

Bilim *ve* Teknik

Aylık Popüler Bilim Dergisi Ağustos 2020 Yıl 53 Sayı 633 - 7 TL

GELECEĞİN KİMYASI Nasıl Tasarlanmalı?

Bu
Kimin
Üçgeni?

Genel Görelilik
Teorisinin Testleri

Pandemi Mimarisi



POSTER
Fotosentez

“Benim mânevi mirasım ilim ve aklıdır”
Mustafa Kemal Atatürk

Bilim ve Teknik

Aylık Popüler Bilim Dergisi
Yıl 53 Sayı 633
Ağustos 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

Sadi 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

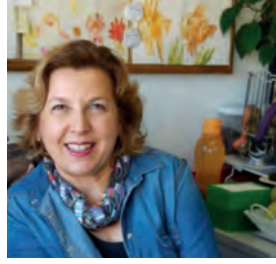
Baskı Tarihi 21.07.2020

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.85]
tarafından Silahlı Kuvvetler personeline tavsiye edilmiştir.

Her ayın 1'inde çıkar.



Günümüz ihtiyaçlarının karşılanması için çok çeşitli kimyasalların üretimi ve ürünlerde kullanımı oldukça ileri seviyelere ulaştı. Kimyasal maddelerin kullanımı hayat kalitesini artırıyor olsa da yeterli düzenlemeler ve etkili geri dönüşüm süreçleri olmadan çevre ve canlılar üzerinde çok ciddi zararlı sonuçlara yol açabiliyor. Bu nedenle zararlı kimyasalların erken tespiti, kullanımlarının kısıtlanması/yasaklanması ve aynı işlevi görece zararsız kimyasallarla değiştirilmesi büyük önem taşıyor. Kimyasalların kontrollü bir şekilde kullanılması ve yönetilmesi, zehirli maddelerin kullanımının sonlandırılması, kontrol mevzuatlarına uyulması, tüm süreçlerde kişisel ve çevresel koruma tedbirlerinin alınması, kullanım sonunda atık yönetimi faaliyetlerinin eksiksiz düzenlenmesi canlılar ve çevre adına son derece önemli. Tuncay Baydemir “Kimyasallar Her Yerde, Geleceğin Kimyası Nasıl Tasarlanmalı?” başlıklı yazısında kimyasalların hayatımızdaki yerini, kimyasal birikim ve çevre sorunlarını, kimyasalların zararlı etkilerini azaltmak için neler yapılması gerektiğini, kimya sektörünün geleceğini ve yeşil kimyanın önemini detaylı bir şekilde anlatıyor.

COVID-19 salgını sürecinde yaşadığımız deneyimler birçok alanda olduğu gibi mimari ve tasarımda da bazı zorunlu değişikliklerin yapılmasına neden oldu. Özlem Ak, “Pandemi Mimarisi - 'Yeni Normal' Evler, Ofisler” başlıklı yazısında yeni nesil evlerin, ofislerin ve binaların mimari tasarımındaki yeniliklerden bahsediyor. Ali Sinan Sertöz *Bilim ve Teknik* dergisindeki matematik serüvenine “Bu Kimin Üçgeni?” yazısıyla devam ediyor. Bu ayki yazıda bir üçgenin sırlarını ortaya çıkartan usta matematikçilerin tarihe bıraktığı izleri takip ediyoruz. Evreni anlama çabamıza inanılmaz bir katkısı olan genel görelilik teorisi ortaya atılmasından 100 yılı aşkın bir süre geçmesine rağmen hâlâ test edilmeye devam ediyor. Selçuk Topal genel görelilik teorisini test eden önemli çalışmalardan bazılarını sizler için derledi. Ülkemizde geliştirilen yerli ve milli teknolojilerimizden “İlk Elektrikli Lokomotifimiz E1000”ü, “En Hafif ve Katlanabilir Mayın Dedektörü OZAN”ı, “Nanofiber Maske Filtresi”ni ve “Orta Menzilli İlk Yerli Füze Motoru”nu tanıtan yazımızı da zevkle okuyacağınıza eminiz. Ayrıca bu ay “Fotosentez” sürecini detaylarıyla açıklayan bir poster de veriyoruz.

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

Nesiller büyüten dergimizin bu sayısını da keyifle okumanızı diliyor, sonraki sayılarımızı sabırsızlıkla bekleyeceğinizi umuyoruz. Hepimizin 30 Ağustos Zafer Bayramı kutlu olsun. Sağlıcakla ve bilimle kalın... Unutmayın #bilimokuyanbilir!

Saygılarımızla,
Özlem Kılıç Ekici

İçindekiler

32

Pandemi Mimarisi - “Yeni Normal” Evler, Ofisler

Özlem Ak

Yaşadığımız COVID-19 deneyimi mimariye ve tasarıma zorunlu değişiklikler getirmeye başladı. Mimarlar bu değişikliklerin yeni nesil evleri, ofisleri ve diğer binaları nasıl etkileyebileceğini düşünüyor. Artık mimarlardan ve şehir planlamacılarından her türlü sağlık sorununu göz önünde bulunduran bir dizi büyüleyici tasarımı ve teknolojik yeniliği görmeyi bekleyebiliriz.

50

Bu Kimin Üçgeni?

Ali Sinan Sertöz

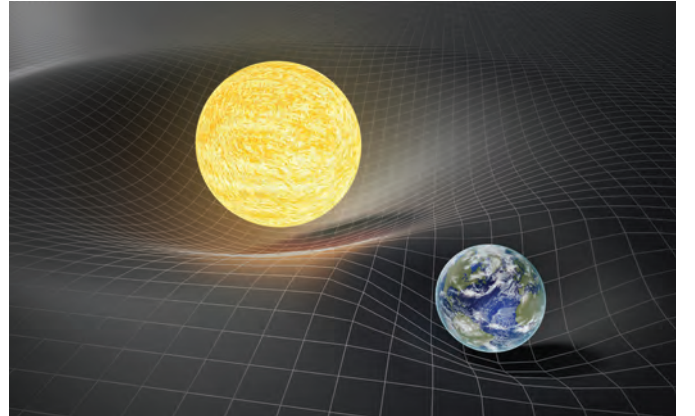
Bir üçgenin sırlarını ortaya çıkartan matematikçiler kimlerdi? Bu matematikçiler birbirlerinden neler öğrendi? Morris Marden bir üçgenin içindeki sayısız muhteşemliklerden birini ortaya koyan ve kendisine ait olmayan bir teoreme, ölümünden on yedi yıl sonra, kendi adının verileceğini bilse ne kadar şaşırırdı kim bilir...

62

Genel Görelilik Teorisinin Testleri

Selçuk Topal

Teoriler sürekli test edilir. Evreni anlama çabamıza inanılmaz bir katkısı olan genel görelilik teorisi de ortaya atılmasından 100 yılı aşkın bir süre geçmesine rağmen hâlâ test ediliyor. Hem teorik hem de teknolojik gelişmeler testlerin daha hassas yapılmasına ve söz konusu teorinin daha iyi bir şekilde, yani daha küçük hata payı ile test edilmesine olanak tanıyor.



4

Bilim ve Teknik ile Büyüdüm!

Özlem Ak

6

Haberler

12

Kimyasallar Her Yerde – Geleceğin Kimyası Nasıl Tasarlanmalı?

Tuncay Baydemir

Kimyasalların kontrollü bir şekilde kullanılması ve yönetilmesi, zehirli maddelerin kullanımının sonlandırılması, kontrol mevzuatlarına uyulması, tüm süreçlerde kişisel ve çevresel koruma tedbirlerinin alınması, kullanım sonunda atık yönetimi faaliyetlerinin eksiksiz düzenlenmesi canlılar ve çevre adına son derece önemli.



30

Bilim Çizgi Macit Erbudak

Sinancan Kara

46

Tekno-Yaşam

Gürkan Caner Birer

58

Bombus Yaban Arıları Zor Kullanarak Bitkilerin Çiçeklenmesini Hızlandırıyor

Tuncay Baydemir

60

Merak Ettikleriniz

Mesut Erol

78

Ülkemizde Geliştirilen Yerli ve Milli Teknolojiler: İlk Elektrikli Lokomotifimiz “E1000”, En Hafif ve Katlanabilir Mayın Dedektörü: OZAN, Nanofiber Maske Filtresi ve Orta Menzilli İlk Yerli Füze Motoru



81

Ayın Sorusu

(Matematik)

Azer Kerimov

82

Doğa - Fauna Kral Kobra

Bülent Gözcüoğlu

84

Düşünme Kulesi

Ferhat Çalapkulu

86

Satranç

Kıvanç Çefle

90

Gökyüzü

Faruk Soyduğan

94

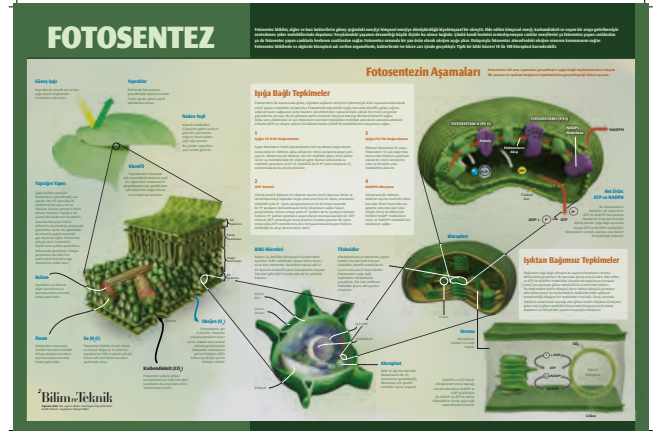
Zekâ Oyunları

Emrehan Halıcı

96

Yayın Dünyası

İlay Çelik Sezer



EK - POSTER:

Fotosentez

İlay Çelik Sezer,
Sadi Atılğan,
Hüseyin Diker



Bilim ve Teknik



tubitakbiltek



tubitakbilimteknik



TÜBİTAK Bilim ve Teknik

Bilim ve Teknik ile Büyüdüm

Dr. Özlem Ak [TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi



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

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

bteknik@tubitak.gov.tr

Bilim ve Teknik Ağustos 2020

“En büyük bilgi kaynağım”



Merhaba,

Sizinle tanışmam eskilere dayanıyor. Daha ilkökula giderken babam bana her ay *Bilim Çocuk* dergisini alırdı ve heyecanla bir sonraki ayı beklerdim. En büyük heyecan ve mutluluk kaynağımdı diyebilirim. Liseye geçtiğimde *Bilim ve Teknik* ile tanıştım. Her ay okul çıkışı gazete bayisine gidip yeni sayının çıkıp çıkmadığını heyecanla kontrol ederdim.

Evlerimizde kaldığımız bu dönemde de eski sayılardan başlayarak her birini detaylı bir şekilde inceliyorum ve her birinde yeniden ufukum genişliyor. Küçük-lüğümden beri bilim ve uzay konularına duyduğum merak her geçen gün artıyor ve sayenizde sorularımın yanıtlarını buluyorum.

Bizlere bu güzel imkânı sunduğunuz için sizlere çok teşekkür ediyorum.

Sıla Kıvanç,

İzmit Atılım Anadolu Lisesi, 11. Sınıf Öğrencisi

“Bilimi sevdiren dergi”



Merhabalar,

Uzun süredir *Bilim Teknik* dergisi okuyorum. Alanım halkla ilişkiler ve tanıtım. Derginizi seviyorum. Çoğu okurun fen veya sağlık alanındaki kişiler olduğunu düşünüyorum, ben ise halkla ilişkiler alanında neredeyse mezun bir öğrenci olarak *Bilim ve Teknik* dergisiyle besleniyorum. Alanım fen bilimleri olmasa da dergi içeriğindeki konulara oldukça ilgiliyim ve zaten ilgili olunmalı diye düşünüyorum.

Teşekkürler...

Engincan Doğmuş

“Astronomiyle tanışmam”



Merhaba,

Küçüklüğümde *Bilim Çocuk* ile başlayan bilim merakım *Bilim ve Teknik* ile devam ediyor. Astronomiyle tanışmam ve gelişmeleri takip etmemde büyük bir yeriniz var. Derginizde gördüğüm Gökyüzü Gözlem Şenliğine katılmam, orada bir sürü insanla tanışmam... Beni önceden anlamını bile bilmediğim astronomiyi öğrenmeye ve takip etmeye teşvik ettiniz.

Ülkece çok çalışmamız olmayan bu gibi konulardaki araştırmaları bizlerle paylaştığınız ve bizi ülke olarak dünyadaki gelişmelerden koparmadığınız için çok teşekkür ederim. Sağlıcakla kalın!

Reyhan Yağmur Pekşen,
TED Samsun Koleji, 11. Sınıf Öğrencisi

“Bilginin, bilimin, teknolojinin sınırı yok!”



Merhaba,

Ben bilime, uzaya, robotlara, teknolojiye eskiden beri ilgi duyan biriydim. Bilimin gizemli ve büyümlü dünyası beni de içine çekmişti. *Bilim ve Teknik* ile karşılaştığımda henüz dokuz yaşındaydım ve kendimi bir hazine bulmuş gibi çok mutlu hissetmişim. Aradığım bütün her şey bir anda *Bilim ve Teknik* ile önüme serilmişti. Uzun zaman dergiden ayrılmadım. Kendi aboneliğimin yanında, yapabildiğim herkesi abone yapmaya çalıştım. Her ay dergiyi sabırsızlıkla bekliyorum. Bilim Çizgi, Merak Ettikleriniz, Tekno-Yaşam, Ayın Sorusu ve Düşünme Kulesi köşelerini zevkle okuyorum. Ayrıca satranca ilgim *Bilim ve Teknik* ile daha da katlandı.

Bilginin, bilimin, teknolojinin sınırı yok! İnsanlara bilimin kapısını açıyorsunuz, onlara yepyeni bilgiler katıyorsunuz. *Bilim ve Teknik* okurken kendimi bilimin kollarına bırakıyorum. Umarım *Bilim ve Teknik*

daha çok kişiye, daha çok bilim severe ulaşır. Şu anda on üç yaşındayım ve hayatımın en iyi dört yılı geride kaldı.

Sizlere bana öğrettiğiniz bilgiler, açtığınız kapılar ve gösterdiğiniz yeni ufuklar için sonsuz teşekkür ediyorum. Bu yolculuğun hiç bitmemesi dileğiyle...

Ömer Zaid Ateş,
Ünye İmam Hatip Ortaokulu, Ordu

“Sihirli dokunuş *Bilim ve Teknik*”



Merhaba,

Lise yıllarında tanıştığım ve bugüne kadar hep yanı başımda olan, koronavirüs salgını nedeniyle evde kaldığım zor süreçte en güzel arkadaşım olan *Bilim ve Teknik* dergisi ve ailesi...

Lise yıllarımda TÜBİTAK'ın “Kendimiz Yapalım” etkinlikleriyle el becerilerimizin gelişmesini sağlayan ve bilimle teknolojiyi bana daha da çok sevdiren bu ailenin bana kattıklarını kısaca özetlemek isterim. Bazen insanın hayatında aniden verdiği kararlar belki yıllar boyu ona eşlik edecek mesleği seçmesinde büyük rol oynar. Lise yıllarında tanıdığım ve bazı sayılarını alabildiğim bu dergi sayesinde elektrik elektroniği sevdim. *Bilim ve Teknik*'in, meslek olarak elektrik elektronik mühendisliğini seçmemde ilham kaynağı olmasını en güzel hikâye olarak anılarıma ekledim.

Her sayıyı heyecanla bekliyorum, *Bilim ve Teknik* ailesine emekleri için çok teşekkür ediyorum. Sağlıcakla kalın, bilimle kalın...

(Not: Kendimiz Yapalım köşesi sayesinde ilk yaptığım havada yazı devresini hâlâ saklıyorum...)

Davut Aydın,
Yozgat Bozok Üniversitesi,
Elektrik Elektronik Mühendisliği Bölümü

Haberler

Beyin Ölü Nöronları Temizlerken...

Özlem Ak

Beyinde ölü ve toksik nöronların biyolojik yolları tıkamasını önleyen bir atık bertaraf etme sistemi olduğu hâlihazırda biliniyordu. Ancak bilim insanları atık bertaraf etme sürecini ilk kez görüntülemeyi fareler üzerinde yaptıkları laboratuvar testlerinde başardılar.

Aslında ölü nöronların nasıl temizlendiği ve beyin buna nasıl tepki verdiği hakkında bilinmeyenler çok fazla. Bu nedenle *Science Advances* dergisinde yayımlanan bu yeni çalışma, bu konuda ileriye dönük adımlar atmak için önemli bulgular sunuyor. Örneğin bu bulgular yaşa bağlı bilişsel zayıflama ve nörolojik bozukluklara yönelik tedaviler için yeni bilgiler verebilir.

ABD'deki Yale Üniversitesi Tıp Fakültesinden nörolog Jaime Grutzendler sürecin ilk kez canlı



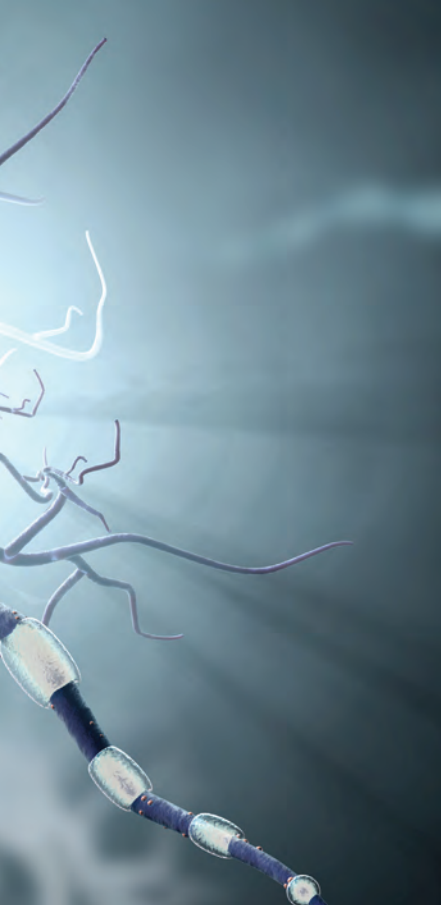
bir memeli beyninde görüntülendiğini söylüyor. Bilim insanları beyin ölü nöronları nasıl temizlediği hakkında daha fazla bilgi sahibi olduklarında, beyindeki herhangi bir problemi daha iyi tespit edebileceklerini ve çözümünü daha kolay bulabileceklerini umuyorlar.

Ekip, çalışma sırasında beyindeki temizlik işini yapmaktan sorumlu gliyal hücrelere odaklandı. Bir farede apoptoz (hücre ölümü) için tek bir beyin hücresini hedeflemek üzere 2Phatal denilen bir teknik kullandılar ve daha sonra floresan belirteçleri kullanarak gliyal hücreleri takip ettiler.

Araştırmacılar üç tip gliyal hücrenin (mikroglia, astrosit ve NG2 hücreleri) hücre uzaklaştırma işlemine dâhil olduğunu gösterdi. Çalışmada, bir mikroglianın bir nöronun gövdesini ve ana dallarını (dendritleri) içine aldığı, astrositlerin de daha küçük bağlantı dendritlerini hedeflediğini gözlemlediler. NG2'nin ise ölü hücre kalıntılarının yayılmasını önlemeye yardımcı olduğunu düşünüyorlar. Ayrıca araştırmacılara göre, gliyal hücreler ölü nöronu herhangi bir nedenden ötürü kaçırırlarsa, diğer hücrelerin temizlik rolünü üstleneceklerini ve

gliyal hücreler arasında bir tür iletişim olduğunu düşündüren bulgular da elde edildi.

Bununla birlikte, temizlik yapan hücreler, ölmekte olan bir hücrenin orada olduğunun farkında gibi görünse de yaşlı farelerde beyin hücreleri ölü nöral hücreleri temizlemede daha az etkiliydi. Bu da araştırmadan elde edilen bir başka ilginç bulgu oldu. Uzmanlar, ölü hücreleri temizleme işleminin yavaşlamasını ve bozulmasını araştırdıkları takdirde, yaşlı beyinlerin bu süreçte nasıl başarısız olduklarını anlayabileceklerini düşünüyorlar. Yale Üniversitesi Tıp



Maske Takmak Şart!

Özlem Ak

Teksas A&M Üniversitesinden atmosfer bilimleri profesörü Renyi Zhang, College of Geosciences'tan Harold J. Haynes ile Texas Üniversitesi, California-San Diego Üniversitesi ve California Teknoloji Enstitüsünden meslektaşlarının yaptığı bir araştırmada maske takmamanın, kişinin COVID-19 virüsünden enfekte olma ihtimalini önemli ölçüde artırdığı tespit edildi. PNAS (*Proceedings of the National Academy of Sciences*) dergisinde yayımlanan çalışmada COVID-19 enfeksiyonuna yakalanma riski ve virüsün kişiden kişiye nasıl kolayca geçebildiği incelendi.

Araştırmacılar, maske kullanmanın vaka sayısını 6 Nisan-9 Mayıs tarihleri arasında İtalya'da 78.000, 17 Nisan-9 Mayıs tarihleri arasında New York'ta 66.000 kadar azalttığını tespit etti. Zhang, COVID-19'un bulaşmasında solunum damlacıklarının hava yoluyla yayılmasının en önemli etmen olduğunu sonuçlarının açıkça gösterdiğini söylüyor. İstatistiksel bir yöntem kullanarak yaptıkları çalışmada, New York'ta bir aydan kısa bir süre içinde maske kullanımı sayesinde 66.000'den fazla enfeksiyonun önlendiğini hesapladılar, ayrıca kalabalık ve kamusal alanlarda maske takmamanın hastalığın bulaşmasında en etkili araç olduğu sonucuna da vardılar. Bu basit uygulamayla beraber,

sosyal mesafe kuralına uymak ve el hijyenine dikkat etmek COVID-19 pandemisini durduracak en etkili önlemler.

Makalenin yazarlarından Mario J. Molina, California-San Diego Üniversitesinde bir profesör ve aynı zamanda 1995 Nobel Kimya Ödülü sahiplerinden biri. Molina'ya göre maske kullanımı sadece virüs taşıyan öksürük damlacıklarının sağlıklı kişilere ulaşmasını önlemekle kalmıyor, aynı zamanda sağlıklı kişileri enfekte olan insanların yaydığı atmosferik parçacıkları (aerosoller) solumaktan da koruyor. Molina maske takmanın çok önemli olduğunu, virüsün havada onlarca dakika kalabileceğini ve metrelerce taşınabileceğini hatırlatıyor.

Zhang, sonuçlarının insanlara net bir mesaj göndermesi gerektiğini söylüyor: "Maske takmak virüsle mücadelede çok önemli". Maske takmanın yanı sıra el hijyenine dikkat etmek ve sosyal mesafe kurallarına uymak, COVID-19'un bulaşma riskini büyük ölçüde azaltacak. ■

Fakültesinden nörolog Eyiymisi Damisah, hücre ölümünün beyin hastalıklarında çok yaygın olduğunu ve bu sürecin anlaşılmasının kafa travmasından, inme ve diğer sorunlara kadar hasarlı bir beyindeki hücre ölümü hakkındaki pek çok bilinmeyene ışık tutabileceğini söylüyor. ■

Beynin ölü hücreleri nasıl temizlediğini gösteren videoyu izlemek için

http://y2u.be/_BixMMfPkhU adresini ziyaret edebilir ya da aşağıdaki kare kodu akıllı cihazınıza okutabilirsiniz.





Çin'de Pandemi Potansiyeli Olabilecek Yeni Bir Domuz Gribi Suşu Tespit Edildi

Özlem Ak

PNAS'ta yayınlanan bir makaleye göre, Çin'deki araştırmacılar yeni bir pandemiye tetikleyebilecek domuz gribi virüsünün yeni bir suşunu keşfettiler. G4 olarak adlandırılan tür, genetik olarak 2009'da pandemiye neden olan H1N1 suşuyla aynı aileden.

Çin üniversitelerindeki bilim insanlarına ve Çin Hastalık Kontrol ve Önleme Merkezine göre, bu yeni suş insanları enfekte etmek için tüm temel özelliklere sahip. Araştırmacılar 2011'den 2018'e kadar Çin'deki 10 şehirde bulunan kesim

tesislerinde ve bir hayvan hastanesinde yer alan domuzlardan 30.000 burun sürüntü örneği aldılar ve bu örneklerden 179 domuz gribi virüsü izole ettiler. İzole edilen virüslerin çoğunun 2016'dan beri domuzlarda baskın olarak görülen yeni bir tür (G4) olduğu tespit edildi. Araştırmanın sonraki aşamasında, grip çalışmalarında yaygın olarak kullanılan yaban gelinciği deneyleri yaptılar. Yaban gelincikleri ateş, öksürme ve hapsirme gibi insanlara benzer semptomlar yaşadıkları için grip çalışmalarında genellikle bu hayvanlar üzerinde de çeşitli deneyler yapılır. Bu deneylerde G4'ün bulaşıcı olduğu, insan hücrelerinde çoğalabildiği ve gelinciklerde diğer virüslerden daha ciddi semptomlara neden olduğu gözlemlendi. Testler

ayrıca insanların geçirdiği mevsimsel gribe karşı kazandıkları herhangi bir bağışıklığın G4'ten koruma sağlamadığını da ortaya koydu.

Virüse maruz kalma sonucu oluşan antikorları gösteren kan testlerine göre, domuzların bakımından sorumlu işçilerin %10,4'ünün hâlihazırda enfekte olduğu tespit edildi. Ayrıca testler genel nüfusun % 4,4'ünün de virüse maruz kaldığını ortaya çıkardı. Diğer bir deyişle, aslında virüs insanlara çoktan bulaştı ama bilim insanlarının asıl endişesi olan insandan insana bulaşmaya dair henüz bir kanıtla rastlanmadı. ■

Yapay Nefron

Özlem Ak

Arkansas Üniversitesi kimya mühendisliği bölümünden araştırmacılar, insan böbreğinin kan filtreleme ve iyon taşıma işlevlerini gerçekleştirebilen bir cihaz geliştirdi. Cihaz özellikle kronik böbrek rahatsızlığının son aşamasındaki hastalar için alternatif bir tedavi seçeneği sunabilir.

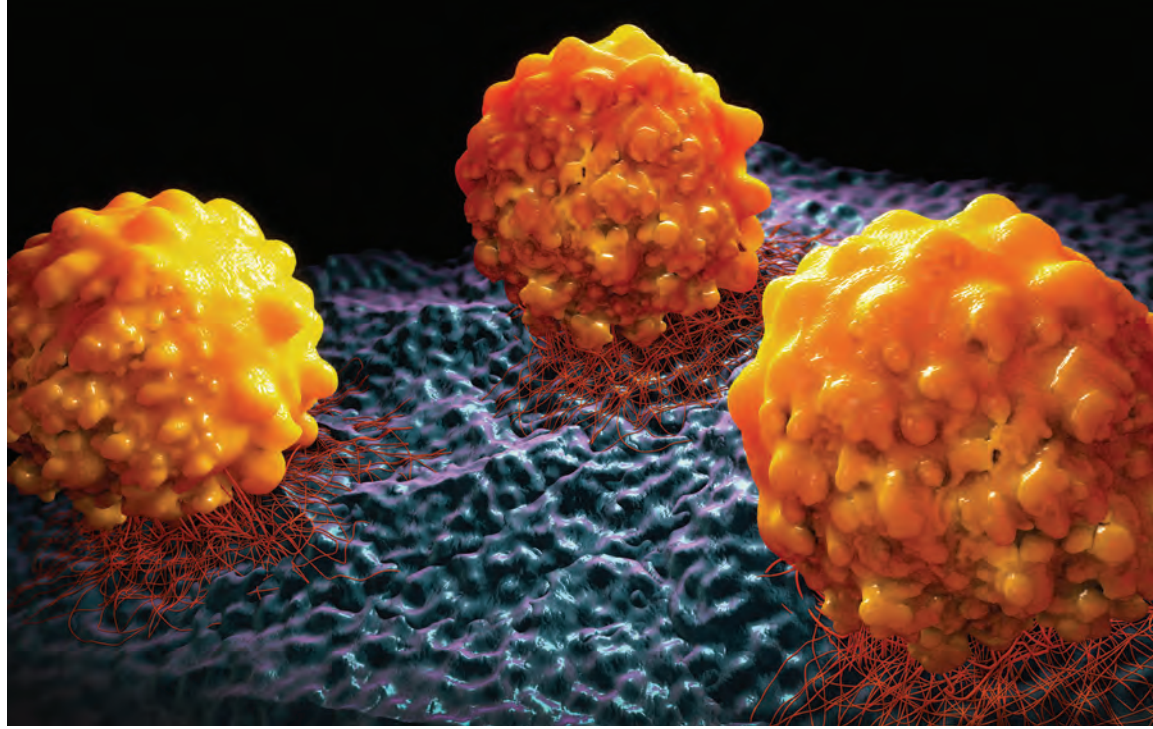
Araştırma ekibinden kimya mühendisi Christa Hestekin aslında sentetik bir nefron geliştirdiklerini söylüyor. Nefron böbreğin işlevlerini yerine getiren en küçük birimdir.

Geliştirilen sistem tek başına bir cihaz olarak da tedavide kullanılan çözeltileri kontrol etmek için periton diyalizi ile birlikte de kullanılabilir. Cihazda yapılan küçük değişiklikler ise cihazın giyilebilir ve potansiyel olarak vücuda yerleştirilebilir bir yapay böbrek olarak da işlev görmesini sağlayabilir. Bu sistem, böbreğin yapısal ve işlevsel bir birimi olan nefronun hayati öneme sahip kanı filtreleme ve iyon taşıma işlevlerini yerine getirerek bir anlamda kanın kimyasını düzenliyor.

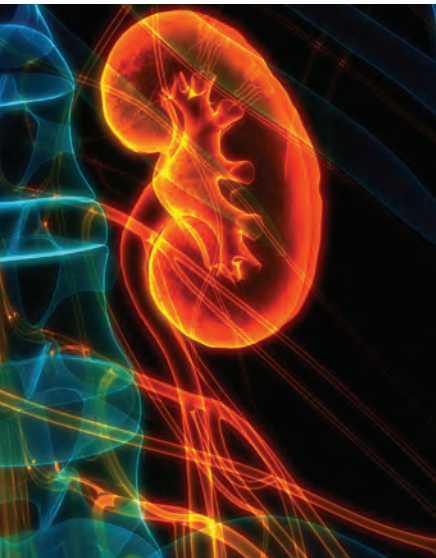
Araştırmacılar böbreklerdeki filtreleme sürecini simüle etmek için, iki iyon değişim plakası



arasına platinden yapılmış gözenekli (kafes benzeri) bir yapı yerleştirdiler ve elektrodeiyonazasyon denilen yöntemle elektrokimyasal ayırma teknolojisinden yararlandılar. Böylece elektrik alan kullanarak iyonların, elektrot gibi davranan kafesten geçişini sağladılar. Böylece farklı iyonların seçilmesi ve iyonların taşınma hızlarının birbirlerinden bağımsız olarak ayarlanması mümkün oldu.



Hestekin'in ekibi, geliştirdikleri bu teknolojiyi normalde böbrekler tarafından taşınan birkaç iyonla test etti ve iyonların başarıyla taşındığını gördüler. Hestekin, ultrafiltrasyon, nanofiltrasyon veya ters ozmos sistemleriyle birleştirildiğinde, bu yeni teknolojilerinin yapay bir böbreğe entegre edilebileceğini söyledi. ■



Tümörlerdeki Bakterilerin İlk Detaylı Haritası

Özlem Ak

Pek çok kanser tipindeki tümörlerde bulunan bakterilerin ilk kez kapsamlı bir araştırması yapıldı. Bu bakterilerin tümör gelişiminde payı olup olmadığı ise henüz açık değil. Araştırmacılar bu bakterileri “tümör mikrobiyomunun” bir parçası olarak değerlendiriyor. Daha önceki çalışmalarda bağırsaktaki tümörlerde bakteri tespit edilmişti. Ancak kemik, beyin ve yumurtalık gibi diğer kanser türü tümörlerinde

de bakteri bulunup bulunmadığına dair çok fazla bilgi yoktu.

İsrail, Weizmann Bilim Enstitüsünden Ravid Straussman ve meslektaşları dört ayrı ülkedeki dokuz tıp merkezinden kemik, beyin, yumurtalık, göğüs, deri, pankreas veya akciğer kanseri hastalarından toplanan 1000'den fazla tümör örneğinde bakteri olup olmadığını araştırdılar. Kemik, meme ve pankreas tümör örneklerinin %60'ından fazlasında, melanom tümör örneklerininse %14'ünde bakteri DNA'sı tespit edildi. İncelenen tümör

örneklerinde toplam 528 tür bakteri bulundu. Farklı kanser tümörlerinde farklı tür bakterilere rastlanırken en çeşitli bakteri türleri meme kanseri tümörlerinde tespit edildi.

Straussman, farklı bakterilerin neden farklı tümörlerde çoğaldığının net bir açıklamasının henüz olmadığını ancak bunda kansere neden olan çevresel faktörlerin rol oynayabileceğini söylüyor. Örneğin, araştırmaya göre sigara içen kanser hastalarında akciğer tümörlerinin bütün kimyasallarını parçalayan bakteriler içermeye eğilimi söz konusu.

Straussman, bakterilerin tümör büyümesini etkileme veya tümörleri daha kolay istila etme ihtimalleri üzerinde durduklarını belirtiyor. Bakteriler tümör gelişiminde rol oynuyorsa, tümör mikrobiyomunu hedefleyerek de kanseri tedavi edebilmenin mümkün olabileceğini söylüyor. Straussman, tümör bakterilerinde yapılacak değişikliklerin kanserli kişilerin mevcut kanser tedavilerine yanıt verme şeklini de iyileştirebileceğine inanıyor. Çünkü ekibin bulgularına göre, belirli bakteriler, tümörün yaygın bir kanser tedavisi türü olan immünoterapiye yanıtını değiştirmiş. ■

Uzay Keşif Araçları için Yeni Tekerlek Sistemleri

İlay Çelik Sezer

Tekerlekli araçlar, Ay'da ve Mars'ta geniş alanlar kaplayan yumuşak topraklı arazilerde ilerlemekte genellikle sorun yaşıyor. Örneğin, Mars yüzeyindeki görevi sırasında kuma saplanması NASA'nın *Spirit* adlı aracının sonu olmuştu. Ancak yeni bir tasarımla gelecekteki görevlerde bu güçlüğü üstesinden gelinebilecek gibi görünüyor.

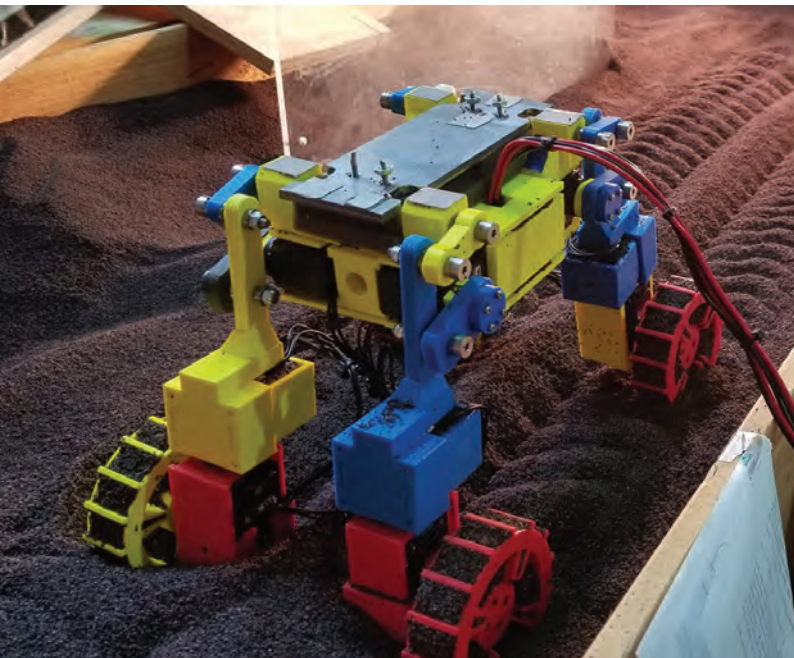
Teknik ayrıntıları *Science Robotics*'te yayımlanan yeni araç modeli, dört tekerini birbirinden bağımsız olarak yukarı aşağı hareket ettirip bir de sağa sola doğru çevirerek bir çeşit süpürme hareketi yaptırabiliyor. Laboratuvar deneylerinde aracın ufak bir plastik versiyonu, basit tekerlekli bir robotu ilerlemekten alıkoyacak kum benzeri taneciklerden oluşan küçük yükseltileri aşmayı başardı. Bu tasarıma dayalı olarak geliştirilecek araçlar günün birinde Ay'ın kutuplarına yakın yumuşak topraklı ve eğimli arazilerde çeşitli kaynaklar (örneğin buz hâlinde su) aramakta kullanılabilir ya da benzer arazilerin keşiflerinde işe yarayabilir.

Atlanta'daki Georgia Tech Üniversitesinde yürütülen araştırmanın lideri fizikçi Daniel Goldman ve ekibi aracın minik modelini, Ay toprağını temsilen gelincik tohumlarından oluşan bir yataкта test etti. Tekerleklerin sadece dönme hareketi yapması aracın hafif bir eğimde

bile tohumlara saplanıp kalmasına neden oldu. Ancak tekerlekler bir yandan dönerken bir yandan da süpürme hareketleriyle kürek çekmeye benzer şekilde davrandığında en azından hafif eğimlerde aracın ilerlemesi sağlandı.

15 derecenin üzerindeki daha dik eğimlerde ise aracın farklı bir stratejiye dönmesi gerekiyor. Bu durumda araç ön tekerleklerine patinaj yaptırarak önündeki gelincik tohumlarını aracın karnının altına doğru süpürüp aracın tırmanması gereken bayırın kendine göre eğimini azaltıyor. Bu esnada aracın arka tekerlekleri de yine kürek çekme benzeri hareketlerle tohumları aracın altından arkasına doğru itiyor. ■

Araçla ilgili kısa bir tanıtım videosunu izlemek için <http://y2u.be/fcP9POi8xfA> adresini ziyaret edebilir ya da aşağıdaki kare kodu akıllı cihazınıza okutabilirsiniz.



Karadelikler Nasıl Büyür?

Mahir E. Ocak

Bir karadelik iki mekanizmayla büyür: çevresindeki maddeleri yutarak ve başka karadeliklerle birleşerek. Ancak bugüne kadar bu iki mekanizmanın hangisinin daha baskın olduğu bilinmiyordu. Fabio Pacucci ve Abraham Loeb, kendi oluşturdukları bir modeli kullanarak bu konu ile ilgili tahminler yaptılar. Sonuçlar, bir karadeliğin daha çok hangi mekanizmayla büyüdüğünün karadeliğin kütlesine ve Dünya'ya uzaklığına bağlı olarak değiştiğini gösteriyor.

Araştırmacıların tahminlerine göre Dünya'ya daha yakın olan karadeliklerin küçük kütleli olanları çoğunlukla madde yutarak, büyük kütleli olanlarıysa genellikle başka karadeliklerle birleşerek büyüyor. Dünya'ya daha uzak olan karadelikler içinse durum tam tersi: Büyük kütleli karadelikler çoğunlukla madde yutarak, küçük kütleli karadeliklerse genellikle

başka karadeliklerle birleşerek büyüyor. Işık uzayda sonlu bir hızla yayıldığı için evrende ne kadar uzağa bakarsak zamanda o kadar geçmişi görürüz.

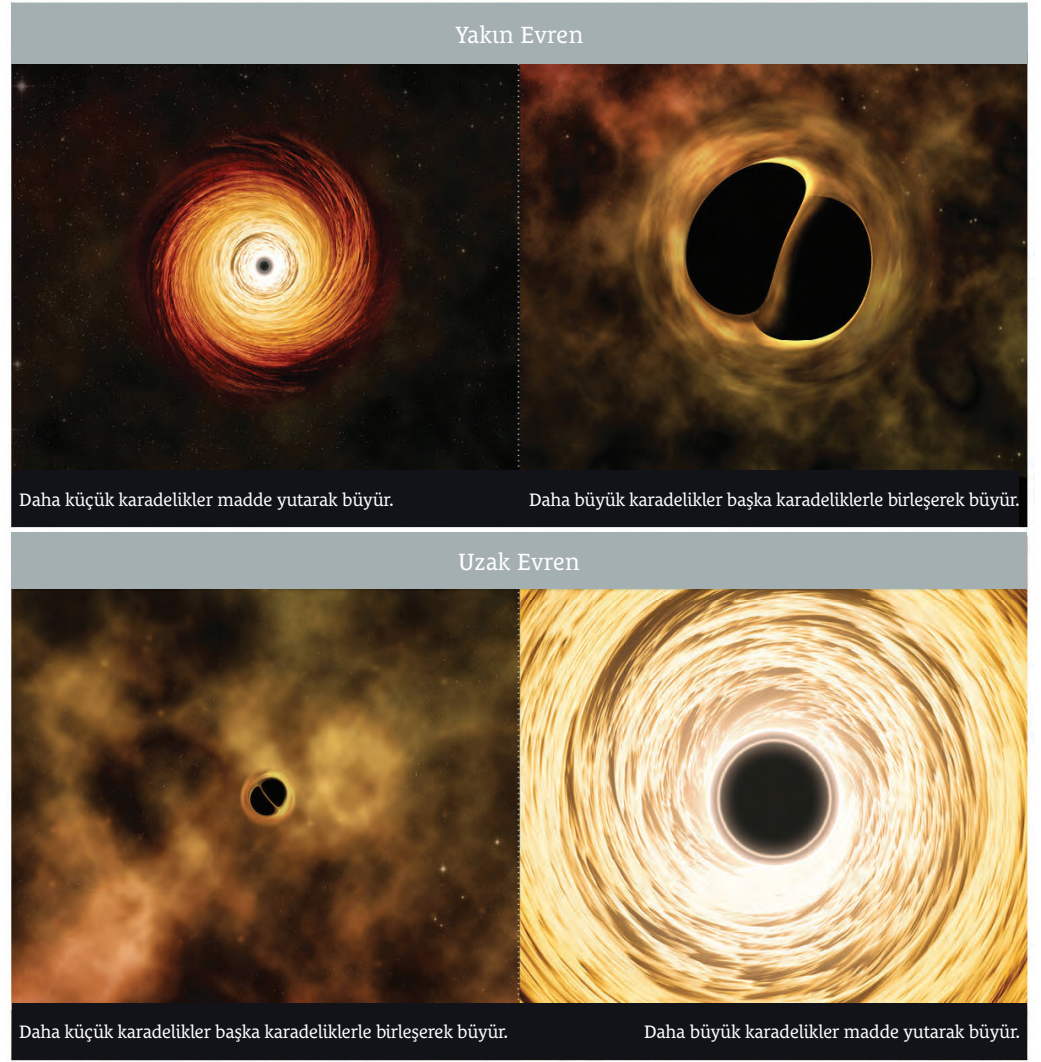
Dolayısıyla elde edilen sonuçları şöyle ifade etmek de mümkün: Evrenin ilk zamanlarında büyük karadelikler çoğunlukla madde yutarak, küçük karadeliklerse

genellikle başka karadeliklerle birleşerek büyüyordu. Günümüzdeyse küçük karadelikler çoğunlukla madde yutarak, büyük karadeliklerse genellikle başka karadeliklerle birleşerek büyüyor.

Geçmişte yapılan bilimsel çalışmalar çoğunlukla madde yutarak büyüyen karadeliklerin kendi eksenleri etrafında daha hızlı döndüğünü

göstermişti. Bir karadeliğin kendi etrafındaki dönme hızı da etrafındaki maddelerin ısıldama biçimlerini etkiler.

Araştırmacılar da bu bilgiden yola çıkarak kendi oluşturdukları modeli bilinen, Dünya'ya yakın karadelikler üzerinde test etmişler. Sonuçlar modelin yaptığı tahminlerin başarılı olduğunu göstermiş. ■



Kimyasallar Her Yerde

Geleceğin Kimyası Nasıl Tasarlanmalı?

Dr. Tuncay Baydemir [TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi

Kimya alanındaki gelişmeler özellikle Sanayi Devrimi'nden sonra küresel ekonominin tüm paydaş sektörlerinin dönüşmesine neden oldu ve toplumların yaşam kalitesini önemli ölçüde artırdı -hâlâ da artırmaya devam ediyor. Ancak seri üretilen yüksek teknoloji ürünleri, kimyasal içerikleri ile pek çok çevre sorununa ve ekolojik hasara yol açabiliyor. Endüstriyel üretimin ve kimyasal madde kullanımının daha yoğun olduğu yerler ile zararlı etkileri önlemek için en az tedbirin alındığı bölgelerde canlılar ve doğa kirlilikten daha fazla etkileniyor, gıdalar ve hatta içme suları bile toksik kirlenmeye maruz kalabiliyor.

Karmaşık kimyasal molekülü malzemeler sentezlemek ve bunları ürüne dönüştürmek günümüzün bazı problemlerini çözmeye veya mevcut durumu iyileştirmeye yardımcı olabilir. Ancak bu karmaşık yapıları kimyasal ürünlerin üretim ve kullanım süreçlerindeki kısa ve uzun vadeli olumsuz etkileri tam olarak bilinmiyor. Neyse ki günümüzde bu etkileri tespit etmek ve gerekli önlemleri almak için yeterli sayılabilecek bilgi birikimi ve teknolojik cihazlar mevcut.





Kimyasal maddelerin kullanımı hayat kalitesini artırıyor olsa da yeterli düzenlemeler ve etkili geri dönüşüm süreçleri olmadan çevre ve canlılar üzerinde çok ciddi zararlı sonuçlara yol açabiliyor.

İnsanlar ve biyota (belirli bir bölgede, ortamda ya da jeolojik dönemdeki canlıların tümü) pek çok farklı kaynaktan gelen binlerce kimyasal maddeye maruz kalıyor. Hatta durum öyle bir hâle geldi ki çevre kimyagerleri ve toksikologlar artık kapalı ve açık ortamlarda tek bir kimyasal maddenin izini sürmek yerine kimyasal karışımları tespit etmek ve bunların doğa ve canlılar üzerindeki karmaşık etkilerini araştırmak zorunda kalıyorlar.

Kimyasal Birikim

Çevreye bırakılan kimyasallar ile tehlikeli etkilerine dair bilgiler ve bu konulardaki farkındalık son kırk yıllık süreçte oldukça arttı. Bilim insanlarıncı yapılan araştırmalar geçmişteki deneyimleri günümüz analiz teknikleriyle birleştiriyor. Böylece doğada kirlilik sayılabilecek olası kimyasal madde birikimlerini ve neden olabilecekleri zehirli etkileri en az seviyeye indirgemeyi ve en ideal durumda da tamamen ortadan kaldırmayı hedefliyorlar. Günümüz kimyasalları ve buna bağlı olarak ürünleri değişiyor, ürün çeşitliliğine her geçen gün yenileri ekleniyor. Aslında bu konuda bilim

insanlarının ve sanayi şirketlerinin iş birliği içinde hareket etmesi gerekiyor. Ayrıca gerekli yasal düzenlemelerin yapılması, biyoeкономи stratejileri ve politikaları gibi küresel ölçekte politikalar geliştirilmesi de hedeflerin gerçekleştirilmesi için büyük önem taşıyor.

Sentetik kimyasallar gıda üretiminde ve yaşam standartlarında önemli ilerlemeler sağlıyor. Kullanılan kimyasal malzemelere endişeyle yaklaşılsa da bu kimyasalların aslında çok azı doğal yaşama gerçek anlamda zarar veriyor. Kimyasal malzemelerin özellikleri doğada ve canlılarda ne kadar kalacaklarını, birikme davranışlarını ve zararlı etkilerinin süre ve boyutlarını etkiliyor. Kimyasalların çeşitli organizmalara zararlı etkileri hakkında hâlihazırda bilinenler yeterli düzeyde olmasa bile gelecek dönemde yapılması gereken çalışmalar hakkında araştırmacılara ışık tutuyor.

Piyasada bulunan endüstriyel kimyasal madde sayısının 140.000 civarında olduğu tahmin ediliyor. Bu

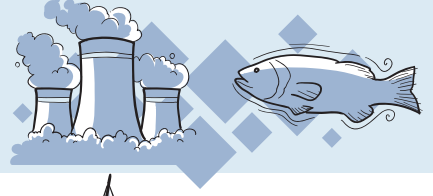
kimyasalların çok düşük bir yüzdesi için kalıcılık, doğada birikme ve toksiklik verileri mevcut. Ancak bu alanda hesaplamalı tahmin yöntemleri belli bir düzeye kadar bilgi sağlayabiliyor ve kimyasalların farklı ortamlarda, başka kimyasallarla karışması ve etkileşime girmesi hem doğa hem de organizmalar üzerinde öngörülenden daha fazla zarara yol açabiliyor. Günümüz araştırmaları genel olarak risk kapsamında değerlendirilen kimyasal madde gruplarına odaklanıyor ve araştırmalara yapılacak yatırımlar da bu doğrultuda gerçekleştiriliyor.

Doğal çevreyi kirleten pek çok kimyasal madde göz önünde bulundurulduğunda hangisine daha fazla odaklanmak gerektiğini iyi analiz etmek gerekiyor. Örneğin, hipertansiyon hastalarında kullanılan atenolol etken maddeli ilacın doğaya verdiği zararın etki faktörü bakır kullanımının sadece % 0,001'i kadardır. Benzer şekilde diğer bazı metaller zehirlilik değerlendirmelerinde odaklanılan kimyasallar arasında daha üst sıralarda yer alıyor.



Bazı kimyasallar ve yaban hayvan popölasyonu üzerine etkileri

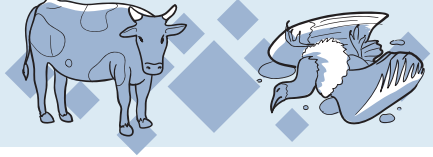
Metaller ve asitlenme tatlı su balıklarına ve karada yaşayan solucan gibi omurgasızlara zarar verdi.



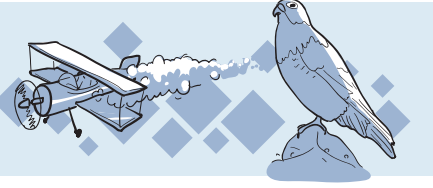
Gemi ve teknelerin yüzeylerini sucul organizmaların verdiği zararlardan korumak için boyalarda kullanılan biyosit (canlıkıran tribütikalay (tributyltin-TBT)) birçok karından bacaklı yumuşakça türünün kısırlaşmasına ve doğadan kaybolmasına neden oldu.



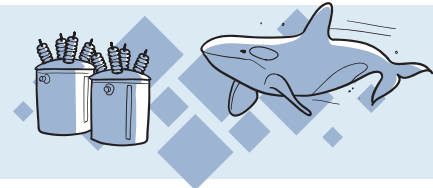
Sığırlarda Diklofenak ilaçlarının yaygın kullanımı, bu hayvanların leşlerini yiyen Asya akbabalarının toplu ölümlerine neden oldu. Aynı kimyasalın bazı alabalık türlerine zarar verdiği de tespit edildi.



DDT (dikloro difenil trikloroetan) gibi çok zehirli böcek ilaçlarının kullanımı yırtıcı kuş türlerinin popölasyonlarını oldukça azalttı.



Doku ve sütlerinde biriken organik klorlu bileşiklerin (poliklorlanmış bifeniller (PCB)) katil balina popölasyonunun azalmasına neden olduğu bildirildi.



Açık ve kapalı ortamlardaki hava kirliliği, pasif içicilik ve kurşundan kaynaklı zararlı kimyasallara maruz kalmanın azaltılması veya bu kimyasalların ortadan kaldırılması sayesinde küresel boyutta ölüm ve sakatlıkların önemli nedeni sayılan iskemik kalp hastalıklarının %35'i ve inme vakalarının %42'si önlenabilir.



Kimyasallara ve kullanım alanlarına her geçen gün yenileri ekleniyor

Günümüz toplumlarında neredeyse hayatın her alanında çok çeşitli kimyasallar kullanılıyor. Daha geniş çerçeveden bakıldığında sayısız faydaları olan pek çok kimyasal malzemenin zararlarını da görebiliyoruz. Örnek vermek gerekirse önceden zararlı böceklerle karşı kullanılan bazı böcek ilaçlarının yabani arıların nüfusunu azalttığı günümüzde biliniyor. Bu nedenle aynı amaca hizmet edecek yeni ve güvenli kimyasal maddelerin bulunması, yeni geliştirilen ürünlerde de bunların kullanılması gerekiyor.

Küreselleşme nedeniyle günümüzdeki kimyasal madde üretiminin büyük çoğunluğu Asya kıtasında gerçekleşiyor. Etkisiz düzenlemeler ve şeffaflık ile denetimlerin istenilen düzeyde olmaması gibi nedenler yüzünden dünyanın bazı bölgelerinde

toprak, su ve atmosfer kirlenmeleri diğer bölgelere nazaran daha fazla. Gerekli önlemler alınmazsa canlı yaşamı ve doğal hayat geri dönüşmesi mümkün olmayacak bir şekilde zarar görebilir.

Çevre kimyasalları ile ilgili düzenlemeler

1960 ve 1970’li yıllarda kimyasallarla ilgili düzenlemeler yapılırken genel olarak geçmiş kirlilik ve hasarların düzeltilmesi hedeflendi ve sınırlı sayıdaki kirlетici maddenin emisyonu kontrol edildi. Günümüz yaklaşımındaysa, pazara girecek yeni kimyasalların insan sağlığı ve çevre standartlarına uygunluğu ürün piyasaya sürülmeden önce test ediliyor, böylece risk faktörlerinin kabul edilebilir limitler içerisinde olup olmadığı belirleniyor. Bu standartlar ülkeler bazında olabildiği gibi Avrupa Birliği ve Dünya Sağlık Örgütü gibi kuruluşlarca da belirlenebiliyor. Tüm standardizasyon çalışmalarında, daha önce kulla-

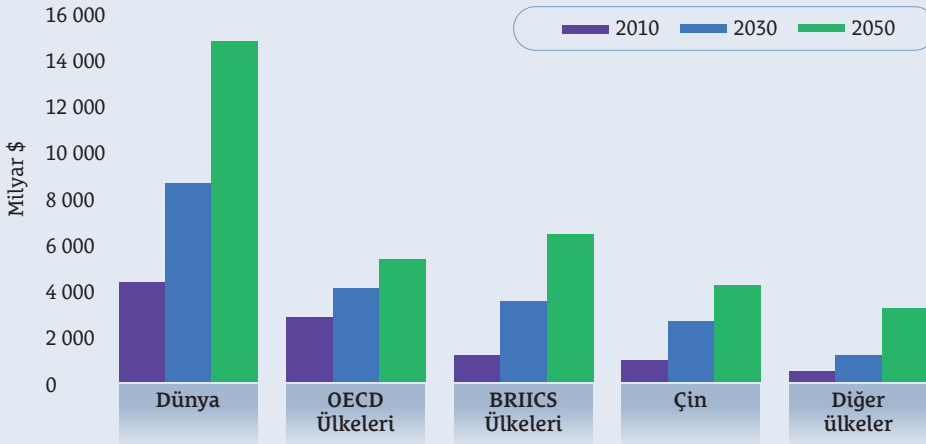
nımına izin verilen zararlı olabilecek kimyasallar da yeni düzenlemelerle kontrol altına alınmaya çalışılıyor. Üretimde kullanılacak kimyasalların canlılar ve çevre için güvenli olduğunu göstermek, üreticilerin önemli bir sorumluluğu hâline geliyor.

Analiz ve Modelleme Tekniklerindeki Gelişmeler

Analitik kimyanın gelişmesiyle birlikte çok düşük miktarlarda da olsa kimyasalların varlığının tespiti ve miktarlarının tayini günümüzde mümkün. Çeşitli ortamlardan alınan örneklerin bileşimi kolaylıkla belirlenebiliyor, olağan dışı kirlilikler hemen tespit edilebiliyor ve bu sayede hangi olayın veya hangi endüstriyel tesisteki hangi süreçlerin kirliliğe sebep olduğu ortaya konabiliyor.

Diğer yandan, yapılan çalışmalarda ortaya çıkan yeni kimyasalların ve

Bölgelere göre mevcut ve öngörülen kimyasal madde satış rakamları



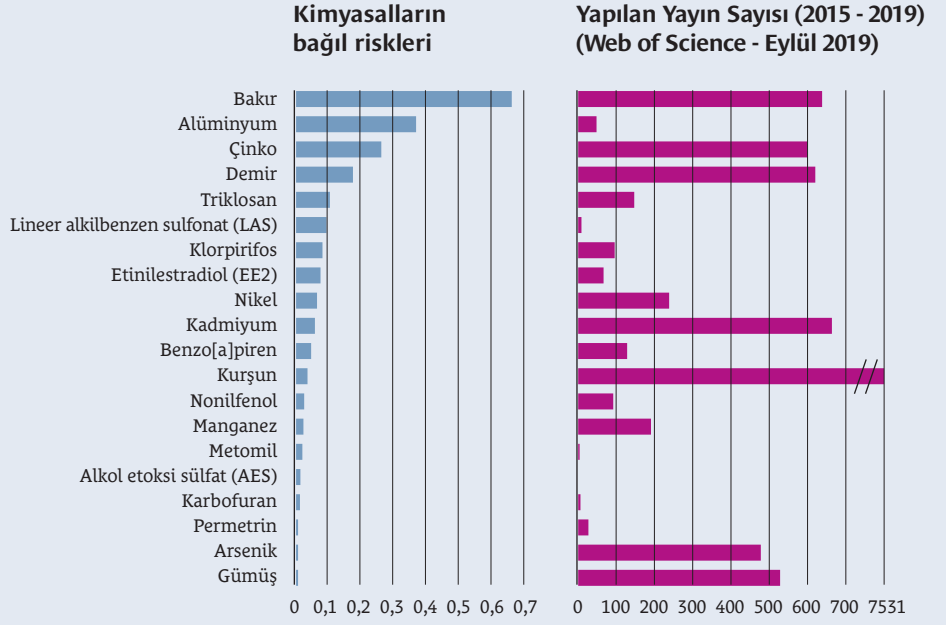
OECD Environmental Outlook to 2050: The Consequences of Inaction, (Chapter 6: Health and Environment) OECD, 2012.



ürünlerin hayvanlar üzerinde test edilmesi tartışmalı konular arasında sayılıyor. Etik kaygılara neden olan bu durumun önüne geçebilmek için zehirlilik ve maruz kalma testleri günümüzde bilgisayar modellemeleri kullanılarak belirli ölçüde yapılabiliyor. Örneğin, yaklaşık 100.000 adet kimyasal madde üzerinde yapılan bir çalışmada kullanılan bilgisayar modellemesi, bu kimyasallardan hangilerinin kalıcı, doğada biriken ve zehirli özellikte olduğunu öngörmeyi başardı.

Kimyasalların etkilerini azaltmak için daha iyi su arıtma sistemleri

Kimyasallara maruz kalma olasılığı bölgelere hatta ülkelere göre farklılıklar gösteriyor. Kimyasallarla kirlenen atık suların zehirli etkisi, ilgili bölgenin yüz ölçümü, nüfusu ve aldığı yağış miktarı gibi çeşitli faktörlere bağlı olarak değişebiliyor.



Atık su arıtma tesislerinde çökeltme sonrasında gerçekleştirilen biyolojik arıtma işlemlerinde daha etkili yöntemlerin kullanılması ve biyolojik arıtma süresinin uzatılması hem genel su kalitesinin artırılması hem de sulardaki kimyasalların azaltılması açısından önemli yararlar sağlıyor.

Disiplinlerarası Çalışma

Kimyasalların üretimi, çeşitliliği ve kullanımı hiçbir zaman günümüzdeki kadar yaygın olmamıştı. Hem kullanılan kimyasallara hem de kimyasal madde kullanımına dayalı çözümlere her geçen gün yenileri ekleniyor.

Farklı kimyasallar esas alınarak yapılan laboratuvar çalışmaları ve modellemeler, o kimyasalların canlılara ve çevreye zarar verip ver-

meyeceği hakkında bilgi veriyor. Moleküler düzeyden popülasyon düzeyine kadar olası etki analizlerinin zarar gerçekleşmeden önce yapılması alınacak önlemler hakkında yol gösterici oluyor.

Çevredeki kimyasalların ve etkilerinin incelenmesi büyük ölçüde ekotoksikoloji ve çevre kimyası uzmanları tarafından gerçekleştiriliyor. Bunlara kimyasalların yaban hayatı üzerine olan kısa ve uzun dönem etkilerini araştıran ekologları da eklemek mümkün. Bu üç disiplinin iş birliği içinde çalışmasının araştırmaların başarısına önemli katkısı olacağı düşünülse de şimdiye kadar yapılan çalışmalara bakıldığında böyle örneklerin istenilenden az sayıda olduğu görülüyor. Kimyasallardan kaynaklı zararların daha iyi bir şekilde belirlenebilmesi için ilgili alanlardan bilim insanlarının kuvvetli bir iş birliği içinde çalışması gerekiyor.

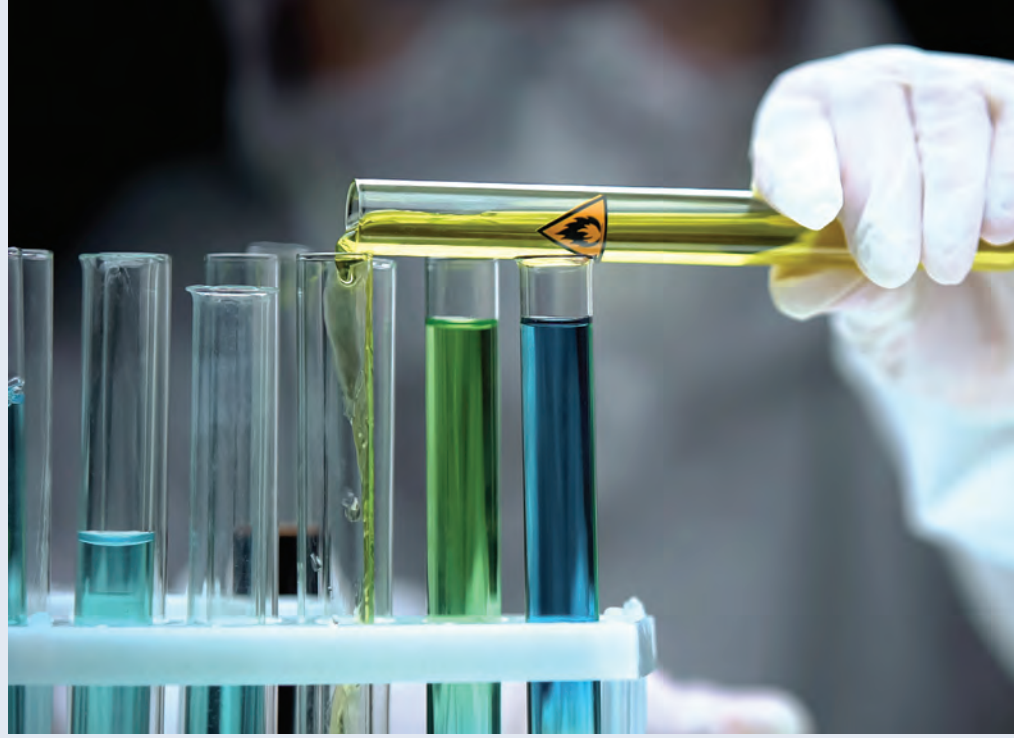
Kimyasal karışımların izini sürmek

Pestisitler, farmasötikler, endüstriyel ve sentetik kimyasallar çevreye ve besin zincirine katılarak istenmeyen etkilere ve hastalıklara hatta ölümlere neden olabiliyor. Yapılan klinik araştırmalar kronik hastalık riskinin büyük kısmının sadece genetik faktörlerle açıklanamayacağını, çevre veya gen/çevre etkileşimlerinin bu hastalıkların görülmesinde etkili olabileceğini gösteriyor. Lancet Kirlilik ve Sağlık Komisyonu, ortalama yaştan daha erken gerçekleşen ölümlerin %16'sını çevre kirliliğinin etkilerine bağlıyor.

Kimyasal madde kullanımının kontrol edilmesi gelecek nesillerde görülebilecek hastalıkların engellenmesinde önemli rol oynayabilir.

Benzindeki kurşunun engellenmesi sayesinde yılda 2,4 trilyon \$ fayda sağlanıyor ve 1,2 milyon kişinin erken ölmesinin önüne geçiliyor.

Düşük ve orta gelirli ülkelerde çocukluk dönemlerinde kurşuna maruz kalmanın kümülatif maliyetinin yıllık en az 977 milyar \$ olduğu tahmin ediliyor.



Yapılan araştırmalar ve elde edilen veriler kimyasalların canlılar ve çevre üzerindeki olumsuz etkilerini işaret etmekle kalmıyor, aynı zamanda zararları kesin olarak bilinen kimyasalların kullanımının önlenmesi ve zararsız alternatiflerinin bulunması için harekete geçilmesi gerektiğini de gösteriyor.

Ulusal ve uluslararası boyutlarda alınan önlemlerle bazı kimyasalların kullanımı asgari düzeye indirildi, bazılarının kullanımı ise sonlandırıldı. Ancak her geçen gün kullanılan kimyasallara yenileri eklenmeye devam ediyor. CAS (evrensel olarak kabul gören kimyasal madde veri tabanının kısaltması) sistemine kayıtlı kimyasal sayısı 2002 yılında 20 milyon civarındayken, bu sayı 2019 yılında 156 milyona ulaştı. Son verilere göre ise kayıtlı kimyasal madde sayısı 162 milyondan fazla.

Bu büyüme çok hızlı gerçekleşirken yeni kimyasal maddeler hakkında bilgi elde etmek ve gerekli düzen-

lemeleri yapmak uzun zaman alabiliyor. Bu nedenle kimyasal madde yönetimi ile ilgili tüm kurum ve kuruluşların çalışmalarına sürekli devam etmesi gerekiyor.

Geçmişte bilinen kimyasal kirlilikler genelde tanımlanmış bir grup endüstriyel kimyasal maddeye bağlanıyordu. Günümüzdeyse durum artık çok farklı boyutlara ulaştı. Kimyasalların bire bir etkilerinin yanında farklı kimyasalların karışımları da büyük çaplı risklere yol açabiliyor. Küresel anlamda bakıldığında kirleticilerin bölgesel dağılımı eşitlik göstermiyor. Özellikle az gelişmiş ve gelişmekte olan ülkeler bu yüzden daha yüksek risk altında bulunuyor.

Hemen hemen aynı toksik özelliklere sahip kimyasalların etkileri doğadaki derişimlerine (çözünmüş madde miktarı) bağlı olarak artıyor. Farklı etkilere sahip kimyasallar ise birbirinden bağımsız olarak zehirli özelliklerini gösteriyor. Çeşitli zarar-



lı etkilere sahip düşük derişimli çok sayıdaki kimyasalın toplam etkisini kabul edilebilir limitlerde öngörmek mümkün olabiliyor. Ne var ki kimyasal karışımlardaki farklı kimyasalların birbirleriyle ve çevresel dış et-

menlerle (sıcaklık, asitlik gibi) olan etkileşimleri zararlı etkilerin daha büyük boyutlarda olmasına yol açabiliyor. Bazı kimyasal maddelere maruz kalmanın hastalıklara hatta ölümlere yol açabileceğini gösteren kanıtlara rağmen günümüz yaklaşımları ve düzenlemeleri kimyasal madde karışımlarına ve birleşik etkilerine karşı yetersiz kalıyor.

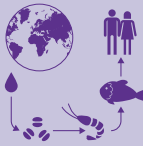
Daha önceki toksikoloji çalışmaları toprakta, sedimentlerde ya da lipitçe zengin organizmalarda biriken hidrofobik (suyu sevmeyen) kalıcı organik kirleticilere odaklanıyordu. Daha sonra özellikle içme suyu kaynakları olarak kullanılan yüzey ve yer altı sularındaki polar kirleticiler de araştırma hedefine alındı. Günümüzde bunlarla birlikte farklı çevre-

sel bölgelerden salınan kimyasalların birbirleriyle olan etkileşimleri de önem kazanıyor.

Çok düşük derişimlerdeki kimyasalların ve dönüşüm ürünlerinin çevrede ve vücuttaki varlıklarının izlenmesi oldukça zor süreçler gerektiriyor. Örnek toplama, örneklerdeki maddelerin ayrıştırılması, kimyasal analizler ve veri analizlerinin doğru bir şekilde yapılması sağlam bilgilere ulaşmak için çok büyük önem taşıyor.

Doğayı ve canlıları çevremizi kirlüten kimyasalların etkisinden korumak için sistematik ve tarafsız yaklaşımlar şart. Analiz cihazlarındaki teknolojik gelişmeler ve büyük çaptaki verileri işleme yeteneğinin artması kimyasal maddelere maruziyetin kapsamlı bir şekilde değerlendirilmesine olanak sağlamaya başladı.

Çevreden alınan örneklerdeki kimyasallar gelişmiş cihazlarla tespit edilebiliyor ve bu kimyasalların birleşik etkileri ve toksiklik mekanizmaları gelişmiş yöntemlerle anlaşılabilir. Şimdilik tüm bu gelişmeler tam anlamıyla istenilen sonuçları vermekten biraz uzak duruyor. Kimyasalların çevre, doğal yaşam ve insanlara olan etkisini daha iyi anlamak için farklı alanlardan araştırmacıların ortak çalışmalar yapması ve mevcut düzenlemelerin kimyasal karışımların etkilerini de göz önünde bulunduracak şekilde yeniden yapılandırılması gerekiyor.

	Geleneksel Yöntem	Günümüz Teknolojisi	Gelecekteki Yaklaşım
Örnekleme	Bağımsız örnekler 	- Multimedya ortamı - Besin zinciri ve biyota 	- İkincil örnekleme (saç, tırnak vb.) - Birbirleriyle ilişkili ana yapılar 
Ekstraksiyon	Aktif örnekleme ve toplam çözücü ekstraksiyonu	Pasif örnekleme	Özelleştirilmiş örnekleyciler
Temizleme	Ana yapının ve istenmeyen kimyasalların ortadan kaldırılması	Çok düşük seviyede	Çok az seviyede ya da hiç
Analiz	- Kirleticileri önceliklendirme - Hedef analizleri - Biyoışaretçiler	- Kapsamlı hedef analizleri - Şüpheli ve hedef-dışı inceleme - Raportör gen biyoanalizleri	- Doğum öncesinden başlayan ve yaşam boyu maruz kalınan çevresel etmenlerin tümü - Örneklerdeki tüm kimyasalların analiz edildiği otomatikleştirilmiş büyük veri analizleri - Çoklu biyoanalizler

Karmaşık çevresel kimyasallar için örnekleme ve (biyo)analiz stratejileri

Çevresel faktörlerin hastalıklara etkisi

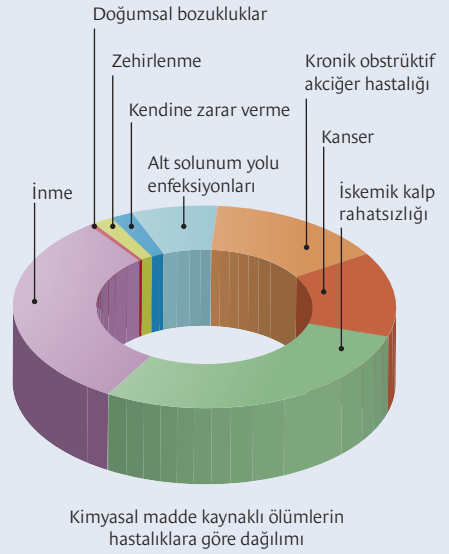
2005 yılında C.P. Wild tarafından öne sürülen “Ekspozom” terimi yaşam boyu maruz kalınan, sağlıklı ya da hasta olmamızı belirleyen, genetik temeli olmayan çevresel etmenlerin tümünü ifade etmek için kullanılıyor. Kimyasallar penceresinden bakıldığında vücuttaki kritik molekülleri, hücre yapısını ve fizyolojik süreçleri değiştiren kimyasallar yüzünden toksik etkiler görülüyor. Vücudumuz yalnızca hava, su ve gıdalar yoluyla aldığımız kimyasallara değil aynı zamanda iltihaplanma, oksidatif stres (reaktif oksijen türlerinin dengesiz olarak artması), lipid peroksidasyonu (yağların yakıldığı ve serbest radikallerin olduğu kimyasal süreç), enfeksiyonlar ve bağırsak florasının etkinlikleri gibi süreçler neticesinde üretilen kimya-

sallara da maruz kalıyor. Bu nedenle vücudumuzdaki kimyasal bileşenler sürekli olarak değişkenlik ve dalgalanmalar gösteriyor.

İnsan genomunun haritalandırılması hastalıkların genetik kökenlerini keşfetmek için kullanılıyor ancak çoğu hastalığı öngörmek için tek başına yeterli değil. Örnek vermek gerekirse dünyada ölümlerin en büyük sebebi sayılan kalp krizine genetik faktörlerin etkisi %50’den daha az.

“Global Hastalık Dağılımı” projesi kapsamında 195 farklı ülke ve bölgedeki 84 adet metabolik, çevresel, mesleki ve davranışsal risk faktörünün hastalıklara olan etkilerinin altı çiziliyor. Bu risk faktörleri dünya çapındaki ölümlerin aşağı yukarı %60’lık kısmından sorumlu. Buna göre, küresel ölçekteki yıllık ölümlerin %16’sı yani yaklaşık 9 milyon ölüm sadece hava, su ve toprak kirliliği yüzünden gerçekleşiyor. Kimyasal kirliliğin ekonomik boyut-

ları da oldukça büyük. Eldeki eksik verilere rağmen, sağlık hizmetlerinin ve iş göremezlik sonucunda üretimde ortaya çıkan kaybın yıllık maliyeti yaklaşık 30 trilyon TL. Bu sebeple çok yönlü bir sorun olarak değerlendirilen kimyasal kirliliğin azaltılması ve önlenmesi konusunda hem bölgesel hem de küresel ölçekte gerekli adımların atılması gerekiyor.



Yakıt olarak kömür kullanan elektrik santralleri çevre kirliliği ve civa emisyonuna yol açıyor.

Hava kirliliğinde enerji üretimi, endüstri ve ulaşım/ulaştırma faaliyetlerindeki süreçler önemli rol oynuyor. Karbon monoksit (CO), sülfür dioksit (SO₂), azot oksitler (NO_x) ve organik kimyasal, metal, toprak ve toz partikülleri ortam hava kirliliğinin en önemli kaynakları olarak biliniyor. Kimyasalların kullanımı ve yönetimindeki eksiklikler hava kirliliğine doğrudan etki ediyor. Tarımsal faaliyetlerde kullanılan pestisitler püskürtülerek uygulanıyor ve havada asılı kalabiliyor.



Tarım uygulamalarında zehirli pestisit ve kimyasal madde kullanımını engellemek ve bunların yerine daha zararsız ve çevreci kimyasallar kullanmak birçok zehirlenme vakasının ve istenmeyen çevresel etkilerin önüne geçmeyi sağlayabilir.

Ağır metaller, böcek ilaçları, çözücüler, temizlik malzemeleri, boyalar, karosen, karbon monoksit ve ilaçlardan kaynaklı istem dışı zehirlenmelerden dolayı yılda yaklaşık 193.000 insan hayatını kaybediyor. Bu ölümlerin önemli bir kısmı önlenabilir olarak nitelendiriliyor.

Gelecek için daha yeşil bir kimya

Kimyasal ürünler ve üretim süreçleri, sürdürülebilir bir toplum için çok büyük önem taşıyor. Cevaplanması gereken asıl soru geleceğin dünyasında kimya sektörünün olup olmayacağı değil, bu sektörün nasıl şekilleneceği.

Bu nedenle molekül ve bileşik özelliklerinin (toksiklik, yenilenebilirlik, biyobozunurluk vb.) sentez aşamasından başlayıp ürün tasarım ve üretim aşamalarını da kapsayacak şekilde dikkate alınması gerekiyor. Yeşil kimya ve yeşil mühendislik ilkelerinin benimsenerek üretim süreçlerinin tamamına entegre edilmesinin küresel hedeflere ulaşılmasına yardımcı olacağı düşünülüyor.

Günümüz kimya sektörü, genellikle fosil bazlı tükenir hammaddeler ile başlayan, sonrasında oldukça yüksek

tepkinirliğe sahip, dolayısıyla da kalıcılığı ve toksik özellikleri fazla olan kimyasallarla tepkimeler içeren düz bir üretim hattından oluşuyor. Bu üretim şeması işçilerin kimyasallara maruz kalmasına ve kazara veya kasıtlı olarak zararlı kimyasalların doğaya bırakılmasına yol açıyor. Çoğu üretim sonucunda atık olarak zehirli, kalıcı ve biyobirikimli kimyasallar çevreye bırakılıyor.

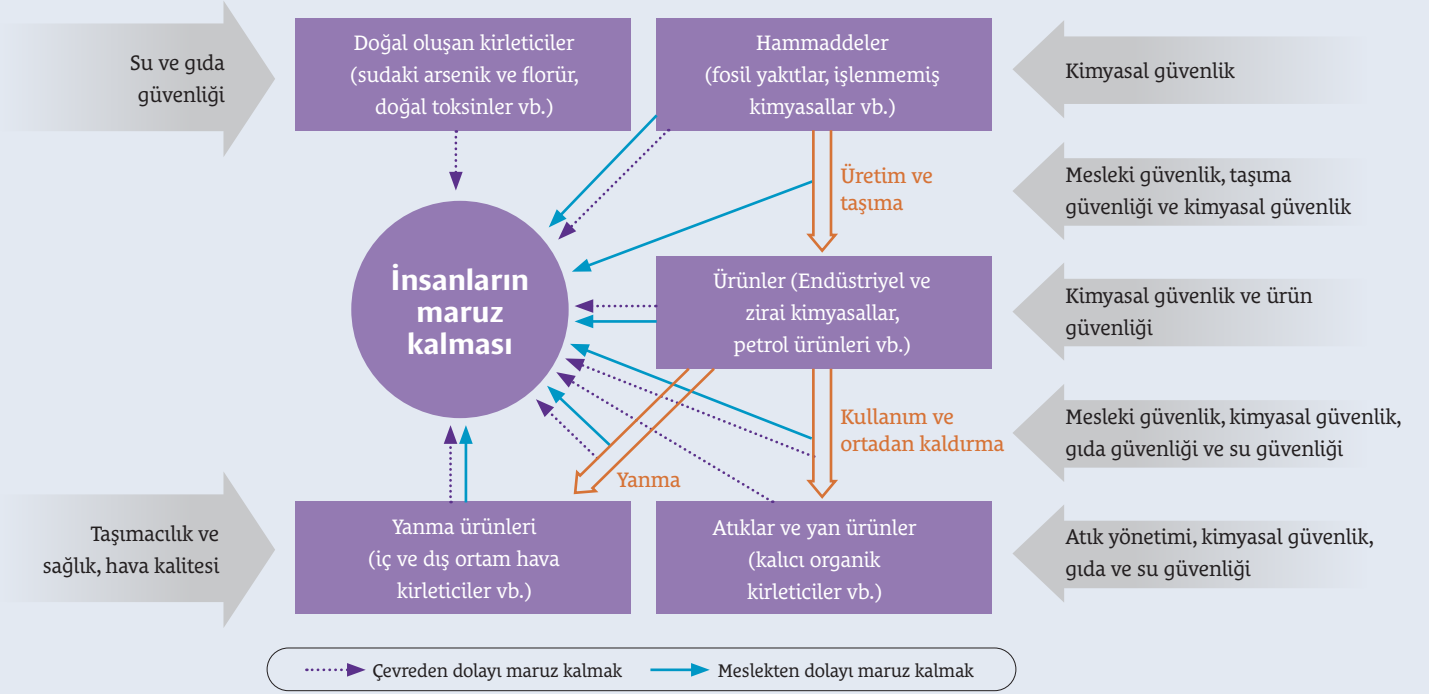
Kontrollü kullanım yaklaşımları kimya sektöründe genel olarak istenilen sonuçları vermiyor. Faydalı ilaçlara ihtiyacı olmayan kitleler maruz kalabiliyor; tarım kimyasalları hasat edilen ürün miktarını artırırken balık ölümlerine ve yer altı sularının kirlenmesine neden olabiliyor; malzemelerin performanslarını artıran kimyasallar kalıcılıkları yüzünden doğada, atmosferde ve vücudumuzda kolaylıkla birikebiliyor; tüm bunlar ve benzeri durumlar istenmeyen sonuçlara yol açabiliyor. Sera gazı

emisyonları ile enerji ve su tüketimi gibi nispeten kolay kontrol edilebilecek parametreler içinse bu yaklaşımın başarılı olma olasılığı hayli yüksek. Ancak günümüzde sürdürülebilir bir gelecek için geleneksel yaklaşımların karmaşık tasarım ve sistemlerle birleştirilmesi gerekiyor.

Bu noktada sorulması gereken en temel soru belki de şudur: Kimya endüstrisi çeşitli fonksiyonlardaki faydalı ürünleri geliştirirken dünyayı ve içerisindeki tüm canlıları tehdit eden zararlı etkileri yeterli seviyede sınırlandırabiliyor veya ortadan kaldırabiliyor mu?

Yeşil kimya ve yeşil mühendislik uygulamaları ile kimyasal ürün ve süreçlerden daha fazla performans ve işlevsellik elde edilebildiğinin pek çok örneği bulunuyor. Bu başarıların genele yayılmasının yolu akıllı tasarımlar yapmaktan ve iyi planlanmış üretim süreçlerinden geçiyor.

Kimyasallara maruz kalma ve alınabilecek önlem programları

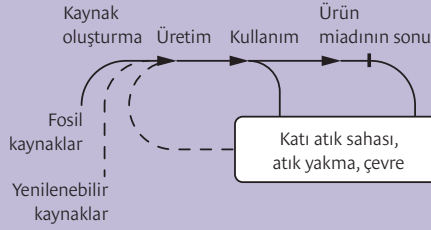


Kimya sektörünün geleceği

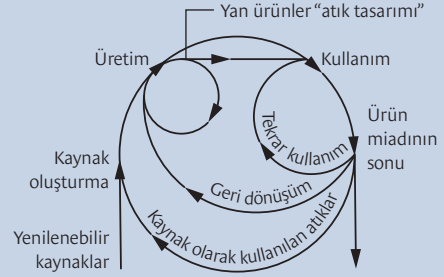
Geleceğin kimyasal ürünlerinin tasarımı, ürün işlevselliği en üst düzeyde tutulurken tehlikeli ve zararlı etkileri asgariye indirmek ya da tamamen ortadan kaldırmak hedefleniyor. Moleküler düzeydeki kimyasal mekanizmaların daha iyi anlaşılması ve planlanmış üretim süreçlerinin iyi bir biçimde yönetilmesi ile birlikte bu hedefler gerçekleştirilebilir olarak değerlendiriliyor.



Günümüz Kimya Sektörü



Gelecekteki Kimya Sektörü



Doğrusal süreçler	→	Döngüsel süreçler
Fosil kaynaklar	→	Yenilenebilir kaynaklar
Reaktif, kalıcı, zehirli kimyasal madde ve ürünler	→	Zararsız kimyasal madde ve ürünler
Nadir metal katalizörler	→	Yaygın metal, enzim, foton ve elektron katalizörler
Kovalent bağlar	→	Zayıf, kovalent olmayan etkileşimler
Geleneksel çözücüler	→	Çözücüsüz ya da düşük toksikliğe sahip, kararlı, bol bulunan ve kolaylıkla ayrıştırılabilir çözücüler
Malzeme ve enerji sarfiyatlı izolasyon ve saflaştırma	→	Kendiliğinden ayrışan sistemler
Büyük hacimli atıklar	→	Az atık ve maliyeti düşük süreçler
Atık artımı	→	Atıklardan istifade etme
Kullanım amacına bağlı tasarım	→	Tam yaşam döngüsü için akıllı molekül tasarımı
Performans = fonksiyonelliği artırmak	→	Performans = fonksiyonelliği artırmak + tehlike ve riskleri en aza indirmek
Kazançları artırmak için azami seviyede kimyasal üretim	→	Kazançları artırmak için tehlikesiz yüksek performanslı malzemeler

Önemli Adımlar Atmak

Döngüsel ekonomi, üretim sürecinde oluşan yan ürün ve atıkların tekrar değerlendirildiği, sürdürülebilir kaynakların verimli kullanıldığı ve çevresel faydanın üst düzeyde tutulduğu sürdürülebilir üretim modeline deniyor. Kimya endüstrisinin döngüsel ekonomiye entegrasyonu için bazı temel değişimlerin yapılması gerekiyor.

Yenilenebilir kaynaklar: Fosil bazlı hammaddeler gibi tükenbilir kaynakların kullanımından yenilene-

bilir kaynak temeline dayalı kimya endüstrisine geçmek ve buna bağlı olarak üretim süreçlerini doğrusal yapıdan döngüsel yapıya dönüştürmek gerekiyor.

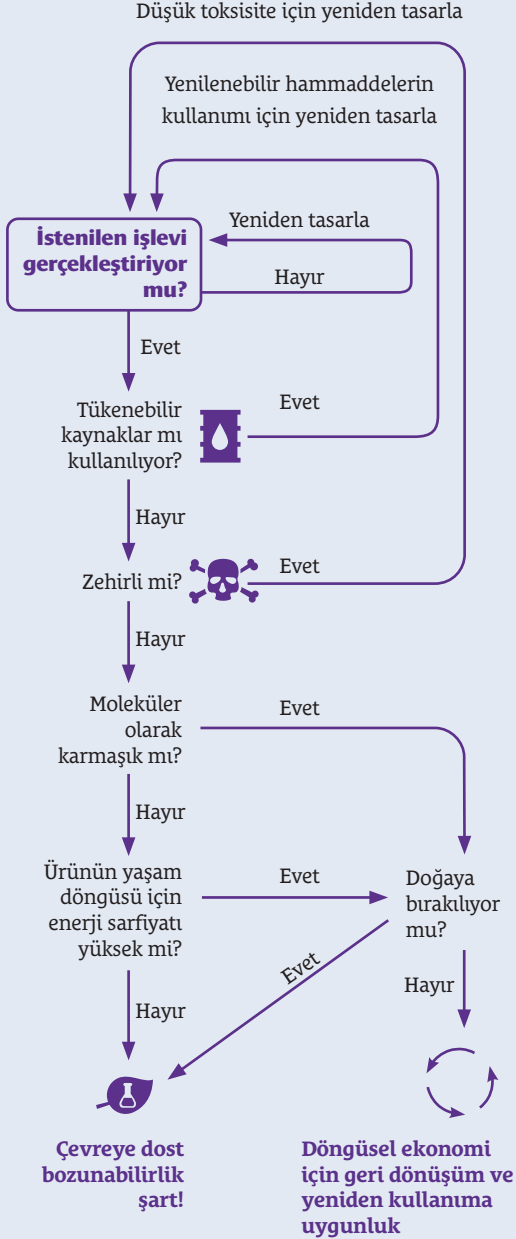
Zehirli olmayan kimyasallar:

Toksik özellik taşımayan kimyasalların ve ürünlerin tasarımı için kimya, toksikoloji, genetik ve ilgili diğer alanlardan araştırmacıların ortak çalışmalar yapması büyük önem taşıyor. Kullanılması planlanan kimyasallarla ilgili moleküler mekanizmaların analizi, fiziksel ve kimyasal özelliklerin tespiti, farklı

ortamlardaki tepkinirlik ve etkileşimlerin incelenmesi ve toksik etki modellemelerinin çıkarılması yapılması gereken çalışmalar arasında.

Kolay ve hızlı bozunma: Yarının kimyasallarının çevreye ve canlılara zararlı olmayan nitelikteki bileşenlere kolay ve hızlı bozunacak şekilde tasarlanması bekleniyor. İlaçlar, kişisel bakım ürünleri, farmasötikler, böcek ilaçları ve zirai ürünler geliştirilirken bu kriterin sağlanması öncelikli olarak hedeflenmeli.

Kimyasal Tasarım için Karar Şeması



Döngüsel ekonomi ve yeni kimya sektörü

Dünya, malzeme üretimi için ihtiyaç duyulan kaynaklar bakımından (kimyasallar, mineraller ve petrol gibi) her geçen gün daha yetersiz kalıyor. Bu kaynakların elde edilmesi ekonomik olarak daha maliyetli hâle gelirken doğa ve canlılara olan olumsuz etkileri de giderek artıyor.

Sürdürülebilir bir gelecek için kimya sektörünün doğal kaynakları tasarruflu kullanan, çevre ve canlıları

koruyan, yan ürünler ile atıkları değerlendirilen/geri dönüştüren döngüsel ekonomi sistemine uyumlu hâle gelmesi gerekiyor.

Yeni düzenlemelerle ürünlerin özelliklerini kaybetmeden uzun süre kullanıma uygun olmaları hedefleniyor. Modern üretim yaklaşımına göre yenilenebilir kaynaklardan elde edilen ürünlerin ayrıca onarım ve yenileme kolaylığına, tekrar kullanılabilirliğe, kolay ve faydalı geri dönüştürülebilirlik özelliğine sahip olacak şekilde tasarlanması bekleniyor.

Döngüsel ekonomi yaklaşımını benimseyen ve uygulayan Çin, ABD



ve Avrupa Birliği lkeleri ile diğer bazı lkeler Dünya Sağlık rgt ve Birleşmiş Milletler gibi uluslararası kuruluşlarca da destekleniyor. Yapılan tüm çalışmalar dünyanın kaynak ve atık sorunlarıyla yüzleşmeyi, çözüm yollarını hayata geçirmeyi ve en nihayetinde de sürdürülebilir bir geleceği inşa etmeyi hedefliyor. Günümüzde oldukça büyük miktarlardaki kimyasal malzemeler ve bağlı ürün akışları göz önünde bulundurulduğunda tüm endüstriyel sektörlerin nasıl bir süreç izleyerek üretim yapacaklarını belirlemeleri ve bu süreci sıkı bir şekilde yönetmeleri gerekiyor.



Elbette bazı sınırlar var

Araştırmacılar önümüzdeki yıllarda sanayinin metal hammadde taleplerinin hem kimya sektörü hem de diğitalleşme ve iletişim sektörlerindeki ürün ve süreçler dikkate alındığında önemli ölçüde artacağını öngörüyor. Sürdürülebilir geleceğin inşası cevherlerden ya da geri dönüşümden elde edilecek yüksek kaliteli metal-lerin varlığına büyük ölçüde bağlı görünüyor.

Örneğin, kablolama, rzgr türbinleri, elektrik motorları, bilişim teknolojileri ürünleri, jeneratörler, sensörler ve diğer elektronik cihazlar için kullanılan bakırın üretimi 20 yılda %3000'den fazla arttı. Önümüzdeki yıla kadar bakır için 600.000 tonluk pazar açığı olu-

şacağı tahmin ediliyor. Yeni bakır cevherlerinden elde edilen bakır istenilen kalitenin altında kalıyor, kaliteyi yükseltmek için ise giderek daha fazla kaynak ve enerji harcamak gerekiyor. Derin madenlerden cevher çıkarılması da daha fazla atığa, daha fazla zehirli kimyasal kullanımına, dolayısıyla doğada daha büyük bir evre ayak izi oluşmasına yol açıyor. Ayrıca madencilikte işlenen alanların giderek genişlemesi blęe halkının kaygılarını ve rahatsızlığını da beraberinde getirebiliyor.

Metal geri dönüşümü, enerji tasarrufu yönünden madencilik işlerinden daha avantajlı ancak ürünlerde kullanılan metal karışımları atomik ve moleküler düzeyde ayrıştırılmaya ve saflaştırma işlemlerine gerek duyuyor. Bazı bileşenler için bu işlemler uygulanamayabiliyor, bu da ileriki



kullanımlar için daha fazla kayıplara yol açıyor. 2012 yılına kadar yaklaşık 560 milyon ton bakır madeni çıkarıldı ve bu miktarın sadece %50'lik kısmı hâlâ aktif kullanımda. Önemli miktardaki kaybın başlıca nedenleri arasında düşük geri toplama oranları var. Bir diğer önemli sebep ise geri dönüştürülen malzemenin düşük kaliteli olması sebebiyle yüksek kaliteli metallerle karıştırılarak işlenmesi. Öngörülebilir bir gelecek için döngüsel ekonomi girişimleri son derece faydalı olsa da hammadde talebi karşılanmadığı her durumda yeni kaynaklara yönelmek, daha fazla atığın ortaya çıkmasına ve yüksek enerji sarfiyatına yol açacaktır.

Organik bileşiklerde ise durum metallerdekinden biraz farklı. Çoğu organik kimyasal madde sentezleme yoluyla elde edilebiliyor. Ancak çok sayıda bileşenin bir araya gelmesi geri dönüşüm aşaması için fazladan kimyasalların kullanılmasına ve enerji sarfiyatının yükselmesine, bunlar da yüksek maliyetlere sebep olabiliyor. Örneğin, plastik ürünlerde genellikle bir veya daha fazla polimer çeşidi ile birlikte ürünün istenilen özellikte olmasını sağlayacak (alev geciktirici, renklendirici, UV koruyucu ve oksitlenmeyi önleyici vb.) çeşitli kimyasallar kullanılıyor. Bu maddelerin çoğu zehirli olmakla birlikte geri dönüşüm işlemlerini de zorlaştırıyor. Öyle ki plastik su şişelerindeki polietilen tereftalat (PET) geri dönüşümlerinde bile yaklaşık %5 malzeme kaybı oluyor. Bu nedenle geri dönüşümün mümkün olmadığı veya istenilen düzeyde gerçek-

leştirilemediği pek çok malzeme ve ürünün kullanımından tamamen uzak durmak gerekiyor.

Yenilenebilir biyo-kaynaklar kimya endüstrisinde giderek daha yaygın bir şekilde kullanılıyor. Hammaddenin yenilenebilir özellikte olması önemli avantajlar sağlıyor ancak tarımsal sanayi ve orman ürünleri atıklarının karmaşık yapıları geri dönüştürülme-lerini olumsuz etkiliyor. Kullanıma, doğal yaşlanma süreçlerine ve geri dönüştürme işleminde kullanılması gereken kimyasallara bağlı olarak yeniden elde edilen ürünler genellikle düşük kalitede ve önceki işlevini yerine getirmekten uzak oluyor.

Pestisitler, kozmetikler, biyositler ve farmasötikler gibi açık çevre uygulamaları olan ürünler düşük derişimle-ri ve geniş alanlara dağılımları yüzün-den döngüsel sürece tabi olamıyor ve geri dönüştürülemiyorlar. Çevre için zehirli özellikteki atıklara sebep olan bu tür ürünler aynı zamanda kontrol edilmesi en zor olanlar. Araştırmacılar bu tür ürünleri geliştirirken istenilen işlevi sağlamakla birlikte hızlı ve tam bir çevresel mineralizasyona (organik bileşiklerin mineral maddelere dönüşmesi) uğrayabilen yeni moleküller ve malzemeler kullanımlar. Ürünlerin çevreye olan olumsuz etkilerinin bu sayede ortadan kaldırılabileceği öngörülüyor.





Kansere yol açtığı bilimsel olarak gösterilen kimyasalların listesi bir hayli uzun. Mesleki kanserojenler tüm kanser vakalarının %2 ila %8'inin kaynağı olarak gösteriliyor. Akciğer kanseri vakalarının %31'i açık ve kapalı ortam hava kirliliği, %2'si pasif içicilik, %7'si de meslekten dolayı kirleticilere maruz kalmalar yüzünden görülüyor.

Deri tabaklama ve boyama atölyelerinde kullanılan kimyasalların büyük bir bölümü kanser ve daha pek çok rahatsızlığa yol açıyor. Ancak alınacak basit tedbirlerle çoğu zararlı etki kolaylıkla engellenebiliyor.

Daha yeşil ve sürdürülebilir bir geleceğin anahtarı elimizde

Kimya sektörünün döngüsel ekonomiye adaptasyonu için önemli üç ayağını eğitim, yasal düzenlemeler ve endüstri oluşturuyor. Öncelikle kimya, mühendislik ve ürün tasarımı eğitimlerindeki genel yaklaşımın değişmesi gerekiyor. Günümüzde kullanılan ürünlerin büyük bir kısmı yenilenemeyen özellikte oldukça karmaşık moleküller içeren sentetik kimyasallardan oluşuyor. Geleceğin ürünleri geri dönüştürmeye uygun ve daha basit yapıda olmalı. Ayrıca katkı maddelerinden ve toksik bileşenlerin kullanımından mümkün olduğunca kaçınılmalı. Tüm bu çabalar sayesinde atık dönüştürme işlemi daha az adımda ve daha az enerji sarfıyatı ile gerçekleştirilebilir.

Dünya Kimyasal Güvenliği

Kimyasal madde güvenliği, doğal veya sentetik tüm kimyasal maddeler ile ilgili olarak hammadde elde edilmesi/sentezlenmesi, endüstriyel üretim, ürün nakliyesi, ürün kullanımı/uygulaması ve atık yönetimi aşamalarında canlı sağlığı ve çevre ile alakalı alınacak tüm önlemleri kapsıyor.

Dünya Sağlık Örgütü, Uluslararası Kimyasal Madde Güvenliği Programı (IPCS) ile kimyasalların ulusal ve uluslararası düzeyde güvenli bir şekilde kullanılmasını sağlamak için çalışmalar yürütüyor. Ayrıca OECD gibi uluslararası organizasyonlarla iş birliği içinde kimyasalların kullanımına ilişkin standartlar ve kılavuzlar oluşturuyor. Bu sayede kimyasalları değerlendirmek üzere bilimsel temellere dayalı ve genel geçerliliği

olan sağlam metodolojilerin geliştirilmesi, uyumlulaştırılması ve bu metodolojilerin yaygın kullanımının teşvik edilmesi amaçlanıyor.

2017 yılı 70. Dünya Sağlık Asamblesi'nde onaylanan yol haritası ile kimyasal ve atık yönetiminde gerekli gelişme ve iyileştirmelerin yapılması ve kimyasal kaynaklı risklerin, hastalıkların ve ölümlerin azaltılması amaçlanıyor.

Birleşmiş Milletler Çevre Programı bünyesinde yürütülen Kimyasal Madde Yönetimi Stratejik Yaklaşımı (SAICM), kimyasalların insan sağlığı ve çevre üzerindeki önemli olumsuz etkilerini en aza indirecek şekilde üretim ve kullanımının hedeflendiği bir politika çerçevesi çiziyor.

Kimyasal madde yönetimi oldukça dinamik bir özellik gösteriyor. Yeni kimyasallar, yeni riskler oluşturuyor. Araştırmacılar sürekli olarak bu değişime ayak uydurmak zorunda kalıyor. Bilimsel veriler ışığında şekillenen ulusal ve uluslararası platformlarda kimyasal yönetimine ilişkin yeni düzenlemeler ve iş birlikleri gerekiyor. Tüm bu çalışmaların merkezinde yer alan Dünya Sağlık Örgütü koordinasyonun sağlanmasında oldukça önemli bir rol oynuyor.

Zehir Merkezleri

Zehirlenmeler küresel halk sağlığının önemli bir sorunu olarak karşımıza çıkıyor. Dünya Sağlık Örgütü verilerine göre 2012 yılında yaklaşık 193.000 kişi zehirlenerek öldü. Bu ölümlerin %84'lük bir kısmı düşük ve orta gelirli ülkelerde görüldü. 2016'daysa bu sayı 106.000'den fazlaydı. IPCS'in Zehirlenmeyi Önleme ve Yönetimi Programı, ülkelerin bu tür problemlerle başa çıkmasını sağlamak için dünyanın pek çok yerinde zehir danışma merkezleri kurulmasını teşvik ediyor. Böylece zararlı

kimyasallar hakkında bilgi akışı sağlanıyor, zehirlenmenin önlenmesi ve klinik yönetimi konularında hakemli kılavuzlar geliştiriliyor.

Zehir merkezleri, zehirlenmenin tespiti, önlenmesi ve yönetimi ile ilgili konularda çalışan özel birimler. Değişik yerlerdeki örnekleri birbirinden bazı farklılıklar gösterse de temel görevleri genel olarak aynı. İlaçlar, doğal toksin kaynakları, böcek ilaçları ve endüstriyel kimyasallar gibi çeşitli kimyasal maddelere maruz kalınması durumlarında destek veriyorlar. Ayrıca yerel ve ulusal düzeydeki kimyasal olaylara hazırlık ve müdahale faaliyetlerine de katılıyorlar. Bazılarında ayrıca toksikoloji laboratuvarı ve klinik tedavi üniteleri de bulunuyor.

Türkiye'de Ulusal Zehir Danışma Merkezi (UZEM) T.C. Sağlık Bakanlığı Halk Sağlığı Genel Müdürlüğü bünyesinde bulunuyor. 1986 yılında kurulan merkez 1988'den itibaren kesintisiz olarak hizmet vermeye devam ediyor. Merkeze telefonla 114'ü

arayarak 24 saat ulaşmak mümkün. Ayrıca bazı üniversiteler bünyesinde de ilaç ve zehir danışma merkezleri bulunuyor. Buralarda düzenli olarak toplanan ve işlenen bilgiler hem ulusal hem de uluslararası platformlarda paylaşılıyor, risk analizleri yapılarak erken önlemler alınması sağlanıyor.

Genel Değerlendirme

Çok çeşitli kimyasallara her gün, soluma, yutma ve cilt teması gibi farklı yollarla maruz kalıyoruz. Hatta öyle ki doğmamış bebekler bile göbek kordonu yoluyla bu durumdan etkilenebiliyor. Faydalarını saymakla bitiremeyeceğimiz kimyasalların kullanımına artık daha fazla dikkat etmemiz gerekiyor. Günümüz ihtiyaçlarının karşılanması için çok çeşitli kimyasalların üretimi ve ürünlerde kullanımı oldukça ileri seviyelere ulaştı. Bu nedenle zararlı kimyasalların erken tespiti, kullanımlarının kısıtlanması/yasaklan-





ması ve aynı işlevi görecek zararsız kimyasallarla değiştirilmesi büyük önem taşıyor. Küresel anlamda tüm paydaşların sürdürülebilir bir gelecek için kararlı ve istikrarlı bir şekilde daha yeşil bir kimya için çaba göstermesi gerekiyor.

Ulusal ve uluslararası mutabakatlar doğrultusunda tüm kimyasal maddelerin ve kimyasal atıkların yönetiminin gerçekleştirilmesi;

kimyasalların hava, su ve toprağa salınımının azaltılması ve bu sayede canlılar ve çevre üzerindeki olumsuz etkilerinin en aza indirilmesi gerekiyor. Kimyasallardan kaynaklanan hastalıkların ve ölümlerin önemli ölçüde azaltılması ancak bu sayede başarılabilir gibi görünüyor.

Kimyasal madde kontrol kanun ve mevzuatları ülkelerin kendi bölgelerinde ürettiği, ithal ettiği ve kullandığı kimyasal maddelerin kontrol ve yönetimini düzenliyor. Sağlam bir kimyasal madde ve atık yönetimi sürdürülebilir kalkınma için de ön koşul olarak görülüyor. Bu doğrultuda, pek çok ülke kimyasallar ve atıklarla ilgili uluslararası kabul görmüş düzenlemeleri içeren çok taraflı çevre anlaşmalarına onay veriyor.

Gelişmiş ve gelişmekte olan ülkeler kimyasal madde kullanımının zararlı boyutlarıyla yüzleşmek ve gerekli

tedbirleri almak zorundalar. Kalıcı organik kirleticilerle ilgili Stockholm ve Minamata Sözleşmeleri, tehlikeli atık yönetimine yönelik Basel Sözleşmesi, tehlikeli kimyasallar ve pestisitlere ilişkin Rotterdam Sözleşmesi gibi uluslararası anlaşma ve mutabakatlar dünyanın zararlı kimyasallarla ortak mücadelesine önemli katkılar sağlıyor. Tüm dünya ülkeleri kimyasalların yönetimi konusunda stratejik yaklaşımların belirlenmesine ve günün ihtiyaçlarına göre gerekli düzenleme ve güncellemelerin yapılmasına katkı vermelidir.

Kimyasalların kontrollü bir şekilde kullanılması ve yönetilmesi, zehirli maddelerin kullanımının sonlandırılması, kontrol mevzuatlarına uyulması, tüm süreçlerde kişisel ve çevresel koruma tedbirlerinin alınması, kullanım sonunda atık yönetimi faaliyetlerinin eksiksiz düzenlenmesi canlılar ve çevre adına son derece önemli. ■

Kaynaklar

- Vermeulen, R., Schymanski, E.L. ve ark., "The exposome and health: Where chemistry meets biology", *Science*, 367 (6476), 392-396, 2020.
- Kümmerer, K., Clarck, J.H. ve Zuin, V.G., "Rethinking chemistry for a circular economy", *Science*, 367 (6476), 369-370, 2020.
- Johnson, A.C., Jin, X. ve ark., "Learning from the past and considering the future of chemicals in the environment", *Science*, 367 (6476), 384-387, 2020.
- Escher, B.I., Stapleton, H.M., ve Schymanski, E.L., "Tracking complex mixtures of chemicals in our changing environment", *Science*, 367 (6476), 388-392, 2020.
- Zimmerman, J.B., Anastas, P.T. ve ark., "Designing for a green chemistry future", *Science*, 367, 397-400, 2020.
- Funk, M. ve Ash, C., "A cleaner, greener future for chemicals" *Science*, 367 (6476), 378-379, 2020.
- Prüss-Üstün, A., Vickers, C., ve ark., "Knowns and unknowns on burden of disease due to chemicals: a systematic review", *Environmental Health*, 10:9, 2011.
- "The Public Health Impact of Chemicals: Knowns and Unknowns", World Health Organisation, WHO/FWC/PHE/EPE/16.01, 2016.
- "Benefits of Chemicals Control", UN Environment Programme Report
- <https://www.cas.org/support/documentation/chemical-substances>
- <https://www.sciencedaily.com/releases/2020/01/200123152456.htm>

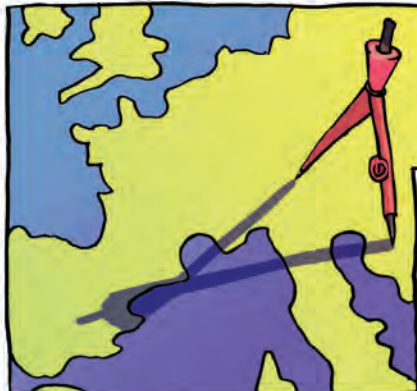
Macit Erbudak



İSMİ İSTANBUL'DA BİR SOKAĞA VERİLMEYEN ÇOK ÖNCE MACİT ERBUDAK, 1935 YILINDA İSTANBUL ÜNİVERSİTESİNDEN YAKIN ARKADAŞLARI CAHİT ARF VE RATİP BERKER İLE OTURUYORDU.



MACİT ERBUDAK, O DÖNEM TÜRKİYE'DEN AVRUPA'YA YÜKSEK TAHSİL YAPMAYA GÖNDERİLEN BİRÇOK BİLİM İNSANINDAN BİRİ OLDU.



BURADA KALIP ARAŞTIRMALARA DEVAM ETMENİ İSTEDİM AMA ANLIYORUM Kİ GİTMEK ZORUNDASIN. TÜRKİYE'DE HARİTALANDIRILACAK ÇOK YER OLMALI GENE GEL, HER ZAMAN BEKLERİM.



TÜRKİYE'YE DÖNEN MACİT ERBUDAK, HARİTA GENEL MÜDÜRLÜĞÜNDE GÖREVE BAŞLADI. İLK DEFA BATI ANADOLU NİRENGİ ŞEBEKESİNİN DENGELEME HESAPLARININ YÜRÜTÜLMESİNDE VE BOLU 1. DERECE ŞEBEKESİNİN RASAT İŞLERİNDE ÇALIŞTI. 1947'DE İŞE HAYATININ ODAK NOKTASI DEĞİŞECEKTİ. TÜRKİYE'NİN İLK HARİTA MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜNÜ KURMAYA KOYULDU.

1949'DA EKREM ÜLŞOY VE BURHAN TANSUĞ İLE BİRLİKTE TÜRKİYE'NİN İLK HARİTA MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜNÜ İSTANBUL TEKNİK OKULUNDA (YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ) KURDU VE BURADA TÜRKİYE'NİN İLK HARİTACILARINI YETİŞTİRMeye BAŞLADI.

TEŞEKKÜR EDERİM. ARTIK ÜLKEMİZDE NİHAyet MÜHENDİS SEVİYESİNDE HARİTACILAR OLACAK.

ERBUDAK HIZLA ÖĞRETİM KADROSUNU OLUŞTURDU VE GEREKLİ HER ŞEYİ SAĞLAMAYA ÇALIŞTI. BU BÜYÜK SORUMLULUĞUN ONU NE KADAR YORDUĞUNU İŞE KİMSEYE HİSSETTİRMEMEYE ÇALIŞIYORDU.

$$V_n = X - P_n$$

$$[VV] = V_1^2 + V_2^2 + \dots + V_n^2$$

$$V_1^2 = X^2 - 2XP_1 + P_1^2$$

$$X = [P]$$

$$\frac{\partial [VV]}{\partial X}$$

ANLAMADIĞINIZ HER ŞEYİ GELİP SORABİLİRSİNİZ ARKADAŞLAR.

ÜÇÜNÜZÜ DE TEBRİK EDERİM MACİT HOCAM!



HOCAM BİZLE İLGİLENMEKTEN YURT DIŞINDAN GELEN AKADEMİK DAVETLERE KATILAMIYORSUNUZ.

ÇOK SAĞOLUN HOCAM!

ABARTMAYIN ARKADAŞLAR, SİZLERE KARŞI SORUMLULUĞUMUZ DAHA ÖNEMLİ.



PROF. DR. MACİT ERBUDAK YILLARCA ÖĞRENCİ YETİŞTİRDİ. ONUN ÖĞRENCİLERİ DE BAŞKALARINI YETİŞTİRDİ. BU YÜZDEN ÜLKEMİZDE ÇİZİLEN TÜM HARİTALARDA ONUN DA KATKISI VAR. 1981'DE HAYATINI KAYBEDİNCE KADIKÖY'DE OTURDUĞU SOKAĞA ADI VERİLDİ. TÜBİTAK DA AYNI YIL ERBUDAK'I HİZMET ÖDÜLÜNE LAYIK GÖRDÜ. HARİTA MÜHENDİSİ PROF. DR. AHMET AKSOY ONUN İÇİN ŞÖYLE DEMİŞTİ: "BİZ MACİT BEY'İ TANIMAZDIK, O DA BİZİ TANIMAZDI. ÖYLE İŞE BİZE NİÇİN BABALIK YAPIYORDU? ÇÜNKÜ BAŞKA TÜRLÜ YAPAMAZDI, ÇÜNKÜ BU ONUN İNSANLIK ANLAYIŞIYDI, ÇÜNKÜ O BAŞKA TÜRLÜ OLAMAZDI, ÇÜNKÜ O BAŞKALARI İÇİN YAĞAYAN BİR İNSANDI. İŞTE MACİT BEY, İŞTE BABA MACİT BEY!"



PANDEMI MİMARİSİ



“Yeni Normal” Evler, Ofisler

Dr. Özlem Ak

[TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi

COVID-19’un hayatımıza getirdiği en büyük değişikliklerden biri sosyal mesafe. Yavaş yavaş normale dönüyor gibi görünsek de hepimiz bir süre daha sosyal mesafeyi korumak ve sosyalleşmekten uzak durmak zorundayız. Oysa açık planlı evlerin ve ofislerin bulunduğu günümüzün modern binaları, sosyal iletişimi artırmaya yönelik tasarlanırken kimsenin aklına bir gün pandemi ile karşı karşıya kalacağımız gelmemiş olmalı. COVID-19 deneyimi pek çok kişiye



bu ortamların virüsün yayılmasında önemli rol oynadığını öğretti. Kısa vadede ev ve ofis planlarında büyük değişiklikler yapmak elbette mümkün olmayabilir. Ancak ortak alanları kullanmanın hastalık bulaşmasını nasıl etkilediğini anlamak, etkili sosyal mesafe önlemleri almaya yardımcı olabilir. Bu nedenle COVID-19 mimariye ve tasarıma da zorunlu değişiklikler getirmiş gibi görünüyor. Mimarlar bu değişikliklerin yeni nesil evleri, ofisleri ve diğer binaları nasıl etkileyebileceğini düşünüyor. Artık mimarlardan ve şehir planlamacılarından her türlü sağlık sorununu göz önünde bulunduran bir dizi büyüleyici tasarımı ve teknolojik yeniliği görmeyi bekleyebiliriz.



Virüs Yeni Nesil Evleri Nasıl Etkileyecek?

İnsanlar bundan kısa bir süre önceye kadar zamanlarının %90'ından fazlasını evlerinde geçirmek zorundaydı. Sosyal mesafe bizi ev ve mahalle gibi özel alanlarla sınırlandırdı. Geleneksel olarak evlerimiz bizi güvende hissettiren, aile ve arkadaşlarımızla ilişkilerimizi geliştirdiğimiz, kişiliğimizi yansıtan en özel alanlarımızdı. Ancak birden Zoom, Skype, Microsoft Teams, WhatsApp, Instagram ve Facebook gibi popüler uygulamaların kullanıldığı bir merkez hâline geldi; oturma odalarımız genişletilmiş işyerlerine, değişen gıda tüketim alışkanlıklarımızla da mutfak geniş bir aile alanına dönüştü.

Bu koşullarda evinizin sizi daha önce rahatsız etmeyen hatta konforlu dediğiniz özellikleri sizi huzursuz etmiş olabilir. Salgının başlangıcından bu yana pek çok kişinin evde çalışma düzenine geçmesi, evlerin geçici işyeri olması, eğitimin çevrim içi olarak evden yürütülmesi ve egzersiz gibi etkinliklerin evde yapılması tasarımcıların, mimarların ve diğer uzmanların aklına bazı sorular getirdi: “Bina ve ev tasarımının hastalık iletimindeki rolü nedir ve daha sağlıklı hâle getirmek için tasarımlar da ne tür değişiklikler yapılmalı?”

Mimarlar virüsün yeni nesil evleri nasıl etkileyeceği konusunda çeşitli öngörülere sahip. Bu öngörülerden biri de iç ve dış mekânlar arasına daha belirgin sınırlar gelmesi. Bu yönde bir yaklaşım iç mekânların kontamine olmasını önlemek için evin dış ya da giriş mekânlarını nasıl kullanmamız gerektiğini öğretecek. Örneğin vestiyer ve evin giriş bölümü, dışarıdan geldiğimizde yaşam alanına girmeden önce kontamine olmuş olması muhtemel eşyalarımızı bıraktığımız ve psikolojik olarak da bir nebze rahatlayabildiğimiz yerler olacaklar.

Yaşam alanlarını birleştirmek için duvarların ve kapıların ortadan kaldırıldığı açık yaşam kat planları son yıllarda hayli popülerlik kazanmıştı. Mutfağın, oturma alanının ve

hatta çalışma alanının bir arada bulunduğu, çok işlevli olduğu düşünölen açık planlar tüm ev halkının evde zaman geçirmek zorunda kaldığı ve herkesin ayrı, özel bir alana ihtiyaç duyduğu karantına günlerinde konforunu bir miktar da olsa yitirdi. Bu eşi benzeri görülmemiş zamanlarda, fazladan bir odanın, hatta birkaç metre karenin bile öneminin farkına varıldı. Bu nedenle de daha önce açık plan ev projeleri çizen mimarlar bundan sonraki projelerinde daha fazla odaya, duvara ve kapiya yer verecek gibi görünüyor.

Aslına bakılırsa önceden insanların evlerinde öncelikli özellikler olarak algıladıkları şeylerde temel

değişikler oldu. Evden çalışma sistemi tecrübe edildiği için iç mekân hava kalitesi, gürültü kirliliğinin önlenmesi ve görsel konfor gibi işyeri verimliliği ile ilgili çevresel faktörlerin birçoğı ev ortamına taşınacak. Geleceğin yatak odaları sadece daha büyük olmakla kalmayacak, aynı zamanda masalar ve oturma alanı ile birlikte tasarlanacak. Evin diğer bölümleri gibi, yatak odaları da daha esnek alanlar olacak. Yatak odanızda iki hafta boyunca karantinada kalmanız gerektiğini düşünün. İsteyeceğiniz iki temel ihtiyaç olacaktır. İlki, odanızın banyoya bağı olması; ikincisi, bir dizüstü bilgisayarla çalışmak için yeterli alan ile ayrı bir oturma

alanı. Mutfaklar bir evin tartışmasız en önemli bölümü. Ancak restoranların geçici olarak kapatılmasıyla, evde yemek pişirmek ve yemek zorunda kaldığımız pandemi günlerinde mutfağın önemi biraz daha arttı. Gelecekte ev sahipleri mutfaklara daha da fazla ilgi gösterecek. Yemek pişirmek ve vakit geçirmek için yeterince geniş olmakla beraber yüksek kaliteli buzdolabı ve fırınlar gibi mutfak donanımları da beklentiler arasında.

Çoğı insan evlerinin, bahçe veya balkon gibi bazı özel açık alanlarla daha kolay havalandırılmasını isteyecek. Tercihlerimiz balkon, terası ve bahçesi olan evlerden yana olacak. Evlerin yakınında veya balkonlarda küçük bahçeler oluşturmak ve bitki yetiştirmek ruh sağlığınıza iyi gelmekle kalmayıp bizlere kendi sebze ve meyvelerimizi yetiştirmenin mutluluğunu da yaşatacak.

Bu dönemde bahçeli evde oturanlar apartman dairesinde oturanlara göre hayli şanslıydı. Özellikle dışarı çıkma kısıtlamasının olduğu günlerde evlerinin bahçesi bu kişiler için en güvenilir açık alanlardı. Bu nedenle de bundan sonra evin kendisi küçük de olsa büyük de olsa bahçesinin ya da bir terasının veya balkonunun olması ev seçiminde önemli kriterler arasında yerini alacak.

Evde kalmaya başladığımız ilk günlerde yaşanan panik süpermarketlerdeki rafların da hızlıca boşalmasına neden olmuştu. Bu



durum, marketlere koşma gereği olmadan kendi kendimize yeterli olabilme fikrini de ortaya çıkardı ve pek çok kişi imkânları dâhilinde bahçelerinde ve hatta balkonlarında sebze ve meyve yetiştirme yoluna gittiler. Normale dönme yoluna girdiğimiz bugünlerde de pek çok kişi kendi besinini yetiştirmeyi sürdürecektir gibi görünüyor. Dahası artık daha fazla kişinin güneş enerjisini veya diğer yenilenebilir enerji kaynaklarını kullanarak kendi enerjilerini sağlamaya çalışacağına dair öngörüler de var.

Ev tasarımıyla ilgili araştırmalarda refahımızı iyileştirmek için sürekli olarak iki tasarım özelliği öne çıkıyor: doğa ve gün ışığı. Amerikan İç Mimarlar Derneği tarafından yakın zamanda yayınlanan bir raporda, doğanın getirdiği sağlığın ve

refahın stresin azalmasına, bilişsel performansın artmasına, duğu ve ruh durumunun iyileşmesine olumlu katkısı vurgulandı. Doğa ile iç içe olmanın kan basıncını ve kalp atış hızını düşürdüğüne, hatta herhangi bir sağlık sorununda hastanede kalış süresini %8,5 oranında azalttığına dair bilgiler de mevcut. Benzer şekilde, gün ışığına yeterli miktarda maruz kalmak, sirkadiyen sistemi olumlu yönde etkiliyor ve ağrı kesici kullanma oranını %22 azaltıyor.

Diğer yandan, evin ses izolasyonu internet üzerinden yapılan toplantılar nedeniyle eskisinden çok daha fazla önem kazanacak. Hele ki ev ahalisinden birden fazla kişinin aynı zamanlarda bu toplantılara katıldığını ve çevrim içi eğitim gören bir ya da birden fazla çocuğunuz olduğunu da düşünürsek...

Akıllı Evler Lüks Olmaktan Çıkacak

Bir zamanlar lüks olarak görülen akıllı ev çözümleri artık hayatımızın normal bir parçası olacak. Bu nedenle akıllı ev sistemleri üreticileri artık daha detaylı düşünecek ve birçok kriteri göz önünde bulunduracak. Örneğin, sadece evdeki havanın sıcaklığını değil, aynı zamanda kalitesini de kontrol edecek, gerekirse havayı otomatik olarak temizleyecek ve dışarıdan gelen havayı elbette filtreleyecek sistemler üretecekler.

Yoğun nüfuslu şehirlerde, genellikle muhteşem manzaralara sahip yüksek katlı binalar hem ev hem de ofis olarak tercih ediliyordu. Bugüne kadar yüksek binalar mümkün olduğunca fazla sayıda insanın yaşayabileceği ya da çalışabileceği şekilde tasarlandı. Ancak pandemi bu tercihin bazı dezavantajlarını ortaya çıkardı. Örneğin, asansör kullanmanın virüsün yayılmasında payı olabileceği belki daha önce hiç akla gelmemişti. Oysa pandemi döneminde asansör düğmeleriyle, kapı kollarıyla, fazla dokunulan yüzeylerle ve yakın çevredeki kişilerle teması azaltmak gerektiğini gördük. Tıpkı büyük kamu ve şirket binaları gibi, evlerde de düğme, kapı kolu ve diğer temas noktalarını azaltmak gerektiğinin farkına vardık.

Koronavirüs hijyene daha çok odaklanmayı sağladı, bu da beraberinde evlerin ve apartmanların



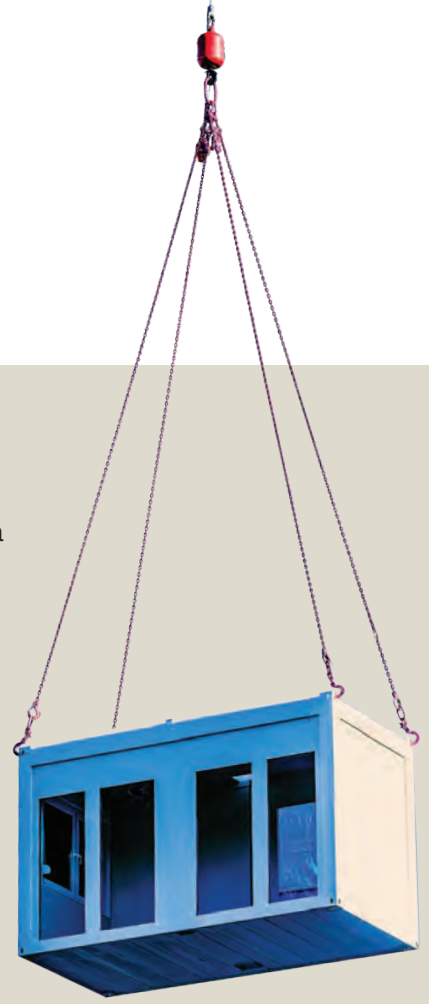
inşasında daha fazla antimikrobiyal malzeme kullanılması fikrini gündeme getirdi. Tezgahlarda, banyolarda, bina cephesinde ve hatta mobilyalarda doğal, antimikrobiyal ve düşük nem tutma özelliğine sahip malzemelerin kaplamalarda daha fazla kullanımı söz konusu olacak gibi.

Geleceğin binaları kendi su temini ve ısıtmasıyla da bağımsız olacak. Jeotermal kuyuların popülerlik kazandığı; soba, şömine, katı yakıtlı kazan, yakıt jeneratörü, güneş panelleri ve benzeri alternatif güç üreten müstakil mini istasyonların bulunduğu; dış dünyadan tamamen bağımsız tasarlanacak evlerde amaç tamamen kapanma durumunda tüm riskleri en aza indirmek olacak. Hava, su ve ışık kalitesini tüm gün takip edebilen; sağlık teknolojilerinin daha çok kullanılacağı yeni ev mimarisi de pandeminin getirilerinden biri olacak. Örneğin, çocuklar spordan eve kirli bir şekilde geldiklerinde, “akıllı” ev bu durumu algılayacak ve hava filtreleme sistemini ona göre ayarlayacak. Yine “akıllı” aydınlatma teknolojisi, özellikle evde daha fazla zaman geçiren veya gece vardiyasında çalışan ev halkının sirkadiyen ritimleriyle senkronize olacak.

Hareket sensörleri ile muslukların açıldığı; fırınlar, ışıklar, televizyon ve müzik için uzaktan kontrol seçeneklerinin yer aldığı akıllı ev özellikleri çok daha yaygın hâle gelecek. Dezenfekte edilmesi gereken daha az temas noktasının bulunması kontaminasyon konusunda endişelenmeyi de azaltacak.



COVID-19 salgını, acil durumlarda hızlı tasarım ve inşa etme ihtiyacını da beraberinde getirdi. Pandeminin başlangıcından bu yana, birçok şirket acil durum alanlarına duyulan ihtiyacı gideren çeşitli mimari ve tasarım çözümleri geliştirdi. Salgın sırasında kritik önemi olan hastane, karantina merkezi, test alanı ve sağlık sektöründe çalışanlar için geçici lojman gibi tesislere daha önce hiç bu kadar ihtiyaç duyulmamıştı. Bu talep ve acil ihtiyaçlar göz önünde bulundurulduğunda, modüler yapı (binaların prefabrike modüller yoluyla bir araya getirildiği süreç) daha çok önem kazandı. Modüler bina tekniği, geleneksel binadan daha hızlı ve daha hesaplı. Bir hastane inşa etmek için normal süre iki yıldan fazladır. Modüler bina tekniği ile inşa edilen gelişmiş tıbbi altyapıya sahip bu hastaneler, beton temellerin üzerinde çelik iskeletlere yerleştirilen prefabrik panellerden oluşuyor. Afet bölgelerine taşınabilen ve sadece birkaç saat içinde az sayıda işçi tarafından kurulabilen taşınabilir çadırlar ve modüler yapılar acil durumlar için büyük önem taşıyor. Bu taşınabilir hazır yapılarda, yoğun bakım üniteleri ve sağlık çalışanları için uyku alanları da dâhil olmak üzere gerekli alanlar bulunuyor ve enerji ihtiyacı için Güneş’ten faydalanılıyor. Modüler yapılar ayrıca hareketli duvarlar gibi yeniden düzenlenebilir bileşenleriyle ihtiyaçlara uygun şekillenme imkânı da sunuyor. Böylece bir hastanede tedavi ve karantina alanlarını değiştirmek, alanlardan herhangi birini genişletmek veya bir alanı yoğun bakım ünitesine çevirmek mümkün oluyor.



““

Pandemi sırasında popüler olan bir başka tasarım yaklaşımı, uyarlanabilir yeniden kullanım yani mevcut yapıların yeni amaçlar için kullanılabilmesi. Uyarlanabilir yeniden kullanımın modüler yapı ile birlikte, acil durum tesisleri oluşturmada çok etkili olduğu biliniyor. COVID-19'dan önce de popülerleşmiş olan uyarlanabilir yeniden kullanım, sürdürülebilir bir yaklaşım olarak kabul edilmekle beraber acil durum tesisleri oluşturma'nın en etkili yolu gibi görülüyor.

Gelecekteki krizler için daha verimli, etkili ve esnek yeniden kullanım planlarına ek olarak ihtiyaç duyulabilecek diğer seçenek ise kolay taşınabilir özelliği nedeniyle hafif kumaşlardan üretilen yapılar. Şişirilebilir kumaş yapılar sadece bir kompresör ile kurulup kullanıma hazır hâle getirilebiliyor. Hafif mimari olarak adlandırılan bu yöntem, sunduğu taşınabilirlik ve montaj kolaylığı ile krize müdahale için önemli çözümlerden biri.

””

Ofisler “Daha Sağlıklı” Olacak

Dünya çapında, COVID-19 önlemleri nedeniyle evden çalışma, yöneticileri uzun vadede bazı düzenlemeler yapmaya sevk etti. Aslında yüzlerce, binlerce kişinin büyük binalarda bir arada çalışmasına gerek olmadığını düşünmeye başlayan bazı yöneticiler, evden çalışma sürecinde işlerin normal seyrinde devam ettiğinin ve maliyetlerin de düştüğünün farkına vardı. Evden çalışmanın uygun olmadığı sektörlerde ise ofislerin yeniden düzenlenmesi gereği ortaya çıktı. Artık açık ofislerde ya da ortak çalışma alanlarında omuz omuza çalışmak yerine ofisler daha esnek planlanacak, dönüşümlü işe gelme seçenekleri sunulacak ve alınacak önlemlerle işe gelen çalışanların kendilerini güvende hissetmesi sağlanacak. Ofislerde artık daha geniş koridorlar, daha çok kapı, daha çok duvar ve daha çok asansör görülecek. Toplantı salonları toplantıya katılacak kişi sayısına göre sürgülü bölme kapılarıyla genişletilebilecek. Çalışma alanlarını daha iyi havalandıracak sistemler kurulacak. Birlikte çalışan kişilerin masaları arasındaki mesafe 2 metreye çıkartılacak.

Bazı mimarlık ofisleri tüm bu önlemlerle ilgili çeşitli tasarımlar yapmaya başladı bile. Örneğin temassız yollar bu tasarımlardan biri. Çalışanlar artık bina içerisin-





de gezinirken herhangi bir yüzeye dokunmak zorunda kalmayacaklar. Ofis kapıları hareket sensörleriyle ya da yüz tanıma sistemleriyle açılacak, asansörler akıllı telefon ile ya da ses sensörleriyle çağırılıp gene aynı şekilde istenen kata gidecek. Aydınlatma, havalandırma ve hatta kahve siparişi bile akıllı telefon uygulamalarıyla yapılacak. Tüm bu önlemlerin temelinde hep sosyal mesafe olacak.

Yeni “bol önlemlili” ofislerde yüksek kaliteli hava filtreleme sistemlerinden daha güçlü temizleyicilere kadar her şey düşünülecek. Kapı kollarının, ışık anahtarlarının, tezgahların, fotokopi makinesi düğmelerinin, kahve makinelerinin yüzeylerinin ve kumaş kaplamaların artık antimikrobiyal ve daha kolay

temizlenebilir olması için çaba harcanacak. Hatta bazı şirketler, ofisleri ve toplantı odalarını geceleri veya kullanımlar arasında dezenfekte etmek için hastanelerde git-tikçe yaygınlaşan UV lambalarını kullanacak.

Bir ofiste virüsün yayılmasını önlemenin en etkili yolu, ofiste bulunan insan sayısını sınırlamak olabilir. Herkesin dokuzdan beşe kadar ofiste bulunduğu bir çalışma sistemi yerine, kalabalığı ve riski azaltmak için belirli zamanlarda belirli ekiplerin işe gelmesi de bir seçenek hâline gelebilir. Ya da evden çalışmaktan ofise dönmenin kademeli bir şekilde gerçekleştirilmesi planlanabilir. Uzmanlar, çalışanın güvenliğini artırmayı hedefleyecek önlemlerin dönüşümlü çalışmayla

ofisteki personel sayısını azaltma, kısa vadede işyeri planlamasının merkezine hijyeni koyma ve uzun vadede ofis tasarımındaki tasarım değişiklikleri yapma gibi uygulamaların bir kombinasyonu olmasını öneriyor. Daha da uzun vadede ise, bulaşıcı hastalıklar konusunda artan farkındalıkla birlikte hastane ile ortak özellikleri olan yeni bir ofis anlayışının hayatımıza gireceğini düşünüyorlar.





Her on kişiden dördü, evde kalma zorunluluğu kaldırıldığında işlerini evden yapmaya devam etmek istiyor. Bu, 4 Ocak-17 Nisan tarihleri arasında Université de Montréal liderliğindeki bir çalışma grubunun evden çalışmaya dair yaptığı araştırmaya katılan 1614 kişinin verdiği yanıtların ön analizinin sonucu. Analiz, %75'i kadın, %25'i erkek olan katılımcıların çevrim içi bir ankete verdiği yanıtlara dayanıyor. Ankete göre, uzaktan çalışmak zorunda olduklarından beri katılımcıların üçte birinin üretkenliği artmış (yarısının çalışma ortamını evin başka bir üyesiyle paylaşmak zorunda kalmasına rağmen). Daha üretken olduklarını söyleyenlerden 40 yaşın üzerindeki katılımcılar, aile ve diğer sorumluluklarla daha az ilgilenmek zorunda olan kişilerden oluşuyor. Hem erkeklerin hem de kadınların daha üretken olduklarını söylemelerinin ilginç olduğunu düşünen araştırmacılar, kadınların evden çalışmayı tercih etme nedeninin sadece ev yaşamlarını daha kolay düzenleyebilmek olmadığını düşünüyor. Ayrıca evden çalışırken iş yüklerinin arttığını söyleyenler de daha üretken oldukları konusunda hemfikirler. Ankete göre, uzaktan çalışmak için bilgi teknolojisinde donanımlı olmak verimliliği artırmanın önemli etkenlerinden. Öte yandan, kendini yalıtılmış ve karar alma sürecinden uzak hissedenler evden çalışırken daha az üretken olduklarını bildirmiş. Anketin bir sürprizi ise katılımcıların yaklaşık yüzde 50'sinin daha önce hiç evden çalışmamış olması.



Sağlıklı Havalandırma

İnşa edilmiş çevre (yapılı çevre) binalar, arabalar, yollar, toplu taşıma ve diğer insan yapımı alanlar da dâhil olmak üzere insanların inşa ettiği ortamların tamamı olarak tanımlanıyor. Çoğu insan günlük yaşamının %90'ını bu çevrede geçirdiğinden, pandemi günlerinde inşa edilmiş çevrenin COVID-19'un potansiyel iletim dinamiklerini ve insan davranışını nasıl etkilediğini anlamak önem taşıyor.

COVID-19 salgını sırasında özellikle hastanelerde en önemli unsur gelişmiş havalandırma sistemleri oldu. Bu sistemler arasında negatif hava basıncı (patojenlerin hastanede diğer bölümlere yayılmasını önler), yer değiştirme havalandırması (daha soğuk hava alttan girip kirletici maddeleri kaldırır), temiz hava ile havalandırma (mevcut havayı devridaim yapmak yerine sisteme temiz havayı dâhil eder) gibi çeşitli filtreleme ve nem sistemleri yer alıyor. Bu tür teknikler pandemiden sonra hastanelerde muhtemelen standart hâle gelecek. Ancak evler, ofisler, fabrikalar,

depolar ve okullar gibi her çeşit ortamda da yaygınlaşma ihtimalleri çok yüksek.

Yapılı çevre, bireylerin sosyal etkileşimde bulunduğu ortamlardır. Dolayısıyla bu çevredeki nesneler, malzemeler ve hatta hava aracılığıyla bulaşıcı hastalıkların yayılması hiç de zor değil. Virüs bulaşması ortamın havalandırma sistemiyle önemli derecede ilişkili. Konutlarda ve iş yerlerinde kullanılan sistemlerin genellikle MERV değerinin 8 (minimum verimlilik raporlama değeri) olması gerekiyor. MERV değeri, 1987'de Amerikan Isıtma, Soğutma ve Havalandırma Mühendisleri Derneği tarafından hava filtrelerinin etkinliğini bildirmek için tasarlanmış bir ölçüm birimidir. MERV değeri 8 olan bir sistemin 3 ila 10 µm ara-



sında değişen partiküllerin %70 ila %85'ini yakaladığı varsayılır. Bu, soğutma, ısıtma, havalandırma ve iklimlendirme (HVAC) bileşenleri üzerindeki birikimin ve verimlilik kaybının azaltılması için kullanılan bir strateji. Isıtma ve soğutma ekipmanında öncelikle ilk filtrenin MERV-7 veya daha yüksek bir MERV değerine sahip olması gerekiyor. İkinci yüksek etkinlikte partikül yakalayıcı (HEPA) filtresinin, fanlarda hava akış yönüne yerleştirilmesi önemli. HEPA filtreleri, 0,3 µm boyutunda partiküllerin en az %99,97'sini uzaklaştırıyor. Konut ve ticari binaların çoğunda MERV-5 ila MERV-11 değerine sahip filtreler kullanılıyor. Hastane gibi ortamlarda MERV-13 veya üstü filtrelerle birlikte HEPA filtrelerinin kullanılması gerekiyor. MERV-13 filtreleri, boyutları 0,3 ila 10,0 µm

arasında değişen mikroorganizmaları ve diğer parçacıkları uzaklaştırma potansiyeline sahip.

Koronavirüsler de dâhil olmak üzere çoğu virüsün boyutu 0,004 ile 1,0 µm arasında değişiyor. Bununla birlikte, virüs hava damlacıkları yoluyla enfekte kişiden çevreye yayılıyor. şimdiye kadar, SARS-CoV-2'nin de 0,25 ila 0,5 µm boyutundaki hava damlacıklarıyla yayılabildiği belirtildi. Dolayısıyla SARS-CoV-2 gibi patojenlerin bu laşma potansiyelini azaltmak için yüksek verimli filtreleme tekniklerinin kullanılması şart.

Binalarda daha fazla dış hava ve iç hava değişimi viral parçacıklar da dâhil olmak üzere solunan havadaki pek çok iç mekân kirleticiyi seyreltmeye yardımcı olabilir.

Böylece mevcut havadaki viral parçacıkların oranı azalabilir. Ancak daha yüksek orandaki hava akış oranı, iç havayı daha yüksek hızda ve hacimde dağıtarak, nesneler üzerindeki ultra ince parçacıkların yeniden havada asılı kalmasına neden olabilir, bu da bina içindeki kontaminasyon potansiyelini artırabilir. Diğer taraftan, iç mekân hava sirkülasyon hızının artırılması, bireylerin diğer bina sakinlerinden dökülen havadaki canlı viral parçacıklara maruz kalmasını daha da artırabilir. Bu nedenle yöneticiler ve bina operatörleri, dış hava akımını yönetirken hangi sınırlamaların veya ikincil etkilerin dikkate alınması gerektiğini göz önünde bulundurarak hava değişim oranlarını düzenlemelidir.



“

Günlük yaşamlarımızın neredeyse tamamını evde, otomobilde, toplu taşıma araçlarında veya işyerlerimizde geçiyoruz. İnsanların birbirleriyle etkileşimde bulunduğu bu ortamlar hava akımı ve yüzeyler yoluyla da virüs ve bakterilerle temas etmelerine neden oluyor. Daha sağlıklı binalar için en basit önerilerin başında hava dolaşımını artırmak amacıyla pencereleri, doğal gün ışığından yararlanmak için de panjurları ve güneşlikleri açmak yer alıyor. Hâlihazırda insan sağlığı üzerine olumlu etkileri pek çok araştırmayla kanıtlanan güneş ışığının SARS-CoV-2 üzerindeki etkisi hakkında araştırmalar ise devam ediyor.

”

Nem ve Işık da Önemli!

Artan kanıtlar, nem oranının SARS-CoV-2 gibi virüslerin hayatta kalmasında rol oynayabileceğini gösteriyor. Önceki araştırmalar, normal oda sıcaklıklarında, %40'ın üzerindeki bağıl nemin genel olarak koronavirüsler de dâhil olmak üzere birçok virüse zarar verdiğini belirtiyor. Yüksek nem, koronavirüsler gibi lipid zarflı virüslerin polar membran başlarıyla etkileşime geçerek membranda yapısal değişikliklere ve virüsün etkinliğini kaybetmesine yol açıyor. Diğer virüslerle ilgili çalışmalara göre, daha yüksek bağıl nem, viral partiküller içeren daha büyük damlacıkları koruyarak havadaki dağılımlarını azaltıyor ve oda yüzeylerinde daha hızlı birikmelerine neden oluyor. Bununla birlikte, nemdeki değişiklikler bireylerin viral parçacıklarla enfekte olmaya ne kadar duyarlı olduğunu ve solunum yolu viral parçacıkları-

nın ne kadar uzağa gidebileceğini de etkileyebiliyor. Düşük nem oranının, kişinin üst ve alt solunum yollarının savunma mekanizmasında anahtar rol oynayan mukosiliyer klerensin (hava yollarını yabancı mikroorganizmalardan ve bakterilerden temizleyen mukus taşıma sistemi) verimini düşürdüğü ve doğuştan gelen bağışıklık sistemi yanıtını azalttığı da biliniyor.

Sağlık ve özel tesislerde kabul edilen mevcut havalandırma standardı ASHRAE 170-2017'ye göre, içeride %40 ile %60 arasında bir bağıl nem, virüslerin yayılmasının önlenmesine ve ölmesine yardımcı olabilir. Bu nem oranı aynı zamanda küf oluşumu riskini en aza indirirken insanlarda mukozal bariyeri de koruyor. İç mekân nemlendirmesi çoğu HVAC sistemi tasarımında





ekipman maliyeti, bakım zorluğu ve aşırı nemlendirmenin küflenme potansiyelini artırma olasılığı nedeniyle yaygın değil. Ayrıca yüksek bağıl nemin, filtrelerde birikmenin artmasına ve hava akışının azalmasına neden olabileceğine dair endişeler de var. Bununla birlikte, pandemi gibi durumlarda, bu uygulama büyük olasılıkla virüs parçacıklarının yakalanma oranını artırıyor ve bu avantaj filtre bakımının daha sık yapılmasını gerektiriyor.

Diğer yandan ışık, bazı bulaşıcı ajanların iç mekânlarda canlılığını kontrol etmek için kullanılan başka bir strateji. Ayrıca hem UV hem de görünür ışık aralıklarındaki güneş ışığı, karanlık ortamlara kıyasla bakterilerin canlılığını azaltır. Havada asılı grip virüslerini güneş ışığını simüle eden lambalara ma-

ruz bırakarak yapılan bir çalışmada, virüsün yarı ömrünün karanlık kontrol grubunda 31,6 dakika iken güneş ışığı lambasına maruz bırakılan grupta yaklaşık 2,4 dakika olduğu tespit edildi.

Güneş ışığının iç mekânlardaki virüsler ve özellikle de SARS-CoV-2 üzerindeki etkisi hâlâ tam olarak



keşfedilmemiş olsa da güneş ışığı spektrumuna ayarlı elektrikli aydınlatma hâlihazırda bazı iç mekânlarda dezenfeksiyon amacıyla kullanılıyor. 254 μm dalga boyuna sahip UV ışının özellikle mikroorganizmalar için öldürücü olduğu biliniyor. Hastanelerde bu dalga boyuna ayarlanmış UV lambalar yüzeylerde ya da havada asılı hâlde bulunan zararlı mikroorganizmaları etkisiz hâle getirmek için kullanılıyor. Ancak kapalı ortamlarda mikroorganizmaları öldüren UV lambalarının insanlar için de zararlı olacağı unutulmamalı. Bu nedenle UV lambaları havayı, hava akımı yoluyla, dolaylı olarak temizlemek için mekanik havalandırma yollarına veya odaların üst bölümlerine monte ediliyor.

Önümüzdeki aylarda ne olursa olsun, diyelim ki Covid-19 aşısı bulunsa bile, pandemi deneyiminin hayatımı-

zın her alanındaki etkisi hayli uzun sürecek. Bu deneyim sadece kişilerin hayatlarına değil, şehirlerin çehresine ve ülkelerin politikalarına da birtakım değişiklikler getirecek. Pandemilere dirençli şehirler inşa etmek, şehirlerin gelecekte daha yerel ve kendi kendine yeterli hâle gelmesini sağlamak, ulaşım şekillerini gözden geçirmek ve şehirleri bisiklet gibi çevreci ve bireysel ulaşım vasıtalarının kullanımı için hazırlamak gibi önlemler olası gelecek pandemilerle daha iyi başa çıkmayı sağlayacak.

Şu an ise -son 6 aydır olduğu gibi- ellerimizi en az 20 saniye boyunca sabunla yıkamak, sosyal mesafeyi korumak ve maske kullanmak hâlâ bireysel olarak alacağımız en önemli tedbirler olmaya devam ediyor; görünen o ki bir süre daha öyle olacak. Aslında bu önlemlerin sadece SARS-CoV-2 için değil, diğer koronavirüsleri ve birçok solunum yolu enfeksiyonunu kontrol etmek için kritik öneme sahip olduğunu unutmamak gerekiyor.



COVID-19'un dünyada ve ülkemizde ekonomik, sosyolojik ve psikolojik etkileri de oldu. Salgının tetiklediği sosyal problemlerin araştırılmasının, bu problemlerin çözümünde ciddi katkıları olacağı düşünülüyor. Bu nedenle salgını daha iyi kontrol etmek ve etkilerine karşı hazırlıklı olmak için acil sağlık durumlarının sosyal etkilerinin araştırılmasına, süreçlerin daha etkin yönetilmesine ve kaynakların daha etkin planlamasına yönelik 20 Nisan tarihinde TÜBİTAK ARDEB 1001-Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Projelerini Destekleme Programı kapsamında "COVID-19 ve Toplum: Salgının Sosyal, Beşerî ve Ekonomik Etkileri, Sorunlar ve Çözümler" başlıklı özel proje çağrısı açıldı. Başvuru süresi 04 Mayıs'ta biten bu çağrının amacı COVID-19 küresel salgınının mevcut ve öngörülen sorun ve etkilerinin sosyal ve beşerî bilimler perspektifinden incelenmesi, araştırılması ve çözüm önerilerinin geliştirilmesi idi. Altı ay sürecek projelerde küresel, ulusal, bölgesel ve yerel düzeyde kriz yönetimi ve yönetişi; bireylerin, salgını önleyici düzenleme ve uygulamaları benimsemesini ve bun-



lara uymasını sağlama; salgının küresel, ulusal ve yerel siyaset üzerindeki etkileri; özgürlük-güvenlik, demokratikleşme, ulusallaşma-küreselleşme, Birleşmiş Milletler, Dünya Sağlık Örgütü, Avrupa Birliği gibi kuruluşların geleceği vb. konularda oluşturduğu tartışmalar; etkili ve etkin sağlık iletişimi; salgın sürecinde geleneksel ve yeni medyanın bireysel ve/veya toplumsal etkileri ve rolü; salgın ve salgına yönelik izlenen politikalar ve uygulamalar bağlamında etkisi; eğitim, sağlık ve yargı gibi kritik kamu hizmetlerinin uzaktan erişim yoluyla ve çevrim içi sunulma uygulamaları; okullardaki eğitime ara verilmesi ve sınavların ertelenmesi/iptal olmasının etkileri; uzaktan eğitim ve alternatif ölçme/değerlendirme yöntem ve araçları geliştirme gibi çözüm ve uygulamaların geliştirilmesi; salgınla bireysel ve ailesel başa çıkma stratejileri ve bunların psikolojik, sosyolojik, kültürel, ekonomik vb. değişkenlerle ilişkisi; psikolojik dayanıklılık, yılmazlık, baş etme ve uyumda zaman içinde ortaya çıkan değişimler; belirsizlik, kaygı, korku ve stresin çocuklar, yetişkinler ve yaşlılar üzerindeki etkileri ve oluşturduğu riskler ile bunların etkisini azaltan/artıran olası faktörler (kişilik, sağlık durumu, aile özellikleri,

sosyal destek, ekonomik gelir, engellilik, göçmenlik vb.); salgın nedenli kaybı olan ailelere, sağlık personeline ve risk altındaki tüm grupların ruh sağlığı sorunlarına ve travmayla baş etmelerine yönelik acil klinik müdahalelerin geliştirilmesi ile psikolojik, sosyal, dinsel ve kültürel desteklerin sağlanması; web tabanlı koruyucu, izleyici ve müdahale edici programların geliştirilmesi; salgının yerleşme birimleri üzerindeki etkisi; salgınla mücadelede kentsel yaşam kalitesinin sağlanması; sinema, tiyatro, opera, müze, kongre salonları, spor salonları gibi bilim, sanat ve spor etkinliklerinin gerçekleştirildiği mekânların kapatılmasının ve planlanan faaliyetlerin iptalinin etkileri ve telafi yolları; ulusal, bölgesel ve küresel düzeyde makro\ mikro seviyede ekonomi, ticaret, finans, istihdam ve iş modelleri üzerindeki etkileri; salgının farklı sektörlerde yol açtığı arz-talep durumları; tedarik zincirleri, üretim kapasitesi, dijitalleşme ihtiyaçları; finansal erişim, istihdam açılarından sorunlar ve çözüm yolları; ekonomik kurtarma paketlerinin bireysel ve sektörel etkileri; küresel yatırımlardaki değişiklik, doğrudan yabancı yatırımların eğilimleri, iş güvenliği, kurumsal risk yönetimi, yeni insan kaynakları uygu-



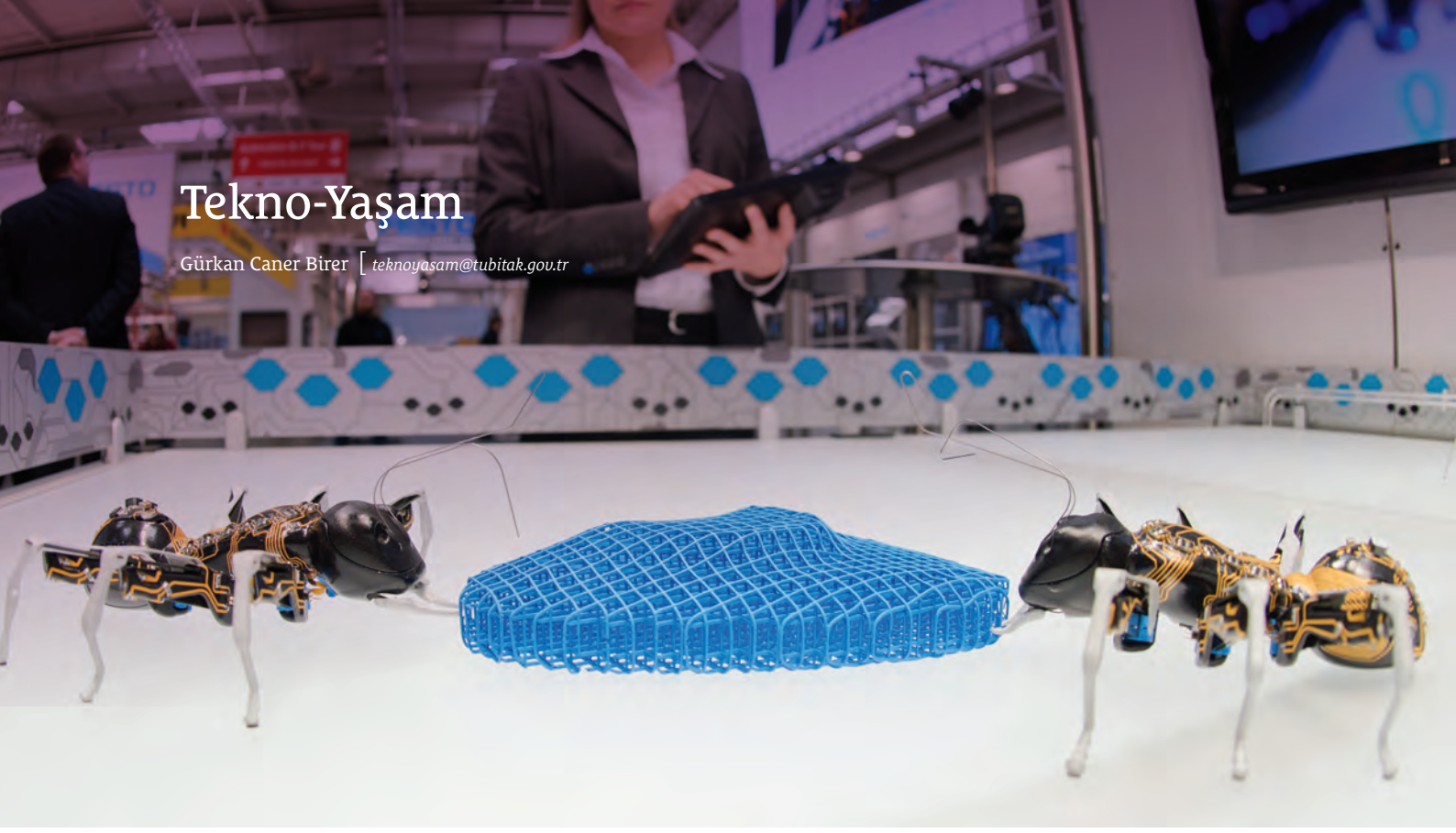
lamaları, yeni çalışma ilişkileri açısından salgının etkileri; salgın yayılımı ile ilgili genel ve bölgesel tahmin çalışmaları; farklı politika yaklaşımlarının analizi; personel/malzeme/ekipman ihtiyaç analizi ve dağıtım planlama, hastalık tespitine yönelik yapılan testlerin planlaması, evde takip/tedavi/karantina planlaması, düzenli tedavi gereken kronik hastaların salgın koşullarında etkin yönetimi için kaynak planlaması gibi konuların araştırılması bekleniyor. Çağrıyla 160 farklı kurumdan toplam 682 proje önerisi sunuldu ve yapılan değerlendirmeler sonucunda 102 proje önerisinin desteklenmesine karar verildi. Projelerin bilimsel değerlendirilmesi, çıktı ve etki odaklı süreç yönetimi kapsamında desteklenecek projelerden elde edilecek sonuçlara duyulan acil ihtiyaç nedeniyle, çevrim içi ortamda düzenlenen paneller ile 15 gün gibi kısa bir sürede gerçekleştirildi.



Kaynaklar

<https://www.sciencedaily.com/releases/2020/04/200410162450.htm>
<https://phys.org/news/2020-03-post-pandemic-city-expert-coronavirus-impact.html>

<https://phys.org/news/2020-03-home-age-social-distancing.html>
<https://phys.org/news/2020-05-home-productive-survey.html> MAY 8, 2020
<https://msystems.asm.org/content/5/2/e00245-20>



Kâşif Robot Böcekler

Özellikle insanların ulaşmakta zorlandığı tehlikeli yerlerin araştırılması için kâşif robotlar uzun süredir kullanılıyor. Örneğin, Mars'ı incelemek üzere *Opportunity* adlı bir uzay aracı gönderilmiş ve Mars'la ilgili birçok önemli veri elde edilmişti. Ancak *Opportunity*'de olduğu gibi bu robotlar bozulduğunda araştırma yarım kalabiliyor.

Son zamanlarda sürü hâlinde hareket eden mini robot böceklerin geliştirilmesine yönelik çalışmalar hızlandı. Bu robotlardan birkaçı bozulsaydı keşif çalışması yarım kalmayacak, üstelik kısa zamanda daha geniş alanları araştırmak mümkün olacak.

Geçtiğimiz günlerde California State ve Northridge üniversitesinden Prof. Dr. Nhut Ho, robot böcek projesiyle ABD hükümetinden 538.000 dolarlık bir ödül aldı. Karınca gibi sürü hâlinde yaşayan hayvanlardan ilham alınarak geliştirilen proje sayesinde, otonom olarak çalışan robot böcekler hem Mars gibi dünya dışı gezegenlerin keşfinde hem de dünyadaki ulaşımı

zor maden ve yer altı mağaraları gibi alanların araştırılmasında kullanılabilecek.

Bu tür projelerin geliştirilebilmesi için makine, elektronik ve bilgisayar gibi mühendisliklerin yanı sıra psikoloji ve biyoloji gibi farklı disiplinlerden araştırmacıların bir arada çalışması gerekiyor. İnsana benzer özellikler sergileyen yapay zekâya sahip robotlar geliştirmek zor olsa da böcekler benzer davranışlar sergileyen otonom robotlar geliştirmek görece daha kolay. Bu nedenle benzer projelerin önümüzdeki yıllarda yaygınlık kazanacağını söyleyebiliriz.

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





Dünyanın En Büyük Elektrikli Uçağı

Elektrikli otomobiller yaygınlaşırken diğer taşıtlar da hızla elektrikli motorla çalışacak şekilde dönüştürülüyor. Tümüy-le elektrikli Cessna Grand Caravan 208B model bir uçak, geçtiğimiz günlerde ilk başarılı uçuşunu gerçekleştirdi. Washington'daki bir havalimanında test uçuşunu tamamla-yan bu uçak 750 beygir gücünde ve 9 yolcu kapasiteli.

Günümüzde ticari uçaklar pek çevre dostu sayılmaz. Hatta toplam karbon salınımının %2'si ticari uçuşlardan kaynaklanıyor. Üstelik yolcu sayısındaki ve hava kargo taşımacılığındaki artıştan dolayı 2050'ye kadar bu oranın en az üç ka-tına çıkacağı tahmin ediliyor. Hâl böyle olunca elektrikli yol-cu uçaklarının yaygınlaşması üzerine çalışmalar artıyor. An-cak 200-300 koltuklu jet uçaklara alternatif elektrikli uçakla-rın geliştirilmesi pek kolay değil. Havacılık sektörü son dere-ce tutucu ve yavaş değişen bir yapıya sahip. Geçtiğimiz yıl-larda tanıtılan Boeing 737 Max'ın bazı durumlarda yere ça-kılmaya eğilimli olduğuna dair endişeler firmayı büyük za-rara uğratmış neredeyse tüm hava yolu firmaları bu uçakla-rı uçurmama kararı almıştı. Bu nedenle elektrikli uçak dö-nüşümünün o kadar hızlı olması beklenmiyor.

Üstelik elektrikli uçakların geliştirilmesi ile ilgili büyük tek-nik sorunlar da var. Mesela pillerin enerji yoğunluğu uçak-larda kullanılan fosil yakıtlara göre hayli düşük. Aynı ağırlık-taki fosil yakıt, uçağı pile göre 14 kat daha uzağa götürebir. Ayrıca fosil yakıt yandıkça uçağın yükü azalıyor ancak pil için böyle bir durum söz konusu değil.

Diğer taraftan, pil birçok teknolojik ürün için önemli oldu-ğundan bu alanda çok fazla çalışma yapılıyor. Bu çalışma-ların sonucunda üretilecek yüksek verimli piller elektrikli uçakların yaygınlaşmasına katkı sağlayacaktır. Bununla bir-likte, yakıt maliyeti elektrikli uçaklar için büyük bir avantaj. Elektrikli Cessna 30 dakikalık test uçuşunda 6 dolarlık elekt-rik yakıtı. Aynı uçuş fosil yakıtla yapılsaydı yakıt maliyeti 300-400 dolar olacaktı. Pandeminin etkisiyle bu yıl hava yolu şir-ketlerinin toplamda 84 milyar dolardan fazla zarar edeceği tahmin ediliyor. Dolayısıyla düşük yakıt maliyeti, çevre dos-tu yapısı ve gürültüsüz çalışması gibi avantajları elektrikli uçakları cazip hâle getiriyor.

<https://bit.ly/e-ucak>

Kargocu Drone'lar



Özellikle pandemi sürecinde kargo firmalarının aşırı yoğunluk yaşaması müşteri şikayetlerini artırdı. Bunun üzerine alternatif teslimat yöntemlerine olan ilgi de arttı. Drone'ların kargo teslimatı için kullanılması na yönelik çalışmalar hız kazandı. Amazon önümüzdeki aylarda drone'la paket teslimatına başlayacağını duyurdu. Firma 7 yıldır 2 kiloya kadar paketleri 20 km'lik mesafelere 30 dakika içinde teslim edebilecek drone'lar için çalışıyor.

Bu alanda Zipline ve Google gibi firmalar da projeler geliştiriyor. Küresel bir araştırma ve danışmanlık şirketi olan Gartner, 2026'da bir milyondan fazla drone'un kargo taşımak için kullanılacağını öngörüyor.

<https://abcn.ws/2WILnuT>

Soyut Wikipedi

Wikipedia vakfı çoklu dili destekleyen ansiklopedik bilginin üretilmesi için yeni bir proje geliştirdi. Soyut Wikipedi (Abstract Wikipedia) denilen bu proje notasyonlar kullanarak içerik üretilmesini sağlıyor. Böylece bu içerikler bütün dillere kolayca çevrilebiliyor. Elbette notasyon kullanarak içerik üretmek düz yazı yazmak kadar kolay değil. Program yazmaya benzeyen bu süreç biraz teknik bilgi gerektiriyor. Ancak bu deneysel çalışma başarılı olursa içeriklerin farklı dillerde paylaşımı için önemli bir aşama kaydedilmiş olacak. Bilginin çok kıymetli olduğu bir dönemde bu gibi sıra dışı projeler çığır açıcı olabilir.

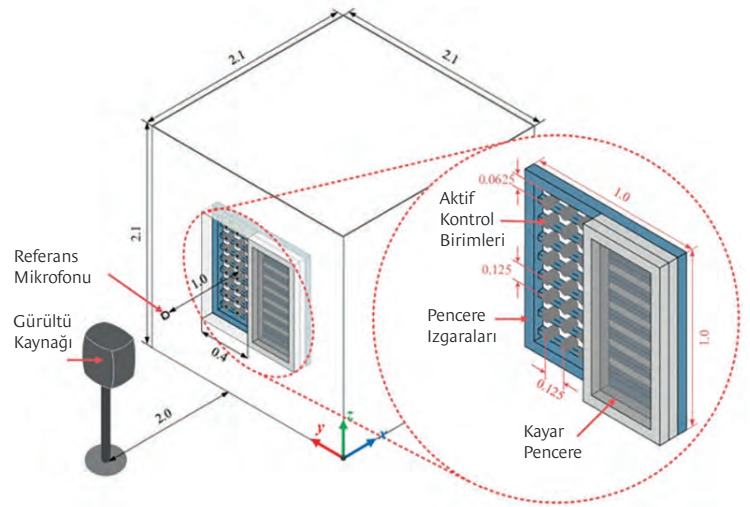
<https://bit.ly/meta-wiki>

<pre>Ranking(subject: San Francisco (Q62), object: city (Q515), rank: 4, criteria: population (Q2625603), local_constraint: California (Q99), after: ordered(Los Angeles (Q65), San Diego (Q16552), San Jose (Q16553)))</pre>	<i>"San Francisco is the fourth-largest city in California, after Los Angeles, San Diego, and San Jose."</i>
---	---

Sol taraftaki ifade birçok dile normal bir cümle olarak çevrilebiliyor.

Sessiz Evler

Yol gürültüsü yazın birçok kişinin hayatını zorlaştırıyor. Pencere kapatınca sıcak, açınca ise gürültü evdekileri rahatsız edebiliyor. Singapur Nanyang Teknoloji Üniversitesinden bir grup araştırmacı kulaklıklarda kullanılan gürültü engelleme sistemlerine benzer bir mekanizmayı evler için geliştirdi. Pencerenin dışına yerleştirilen hoparlörler dışardan gelen gürültüyü iptal edecek ses dalgaları yayıyor. Böylece gürültünün büyük bir kısmı engellenmiş oluyor. Özellikle belirli frekanslarda düzenli çıkan seslerin engellenmesinde büyük başarı sağlayan sistem ani sesleri (çığlık, korna, siren vb. sesleri) engellemekte yetersiz kalabiliyor. Bu gibi sesler daha düşük frekanslarda ses çıkaran bas hoparlörler gerekiyor. Bu tür hoparlörleri pencereye monte etmek ise pek pratik değil. Sistem bu hâliyle bile 5 cm çapında 24 hoparlörle çalışıyor. Aktif gürültü engelleme özelliğine sahip kulaklıkların ne kadar yaygın kullanıldığı dikkate alındığında sistemin biraz daha kompakt hâle gelmesiyle yakın zamanda bu tür gürültü engelleyici cihazlar hızla yaygınlaşabilir.

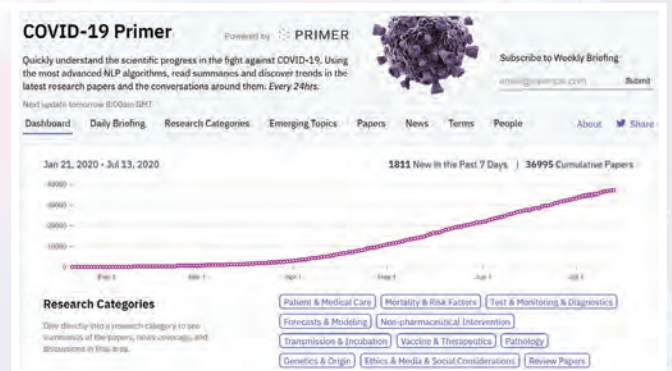


<https://go.nature.com/2Zvnm6R>

En Popüler Covid-19 Makaleleri

Covid-19 salgını hayatımızı o kadar etkiledi ki bilim dünyası dışında pek de ilgi görmeyen bilimsel makaleleri bile takip eder olduk. covid19primer.com adlı bir web sitesi sosyal medyada en çok paylaşılan ve en çok dikkat çeken Covid-19 makalelerini derleyen bir web sitesi. Site yapay zekâ yardımıyla bu alanda yayımlanmış 30.000 civarında bilimsel makaleyi kategorize ederek popüler başlıkları, konuları ve ifadeleri ortaya çıkarıyor. Elbette en çok dikkat çekenler bilimsel olarak tartışmalı iddialarda bulunan ve henüz hakemli dergilerde yayımlanmamış makaleler. Örneğin en popülerler listesinde yer alan makalelerden birisi Covid-19 ve HIV arasındaki benzerlikleri ele alıyor. Bilim insanları tarafın-

dan çok eleştiri alan bu makale yazarları tarafından geri çekilse de hâlâ sosyal medyada en çok paylaşılan makaleler arasında.



BU KİMİN ÜÇGENİ ?

Prof. Dr. Ali Sinan Sertöz

[Bilkent Üniversitesi Fen Fakültesi, Matematik Bölümü

*M*atematik öğrenmeye başladığımız yıllarda bazı matematikçilerin adlarının bazı teoremlere verildiğini görür özenirdik. Bir gün bizim adımızla anılacak bir teorem buluruz diye umar hayallere daldardık. Güzel bir teorem bulursak herkes bunu takdir edecek ve bu teoreme bizim adımızı verecek sanırdık. Gençtik, saftık, temiz kalpliydik... Bu işlerin aslında öyle yürümediğini bilmezdik. Morris Marden de bir üçgenin içindeki sayısız muhteşemliklerden birini ortaya koyan ve kendisine ait olmayan bir teoreme, ölümünden on yedi yıl sonra, kendi adının verileceğini bilse ne kadar şaşırırdı kim bilir...

Yalın Geometri

Matematikte analiz ve özellikle sanal sayıların kullanıldığı karmaşık analiz matematikçilere çok güçlü teknikler sunar. Bu güçlü teknikleri kullanarak çözülen problemler bizi bir süre mutlu etse de bir süre sonra bu problem için bu kadar güçlü teknikler kullanmak gerekir miydi diye sormaya başlarız. Hiç analiz kullanmadan, yalnızca cebir ve temel prensipler kullanarak bu problem çözülebilir miydi? Hatta burada cebir ile kastettiğimiz lise eğitimiyle anlaşılabilircek cebirsel tekniklerin ötesi değildir. Böyle bir çözüm bulabilirsek buna yalın çözüm deriz. Matematik dünyasında işte böyle yalın çözümler bulmak çok makbuldür. Örneğin, asal sayıların dağılımı hakkında bilgi veren ve çok ağır karmaşık analiz teknikleriyle kanıtlanmış olan “asal sayı teoremi” için Paul Erdős ve Atle Selberg yalın bir kanıt bulunca yer yerinden oynamış ve bu çalışmayla Selberg 1950’de Fields Madalyası kazanmıştı.

Bir üçgenin barındırdığı gizemli bağıntılar da düzlemdeki koordinatlar yardımıyla yazılacak denklemlerin çözümleri ve analiz kullanılarak ortaya çıkarılabilir ama bu çok ayıptır! Makbul olan bu bağıntıları yalnızca temel ilkeler kullanarak, Öklid’in onaylayacağı akıl yürütmelele, yani yalnızca yalın tekniklerle bulmaktır.

Temel kavramlar yardımıyla bir üçgenin sırlarını ortaya çıkarma oyununa yalın geometri denir. Bizim de bu konuda dünya çapında bir geometricimiz vardı, Hüseyin Demir. Ama önce Euler’dan başlayalım.



Leonhard Euler (1707-1773)

Euler Dokuz Nokta Çemberi

Bir üçgen alalım ve bu üçgende aşağıdaki dokuz noktayı belirleyelim.

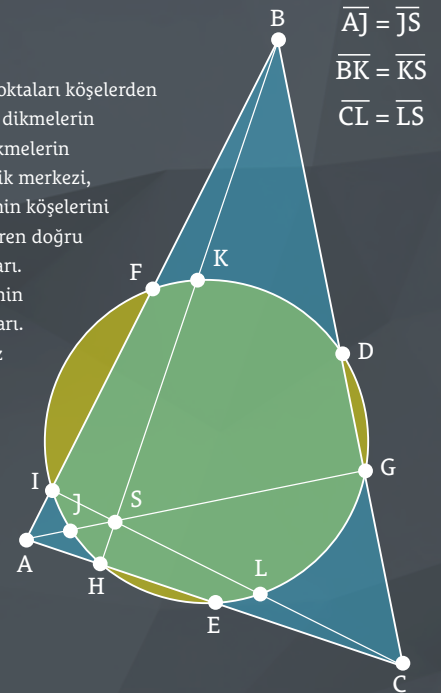
Tepe noktalarından karşı kenara çizilen dikmelerin bu kenarları kestiği noktalar bizim ilk üç noktamız olacak. Kenarların orta noktaları bize üç nokta daha verecek.

Yukarıda bahsettiğimiz dikmeler bir mucize sonucu aynı noktada kesişirler. Bu ortak noktaya üçgenin diklik merkezi denir. Köşeleri bu diklik merkezine birleştiren doğru parçalarının orta noktaları bize üç tane daha nokta verir.

Bu dokuz nokta aynı çember üzerindedir ve “Euler dokuz nokta çemberi” işte bu çemberdir.

Üçgenin tepe noktalarından karşı kenarların orta noktalarına giden doğrular, yani kenar ortaylar da bir başka mucize sonucu bir noktada kesişirler. Bu ortak noktaya üçgenin ağırlık merkezi ya da kısaca merkezi

ABC üçgeninde H, G, I noktaları köşelerden karşı kenarlara indirilen dikmelerin ayakları, S noktası bu dikmelerin kesiştiği nokta, yani diklik merkezi, J, K, L noktaları da üçgenin köşelerini diklik merkezine birleştiren doğru parçalarının orta noktaları. F, D, E noktaları da üçgenin kenarlarının orta noktaları. Sarı çember de bu dokuz noktadan geçen Euler Dokuz Nokta Çemberi. (Wikipedia)

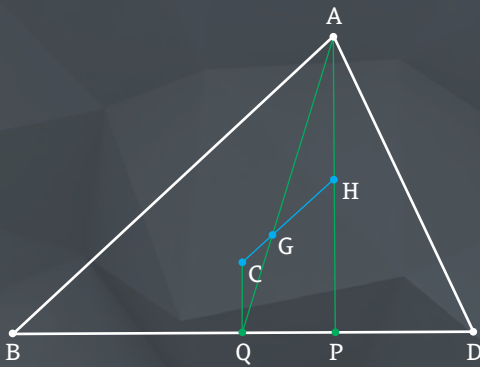


denir. Üçgenin ağırlık merkeziyle diklik merkezini birleştiren doğrunun orta noktası Euler dokuz nokta çemberinin merkezidir.

Yine bir mucize sonucu üçgenin kenarlarına orta noktalarından çizilen dikmeler de bir noktada kesişir. Bu nokta aynı zamanda üçgenin üç tepe noktasını içeren dış çemberin de merkezidir. Euler dokuz nokta çemberinin çapı işte bu dış çemberin yarıçapına eşittir.

Euler bir üçgendeki dış çemberin merkezi, ağırlık merkezi ve diklik merkezinin aynı doğru üzerinde olduğunu ve ağırlık merkeziyle diklik merkezi arasındaki mesafenin ağırlık merkeziyle dış çember merkezi arasındaki mesafenin iki katı olduğunu kanıtlamıştır. Ancak dokuz nokta çemberiyle ilgili bir çalışması olmamıştır. Yine de bu gerçek bizim bu çembere Euler dokuz nokta çemberi dememize engel olamamıştır. Ayrıca aynı çembere Feuerbach çemberi de deriz, hatta bazen Terquem çemberi dediğimiz de olur.

Olry Terquem ve Karl Wilhelm von Feuerbach'ın kim olduğu ve bu çemberin bulunuşuna neler kattığını araştırmayı size bırakıp çemberden elipse geçeceğim.



AP doğrusu BD kenarına indirilen dikme. H noktası kenarlara köşelerden indirilen dikmelerin kesişme noktası, yani diklik merkezi. AQ doğrusu BD kenarının ortayı. G noktası kenar ortayların kesişme noktası, yani üçgenin merkezi. QC doğrusu BD kenarına orta noktasından çizilen dikme ve C noktası da kenarların orta dikmelerinin kesişme noktası, yani dış çember merkezi. Euler C, G ve H noktalarının aynı doğru üzerinde olduğunu gösterdi. CGH doğrusuna üçgenin Euler doğrusu da denir.

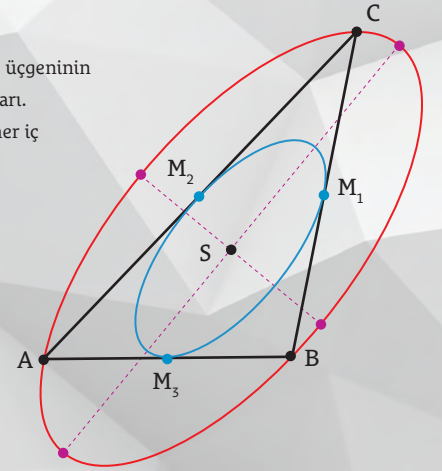
Steiner ve Elipsleri

Bir üçgenin kenarlarına içerden teğet olacak şekilde elipsler çizilebilir. Bunlar arasında alanı en büyük olanı ise kenarlara orta noktalarından teğet olanıdır. Bu en büyük elipsin merkezi üçgenin ağırlık merkezidir. İşte bu elipse Steiner iç elipsi denir. Bir de üçgenin köşelerinden geçen ve merkezi üçgenin merkeziyle aynı olan bir elips vardır ki ona da kısaca Steiner elipsi denir. Bu elipsler benzer elipslerdir ve büyüğünün alanı küçüğünün alanının dört katıdır.

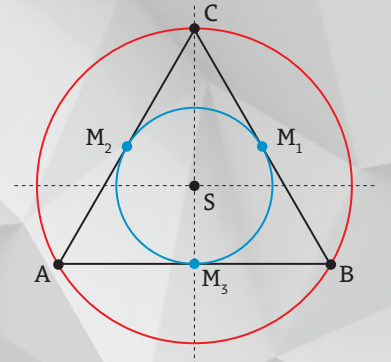
Steiner elipsi bir tarafa, biz Steiner iç elipsi ile ilgilenelim. Burada ilk akla gelen soru bu elipsin odak noktalarının nerede olduğudur. Bu sorunun cevabını Jörg Siebeck, İsviçreli matematikçi Jakob Steiner'in ölümünden bir yıl sonra, 1864'de bulmuş ve matematik dünyasının en prestijli dergilerinden birinde yayımlamıştır.

Biz onun cevabını bugün Marden teoremi olarak anıyoruz. Oysa Marden'in yaptığı, Siebeck'in makale-

M_1, M_2, M_3 noktaları ABC üçgeninin kenarlarının orta noktaları. Mavi elips üçgenin Steiner iç elipsi, kırmızı elips de üçgenin Steiner elipsi. Ortadaki siyah nokta ise hem üçgenin hem de elipslerin ortak merkezi. (Wikipedia)



ABC üçgeni eşkenar olduğu zaman Steiner elipsleri üçgenin iç teğet ve çevrel çemberlerine dönüşür. (Wikipedia)





Jacob Steiner (1796-1863)

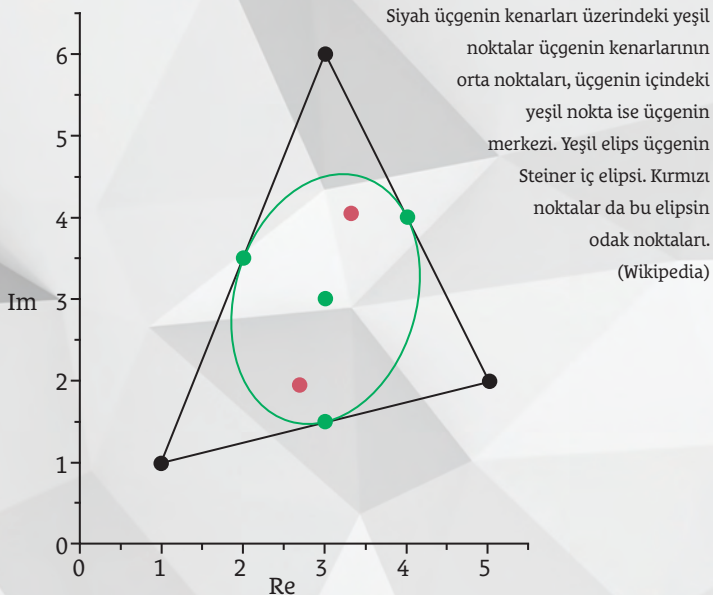
sinin yayımlanmasından yüz yıl sonra, yazdığı bir geometri kitabının daha ilk sayfalarında bu teoremin ayrıntılı bir ispatını

vermek ve bu ispatın ilk kez Siebeck tarafından yapıldığını yazmaktan ibarettir. Marden aynı bağlamda bu teoremin değişik genellemelerini yapan tam on dört matematikçinin çalışmalarına da atıfta bulunmuştur. Marden'in bu kitabının adı Polinomların Geometrisi'dir.

“Üçgen, çember, elips derken polinomlar nereden çıktı?” diyeceksiniz.

“Matematik, değişik konulara ayrılmış adalardan oluşan bir takımada ülkesi değil, tüm konuları birbirine bağlı bir ana kıtadır”. Öğrencilik yıllarımda yaşlı matematikçilerden duya duya gına getirdiğim ve küçümsediğim bir laftı bu. Şimdilerde ise genç matematikçilerin tüm küçümsemelerine karşın onlara gına getirecek kadar çok tekrarladığım bir söz oldu.

İşte o yüzden polinom nereden çıktı diye sormayın. Çıkmasa şaşardık.



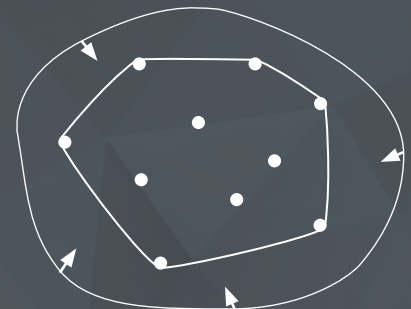
Ve Elbette Gauss

Düzlemde bir miktar nokta alın. İsterseniz sonsuz tane de alabilirsiniz, biz bekleriz. Şimdi bu noktaların her birine bir çivi çakın ama çivileri tam çakmayın, başları biraz yukarıda kalsın. Sonra elinize bir lastik bant alıp bu çivilerin en dışakilerinden geçirip bırakın. Bu lastik bant düzlemde bir bölgenin sınırlarını belirledi, değil mi? Bu bölgenin özelliği, içinde seçeceğiniz herhangi iki noktayı birleştiren bir doğru parçasının tümüyle bu bölgenin içinde kalmasıdır. Bu çeşit bölgelere dışbükey bölge denir. Yukarıda lastik bantla tanımladığınız bölge de seçtiğiniz noktaların hepsini içine alan en küçük dışbükey bölgedir. Bu bölgeye kısaca seçtiğiniz noktaların dışbükey kapanışı denir.

Bir polinomun kökleri de kompleks düzlemde birer noktaya karşılık gelir. Bu polinomun katsayılarını isterseniz kompleks sayılardan da seçebilirsiniz. Polinomun derecesi kaç ise o kadar kökü vardır. Bazen bir kök tekrarlanabilir ama zararı yok, kaç defa tekrarlırsa biz de o kökü o kadar sayarız. Sonuçta derece kadar kök vardır. Bu sonucun pek çok ispatı vardır ve elbette Gauss da buna ispat getiren ilk matematikçilerden biridir.

Gauss'un bir huyu da kendisine çok aşikâr gelen bazı sonuçları ispatlamadan kullanmasıdır. Fakat bazen bunları ispatlar, ispatları da çekmecesinde saklardı. Bir gün birisi çıkıp gelir ve Gauss'a kafa tutacak olursa çekmecesinden bu ispatı çıkarır gösterirdi. O yüzden koca Gauss'la pek dalaşılmazdı.

Düzlemdeki bazı noktaların etrafını lastik bir bantla çevreleyerek dışbükey kapanışı elde etmek. (Wikipedia)



Yine Gauss'un ispatlamadan kullandığı -ya da ispatladıysa bile kimse sormadığı için ispatını göstermediği- bir teorem de bir polinomun kökleriyle polinomun türevinin kökleri arasındaki ilişkidir.

Burada türev deyince analize geçmiştik de yalın geometriden uzaklaşmış gibi bir his oluşmasın. Polinomun türevini hiçbir analitik anlam yüklemeyen formel olarak da tanımlayabiliriz. Yani bunu entelektüel bir oyun olarak sunabiliriz. Kısacası x^n polinomunun türevi diye size nx^{n-1} polinomunu vereceğiz. Adının türev olmasından rahatsız olursanız siz başka bir isim de verebilirsiniz. Örneğin mürev diyebilirsiniz. O zaman Gauss'un kullandığı teorem, bir polinomla onun mürevinin köklerini kıyaslayan bir teorem olur.

Şimdi isterseniz biz de herkes gibi türev kelimesini kullanarak Gauss'un ne dediğine bakalım. Gauss diyor ki bir polinomun türevinin kökleri, polinomun köklerinden oluşan noktaların dışbükey kapanışının içindedir. Örneğin bir polinomun üç kökü varsa, türevinin kökleri bu üç noktanın oluşturduğu üçgenin içinde kalır. Polinom üçüncü derecedense türevinin iki kökü olacaktır. Bir elipsin de iki odak noktası vardır ama acele etmeyelim!



Carl Friedrich Gauss'un (1777-1855) doğum yeri olan Brunswick'teki heykeli

Felix Lucas

Gauss'un kullandığı ama ispatlamadığı sonuçları ispatlamaya çalışmak önüne geçilmez bir dürtüdür. Bağımlılığa varan bu dürtüden kurtulmanın tek çaresi hedeflenen ispata ulaşmaktır. Gauss'un ölümünden yirmi dört yıl sonra Felix Lucas, Gauss'un yukarıda sözünü ettiğimiz sonucunu ispatladı ve adını Gauss'unünin yanına yazdırabilen şanslı ölümlüler arasına katıldı. Bugün bu sonuç literatürde Gauss-Lucas teoremi olarak geçer.

Bu arada, adını Gauss'unünin yanına yazdırabilen için Lucas mı şanslıdır, yoksa durduk yerde adını Lucas'un ispatladığı teoreme yazdıran Gauss mu?

Para parayı çektiği gibi galiba şöhret de şöhreti çekiyor.

Michel Rolle



Michel Rolle (1652-1719)

Genellikle birdenbire gelen bir ilham bir matematikçiye hiç beklenmedik bir teoremi ispatlatmaz. Yapılan her iş daha önce yapılanların uzantısıdır. Pek çok matematikçi başarısını "devlerin omuzlarına basmış" olmasına yorar. Onlar kendilerinden önce gelenlerin çalışmalarını alıp ileri götürmüşlerdir.

Gauss-Lucas teoremi de birdenbire gelen bir ilhamın sonucu değil Rolle ustanın bir teoreminin genellemesidir. Gauss'tan yaklaşık yüz yıl önce yaşamış olan Michel Rolle, bir reel fonksiyonun iki kökü arasında mutlaka türevinin bir kökü olacağını göstermişti. Aslında Rolle bu sonucu sadece reel polinomlar için göstermiş, konunun türevlenebilir genel fonksiyonlara uyarlanmasından hiç memnun olmamıştı. Bu yüzden, biraz da Rolle ustanın isminin İngilizce dönmek (to roll) fiilini çağrıştırmasından esinlenerek, Rolle teoreminin genel fonksiyonlar için her kullanılışında Rolle'un mezarında döndüğü rivayet edilir.

Reel doğru üzerindeki iki noktanın oluşturduğu kümenin dışbükey kapanışının bu iki nokta arasındaki aralık olduğunu göz önünde bulundurursanız Gauss-Lucas teoreminin Rolle teoreminin nasıl doğal bir uzantısı olduğunu fark edersiniz. Asıl marifet bu “doğal uzantıyı” Gauss’tan önce görmek ya da Lucas’tan önce ispatlamakta yatıyor.

Yazı uzadı. Yavaş yavaş toparlayalım.



Dan Kalman (1952-)

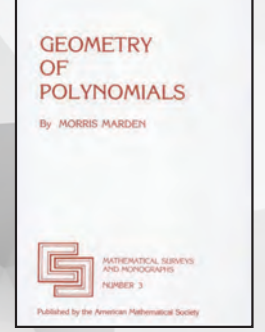
Dan Kalman

Yıllar önce İstanbul Üniversitesi Matematik bölümünün koridorlarındaki matematikçi portrelerinden çok etkilenmiştim. Karakalem çalışması olarak çizilen bu portreler adlarını kitaplarda gördüğüm tüm matematikçileri kapsıyordu neredeyse. O sıralar yeni mezun olmuşum ve TÜBİTAK’ın Gebze Temel Bilimler Enstitüsünde çalışıyordum. Eşim bu portrelerin fotoğraflarını çekti. Enstitü yöneticileri benim çocuksu hevesimi kırmayıp bu fotoğrafların tab edilmesi ve çerçevelenmesi için gereken parayı verdi. Ve tüm resimleri enstitünün koridorlarına gururla astım. Herkesin beni tebrik etmesini ve takdir etmesini bekliyordum. Yaşlı hocalar hoş görülme davrandılar elbette ama gençler bana enstitü koridorlarını ölü adamların resimleriyle doldurup enstitüyü mozoleye çevirdiğimi söylediler.

Oradan aldığım dersle bu yazıya bir de yaşayan bir matematikçi eklemek istedim. Bulduğum matematikçi ise benden iki yaş büyük. Ancak onu bulabildim.

Dan Kalman öğrencilik yıllarında Morris Marden’in polinom geometrisi üzerine yazdığı, yukarıda sözünü ettiğimiz kitabını okur. Koskoca kitap-

Morris Marden’in
Dan Kalman’ı etkileyen kitabı



taki onca muhteşem teorem arasından onu en çok etkileyen teorem, kitabın hemen başlarında verilen teorem 4.2 olur. Marden bu teoremin ilk kez yüz yıl önce Siebeck tarafından ispatlandığını ve yıllar içinde en az on dört matematikçinin daha bu teoremin değişik versiyonlarını ispatladığını da eklemiştir.

Kalman o yıllarda Marden’in kitabındaki ispatı pek anlayamadığını ama teoreme hayran olduğunu anlatır. Teoremin ne olduğunu hâlâ size söylemediğim için siz şimdilik Kalman’ın o teoremin nesine hayran olduğunu bilmiyorsunuz.

Kalman o ilk okumadan yaklaşık otuz yıl sonra tekrar söz konusu teoreme döner. Bu kez Marden’in ve Siebeck’in ispatlarını tekrar okur ve anlar. Hatta o iki ispatta da hatalar bulur. Onların hatasını düzelterek düzgün bir ispat çıkarır ve bunu yayımlar. Bu makalesiyle ödül alır ve sırf teoremi Marden’in kitabından öğrendiği için bu teoreme Marden teoremi adını verir.

Artık zamanı geldi, teoremi anlatabiliriz.



Marden Teoremi

Üçüncü dereceden bir polinomun genelde üç ayrı kökü olur. Bu kökler düzlemde bir üçgen oluşturur. Bu üçgenin kenarlarına orta noktalarından teğet olan bir elips vardır. Hatırlarsanız bu elipse Steiner iç elipsi demiştik. Bu elipsin merkezi aynı zamanda üçgenin de merkezidir.

Hatta hatırlarsanız bu elipsin odak noktaları nerededir diye de sormuştuk.

İspatını Kalman'ın düzelttiği Siebeck'in 1864 tarihli makalesindeki sonuca göre Steiner iç elipsinin odak noktaları yukarıda kullandığımız üçüncü derece polinomun türevinin kökleridir.

Bu muhteşem mucizeyi tekrar dillendirmekte yarar var. Üçüncü derece bir polinomun köklerinin oluşturduğu üçgenin kenarlarına orta noktalarından teğet olan bir elips vardır ve bu elipsin merkezi üçgenin merkezi, odak noktaları da polinomun türevinin kökleridir.

Bu sonucun baş döndüren cazibesinden kurtulup soğukkanlı düşünmeye başladığınızda bu sonucun Gauss-Lucas teoreminin bir uzantısı olduğunu göreceksiniz. Verilen üçüncü derece bir polinomun köklerinin dışbükey kapanışı bu köklerin oluşturduğu üçgendir ve Gauss-Lucas teoremine göre bu polinomun türevinin kökleri de bu üçgenin içinde kalacaktır.

Marden teoremi bir adım öteye gidip bu köklerin tam olarak nerede olduğunu söyler. Yani Marden, aslında Siebeck (ya da Kalman), Gauss ve Lucas gibi iki devin omuzlarına basabildiği için bu muhteşem sonucu bulmuştur.

Ustaların Ayak İzleri

Bu yazıda adını andığımız en yaşlı matematikçi üç yüz bir yıl önce öldü. En genci, benden bile yaşlı ama hâlâ hayatta. Bu matematikçileri tarih sırasına koyup birbirlerinden neler öğrendiklerini çıkarıp listelemeyi sizlere bırakıyorum.

Kalman da kendisine ödül kazandıran ve Marden Teoremi adını verdiği teoremi anlattığı makalesini durduk yere yazmamıştır. Matematikte adet olduğu üzere bir başka problemle zevk için uğraşırken aklına gelen fikirleri takip etmiştir.

Kalman'ın aklına Marden'in kitabındaki Siebeck'in teoreminin (Theorem 4.2) doğru ispatını ilham eden problem yine polinomlarla ilgilidir.

Bir polinomun köklerinin aritmetik ortalaması, polinomun türevinin köklerinin aritmetik ortalamasıyla aynıdır.

Bunu ispatlamak için biraz uğraşın, bakalım size ne ilhamlar gelecek.

Bol şanslar. ■

Kaynaklar

J. Siebeck, Ueber eine neue analytische Bekandlungsweise der Brennpunkte, *J. Reine Angew. Math.* 64 (1864), 175-182.

Morris Marden, *Geometry of Polynomials*, Math. Surveys no. 3, American Mathematical Society, Providence, 1966.

Dan Kalman, An Elementary Proof of Marden's Theorem, *American Mathematical Monthly*, 115 (2008), 330-338.

Dan Kalman Anasayfa: <http://www.dankalman.net/AUhome/index.html>

Marden teoreminin bir sayfalık ispatı: http://www.su.se/polopoly_fs/1.229312.1426783194/menu/standard/file/marden.pdf



Bombus Yaban Arıları Zor Kullanarak Bitkilerin Çiçeklenmesini Hızlandırıyor

Dr. Tuncay Baydemir [TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi

Isviçre Federal Teknoloji Enstitüsü Çevre Sistemleri Bölümü bilim insanlarının yaptığı araştırmaya göre Bombus arıları polenlerin az olduğu durumlarda bitki yapraklarına kasıtlı bir şekilde zarar vererek bitkilerdeki çiçeklenme sürecini hızlandırıyor. Devam eden çevresel ve iklimsel değişimler ve küresel ısınma gibi faktörler bitkiler ve tozlayıcılar arasındaki fenolojik uyumsuzlukları artırıyor. Örneğin ilkbaharın erken dönemlerinde Bombus arıları gibi tozlayıcı türler çiçekler açmadan önce polen toplamak için ortaya çıkabiliyor. Bu uyumsuzluk da onları olumsuz etkileyebiliyor.

Ekolojik dengenin sürdürülebilmesi için çiçeklenme zamanının polen taşıyıcı türlerin ortaya çıkma süreleri ile uyumlu olması büyük önem taşıyor. Bitkilerin çiçeklenme dönemlerindeki değişim veya gecikme yaban arıları gibi polen taşıyıcı türler için oldukça zorlayıcıdır.

Araştırmacılar Bombus işçi arılarının polen kıtlığı ile karşılaştığı durumlarda çiçeksiz bitkilerin yapraklarına kasıtlı bir biçimde zarar verdiğini ve bu bitkilerdeki çiçek üretimi sürecini hızlandığını gösterdiler. Yapılan laboratuvar çalışmalarında ulaşılabilir polen miktarının arılardaki yapraklara zarar verme davranışını güçlü bir şekilde etkilediği

ve arılar tarafından mekanik olarak hasar verilmiş yapraklara sahip bitkilerin hasarsız olanlara göre daha erken çiçeklendiği gözlemlendi.

Stresin pek çok bitki türünde çiçeklenme sürecini etkilediği biliniyor ancak daha önceki çalışmalar genellikle bir canlı türüne bağlı olmayan stres faktörlerine odaklanıyor ve bu konuda böcekler ile ilgili çalışmalar da oldukça az.

Doğada gerçekleştirilen deneylerde, bitkilere verilen hasar yoğunluğunun bölgedeki çiçek popülasyonuna göre değişiklik gösterdiği de tespit edildi. Yapılan güncel araştırmalar 1 km mesafedeki erişilebilir çiçek kaynaklarının arı kolonisinin varlığını sürdürebilmesi ve verim gösterebilmesi için önemli olduğunu gösteriyor. Koloni gelişimi ve çoğalması üzerinde kaynak eksikliklerinin olumsuz etkileri kritik zaman aralıklarına bağlı olabiliyor.

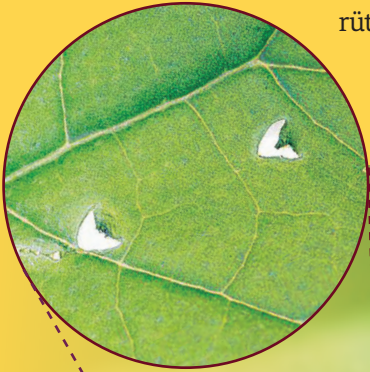
Yapılan çalışmada Bombus arılarının hortumlarını ve çenelerini bitki yapraklarında belirgin şekillerde kesikler açmak için kullandıkları ve yapraklara verilen bu zararın sadece birkaç saniye içerisinde gerçekleştirildiği görüldü. Bununla birlikte, kesilen parçaların beslenmek için kullanıldığına ya da malzemenin ko-

vana taşındığına dair bir kanıt bulunamadı. Araştırmacılar bu yüzden yapraklara verilen hasarın çiçeklenmeyi etkilemek için gerçekleştirildiğini öngördüler.

Araştırmacılar yapraklara arılarca verilen mekanik hasarın ve hasar boyutunun bitkilerin çiçeklenme sürelerine etkisini incelediler. Bunun için Bombus arılarının bir yaprakta 5 veya 10 delik açmasına izin verilirken aynı mekanik hasar kesiciler kullanılarak sağlam bitki yapraklarında da yapay olarak gerçekleştirildi. Yapraklarına hasar verilen bitkilerin çiçeklenme sürelerinde gelişme kaydedilirken arı kaynaklı hasar sonucunda çiçeklenmenin yapay olana göre çok daha erken gerçekleştiği bildirildi.

Bombus arılarının polen azlığında yapraklara hasar verdiğini tespit etmek için polence zengin ve polence fakir ortamlarda koloniler üzerinde gerçekleştirilen çalışmalarda ise polenin bol olduğu ortamlarda verilen yaprak hasarının oldukça az, polenin kıt olduğu durumda ise yapraklardaki hasar sayısının belirgin şekilde daha fazla olduğu ortaya çıktı. Ayrıca polen yoksunluğu süresinin artırılması arıların yapraklara verdiği mekanik hasarın miktarını da

artırdı. Doğal ortamlarda yürütülen çalışmalar da elde edilen verilere doğruladı.



Bombus arısı (*Bombus terrestris*) bitkilerdeki çiçeklenmeyi hızlandırmak için yapraklara küçük delikler açıp hasar veriyor.



Science dergisinde yayımlanan araştırma ile Bombus arılarının çiçeklenmemiş bitkilerin yapraklarına çiçeklenme sürecini hızlandırmak için zarar verdikleri, ulaşılabilir polen miktarının az olmasının bu davranışı tetiklediği, uzakta yiyecek arama seçeneği olduğu durumda da bu davranışın devam ettiği ve incelenen Bombus arısı türünün dışında diğer bazı arı türlerinin de aynı davranışı gösterdikleri ortaya kondu.

Bölgesel bitki popülasyonunun ve arı kolonilerinin varlığının sürdürülebilmesi için arıların bu davranışının önemli olduğu belirtiliyor. Çiçek kaynakları az olduğunda bitki yapraklarına verilecek doğal ya da yapay küçük uyarıcı hasarların bitkide strese yol açarak çiçeklenmeyi hızlandırmak ve canlılar arasındaki dönemsel uyumsuzluğu azaltmak için bir strateji olarak kullanılabileceği düşünülüyor. ■

Kaynaklar

Pashalidou, F. G., Lambert, H. ve ark., "Bumble bees damage plant leaves and accelerate flower production when pollen is scarce", *Science*, 368, 881-884, 2020.

<https://www.newscientist.com/article/2244009-bees-force-plants-to-flower-early-by-cutting-holes-in-their-leaves/>

<https://www.scientificamerican.com/article/bumblebees-bite-plants-to-force-them-to-flower-seriously/>



Merak Ettikleriniz

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

Neden Acıktığımızda Midemiz Guruldar?

Sessiz bir derste ya da bir toplantıda midemizin “Yiyecek istiyorum!” çığlığı olarak yorumladığımız sesler dikkatimizi dağıtabiliyor. Midemiz kadar ince bağırsaklarımızdan da kaynaklanabilen bu gurultular Antik Yunanların muhtemelen yansıma sözcük olarak türettikleri *borborigmi* adıyla tıpta konu ediliyor.

Guruldamaların fizyolojik kaynağı mide ve bağırsaklarımızdaki kas aktivitesidir. Ağızda başlayıp anüste biten sindirim kanalının iç yüzeyinde kontrolümüz dışında çalışan düz kas katmanları yer alır. Peristalsis adı verilen düzenle çalışan bu kas duvarları, sindirim kanalı içeriğinin yiyecek ve akışkanlar ile karışarak ağızdan anüse doğru tek yönlü ilerlemesini sağlar. Bu ilerleyişteki kas faaliyeti, sindirim kanalı hareketlerini yöneten enterik sinir sisteminin ürettiği temel elektriksel ritim ile kontrol edilir. Bu ritim kalbimizin çalışmasına benzetilebilir ancak daha yavaştır.

Beklendiği üzere, peristaltik hareketin hızı ve şiddeti sindirim kanalına yiyecek gönderdiğimizde artar. Mide ve ince bağırsağımız boşaldıktan yaklaşık iki saat kadar sonra ise, kanal duvarındaki algılayıcı hücreler enterik sinir sisteminde refleksi yeni bir dalgalanmaya yol açarak açlık kasılmalarını başlatır. Midenin alt kısmında yer alan *antrum* bölümünde başlayarak ince bağırsağın

sonuna kadar etki eden bu kasılmalarda, ilgili yerlerdeki mukus, yemek artığı ve bakteri yığılmaları temizlenir. Genç ve sağlıklı bünyelerde daha şiddetli seyredebilen ve kan şekeriindeki düşüşle de tetiklenebilen bu kasılmalar titreşim ve guruldamaları daha belirgin hâle getirir. Açlık kasılmaları yirmi dakika kadar sürebilir ve sonraki öğünümüzü yiyinceye dek 1-2 saatlik periyotlarla tekrarlanır.

Sindirim kanalında yer değiştirdikçe guruldamalara yol açan gaz kütesinin sesi, vücudumuza aldığımız gıdalar sayesinde daha kolay soğurulur ve derinin dışından duyulması kısıtlanır. Sindiriminde bol gaz açığa çıkartan gıdalar tükettiğimizde, hızlı ve konuşarak yemek yediğimizde ya da sakız çiğnediğimizde sindirim kanalındaki gaz miktarı artacağı için daha fazla gurultu ortaya çıkma ihtimali de artar.



Kaynaklar

livescience.com/40187-digestive-system-surprising-facts/2.html
scientificamerican.com/article/why-does-your-stomach-gro

Develer Susuzlukla Nasıl Baş Eder?

Kavurucu sıcaklıktaki çöllerde yılmadan yüzlerce kilometre yol katedebilen develer, artık yok olmaya başlayan yaygın inanışın aksine hörgüçlerinde su depolamazlar. Develer aslında 30 kilogramı aşabilen hörgüçlerinde yağ depolar. Vitamin ve mineral içeriği de yüksek olan bu depo, develerin haftalarca yemeden yola devam etmesine imkân tanır. Uzun yolculuklar sırasında yağ doku kullanıldıkça hörgüç küçülür, hatta tamamen eritilebilir. Yağ dokunun yakılması sırasında bir miktar su açığa çıkarsa da develer susuzlukla mücadelede güçlerini vücutlarının diğer uyum becerilerinden alır.

Öncelikle, diğer memelilerde gözlenebilen yağın vücuda yayılarak depo edilmesinin aksine, develerde yağın tek bir bölgede toplanması daha az terlemelerine yardımcı olur. Ortalama vücut sıcaklıkları 37°C olan develer, kürklerinin de desteğiyle ısı dengelemesini ayarlayarak sıcaklık 42°C'yi buluncaya kadar neredeyse hiç terlemezler, böylece su ve enerjiden yüksek tasarruf sağlarlar. Geniş vücut sıcaklığı aralığına ek olarak, gündüz soğurdıkları ısı enerjisinin bir kısmını gece serinliğinde kaybetmeleri de su tasarrufuna katkıda bulunur.

Develerin susuzlukla mücadelede en etkili yapıları ise küçük ve oldukça oval yapıdaki elastik kırmızı kan hücre-

leridir. Su içen devenin alyuvarları esneklikleri sayesinde 2,5 kata kadar şişerek daha fazla su taşıyabilir. Susuz kalındığında kan plazmasının hacmi azalarak kıvamı artar. Bu durumda kan akış hızını sabit tutabilmek için damarlar daralır. Küçük ve eliptik şekilli deve alyuvarları kümelenme ve yığılma olmadan akışkanlığını koruyarak damarlardan rahatlıkla geçebilir. İnsanlarda vücut sıvısı kaybetme oranı %15'te hayati risk oluştururken develer bu oranı %40'a kadar tolere edebilir.

Develerin böbrek ve kalın bağırsakları da çöl şartları için oldukça uyumludur. İdrarları düşük su içeriğiyle kıvamlı bir yapıdadır. Ayrıca kalın bağırsaktaki suyun yüksek geri emilimi sağlanır, öyle ki dışkıları bedevilerin yakacak olarak kullanabileceği kadar kuru ve serttir. Uzun süre susuz kaldıktan sonra bir su kaynağına erişen develer on dakika gibi kısa bir sürede yüz litreden fazla su içebilir. Vücuda bu hızda ve miktarda su almak diğer memeliler için ölümcül olabilirken develer içtikleri suyun önemli bir kısmını midelerinin ilk bölümü olan "rumen"de bekleterek gerektiğinde azar azar dolaşıma dâhil eder. Bu sayede yüksek ozmotik basınç yüzünden suyun hücrelere hücum etmesi ve şişerek patlamaları engellenir.

Kaynaklar

animals.howstuffworks.com/mammals/camel-go-without-water.htm

Gebreyohanes, M. G., & Assen, A. M. (2017). Adaptation Mechanisms of Camels (Camelus dromedarius) for Desert Environment: A Review. *Journal of Veterinary Science & Technology*, 08(06).



Genel Göreli Teorisinin Testleri



Dr. Selçuk TOPAL

[Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fizik Bölümü

Isaac Newton sayesinde kuvvet, ivme ve cisimlerin hareketinin doğasını daha iyi anlayabildik. Bu fizik ile günlük yaşantımızın içinde şekillendiği evreni makro ölçeklerde açıklayabiliyorduk. Newton kütleler arasındaki ilişkiyi fark ettikten sonra evrensel çekim yasasını ortaya koydu. Ünlü eseri Principia'da bu yasayı şöyle tanımlamıştı:

“Evrendeki her parçacık diğer parçacıklarla, kütleleriyle doğru ve aralarındaki uzaklığın karesiyle ters orantılı olarak, etkileşim hâlidir.”

Kütleçekim kuvveti evreni makro ölçekte yöneten bir kuvvet olsa da Dünya yüzeyinde yürüyen bir karınca bile her adım atışında onu yenebilir.



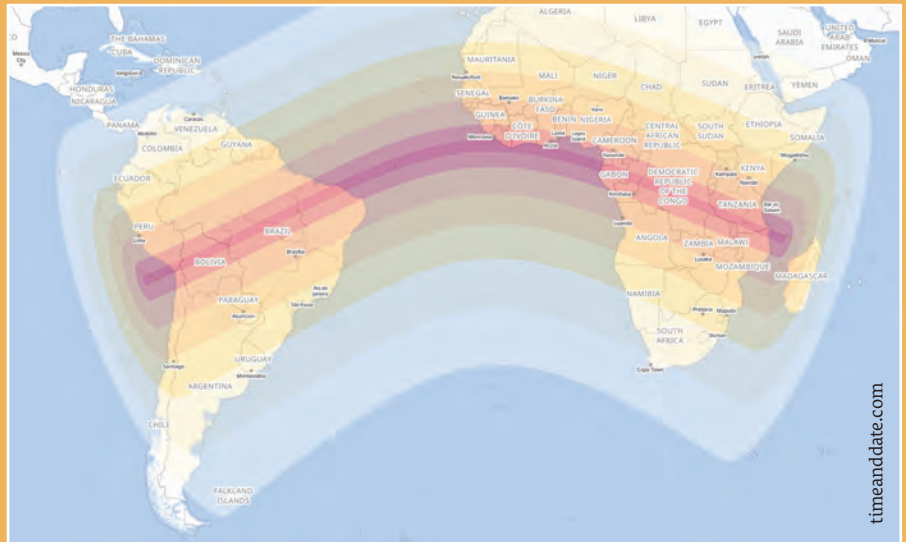
Kütleçekim kuvveti uzaklığın karesiyle ters orantılı olarak değiştiği için (uzaklık iki kat artarsa kütleçekim kuvveti dört kat azalır) bir cisim tarafından diğer bir cismin yüzeyine etki eden kütleçekim kuvveti cismin daha iç kısımlarına etki eden kuvvete kıyasla daha fazla olacaktır. Gelgit etkisi bu fark nedeniyle ortaya çıkar ancak kütleçekim kuvvetine kıyasla uzaklığa daha çok bağlıdır (uzaklığın küpüyle ters orantılı olarak değişir). Bu nedenle Ay'ın Dünya'ya uyguladığı gelgit etkisi Güneş'in Dünya'ya uyguladığı gelgit etkisinden iki kat daha fazladır. Ay ve Güneş'in Dünya üzerindeki gelgit etkisi nedeniyle gezegenimizdeki bü-

Bugün artık evreni dört ana kuvvetin yönettiğini biliyoruz. Farklı mesafelerde etkili olabilen bu kuvvetler en güçlüden en zayıfa doğru şu şekilde sıralanır: güçlü çekirdek kuvvetleri, elektromanyetik kuvvet, zayıf çekirdek kuvvetleri ve kütleçekim kuvveti. Diğer her kuvvet bu kuvvetlerin birer türevidir. Örneğin gelgit kuvveti kütleçekim kuvvetinin mesafeye göre türevidir. Galaksi kümelerinden yıldız oluşumuna birçok sürecin ana aktörü olan kütleçekim kuvveti kuvvetler içinde en zayıf olanıdır. Ancak güçlü ve zayıf çekirdek kuvvetlerinin etki alanı çekirdek boyutları iken elektromanyetik kuvvet ve kütleçekim kuvvetinin etki alanı sonsuzdur. Bir başka deyişle, evrenin öbür ucundaki bir galaksinin de üzerinizde etkisi söz konusudur. Ancak bu iki kuvvet de uzaklığın karesiyle ters orantılı olarak değişir. Yani,

iki cisim arasındaki mesafe iki kat artarsa aralarındaki elektromanyetik kuvvet ve kütleçekim kuvveti dört kat azalır. Bu nedenle, evrenin diğer ucundaki bir galaksinin size etkisi tam olarak sıfır olmasa da şu an elinizde tuttuğunuz bu dergi ile aranızdaki kütleçekim kuvvetinden çok daha azdır. Newton'un keşfettiği işte buydu. İki cisim arasında

uzaklığın karesiyle ters, cisimlerin kütleleri ile doğru orantılı bir kuvvet olduğunu bulmuştu.

Ancak kütleçekimi dediğimiz şeyin, kütleler arasındaki görünmez ve anında (zamandan bağımsız) birbirine etki eden gizemli bir ilişki değil de kütlenin uzay-zaman örtüsünde meydana getirdiği bü-



29 Mayıs 1919'da gerçekleşen tam Güneş tutulmasının tutulma hattı.



yük denizlerde ve okyanuslarda su seviyesi belli zamanlarda yükselir ve alçalır. Gelgit etkisinin önemli başka bir sonucu daha vardır. Ay her sene Dünya'dan birkaç santimetre uzaklaşır. Dolayısıyla yaklaşık 600 milyon yıl sonra Ay Güneş'i tamamen kapatacak kadar Dünya'dan uzaklaşmış olacak. O gün geldiğinde, hâlâ Dünya'da yaşayan insanlar olursa, hiç kimse tam Güneş tutulması göremeyecek. Bu nedenle, eğer bir gün tam Güneş tutulmasına denk gelerseniz tutulmayı izlemenizi ve o anları doya doya yaşamanızı öneririz.

külme olduğunu anlamamızı sağlayan kişi Albert Einstein ve onun 1915 yılında ileri sürdüğü genel görelilik teorisi oldu. Buna göre, Güneş bir anda yok olursa bunu ancak aradaki mesafenin ışık hızına bölümüne eşit bir zamanda, yani yaklaşık sekiz dakika sonra hissederiz. Bu da bize kütleçekim kuvvetinin ışık hızında yayıldığını gösterir.

Genel görelilik teorisine baktığımızda ışığın da uzay-zaman örtüsü boyunca yol aldığını görüyoruz. Yani, kütle uzay-zaman örtüsünü bükmele kalmıyor, o örtü üzerinde hareket eden her şeye de etki ediyor. İnsanın tanımlamakta zorlandığı kavramlardan biri olan zaman da kütlenin bu etkisinden payına düşeni alıyor. Nitekim, içinde her şeyin bulunduğu ortama artık sadece uzay demiyor, uzay-zaman örtüsünü dört boyutlu bir bütün

olarak ele alıyoruz. Kütle ne kadar büyükse uzay-zaman örtüsündeki bükülme de o derece büyük oluyor. Örtü kelimesi zihinde iki-boyutlu bir resim canlandırırsa da kütlenin varlığı nedeniyle uzay-zamanda oluşan bu bükülmenin üç-boyutlu olduğunu unutmamak gerekir.

Newton'un kütleçekim teorisi ile genel görelilik arasındaki farkı tanımlarken şuna dikkat etmek gerekir. Newton teorisi genel görelilik teorisinin yaklaşık bir açıklamasıdır. Kütleçekiminin görece düşük olduğu durumlarda Newton'un kütleçekim teorisi sorunsuz çalışır ancak çok yüksek kütleçekim alanının söz konusu olduğu durumlarda (karadelikler gibi) Newton fiziği tam manasıyla çalışmaz. Bu yüzden yüksek kütleçekim alanlarının söz konusu olduğu işlemlerde genel görelilik teorisini göz önünde bulundurmak gerekir. Elbette bu

Newton'un kütleçekim teorisinin önemini azaltmaz. Nitekim onun sayesinde Ay'a gittik ve diğer gezegenlere uzay araçları gönderebiliyoruz. Ancak Einstein'ın çığır açan çalışmaları sonucunda da kütlenin uzay-zaman örtüsüne etkisini daha doğru bir şekilde yorumlamaya başladık. Teorik fizikçi John Wheeler kütle ile uzay-zaman arasındaki ilişkiyi çok güzel bir şekilde ifade eder:

“Uzay-zaman kütleyle nasıl hareket etmesi gerektiğini söyler, kütle ise uzay-zamana nasıl bükülmesi gerektiğini.”

Evreni anlama çabamıza inanılmaz bir katkısı olan genel görelilik teorisi, ortaya atılmasından 100 yılı aşkın bir süre geçmesine rağmen hâlâ test ediliyor. Zaten bir teorisin doğasında da sürekli test edilmek vardır. Bu çalışmalardan bazılarını sizler için derledik.



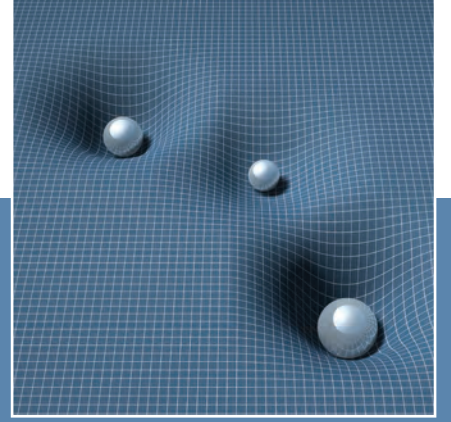
1

Güneş yüzeyine yakın geçen ışığın doğrultusundaki sapma

29 Mayıs 1919'da gerçekleşen tam Güneş tutulması genel görelilik teorisinin testi için mükemmel bir olanak sağladı. Genel görelilik teorisinin bu ilk testi Einstein'ı meşhur etti. Güney Amerika ve Afrika'dan gözlenebilen 1919'daki tutulmanın hattını 64. sayfada görebilirsiniz.

Sir Arthur Eddington Afrika'nın batı kıyısında yer alan Principe Adası'nı ve Brezilya'nın kuzeydoğusunda yer alan Sobral şehrini tam

tutulmayı gözlemek için iki kilit nokta olarak belirledi. Greenwich Kraliyet Gözlemevi ile Cambridge ve Oxford üniversiteleri gözlem için gerekli ekipmanları tedarik etti. Bildiğiniz üzere, tam Güneş tutulması esnasında Güneş'in görünen diski Ay tarafından kapatılır ve gündüz vakti birkaç dakika süreyle tam tutulmanın gözlenebildiği bölgelerde alaca karanlık olur. 1919 yılındaki tam tutulma esnasında yaşanan bu kısacık alaca karanlık sayesinde Güneş'e yakın doğrultuda bulunan bazı yıldızlar



deniyle ışığın sapması günümüzde gerçekleştirilebilen daha hassas ölçümler sayesinde genel göreliliğin önerdiği değere %1 yakınlıkla tespit edilebiliyor.

Devasa bir kütlenin yakınından geçen ışığın doğrultusunda meydana gelen bu sapmaya kütleçekimsel mercekleme (*gravitational lensing*) denir. Evrenin bu gerçeği, normal şartlarda direkt olarak görülemeyen (örneğin bakış doğrultusunda yer alan başka bir galaksi nedeniyle) galaksilerin görülebmesine olanak tanır. Kolaylıkla görebildiğimiz bize nispeten yakın bir galaksi ile aynı doğrultuda ancak evrenin çok daha uzak bir köşesinde yer alan başka bir galaksinin ışığı, bize yakın olan o galaksinin yakınından geçerken bükülerek nihayetinde gözlem aracımıza ulaşacaktır. Genel görelilik teorisinin öne sürdüğü kütleçekimsel mercekleme sayesinde evrenin çok uzak köşelerinde doğrudan gözlemleyemediğimiz cisimleri görüyor, karanlık madde ve evrenin genişlemesini daha iyi anlamaya çalışıyoruz.

gözlenebildi ve gece gözlenen normal konumlarına kıyasla bir miktar sapma gösterdikleri kanıtlandı. Bunun nedeni o yıldızlardan gelen ışığın Güneş'in yanından geçerken bükülmesi sonucu yıldızın görünen konumunda meydana gelen sapmaydı.

Einstein 1915'te ortaya attığı genel görelilik teorisinde tam olarak bunu öneriyor ve yeterince büyük kütlelerin ışığı ölçülebilecek kadar saptıracağını söylüyordu. Genel görelilik teorisine göre

Güneş'in yüzeyine yakın geçen yıldız ışığı 1,75 yay saniyesi sapma göstermeliydi ve Einstein bunun gözlemsel kanıtı için tam Güneş tutulmasının iyi bir seçenek olacağını söylemişti. Gözlemsel test için tutulmadan altı ay önce konumları hassas bir şekilde ölçülebilen bazı yıldızlar seçildi. Tutulma günü ise aynı yıldızların konumlarında göreliliğin bir sapma olup olmadığı incelendi. Hesaplanan sapma, genel göreliliğin önerdiği sapma değeri olan 1,75 yay saniyesine %20 yakınlıkla bulundu. Kütleçekimi ne-

2

Kütleçekimi Nedeniyle Işığın Kırmızıya Kayması

Kırmızıya kayma veya maviye kayma kavramları aslında günlük yaşamdan aşına olduğumuz bazı olaylarla kolaylıkla açıklanabilir. Size doğru yaklaşan bir tren veya ambulansın sesinin şiddeti, araç size yaklaştıkça artarken araç sizden uzaklaştıkça azalır. Bu artış ve azalış olayını enerjideki artış veya azalış gibi düşünebiliriz. Uzay-zaman örtüsünde yol alan (veya hareketli bir cisimden saçılan) ışığın başına da aynı şey gelir.

Kütlenin uzay-zaman örtüsünde bir nevi çukur oluşturduğunu hatırlayalım. Bu çukura, literatürde de kullanılan adıyla, potansiyel çukuru diyelim. Genel görelilik, kütleçekim kuvvetinin yoğun olduğu (yani potansiyel çukurunun nispeten daha derin olduğu) bir yerden çıkan ışık demetinin (veya fotonların) dalga boyunun artacağını söyler. Yani, kütleçekimi nedeniyle oluşan potansiyel çukuruna giren ışık oradan çıkmak için enerji harcamalıdır. Gerekli enerji, ışığın hızındaki düşüş ile değil (nitekim ışığın boşluktaki hızı sabittir) ışığın frekansındaki düşüşle sağlanır. Frekans düştükçe enerji de düşecektir.

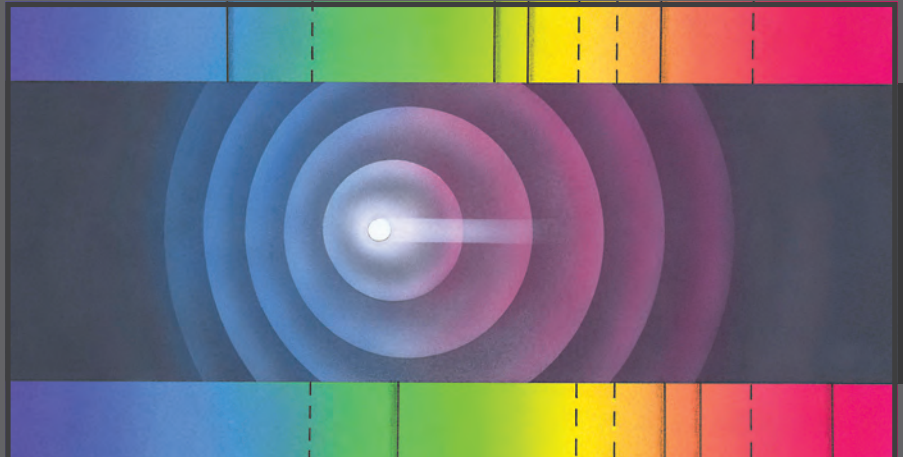
Enerji düştükçe dalga boyu artacaktır. Bir ışık demetinin dalga boyunun artması, ışığın renginin elektromanyetik tayfta kırmızıya doğru kayması demektir (uzaklaşan trenin sesinin şiddetinin giderek azalması gibi). Bu nedenle bu olaya kütleçekimi nedeniyle kırmızıya kayma (*gravitational redshift*) denir. Potansiyel çukuruna giren ışık demetini tekrar hatırlayalım. Işık demetini oluşturan fotonlar çukura girerken yokuş aşağı ineceği için enerji kazanır. Yani dalga boyunda bir azalma, bir başka deyişle frekansında yani enerjisinde bir artış olacaktır. Bu durumda maviye kayma dediğimiz olay meydana gelir.

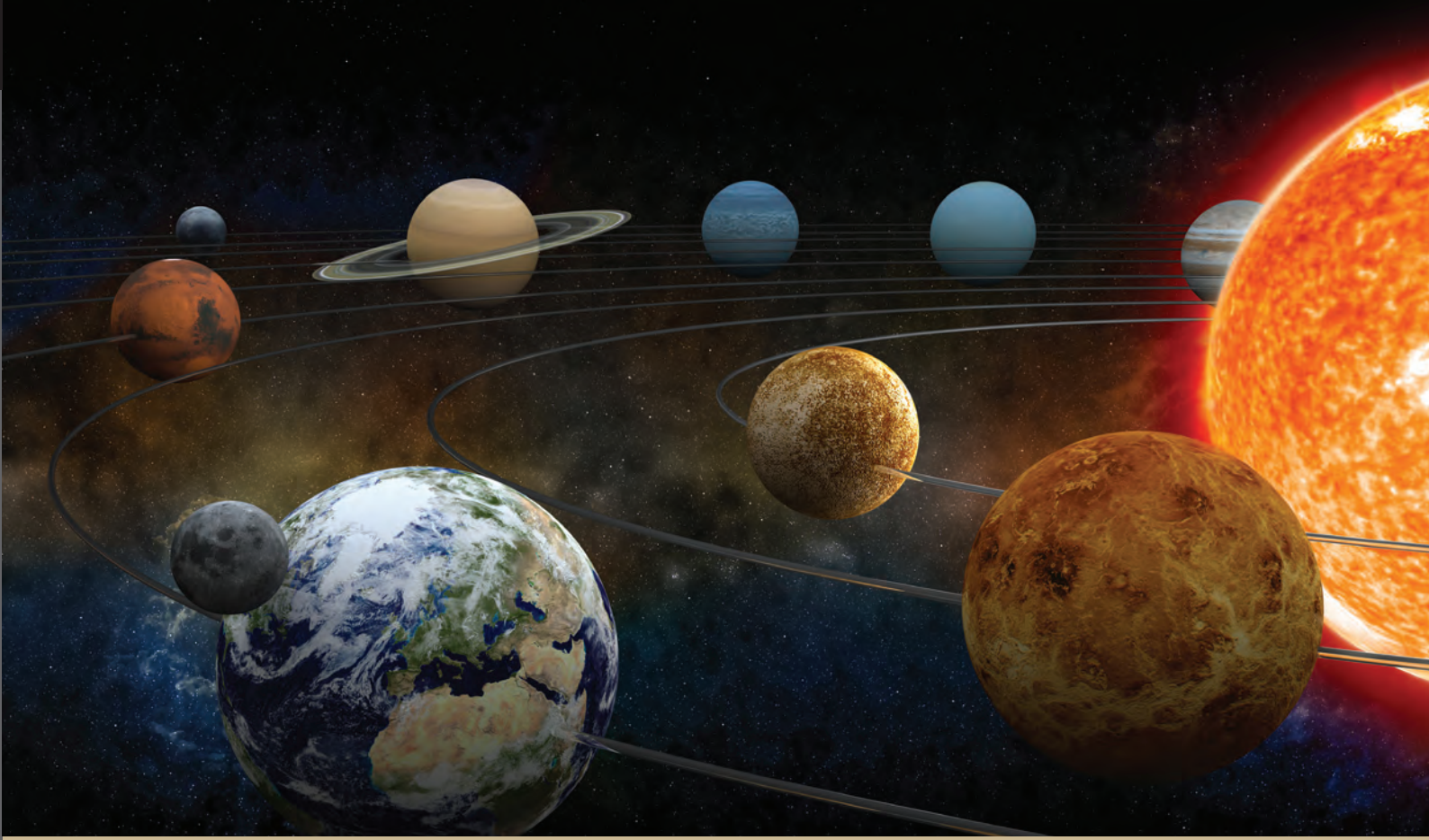
Elbette uzay-zaman örtüsü boyunca ilerleyen ışık demeti uzayın genişlemesi nedeniyle de kırmızıya kayabilir. Uzay-zaman örtüsünün genişlemesi nedeniyle ışıktaki meydana gelen bu değişim yakın evren için (kabaca 50 mega parsekten daha kısa mesafeler) pek önemli değildir ve bu etki ihmal edilebilir. Ancak evrende çok daha uzaklara baktıkça evrenin genişlemesini hesaba katmak gerekir.

Kütlenin varlığı nedeniyle oluşan kırmızıya veya maviye kayma etkilerini görebilmek için karadelikler gibi

çok güçlü kütleçekim alanına sahip cisimlere bakmak gerekir. Galaksimizin merkezindeki dört milyon Güneş kütlesine sahip süper kütleli karadelik etrafında dolanan bir yıldızın gözlemi sayesinde genel görelilik teorisinin doğruluğu bir kez daha kanıtlandı. Yıldız karadeliğe çok yakın olduğu için karadeliğin devasa çekim etkisi nedeniyle yıldızın ışığında kırmızıya kayma olması bekleniyordu. Yapılan çalışma bu kırmızıya kaymayı hassas ölçümlerle belirleyebildi.

Bu yöntemi kullanarak yapılan en eski testlerden biri Pound – Rebka testi olarak bilinir. Robert Pound ve onun yüksek lisans öğrencisi Glen A. Rebka, Jr. 1959 yılında Harvard Üniversitesine bağlı Jefferson Laboratuvarında isimleriyle anılan bu deneyi gerçekleştirdiler. Deneyde 22 metrelik bir kulenin tepesindeki bir kaynaktan zemindeki alıcıya gama ışınları gönderildi ve bu sayede Dünya'nın kütleçekim merkezine doğru yaklaştıkça gama ışınının enerjisinde bir değişim olup olmadığı test edildi. Einstein'ın genel görelilik teorisine göre foton (potansiyel çukuruna giren ışık demetini hatırlayın) enerji kazanmalıydı. Pound – Rebka deneyinde de tam olarak bu gözlemlendi.





3

Merkür'ün Tuhaf Yörüngesi

Merkür ile Güneş arasında ortalama 58 milyon km bulunur. Merkür Güneş'e en yakın gezegen olduğu için Güneş'in devasa kütesinin büküğü uzay-zaman örtüsünden en çok o etkilenir. Benzer biçimde, okyanustaki bir hortumun merkezine en yakın teknenin hortumdan zarar görme ihtimali en yüksektir. Bu yüzden hortumun merkezine çekilip denizin dibini boylamamak için diğerlerinden daha hızlı bir şekilde hareket etmelidir. Einstein

Güneş'in uzay-zaman örtüsüne etkisinin Merkür'ün yörüngesinde ölçülebilir bir düzensizliğe neden olup olmadığını merak etmişti.

Merkür Güneş Sistemi'nde en basık yörüngeye sahip gezegendir. Bir başka deyişle, Güneş'e en yakın olduğu mesafe ile en uzak olduğu mesafe arasındaki fark diğer gezegenlere kıyasla en büyüktür. Güneş etrafında dolanan her bir gezegenin de bir diğerine etkisi söz konusudur. Diğer gezegenlerin toplam kütleçekim etkisi nedeniyle Merkür'ün enberi noktası (Güneş'e en yakın olduğu nokta) belli bir periyotla kayma gösterir. Newton'un kütleçekim yasasına göre, diğer gezegenlerin kütleçekim etkileri nedeniyle Merkür'ün Güneş etrafındaki yörüngesi, yaklaşık 20.000 yılda bir devinim (salınım) gösterir. Bunun sonucu olarak, enberi anlarında

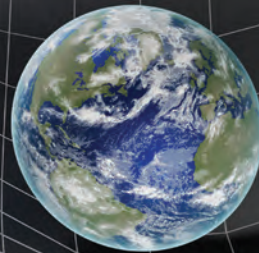
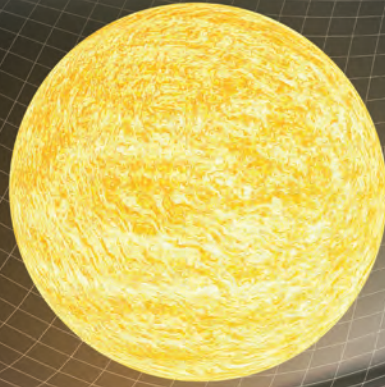
Güneş - Merkür doğrultusu uzayda her zaman aynı noktayı işaret etmez. Newton'un kütleçekim yasası ile bu kayma hesaplanabilir: Yüz yılda 531 yay saniyesi. Ancak genel görelilik teorisi ile Merkür'ün yörüngesinde gözlenen garipliğin nedeni daha net bir şekilde anlaşıldı. Aslında yapılan hesaplarda gezegenlerden kaynaklanması gereken enberi noktasının sapması ile hesaplanan enberi noktasının sapması arasında 43 yay saniyelik bir fark olduğu görülmüş, bu farka neden olan şeyin başka bir gezegenin varlığı olduğu düşünülmüştü. Hatta bu gezegene Vulcan ismi bile verilmişti! Sonradan bunun nedeninin Güneş'in devasa kütesi nedeniyle bükülen uzay-zaman örtüsü olduğu anlaşıldı. Merkür Güneş'e en yakın gezegen olduğu için bu bükülmeden en çok o etkileniyordu.

4

Yüksek Kütleçekim Alanında İlerleyen Işıktaki Gecikme

Astrofizikçi Irwin Ira Shapiro, genel göreliliğin dördüncü testi olarak bilinen bir başka test önerdi. Shapiro, 1964 yılındaki çalışmasında, gezegenlere gönderilip geri gelen radyo sinyallerinde görelî bir zaman gecikmesi olacağını tahmin etti. Buna Shapiro gecikmesi de denir. Örneğin, Dünya'dan bakış açınıza göre Güneş doğrultusunda ve Dünya'nın yörüngesindeki konumunun tam zıttı bir doğrultuda yer alan bir gezegeni ele alalım. O gezegene gönderdiğiniz radyo sinyali gezegenden yansıyıp alıcınıza gelmeden önce Güneş'in büktüğü uzay-zaman çukurundan, yani bükülmüş uzay-zaman örtüsünden geçmek zorunda kalacaktır. Bu nedenle, Dünya ile gözlenen cisim arasında Güneş'in olmadığı bir du-

ruma (yani iki cisim arasında uzay-zaman örtüsünü ciddi derecede bükken bir yıldızın olmadığı duruma) kıyasla radyo dalgası görece daha fazla yol almak zorunda kalacaktır. Bu da gelen sinyalde bir gecikmeye neden olacaktır. Bir başka deyişle, aralarında kuş uçuşu 100 km mesafe bulunan iki şehir arasında seyahat ederken düz bir yolu takip etmekle, engebeli ve inişli-çıkışlı bir yoldan gitmek arasında bir zaman farkı olacaktır. Bu şekilde yapılan deneylerle genel göreliliğin önerdiği gibi gelen sinyalde birkaç yüz mikro saniyelik bir gecikme olduğu saptandı. Benzer bir çalışma, Mars'a gönderilen Viking uyduları sayesinde de yapıldı ve %0,2 hassasiyetle genel göreliliğin öngördüğü zaman gecikmesi elde edildi.



5

Uzay-Zaman Dalgalanması

Einstein'ın yüz yıl önce varlığını ortaya attığı ve yıllardır belirlenmeye çalışılan uzay-zaman dalgaları ilk kez 14 Eylül 2015 tarihinde belirlendi. Eğer uzay-zaman bükülebilecek kadar esnek bir yapıya sahipse aynı zamanda dalgalanabilmeliydi de! El ele vermiş ve birbirini etrafında dönen iki kişi de uzay-zaman örtüsünde dalgalanmalar oluşturur ancak o dalgaları pratikte belirle-

mek neredeyse imkânsızdır. Diğer yandan, nötron yıldızı veya karadelikler gibi daha yoğun ve daha büyük kütleli cisimlerin etkileşmesi / birleşmesi / çarpışması söz konusu olduğunda onların oluşturduğu uzay-zaman dalgalanmasını belirlemek kolaylaşır.

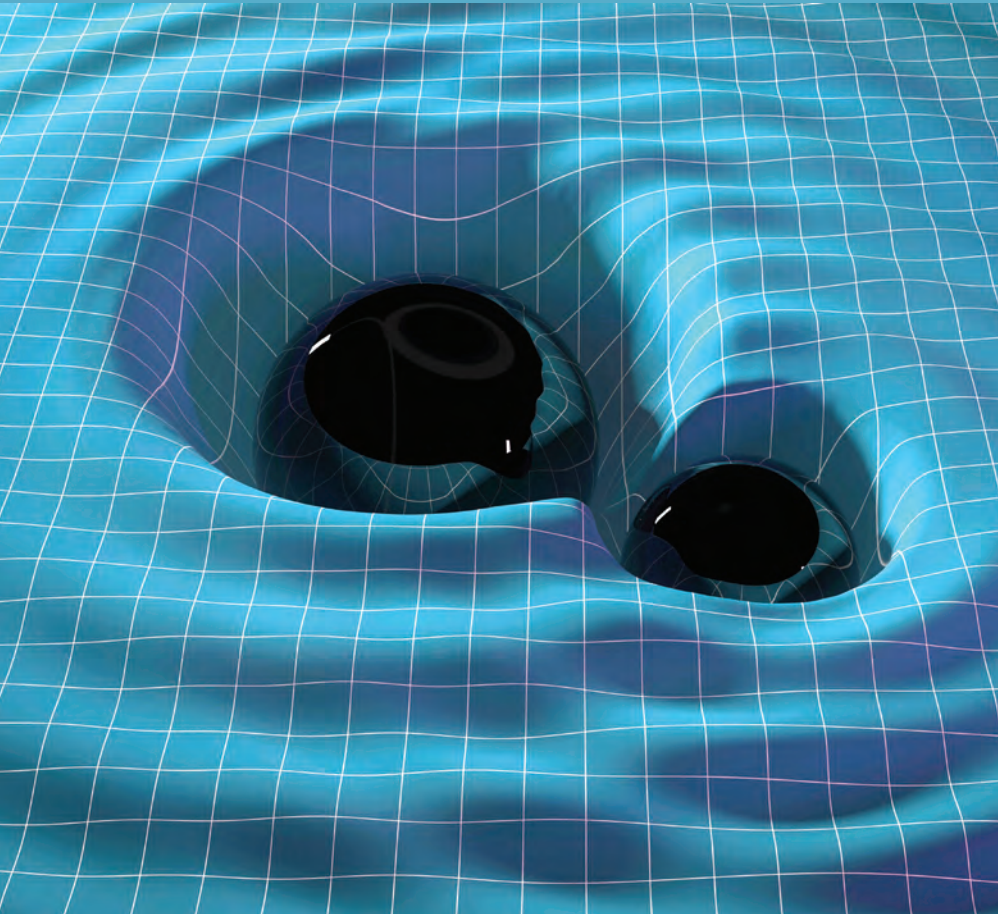
Bir su birikintisine taş attığınızı düşünün. Attığınız taşın büyüklüğüne ve suya çarpış şiddetine göre oluşan dalgaların şiddeti de değişim gösterecektir. Dalgalar su birikintisinin kenarına doğru ilerledikçe dalgaların şiddetinin azaldığını gözlersiniz. Uzay-zaman dalgalarının oluşmasına neden olan olay ve dalgaların yayılım şekli de buna benzetilebilir. Evrenin çok uzak bir noktasındaki bir olay nedeniyle ortaya

çıkan uzay-zaman dalgalanmasının milyarlarca ışık yılı yolculuktan sonra Dünya'daki alıcılarımız tarafından belirlenebilir düzeyde olması için uzay-zaman dalgalanmasına neden olan olayın yeterince şiddetli olması gerekir.

Einstein, eğer iki devasa kütle birbirini etrafında hızlı bir şekilde döneüyorsa uzay-zaman dalgalanmasına neden olurlar ve birleşirlerse/ çarpışırlarsa uzay-zaman örtüsünde çok şiddetli bir dalgalanma oluşabilir, demişti. Böyle bir uzay-zaman dalgalanmasının kaynağı şunlar olabilir:

- Çarpışan/birleşen nötron yıldızları
- Birleşen iki karadelik
- Beyaz cüce çiftleri
- Süpernova patlamaları
- Büyük Patlama (Big Bang)
- Kompakt yıldızların (nötron yıldızı gibi) karadelikler tarafından yakalanması

Kütleçekim etkisiyle birbirini etrafında dolanan bu tarz cisimler helezon çizerek gittikçe birbirine yaklaşırken uzay-zaman örtüsünde oluşan dalgalanmaların genliği de artar. Bu cisimler şiddetli bir şekilde birleştiğinde ise ortaya öyle muazzam bir enerji çıkar ki milyarlarca ışık yılı büyüklüğünde bir mesafeyi katedebilecek dalgalar oluşturabilir. 14 Eylül 2015 tarihinde belirlenen uzay-zaman dalgalanmasını meydana getiren iki karadeliğin birleşmesi olayında ortaya çıkan ışıının gücü 3×10^{56} erg/s değerine eşitti. Bu değer,



GW170817

Nötron Yıldız Çifti Birleşmesi

LIGO / Virgo uzay-zaman dalgalanması tespiti ve ilişkili elektromanyetik olaylar 70'in üzerinde gözlemevi tarafından gözlemlendi.

15:41:04 TSi

Bir çift nötron yıldızının birleşmesi sonucu oluşan uzay-zaman dalgalanması tespit edildi.



Uzay-zaman dalgalanması sinyali

Her biri bir şehir boyutunda fakat en azından Güneş kütlelerinde olan iki nötron yıldızı birbirleriyle çarpıştı.



GW170817 ilk kez uzay-zaman dalgalanmasını kullanarak evrenin genişleme hızını ölçmemizi sağladı.



Nötron yıldızlarının birleşmesi sonucu oluşan uzay-zaman dalgalanmasının belirlenmesi bu sıra dışı cisimlerin yapısı hakkında daha fazla bilgiye ulaşmamızı sağlar.



Bu olay nötron yıldızı çarpışmalarının kısa gama ışını patlamalarına neden olduğunu doğrular.



Bu kilonova olayının gözlenmesi evrende bulunan altın gibi ağır elementlerin çoğunluğunun nötron yıldızı birleşmesi sonucu oluşmuş olabileceğini gösterdi.



Hem elektromanyetik hem de uzay-zaman dalgalarının keşfedilmesi uzay-zaman dalgalarının da ışık hızında yayıldığını gösteren önemli bir kanıt sunar.



Uzaklık: 130 milyon ışık yılı



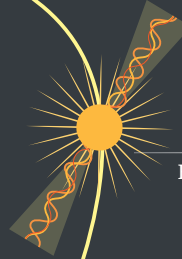
Keşif Tarihi: 17 Ağustos 2017



Tip: Nötron yıldız birleşmesi

Gama ışın patlaması

Kısa gama ışın patlaması birleşmeden hemen sonra oluşan yoğun bir gama ışın radyasyonudur.



+2 saniye

Bir gama ışını patlaması belirlendi.

+10 saat 52 dakika

Suyılanı Takımyıldızı'nda NGC 4993 isimli bir galakside yeni parlak bir görsel ışık kaynağı keşfedildi.

+11 saat 36 dakika

Kızılötesi ışınım gözlemlendi.

+15 saat

Parlak morötesi ışınım belirlendi.

+9 gün

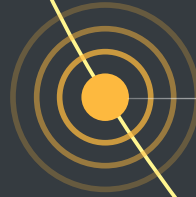
X ışını emisyonu belirlendi.

Kilonova

Bozunmaya uğrayan nötronca zengin materyal, altın ve platinyum gibi ağır elementler üreten, parlak bir kilonova yaratır.

Radyo artık

Materyal birleşme bölgesinden uzaklaşırken yıldızlar arası ortamda (yıldızlar arasındaki incecik materyal) bir şok dalgası oluşturur. Bu yıllarca sürebilecek bir emisyon meydana getirir.



+16 gün

Radyo ışınım belirlendi.

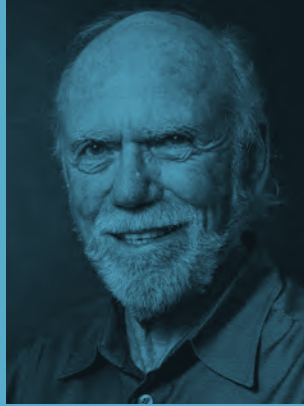
gözlenebilir evrendeki tüm yıldızların yüzeyinden saniyede uzaya salınan toplam ışınım gücünden daha fazladır! Büyük Patlama'dan sonra insanlığın tanımladığı en şiddetli olay bu gözlemle belirlenmiş oldu.

İlk uzay-zaman dalgalanması keşfini LIGO (Laser Interferometer Gravitational-Wave Observatory) adı verilen bir gözlemevi yaptı. LIGO'ya benzer gözlem araçlarının çalışma prensibi hakkında birkaç şey söyleyelim. LIGO birbirine dik iki tane kola sahip bir yapı. Eğer bu kollara bir uzay-zaman dalgalanması etki ederse kolların boyu uzayıp kısabilir. Ama inanılmaz derecede minik, atomik boyutlarda! İşte LIGO tam olarak bunu ölçtü. Uzay-zaman dalgalanması Dünya'ya yaklaşık bir atom çekirdeğinin boyutu kadar genişletip daralttı!

Evreni anlama çabamızda çığır açan bu keşfi olanaklı kılan Rainer Weiss, Barry C. Barish ve Kip S. Thorne 2017 yılı Nobel Fizik Ödülü'ne layık görüldüler. Bu keşifler sadece uzay-zaman dalgalanmasının varlığını ve dolayısıyla genel görelilik teorisinin geçerliliğini kanıtlamıyor. Aynı zamanda karadelikleri direkt olarak gözleyebilmemizi de sağlıyorlar. Bildiğiniz gibi karadeliklerden ışık bile kaçamadığı için onları doğrudan gözleyemeyiz. Ancak bir karadeliğin etrafında dolanan (veya içerisine düşen) bir gaz bulutu veya yıldız var ise karadeliğin varlığını dolaylı yoldan belirleyebiliriz. Örneğin içinde bulunduğumuz galaksi olan Samanyolu'nun mer-



Rainer Weiss



Barry C. Barish



Kip S. Thorne

kezindeki süper kütleli karadeliğin bu yolla keşfedildi. Ancak bu tarz keşifler için elektromanyetik tayfın belli bölgelerinde (görülebilir ışın, x ışını ve gama ışını gibi) ışınım almak gerekir. Uzay-zaman dalgalanması ise farklı olarak uzay-zaman örtüsündeki fiziksel dalgaların belirlenmesi prensibine dayanıyor. Artık evreni incelemenin yepyeni bir yoluna sahibiz!

6

Karadeliğin “Fotoğrafı”

Yirminci yüzyılın başlarında evreni ve onun içindeki yerimizi hiç anlamadığı kadar iyi anlamaya başladık. O günden bugüne yapılan en önemli bilimsel çalışmalardan biri de hiç şüphe yok ki bir karadeliğin “fotoğrafının” elde edildiği çalışmadır. Bizden 55 milyon ışık yılı ötede yer alan (1 ışık yılı yaklaşık 9,5 trilyon kilometredir) M87 galaksisinin merkezindeki süper kütleli karadeliğin etrafında yüksek hızda dolanan karbon monoksit gazının görüntüsü elde edildi. Her ne kadar M87'nin merkezinde yer alan karadeliğin 6,5 milyar Güneş kütlesine sahip olsa da bulunduğu mesafe dikkate alındığında açısız olarak çok küçük bir alan kaplıyor. O kadar küçük bir alan ki onu görmeye çalışmak âdeta bizden 4000 km ötedeki bir madeni paraya bakmakla eşdeğer. Bu derece yüksek bir çözünürlüğe erişmek sadece bir teleskop ile imkânsızdır. Dolayısıyla, bu proje için Dünya'nın birçok yerinde konuşlanmış milimetre dalga boyuna özgü teleskoplar kullanıldı. Bu teleskoplar âdeta bir teleskop dizisi gibi davranırdı ve senkronize ölçümler aldı. Bu teleskop dizisine *Olay Ufku Teleskobu* (EHT - Event Horizon Telescope) adı verildi. Elde edilen görüntüler

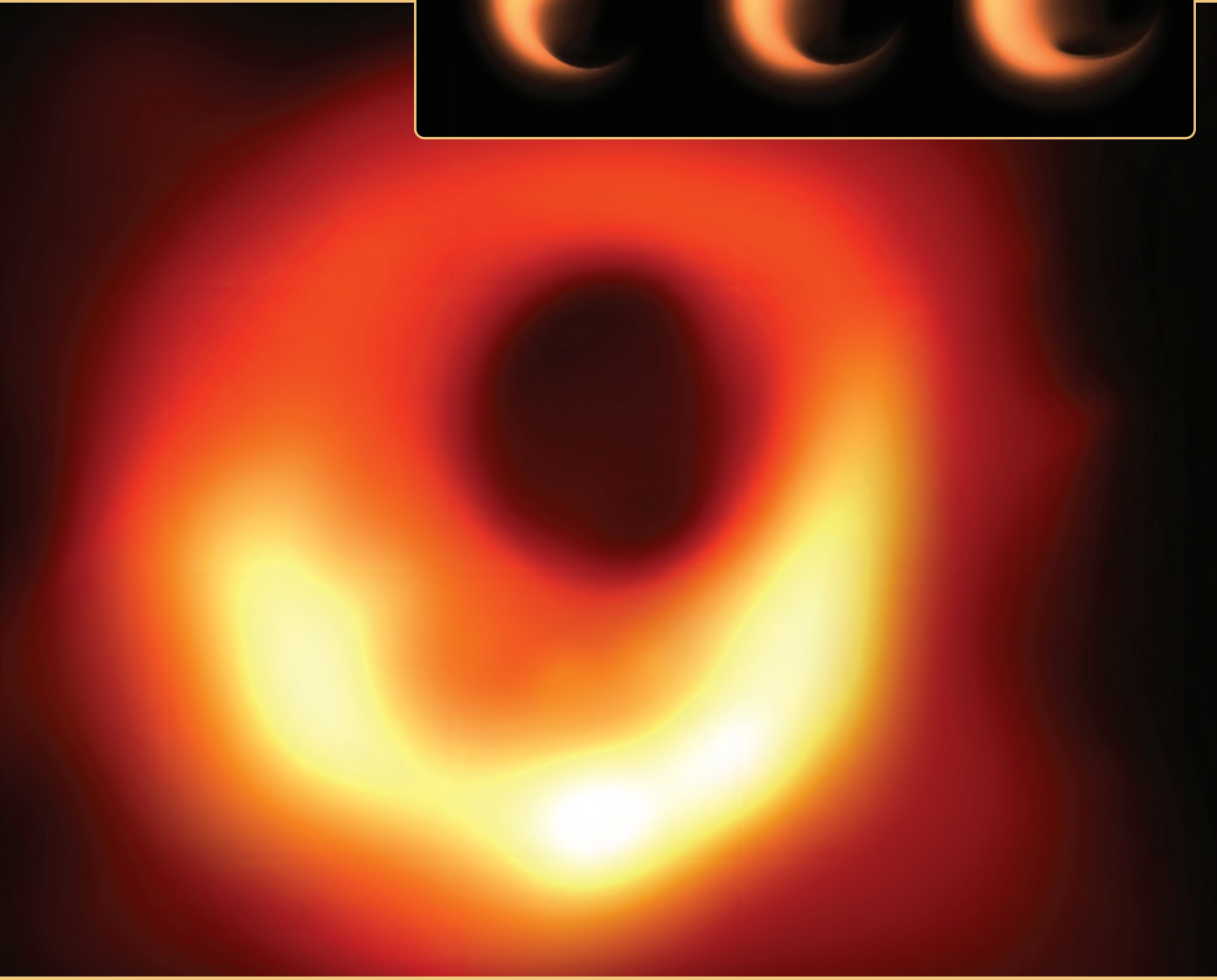
interferometri denilen bir teknik ile birleştirilerek 10.000 km çapında tek bir teleskop ile gözlem yapılmış gibi veri elde edilebildi.

Teleskop dizileri, çapları nispeten küçük ancak sayıca fazla teleskoptan oluşan sistemlerdir. Teleskobun apı büyüdükçe çözünürlüğü artar. Bu sayede daha uzaktaki cisimler daha detaylı bir şekilde gözlenebilir. Ancak çok büyük çaplı tek bir teleskop yapmak hem pahalıdır hem de mühendislik anlamında çok

zordur. Bu nedenle, bazen gözlemler için nispeten daha küçük çok sayıda anten dizileri kullanılır. Karadeliğın evresinin en detaylı görüntüsü bu sayede elde edildi.

Elde edilen görüntü genel göreliliğın önerdiği bir resmi ortaya çıkarı. Genel görelilik teorisine göre, karadeliğın yakın çevresindeki uzay-

zaman örtüsünün yüksek derecede bükülmesi nedeniyle, karadeliğın etrafında parlak foton halkasıyla çevrelenmiş siyah bir gölge oluşmalı. *EHT* ile yapılan gözlemler sayesinde “karadeliğın gölgesi” belirlendi. Bu sayede karadeliklerin varlığının ve dolayısıyla genel göreliliğın doğruluğının gözlemsel bir testi daha başarılı bir şekilde yapılmış oldu.



7

Kütleçekimi Nedeniyle Zamandaki Uzama (Gravitational Time Dilation)

Güçlü kütleçekimden kaynaklanan zamandaki uzama (veya genişleme) özel görelilikteki hız nedeniyle oluşan zamandaki uzamadan farklıdır. 1971 yılında J. C. Hafele ve R. E. Keating tarafından yapılan deney hem özel hem de genel görelilik teorisinin doğruluğunun bir testi niteliğini taşıyordu. Deney, iki uçağa yerleştirilen ikişer adet sezyum atomik saatinin doğu ve batı yönünde Dünya'nın etrafında tur atması ile gerçekleştirildi. Saatler Dünya etrafında tur attıktan sonra Washington'da bulunan referans saatler ile karşılaştırıldı. Görelilik teorisine göre uçak doğu yönünde giderken yaklaşık 40 nano saniye zaman kaybetmeliyken, batı yönünde hareket ederken 275 nano saniye zaman kazanmalıydı. Deney sonucu elde edilen değerler hata payları içinde teorisinin öngördüğü değerler ile uyuyordu. Doğu yönünde hareket eden saat 59 ± 10 nano saniye zaman kaybederken, batı yönünde hareket eden saat 273 ± 7 nano saniye zaman kazanmıştı.

Doğu yönünde giden uçak Dünya'nın kendi eksenini etrafında dönüşü yönünde (batıdan doğuya doğru), batı yönünde giden uçak ise Dünya'nın dönüşünün aksi istikamette gidiyordu. Washington'da bulunan referans saatler ise Dünya'nın dönme hızında hareket ediyordu. Bu nedenle doğuya doğru giden uçağın içindeki saatler Washington'da bulunan referans saatlere kıyasla daha hızlı, batı yönünde giden uçaktaki saatler ise referans saatlere kıyasla daha yavaş hareket ediyordu.

Uçaklar bu iki yönde ilerlerken oluşan zaman farklarının eşit olmasının nedeni, sadece Dünya'nın dönüş hızı değil, uçakların yer yüzeyinden yani Dünya'nın kütleçekim merkezinden olan uzaklığıdır. Washington'da bulunan saatler uçakla yolculuk yapan ve yerden

belli bir yükseklikte bulunan saatlere kıyasla yerin ağırlık merkezine daha yakındır. Yer yüzeyinde bekleyen saatler yer çekimi ivmesini hissederken ($1g$ yani $9,8 \text{ m/s}^2$), uçaktaki saatler minik de olsa daha az yer çekim ivmesine maruz kalır. Yani kütleçekim alanındaki yükseklik de zamanı etkiler.

Dolayısıyla, bu deneyde zamana etki eden iki faktör vardır: kinematik (hıza bağlı) ve kütleçekimsel (kütleyle bağlı) etki. Günümüzde, uçaklardan daha hızlı bir şekilde Dünya etrafında dolanan ve uçaklara kıyasla potansiyel çukurunda daha yüksekte bulunan (yer yüzeyinden ortalama 20.000 km yukarıda) GPS uyduları Hafele ve Keating deneyinin doğal ve daha duyarlı bir uygulaması hâline geldi.





8

Pulsar Zamanlama Yöntemi (Pulsar Timing)

Pulsarlar hızla dönen nötron yıldızlarıdır. Nötron yıldızları Güneş'ten çok daha büyük kütleli yıldızların şiddetli bir patlama sonrası bıraktıkları yıldız kalıntılarıdır. Nötron yıldızlarının çapı sadece bir kasaba büyüklüğünde olsa da kütlesi yıldızımız Güneş'ten daha büyüktür.

Pulsarlar çok hızlı döndükleri için çok güçlü manyetik alan oluştururlar. Bunun sonucunda kutuplarından güçlü elektromanyetik radyasyon yayarlar. Bir pulsar tarafından

üretilen radyo sinyalleri çok düzenli değişim gösterir. Bir atomik saatten bile daha hassas olabilirler. Pulsarlar ilk kez 1967 yılında Jocelyn Bell Burnell tarafından keşfedildi. Ancak o dönemde bir doktora öğrencisi olan Burnell değil, projeyi beraber yürüttüğü danışmanı Anthony Hewish bu keşif nedeniyle 1974 yılında Nobel Fizik Ödülü'ne layık görüldü.

Pulsarlar sahip oldukları yüksek kütleçekim alanı nedeniyle genel göreliliği birçok yönden test

etmeye olanak tanır. Kütleçekimsel kırmızıya kayma, uzay-zaman dalgalanması, kütleçekimi nedeniyle zamandaki genişleme ve Shapiro gecikmesi pulsarlar sayesinde test edilebilir.

1974 yılında PSR 1913+16 isimli ilk pulsar çifti o dönem doktora öğrencisi olan Russell Alan Hulse ve onun danışmanı Joseph H. Taylor tarafından keşfedildi. Hulse keşfettikleri pulsarın sinyalinin daha duyarlı bir şekilde elde etmeye çalışırken veride bir gariplik olduğunu fark etti. Bu garipliği daha detaylı bir şekilde incelemeye devam edince, bu pulsarın aslında bir pulsar çiftinin üyesi olduğunu anladı. İlk kez keşfedilen bu pulsar çifti Hulse ve Taylor'a 1993 yılında Nobel Fizik Ödülü'nü getirdi. Pulsar çiftleri birbirine ve bulundukları uzay-zaman örtüsüne uyguladıkları şiddetli kütleçekim etkisi nedeniyle genel görelilik teorisinin işaret ettiği yukarıda açıklanan fenomenlerin daha kolay test edilmesine olanak tanır.

Pulsar zamanlama yönteminin amacı, zamana bağlı olarak pulsar için bir zonklama evresi modeli oluşturmaktır. Bu sayede ölçüm aletlerimize ulaşacak her pulsar sinyalinin varış zamanı iyi bir hassaslıkla tahmin edilebilir ve sinyalin yayılım doğrultusunda başka bir etki varsa belirlenebilir. Örneğin, eğer pulsar ile Dünya arasında bir uzay-zaman dalgalanması varsa, bu dalga pulsar sinyalinde kırmızıya veya maviye kaymaya

neden olabilir. Sadece bir pulsarın gözlemi ile böyle bir kaymanın varlığı direkt olarak uzay-zaman dalgalanmasına bağlanamayabilir. Bu nedenle bir dizi pulsarın gözlemi yapılırsa uzay-zaman dalgalanması her bir pulsarın sinyaline bir korelasyon ilişkisi ile etki edecektir. Bu sayede uzay-zaman dalgalanmasının varlığı, dolayısıyla genel görelilik teorisinin doğruluğu test edilebilir.

Yukarıda açıklanan ve Güneş'in kütleçekim etkisi nedeniyle Merkür'ün yörüngesinde meydana gelen değişime benzer bir değişim, daha belirgin bir biçimde PSR 1913+16 pulsar çiftinde de gözlemlendi. Nitekim, ağırlık merkezi etrafında dolanan iki cisimden biri diğerinin yörüngesini etkileyecektir. Pulsarları kullanarak yapılan bu ve buna benzer birçok test genel görelilik teorisinin doğruluğunu başarılı bir şekilde kanıtladı. ■

Bu yazıya konu olan testler dışında yukarıda açıklanan fenomenleri test eden birçok başka çalışma da yapıldı ve yapılan her test genel göreliliğin ya da bir başka ifadeyle kütle-nin uzay-zaman örtüsüne etkisinin doğruluğunu kanıtladı.

Teoriler sürekli test edilir. Hem teorik hem de teknolojik gelişmeler testlerin daha hassas yapılmasına ve söz konusu teorisinin daha iyi bir şekilde, yani daha küçük hata payı ile test edilmesine olanak tanır. Durmaksızın ilerleyen bilim ve teknoloji bize gösteriyor ki şu an testi mümkün olmayan birçok başka teori de gelecekte test edilebilecek.

Kaynaklar

- https://www.relativitycalculator.com/pdfs/einstein_1916_general_relativity_paper.pdf
- <https://journals.aps.org/prl/abstract/10.1103/PhysRevLett.3.439>
- <https://eclipse1919.org/index.php/the-expeditions>
- <https://journals.aps.org/prl/abstract/10.1103/PhysRevLett.13.789>
- <http://cdsads.u-strasbg.fr/abs/1979ApJ...234L.219R>
- <https://science.sciencemag.org/content/365/6454/664>
- <https://science.sciencemag.org/content/177/4044/166>
- Isaac Newton, *Principia*, 1687

Ülkemizde Geliştirilen

İlk Elektrikli Lokomotifimiz “E1000”

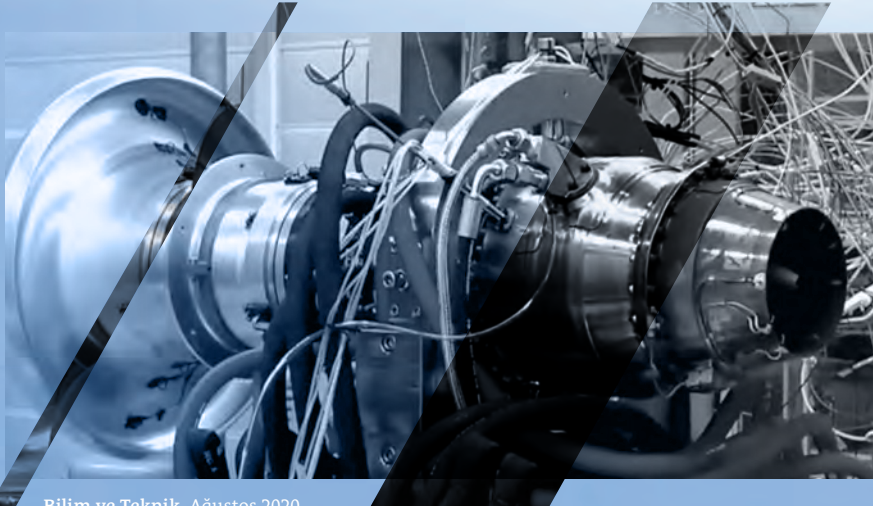
Türkiye'nin ilk yerli ve millî elektrikli treni, işletim sırasında oluşabilecek darbelere ya da kazalara karşı savunma sağlayabilecek dayanıklılıkla alüminyum bir gövdeye sahip.

T.C. Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığının önderliğinde Türkiye Cumhuriyeti Devlet Demiryolları, Türkiye Vagon Sanayii Anonim Şirketi ve ASELSAN iş birliği ile geliştirilen ilk elektrikli trenimizin 2023 yılından itibaren Avrupa Birliği ülkelerine ihraç edilmesi planlanıyor.

Hem tasarımı hem de teknik altyapısı güncel teknoloji ile geliştirilen trenin aydınlatmasında LED ışıklandırma sistemi kullanılıyor. Treninin dış kapıları ise elektrik gücüyle açılıp kapanacak şekilde elektromekanik olarak tasarlandı. Trenin hızlanma, yavaşlama, durma, kapı kontrolü, yolcu geçişleri ve ışıklandırma gibi işlevlerinin yönetildiği tren kontrol ve izleme sistemi ile trenin güç ünitesinin de yer aldığı mekanik zincir sistemine ait donanım, yazılım ve algoritma ise ASELSAN tarafından geliştirildi. Tren saatte 200 km hıza kadar ulaşabiliyor.

Yolcu güvenliği ve konforu ön planda tutulan tren, engelli yolcular için tasarlanan özel koltuklar da dâhil olmak üzere toplam 324 yolcu kapasitesine sahip.

Üretimi tamamlanan prototip tren setinde %60 yerlilik oranına ulaşılsa da seri üretimde bu oranın %80'e çıkarılması hedefleniyor. Fabrika test aşamasında olan trenin yol testlerinin de başarıyla tamamlaması durumunda 2020 yılı sonunda raylara inmesi planlanıyor.



Orta Menzilli İlk Yerli Füze Motoru

Yerli ve Millî Teknolojiler



Türkiye'nin orta menzilli ilk yerli füze motoru TEI-TJ300 Eskişehir'de başarıyla test edildi. TÜBİTAK, TEI ve Roketsan'ın iş birliğiyle üretilen "Türkiye'nin ilk Orta Menzil Gemi Savar (OMGS) hava solumalı füze motoru" TEI-TJ300, dar bir çapta 1300 Newton itki üretebiliyor.

Milli tasarım füze motoru, 5 bin fitlik irtifada ses hızının yüzde 90'ına varan yüksek hızlarda çalışabilme özelliğine sahip. Sistem, saniyeler içinde yeterli itkiye ulaşacak şekilde geliştirildi. Milli tasarım füze motorunun marşa (başlatıcı sistem) ihtiyaç olmadan kanat altı

rüzgârı ile çalışma özelliği de mevcut. Füze motoru, boyutlarındaki zorlayıcı kısıtlar nedeniyle hava, deniz ve kara savunma sistemlerine uyacak şekilde tasarlandı.

En Hafif ve Katlanabilir Mayın Dedektörü: OZAN

T.C. Cumhurbaşkanlığı Savunma Sanayii Başkanlığı tarafından projelendirilen ve Türk Silahlı Kuvvetleri için tasarlanan katlanabilir mayın dedektörü OZAN, TÜBİTAK Bilişim ve Bilgi Güvenliği İleri Teknolojiler Araştırma Merkezinde (BİLGEM) geliştirildi.

%100 yerli tasarımıyla geliştirilen OZAN'ın kütlesi sadece 1480 gram. Bu hâliyle dünyanın en hafif mayın dedektörü olan OZAN, güvenlik güçlerine uzun süreli görevlerde taşıma kolaylığı sağlıyor. Hızlı kurulumu, hafif ve ergonomik (katlanabilir olması) tasarımı ve kullanımının hayli kolay olması sayesinde OZAN, güvenlik güçlerinin mayın/EYP (el yapımı patlayıcı) aramasını hızlı, kolay ve yüksek doğrulukla yapabilmesine imkân tanıyor.

Yanlış alarm seviyesi hayli düşük olan OZAN hedef tespiti sırasında sesli, görsel ve titreşimli olmak üzere üç farklı uyarı veriyor. Üzerindeki LCD ekranı sayesinde tespit edilen hedefin metal yoğunluğu görülebiliyor. Çalışma süresi 8 saat ve üzeri olan katlanabilir mayın dedektörü OZAN, 15 saniyeden daha kısa bir sürede kurulabiliyor.

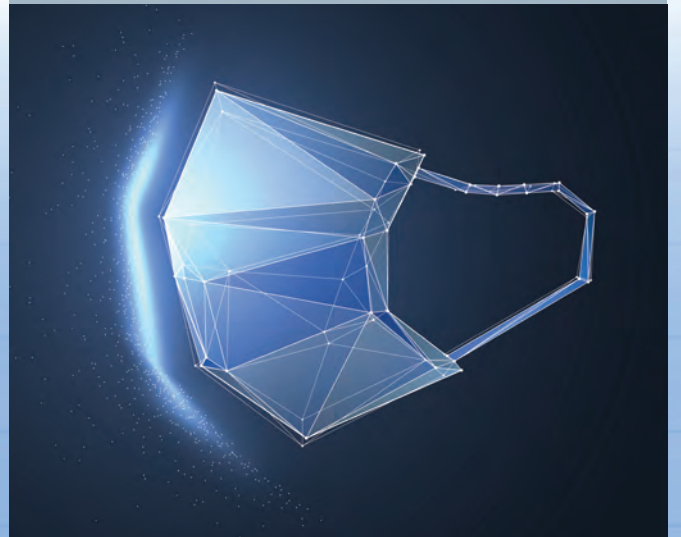


Nanofiber Maske Filtresi

Koronavirüse karşı alınabilecek en önemli tedbirlerden biri maske kullanımı. Özellikle COVID-19 hastalarının tedavi süreçleriyle yakından ilgilenen sağlık çalışanları için yüksek koruyucu filtreler sahip N95-N99/FFP2-FFP3 maskelerin kullanılması oldukça önemli.

N95-N99/FFP2-FFP3 maskelerin, parçacıkların geçirgenliğini engelleyen nanofiber (saç teline binde biri kalınlığında çok ince lif benzeri yapılar) filtreleri TÜBİTAK Marmara Araştırma Merkezi Malzeme Enstitüsü tarafından üretildi.

Hâlihazırda kullanılan filtreler göre daha ince ve hafif bir malzemeye üretilen yerli maske filtreleri, yüksek sızdırmazlığa sahip olmasının yanı sıra kullanıcıya rahat solunum alıp verme imkânı da sağlıyor. Üretilen yerli filtrelerle maske üretiminde dışa bağımlılığın azaltılması ve maskeye olan talebin hızlı bir şekilde karşılanması planlanıyor. ■



Ayın Sorusu

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

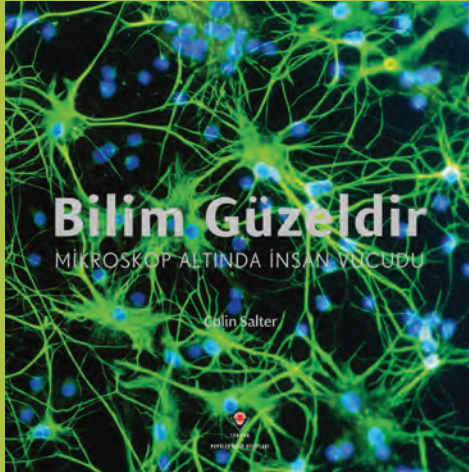
Bilkent Üniversitesi Fen Fakültesi
Matematik Bölümü

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:

Bilim Güzeldir

Mikroskop Altında İnsan Vücudu



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 Tozu Miktarı



(Matematik)

40 haraminin her birinde içinde bir miktar altın tozu olan birer kese bulunuyor. Haramiler Ali Baba'dan keselerdeki altın tozu miktarlarını eşitlemesini istiyorlar. Bunun için başlangıçta Ali Baba'nın bir N pozitif tam sayı seçmesi gerekiyor. Bundan sonraki her işlemde Ali Baba en fazla N tane keseyi seçip bu keselerdeki toplam altın tozu miktarını aynı keselere eşit olarak dağıtabilecektir. Başlangıçta keselerdeki altın tozu miktarları ne kadar olursa olsun Ali Baba'nın sonlu sayıda işlem sonucunda toplam altın tozu miktarını eşit olarak 40 keseye bölüştürebilmeyi garantilemesi için başlangıçta seçmesi gereken N sayısı en az kaç olabilir?

Örnek olarak Ali Baba başlangıçta N sayısını 3 olarak belirlemiş olsun (bundan sonra N sayısı değişmiyor). Ali Baba bundan sonraki her işlemde $k = 2$ ya da $k = 3$ sayısını alıp k tane kese belirliyor ve bu k sayıda keselerdeki toplam altın tozu miktarını aynı k sayıda keseye eşit olarak dağıtıyor. Bir işlemden önce keselerdeki altın miktarları $6, 8, 13, a, b, \dots$ olsun. Bu durumda Ali Baba $k = 2$ alıp ilk iki keseyi seçerse bu işlemden sonra keselerdeki altın miktarları $7, 7, 13, a, b, \dots$ olacaktır. Aynı durumda Ali Baba $k = 3$ alıp ilk üç keseyi seçerse bu işlemden sonra keselerdeki altın miktarları $9, 9, 9, a, b, \dots$ olacaktır.



Kral Kobra

Dünyanın en uzun zehirli yılanı kral kobradır (*Ophiophagus hannah*). Zehri aynı zamanda çok etkilidir. Sokması durumunda, bulanık görme, baş dönmesi, uyuşukluk ve felç, devamında ise kalp durması ve solunumun durması gibi ölümcül etkiler görülür.

Vücutları genel olarak sarı, yeşil, kahverengi ve siyah renktedir. Sarımsı beyaz çapraz çizgileri de bulunur. Boyları 3-4 metre (en fazla 6 metre) kadar olur.



Herhangi bir tehdit durumunda vücutlarının ön kısmını yerden 1 metre kadar yükseltebilirler ve öylece beklerler ya da bazı durumlarda bu şekilde hızla hareket edebilirler. Saldırgan bir tür olmasına rağmen kral kobra tehdit hissetmedikçe insana saldırmaz. Diğer yılan türleri başlıca besinleridir. Bununla beraber, küçük memeliler ve kertenkeleleri de avlarlar. Yaklaşık 20 yıl yaşayabilirler. Yoğun ormanlıklar, orman açıklıkları, bambu çalılıkları, mangrov bataklıkları ve tarım alanları yakınları başlıca yaşam alanlarıdır. Hindistan'ın kuzey bölgeleri, Çin'in doğu ve güney bölgeleri, Malay Yarımadası, Endonezya ve Filipinler başlıca yayılış gösterdiği yerlerdir.

Asya'daki yılan oynatıcıların en çok tercih ettiği yılan türü kral kobralardır. İnsanlar tarafından sıklıkla avlanmaları ve yaşam alanlarının bozulması gibi nedenlerden dolayı soyları hassas derecede tehlike altındadır.

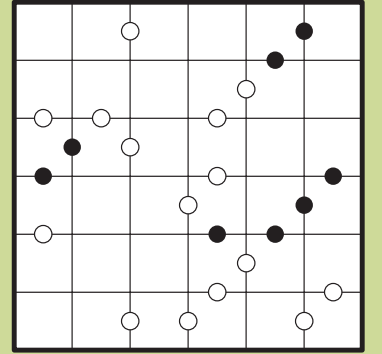
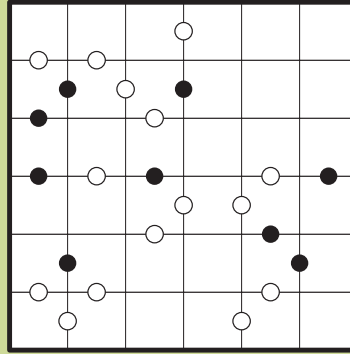
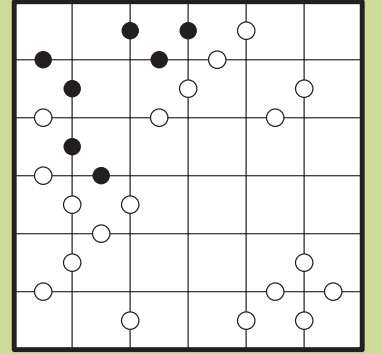
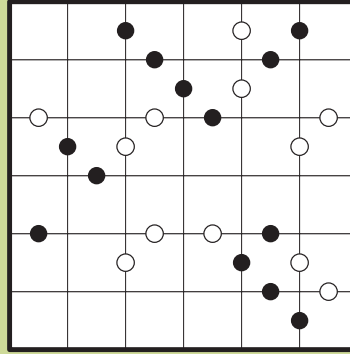
Düşünme Kulesi

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

Ayın Oyunu: **Kropki**

Kropki Oyununun Kuralları

Diyagramları 1'den 6'ya (örnekte 1'den 5'e) kadar rakamlar, her bir satır ve sütunda birer kere bulunacak şekilde doldurunuz. Eğer komşu iki rakam arasındaki farkın mutlak değeri 1 ise arada beyaz nokta vardır. Eğer iki komşu hücreden biri diğerinin yarısına eşitse arada siyah nokta vardır. 1 ve 2 arasındaki nokta iki renkte de olabilir. Bütün siyah ve beyaz noktalar diyagram üzerinde verilmiştir.



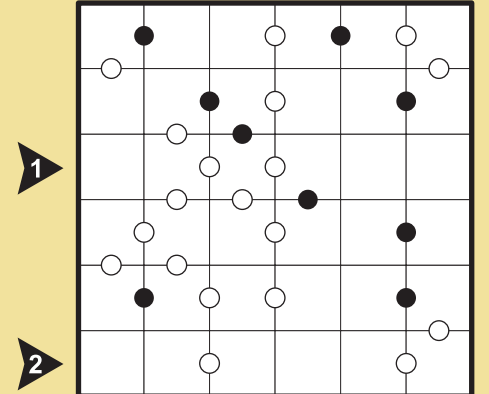
Kropki - Örnek Çözüm

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

Ödüllü soru

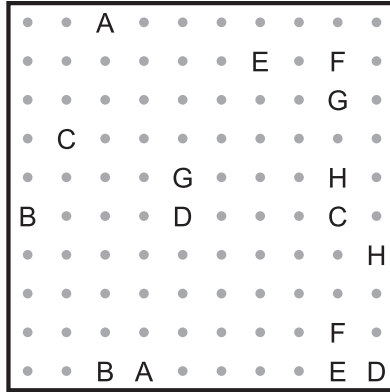
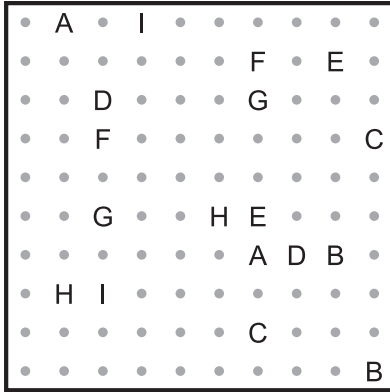
▼ Kropki sorusunu çözüp ok doğrultusundaki içeriği yazarak, ad, soyad ve adres bilgileri ile birlikte dusunme.kulesi@tubitak.gov.tr adresine gönderenler arasından çekilişle belirlenecek 10 kişiye TÜBİTAK Popüler Bilim Kitapları tarafından yayımlanmış *Gündelik Şeylerin Tasarımı* başlıklı kitap hediye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

www.bilimteknik.tubitak.gov.tr

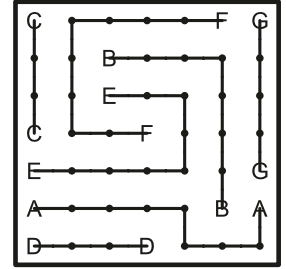


Ok doğrultusundaki içeriği yazın. Örnek çözümün ilk satırı 12534 şeklinde yazılmalıdır.

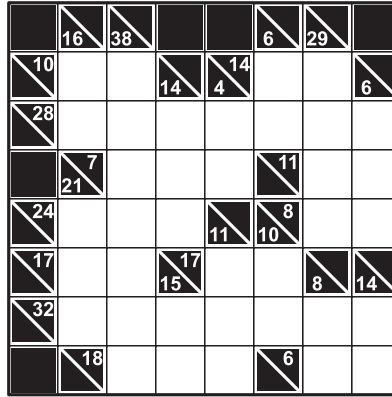
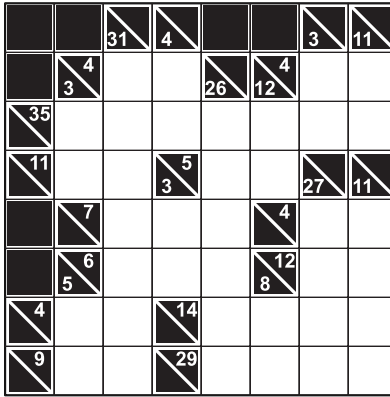
ABC Bağlamaca: Tüm noktaları kullanarak aynı harfleri birbirine bağlayın. Yalnızca yatay ve dikey çizgiler kullanın. Hiçbir bağlantı birbirini kesemez.



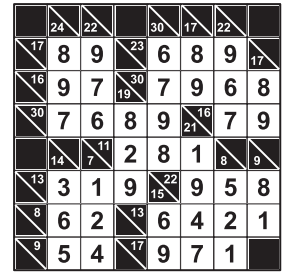
ABC Bağlamaca
Örnek Çözüm



Kakuro: Boş hücrelere 1'den 9'a rakamlar yerleştirilecek şekilde diyagramı doldurun. Çizgiyle bölünmüş karelerde çizginin altındaki sayılar altındaki, üstündeki sayılar sağındaki rakam gruplarının toplamını vermektedir. Bir toplamı oluşturan rakamlar birbirinden farklı olmalıdır.



Kakuro
Örnek Çözüm



Geçen Sayının Çözümleri

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

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

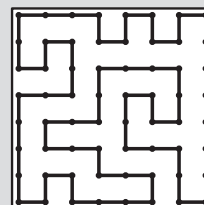
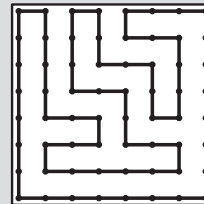
4	2	3	2
3	1	4	1
2	4	3	2
3	1	1	4
4	1	4	3
3	2	1	4

Ödüllü Soru:
Farklı Komşular

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

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

Farklı Komşular



Patika Oluşturma

3	0	1	5	0	0	0	6
0	3	5	5	6	4	3	2
6	2	2	2	5	5	3	4
3	1	4	4	3	2	1	6
1	6	6	0	3	2	5	3
4	2	6	4	4	1	5	4
1	1	0	2	5	1	6	0

1	1	1	3	3	3	3	6
6	2	2	0	5	4	6	2
3	1	5	1	2	1	0	0
6	0	6	0	0	5	2	5
6	4	4	4	3	0	4	6
5	4	1	5	5	4	4	6
2	0	1	3	2	5	3	2

Domino Avı

Satranç

Kıvanç Çefle [btsatranc@tubitak.gov.tr]

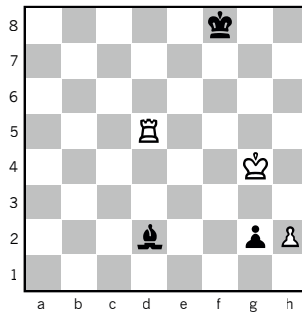
Aleksey Troitsky

Bu ismi duymayan var mı? Aleksey Alekseyevich Troitsky satranç tarihinin en büyük etütçülerinden biri, hatta bazılarına göre en büyüğü. Modern etütçülüğün kurucusu kabul edilen Troitsky, yalnızca bir öncü ya da kurucu değildir, etütleri bugün bile hâlâ satranççıları hayran bırakmaya devam ediyor. Nasıl ki Leonardo da Vinci'nin Mona Lisa'sı resimde, Beethoven'in Ay Işığı Sonatı müzikte klasik eserler arasında sayılıyorsa onun da birçok etüdü kompozisyon sanatının klasikleri arasında yer alır. Eminiz onun birçok etüdünü görür görmez bu ünlü yapıtlar gibi onları da tanıyanlarınız çıkacaktır. Peki, bu büyük etütçünün yaşam öyküsü hakkında neler biliyoruz?

Troitsky 1866 yılında Rusya'da, St. Petersburg'da doğdu. Daha bir öğrenci iken kardeşleriyle bir okul dergisinin editörlüğünü yaptı

ve mantık bilmeceleri kurmaya başladı. Ancak satrançla ciddi bir şekilde ilgilenmesi 1890'larda, üniversite yıllarında oldu. St. Petersburg Satranç Kulübünde handikaplı bir oyunda (rakibi bir atı olmadan oynuyordu) Mihail Çigorin'i yenerek dikkatleri üzerine çekti. Daha sonra Çigorin'le iyi arkadaş oldu. İlk etütlerini de bu yıllarda kurdu. Wilhelm Steinitz St. Petersburg'a geldiğinde ona bir etüdünü gösterdi ve bu etüdü Steinitz'e ithaf etti. Şimdi bu etüde bakalım (Diyagram 1):

Diyagram 1



Beyaz oynar, berabere kalır.

Siyahın vezir çıkması kaçınılmaz görünüyor. **1. Kf5+ Şg8 2. Şh3! g1=V 3. Kg5+ Vxg5 pat.** Siyah kaleyi file alırsa yine pat olur. Peki, siyah ilk hamlede şahını "e" sütununa oynarsa ne olur? Ona da bakalım: **1...Şe8 2. Ke5+ Ş 3. Ke1! Fxe1 4. Şh3 g1(V/K)** ve yine pat.

Bu kısa ama çarpıcı etüt Steinitz'in hayranlığını kazanır.

Troitsky 1894'te St. Petersburg'daki Ormancılık Enstitüsünden mezun oldu, 1896'dan itibaren Rusya'nın çeşitli yerlerinde ormancı olarak çalıştı. Muhtemelen şehirlerin gürültülü ortamından uzak kalması ile ormanların sakin ve sessiz ortamı onun yaratıcılığı üzerinde olumlu etki yaptı. Bu "ormancılık" döneminde birçok etüt kurdu, etütlerin temalarını zenginleştirdi. Daha önce keşfetmiş olduğu sistematik manevra, alt terfi, çeşitli taş kombinasyonlarının mucadelesi

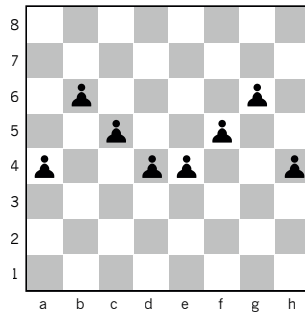


ve temaların sentezi gibi birçok fikri geliştirdi. Oyun sonu teorisinde daha önce bilinmeyen keşifler yaptı. Örneğin, pratikte hiç görülmesine de dört atın vezire karşı kazanması bu keşifler arasındadır.

Ama herhâlde onun teorik açıdan satranca en önemli katkısı “şah + iki at / şah + piyon” finallerini olağanüstü bir sabırla, ayrıntılı ve doğru bir şekilde analiz etmiş olmasıdır. Troitsky’den önce iki atla yalnız kalmış şahın mat edilemeyeceği, olsa olsa pat durumuna zorlanabileceği zaten biliniyordu.

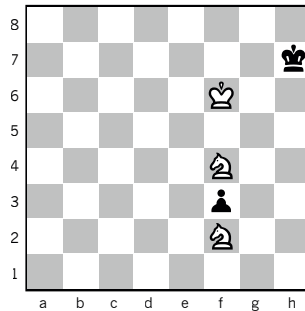
Ancak onun analizleri şahla birlikte bir de piyon varsa iki atı olan tarafın mat edebileceğini gösterdi. Hatta, piyonun belirli bir hattı geçmemesi ve bir at tarafından sağlam bir şekilde bloke edilmiş olması hâlinde kuvvetli tarafın her durumda mat edebileceğini de kanıtladı. Bu hat bugün Troitsky hattı diye biliniyor (Diyagram 2):

Diyagram 2



Piyonun bu hattı geçmiş olduğu bazı durumlarda da kazanç mümkün olabilir. Peki, fazla piyon zayıf tarafa nasıl bir güçlük yaratıyor? Bunu aşağıdaki örnekle görelim (Diyagram 3):

Diyagram 3



Sıra beyazda, nasıl mat eder?

Neyse ki böyle durumlar gerçek oyunlarda çok nadir çünkü kazanç manevrası hiç kolay değil:

1. Ae6 Şh6 2. Ag7 Şh7 3. Af5 Şg8 4. Şe7! Şh7 5. Şf7 Şh8 6. Şg6 Şg8 7. Ag7 Şf8 8. Şf6 Şg8 9. Ae6 Şh7 10. Şg5 Şg8 11. Şg6 Şh8 12. Şf7 Şh7 13. Ag4 f2 14. Af8+ Şh8 15. Af6 f1=V 16. Ag6 mat.

Eğer siyahın bir piyonu olmasaydı 15. Af6’dan sonra oyun pat olurdu.

Ünlü oyuncu ve etüt kurucusu GM John Nunn yıllar sonra bilgisayar yardımıyla yaptığı analizlerde, Troitsky’nin hesaplamalarının hayret verecek şekilde doğru olduğunu belirledi.

Troitsky’nin yaşadığı yıllar hem kendi ülkesinin hem de dünya tarihinin en çalkantılı dönemleriydi. Birinci ve İkinci Dünya Savaşı’na, Rus Devrimi’ne ve Stalin dönemindeki “Büyük Temizlik”e tanık oldu. İki kere tüm arşivini

kaybetti ancak etütlerinin çoğunu ezbere bildiğinden bunları tekrar kayda geçirebildi.

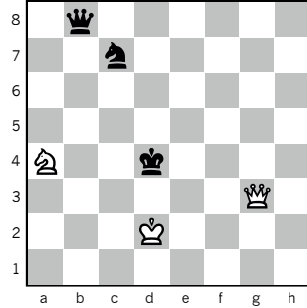
Troitsky emekli olup Leningrad'a (St. Petersburg'un o dönemki adı) geri döndükten sonra İkinci Dünya Savaşı başladı. Alman ordularının Leningrad'a iyice yaklaştığı bir sırada dostları şehri terk etmesini istediye de bu çağırığı kulak ardı etti. Bir süre sonra şehir tamamen kuşatıldı. 1942'de Troitsky amansız kuşatma şartları altında yeterli gıda alamadığından öldü.

Bugün veri tabanlarında Troitsky'nin 1400'e yakın etüdü kayıtlıdır. Biz sizinle buengin hazineinden iki örneğı (Diyagram 4 ve 5)

birlikte çalışacağız, başka iki örneğı (Diyagram 7 ve 8) ise kendi başınıza çözmeniz için size bırakacağız.

Diyagram 4

Deutsche Schachzeitung,
1909



Beyaz oynar ve kazanır.

Çözüm:

1.Ab6!

Tehdit: 2. Ve3 mat.

1...Ve8! 2.Ad7!

Ve3 mat tehdidini yeniliyor.

2...Şc4!

2...Ve4 3.Vc3+; 2...Şd5 Af6+; 2...Vxd7 Vd3+.

3.Vxc7+ Şb4

4.Vc5+ Şb3

4...Şa4 5.Ab6+ Şb3 6.Vc3+ Şa2 7.Ad5 (7.Ac4? Vb5) 7...Vd7 8.Şc1 ve kazanır.

5.Vc3+ Şa4

5...Şa2 6.Şc1! Ve7 7.Va5+ Şb3 8.Ac5+ Şc4 9.Va6+.

6.Vd4+ Şa3

6...Şb3 7.Ac5+ Şa2 8.Vc4+; 6...Şb5 7.Vc5+ Şa4 8.Ab6+ Şb3 9.Vc3+ Şa2 10.Ad5.

7.Ac5!

Tehdit 8. Vc3+ Şa2 9. Vc2+ Şa1 10. Ac3 mat.



Troitsky (1866 - 1942)

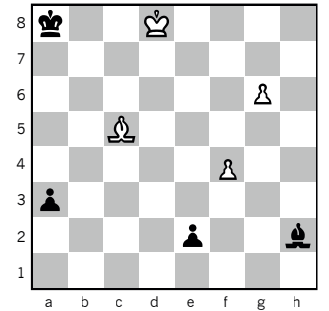
7...Vb8

7...Vb5 8.Va1+ Şb4 9.Vc3 mat.

8.Va1+ Şb4 9.Aa6+! ve

kazanır. Beyaz son anda dahi tuzağı düşebilirdi: 9.Vb2+? Şa5! 10. Vxb8 pat.

Diyagram 5



Eskilstuna Kuriren, 1916
Beyaz oynar ve kazanır.

Çözüm:

1. g7 e1=V 2. g8=V

Şimdi iki taraf materyal olarak eşit olsa da siyah şahın kötü konumu



nedeniyle beyaz önemli bir avantaja sahip. Beyazın tehdidi 3. Şc7+.

2...Şb7 3. Vb3+ Şc6 4.

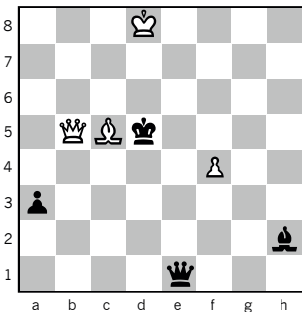
Vb6+ Şd5

Peki ya şimdi? Şimdi, sessiz, sakın ama ölümcül bir hamle geliyor:

5. Vb5!!

Beyaz 6. Fb4+ veya 6. Ff2+ ile veziri almakla tehdit ediyor. Görünüşe göre siyahın birçok seçeneği olmasına rağmen hayret verici bir şekilde vezir kurtarılamıyor. Eğer siyah şah "e" sütununa oynarsa beyaz 6. Ve8+ ile kazanır. Vezir siyah bir kareye oynarsa beyaz uygun kareden açarak şah çeker ve veziri alır. Örneğin 5... Vh4+ 6. Fe7+; ya da 5... Va1 6. Fd4+ Şxd4 7. Ve5+ ve siyah vezir düşer. Vezir, beyaz karelerden herhangi birine gitse de kurtulamaz: 5... Vd1 Vd7+, vs. Bu unutulmaz pozisyon bir diyagramı hak ediyor:

Diyagram 6

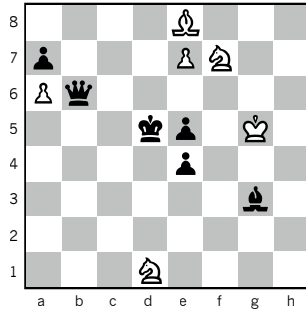


Ayın Etütleri

Kendi başınıza çözmeniz için sizi Troitsky'nin iki etüdü ile baş başa bırakıyoruz. Bunlarla uğraşmak oyun gücünüzü geliştirecektir:

Diyagram 7

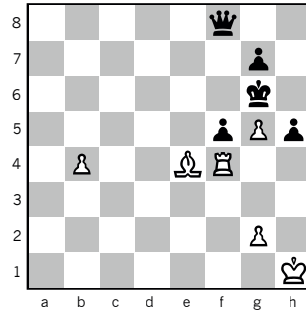
Deutsche Schachzeitung, 1910



Beyaz oynar ve kazanır.

Diyagram 8

Wiener Schachzeitung, 1912

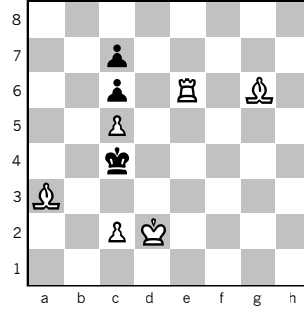


Beyaz oynar ve kazanır.

Geçen Ay Sorulan Problemlerin Çözümleri

Diyagram 9

Mihail Kroytor
Gravura, 2019
Dördüncü Övgü



Beyaz oynar, üç hamlede mat eder.

Çözüm:

1. Ke8! (zugzwang)

a) 1...Şd5 2. Ff7+ Şd4 3.

c3 mat;

b) 1...Şd4 2. Ke4+ Şd5 3.

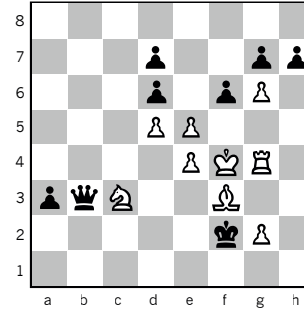
c4 mat;

c) 1...Şb5 2. Fd3+ Şa4 3.

Ka8 mat.

Diyagram 10

Vladimir Tarasyuk, 2019



Beyaz oynar, berabere kalır.

1. Ad1+

1. gxh7? Vxc3 2. h8=V Vxe5 mat

1...Vxd1

1...Şe1 2. gxh7 a2 3. h8=V a1=V 4. Vh4+ Şd2 5. Vf2+ Şc1 6. Şg3 Ve5+ 7. Şh3+-

2. Fxd1 fxe5+ 3. Şf5 h5!

3...a2? 4. gxh7 a1=V 5. h8=V Vxd1 6. Vxg7+; 3... hxg6 4. Kxg6 a2 5. Kxg7 a1=V 6. Ff3 beraberlik.

4. Kg5

4. Fb3? hxg4 5. Şxg4 Şxg2 siyah kazanır.

4...a2 5. Fxh5

5. Fa4? a1=V 6. Fxd7 Vc1+ siyah kazanır.

5...a1=V 6. g4!

Ve siyah ne oynarsa oynasın oyun pat olmuştur. Beklenmedik bir son!

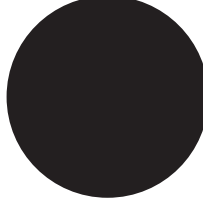


Gökyüzü

Prof. Dr. Faruk Soyduğan

[fsoydugan@comu.edu.tr

19 Ağustos
Yeniay



25 Ağustos
İlkdördün



03 Ağustos
Dolunay



11 Ağustos
Sondördün



Parlak Devler ve Süper Devler

Yıldızlar, enerji üreten kararlı plazma küreleri olarak tanımlanır. Yıldızların kararlı olması, içeriye doğru etki eden çekim kuvveti ile çekirdekten dışarıya doğru etkiyen ışıınım basıncının oluşturduğu kuvvetlerin birbirini dengelemesiyle sağlanır. Eğer enerji üretiminde kararsızlıklar olursa, bu denge bozulmaya başlar. Yıldız tekrar dengeye ulaşmaya çalışır.

şırken yapısal özelliklerinde değişimler meydana gelir. Enerji kararsızlıkları ve değişimlerinin en önemli göstergeleri sıcaklık ve boyut değişiklikleridir. Yıldızlar, hayatlarının yaklaşık %90'ında (çekirdeğinde hidrojen yakarak enerji üretilen dönem) kararlıdır. Geriye kalan %10'unda ise, enerji üretimindeki değişimler nedeniyle, boyut ve sıcaklık parametrelerinin

de kütle miktarına ve kimyasal bolluğuna göre farklı zaman ölçeklerinde değişim gösterirler.

Dev yıldız ifadesi, aynı sıcaklıktaki yıldızlara göre daha büyük boyutta olan yıldızlar için kullanılır. Merkezinde hidrojen yakıtını bitirmiş yıldızların bu aşamaya doğru geçtikleri uzun süredir biliniyor. Dev yıldızların farklı türleri vardır: Hiper devler, çok parlak süper devler, parlak süper devler, parlak devler, devler ve alt devler. Bu sınıflama, onların yüzey çekim ivmelerine göre düzenlenmiştir.

Farklı renk ve sıcaklıklarda dev yıldızlar vardır. Bunlardan en sık rastlanılanı kırmızı devlerdir. Bilinen en büyük boyutlu birkaç süper dev yıldız: Stephenson 2-18 (2160 Güneş yarıçapı), NLM Cyg (1600-2800 Güneş yarıçapı), UY Scuti (1700 Güneş yarıçapı), VY CMa (1420 Güneş yarıçapı). Örneğin NLM Cyg yıldızı, Güneş'in yerinde olsa Jüpiter'in yörüngesini aşacak kadar büyük bir hacme yayılacaktı. Güneş, yaşamının ileriki evrelerinde bir kırmızı deve dönüştüğünde boyutu şu andaki boyutunun yaklaşık 70 katı kadar olacak.



Gökadamızın merkez doğrultusuna yakın bir bölgede yer alan Akrep Takımyıldızı ve Akrep'in kalbi olan süper dev yıldız Antares.



Çoban Takımyıldızı ve en parlak yıldızı Arcturus (sağdaki parlak kırmızı yıldız)

Bununla birlikte, çok büyük boyutlara sahip yıldızların hepsi çıplak gözle gözlenebilecek kadar parlak değildir çünkü bazıları bizden çok çok uzaklardadır. Peki, gökyüzüne baktığımızda çıplak gözle gördüğümüz yıldızların ne kadarı dev yıldızdır?

Gökyüzünde çıplak gözle görülebilecek parlaklıkta 6000 kadar yıldız bulunuyor. Güneş'e 50 pc (1,5 katrilyon km) uzaklıkta bu sayı 900 civarındadır. 300 pc çaplı bir küresel hacimde ise çıplak gözle görülebilecek yıldız sayısı 4000'i aşıyor ve bunların yaklaşık %60'ının dev yıldız olduğu biliniyor. Gökyüzünde 200 kadar parlak süper dev yıldız çıplak gözle farklı mevsimlerde ve Kuzey ve Güney yarımkürelerden gözlenebiliyor. Şimdi gökyüzünde çıplak gözle gördüğümüz bazı dev veya süper dev yıldızlara yakından bakmaya çalışalım.

Hızlı Dev: Arcturus

Çoban Takımyıldızı'nın en parlak yıldızı olan Arcturus, turuncu bir dev yıldızdır. Çapı Güneş'in 20 katı kadar olsa da kütlesi Güneş'in kütlesine yakındır. Güneş'ten 170 kat daha fazla enerji yayar. Bize yaklaşık 37 ışık yılı uzaklıkta olan bu yıldız 7 milyar yıl yaşındadır. Yüzey sıcaklığı yaklaşık 4000°C ve görsel parlaklığı -0,05 kadardır. Arcturus gökyüzünün en parlak dördüncü yıldızıdır. Arcturus, Güneş'e göre oldukça büyük bir hızla (122 km/s) hareket eder. Bu büyük öz hareket, onun yaşlı bir yıldız olduğunu ortaya koyar. Bu hareketi 52 yıldızla beraber yapar ve bu gruba "Arcturus akımı" veya "Arcturus hareket grubu" adı verilir.

Yaz aylarında gökyüzünü süsleyen parlak dev Arcturus, geçmişten günümüze insanlığın ilgisini çekmiştir. Bü-

yük Ayı'nın takipçisi olarak görüldüğünden, yıldıza verilen Arcturus ismi Yunancada "Ayı Gözcüsü" anlamına gelir. Polinezya gezginleri, Arcturus'a "Sevinç Yıldızı" adını verip onu yön bulmak için kullandılar. Antik Roma döneminde de bu yıldızın gökyüzündeki hareketlerinin ve değişimlerinin fırtınalı havalara işaret ettiği düşünülüyordu. 1933 yılında Chicago Dünya Fuarı organizatörleri, akılda kalması amacıyla, fuarı açmak için Arcturus'u kullandılar. Şehirde yaklaşık 40 yıl önce gerçekleşen aynı fuara atıf yapmak için 40 ışık yılı uzakta olduğu düşünülen Arcturus'un ışığını teleskopla toplayıp elde ettikleri elektrik akımıyla sergi alanındaki projektörleri açan anahtarı çevirdiler.

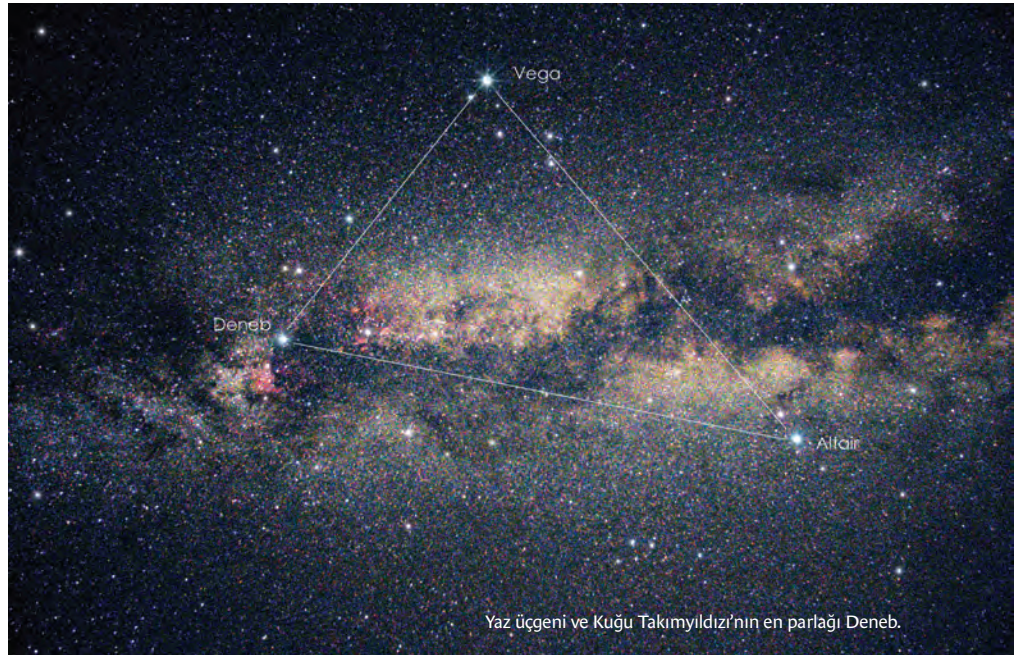
Arcturus, yaşamının sonuna yaklaşan bir kırmızı devdir. Çekirdeğindeki hidrojeni bitirmiş olup karbon gibi daha

ağır elementleri yakarak enerji üretmektedir. Bu yıldız, yakıtını bitirdiğinde büyük bir patlamayla dış kabuğunu atarak geriye bir beyaz cüce artık bırakacak ve bir gezegenimsi bulutsu oluşturacaktır.

Akrebin Kalbi: Antares

Akrep Takımyıldızı'nın en parlak yıldızı olan Antares, parlaklığı 0,6 ile 1,6 kadir arasında değişen bir kırmızı süper dev yıldızdır. Çıplak gözle, Kuzey Yarımküre'de yaz aylarında güney veya güneybatı yönünde ufka yakın bir konumda gözlenebilir. İsmi Eski Yunan'da "Mars'a rakip olan" anlamına gelir çünkü Antares gökyüzünde Mars'a benzetilir. Mars gezegeni ile Antares, gökyüzünde zaman zaman yakın bölgede ve parlaklıkta gözlemlendiklerinden bu tür karşılaştırmalar yüzyıllar boyu yapılmıştır. Antares'in Arapça ve Latince isimleri ise "Akrep'in kalbi" anlamına gelir.

Antares, çıplak gözle tek yıldız görünmesine karşın aslında bir çift yıldız sistemidir. Gözlediğimiz soğuk ancak parlak süper devin yakınında, oldukça sıcak (yaklaşık 18.200°C yüzey sıcaklığında), merkezinde hidrojen yakan ve çok büyük bir yörüngede dolanan bir yıldız daha vardır. Antares, 3 AB'yi (Astronomik Birim: Güneş-Dünya arası mesafe olup yaklaşık 150 milyon km) aşan boyutlarda kırmızı bir süper devdir. Eğer bu dev Güneş'in yerinde olsa yıldızın yüzeyi Mars'a kadar ulaşabilirdi. Tayf özellikleri açısından M1 sınıfına dâhil olan bu soğuk yıldız, devasa boyutu nedeniyle, Güneş'ten 76.000 kat daha fazla enerji üretilip uzaya yaymaktadır. Kütlesi, Güneş'in kütlesinin 11 katı olan Antares'in yaşının yakla-



Yaz üçgeni ve Kuğu Takımyıldızı'nın en parlak yıldızı Deneb.

şık 15 Milyon yıl olduğu tahmin ediliyor. Bize olan uzaklığı 550 ışık yılı olan Antares, yaşamının son evresindedir ve gök kubbenin süpernova adaylarından biridir. Gelecek birkaç on bin yıl içinde bir süpernova patlaması geçirebileceği düşünülen Antares, patladığında gökyüzünde dolunay parlaklığına ulaşabilir ve bu patlama gündüz dahi gözlenebilir.

Geleceğin Kutup Yıldızı: Deneb

Kuğu Takımyıldızı'nın en parlak yıldızı Deneb, parlak mavi-beyaz bir süper dev yıldızdır. Görsel parlaklığı 1,25 kadir olan yıldızın bize olan uzaklığı yaklaşık 2600 ışık yılıdır. İsmi Arapçada "kuyruk" anlamına gelir. Yaz gecelerinin parlak yıldızlarından olan Deneb, Altair ve Vega ile birlikte "Yaz Üçgenini" oluşturur.

Deneb'in kütlesi Güneş'in kütlesinin 19 katı, yarıçapı ise Güneş'inin 200 katından fazladır. Yaşamına 23 Güneş kütlesiyle başladığı ve yoğun yıldız rüzgârları nedeniyle kütlesinin %20'sine yakınını (her 500 yılda bir Dünya kütlesi) kaybettiği tahmin ediliyor. Kırmızı süper dev aşamasına doğru ilerledi-

ği düşünülen Deneb, çıplak gözle gözlenebilen süper nova adaylarından biridir. Bu süper dev yıldız çok modlu sismik değişimler gösterir ve başka bir yıldızla da bir çift sistem oluşturur. Parlak bir yıldız olması nedeniyle, atmosfer özellikleri en iyi belirlenen süper dev yıldızlardan biridir.

Deneb, Dünya'nın dönme ekseninin presesyon hareketi nedeniyle, yaklaşık 7500 yıl sonra Kuzey Yarımküre için "Kutup Yıldızı" olacaktır.

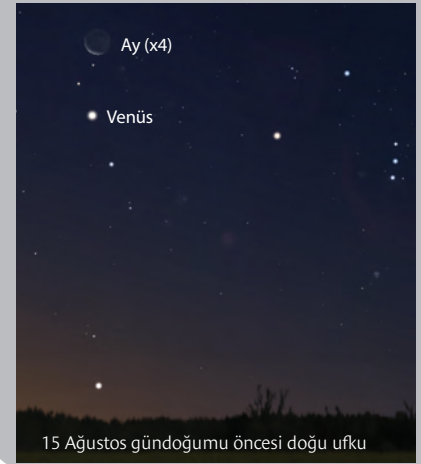
Bu üç dev yıldız, yaz akşamları Kuzey Yarımküre'de çıplak gözle gözleyebiliriz. Ağustos akşamları Güneş battıktan sonra, gecenin ilk saatlerinde, Antares güneybatı ufka yakın, Arcturus ise batı ufunda görülebilir. Deneb ise ağustos ayı boyunca tüm gece gökyüzünde parlıyor. Bol yıldızlı ve bulutsuz geceler dileriz.

Kaynaklar

<https://authors.library.caltech.edu/72000/1/99042E.pdf>
<https://www.space.com/22842-arcturus.html>
<https://earthsky.org/brightest-stars/antares-rivals-mars-as-the-scorpions-heart>
<https://nineplanets.org/deneb-alpha-cygni/>

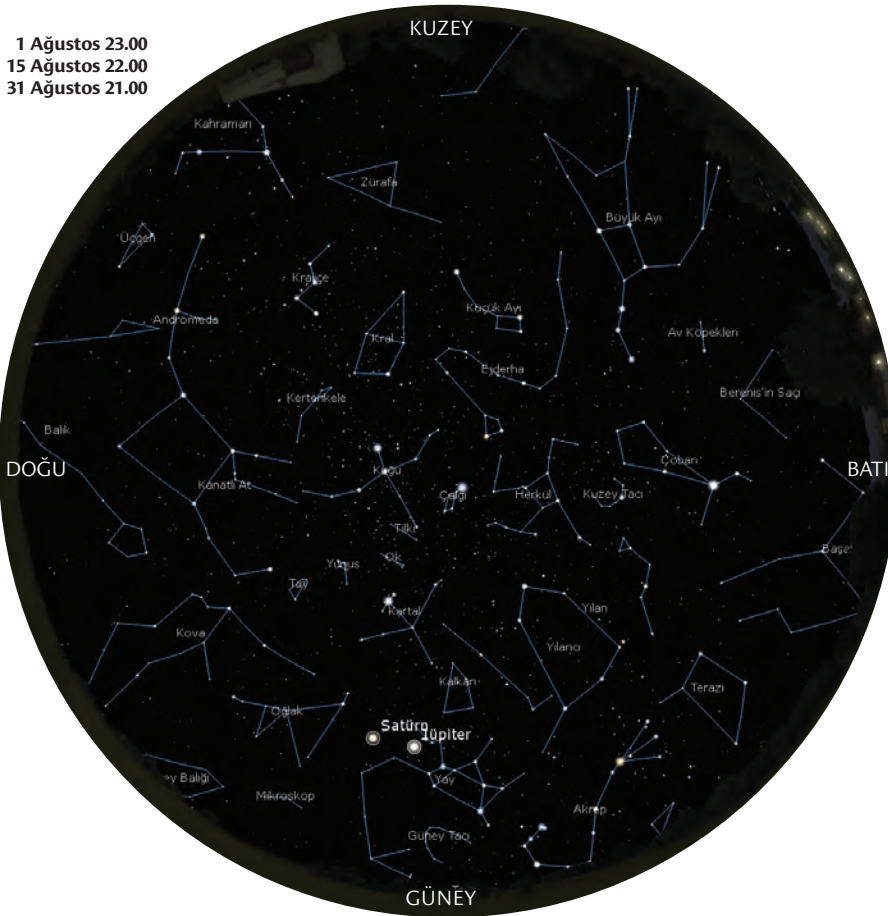
Ayın Önemli Gök Olayları

- 01/02 Ağustos** Satürn, Jüpiter, Plüton ve Ay birbirlerine yakın konumlarda
- 06 Ağustos** Neptün ve Ay birbirine yakın konumda
- 09 Ağustos** Mars ve Ay birbirine yakın konumda
- 09 Ağustos** Ay Dünya'ya en uzak konumunda (404.660 km)
- 13 Ağustos** Venüs en büyük batı uzanımında (46°)
- 15 Ağustos** Venüs ve Ay birbirine yakın konumda
- 21 Ağustos** Ay Dünya'ya en yakın konumunda (363.510 km)
- 29 Ağustos** Satürn ve Ay birbirine çok yakın konumda



15 Ağustos gündoğumu öncesi doğu ufku

1 Ağustos 23.00
15 Ağustos 22.00
31 Ağustos 21.00



Gezegenler

Merkür: Gökyüzündeki konumu Güneş'e yaklaşmaya başlayacak gezegen ancak ayın ilk haftası uygun gözlem koşullarında ve kısa sürelerle gün doğumundan önce doğu ufunda gözlenebilecek. Gezegen daha sonra Güneş'in doğu tarafına geçmeye başlayacak.

Venüs: Gece yarısından yaklaşık üç saat sonra doğudan yükselecek olan gezegen ay boyunca gün doğumuna kadar oldukça parlak bir şekilde gökyüzünde kalacak. Gezegenin ayın 15'inde Ay ile güzel bir yakınlaşması olacak.

Mars: Parlaklığı yavaşça artmaya devam edecek gezegen artık gece yarısından önce doğacak ve gün doğumuna kadar gökyüzünde kalacak. Ay sonuna doğru gezegen günbatımından yaklaşık iki saat sonra doğudan yükselecek.

Jüpiter: Ayın ilk günü gün batımında doğudan Ay ve Satürn ile birlikte yükselecek olan gezegen hâlen çok parlak ve gözlem için uygun konumda olacak. Gökyüzünde yavaş yavaş konumu Güneş'e yaklaşmaya başlayacak olan gezegenin gözlem süresi de kısalıyor.

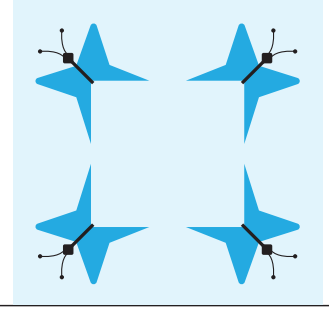
Satürn: Ayın başında Jüpiter ve Ay ile gün batımında doğudan yükselecek olan gezegenin parlaklığı artık fazla değişmeyecek. Günler ilerledikçe batıya olan hareketini sürdürecektir gezegen ayın sonlarına doğru günbatımından önce doğuda yükselmiş olacak ve gece yarısından üç saat sonrasına kadar gökyüzünde kalacak.

Zekâ Oyunları

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

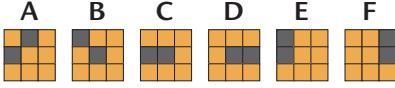
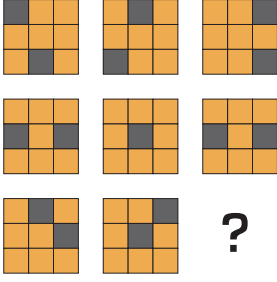
Göz Aldanması

Sadece 4 kelebek çizimi
olmasına rağmen ortada
kare varmış gibi görüyoruz.

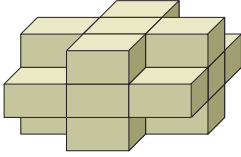


Soru İşareti

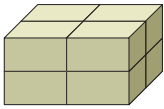
Soru işaretinin yerine
aşağıdakilerden hangisi gelecek?



Prizmalar

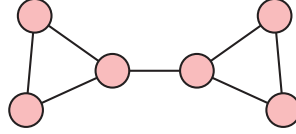


Dikdörtgen prizmalar
bir araya getirilerek 3x3x3'lük
bir blok oluşturulmuş, daha sonra
bu bloğun köşelerinde bulunan
8 prizma çıkartılmıştır.
Yeni oluşan blokta toplam
kaç adet dikdörtgen prizma
sayılabilir?



Soru 2x2x2'lik bir blok için
sorulsaydı cevap 27 olurdu.
(1x1x1) 8 adet, (1x1x2) 12 adet,
(1x2x2) 6 adet, (2x2x2) 1 adet.

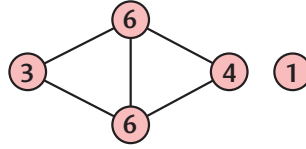
Sayı Yerleştir



Boş dairelere doğal sayılar
yerleştirmenizi istiyoruz.

- Sayıların toplamı 40 olacak.
- Eğer iki daire arasında bir çizgi varsa bu dairelerdeki iki sayının 1'den büyük ortak bölenleri olacak. Eğer çizgi yoksa en büyük ortak bölenleri 1 (aralarında asal) olacak.
- Sayıların farklı olması gerekmiyor.

Toplamı 20 olan 5 daire için bir örnek:



Şifre

A, B, C, D ve E harfleri
tam olarak birer kez kullanılarak
üretilen beşer harflik şifrelerden
birini seçiyorsunuz.
Seçtiğiniz şifreyle ortak harfi
olmayan (aynı harfin aynı yerde
bulunmadığı) şifre sayısı
en fazla kaç olabilir?

Soru A, B, C harfleri kullanılarak
oluşturulmuş üçer harflik şifreler
için sorulsaydı cevap 2 olurdu:
Seçtiğiniz şifre ABC olsun.
Ortak harf bulunmayan şifreler:
BCA, CAB.

Lastikli Çiviler

Bir çember üzerine eşit aralıklarla
çakılmış 5 çivi var. Bir paket
lastiğini bu çivilerin üzerine
geçireceksiniz.

Lastiğin her çiviye tam olarak 1
kere değmesi ve kendi etrafında
dolanmaması koşuluyla bu
işlem kaç farklı biçimde
gerçekleştirilebilir?

Soru 4 çivi için sorulsaydı cevap 3
olurdu:



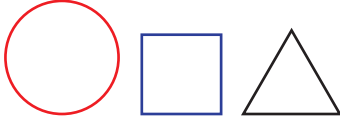
Dokuz Sayı

1'den 100'e kadar olan yüz sayı
arasından dokuz sayı seçmenizi
istiyoruz. Koşullarımız:

- Sayılar farklı olacak
- Her birinde "9" rakamı bulunacak
- Hepsi tek sayı olacak
- Toplamları 713 edecek

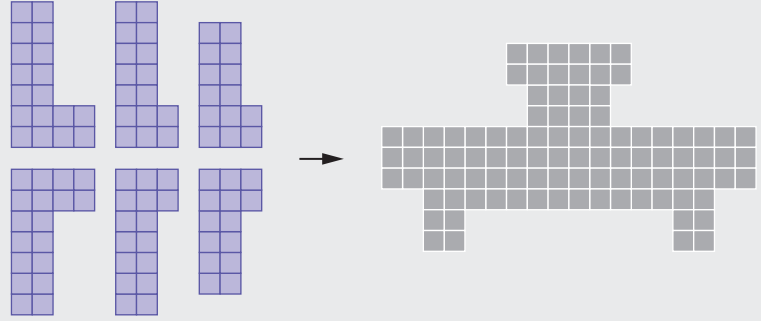
Çemberdeki Köşeler

Köşeleri birim çember üzerinde olacak biçimde bir kare ve bir eşkenar üçgen çizilecektir. Çember üzerinde en yakın iki köşenin arasındaki yay uzunluğu en fazla kaç olabilir?



Altı "L"

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



Geçen Sayının Çözümleri

Dört Öğrenci

	Şehir	Yaş
Ali	Edirne	10
Berk	Samsun	8
Can	İzmir	7
Doruk	Kars	9

Teknoloji

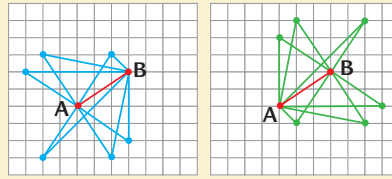
70 farklı biçimde elde edilebilir.

1	1	1	1	1
1	2	3	4	5
1	3	6	10	15
1	4	10	20	35
1	5	15	35	70

İkizkenar Üçgen

- 12 ikizkenar üçgen çizilebilir:
- AB doğrusunun taban olduğu durumda A ve B ye eşit uzaklıkta olan bir köşe yoktur.
- AB doğrusunun ikiz kenarlardan biri olduğu durumlar iki ayrı şekilde gösterilmiştir:

A noktasına AB uzunluğu kadar uzaklıktaki 6 nokta kullanılarak çizilen üçgenler



B noktasına AB uzunluğu kadar uzaklıktaki 6 nokta kullanılarak çizilen üçgenler

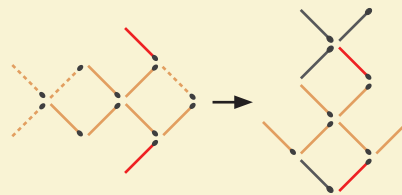
Şifre

Şifre sayısı 9'dur.

Artan Sayı

45
(54/45 = 1,2)

Balığın Yönü



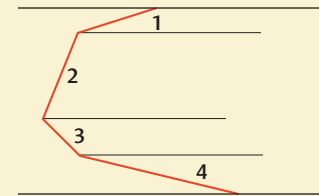
Not: İkinci çözüm de balığın yukarıya doğru döndürülmesidir.

Cihaz Testi

A'ya 83, B'ye 52 adet cihaz verilmiştir.

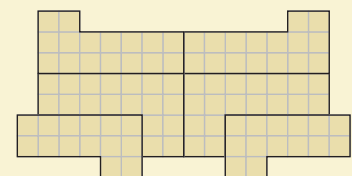
	A	B
Başlangıç	83	52
15. dakika	50	25
25. dakika	28	7

İç Açılar



Köşe noktalarından başlayan paralel doğrular çizildiğinde 4 çift iç açı elde edilir. Paralel kenarlar arasında kalan iç açılarının toplamı 180 derece olduğu için $4 \times 180 = 720$ derece.

Altı "L"



Yayın Dünyası

İlay Çelik Sezer [TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi

Işığın Öyküsü

Hüseyin Gazi Topdemir

TÜBİTAK Popüler
Bilim Kitapları,
Yetişkin Kitaplığı,
2010 (4. Basım)



Işığın Öyküsü'nde, ışıq kavrama çabamızın tarihiyle birlikte ışığa ilişkin diğerk olguların en eski uygarlıklardan başlayarak günümüze kadar olan gelişimi ele alınmaktadır. *Işığın Öyküsü*, “Modern Dönem Öncesi Optik Kuramları” ve “Modern Dönem Optik Kuramları” olmak üzere iki ana bölüm ve çok sayıda alt başlıktan oluşuyor. Bu bölümler bilim tarihi açısından iki temel yarar gözetilerek yapıldı: Birincisi, bilimsel ilerlemenin temel niteliğini optik kuramlarının gelişim çizgisi üzerinde izleyebilmek, ikincisi ise bilimin dinamik doğasının ve matematik alt yapısının belirgin şekilde kavranmasını sağlamaktır.

Bunlardan hareketle birinci bölümde yoğunlukla ışığın kaynağına ilişkin öncü kuramlar ve bu kuramların temsilcilerinin çalışmaları işlendi. Kısmen tarihsel bir kimlik kazanmış olsalar da yeni araştırmalar kapsamında sürekli güncellenen ışık araştırmalarının gelişim sürecinin betimlendiği “Modern Dönem Optik Kuramları” başlıklı ikinci bölümde ise ağırlıklı olarak ışığın doğasını anlamaya yönelik kuramlar ve bunların temsilcilerinin görüşleri açıklandı. Son olarak atom ve moleköl dünyasında olup bitenlerin açıklanabilmesi için kuantum elektrodinamiği kuramının özlü bir anlatımına yer verildi.

Genç Astronotun El Kitabı

Louie Stowell

Resimleyen: Roger Simo

Çeviri: Gürsel Tanrıöver

TÜBİTAK Popüler Bilim Kitapları,
10 yaş +, 2020



Uzaya gitmek için can atıyorsanız bu kitap tam sizin için. *Genç Astronotun El Kitabı*'nda, astronot eğitiminden, uzay yürüyüşlerine, uzayda tuvaletinizi nasıl yapacağınızdan yeryüzüne inişin o sarsıntılı ihtişamına kadar pek çok konuda gerçek astronotların uzaydaki deneyimlerinden elde edilen bilgi ve ipuçlarını bulacaksınız.

Hikâye Makinesi

Tom McLaughlin

Çeviri: Mine Özyurt Kılıç

TÜBİTAK Popüler Bilim Kitapları,
4 yaş +, 2020



Bazen bir resim binlerce sözcüğe bedeldir... Kerem bir makine buldu. Bir açma-kapama düğmesi yoktu bu makinenin. Yanıp sönen bir ışığı ya da bir sesi de yoktu. Ama bu makine harfler çıkarıyordu. Ve Kerem harflerden resimler, resimlerden de hikâyeler yapılabildiğini keşfetti. Yoksa Kerem'in bulunduğu şey bir hikâye makinesi miydi?