örneğin: muhake-me ve problem çözme becerilerinin gelişmiş olması, yaratıcı fikirler üretmeleri, esprili olmaları ya da ince esprileri anlayabilmeleri, mekanik oyuncakları sevmeleri, aşırı hassas oldukları konuların olması, gelişmiş adalet duygusuna sahip olmaları, yaşlıtlarından daha büyük çocukları ya da yetişkinleri arkadaş olarak seçmeleri, mükemmeliyetçilik davranışları sergilemeleri, derin konularla ilgili küçük yaşta bile sorgulayıcı olmaları, yaşlıtlarına göre daha olgun davranışları ya da daha olgun söylemlerde bulunmaları gibi...

Ancak tüm bu özelliklerin her zaman tek bir çocukta olmayacağı da unutulmamalıdır. Bazı çocuklarda bazı özellikler çok daha baskın görülebilir. Örneğin bazıların yaratıcı olma özelliği ön plandayken, var olan düzene karşı uyumsuz tavırlar sergileyebilirler. Bazı çocukların da çok daha uyumlu ve başarı odaklı oldukları görülebilir.

Üstün zekâlı ve yetenekli kız çocuklarını fark etme konusunda biraz daha dikkatli davranmak gerekir. Zira kızlar üstün özelliklerini bazen gizlemeyi tercih ederler ve bu özelliklerini ön planda tutmazlar. Özellikle ilgi alanlarının diğer kız çocuklarına göre çok daha farklı olmasının, kendilerinin arkadaş grubundan soyutlanması ile son bulacağından endişe duyan üstün zekâlı ve yetenekli kız çocukları biraz daha çekimser davranır ve daha içe kapanık özellikler sergileyebilir.





Peki, üstün zekâlı ve yetenekli çocukları fark etmek neden önemli?

Yaşıtlarına göre daha ileri gelişim düzeylerine sahip olan bireyleri fark etmek, hem aileler hem de eğitimciler için bu bireylere uygun eğitimin sunulabilmesi açısından önemli. Daha da genel bir perspektiften bakacak olursak bir ülkenin kalkınmasına destek olması açısından yani ülke politikası açısından da büyük önem taşıyor.

Bu bireyler için yapılan en iyi benzetmelerden bir tanesi “elmas” benzetmesidir. Bu kadar değerli olan elmanın bile işlenmesi gerekir. Tıpkı elmas gibi üstün zekâlı ve yetenekli çocukların da aileleri ya da öğretmenleri tarafından sadece fark edilmeleri yeterli değildir. Parlamaları için ve bu parlamanın da şans faktörüne bırakılmaması için fark edildikten sonra doğru bir şekilde “işlenmeleri” yani özel bir eğitim almaları gerekir.

Bu çocukların özel bir eğitime tabii tutulması, dünyada karşılaşılan pek çok sorun ile baş etme konusunda alternatif çözüm üretebilecek potansiyele sahip olan bir kitlenin kaybedilmemesi açısından büyük önem taşır. Dört yaşındaki Sena televizyonda Afrika’da açlıktan ölen çocukları gördüğünde ağlamaya başlar. Sena annesine o çocuklara nasıl yardım edebileceğini sorarken aslında üstün zekâlı çocukların aşırı hassasiyet gösterdikleri bir konudaki duyarlılığını sergiler. Benzer bir örnek olarak, beş yaşındaki Burak’ın geçtiğimiz aylarda Avustralya’da meydana gelen yangın felaketinden sonra zor durumdaki koala ve kanguruları görmesiyle çözümler üretme arayışına girmesi verilebilir. Bu çocuklarda dünyamızı tehdit eden pek çok felaket için duyarlılık ve erken yaşlarda çözüm önerileri bulunur. Bu nedenle de doğru eğitilmeleri duyarlılıklarını bilişsel olarak da donatmak bakımından büyük önem taşır.

Üstün zekâlı ve yetenekli çocukların eğitimi nasıl olmalı?

Üstün zekâlı ve yetenekli çocukların eğitimi konusu hem dünyada hem de ülkemizde çeşitli modellere dayandırılarak yapılır. Bununla birlikte bu çocukların eğitimi söz konusu olduğunda alınması gereken bazı eğitimsel önlemler de vardır. Bunlar kısaca zenginleştirme, hızlandırma ve gruplandırmadır. **Zenginleştirme**, hâlihazırdaki eğitim programının daha derin ve ayrıntılı bir şekilde işlenmesidir. **Hızlandırma**, daha erken yaşta okula başlama, sınıf atlatma ya da üst sınıflardan ders almalarını sağlayan bir sistemdir. Böylelikle eğitimleri kronolojik yaşlarına göre değil zihinsel yaşlarına göre şekillenerek esneklik sağlanır. **Gruplandırma** ise benzer zihinsel kapasitedeki çocukların birlikte özel gruplar şeklinde eğitim almalarını sağlamaktır. Hangi eğitimsel önlem işe koşulursa koşulsun bu çocukların eğitiminde üst düzey düşünme becerilerinin yer alması şarttır. Üst düzey düşünme becerilerinden kasıt yaratıcılığın önemsendiği, eleştirel düşünmenin öğretildiği, gerektiğinde otonom bir şekilde kendi eğitimsel hedeflerini belirleyebildikleri bir sistemin olmasıdır. Tüm bunlar, çocukların bire bir çalışabilecekleri bir mentor ile de yürütülebilmelidir.



Üstün zekâlı ve yetenekli çocukların öğretmenleri de üstün zekâlı mı olmalı?

Bu kadar özel bir grubun eğitimini üstlenmek kolay bir süreç değildir. Ama gerekli öğretimsel stratejileri bildikten sonra zor da değildir. Üstün zekâlı ve yetenekli bir öğrenciye öğretmenlik yapabilmek için üstün zekâlı olmak gerekmeseyse de mutlaka sahip olunması gereken bazı temel özellikler vardır. Öncelikle üstün zekâlı çocuklara öğretmenlik yapmak isteyen bir kişinin bu çocukların özelliklerini tanıyabileceği özel bir eğitim alması gerekir. Bu çocuklarla çalışmayı hedefleyen öğretmenlerin esnek, yaratıcı, araştırmacı ve yeniliğe açık olması gerekir.

Her ilişkide olduğu gibi öğrenci – öğretmen ilişkisinde de sağlıklı bir bağın oluşması için güven çok önemlidir. Öğretmen bir konuda bilgi sahibi olmadığında bunu açık yüreklilikle söyleyebilmelidir, aksi hâlde üstün zekâlı ve yetenekli çocuğun öğretmenine güveni sarsılabilir ve öğretmenin otoritesini sarsıcı davranışlar sergilemeye başlayabilir.

Bu öğretmenlerin sahip olması gereken bir diğer özellik de adalet anlayışıdır. Eğitim ortamında adalet herkese eşit davranmak değil, herkese ihtiyaçları doğrultusunda davranmaktır. Çünkü yeri geldiğinde farklı

özellikteki öğrencilere ilgilerine ve ihtiyaçlarına, daha da önemlisi hazır olma düzeylerine göre etkinlikler hazırlanması gerekir.

Aslında bu özelliklerin tüm öğretmenlerde bulunması gerekir. Yine de bu özellikleri burada tekrar vurgulama gereği, ülkemizde sınıf öğretmenliği bölümlerinin eğitim programlarında yaratıcılık, eleştirel düşünme ya da üstün zekâlı ve yetenekli bireylerin özelliklerini öğrenme gibi derslere yer verilmemesinden ileri geliyor.

Sadece eğitimsel önlemler yeterli değil, duygusal süreçlerini de izlemek gerek

Pek çok üstün zekâlı ve yetenekli çocuğun ebeveyni çocuklarının içe kapanık olmasından, arkadaşlarının olmamasından ya da arkadaşlarıyla sorun yaşamasından, yalnızlığı tercih etmesinden, mükemmeliyetçilik özellikleri taşımasından, davranış problemleri sergilemesinden ve motivasyon eksikliğinden şikâyet ediyor. Bunlar genelde yanlış ebeveyn tutumlarına maruz kalan, gerekli eğitimsel müdahalelerin yapılmadığı ya da yapılsa da yetersiz kaldığı durumlardaki çocukların ortak sorunlarındandır.



Üstün zekâdan bahsettiğimizde pek çok kişinin ilk aklına gelen bu çocukların **her alanda başarılı** olacakları kanısındır. Ebeveyn ve öğretmenlerde sık karşılaşılan bu beklenti, aslında bu çocukların omuzlarına büyük bir yük bindirir ve öğrenmeye karşı motivasyonlarını ya da ilgilerini yitirmelerine neden olabilir. Böyle durumlarda çocukların verdiği tepkiler potansiyelleriyle örtüşmeyen düşük bir başarı, ilgisizlik, içe kapanma ve hatta varlık sorgulamasıdır. On üç yaşındaki bir çocuğun şu sözü bu anlamda oldukça çarpıcıdır: “Kendim olmak benim için çok zor. Herkes benden çok fazla şey bekliyor. Yani hayatın anlamı nedir ki cidden?”

Üstün zekâlı ve yetenekli olmak her şeyi bilmek ya da her konuda başarılı olmak anlamına gelmez. Hatta bazı daha karmaşık durumlarda, nadir de olsa, öğrenme ya da dikkat sorunları yaşayan ve “iki kere farklı” diye adlandırılan üstün zekâlı ve yetenekli çocuklar da vardır. Bu çocukların her alanda başarılı olmasını beklemek gerçekçi değildir. Ancak yetişkinlerin bu tarz beklentilere girmesi bazen çocukları daha içe kapanık ya da davranış problemi sergileyecek duruma getirebilir.

Bu çocukların arkadaş ilişkilerinde de sorunlar yaşaması olasıdır. Kendi yaşitlarından çok daha farklı ilgi alanlarına sahip oldukları için uyum sorunları ve arkadaş bulma konularında yardıma ihtiyaçları olabilir.

Dört yaşındaki Erdal gittiği anaokulunda öğretmen ve arkadaşlarına karadeliklere duyduğu hayranlıktan bahsederken diğer çocukların “karadelik” terimini daha önce hiç duymamış olması ve öğretmenin ilgisiz tavrı onu hayal kırıklığına uğrattır. İleriki dönemde kendi ken-

dine okumayı söken Erdal anaokulunda bir köşede tek başına karadeliklerle ilgili bir dergiyi okurken gözlemlenir. Bu durumdaki çocuklar için en önemli şeylerden biri diğerleri tarafından anlaşıldığını hissetmektir. Bu ihtiyaç sadece üstün zekâlı ve yetenekli çocuklar için değil, tüm çocuklar için geçerlidir. Aslında Erdal’ın öğretmenlerinin sahip olması gereken tek beceri biraz **esnekliktir**. Erdal’a ilgi duyduğu bu konuda etkinlikler yapmasını sağlayan bir ortam sunulması çocuğun kazanılmasını sağlayacak, ayrıca bu konudaki bilgisini diğer çocuklarla da paylaşacağı için diğerlerinin de ondan faydalanmasına yardımcı olacaktır. Bu mantıkta hareket eden öğretmenler ve eğitim sistemleri hem bilişsel hem de duygusal olarak çocuğu kazanır. Diğer arkadaşları için yararlı olduğunu hisseden Erdal’ın öz saygısının da artması çok olasıdır.

Yine de arkadaşlık söz konusu olduğunda üstün zekâlı ve yetenekli çocukların kendilerine benzer özellikler taşıyan yaşitlarıyla bir arada bulunmaları çok önemlidir. Okul sonrası ya da hafta sonu etkinlikleri sağlayan kurumlar ve en önemlisi ülkemizde bu çocukların eğitimlerini desteklemek için Milli Eğitim Bakanlığı bünyesinde kurulmuş olan Bilim ve Sanat Merkezleri (BİLSEM’ler) bunun için birebirdir. (BİLSEM’ler hakkında ayrıntılı bilgi edinmek için kaynakçada verilen linke bakabilirsiniz.)

Öğrenme **motivasyonu** bu çocukların belki de en büyük itici gücüdür. Öğrenmeye karşı dinmek bilmeyen bir merakları vardır. İlgi alanları çok geniştir. Bazen bu durum ebeveynler tarafından “maymun iştahlılık” olarak da görülür. Ancak denemeyen çocuk gerçekten neyi sevdiğini bilemez, bu nedenle onlarınki daha çok deneyimlemeye ilgilidir. Onları motive eden şeylerden bir tanesi de “zorlanma derecesi”dir. Üstün zekâlı ve yetenekli çocuklar çözemedikleri bulmacalarla uğraşmayı sever, çünkü onlarla uğraşmanın kendilerini geliştirdiğini bilirler.

Burada özellikle vurgulanması gereken, yetişkinlerin çocukların zekâsını övmekten çok, azimlerini ve gösterdikleri çabayı övmeyi unutmamalarıdır. Zira çabası yerine zekâsı övülen çocuklar, zor problemleri çözerken ya da onları zorlayan etkinlikleri yaparken daha önce hep çabaları yerine zekâları övüldüğü için aptal gibi gö-



rünmemek adına çözmeyi hiç denemeyecektir. Gerekli eğitimsel müdahaleler yapılmadığı için sürekli kolay görevlerle karşı karşıya kalan üstün zekâlı ve yetenekli çocukların zamanla motivasyonlarını yitirmesi söz konusu olabilir.

Uzmanlar iç ve dış olmak üzere motivasyonun iki farklı kaynaktan doğduğundan bahseder. İç motivasyon çocuğun kendi isteğiyle bir şeye yönelmesi ve ona yatırım yapmasıyken, dış motivasyon anne babanın ya da öğretmen gibi dışardan birisinin yönlendirmesiyle bir işe girişmektir. Geçen senelerde üstün zekâlı ve yetenekli çocuklarla yaptığımız bir araştırmada, çocukların küçük yaşta daha çok iç motivasyona sahipken ilerleyen yaşlarda dış motivasyon ile harekete geçtikleri bulgulanmıştır. Üstün zekâlı ve yetenekli çocuklar için bu sonuç biraz kaygı vericidir. Bunun nedeni, bu bulgunun aynı zamanda, üstün zekâlı ve yetenekli çocukların kendi ilgi duydukları ve gerçekten yetenekli oldukları alanlarda yaptıkları yatırımları zaman içinde bir kenara bırakarak eğitim sisteminin gerektirdiği sınav başarılarına odaklanmak zorunda kaldıklarını göstermesidir. Dolayısıyla bu durum çocukların gelecekte mutlu ve faydalı olmalarını engelleme potansiyeline sahiptir.

Özetle; ülkemizdeki üstün zekâlı ve yetenekli çocukları fark etmek, yetenek alanlarını geliştirmek, gelecekte önemli projelere imza atabilmeleri için onlara şimdiden destek olabilmek çok önemlidir. Bu çocukların yaratıcılıkları, hayal güçleri ve azimleri sağlıklı bir şekilde geliştirildiğinde en değerli doğal kaynaktan bile çok daha değerli oldukları ve sayısız başarıya imza atacakları kesindir. Günümüz dünyasında değer üretmek, birbirimize de doğaya da şefkat göstermek bu denli önemliyken, bunu içtenlikle yapan bir kesimi kaybetmeyi göze alamayız. ■

Kaynaklar

Feldman, D. H., ve Goldsmith, L. T., *Nature's gambit: Child prodigies and the development of human potential*. Basic Books (AZ), 1986.

Sak, U., *Üstün Zekâlılar Özellikleri Tanımlanmaları Eğitimleri*. İstanbul: Maya Akademi Yayıncılık, s.348, 2011.

<http://bilsem.meb.k12.tr>

Leana – Taşcılar, M. Z. (Editör), *Özel Yetenekli Çocukların Psikolojisi: Teoriden Uygulamaya*. Ankara: Nobel Akademik Yayınevi, s. 410, 2018.

Topçu, S., Leana-Taşcılar, M. Z. "The role of motivation and self-esteem in the academic achievement of Turkish gifted students", *Gifted Education International*, Cilt 34, Sayı 1, s.3-18, 2018.

Ayın Sorusu

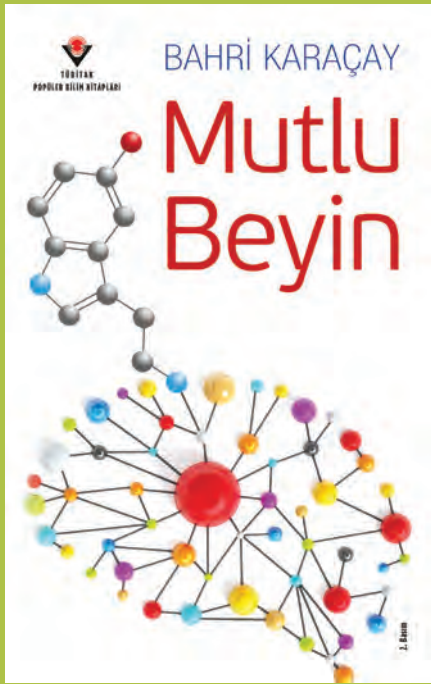
Prof. Dr. Azer Kerimov [bteknik@tubitak.gov.tr

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:

Mutlu Beyin



**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).

Keselerdeki Altın Sikke Sayısı



(Matematik)

Haramiler Ali Baba ile bir oyun oynuyorlar ve onun
mağaradan salıverilmesi için bu oyunu kazanması
gerektiğini söylüyorlar. Oyun başlamadan önce
Haramiler iki boş kese alıp bu keselerden birine
1000 altın sikke yerleştiriyorlar. Bundan sonra Ali
Baba diğer keseye istediği bir sonlu sayıda altın
sikke yerleştiriyor ve oyun başlıyor. Oyunda ilk
hamleyi Haramiler yapmak üzere, Haramiler ve Ali
Baba sırayla hamle yapıyorlar. Her hamlede sırası
gelen taraf uygun bir n sayısı belirliyor ve istediği
bir keseden $2n$ tane altın sikke alıp bu sikkelerin n
tanesini diğer keseye aktarıyor (kalan n sikke oyun
dışı kalıyor). Sırası gelince hamle yapamayan taraf
oyunu kaybediyor. Ali Baba'nın bu oyunu kazanmayı
garantilemesi için başlangıçtaki boş keseye
yerleştirmesi gereken altın sikke sayısının alabileceği
tüm farklı değerleri bulunuz.

Örnek olarak Ali Baba başlangıçta ikinci keseye 100
altın sikke yerleştirirse Haramiler n sayısını 30 olarak
belirleyip keselerdeki altın sikke sayılarını (940,
130) ya da (1030, 40) yapabilirler. Bu durumların
birincisinde Ali Baba n sayısını 20 olarak belirleyip
keselerdeki altın sikke sayılarını (900, 150) ya da (960,
90) yapabilir. (0,1), (1,0) ve (1,1) durumlarında sırası
gelen taraf hamle yapamıyor ve oyunu kaybediyor.



Konuştüğümüz Diller Dikkatimizi Yönlendiriyor

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

**Bilimsel çalışmalar,
görsel algı sırasında beynin
dil ile ilgili kısımlarının da
etkinleştğini gösteriyor.
Dikkatimizi nereye
yönlendireceğimizi
konuştuğumuz diller belirliyor.
Hatta kelimelerin telaffuz
edilmediği durumlarda bile
farklı dilleri bilen insanların
gözleri farklı biçimlerde
hareket ediyor.**

Görsel algı ile dil arasındaki ilişkileri gösteren ilk deneyler 1990'larda yapılmıştı. Rochester Üniversitesinde çalışan bir grup araştırmacı, deneklere gösterdikleri farklı görüntülerdeki çeşitli nesnelerin isimlerini söyleyip gözlerinin hareketlerini teknolojik cihazlarla takip etmişlerdi. Bir insanın gözlerini belirli bir nesneye odaklaması yaklaşık 200 milisaniye sürer. Ancak deneyler sırasında insanların isimlerini duydukları nesnelere odaklanmasıysa, telaffuz tamamlandıktan sonra, ortalama olarak 145 milisaniye sürüyordu. Bu durum insanların kelimenin tamamını değil henüz ilk hecelerini duyduktan hemen sonra gözlerini odaklamaya başladığını gösteriyordu. Yine bu çıkarımı destekleyen başka bir gözlem, görüntülerde ismi telaffuz edilen nesneninkine benzeyen başka nesneler olduğunda ortalama odaklanma süresinin uzamasıydı. Örneğin içinde hem şekerleme hem de mum olan bir görüntüye bakan bazı katılımcılar İngilizcede "şekerleme" anlamına gelen *candy* kelimesini duyduklarında önce muma odaklanmaya başladıkları için doğru nesneye odaklanma süreleri uzuyordu. Bu durum araştırmacılar



tarafından “mum” kelimesinin İngilizcedeki karşılığı olan *candle* kelimesi ile *candy* kelimesinin baş kısımlarının telaffuzunun aynı olmasına bağlanmıştı. Çünkü görüntülerdeki nesnelerin dağılımı nasıl olursa olsun, mum ile şekerleme birbirinden ne kadar uzak olursa olsun durum değişmiyordu.

Yakın zamanlarda yapılan deneyler, nesnelerin gösterildiği ancak nesnelerin isimlerinin telaffuz edilmediği durumlarda bile gözlerin hareketinin insanların bildiği diller tarafından etkilendiğini gösterdi. Northwestern Üniversitesinden Sarah Chabal ve Viorica Marian tarafından yapılan deneyler sırasında gönüllülere önce bir nesne gösterilmiş. Daha sonra da aynı nesneyi başka bir görüntünün içinde bulmaları istenmiş. Sonuçlar, katılımcıların gözlerinin hareketlerinin hangi dili konuştuklarına bağlı olarak değiştiğini gösteriyor. Örneğin İngilizce konuşan katılımcılar, görüntülerde saat ararken bazen önce buluta odaklanıyorlar. Çünkü “saat” ve “bulut” kelimelerinin İngilizcedeki karşılığı olan clock ve cloud kelimeleri benzer seslere sahip. Aynı şekilde İspanyolca konuşan katılımcılarsa yine görüntülerin içinde saat ararken bazen önce hediyeye odaklanıyorlar. Bu durum da yine İspanyolcada “saat” ve “hediye” anlamına gelen *reloj* ve *regalo* kelimelerinin benzer seslere sahip olmasıyla açıklanıyor.

Birden fazla dil konuşan insanlarda daha da ilginç bir durum gözlemleniyor. İnsanlar bir dildeki kelimeyi duyduklarında o kelimenin diğer dillerdeki karşılıkları da etkinleşiyor. Örneğin hem İngilizce hem de İspanyolca konuşan insanlar İngilizcede “ördek” anlamına gelen *duck* kelimesini duyduklarında küreğe de bakıyorlar. Çünkü “ördek” ve “kürek” kelimelerinin İspanyolcadaki karşılıkları olan *pato* ve *pala* kelimelerinde benzer sesler var.



Deneyler gözlerimizin hareketlerinin sadece konuşulan diller tarafından değil aynı zamanda işaret dilleri tarafından da etkilendiğini gösteriyor. Örneğin hem İngilizce konuşan hem de Amerikan işaret dilini bilen katılımcılar İngilizcede “kâğıt” anlamına gelen *paper* kelimesini duyduklarında peynire de bakıyorlar. Bu durum “kâğıt” ve “peynir” kelimelerinin Amerikan işaret dilinde ortak öğelere sahip olmasıyla açıklanıyor. Bir işaret dilinde bir kelimeyi ifade etmek için dört öğeden yararlanılır: elin şekli, konumu, yönelimi ve hareket biçimi. “Kâğıt” ve “peynir” kelimelerinin Amerikan işaret dilindeki karşılıklarında bu dört öğeden üçü (elin şekli, konumu ve yönelimi) ortak, sadece biri (elin hareket biçimi) farklı.

Elde edilen bilgiler beynin bilgiyi organize etme ve işleme biçiminin karmaşıklığını gözler önüne seriyor. Beyindeki dille ilgili kısımlardaki süreçler görme, dikkat ve bilişsel kontrol ile ilgili kısımlardaki süreçleri de etkiliyor. Nereye baktığımız, dikkatimizi nelere verdiğimiz konuştuğumuz dillere bağlı olarak değişiyor. ■



Kaynaklar

Tanenhaus, M. I. ve ark., “Integration of Visual and Linguistic Information in Spoken Language Comprehension”, *Science*, Cilt 268, s. 1632, 1995.

Chabal, S., Marian, V., “Speakers of Different Languages Process the Visual World Differently”, *Journal of Experimental Psychology: General*, Cilt 144, s. 539, 2015.

Marian, V., “The Language You Speak Influences Where Your Attention Goes”, *Scientific American*, 2019

Doğa Fauna

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

Sayga Antilobu

Orta Asya'nın kurak bozkırlarında soyu kritik derecede tehlike altında bulunan, kısa fil hortumuna benzeyen ilginç burunları olan canlılar yaşar: Sayga antilopları.

Sayga antilopları yaklaşık olarak keçi büyüklüğündedir. Boyları (baştan kuyruğa) 100-140 cm, yerden omuz yükseklikleri 61-81 cm, ağırlıkları da 30-45 kg kadar olur. 30 ila 50 bireylik sürüler oluştururlar. Yabani olarak 10-12 yıl kadar yaşarlar.



Sayga antiloplarının ilginç burunlarının havayı ısıtmaya ve nemlendirmeye yaradığı düşünülüyor. Antilopların bir diğer ilginç özelliği ise sadece erkek bireylerin boynuzlu olmasıdır. Dişilerde boynuz bulunmaz. Sayga antilopları, insanlardan ve yerleşim yerlerinden çok uzak yerlerde yaşamayı tercih ederler. Buna rağmen aşırı avcılık, yaşam alanlarının tahribatı, tarımsal faaliyetler ve yeni açılan yollar gibi insan kaynaklı etkenler soylarını tehdit ediyor. Buna ek olarak, bakteri nedenli hastalıklar da popülasyonlarını büyük ölçüde azaltıyor. 2015 yılında Kazakistan'da 3 haftalık bir süre zarfında 200.000'den fazla Sayga antilobu aniden ölmüştü. Dünyadaki toplam Sayga antilobu popülasyonunun %60'ının bu şekilde ölmesinin *Pasteurella* adlı bir bakteriden kaynaklandığı ise ancak 2018'de anlaşıldı. Sayga antiloplarında benzer kitlesel kayıplar daha önce de gerçekleşmişti. 1998 yılında 270.000, 2010 yılında da 12.000 kadar ani ölüm yaşanmıştı. Normalde *Pasteurella* bakterileri Sayga antiloplarının vücudunda onlara zarar vermeden yaşar. Ancak bu toplu ölümlerin yaşandığı zamanlarda hava sıcaklığı ve nemin alışılmışın dışında olduğu ve bunun da bakterileri istilacı duruma getirdiği anlaşıldı. Doğal gelişen bu olaya karşı bir önlem alınamıyor. Sayga popülasyonlarının farklı bölgelerde tutulması türün soyunu kurtarabilecek tek çare olarak düşünülüyor.



Düşünme Kulesi

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

Ayın Oyunu: Toplamlı Sudoku

Toplamlı Sudoku Oyununun Kuralları

Her bir satırda, sütunda ve kalın çizgilerle belirlenmiş bölgede 1'den 6'ya tüm rakamlar birer kez yer alacak şekilde diyagramı doldurun.

Kesik çizgilerle belirlenmiş bölgelerdeki sayıların toplamı sol köşelerinde verildi.

Herhangi bir kesikli bölge içinde rakam tekrarı olamaz.

4		8		10	6
6	7		7		
	15	7		11	
			6		6
	15	6			
		8		4	

9	3	7		10	
		15	4	7	6
3					
	15		11		5
9			5		
	4		13		

13		10			12
3		6			
	8		9	10	
10		12			7
			11		
10				5	

16				12	3
11	7				
		10		6	14
3	8				
	12		11		
8				5	

Toplamlı Sudoku - Örnek Çözüm

11	10	8		3	2	1
5	6	3	4	10	3	6
2	4	1	10	3	6	11
4	10	3	5	17	2	1
15	1	2	6	5	4	5
3	5	1	4	9	6	12
6	5	2	1	3	4	

Ödüllü soru

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

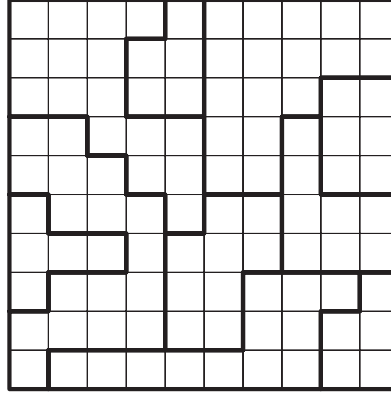
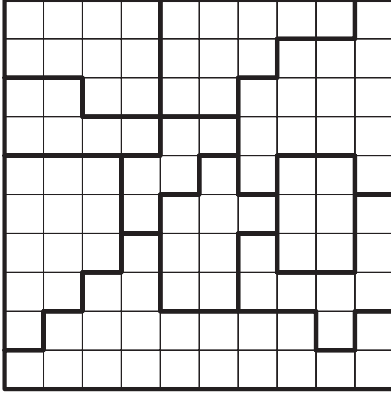
www.bilimteknik.tubitak.gov.tr

9			13	8	
7		9		9	
7	9				15
		4			
5	17			14	

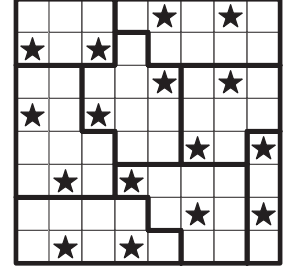
Ok doğrultusundaki içeriği yazın.

Örnek çözümün ilk satırı 563421 şeklinde yazılmalıdır.

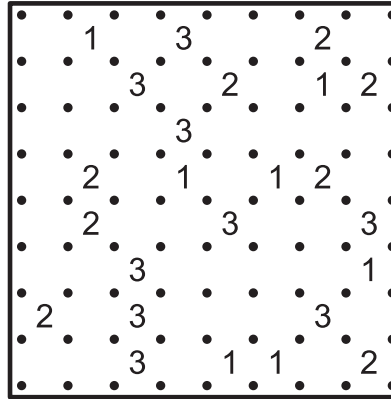
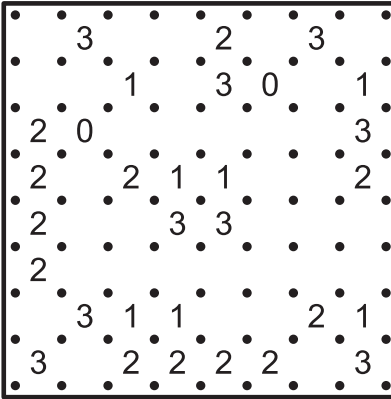
Yıldız Savaşları: Diyagramdaki her bir satıra, sütuna ve kapalı alana ikişer yıldız yerleştirin. Yıldızlar çaprazdan da olsa komşu karelerde olmamalıdır.



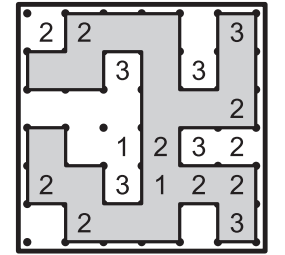
Yıldız Savaşları
Örnek Çözüm



Çit: Noktaları yatay veya dikey çizgilerle birleştirerek kapalı tek bir çit oluşturun. Rakamlar bulundukları hücrenin kaç kenarında çit parçası olduğunu göstermektedir.



Çit
Örnek Çözüm



Geçen Sayının Çözümleri

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

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

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

Ödüllü Soru:
Kropki

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

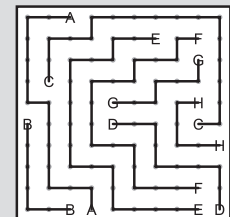
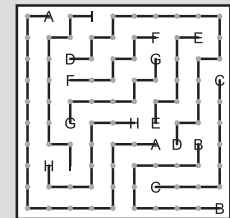
2	5	4	1	6	3
5	2	6	4	3	1
6	3	2	5	1	4
3	1	5	6	4	2
4	6	1	3	2	5
1	4	3	2	5	6

Kropki

3	4	3	1	2	4	1	3
1	5	3	7	9	2	8	
2	9	3	2	3	2	1	
4	2	1	4	3	1		
2	1	3	8	9	3		
3	1	4	1	7	2		
2	7	9	7	8	5		

16	38	4	6	29	6
9	1	14	4	5	9
7	6	4	3	1	5
4	2	1	11	8	3
9	7	8	12	10	7
8	9	15	8	9	14
4	3	6	2	1	7
8	9	1	8	1	5

Kakuro



ABC Bağlamaca

Satranç

Kıvanç Çefle [btsatranc@tubitak.gov.tr]

Bulmaca Amca: Fritz Giegold

Bazı kurgucular vardır ki kompozisyon sanatının “akademik” ortamından uzak durmuşlardır. Verdikleri eserler problem dergilerinin editörlerini memnun etmeyi ya da turnuva hakemlerini etkilemeyi değil, daha çok genel satranç camiasına



Fritz Emil Giegold (1903-1978)

seslenmeyi hedeflemiştir. Örneğin daha önceki bir yazımızda ele aldığımız Warton kardeşleri, hatta büyük Samuel Loyd’u bu grupta sayabiliriz. Bugünkü yazımızın konusu Alman Fritz Emil Giegold (1903-1978) da yine aynı şekilde “popüler” tarzıyla satrançseverlerin gönlünde taht kurmuş bir kompozitör.

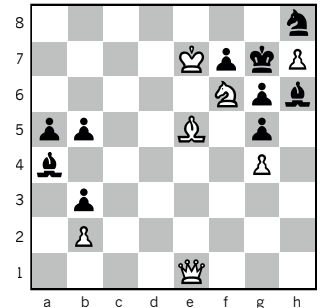
Giegold, ilk problemini henüz 13 yaşında iken 1916 yılında yayınladı. 1948-1978 yılları arasında *Frankenpost* gazetesinin satranç köşesinin editörlüğünü yaptı. Ömrü boyunca 800 kadar problem kuran Giegold’un yapıtları daha ziyade günlük Alman gazetelerinde ve çeşitli dergilerde çıkıyordu. Bu şekilde kitlelere daha kolay ulaşıyordu. Problemlerinde en dikkat çeken özelliklerden biri, siyah taşların hamle seçeneklerinin son derece kısıtlı olmasıdır. Hatta çoğu durumda siyahların yapabileceği

tek bir hamle vardır. Buna rağmen problemlerin çözümü çok zordur, beyaz ancak son derece paradoksal ve “sağduyuya aykırı” bir manevra ile mat hedefini gerçekleştirebilir. Giegold’un tarzını “gizemli, derin, zor ve esprili” olarak tanımlayabiliriz. Bu nedenle de kurgu dünyasında “Rätselonkel” (Bulmaca Amca) lakabıyla kendine yer edinmiştir.

Şimdi onun birkaç problemini birlikte çözelim:

Diyagram 1

Züricher Voche, 1967



Beyaz oynar, üç hamlede mat eder.



Bu pozisyonda siyah şahın kaçacak tek bir karesi olmadığını ve beyazın tek yapması gerekenin bir yerlerden şah çekmek olduğunu düşünüyoruz. Ama anahtar hamle son derece şaşırtıcı:

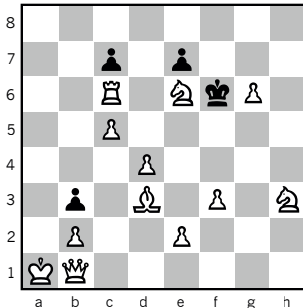
1. Vb4!!

Siyahı iyice nefes alamaz hâle getirmeyi amaçlayan bir hamle... Siyahın fedayı kabul etmekten başka çaresi yok:

1...axb4 2. Şd8! Şf8 3. Ad7 mat!.

Diyagram 2

Stern, 1969



Beyaz oynar, üç hamlede mat eder.

Siyah daha baştan pat olmuş durumda. Demek ki anahtar hamle bu pat durumunu sonlandırmalı:

1. Va2!!

Önceki örnekten belki böyle bir hamleyi bekliyordunuz. Bir diğer sessiz vezir fedası... Siyahın tek seçeneği fedayı kabul etmek:

1...bxa2

Ama şimdi en az anahtar hamle kadar şaşırtıcı bir diğer hamle geliyor:

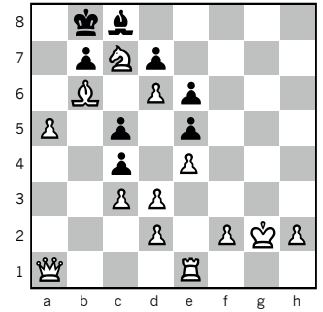
2. Ff5!! Şxf5 3. Ag7 mat.

Bu iki örnekte de gördüğümüz üzere Giegold'un problemleri hemen hemen her zaman tek varyantlıdır. Üç hamleden daha uzun problemlerde yeteneği daha parlak görünür gibidir:

Diyagram 3

Schach-Echo, 1958

Övgü



Beyaz oynar, dört hamlede mat eder. Yine siyahların tek bir hamle seçeneği var, şahları da kımıldayamaz hâlde.

1. Kh1!!

Bir başka paradoksal, hatta saçma görünen hamle. Kaleleri hep açık sütunlara yerleştirmemiz gerekmez mi?

1...c4xd3 2. Vg1! c4 3. f4!

Hem pat durumuna son veriyor hem de g1-a7 çaprazını açıyor.

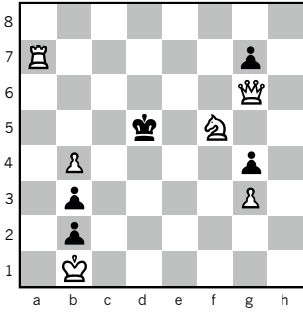
3...e5xf4 4. Fa7 mat!

Ayın Problemleri

Sanıyoruz yukarıdaki örnekler “Bulmaca Amca”yı size az çok tanıtmıştır. Artık onun kurduğu bir problemi çözerken sizi nelerin beklediğini biliyorsunuz. Sizler için seçtiğimiz üç problem var, bakalım çözümlerini bulabilecek misiniz? Kolay gelsin!

Diyagram 4

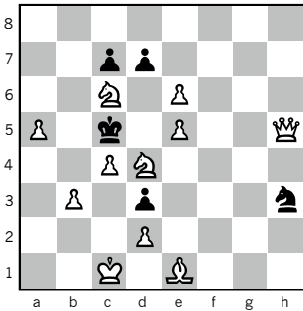
Die Welt, 1961



Beyaz oynar, üç hamlede mat eder.

Diyagram 5

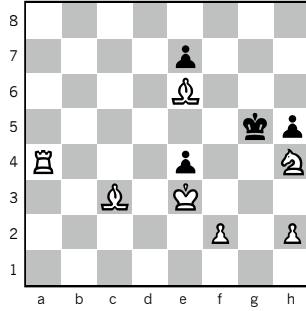
Landeszeitung für die Lüneburger Heide, 1972



Beyaz oynar, üç hamlede mat eder.

Diyagram 6

Deutsche Schachblätter, 1952
İkincilik Ödülü

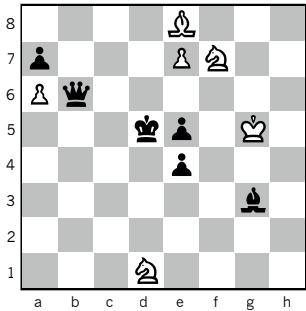


Beyaz oynar, üç hamlede mat eder.

Geçen Ay Sorulan Etütlerin Çözümleri

Diyagram 7

Aleksey Troitzky
Deutsche Schachzeitung, 1910



Beyaz oynar ve kazanır.

Çözüm:

1. Fa4! Fh4+! 2. Şxh4 Vf6+
3. Ag5! Vxe7 4. Ae3+ Şc5
5. Şh5!!



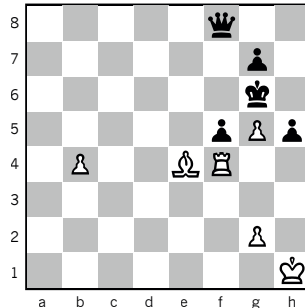
Bu sessiz hamle siyahı *zugzwang*'a sokuyor. Hangi hamleyi yaparsa yapsın vezirini kaybeder.

5...Şb4 6. Ad5+ Şxa4
7. Axe7 Şb5 (7... e3 8. Ad5 e2 9. Ac3+ Şa5 10. Axe2 e4 11. Axe4 Şxa6 12. Ad4 Şa5 13. Ac3 Şb4 14. Ab1 a5 15. Ac2+ Şb3 16. Aba3) 8. Axe4 Şxa6 9. Şg4 ve kazanır.

Ağustos ayındaki yazımızda belirttiğimiz gibi siyahın piyonları Troitzky hattını aşmamış olduğundan beyaz (zahmetli de olsa) kazanacaktır.

Diyagram 8

Aleksey Troitzky
Wiener Schachzeitung, 1912



Beyaz oynar ve kazanır.

Çözüm:

1. Fc2!

1. Kxf5? Vxb4=

1...Va8

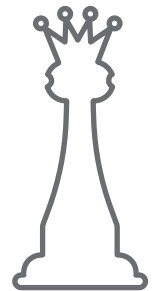
1...Şxg5 2. Kxf5+ Vxf5 3. Fxf5 Şxf5 4. Şh2+-; 1... Vc8 2. Fxf5+-.

2. Kxf5 Va2 3. Fe4!

Fil başlangıçtaki konumuna geri dönüyor. Şimdi vezir savunmasız kalacağı bir kareye oynamak zorunda:

3...Vc4 4. Ke5+ Şf7 5.

Fd5+ ve kazanır.



Bilim Her Yaşta Bizimle!

2 dergi için yıllık abonelik 156 ₺ yerine sadece 90 ₺

YILLIK ABONELİK

90



#BilimOkuyanBilir

Ücretsiz Kargo



Abonelik Fırsatlarını Görmek için:
www.tubitakdergileri.com.tr

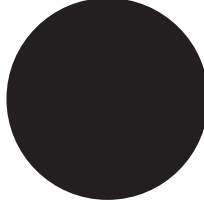


Gökyüzü

Prof. Dr. Faruk Soyduğan

[fsoyduğan@comu.edu.tr

17 Eylül
Yeniay



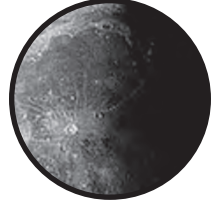
24 Eylül
İlkdördün



02 Eylül
Dolunay



10 Eylül
Sondördün



Güneş Sisteminin Mücevheri: Satürn

Gökbilim meraklılarının en çok gözlediği gök cisimlerinden olan Satürn, içerdiği çok sayıda halkasıyla adeta süslenmiş bir gezegen olarak gökyüzünde parlıyor. Çıplak gözle gözlenebilen gezegenlerden biri olması yanında, dev gazı kucaklayan halkaları Satürn'ü ilgi çekici yapıyor. Buz ve kaya parçalarından oluşmuş olan halkaları sadece Satürn'e has ol-

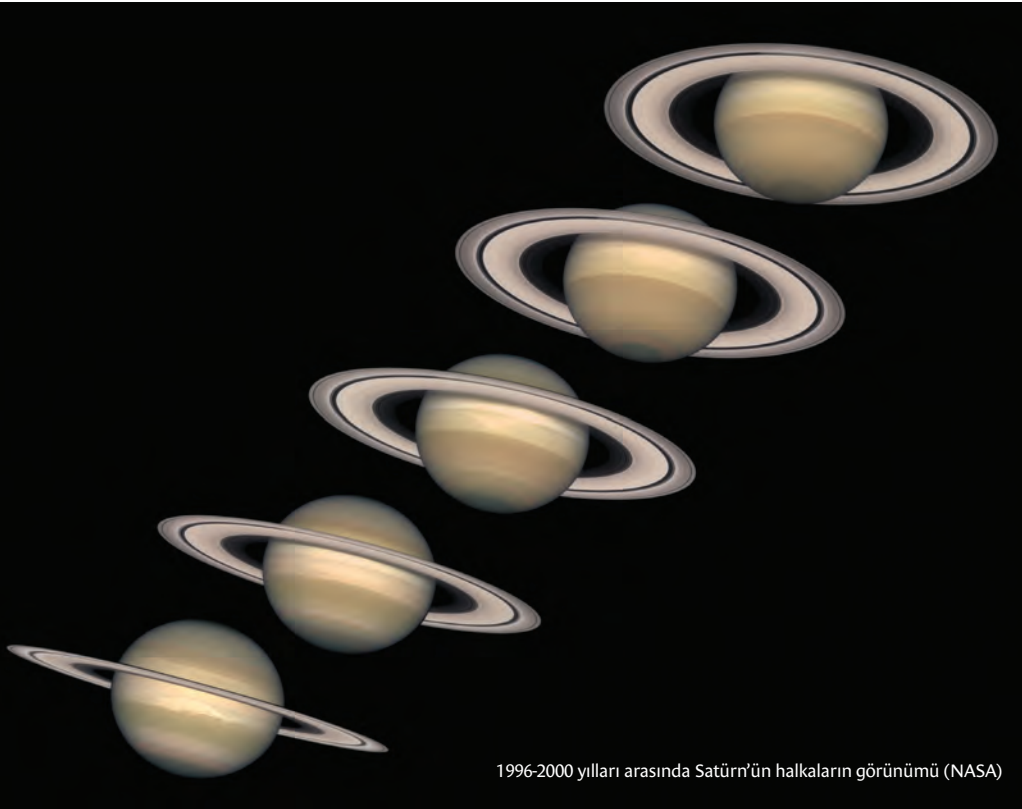
masa da diğer gaz gezegenlerin halkaları Satürn kadar etkileyici ve karmaşık değildir.

Satürn, Dünya'nın yarıçapının dokuz katı yarıçapa sahiptir ve yoğunluğu sadece Dünya'nın 1/8'i kadardır. Sistemimizin en düşük yoğunluklu gezegenidir hatta sudan daha hafiftir. Başka bir deyişle, suda yüzebilir!

Güneş Sistemi'nin Jüpiter'den sonra ikinci büyük boyutlu gezegeni olan Satürn'ün kütlesi Dünya'dan yaklaşık 95 kat daha büyüktür. Güneş'ten ortalama 1,4 milyar km uzaklıkta bir elips yörüngede dolanan Satürn'de bir yıl yaklaşık 29,5 Dünya yılına karşılık gelirken oldukça hızlı dönmesi nedeniyle bir gün yaklaşık 10,6 saat sürer.

Çıplak gözle görülebilen bir gezegen olan Satürn'ün varlığı eski zamanlardan beri insanlık tarafından biliniyor. Teleskopla ilk gözlemi ise 1610 yılında Galileo Galilei tarafından yapıldı ancak halkaları 1659 yılında C. Huygens tarafından keşfedildi. Doğrudan gözlenebilen beş gezegenden (Merkür, Venüs, Mars, Jüpiter) biri olan Satürn, bu gezegenler içinde Dünya'ya en uzak (yaklaşık 9,6 Astronomik Birim) olanıdır. Satürn'ün ışığının Dünya'ya ulaşması yaklaşık 1 saat 29 dakika sürer ki biz onu gözlediğimizde bu kadar süre önceki görüntüsüyle karşılaşıyoruz.

Satürn'ün düşük yoğunluğu, sahip olduğu kimyasal içerikle ilişkilidir. Gezegen, Güneş'te, diğer yıldızlarda ve Güneş Sistemi'nin diğer gaz



1996-2000 yılları arasında Satürn'ün halkaların görünümü (NASA)



Halkaları ve gölgeleriyle Satürn. Cassini uzay aracından 15 Eylül 2006 tarihinde görünür ışık, kırmızı öte ve mor öte dalgaboylarında çekilen 165 görüntünün bileşimidir. (NASA)

gezegenlerinde olduğu gibi, büyük ölçüde hidrojen ve helyum gazlarından oluşur. Bu arada, neden Dünya ve diğer kayaç gezegenlerde hidrojen ve helyum bu kadar bol bulunmuyor? Bu sorunun cevabını okuyuculara bırakalım! Satürn'ün, hidrojen ve helyum ağırlıklı içeriğine atmosferdeki farklı moleküller eklenince (atmosferindeki amonyak nedeniyle sarı, amonyak hidrosülfür nedeniyle turuncu, su nedeniyle beyaz renk) farklı renklerin karışımından kahverengimsi bir görüntü karşımıza çıkıyor.

Satürn'ün Jüpiter'den çok daha küçük bir çekirdeğe sahip olduğu düşünülüyor. Bu çekirdek, Dünya'nın neredeyse iki katı büyüklüğündedir ve çoğunlukla demir ve nikel gibi metallerden oluşur. Gezegenin merkezi oldukça sıcaktır (yaklaşık 11700°C) ve bu nedenle, Güneş'ten aldığı enerjinin yaklaşık 2,5 katı enerjiyi uzaya salar.

Son zamanlarda, Satürn'ün etrafında dolanan birçok uydu keşfedildi ve böylece ikinci en büyük gaz devi en çok uydusya sahip gezegen haline geldi. Satürn'ün şu anda 82 onaylı uydusu bulunuyor. Satürn'ün en büyük uydusu Titan olup Jüpiter'in uydusu Ganymede'den sonra Güneş Sistemindeki en büyük ikinci uydudur. Titan, Merkür gezegeninden bile daha büyük boyutlara sahiptir. Satürn için yaşam potansiyeli sıfır olsa da Titan ve Enceladus uydularında yaşamı barındırabilecek iç okyanuslar olduğuna ilişkin kanıtlara ulaşıldı.

Satürn'ün Atmosferi ve Fırtınaları

Jet akışları, soluk çizgilere benzeyen yapılar ve fırtınalar içeren atmosfer bulutlarla kaplanmıştır. Satürn'ün üst atmosferinde rüzgârların hızı 500 m/s'ye ulaşır. Atmosfer basıncı gazı sıvıya dönüştürecek kadar güçlüdür. Ge-

zegenin üst atmosferinin ortalama sıcaklık değeri -175°C'dir ancak bulutların altı biraz daha sıcaktır. Dış atmosfer hacimce %96,3 moleküler hidrojen ve %3,25 helyum içermektedir.

Satürn'ün birçok periyodik fırtınadan oluşan "Büyük Beyaz Beneği", Dünya'dan bir teleskopla görülebilecek kadar büyüktür. Gezegeni kuşatan bu beyaz alan kabaca her Satürn yılında bir (veya yaklaşık 29,5 Dünya yılı) meydana geliyor. Büyük Beyaz Beneğin 2020'de kuzey yarımküre tekrar ortaya çıkacağı tahmin ediliyor.

Satürn'ün her iki kutbunda da girdaplar gözlenmektedir. Kuzey kutbu yakınındaki girdap etrafında devasa kenarları (Dünya çapından daha büyük) olan kalıcı bir altıgen dalga benzeri yapının olduğu belirlendi. Bu yapının, bir tur dönmeyi 10 saat 39 dakikada tamam-

ladığı ve bunun da gezegenden gelen radyo sinyalleriyle aynı döneme sahip olduğu ortaya çıktı. *Hubble Uzay Teleskobu* gezegenin güney kutbu civarında jet akımı belirlese de bir girdap yapısı bulamadı ancak *Cassini* uzay aracının aldığı veriler, milyar yıl mertebesinde varlığı devam eden kasırgayı ortaya çıkardı. Güney girdabı olarak adlandırılan bu yapı Dünya büyüklüğünde olup bu alanda rüzgâr hızı, saatte 500 km'ye ulaşıyor. Satürn'deki rüzgârlar, Neptün'ün ardından Güneş Sistemi'ndeki en hızlı ikinci rüzgârlardır. *Voyager* uydu verileriyle saniyede 500 m'ye (saatte 1800 km) ulaşan hızlarda rüzgârlar ölçülmüştür.

Zaman zaman Satürn'ün atmosferinde kutup ışıkları da gözleniyor. Gezegenin sıvı metalik hidrojen katmanındaki akımların neden olduğu manyetik alan (Dünya'dan biraz daha zayıf şiddette), bu ışıkların kaynağını oluşturuyor.

Satürn'ün Halkaları

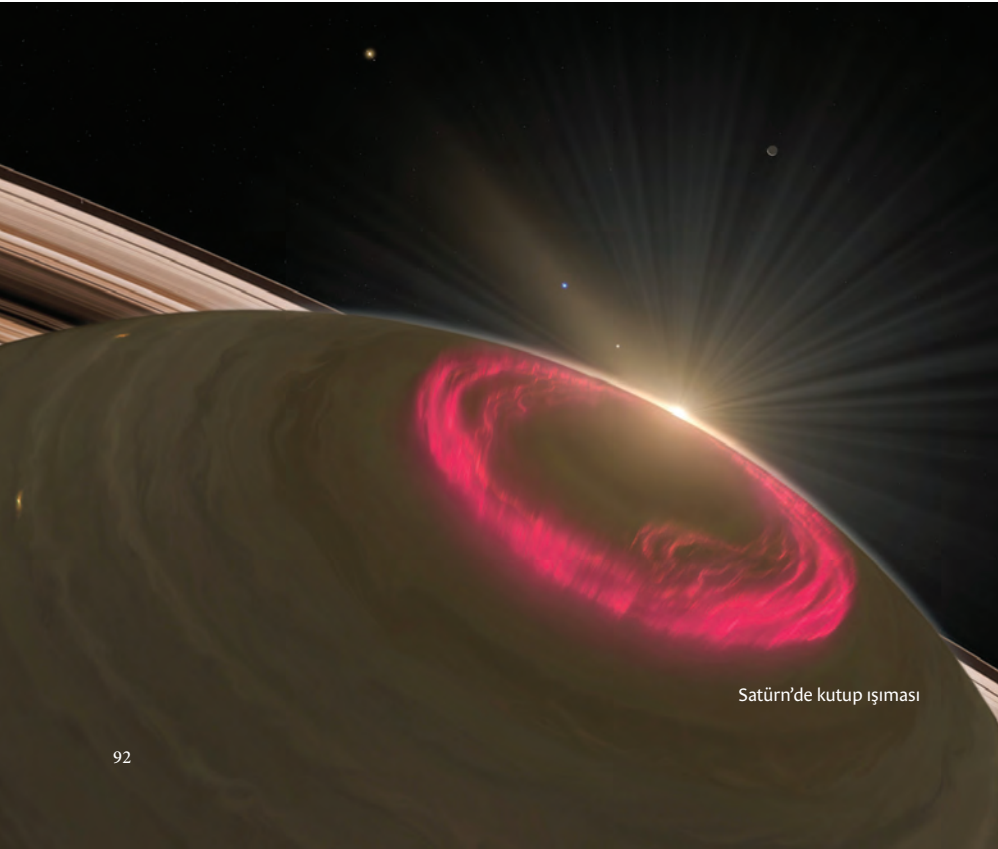
Satürn'ün halkalarının, Satürn'ün güçlü çekim kuvvetiyle parçalanmış, gezegene ulaşmadan önce dağılan kuyruklu yıldızlar, asteroitler veya parçalanmış doğal uydular olduğu düşünülmektedir. Halkalar, milyarlarca küçük buz parçaları ile toz ve diğer malzemelerle kaplanmış kayadan yapılardır. Halka parçacıklarının boyutları, küçük, toz boyutlu buzlu tanelerden ev kadar büyük parçalara kadar değişir. Birkaç parçacık ise dağ kadar büyük boyutludur. Satürn'ün bulutlarından halkalarına bakılabilsen, onlar çoğunlukla beyaz görünecekti. Her halka, gezegenin etrafında farklı bir hızda yörüngesinde dolmaktadır.

Satürn'ün halkaları gezegenden yaklaşık 282.000 km'ye kadar uzanıyor. Yükseklikleri ise, ana halkalar için, sadece 30 metredir. Alfabetik olarak keş-

fedildikleri sıraya göre adlandırılırlar. A ve B halkalarını ayıran Cassini Bölümü olarak adlandırılan boşluk yaklaşık 4700 km'dir. Ana halkalar A, B ve C olup D, E, F ve G halkaları daha sönüktür ve yakın zamanda keşfedilmişlerdir. Sıralama, Satürn'den başlayıp dışarı doğru, D, C, B halkaları, Cassini boşluğu, A halkası, F, G ve E halkaları şeklindedir.

Güneş Sistemimizde bir uçan daire gibi görünen Satürn, 29,5 Dünya yılı (1 Satürn yılı) süresince muhteşem bir gösteri yapar ve bu sürede halka sistemi başını sallayarak âdeta onu gözleyenleri selamlar. Satürn'ün ekvatoru yörüngesine göre yaklaşık 27 derece eğiktir. Gezegen yörüngesinde hareket ederken, önce bir yarı küre daha sonra diğeri Güneş'e doğru eğilir. Bu döngüsel değişim, tıpkı Dünya'da olduğu gibi, Satürn'de de mevsimlerin oluşmasını sağlıyor. Ek olarak, bu eğilmeler, halkalara sahip gezegenin muhteşem bir gösteri sunmasına neden oluyor.

Bu ay içinde Güneş battıktan sonra güney ufkunun üzerinde gözleyebileceğimiz bu muhteşem gezegenin halkaları da gözlenebilecek açıda. Gökyüzünde Jüpiter'den çok uzak görülecek olan Satürn'ün görsel parlaklığı yaklaşık 0,4 kadir olacak. Gözlemesi sizden!



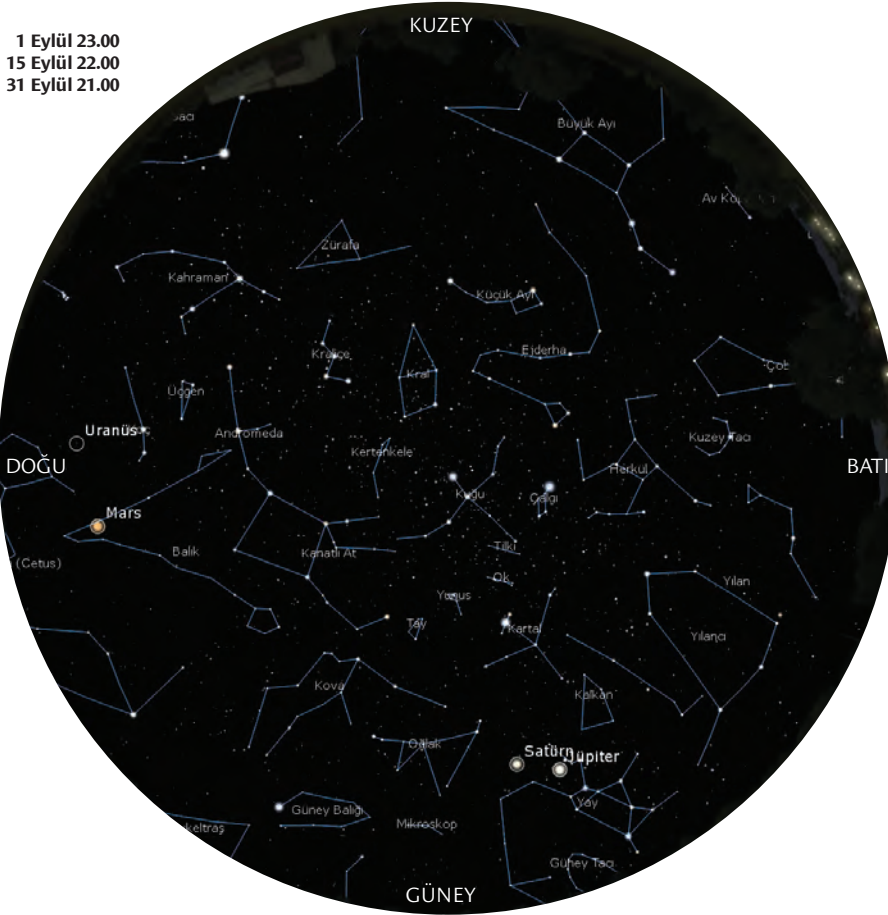
Satürn'de kutup ışması

Kaynaklar

<https://solarsystem.nasa.gov/planets/saturn/overview/>
<https://nineplanets.org/saturn/>

Ayın Önemli Gök Olayları

- 02 Eylül** Neptün ve Ay birbirine yakın konumda
- 05 Eylül** Mars ve Ay birbirine çok yakın konumda
- 06 Eylül** Ay Dünya'ya en uzak konumunda (405.606 km)
- 06 Eylül** Mars, Uranüs ve Ay birbirlerine yakın konumlarda
- 14 Eylül** Venüs ve Ay birbirine yakın konumda
- 18 Eylül** Ay Dünya'ya en yakın konumunda (359.075 km)
- 22 Eylül** Merkür ve Spika birbirine çok yakın konumda
- 22 Eylül** Sonbahar İlımı (gece ve gündüz süreleri eşit)
- 25 Eylül** Satürn, Jüpiter, Plüton ve Ay birbirlerine yakın konumlarda



Gezegenler

Merkür: Geçtiğimiz ay akşam ufkuna geçmiş olan gezegen günbatımında batı ufkundan fazla yükselemeyeceğinden gözlenmesi neredeyse imkânsız olacak.

Venüs: Hafifçe azalmaya başlayan etkileyici parlaklığı ile yine gündoğumundan önce gökyüzünün tek hâkim gezegeni olacak. Gökyüzünde giderek Güneş'e yaklaşmaya başlayacak olsa da üç saate varan sürelerle doğu gökyüzünde görülmeye devam edecek.

Mars: Günbatımından yaklaşık iki saat sonra doğmaya başlayacak gezegenin parlaklığı oldukça artacak. Ayın 5'inde dolunay evresine yaklaşan Ay ile yakın görünecek. Giderek gözlem süresi artacak olan gezegen ay sonuna doğru günbatımından kısa bir süre sonra doğacak ve tüm gece gökyüzünde olacak.

Jüpiter: Ayın ilk günlerinde günbatımında güneyde Satürn ile birlikte yükselecek olan gezegen parlaklığını koruyacak ve gündoğumuna kadar gökyüzünde

kalacak. Ayın 25'inde Satürn ve Ay ile yakın görünecek ve gece yarısına varmadan batacak.

Satürn: Ayın başlarında günbatımında güney gökyüzüne yakın görülmeye başlayacak gezegenin parlaklığı giderek hafifçe azalacak. Günler ilerledikçe Jüpiter'e yakın görülmeye başlayacak gezegen ayın son haftası günbatımından sonra ancak gece yarısına kadar gökyüzünde kalacak.

Zekâ Oyunları

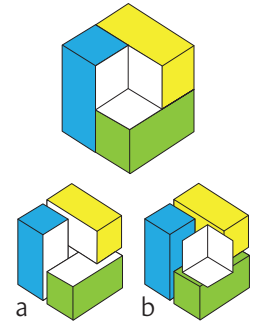
Emrehan Halıcı [zeka.oyunlari@tubitak.gov.tr

Göz Aldanması

Yandaki şekli iki türlü görmek mümkün.

a) Aralarında boşluk olan üç blok.

b) Ortalarında bir küp bulunan üç blok.



Oklar

A'nın değeri kaçtır?

▲	▶	▶	◀	A
▶	▼	▲	◀	B
◀	▲	▼	▼	11
◀	◀	▼	▲	12
11	10	9	C	

Soru İşareti

Soru işaretinin yerine hangi sayılar gelecek?

AĞRI	6,16
AYDIN	10,80
İZMİR	0,1
HAKKARİ	2,7
MUŞ	5,15
SİİRT	?

10 Rakam

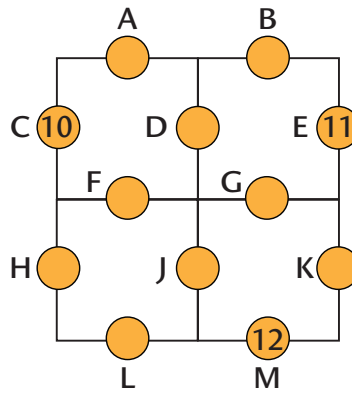
0'dan 9'a kadar olan 10 rakam birer kez kullanılarak iki adet 5 basamaklı sayı oluşturulmuştur. Oluşturulan sayılardan biri, diğerinin iki katıdır. Toplamları en az olması koşuluyla bu iki sayı bulunuz.

Boy Sırası



Farklı boylardaki dokuz öğrenci üçer kişilik üç sıra oluşturacaktır. Her bir öğrencinin önündeki ve solundaki arkadaşından daha uzun olması gerektiğine göre bu işlem kaç farklı biçimde gerçekleştirilebilir?

Kenar Toplamları



1'den 9'a kadar olan sayıları boş dairelere öyle yerleştiriniz ki dört küçük karedeki kenarların toplamı ve büyük karedeki karşılıklı ikişer kenarın toplamı aynı olsun.

$$(A+C+D+F), (B+D+E+G), (F+H+J+L), (G+J+K+M), (A+B+L+M), (C+E+H+K)$$

Goller

Bir futbol maçı 3-2 sonuçlanmıştır. Birinci takımın ilk golünü A, ikinci golünü B ve son golünü C adlı futbolcu atmıştır. İkinci takımın ilk golünü D son golünü ise E atmıştır. Bu maçtaki gollerin atılış sırası kaç farklı biçimde olabilir?

Vezirler

5x5'lik bir satranç tahtasına en az kaç vezir yerleştirerek tüm karelerin vezirlerin kontrolü altında olması sağlanabilir?

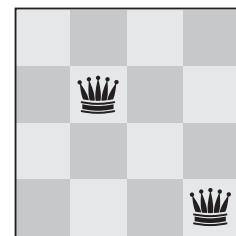
Notlar:

-Vezirler bulundukları kare ile aynı sırada, aynı kolonda veya aynı diyagonalde olan kareleri kontrol ederler.

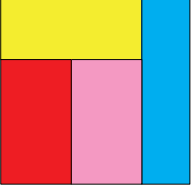
- Vezirlerin kendi bulundukları kareleri de kontrol ettiği kabul edilecektir.

Soru 4x4'lük bir tahta için sorulsaydı cevap 2 olacaktı.

Örnek çözüm:



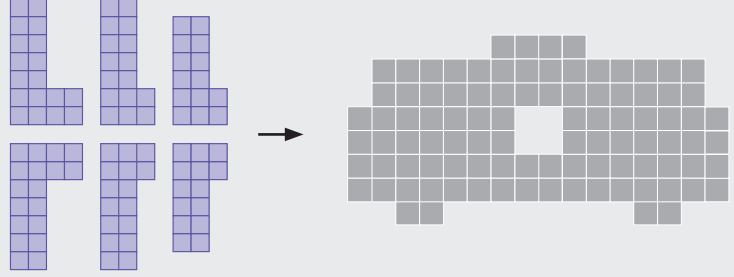
Eşit Alanlar



Bir karenin içine tüm kenar uzunlukları tam sayı olan 4 dikdörtgen yerleştirilmiştir. Dikdörtgenlerin alanları eşit olduğuna göre karenin alanı en az kaç birim kare olabilir?

Altı "L"

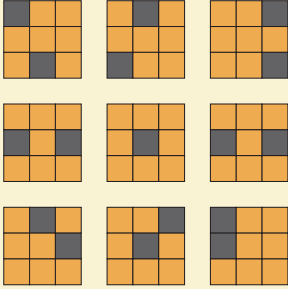
Altı "L" parçasını bir araya getirerek sağdaki şekli elde ediniz. Parçalar döndürülebilir ve ters çevrilebilir.



Geçen Sayının Çözümleri

Soru İşareti

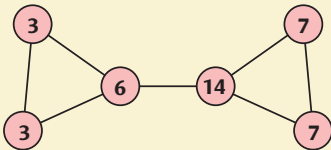
E gelecek.



Prizmalar

91 adet dikdörtgen prizma sayılabilir.

Sayı Yerleştir

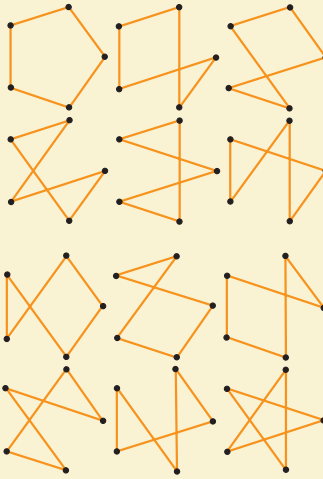


Şifre

En fazla 44 olabilir.

Lastikli Çiviler

12 farklı biçimde gerçekleştirilebilir:

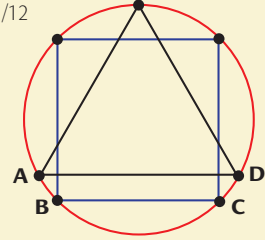


Dokuz Sayı

39,59,69,79,89,91,93,95,99

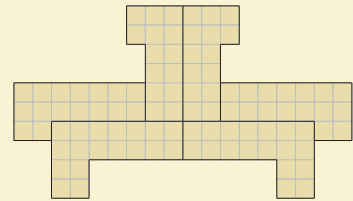
Çemberdeki Köşeler

$\pi/12$



Çemberin çevresi $= 2\pi r = 2\pi$
 AD yayını (AD) biçiminde göstererek,
 $(AD) = 2\pi/3$
 $(BC) = 2\pi/4 = \pi/2$
 En yakın iki köşenin arasındaki yay uzunluğunun maksimum olduğu durum $(AB) = (CD)$ iken gerçekleşir.
 $(AD) = (AB) + (BC) + (CD)$
 $(AD) = 2(AB) + (BC)$
 $2\pi/3 = 2(AB) + \pi/2$
 $(AB) = \pi/12$

Altı "L"



Yayın Dünyası

İlay Çelik Sezer [TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi



Keşif Laboratuvarları - Dört Bir Yanınızdaki Şaşırtıcı Bilimsel Gerçekleri Araştırmanın 150'den Fazla Yolu

Lucie Parker

Çeviri: Deniz Candaş Korkmaz

TÜBİTAK Popüler Bilim Yayınları,
Başvuru Kitaplığı, 2020

Gelin bilim aklınızı başınızdan alınsın!

Dünyanın en sevilen ve en eğlenceli laboratuvarı olan San Francisco, Kaliforniya'daki Exploratorium Bilim Müzesinin sunduğu *Keşif Laboratuvarları* adlı uygulamalı ve aksiyon dolu etkinlik rehberiyle bu büyüleyici bilimsel oyun bahçelerini keşfe çıkın. Bu kitabın içinde bulacaklarınız: büyüteç, yansıtıcı kâğıt, kumaş parçaları, silinebilir beyaz tahta, dokulu kâğıt, bir döner çark, polarize filtreler, renkli asetatlar ve karanlıkta parlayan mürekkep!

Kızılgerdan'ın Kış Şarkısı

Suzanne Barton

Çeviri: Mine Özyurt Kılıç

TÜBİTAK Popüler Bilim Yayınları,
3 yaş +, 2020



Güzel bir sonbahar günü, Kızılgerdan bir dala konmuş, şarkı söylüyordu. Yaprakların rüzgârda savrulduğunu fark etti. Farklı olan bir şey vardı. Ama neydi? Üstelik değişen sadece yapraklar da değildi. Sincaplar koşuşturuyor, fareler aceleyle bir yerlere kaçıyor ve ispinozlar güneye doğru uçuyordu. Ayı bile uyuyabileceği sıcak bir mağara arıyordu. Kızılgerdan nedenini sorunca hepsi de “Kış geliyor.” diyordu. Peki ama bu Kış dedikleri kimdi?

Teknik Hikayeler Serisi 2 Uçak Nasıl Yapılır?

Martin Sodomka

Çeviri: Celâl Demirel

TÜBİTAK Popüler Bilim Yayınları,
9 yaş +, 2020



Bir sonbahar günü Fare Robi, arkadaşı Serçe Bilgin'e “Niçin bir uçak yapamayalım ki?” diye sordu. “Uçak yapan bir kuş sana da biraz garip gelmiyor mu, Robi?” diye karşılık verdi Serçe Bilgin. *Uçak Nasıl Yapılır?* kitabı, işte bu diyalogla başlıyor. Fare Robi ve arkadaşları çalışmalarını sırasında sadece teknik sıkıntılarla değil, hissettikleri korku ve tereddütlerle de başa çıkmak zorunda kalıyorlar. Heyecanla okuyacağınız bu kitapla kahramanlarımızın, dostluklarının gücü ile zorlukları nasıl aştığına tanıklık ederken uçakların havada nasıl kaldığı, nasıl idare edildiği ve pilotların kokpitte ne gibi araçlara ihtiyaç duyduğu gibi pek çok soruya da yanıt bulacaksınız.